

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра строительных конструкций

# РЕКОМЕНДАЦИИ

по использованию нормативных документов при выполнении  
курсового и дипломного проектов по курсу «Конструкции из  
дерева и пластмасс».

Для студентов специальности Т.19.01.

Брест 1998

УДК 624.011.

Настоящие рекомендации составлены в соответствии с действующими нормативными документами по проектированию и расчету деревянных и металлических конструкций.

Приведены сведения о физико-механических характеристиках древесины, нагрузках, действующих на конструкции, материалах для клееных конструкций.

Предназначены для использования студентами строительных специальностей в курсовом и дипломном проектировании.

Составители: Жук В.В. - доцент, к. т. н.;

Черноиван В.Н. - доцент, к. т. н.

Рецензент: главный инженер института «Брестсельстройпроект»

Блинков В.А.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ

1.1. Работу над курсовым проектом следует начинать со сбора нагрузок, действующих на ограждающие и несущие конструкции в процессе эксплуатации.

Нормативные значения для постоянных нагрузок принимают по проектным геометрическим и конструктивным параметрам и по средним значениям плотности.

Плотность древесины и фанеры определяют согласно табл. 1.

Таблица 1. Плотность древесины и фанеры (приложение 3[12])

Порода древесины	Плотность древесины, кг/м <sup>3</sup> в конструкциях для условий эксплуатации	
	A1, A2, B1, B2	всех остальных
Хвойные:		
лиственница	650	800
сосна, ель, кедр сибирский, пихта	500	600
Твердые лиственные:		
дуб, береза, бук, ясень, клен, граб, акация, вяз и ильям	700	800
Мягкие лиственные:		
осина, тополь, ольха, липа	500	600

### Примечания:

1. Плотность клееной древесины следует принимать как неклееной.
2. Плотность обычной фанеры следует принимать равной плотности древесины шпонов, а бакелезированной - 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$  от веса строительных конструкций приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Коэффициенты надежности по нагрузке от веса конструкции (табл. 1 [8])**

Конструкции	Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_f$
Бетонные, железобетонные, армокаменные и деревянные конструкции	1.1
Металлические конструкции	1.05
Теплоизоляционные и звукоизоляционные изделия (плиты, скорлупы и т. п.), изделия из легких и пористых материалов на органической и неорганической основе (засыпки, выравнивающие слои, кровельные стяжки, штукатурки и т. п.) выполняемые:	
- в заводских условиях	1.2
- на строительной площадке	1.3

1.2. Нормативное значение снеговой нагрузки  $S$  на  $1 \text{ м}^2$  площадки горизонтальной проекции покрытия определяют по формуле:

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

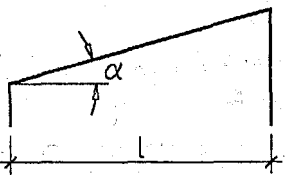
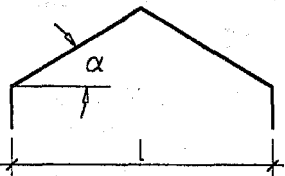
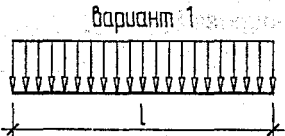
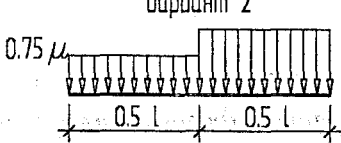
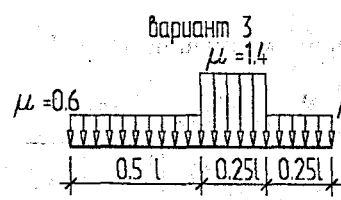
где:  $S_0$  - вес снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, принимаемый по табл. 3;

$\mu$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова на горизонтальной поверхности земли к нормативной нагрузке на покрытие с учетом неравномерного распределения в зависимости от рельефа кровли, принимаемый по табл. 4.

