

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра строительных конструкций

РЕКОМЕНДАЦИИ

по использованию нормативных документов
при выполнении курсового и дипломного проектов по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» для студентов специальности 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения

Брест 2003

УДК 624.011.

Настоящие рекомендации составлены в соответствии с СНБ 5.05.01-2000 «Деревянные конструкции», введенными в действие 01.07.2001г., и другими действующими нормативно-техническими документами по проектированию и расчету деревянных и металлических конструкций.

Приведены сведения о физико-механических характеристиках древесины и фанеры, материалах для клееных конструкций, положения по расчету элементов деревянных конструкций по предельным состояниям первой и второй группы, даны рекомендации по обеспечению долговечности деревянных конструкций и защите стальных конструкций от коррозии.

Предназначены для студентов строительных специальностей при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Составитель: Жук В.В., доцент, к.т.н.

Рецензент: директор научно-технического центра Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, к.т.н. А.Я. Найчук

1. Общие положения по проектированию.

1.1. При расчете конструкций следует рассматривать условия, в которых конструкции выполняют свои функции, и выбрать наиболее неблагоприятные расчетные ситуации.

Нормативные значения воздействий (F_x) принимают в соответствии с требованиями [8]. Нормативное значение собственного веса конструкций принимают по номинальным размерам и средней плотности материалов, из которых они изготовлены.

Плотность древесины и фанеры определяют согласно таблице 1.

Таблица 1 (табл. 6.2 [11]). Плотность древесины и фанеры

Порода древесины	Плотность древесины (ρ), кг/м ³ в конструкциях для классов условий эксплуатации	
	1, 2	3, 4, 5
Хвойные:		
лиственница	650	800
сосна, ель, кедр, пихта	500	600
Твердые лиственные:		
дуб, береза, бук, ясень, клен, граб, акация, вяз, ильм	700	800
Мягкие лиственные:		
осина, тополь, ольха, липа	500	600

Примечания:

1. Плотность клееной древесины следует принимать как и неклееной древесины.
2. Плотность обычной фанеры следует принимать равной плотности древесины шпонов, а бакелизированной — 1000 кг/м³.

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для веса строительных конструкций приведены в таблице 2.

Таблица 2 (табл. 1 [8]). Коэффициенты надежности по нагрузке для веса конструкций

Конструкции сооружений	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f
1	2
Конструкции:	
- металлические	1,05
- бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
- бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
• в заводских условиях	1,2
• на строительной площадке	1,3

1.2. Полное нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяют по формуле:

$$S^* = S_0 \cdot \mu \quad (1.1)$$


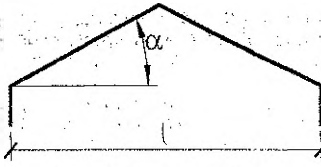
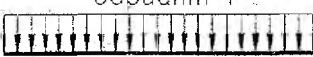
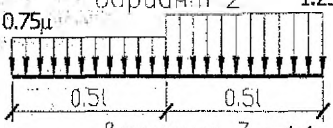
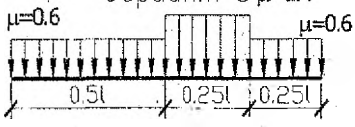
где S_0 - нормативное значение веса снегового покрова на $1m^2$ горизонтальной поверхности земли, принимаемое по таблице 3;

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый по таблице 4.

Таблица 3 (табл. 4 [8]). Вес снегового покрова S_0 на $1m^2$

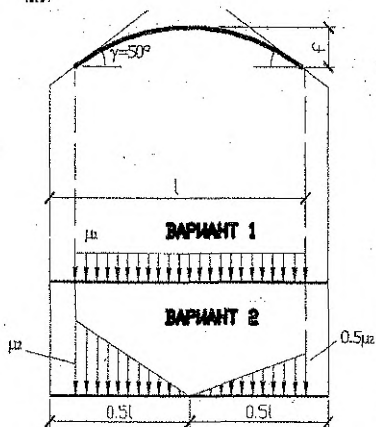
Снеговые районы по карте 1 [8]	I	II	III	IV	V	VI
S_0 , кПа	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5

Таблица 4 (прил. 3 [8]). Схемы снеговых нагрузок и коэффициенты μ

Профили покрытий и схемы снеговых нагрузок	Коэффициенты μ и область применения схем
<p>1. Здания с односкатными и двускатными покрытиями</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>вариант 1 μ</p>  <p>вариант 2 1.25μ</p>  <p>вариант 3 $\mu=1.4$</p> 	<p>$\mu = 1$ при $\alpha \leq 25^\circ$;</p> <p>$\mu = 0$ при $\alpha \geq 60^\circ$.</p> <p>Вариант 2 и 3 следует учитывать для зданий с двускатными покрытиями (профиль б), при этом вариант 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - при $20^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$; вариант 3 - при $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ только при наличии ходовых мостиков или аэрационных устройств по коньку покрытия.

продолжение таблицы 4

2. Здание со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями



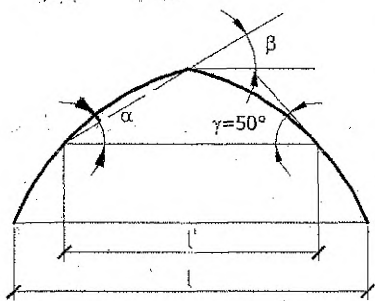
$\mu_1 = l / (8f)$, но не более 1.0 и не менее 0.4.

Вариант 2 следует учитывать при

$$f/l \geq 1/8$$

f/l	1/8	1/6	> 1/5
μ_2	1.6	2.0	2.2

3. Покрытие в виде стрельчатых арок



При $\beta \geq 15^\circ$ необходимо использовать схему 1, б, принимая $l=l'$;
При $\beta < 15^\circ$ - схему 2.

Коэффициент надежности по нагрузке γ_f для снеговой нагрузки на покрытие принимают в зависимости от отношения нормативного веса покрытия g'' к нормативному весу снегового покрова S_0 .

$$g''/S_0 < 0.8, \gamma_f = 1.6; \quad g''/S_0 \geq 0.8, \gamma_f = 1.4$$

1.3. Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки определяют по формуле:

$$W_m = W_0 \cdot k \cdot C, \quad (1.2)$$

где W_0 - нормативное значение ветрового давления, определяемое по таблице 5;

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, принимаемый по таблице 6;

C - аэродинамический коэффициент, принимаемый по таблице 7.

Таблица 5 (таблица 5 [8]). Ветровое давление W_0

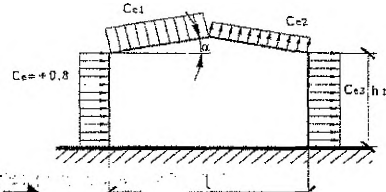
Ветровой район по карте 3 [8]	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
W_0 , кПа	0.17	0.23	0.30	0.38	0.48	0.60	0.73	0.85

Таблица 6

Высота z , м	Коэффициент k для типов местности		
	A	B	C
≤ 5	0,75	0,50	0,40
10	1,00	0,65	0,40
20	1,25	0,85	0,55
40	1,50	1,10	0,80

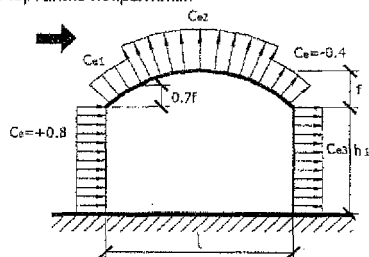
где А, В, С – тип местности: А – открытые побережья морей, озер и водохранилищ; В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м; С – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

Таблица 7 (прил. 4 [8]). Схема ветровых нагрузок и аэродинамические коэффициенты

Схема зданий и ветровых нагрузок		Определение аэродинамических коэффициентов C					
1. Здание с двускатными покрытиями 		Коэффициент	α , град.	Значения C_{e1} , C_{e2} при h_1/l , равном			
				0	0,5	1	≥ 2
C_{e1}	0	0	-0,6	-0,7	-0,8		
	20	+0,2	-0,4	-0,7	-0,8		
	40	+0,4	+0,3	-0,2	-0,4		
	60	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8		
C_{e2}	≤ 60	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8		
b/l	Значения C_{e3} , при h_1/l , равном						
	$\leq 0,5$	1	≥ 2				
	≤ 1	-0,4	-0,5	-0,6			
	≥ 2	-0,5	-0,6	-0,6			

продолжение таблицы 7

2. Здание со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями



Коэффициент	h_z/l	Значения C_{e1} , C_{e2} при f/l .				
		равном				
C_{e1}	0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,6	+0,7
	0,2	-0,2	-0,1	+0,2	+0,5	+0,7
	≥ 1	-0,8	-0,7	-0,3	+0,3	+0,7
C_{e2}	Проемное	-0,8	-0,9	-1	-1,1	-1,2

Значение C_{e3} принимается по схеме 1

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке γ , принимают равным - 1.4.

1.4. Значения коэффициента надежности по назначению γ_n устанавливаются в зависимости от класса ответственности зданий и сооружений, принимаются по таблице 8.