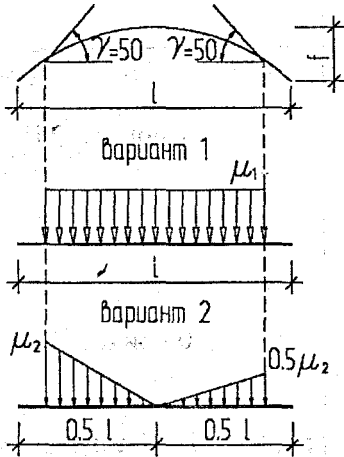
**Таблица 3. Вес снегового покрова  $S_0$  на  $1 \text{ м}^2$  (табл. 4 [8])**

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. Схемы снеговых нагрузок и коэффициенты  $\mu$  (прил. 3 [8])

Профили покрытий и схемы снеговых нагрузок	Коэффициенты $\mu$ и область применения схем
1. Здания с односкатными и двускатными покрытиями	
<p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>вариант 1</p>  <p>вариант 2</p>  <p>вариант 3</p> 	<p><math>\mu=1</math> при <math>\alpha \leq 25^\circ</math></p> <p><math>\mu=0</math> при <math>\alpha \geq 60^\circ</math></p> <p>Вариант 2 и 3 следует учитывать для зданий с двускатными покрыт. (профиль б), при этом варианте. 2-при <math>20^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ</math>, вариант 3 - при <math>10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ</math> только при наличии ходовых мостиков или аэрационных устройств по коньку покрытия.</p>

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



$\mu_1=1/(8f)$ , но не более 1.0 и не менее 0.4

Вариант 2 следует учитывать при  $f/l \geq 1/8$ :

М	$f/l$	1/8	1/6	$> 1/5$
$\mu_2$		1.6	2.0	2.2

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

$$g/S_0 < 0,8, \gamma_f=1.6;$$

$$g/S_0 \geq 0,8, \gamma_f=1.4.$$

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

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

где:  $W_0$  - нормативное значение ветрового давления по табл. 5;

$k$  - коэффициент учитывающий изменение ветрового давления по высоте, принимаемый по табл. 6;

$C$  - аэродинамический коэффициент, принимаемый по табл. 7.

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

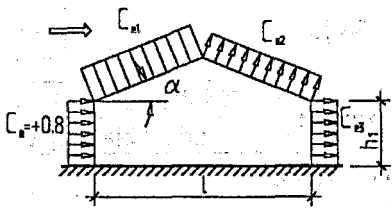
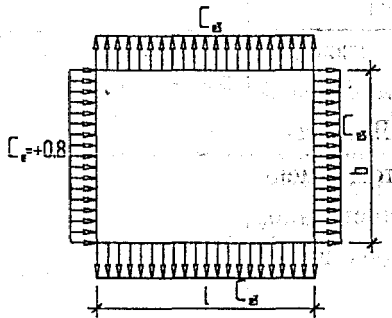
Ветровой район по карте 3 [8]	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
$W_0, \text{кПа}$	0.17	0.23	0.30	0.38	0.48	0.60	0.73	0.85

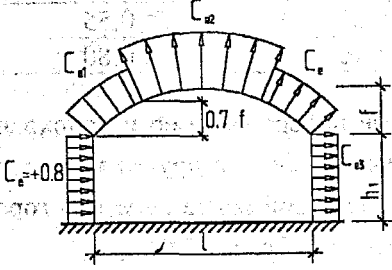
Таблица 6.

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

Схемы зданий и ветровых нагрузок		Определение аэродинамических коэффициентов С					
1. Здание с двускатными покрытиями  ПЛАН 		Коэффициент	$\alpha, ^\circ$	Значен. $C_{e1}, C_{e2}$ при $h/l$ , равном			
				0	0.5	1	>2
$C_e$	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		
$C_e$	≥60	-0.4	-0.4	-0.5	-0.8		
b/l	Значения $C_{e3}$ , при $h/l$ , равном						
	≤ 0.5	1	≥ 2				
≤ 1	-0.4	-0.5	-0.6				
≥ 2	-0.5	-0.6	-0.6				

2. Здание со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями  	Кoeffициент	h/l	Знач. C <sub>e1</sub> , C <sub>e2</sub> при f/l равном				
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	C <sub>e1</sub>	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 <sub>e2</sub>	Произвол	-0.8	-0.9	-1	-1.1	-1.2	
Значение C <sub>e</sub> принимается по схеме 1							

Кoeffициент надежности по ветровой нагрузке принимают равным 1,4. Значения коoeffициента надежности по назначению  $\gamma_n$  устанавливаются в зависимости от класса ответственности зданий и сооружений, принимаются по табл. 8.