Таблица 8 (стр. 34 [8])

Класс ответственности зданий и сооружений	Коэффициент надежности по назначению γ_n
<p>Жилые дома: Высотой 9 этажей и более.</p> <p>Общественные здания: Детские дошкольные учреждения; учебные заведения всех видов (школы, училища, ВУЗы, учебные комбинаты); внешкольные учреждения для детей и подростков; больницы на 100 коек и более, родильные дома и акушерские корпуса; предприятия розничной торговли с торговой площадью 200 кв. метров и более; предприятия общественного питания на 200 мест и более; предприятия бытового обслуживания на 150 мест и более; гостиницы, санатории, учреждения отдыха и туризма; мотели, кемпинги, пансионаты, профилактории вместимостью 250 мест и более; театры, цирки, кинотеатры и танцевальные залы, дворцы и дома культуры, клубы, музеи, выставочные здания, библиотеки, государственные архивы; административные здания, кроме входящих в группу В (СНиП П-84-78); конструкторские, проектные, изыскательские, научно-исследовательские и комплексные институты и организации, вычислительные центры; крытые спортивные сооружения с трибунами для зрителей на 400 мест и более; вокзалы всех видов; кооперированные и блокированные комплексы общественных, общественно-торговых и культурных центров; промышленные объекты (заводы, фабрики, крупные цеха, предприятия с вредными выделениями); сельскохозяйственные производственные объекты (крупные животноводческие - 400 и более коров, 1000 и более голов откорма, на 5 тыс. и более свиней, птицеводческие фермы и фабрики свыше 10 тыс.</p>	1.0

продолжение таблицы 8

<p>Класс II. Жилые дома: Высотой 3 этажа и более. Общественные здания: больницы с количеством коек до 100 мест; поликлиники, амбулатории, станции скорой помощи, женские консультации, санитарно-эпидемиологические станции; аптеки; предприятия розничной торговли с торговой площадью свыше 50 кв. м.; предприятия бытового обслуживания с количеством рабочих мест свыше 5; гостиницы, санатории, учреждения отдыха, туризма, мотели, кемпинги, пансионаты, профилактории вместимостью до 250 мест; административные здания, входящие в группу В (СНиП П-84-78); крытые спортивные сооружения без мест для зрителей, а также с местами для зрителей до 250; отдельные здания промышленного типа, сельскохозяйственные, производственные фермы и комплексы, не вошедшие в I класс ответственности.</p>	<p>0.95</p>
<p>Класс III. Жилые дома высотой до 3-х этажей; здания вспомогательного и хозяйственного назначения в составе комплексов общественного, промышленного и сельскохозяйственного назначения; временные здания и сооружения; предприятия розничной торговли с торговой площадью до 50 кв. м.; предприятия общественного питания с количеством мест до 20; предприятия бытового обслуживания с количеством рабочих мест до 5.</p>	<p>0.9</p>

На коэффициент надежности по назначению γ_n следует делить предельные значения несущей способности, расчетные значения сопротивлений, предельные значения деформаций, или умножить расчетные значения нагрузок или усилий.

1.5. Для расчетов на прочность и деформативность нагрузки должны быть причислены к одному из классов длительности, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 (табл. 6.3 [11])

Класс длительности нагружения	Вид воздействия
Постоянная	Собственная масса конструкций
Длительная	Эксплуатационная, часть снеговой нагрузки для III снегового района
Кратковременная	Ветровая, монтажная, снеговая с полным значением

2. Расчет элементов деревянных конструкций по предельным состояниям первой группы

2.1. При расчете деревянных конструкций по первому предельному состоянию расчетные сопротивления древесины сосны, ели, лиственницы европейской и японской принимаются согласно таблице 10.

Таблица 10 (табл. 6.5. [11]). Расчетные сопротивления древесины

Напряженное состояние и характеристика элементов	Обозначение	Расчетные сопротивления, МПа для сортов древесины:		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон: а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подпунктах «б» и «в») высотой до 50 см б) элементы прямоугольного сечения шириной от 11 до 13 см при высоте сечения от 11 до 50 см в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения от 13 до 50 см г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$f_{m,d}$ $f_{c,o,d}$ $f_{cm,o,d}$ $f_{m,d}$ $f_{c,o,d}$ $f_{cm,o,d}$ $f_{m,d}$ $f_{c,o,d}$ $f_{cm,o,d}$ $f_{m,d}$ $f_{c,o,d}$ $f_{c,o,d}$	14 15 16 -	13 14 15 16	8.5 10 11 10
2. Растяжение вдоль волокон: а) неклееные элементы б) клееные элементы	$f_{t,o,d}$ $f_{t,d}$	10 12	7 9	- -
3. Сжатие и смятие по всей площади поперек волокон	$f_{c,90,d}$ $f_{cm,90,d}$	1.8	1.8	1.8
4. Смятие поперек волокон местное: а) в опорных частях конструкций, лобовых врубках и узловых примыканиях элементов б) под шайбами при углах смятия от 90° до 60°	$f_{cm,90,d}$ $f_{cm,90,d}$	3 4	3 4	3 4
5. Скалывание вдоль волокон: а) при изгибе неклееных элементов б) при изгибе клееных элементов в) в лобовых врубках для максимального напряжения г) местное в клеевых соединениях для максимального напряжения	$f_{v,o,d}$ $f_{v,o,d}$ $f_{v,o,d}$ $f_{v,o,d}$	1.8 1.6 2.4 2.1	1.6 1.5 2.1 2.1	1.6 1.5 2.1 2.1
6. Скалывание поперек волокон: а) в соединениях неклееных элементов б) в соединениях клееных элементов	$f_{v,90,d}$ $f_{v,90,d}$	1.0 0.7	0.8 0.7	0.6 0.6
7. Растяжение поперек волокон элементов из клееной древесины	$f_{v,90,d}$	0.35	0.3	0.25

Примечания:

1. В конструкциях постростовочного изготовления величины расчетных сопротивлений на растяжение, принятые по п. 2а данной таблицы, следует снизить на 30%

2. Расчетные сопротивления изгибу для элементов настила и обрешетки под кровлю из древесины 3-го сорта следует принимать равным 13 МПа.

2.2. Для древесины других пород расчетные сопротивления определяются путем умножения величин, приведенных в таблице 10, на переходные коэффициенты (k_x), приведенные в таблице 11.

Таблица 11 (табл. 6.6 [1]). **Переходные коэффициенты k_x к расчетным сопротивлениям древесины разных пород**

Древесные породы	Коэффициент (k_x) для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон	сжатию и смятию поперек волокон	скалыванию
1	2	3	4
Хвойные:			
1. Лиственница, кроме европейской и японской	1.2	1.2	1.0
2. Кедр сибирский, кроме Красноярского края	0.9	0.9	0.9
3. Кедр Красноярского края, сосна веймутова	0.65	0.65	0.65
4. Пихта	0.8	0.8	0.8
Твердые лиственные:			
5. Дуб	1.3	2.0	1.3
6. Ясень, клен, граб	1.3	2.0	1.6
7. Акация	1.5	2.2	1.8
8. Береза, бук	1.1	1.6	1.3
9. Вяз, ильм	1.0	1.6	1.0
Мягкие лиственные:			
10. Ольха, липа, осина, тополь	0.8	1.0	0.8

2.3. Расчетные сопротивления, приведенные в таблице 10, следует умножать на коэффициенты условий работы.

2.3.1. Для различных условий эксплуатации и классов длительности нагружения – на значение коэффициента (K_{mod}), указанное в таблице 12.

Таблица 12 (табл. 6.4 [11]). **Коэффициент условий работы (K_{mod})**

Класс длительности нагружения	Условия эксплуатации по табл. 13				
	1	2	3	4	5
Постоянная	0,80	0,80	0,75	0,70	0,65
Длительная	0,95	0,95	0,85	0,80	0,70
Кратковременная:					
- ветровая, монтажная	1,20	1,20	1,05	1,00	0,85
- снеговая с полным значением	1,05	1,05	0,95	0,90	0,80

Примечание: Если сочетание состоит из воздействий, принадлежащих разным классам длительности, то следует принимать (K_{mod}), соответствующий нагрузке с более короткой длительностью.

2.3.2. Класс условий эксплуатации определяется по таблице 13, в зависимости от условий эксплуатации конструкций.

Таблица 13 (табл. 6.1 [11])

Класс условий эксплуатации	Характеристика условий эксплуатации конструкций
1	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°C , относительной влажности воздуха, %: - до 60 включительно; - свыше 60 до 75 включительно - свыше 75 до 95 включительно;
2	
3	
2	Внутри неотапливаемых помещений при относительной влажности воздуха, %: - до 75 включительно; - свыше 75
3	
4	На открытом воздухе, в частях зданий и сооружений, соприкасающихся с грунтом Постоянно увлажняемые, находящиеся в воде.
5	

2.3.3. Для конструкций, эксплуатируемых при установившейся температуре воздуха до $+35^{\circ}\text{C}$ - на коэффициент $K_t = 1$; при температуре $+50^{\circ}\text{C}$ - на коэффициент $K_t = 0.8$. Для промежуточных значений температуры коэффициент (K_t) принимается по интерполяции.

2.3.4. Для изгибаемых, внецентренно-сжатых, сжато-изгибаемых и сжатых клееных элементов прямоугольного сечения высотой более $0,5\text{м}$ значение расчетных сопротивлений изгибу и сжатию вдоль волокон следует умножать на коэффициенты (K_h), приведенные в таблице 14.

Таблица 14 (табл. 6.7 [11]). Коэффициент K_h

Высота сечения, см	50 и менее	60	70	80	100	120 и более
	1,00	0,96	0,93	0,90	0,85	0,80

2.3.5. Для изгибаемых, внецентренно-сжатых, сжато-изгибаемых и сжатых клееных элементов в зависимости от толщины слоев значения расчетных сопротивлений изгибу, скалыванию и сжатию вдоль волокон следует умножать на коэффициенты (K_s), приведенные в таблице 15.

Таблица 15 (табл. 6.8 [11]). Коэффициент K_s

Толщина слоя, мм	19 и менее	26	33	42
		1,10	1,05	1,00

2.3.6. Для гнутых элементов конструкций значения расчетных сопротивлений растяжению, сжатию и изгибу следует умножать на коэффициенты (K_r), приведенные в таблице 16.

Таблица 16 (табл. 6.9 [11]). Коэффициент (K_r)

Напряженное состояние	Обозначение расчетных сопротивлений	Коэффициент (K_r) при $\left(\frac{r}{b}\right)$			
		150	200	250	500 и более
Сжатие и изгиб	$f_{m,d}$, $f_{c,o,d}$	0,8	0,9	1,0	1,0
Растяжение	$f_{t,o,d}$	0,6	0,7	0,8	1,0

Примечание: r - радиус кривизны гнутой доски или бруска;
 b - толщина доски или бруска в радиальном направлении.

2.3.7. Для растянутых элементов с ослаблением в расчетном сечении и изгибаемых элементов из круглых лесоматериалов с подрезкой в расчетном сечении значения расчетных сопротивлений растяжению и изгибу следует умножать на коэффициент $K_s = 0.8$.

2.3.8. Для элементов, подвергнутых глубокой пропитке антипиреном под давлением, значения расчетных сопротивлений следует умножать на коэффициент $K_s = 0.9$.

2.4. Расчетные сопротивления строительной фанеры определяются согласно таблице 17.

Таблица 17 (табл. 6.11. [11]). Расчетные сопротивления строительной фанеры

Виды фанеры	Расчетные сопротивления, МПа				
	Растяжению в плоскости листа, $f_{p,c,d}$	Сжатие в плоскости листа, $f_{p,c,d}$	Изгибу из плоскости листа, $f_{p,m,90,d}$	Скалыванию в плоскости листа, $f_{p,c,d}$	Срезу перпендикулярно плоскости листа, $f_{p,90,d}$
1	2	3	4	5	6
1. Фанера клееная березовая марки ФФ сортов В/ВВ, В/С, ВВ/С					
а) семислойная толщиной 8 мм и более:					
вдоль волокон наружных слоев	14	12	16	0.8	6
поперек волокон наружных слоев	9	8.5	6.5	0.8	6
под углом 45° к волокнам	4.5	7	-	0.8	9
б) пятислойная толщиной 5-7 мм:					
вдоль волокон наружных слоев	14	13	18	0.8	6
поперек волокон наружных слоев	6	7	3	0.8	6
под углом 45° к волокнам	4	6	-	0.8	9
2. Фанера клееная из древесины лиственницы марки ФФ сортов В/ВВ и ВВ/С					
семислойная толщиной 8 мм и более:					
вдоль волокон наружных слоев	9	17	18	0.6	5
поперек волокон наружных слоев	7.5	13	11	0.5	5
под углом 45° к волокнам	3	3	-	0.7	7.5
3. Фанера бакелизированная марки ФБС толщиной 7 мм и более:					
вдоль волокон наружных слоев	32	28	33	1.8	11
поперек волокон наружных слоев	24	23	25	1.8	12
под углом 45° к волокнам	16.5	21	-	1.8	16

2.5. Значения расчетных сопротивлений строительной фанеры следует умножать на коэффициенты (K_{mod}), (K_f) и (K_s).

2.6. Гибкость элементов цельного, постоянного по длине сечения определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l_d}{i}, \quad (2.1)$$

где l_d - расчетная длина элемента;

i - радиус инерции сечения элемента в направлении соответствующей оси.

2.6.1. Расчетную длину элемента (l_d) следует определять умножением его свободной длины (l) на коэффициент (μ_0), учитывающий закрепление элемента и нагрузку, действующую на элемент

$$l_d = l \cdot \mu_0 \quad (2.2)$$

2.6.2. Коэффициент (μ_0) следует принимать по таблице 18.

Таблица 18 (табл. 7.1 [11]) Коэффициент (μ_0)

Продольная нагрузка	Условия закрепления	(μ_0)
1	2	3
Продольная сила, приложенная по концам	- два шарнирных конца	1,00
	- один шарнирный и второй за- щемленный конец	0,80
	- один защемленный и второй свободный конец	2,20
	- два защемленных конца	0,65
Нагрузка, распределенная рав- номерно по длине элемента	- два шарнирных конца	0,73
	- один защемленный и второй свободный конец	1,20

2.7. Гибкость элементов и их отдельных ветвей в деревянных конструкциях не должна превышать значений, указанных в таблице 19.

Таблица 19 (табл. 7.12 [11]) Предельная гибкость элементов конструкций

Наименование элементов конструкций	λ_{max}
1. Сжатые пояса, опорные раскосы и опорные стойки ферм, колонны	120
2. Прочие сжатые элементы ферм и других сквозных конструкций	150
3. Сжатые элементы связей	200
4. Растянутые пояса ферм в вертикальной плоскости	150
5. Прочие растянутые элементы ферм и других сквозных конструкций	200

3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ВТОРОЙ ГРУППЫ. УПРУГИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРЕВЕСИНЫ И ФАНЕРЫ.

3.1. Согласно поз. 6.1.5.1[11] модуль упругости древесины следует принимать равным: вдоль волокон $E_0 = 10000 \text{ МПа}$; поперек волокон $E_{90} = 400 \text{ МПа}$. Модуль сдвига древесины относительно осей, направленных вдоль и поперек волокон, следует принимать равным $E_p = 500 \text{ МПа}$.

3.2. Величины модулей упругости строительной фанеры в плоскости листа (E_p) и модулей сдвига (E_{pv}) следует принимать по таблице 20.

Таблица 20 (табл. 6.12 [11]) Модуль упругости (E_p) и модуль сдвига (E_{pv}) фанеры

Виды фанеры	Модуль упругости (E_p), МПа	Модуль сдвига (E_{pv}), МПа
1. Фанера клееная березовая марки ФСФ сортов В/ВВ, В/С, ВВ/С семислойная и пятислойная:		
- вдоль волокон наружных слоев	9000	750
- поперек волокон наружных слоев	6000	750
- под углом 45° к волокнам	2500	3000
2. Фанера клееная из древесины лиственницы марки ФСФ сортов В/ВВ и ВВ/С семислойная:		
- вдоль волокон наружных слоев	7000	800
- поперек волокон наружных слоев	5500	800
- под углом 45° к волокнам	2000	2200
3. Фанера бакелизированная марки ФБС:		
- вдоль волокон наружных слоев	12000	1000
- поперек волокон наружных слоев	8500	1000
- под углом 45° к волокнам	3500	4000

3.3. В зависимости от условий эксплуатации модули упругости и модули сдвига древесины и фанеры следует определять умножением приведенных в п. 3.1 и таблице 18 на коэффициенты (K_{mod}) и (K).

3.4. При расчете деревянных элементов на устойчивость и прочность по деформированной схеме необходимо применять вероятные минимальные модули упругости и модули сдвига, которые определяются из выражения:

$$E_{o,ном.} = 300 \cdot f_{c,o,d} \quad (3.1)$$

$$E_{v,ном.} = 120 \cdot f_{v,o,d} \quad (3.2)$$

где $f_{c,o,d}$ и $f_{v,o,d}$ - расчетные сопротивления древесины, соответственно, сжатию и скалыванию вдоль волокон.

3.5. Вертикальные предельные прогибы элементов конструкций не должны превышать величин, приведенных в таблице 21.