Таблица 8. (стр. 34 [8])

Класс ответственности зданий и сооружений	Кoeffициент надежн. по назначению $\gamma_n$
Класс I. Крытые спортивные сооружения с трибунами, здания театров, кинотеатров, цирков, крытых рынков, учебных заведений, детских дошкольных учреждений	1.0
Класс II. Здания и сооружения объектов, имеющих важное народнохозяйственное и социальное значение (не вошедшие в I и III классы)	0.95
Класс III. Здания и сооружения объектов, имеющих ограниченное народнохозяйственное значение: склады, теплицы, одноэтажные жилые дома	0.9



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

## 2. Расчет элементов конструкций по предельным состояниям первой группы

2.1. При расчете деревянных конструкций по первому предельному состоянию расчетные сопротивления древесины сосны (кроме веймутовой), ели, лиственницы европейской и японской принимаются согласно табл. 9.

Таблица 9. Расчетные сопротивления древесины сосны и ели (табл. 3 [12])

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	$R_{из}$ , $R_{сж}$ , $R_{см}$	14	13	8,5
б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	$R_{из}$ , $R_{сж}$ , $R_{см}$	15	14	10
в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	$R_{из}$ , $R_{сж}$ , $R_{см}$	16	15	11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$R_{из}$ , $R_{сж}$ , $R_{см}$	-	16	10
2. Растяжение вдоль волокон:				
а) неклееные элементы	$R_p$	10	7	-
б) клееные элементы	$R_p$	12	9	-

1	2	3	4	5
3. Сжатие и смятие по всей площади поперек волокон	$R_{сж}$ $R_{см}$	1.8	1.8	1.8
4. Смятие поперек волокон местное:				
а) в опорных частях конструкций, лобовых врубках и узловых прим-ях элементов	$R_{см}$	3	3	3
б) под шайбами при углах смятия от 90 до 60 град.	$R_{см}$	4	4	4
5. Скалывание вдоль волокон:				
а) при изгибе неклееных элементов	$R_{ск}$	1.8	1.6	1.6
б) при изгибе клееных элементов	$R_{ск}$	1.6	1.5	1.5
в) в лобовых врубках для максимального напряжения	$R_{ск}$	2.4	2.1	2.1
г) местное в клеевых соединениях для максимального напряжения	$R_{ск}$	2.1	2.1	2.1
6. Скалывание поперек волокон:				
а) в соединениях неклееных элементов	$R_{ск}$	1.0	0.8	0.6
б) в соединениях клееных элементов	$R_{ск}$	0.7	0.7	0.6
7. Растяжение поперек волокон элементов из клееной древесины	$R_p$	0.35	0.3	0.25

**Примечания:**

1. В конструкциях построечного 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 табл. 9, на переходные коэффициенты  $m_n$ , приведенные в табл. 10.

**Таблица 10. Переходные коэффициенты  $m_d$  к расчетным сопротивлениям древесины разных пород (табл. 4 [12])**

Древесные породы	Коэффициент $m_d$ для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон	сжатию и смятию поперек волокон	скалыванию
<b>Хвойные</b>			
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
<b>Твердые лиственные:</b>			
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, ильи	1.0	1.6	1.0
<b>Мягкие лиственные :</b>			
10. Ольха, липа, осина, тополь	0.8	1.0	0.8

2.3. Расчетные сопротивления, приведенные в табл. 9, следует умножать на коэффициент условий работы  $m_b$ , приведенный в табл. 11.

**Таблица 11. Коэффициент условий работы  $m_b$  для деревянных конструкций различных условий эксплуатации (табл. 5 [12])**

Условия эксплуатации	Коэффициент $m_b$
A1, A2, B1, B2	1.0
A3, B3, B1	0.9
B2, B3	0.85

2.4. Для клееных и неклееных элементов расчетные сопротивления древесины умножаются на коэффициент  $m_t$ , учитывающий воздействие положительных температур:

$m_T=1$  - при температуре воздуха до  $35^{\circ}\text{C}$ ;

$m_T=0,8$  - при температуре воздуха  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Для промежуточных значений температуры коэффициент  $m_T$  принимается по интерполяции.

2.5. Расчетные сопротивления строительной фанеры определяются согласно таблицы 12

Таблица 12. Расчетные сопротивления строительной фанеры (табл. 10 [12])

Вид фанеры	Расчетные сопротивления, МПа				
	растяжению в плоскости листа, $R_{ф.р}$	сжатию в плоскости листа, $R_{ф.с}$	изгибу из плоскости листа, $R_{ф.и}$	скалыванию в плоскости листа, $R_{ф.ск}$	срезу перпенд. плоскости листа, $R_{ф.ср}$
1	2	3	4	5	6
1. Фанера клееная березовая марки ФСФ сортов В/ВВ, В/С, ВВ/С					
а) семислойная толщиной 8 мм и более:					
вдоль волокон наруж. слоев	14	12	16	0.8	6
поперек волокон наружных слоев	9	8.5	6.5	0.8	6
под углом $45^{\circ}$ к волокнам	4.5	7	-	0.8	9
б) пятислойная толщиной 5-7 мм:					
вдоль волокон наруж. слоев	14	13	18	0.8	6
поперек волокон наружных слоев	6	7	3	0.8	6
под углом $45^{\circ}$ к волокнам	4	6	-	0.8	9

1	2	3	4	5	6
2. Фанера клееная из древесины лиственницы марки ФСФ сортов В/ВВ и ВВ/С					
семислойная толщина 8мм и более:					
вдоль волокон наруж. 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

2.6. В необходимых случаях значение расчетных сопротивлений строительной фанеры следует умножать на коэффициенты  $m_b$ ,  $m_r$ , приведенные в п.п. 2.3; 2.4.

2.7. Для конструкций, рассчитываемых с учетом воздействия ветровой нагрузки, расчетные сопротивления кроме того умножаются на коэффициент  $m_n$ , равный 1.2 ( $m_n=1.4$  - только для смятия древесины поперек волокон).

При расчете растянутых элементов с ослаблением в расчетном сечении значения расчетного сопротивления растяжению дополнительно умножается на коэффициент  $m_o=0.8$ .

В гнутых элементах конструкций значения расчетных сопротивлений растяжению ( $R_p$ ), сжатию ( $R_c$ ) и изгибу ( $R_u$ ) дополнительно умножаются на коэффициент  $m_{гн}$ , принимаемый согласно табл.13.

Таблица 13. Коэффициент  $m_{гн}$  (табл. 9 [12])

Напряженное состояние	Обозначение расчетных сопротивлений	Коэффициент $m_{гн}$ при отношении $h/a$ ( $a$ - толщина 1 доски)			
		150	200	250	500 и более
Сжатие и изгиб	$R_c, R_u$	0.8	0.9	1.0	1.0
Растяжение	$R_p$	0.6	0.7	0.8	1.0

2.9. Для клееных элементов, работающих на изгиб, сжатие, внецентренное сжатие с изгибом только значения расчетных сопротивлений изгибу и сжатию вдоль волокон дополнительно умножаются на коэффициенты  $m_b$  (табл.14.) и  $m_{cl}$  (табл.15.).

Таблица 14. Коэффициент  $m_b$  (табл. 7 [12])

Высота сечения, см	50 и менее	60	70	80	100	120 и более
	1.0	0.96	0.93	0.9	0.85	0.8

Таблица 15. Коэффициент  $m_{cl}$  (табл. 8 [12])

Толщина слоя, мм	19 и менее	26	33	42
	1.1	1.05	1.0	0.95

2.10. Гибкость элементов и их отдельных ветвей в деревянных конструкциях не должна превышать значений, указанных в таблице 16.

Таблица 16. Предельная гибкость элементов конструкций (табл. 14 [12])

Наименование элементов конструкций	$\lambda_{max}$
1. Сжатые пояса, опорные раскосы и опорные стойки ферм, колонн	120
2. Прочие сжатые элементы ферм и другие сквозные конструкции	150
3. Сжатые элементы связей	200
4. Растянутые элементы ферм в вертикальной плоскости	150
5. Прочие растянутые элементы ферм и других сквозных конструкций	200

### 3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1. При проектировании деревянных конструкций поперечные сечения их необходимо увязывать с действующим сортаментом пиломатериалов (ГОСТ 24454-80) табл.17.

Таблица 17. Размеры пиломатериалов хвойных пород (табл.26 [14])

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	-	-	-	-	-	-	-	+	-

Примечания:

1. Знак плюс означает допускаемый размер, знак минус - не рекомендуемый.

2. Толщина и ширина пиломатериалов дана в заготовке при влажности древесины 20 %.

3.2. Толщину склеиваемых слоев в элементах не следует принимать более 35 мм (после отожки).

3.3. При проектировании ограждающих и несущих конструкций с применением древесноплитных материалов поперечные сечения их необходимо увязывать с сортаментом материалов, приведенным в табл. 18.