Таблица 21 (табл. 19 [9])

Элементы конструкций	Предъявленные требования	f_0
Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы (включая поперечные ребра плит настилов), покрытий и перекрытий, открытых для обзора, при пролете $l, м$	Эстетико-психологические	
$l < 1$		1/120
$l = 3$		1/150
$l = 6$		1/200
$l = 24 (12)$		1/250

4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛЕЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. При проектировании деревянных конструкций их поперечные сечения необходимо увязывать с действующим сортаментом пиломатериалов (ГОСТ 24454-80) (таблица 22)

Таблица 22. (табл. Б.1, прил. Б [11]) Рекомендуемый сортамент пиломатериалов

Толщина, мм	Ширина, мм								
	75	100	125	150	175	200	225	250	275
16	+	+	+	+	-	-	-	-	-
19	+	+	+	+	+	-	-	-	-
22	+	+	+	+	+	+	+	-	-
25	+	+	+	+	+	+	+	+	-
32	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	+	+	+	+	+	+	+	+	+
44	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50	+	+	+	+	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+	+	+	+	+
75	+	+	+	+	+	+	+	+	+
100	-	+	+	+	+	+	+	+	+
125	-	-	+	+	+	+	+	+	+
150	-	-	-	+	+	+	+	+	+
175	-	-	-	-	+	+	+	+	+
200	-	-	-	-	-	+	+	+	+
250	-	-	-	-	-	-	+	+	+

4.2. Толщину склеиваемых слоев в элементах не следует принимать более 33 мм. В прямолинейных элементах допускается толщина слоев до 42 мм при условии устройства в них продольных прорезей.

4.3. При проектировании ограждающих и несущих конструкций с применением древесноплитных материалов поперечные сечения их необходимо увязывать с сортаментом материалов, приведенным в таблице 23.

Таблица 23. Сортамент древесноплитных материалов

Наименование материала	Размеры, мм		
	длина	ширина	толщина
Строительная фанера марок ФСФ и ФК	1525	1525	6; 7; 8
		1220	9; 10; 12
	1220	725	-
		750	15; 18; 19
Плиты древесноволокнистые: - сверхтвердые - твердые	1200-5500	1200	2,5; 3,2
	1200-5500	1200; 2140	3; 4; 5; 6
Плиты древесностружечные: ПТ-1 ПС-1 ПТ-3 ПС-3	1800-3000	1200	10; 13
	1800-3000	1500	16; 19
	3500	1750	28
	3600	1830	25
Плиты цементностружечные	3200	1225	8; 10-40
	3600	1225	8; 10-40

4.4. Пояса клееных балок с плоской фанерной стенкой следует выполнять из вертикально поставленных досок. В поясах балок коробчатого сечения допускается

применять горизонтальное расположение досок. Если высота поясов превышает 100 мм, в них следует предусматривать горизонтальные пропилы со стороны стенок.

4.5. В зависимости от класса условий эксплуатации к влажности древесины, применяемой в элементах конструкций, предъявляются требования, указанные в таблице 24.

Таблица 24

Класс условий эксплуатации	Максимальная влажность древесины для конструкций, %	
	из клееной древесины	из неклееной древесины
1	9	20
2	12	20
3	15	20; 25*
4	12	25

* Внутри неотопливаемых помещений.

4.6. В зависимости от склеиваемых элементов и условий эксплуатации клеи подразделяются на группы, устанавливаемые в соответствии с таблицей 25.

Таблица 25

Материалы склеиваемых элементов и условий эксплуатации (по табл. 13)	Группа клеев
Склеивание по пласти основных несущих элементов большепролетных конструкций для всех условий эксплуатации*	I
Склеивание по пласти второстепенных элементов (второстепенные балки, прогоны, связевые элементы и т.п.) для всех условий эксплуатации*	II
Соединение элементов на зубчатый шип для всех условий эксплуатации*	III
Соединение фанера – древесина для всех условий эксплуатации*	IV
Вклеивание в древесину стальных деталей	V

* Кроме 4 и 5 классов эксплуатации

4.7. Рекомендуемые для изготовления элементов клееных конструкций марки клеев приведены в таблице 26.

Таблица 26 (таб. В.1, прил. В [11]) **Марки и рекомендуемые области применения клеев**

Тип клея	Марка клея	Группа	Рекомендуемые области применения
1	2	3	4
Резорциновый	ФР-12	I	Преимущественно для гражданского строительства, в большепролетных конструкциях при эксплуатации в наиболее жестких условиях
Фенольно-резорциновый	ФРФ-50	I	Преимущественно для промышленного, сельскохозяйственного строительства, в большепролетных конструкциях при эксплуатации в наиболее жестких условиях

продолжение таблицы 26.

1	2	3	4
Фенольный	СФХ	II	Преимущественно для сельскохозяйственного строительства, в конструкциях массового применения, эксплуатируемых в жестких условиях
Алкирезорциновый	ФР-100 ДФК-1АМ	II	Преимущественно для сельскохозяйственного строительства, в конструкциях массового применения, эксплуатируемых в жестких условиях
Фенольно-алкирезорциновый	ДФК-14Р	II	Преимущественно для сельскохозяйственного строительства, в конструкциях массового применения, эксплуатируемых в жестких условиях
Карбомидно-меламиновый	КС-В-СК	III	Для конструкций, эксплуатируемых при относительной влажности воздуха до 85 %
Карбомидный	КФ-Ж	IV	То же, при относительной влажности воздуха до 70 %
Эпоксидный	ЭПЦ-1 К-153	V	Для соединения деревянных конструкций с клееными стальными стержнями
Фенольно-резорциновый модифицированный	ФРФ-50М	V	Для соединения деревянных конструкций с клееными стальными стержнями

5. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ НАГЕЛЯХ

5.1. Для соединений элементов деревянных конструкций чаще всего применяются: цилиндрические стержни из стали, стальные болты, проволочные гвозди, шурупы и глухаряи.

Количество нагелей в симметричном соединении определяется по формуле:

$$n_s = \frac{N_d}{R_{d-\min} \cdot n_s}, \quad (5.1)$$

где N_d - расчетная осевая сила;

n_s - количество швов в соединении для одного нагеля;

$R_{d-\min}$ - минимальное значение несущей способности одного среза нагеля в соединении, принятое как наименьшее значение из найденных по приведенным ниже формулам:

$$R_{d-\min} \begin{cases} f_{h1,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot K_z \\ f_{h2,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot K_z \\ f_{nd} \cdot d^2 \cdot (1 + \beta_n) \cdot \sqrt{K_z} \end{cases}, \quad (5.2), (5.3), (5.4)$$

где $f_{h1,d}$ и $f_{h2,d}$ - расчетные сопротивления смятию древесины в глухом нагельном гнезде. Для гвоздей стальных, алюминиевых и стеклопластиковых нагелей для крайних и средних элементов симметричных соединений расчетное

значение сопротивления смятию древесины равно $f_{h,l,d} = 8 \text{ МПа}$ и $f_{h,z,d} = 5 \text{ МПа}$, соответственно;

$f_{n,d}$ - расчетное сопротивление изгибу нагеля (таблица 27);

t_1 и t_2 - толщина крайнего и среднего элементов, соответственно (рис. 1.а);

d - диаметр нагеля;

β_n - коэффициент, зависящий от отношения толщины более тонкого элемента к диаметру нагеля;

K_α - коэффициент, учитывающий угол (α) между силой и направлением волокон (таблица 28).

Коэффициент (β_n) определяется по формуле:

$$\beta_n = K_n \cdot \frac{t_1}{d}, \quad (5.5)$$

где K_n - коэффициент, зависящий от типа нагеля (таблица 27).

Значение коэффициента β_n , определенного по формуле (5.5), не должно превышать значения ($\beta_{n,max}$), приведенного в таблица 27.

Таблица 27

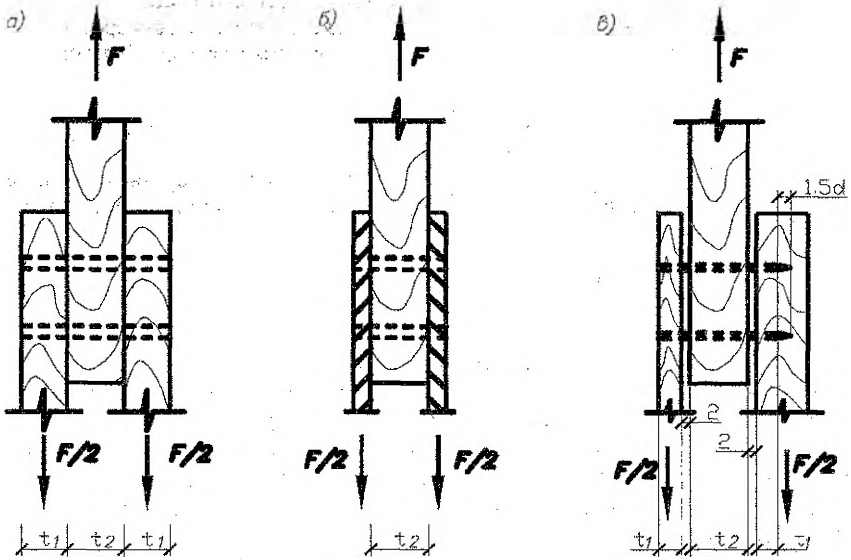
	Гвозди	Стальные болты*	Алюминиевые нагели*	Стеклопластиковые нагели*
$f_{n,d}$ (МПа)	25	18	16	8
K_n	0,6320	0,1054	0,1118	0,1581
$\beta_{n,max}$	0,7746	0,6236	0,6124	0,5

Примечание: * - диаметр от 8 до 24 мм.

Таблица 28. Коэффициент K_α (табл. 9.3 [11])

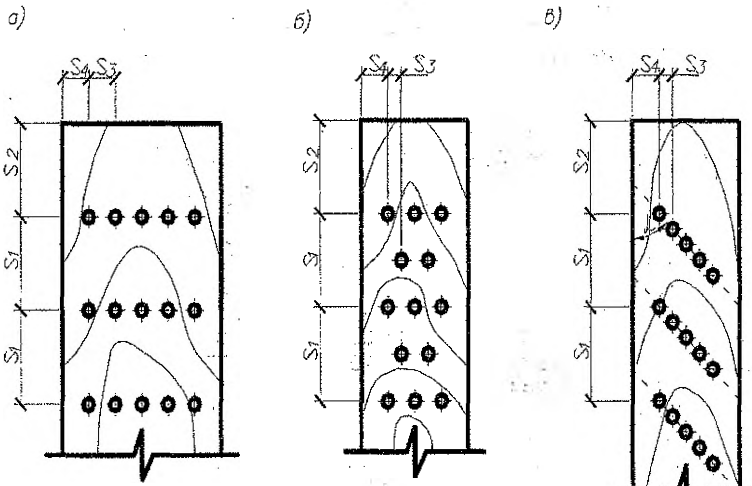
Угол в град.	Коэффициент K_α					
	Для гвоздей и стальных, алюминиевых и стеклопластиковых нагелей диаметром, мм					Для дубовых нагелей
	до 8	12	16	20	24	
30	1,0	0,95	0,9	0,9	0,9	1,0
60	1,0	0,75	0,7	0,65	0,6	0,8
90	1,0	0,7	0,6	0,55	0,5	0,7

5.2. При соединении элементов из древесины других пород, отличающихся от сосны и ели, или для условий эксплуатации, отличающихся от нормальных, расчетное значение сопротивления изгибу нагеля ($f_{n,d}$) следует умножать на квадратный корень соответствующих коэффициентов (K_{mod}), (K_x) и (K_t), а расчетное сопротивление древесины смятию ($f_{h,l,d}$) и ($f_{h,z,d}$) следует умножать на соответствующие коэффициенты (K_{mod}), (K_x) и (K_t).



а) — нагельные древесины с древесиной
 б) — нагельные металлических пластин с древесиной
 в) — гвоздевые древесины с древесиной

Рис. 1 Двухсрезовые соеднения



а) — нормальная
 б) — в шахматном порядке
 в) — косыми рядами (только гвоздей при $\alpha \leq 45^\circ$)

Рис. 2 Схемы расстановки нагелей и гвоздей

Соединение древесины со стальными пластинами.

5.3. Расчетная несущая способность одного среза нагеля в двухсрезном соединении со стальной пластиной посередине принимается равной меньшему значению из полученных по формулам:

$$R_{1,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot K_a \\ f_{n,d} \cdot d^2 \cdot (1 + \beta_{n,max}) \cdot \sqrt{K_a} \end{array} \right. \quad (5.6)$$

Расчетная несущая способность одного среза нагеля в двухсрезном соединении с обоими внешними элементами из стали (рис. 1.6) принимается равной меньшему значению из полученных по формулам

$$R_{1,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot K_a \\ f_{n,d} \cdot d^2 \cdot (1 + \beta_{n,max}) \cdot \sqrt{K_a} \end{array} \right. \quad (5.7)$$

Поперечно нагруженные гвозди.

5.4. Гвоздевые соединения древесины с древесиной рассчитываются по формулам (5.2-5.4) при значениях (t_1) и (t_2) , показанных на рис. 1.в.

5.4.1. При определении расчетной длины защемления конца гвоздя не следует учитывать заостренную часть гвоздя длиной $1,5 d$; кроме того, из длины гвоздя следует вычитать по 2 мм на каждый шов между соединяемыми элементами.

5.4.2. Если расчетная длина защемления конца гвоздя получается меньше $4d$, его работу в примыкающем к нему шве учитывать не следует.

5.4.3. При свободном выходе гвоздя из пакета расчетную длину последнего элемента следует уменьшать на $1,5d$.

5.4.4. Диаметр гвоздей следует принимать не более 0,25 толщины пробиваемых элементов. Сортамент проволочных круглых гвоздей приведен в таблице 29.

5.4.5. В соединении должно быть не менее двух гвоздей. Расстановка гвоздей и минимальные расстояния между ними приведены на рис. 2 и в таблице 30 соответственно.

Таблица 29. Гвозди проволочные круглые

Размер, мм	Масса 1000 шт., кг	Размер, мм	Масса 1000 шт., кг
1	2	3	4
1,4x40	0,5	2x40	0,98
2,5x40	1,58	2x50	1,23
2,5x50	1,93	3,5x40	2,78
2,5x60	2,31	3,5x90	6,3
3x40	2,31	4x100	9,8
3x70	3,88	4x120	11,77
3x80	4,44	5x120	18,3
1,6x40	0,656	5x150	22,4
1,6x50	0,814	6x150	33,2
1,8x40	0,817	8x200	44,2
1,8x50	0,997	8x250	98,2

Таблица 30 Минимальное расстояние между гвоздями

Направление	Расстояние
Между осями гвоздей вдоль волокон S_1 для пробиваемых насквозь элементов:	
- при толщине пробиваемого элемента не менее $10d$	15d
- при толщине пробиваемого элемента $4d$	25d
- для непробиваемых насквозь элементов	15d
До торца элемента вдоль волокон S_2	15d
Между осями гвоздей поперек волокон S_3 :	
- при прямой расстановке	4d
- при расстановке в шахматном порядке или косыми рядами под углом 45°	3d
До кромки элемента поперек волокон S_4	4d

5.5. Для гвоздевых соединений древесины с плитными материалами применяются правила как для соединений древесины с древесиной. Расчетные значения сопротивления смятию фанеры для наружных и средних элементов симметричных соединений равны $10,4 \text{ МПа}$ и $46,5 \text{ МПа}$, соответственно.

5.6. Для фанеры минимальные расстояния между гвоздями принимают по таблице 30 с умножением на коэффициент $0,85$.

Поперечно нагруженные болты.

5.7. Болтовые соединения древесины с древесиной рассчитываются по формулам (5.2-5.4).

5.7.1. Минимальные расстояния между болтами принимаются по таблице 31. Расстановка болтов приведена на рис. 2.а,б

Таблица 31. Минимальные расстояния между болтами

Направление	Болты, шурупы, стальные нагели	Алюминиевые, стеклопластиковые нагели
При общей толщине пакета менее $10d$:		
- вдоль волокон между осями болтов и до торца элемента S_1, S_2	$6d$	$6d$
- поперек волокон между осями болтов S_3	$3d$	$3d$
- поперек волокон до кромки элемента S_4	$2,5d$	$2,5d$
При общей толщине пакета более или равной $10d$:		
- вдоль волокон между осями болтов и до торца элемента S_1, S_2	$7d$	$6d$
- поперек волокон между осями болтов S_3	$3,5d$	$3,5d$
- поперек волокон до кромки элемента S_4	$3d$	$3d$

5.7.2. Рекомендуемый диаметр болтов и их характеристики приведены в прил. 14 [15].

5.7.3. Болтовые соединения должны отвечать следующим требованиям: минимальный диаметр болта должен быть не менее $1/5$ толщины наиболее тонкого деревянного элемента и не менее 8 мм.

5.8. Для болтовых соединений плитных материалов с древесиной применяются правила как для соединений древесины с древесиной. Расчетные значения сопротивления смятию фанеры для наружных и средних элементов симметричных соединений равны $10,4 \text{ МПа}$ и $46,5 \text{ МПа}$, соответственно.

Нагельные соединения.

5.9. При расчете стальных, алюминиевых и стеклопластиковых нагелей диаметром от 8 до 24 мм включительно следует применять требования как для поперечно нагруженных болтов.

5.9.1. Минимальные расстояния между нагельными приведены в таблице 31.

Соединения на шурупах. Поперечно нагруженные шурупы.

5.10. Для шурупов с диаметром менее 8 мм следует применять требования, изложенные в п. 5.4 – 5.6, с диаметром 8 мм и более – в соответствии с требованиями п. 5.7 – 5.8.

В формулах (5.2-5.4) подставляется диаметр (d) шурупа, измеренный в его гладкой части.

6. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТАЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1. Нижние пояса ферм, опорные растянутые раскосы и затяжки арок рекомендуется выполнять из профильной или круглой стали. Башмаки опорных узлов, а также соединительные элементы промежуточных узлов несущих конструкций следует выполнять из прокатной тонколистовой или универсальной сталей.

6.2. Расчет на прочность элементов, подверженных центральному растяжению силой N , следует выполнять по формуле:

$$\frac{N}{A_n} \leq R_s \gamma_c \quad (6.1)$$

где A_n – площадь сечения нетто;

R_s – расчетное сопротивление стали при растяжении;

γ_c – коэффициент условий работы.

6.3. Геометрические характеристики листовой стали и прокатных профилей приведены в табл. 1 – 5, Прил. 14 [4], а также в других учебниках по металлическим конструкциям.

6.3.1. Сортамент горячекатанной круглой и квадратной стали, труб стальных бесшовных горячекатаных приведены в таблицах 32, 33 и 34 соответственно.

Таблица 32. Расчетная масса 1 м горячекатанной стали круглой

Диаметр, мм	Масса, кг	Диаметр, мм	Масса, кг	Диаметр, мм	Масса, кг
1		3		5	
5	0,154	20	2,47	48	14,20
6	0,222	21	2,72	50	15,42
7	0,302	22	2,98	52	16,67
8	0,395	24	3,55	55	18,65
9	0,499	25	3,85	58	20,74
10	0,616	26	4,17	60	22,19
11	0,746	28	4,83	63	24,47
12	0,888	30	5,55	65	26,05
13	1,040	32	6,31	70	30,21
14	1,210	34	7,13	75	34,68
15	1,390	36	7,99	80	39,46
16	1,580	38	8,90	85	44,54
17	1,780	40	9,86	90	49,94
18	2,000	45	10,88	85	55,64
19	2,23	45	12,48	100	61,65

Таблица 33 Сталь горячекатанная квадратная

Сторона квадрата, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м, кг	Сторона квадрата, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м, кг
1	2	3	4	5	6
5	0,25	0,196	26	6,76	5,30
6	0,36	0,283	27	7,29	5,72
7	0,49	0,385	28	7,84	6,15
8	0,64	0,50	29	8,41	6,60
9	0,81	0,636	30	9,00	7,06
10	1,0	0,785	31	9,61	7,54
11	1,21	0,950	32	10,24	8,04
12	1,44	1,13	33	10,89	8,55
13	1,69	1,33	34	11,56	9,07
14	1,96	1,54	35	12,25	9,62
15	2,26	1,77	36	12,96	10,17
16	2,56	2,01	37	13,69	10,75
17	2,89	2,27	38	14,44	11,24
18	3,24	2,54	39	15,21	11,94
19	3,61	2,82	40	16,00	12,56
20	4,00	3,14	41	16,81	13,20
21	4,41	3,46	42	17,64	13,85
22	4,84	3,80	45	20,25	15,90
23	5,29	4,15	46	21,16	16,61
24	5,76	4,52	48	23,04	18,09
25	6,25	4,91	50	25,00	19,62

Таблица 34 Трубы стальные бесшовные горячекатаные (ГОСТ 87320-78)

Наружный диаметр, мм	Масса 1 м трубы, кг. при толщине стенки, мм									
	2,5	2,8	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	1,39	1,53	1,63	1,86	2,07	2,28	2,47	2,64	2,81	3,11
28	1,57	1,74	1,85	2,11	2,37	2,61	2,84	3,05	3,26	3,63
32	1,76	2,02	2,15	2,46	2,76	3,05	3,33	3,59	3,85	4,32
38	2,19	2,43	2,59	2,98	3,35	3,72	4,07	4,41	4,74	5,35
42	2,44	2,70	2,89	3,32	3,75	4,16	4,56	4,95	5,33	6,04
45	2,62	2,91	3,11	3,58	4,04	4,49	4,93	5,36	5,77	6,56
50	2,93	3,25	3,48	4,01	4,54	5,05	5,55	6,04	6,51	7,42
54	-	-	3,77	4,36	4,93	5,49	6,04	6,58	7,10	8,11
57	-	-	4,00	4,62	5,23	5,83	6,41	6,99	7,55	8,63
60	-	-	4,22	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	7,99	9,15
63,5	-	-	4,48	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	8,51	9,75
68	-	-	4,81	5,57	6,31	7,05	7,77	8,48	9,17	10,53
70	-	-	4,96	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	9,47	10,88
73	-	-	5,18	6,00	6,81	7,60	8,38	9,16	9,91	11,39
76	-	-	5,40	6,26	7,10	7,93	8,75	9,50	10,36	11,91
83	-	-	-	6,86	6,79	8,71	9,62	10,51	11,39	13,12
89	-	-	-	7,38	8,38	9,38	10,36	11,33	12,38	14,16
95	-	-	-	7,90	7,98	10,04	11,10	12,14	13,17	15,19

6.4. Величины нормативных и расчетных сопротивлений при растяжении, сжатии и изгибе стали принимаются согласно таблице 35.

Таблица 35 Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-88 для стальных конструкций зданий и сооружений

Сталь	Толщина проката, мм	Нормативное сопротивление проката, (МПа)				Расчетное сопротивление проката, (МПа)			
		Листового, широкополосного универсального		фасонного		Листового, широкополосного универсального		фасонного	
		R_y	R_u	R_y	R_u	R_y	R_u	R_y	R_u
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С23	От 2 до 20 св.20 до 40	235	360	235	360	230	350	230	350
		225	360	225	360	225	350	220	350
С245	От 2 до 20 св.20 до 30	245	370	245	370	240	360	240	360
		-	-	235	370	-	-	230	360

6.5. Коэффициент условий работы γ_c следует принимать в соответствии с табл. 6 [12]. Для элементов стержневых конструкций покрытий (растянутых в сварных конструкциях) $\gamma_c = 0,95$. Для затяжек, выполненных из прокатной стали, $\gamma_c = 0,9$.

6.6. Расчет на устойчивость элементов, подверженных центральному сжатию силой N , следует выполнять по формуле:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \gamma_c, \quad (6.2)$$

где A – площадь сечения brutto;

R_y – расчетное сопротивление стали сжатию,

φ – коэффициент продольного изгиба.

Значения φ при $\bar{\lambda} > 4,5$ следует определять по формуле:

$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})}, \quad (6.3)$$

где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (6.4)$$

где λ – наибольшая гибкость;

R_y – расчетное сопротивление стали сжатию;

E – модуль упругости стали

6.7. Численные значения φ приведены в табл. 72 [12], в прил. 7 [4] и в других учебниках по металлическим конструкциям.

6.8. Сопряжение несущих деревянных конструкций с фундаментами выполняется с помощью анкерных болтов из стали марки ВСтЗкп2. Требуемая площадь анкерных болтов определяется по формуле:

$$A_{bn} = \frac{N_b}{R_{bt}}, \quad (6.5)$$

где N_b – усилия в анкерных болтах;

R_{bt} – расчетное сопротивление анкерных болтов при растяжении, принимаемое для болтов из стали марки ВСтЗкп2 и других сталей – по таблице 36.

Таблица 36 Расчетные сопротивления растяжению фундаментных болтов

Диаметр болтов, мм	Расчетные сопротивления, (МПа) болтов из стали марок		
	ВСтЗкп2	09Г2С	10Г2С1
12-20	145	185	190
21-32	145	185	190
33-60	145	180	180
61-80	145	175	170
81-100	145	170	170
101-140	145	170	-

6.8.1. По требуемой площади нетто в соответствии с таблицей 37, определяют диаметр и длину заделки болтов.

Таблица 37. Нормальные размеры анкерных болтов из стали

Характеристика болта		Длина заделки			
Диаметр, мм		Площадь нетто, см ²	Нормальная		Минимальная d=30...80мм
наруж- ный	внутрен- ний		d=30...80мм	d=30...80мм	
1	2	3	4	5	6
20	16.93	2.25	700	-	-
22	18.93	2.81	800	-	-
24	20.32	3.24	850	-	-
27	23.32	4.27	1000	-	-
30	25.71	5.19	1050	-	500
36	31.09	7.58	1300	-	600
42	36.48	10.45	-	1500	700
48	41.86	13.75	-	1700	800
56	49.25	19.02	-	2000	1000
64	56.64	25.2	-	2300	1100
72	64.64	32.8	-	2600	1300
80	72.64	41.4	-	2800	1400

7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ И СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

7.1. Для обеспечения долговечности деревянных конструкций необходимо учитывать следующие факторы:

- назначение конструкции;
- требуемые особенности работы;
- ожидаемые условия эксплуатации;
- вероятное техническое содержание конструкции в течение назначенного срока эксплуатации.

7.2. Для защиты древесины от увлажнения, биоразрушения и возгорания необходимо использовать конструктивные и химические меры [1-3, 6, 7, 10, 11, 13, 14].

7.2.1. Конструктивные меры должны предусматривать:

- предохранение древесины конструкций от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и талыми водами;
- предохранение древесины конструкций от промерзания, капиллярного и конденсационного увлажнения;
- систематическую просушку древесины конструкций путем создания осушающего температурно-влажностного режима.

Это достигается устройством гидро-, пароизоляции, вентиляционных продухов, защитой горизонтальных и наклонных граней конструкций антисептированными досками, козырьками из оцинкованного кровельного железа, алюминия или стеклопластика.

7.2.2. Для увеличения огнестойкости здания с применением деревянных конструкций разделяются противопожарными преградами, элементы конструкций принимаются массивными.

7.3. В тех случаях, когда конструктивными мероприятиями нельзя устранить длительное или периодическое увлажнение древесины, должны применяться химические меры защиты.

7.3.1. Способы защиты деревянных конструкций от коррозии, вызываемой воздействием биологических агентов, приведены в таблице 38.

Таблица 38

Степень агрессивности воздействия	Деревянные конструкции и их элементы	Защита		
		антисептирование	консервирование	защитное покрытие
1	2	3	4	5
Неагрессивная	Элементы несущих неклееных и клееных конструкций, связи, прогоны, элементы внутренних перегородок, стен, подвесных потолков	Без защиты		
Слабоагрессивная	Несущие деревянные клееные конструкции, прогоны, обшивки ограждающих конструкций	-	-	Влагостойкие лакокрасочные покрытия или влагобиозащитные пропиточные составы
	Элементы несущих неклееных конструкций, каркасы ограждающих конструкций	Антисептирование водорастворимыми антисептиками или обработка антисептическими пастами	-	-
Среднеагрессивная	Элементы несущих деревянных клееных конструкций, прогоны	-	-	Влагостойкие лакокрасочные покрытия или влагобиозащитные пропиточные составы

продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5
Среднеагрессивная	Торцы, опорные элементы, места пересечений с наружными стенами, обшивки ограждающих конструкций Элементы несущих клееных конструкций, лаги, доски пола, коробки оконных и дверных блоков, связи, прогоны, каркасы ограждающих конструкций	Антисептирование водорастворимыми антисептиками или обработка антисептическими пастами Антисептирование трудновываемыми водорастворимыми антисептиками или обработка антисептическими пастами		Влагостойкие лакокрасочные покрытия
Сильноагрессивная	Элементы плит покрытия, каркас ограждающих конструкций		Консервирование трудновываемыми водорастворимыми антисептиками	

7.3.2. Степень агрессивного воздействия на древесину биологических агентов следует принимать по таблице 39.

Таблица 39

Условия эксплуатации конструкций	Деревянные конструкции и их элементы	Характер увлажнения	Степень агрессивного воздействия биологических агентов при влажностном режиме помещений (над чертой) или зоне влажности (под чертой)	
			сухой, нормальный, сухая, нормальная	влажный, мокрый, влажная
Внутри помещений или под навесом	Элементы несущих конструкций, связи, прогоны, элементы внутренних перегородок, стен, подвесных потолков и др.	Газообразная среда	Неагрессивная	Слабоагрессивная
	Опорные элементы конструкций, места пересечения с конструкциями из других материалов, лаги, доски пола, коробки оконных и дверных блоков, элементы цоколей, ограждающих конструкций	Периодическое увлажнение и промерзание	Среднеагрессивная	
	Элементы несущих конструкций, связи, прогоны, обшивки ограждающих конструкций	Конденсационное увлажнение	Среднеагрессивная	
	Элементы плит покрытий, каркас ограждающих конструкций	То же	Сильноагрессивная	

7.3.3. Способы защиты деревянных конструкций от коррозии, вызываемой газообразными, твердыми и жидкими средами, приведены в таблице 40.

Таблица 40

Степень агрессивного воздействия	Влажностный режим помещений	Защита
	Зона влажности	
Неагрессивная	Сухой, нормальный Сухая, нормальная	Без защиты
	Влажный, мокрый Влажная	Влагостойкие лакокрасочные материалы
Слабоагрессивная	Сухой, нормальный Сухая, нормальная	Без защиты
	Влажный, мокрый Влажная	Химически стойкие влагостойкие лакокрасочные материалы или влагостойкие пропиточные составы
Среднеагрессивная	Сухой, нормальный Сухая, нормальная	Химически стойкие лакокрасочные материалы
	Влажный, мокрый Влажная	Химически стойкие, влагостойкие лакокрасочные материалы или химически стойкие влагостойкие пропиточные составы
Сильноагрессивная	Жидкая среда	Химически стойкие влагостойкие лакокрасочные материалы или химически стойкие влагостойкие пропиточные составы

7.3.4. Перечень лакокрасочных материалов для защиты древесины приведен в таблице 41.

7.3.5. Перечень составов для антисептирования и консервирования древесины приведен в таблице 42.

7.3.6. Перечень составов комплексного действия для поверхностной пропитки древесины приведен в таблице 43.

Таблица 41 Лакокрасочные материалы для защиты древесины

Лакокрасочные материалы	Марка материала	Нормативный документ	Индекс покрытия ¹	Толщина покрытия, мкм
1	2	3	4	5
Пентафталевые	Лаки ПФ-170 и ПФ-171	ГОСТ 15907	д, в	70-90
	Эмаль ПФ-115	ГОСТ 6465	а, в	90-120
	Эмаль ПФ-133	ГОСТ 926	а, в	90-120
Уретановые	Эмаль Ур-49	ТУ 6-10-1379	а, в, х	110-130
	Лак УР-293 или УР-294	ТУ 6-10-1462	д, а, в	70-90
Уретаново-алкидные	Эмаль УРФ-1128	ТУ 6-10-1421	а, в, х	110-130
Перхлорвиниловые	Эмаль ХВ-110	ГОСТ 18374	а, в	90-120
	Эмаль ХВ-124	ГОСТ 10144	а, в	90-120
	Эмаль ХВ-1100	ГОСТ 6993	а, в	100-120
	Эмаль ХВ-785	ГОСТ 7313	х, в	110-130
	Эмаль ХС-710	ГОСТ 9355	х, в	110-130
	Эмаль ХС-759	ГОСТ 23494	х, в	130-150
	Эмаль ХС-717	ТУ 6-10-961	х, в	110-130
	Эмаль ХС-781	ТУ 6-10-951	х, в	110-130
	Лак ХВ-784	ГОСТ 7313	д, х, в	110-130

продолжение таблицы 41

1	2	3	4	5
Эпоксидные	Шпатлевка ЭП-0010	ГОСТ 10277	х, в	250-350
	Эмаль ЭП-773	ГОСТ 23143	х, в	130-150
	Эмаль ЭП-575	ТУ 6-10-1634	а, в, х	130-150
	Эмаль ЭП-755	ТУ 6-10-717	х, в	130-150
	Эмаль ЭП-56	ТУ 6-10-1243	х, а	130-150
	Эмаль ЭП-793	ТУ 6-10-1538	х, в	130-150
Эпоксидно-фенольные	Эмаль ФЛ-777	ТУ 6-10-1524	х, в	130-150
Эпоксидно-фторолоновые	Лак ЛФЗ-32х	ТУ 6-05-041-540	а, в, х	100-120
Индекс покрытия: д – декоративное, в – водостойкое, а – атмосферостойкое, х – химически стойкое.				

Таблица 42 Составы для антисептирования и консервирования древесины

Степень агрессивного воздействия среды	Защитный материал	Состав компонентов	Способ защитной обработки	Норма расхода защитных материалов
1	2	3	4	5
Средне-агрессивная	Натрий фтористый технический Аммоний кремнефтористый технический Паста антисептическая на каменноугольном лаке и фтористом натрии (паста-концентрат) Препарат ХМБ-444 Препарат ХМББ-3324 Препарат ХМК Препарат ХМФ Препарат МБ-1 Препарат ХМ-11	Антисептирование		
		Натрий фтористый Аммоний кремнефтористый Натрий фтористый; лак каменноугольный; каолин; вода	Поверхностная обработка То же «	20 г/кв.м 45 г/кв.м 250-500 г/кв.м
		Натрий или калий двуххромовокислый; медь сернокислая; борная кислота	Пропитка способом «прогрев-холодная ванна»	5-7 кг/куб.м
		Натрий или калий двуххромовокислый; медь сернокислая; борная кислота; бура	Пропитка способом «прогрев-холодная ванна»	7-9 «
		Натрий или калий двуххромовокислый; медь сернокислая; натрий кремнефтористый	То же	7-9 «
		Натрий или калий двуххромовокислый; медь сернокислая; натрий фтористый	«	7-9 «
		Медь сернокислая; аммоний углекислый; бура, борная кислота	«	7-9 «
Бихромат натрия, медь сернокислая	Пропитка способом «прогрев-холодная ванна»	7-9 «		

продолжение таблицы 42.

1	2	3	4	5
Сильно-агрессивная	Масло каменноугольное	Масло каменноугольное	Консервирование Пропитка в цилиндрах под давлением с предварительной сушкой древесины в петролатуме или пропитка в ваннах с предварительным прогревом древесины	75 кг/куб.м
	Масло антраценовое	Масло антраценовое	То же	110 "
	Масло компаунд	Масло компаунд	"	75 "
	Масло сланцевое	Масло сланцевое	"	110 "
	Доналит марки "УАЛЛ"	Фториды и арсенаты щелочных металлов	Пропитка способом "прогрев-холодная ванна" или "вакуум-давление-вакуум"	8-15 "
	Паста на доналите "УАЛЛ"	Фториды; арсенаты; пастообразователи	Диффузионная пропитка	6 "
	Препарат ХМБ-444	Натрий или калий двухромовокислый; медь сернокислая; борная кислота	Пропитка способом "прогрев-холодная ванна"	8-15 кг/куб.м
	Препарат ХМББ-3324	Натрий или калий двухромовокислый; сернокислая медь; борная кислота; бура	То же	8-15 "
Препарат ХМФ	Натрий или калий двухромовокислый; медь сернокислая; натрий фтористый	"	8-15 "	
Препарат МБ-1	Медь сернокислая; аммоний углекислый; бура; борная кислота	"	8-15 "	

Таблица 43 Составы для поверхностной пропитки древесины

Марка пропиточного состава	Состав компонентов, %	Привес	Защитные свойства
ТХЭФ	Трихлорэтилфосфат 40 Четыреххлористый углерод 60	600 г/см ²	Биозащитное, огнезащитное
Фенолоспирты	Фенолоспирты 100	250-300 кг/м ³	Влагозащитное, биохимзащитное
БК (буроугольная композиция)	Буроугольный воск 10 Олифа оксоль 70 Сиккатив 10 Бура 5 Вода 5	30-40 кг/м ³	Влагозащитное, биозащитное, огнезащитное
ТХЭФ-ПТ	Трихлорэтилфосфат 50-70 Петролатум 30-50	40-60 кг/м ³	Влагозащитное, биозащитное, огнезащитное

7.3.7. Республиканский научно-практический центр пожарной безопасности ГУВПС МВД Беларуси рекомендует применять на территории Республики Беларусь в качестве огнезащитных средств следующие составы [14]:

- БАНН-1 (ТУ 2332-001-20510370-94 с изменением №1);
- БАН (ТУ 88-03535167-209-93);
- ОК-ГФ (ТУ РБ 28614941.003-96);
- ОК-ДС (ТУ РБ 28614941.004-96);
- ЛПД-83 (ТУ 21-10-63-88);
- ЛДО-6А (ТУ РБ 28614941.005-96);
- Протект (ТУ РБ 102224857.029-2000);
- ОПД-8С (ТУ РБ 37438168.006-97)

7.4. Для предохранения древесины от увлажнения в местах контакта с металлом на поверхности, контактирующие с древесиной, рекомендуется нанести мастику (изол, гиссар-1, У-30м и др.) таким образом, чтобы при постановке на место детали плотно прилегали к древесине, а мастика, выдавливаясь, хорошо заполняла зазоры между металлом и древесиной.

7.5. Способ защиты от коррозии стальных несущих конструкций и ограждающих конструкций из алюминия и оцинкованной стали приведены в таблице 43.

Таблица 43 Способы защиты от коррозии металлических конструкций

Степень агрессивного воздействия среды на конструкции	Конструкции		
	несущие	ограждающие по листовому сборке	
	из углеродистой и низколегированной стали	из алюминия	из оцинкованной стали с покрытием I класса по ГОСТ 14918-80
1	2	3	4
Неагрессивная	Окрашивание лакокрасочными материалами группы I	Без защиты	Без защиты ² со стороны помещения при окрашивании битумом или лакокрасочными материалами II и III групп со стороны утеплителя

продолжение таблицы 43

1	2	3	4
Слабоагрессивная	<p>а) горячее цинкование ($t=60-100$ мкм)⁴;</p> <p>б) газотермическое напыление цинка ($t=120-180$ мкм) или алюминия ($t=200-250$ мкм);</p> <p>в) окрашивание лакокрасочными материалами I, II и III групп;</p>	То же	<p>а) окрашивание органо-дисперсной краской марки ОД-ХВ-221 (для конструкций, расположенных внутри помещений) или лакокрасочными материалами II и III групп, нанесенными на линиях окрашивания и профилирования металла (допускается окрашивание битумом со стороны утеплителя);</p> <p>б) окрашивание лакокрасочными материалами II и III групп (для конструкций, находящихся внутри помещений, допускается предусматривать окрашивание через 8-10 лет после монтажа конструкций)</p>
Среднеагрессивная	<p>а) горячее цинкование ($t=60-100$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами II и III групп⁵;</p> <p>б) газотермическое напыление цинка или алюминия ($t=120-180$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами II, III и IV групп;</p> <p>в) окрашивание лакокрасочными материалами II, III и IV групп;</p> <p>г) газотермическое напыление цинка ($t=200-250$ мкм) или алюминия ($t=250-300$ мкм);</p> <p>д) изоляционные покрытия совместно с электрохимической защитой (для конструкций в грунтах)⁵;</p> <p>е) электрохимическая защита в жидких средах и донных грунтах⁵;</p> <p>ж) облицовка химически стойкими неметаллическими материалами</p>	<p>а) электрохимическое анодирование ($t=15$ мкм);</p> <p>б) без защиты⁵;</p> <p>в) химическое оксидирование с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами II, III групп;</p> <p>г) окрашивание лакокрасочными материалами группы IV;</p> <p>д) то же, с применением протекторной грунтовки ЭП-057;</p>	Не допускается к применению

продолжение таблицы 43

1	2	3	4
Сильноагрессивная	а) термодиффузионное цинкование при толщине диффузионного слоя не менее 100 мкм с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами группы IV при толщине слоя не менее $t=150$ мкм	а) электрохимическое анодирование ($t=15$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами группы IV; б) окрашивание лакокрасочными материалами группы IV с применением протекторной грунтовки ЭП-057; в) то же, с предварительным химическим оксидированием	Не допускается к применению
Сильноагрессивная	б) газотермическое напыление цинка или алюминия ($t=200-250$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами группы IV; в) изоляционные покрытия совместно с электрохимической защитой (для конструкций в грунтах) ³ ; г) электрохимическая защита (в жидких средах) ³ ; д) облицовка химически стойкими неметаллическими материалами; е) окрашивание лакокрасочными материалами IV группы		
<p>¹ Не распространяется на ограждающие конструкции трехслойных металлических панелей по ГОСТ 23486-79 и ГОСТ 24524-80.</p> <p>² В соответствии с требованиями обязательного приложения 13 [10].</p> <p>³ Для элементов конструкций из канатов и тросов электрохимическая защита не предусматривается.</p> <p>⁴ Допускается горячее алюминирование ($t \geq 50$ мкм).</p> <p>⁵ Допускается горячее алюминирование ($t \geq 50$ мкм) без дополнительного окрашивания.</p> <p>Примечания: 1. Группа и толщина лакокрасочного покрытия приведены в таблице 29 [10], материалы - в справочном приложении 15 [10]. Для сред с неагрессивной степенью воздействия толщину слоя лакокрасочного покрытия следует устанавливать по ведомственным нормативным документам.</p>			

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита древесины (издание 2-е, перераб. и доп.) С.Ф. Кондратьев, А.В. Купченко, Т.А. Садовников. Киев: Будівельник, 1976. — 176 с.
2. Крейшман К.К. Защита деревянных конструкций от гниения, древогочечев и огня. Л.: Из-во литературы по строительству, 1967. — 135 с.
3. Ломакин А.Д. и др. Клееные деревянные конструкции в сельскохозяйственных зданиях. — М.: Стройиздат, 1982. — 104 с.
4. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведерников и др.: Под общей редакцией Е.И. Беленя. — 6-е изд. Перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1985. — 360 с.
5. Расчет стальных конструкций: Справ. пособие / Я.М. Лихтарников, Д.В. Ладьженский, В.М. Клыков. — 2-е перераб. и доп. — К.: Будівельник, 1984. — 368 с.
6. Рекомендации по применению материалов комплексного действия для защиты деревянных конструкций. — М.: ЦНИИС., 1982. — 80 с.
7. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. — 16 с.
8. СНиП 2.01.07-85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. — 36 с.
9. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. (Дополнения. Раз. 10. Прогитбы и перемещения) / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. — 8 с.
10. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. — 48 с.
11. СНБ 5.05.01-2000. Деревянные конструкции. — Мн.: Минстройархитектуры, 2001. — 70 с.
12. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1982. — 96 с.
13. СНиП Ш-19-75. Правила производства и приемки работ. Деревянные конструкции. М., 1976. — 48 с.
14. Тычино Н.А. Огнезащита древесных материалов. Справ. пособие. — Мн.: Экаунт, 1997. — 38 с.
15. Гринь И.М. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. Пособие для строительных вузов и ф-тов. — 2-е изд., перераб. и доп. Киев-Донецк: Виша школа. Головное изд-во, 1979. — 272 с.

Содержание

	стр.
1. Общее положение по проектированию.....	3
2. Расчёт элементов деревянных конструкций по предельным состояниям первой группы.....	8
3. Расчёт элементов деревянных конструкций по предельным состояниям второй группы. Упругие характеристики древесины и фанеры.....	13
4. Материалы для клеёных конструкций.....	15
5. Расчет соединений на цилиндрических нагелях.....	17
6. Требования, предъявляемые к стальным элементам металло-деревянных несущих конструкций.....	22
7. Обеспечение долговечности деревянных и стальных конструкций.....	25
Литература.....	34

Учебное издание

Составитель: Жук Василий Васильевич

РЕКОМЕНДАЦИИ

по использованию нормативных документов при выполнении курсового и дипломного проектов по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» для студентов специальности 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения.

Ответственный за выпуск: Жук В.В.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 29.10.2003 г. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага "Чайка". Уч. изд. л. 2,25. Усл. печ. л. 2,1. Заказ № 804. Тираж 200 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образования "Брестский государственный технический университет". 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.