Таблица 18. Сортамент древесноплитных материалов

Наименование материала	Размеры, мм		
	Длина	Ширина	Толщина
Строительная фанера марок ФСФ и ФК	1525	1525	6; 7; 8
	1525	1220	9; 10; 12
	1525	725	-
	1220	1220	15; 18; 19
	1220	750	-
Плиты древесноволокнистые:			
- сверхтвердые	1200	1200	3;4
- твердые	3600	1600	3;4;5;6
Плиты древесностружечные:			
ПТ-1	1800-3000	1200	10;13
ПС-1	1800-3000	1500	16;19
ПТ-3	3500	1750	28
ПС-3	3600	1830	25
Плиты цементностружечные	3200	1225	8; 10-40
	3600	1225	8; 10-40

3.4. В клееных элементах из фанеры с древесиной не следует применять доски шириной более 100 мм.

3.5. Максимальная влажность древесины должна приниматься в соответствии с табл. 19.

Таблица 19. Требования, предъявляемые в древесине, применяемой в элементах конструкций (табл. 1 [12])

Температурно-влажностные условия эксплуатации	Характеристика условий эксплуатации конструкций	Максимальная влажность древесины для конструкций, %	
		из древесины клееной	из древесины неклееной
1	2	3	4
	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°C, относительной влажности воздуха:		
А1	До 60%	9	20
А2	Свыше 60 до 75%	12	То же
А3	Свыше 75 до 95%	15	То же



1	2	3	4
	Внутри неотапливаемых помещений		20
Б1	сухой зоне	9	20
Б2	нормальной зоне	12	20
Б3	сухой и нормальных зонах с постоянной влажностью в помещении более 75% и во влажной зоне	15	25

3.6. Для изготовления клееных конструкций из древесины применяются синтетические клеи, марка которых зависит от условий эксплуатации конструкций и назначается в соответствии с табл. 20.

Таблица 20. Марки клеев (табл. 2 [12])

Условия эксплуатации	Марка клея
А1, А2, А3, Б1, Б2, Б3	ФР-12 (ТУ 6-05-1748-75), ФРФ-50 (ТУ 6-05-281-14-77), ФР-100 (ТУ 6-05-1638-78)
А2, А3, Б2, Б3	СФЖ-3016 (ГОСТ 20907-75), СФХ (ТУ 6-05-281-12-76)
А2 и Б2	КС-В-СК (ТУ 6-05-211-1006-75)
А2	КФ-5, КФ-Ж, КФ-БЖ (ГОСТ 14231-78)

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

4.1. Согласно позиции 3.5 [12] модуль упругости (E) и сдвига (G) древесины всех пород при расчете по предельным состояниям второй группы равен:

вдоль волокон  $E=10^4$  МПа,  
поперек волокон  $E=400$  МПа,  $G=500$  МПа.

4.2. Величины модулей упругости (E) и сдвига (G) строительной фанеры принимаются согласно табл. 11 [12]. Для фанеры клееной березовой марки ФСФ семислойной и пятислойной:

$E=9000$  МПа - вдоль волокон;

$E=6000$  МПа - поперек волокон,

$G=750$  МПа.

Для фанеры клееной из древесины лиственницы марки ФСФ семи-  
слойной:

$E=7000$  МПа - вдоль волокон;

$E=5500$  МПа - поперек волокон;

$G=800$  МПа.

4.3. Вертикальные предельные прогибы элементов конструкций не  
должны превышать величин, приведенных в табл. 21.

Таблица 21. (табл.19 [9])

Элементы конструкций	Предъявленные требования	$f_n$
Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы (включая поперечные ребра плит и настилов):		
а) 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
$l = 36$ (14)		1/300
б) покрытий и перекрытий при наличии перегородок под ними	Конструктивные	1/150

Примечания:

1. Для промежуточных значений  $l$  предельные прогибы следует определять линейной интерполяцией.

2. Цифры, указанные в скобках, следует принимать при высоте помещений до 6 м включительно.

## 5. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ НАГЕЛЯХ

5.1. Для соединений элементов деревянных конструкций применяются: цилиндрические стержни из стали, стальные болты, проволочные гвоз-

ди, шурупы и глухари. Число нагелей в симметричном соединении определяется по формуле:

$$n = \frac{N}{T \cdot n}, \quad (5.1)$$

где  $N$  - расчетное усилие, в кН;

$n$  - число расчетных швов одного нагеля;

$T$  - наименьшая расчетная несущая способность, найденная по формулам табл. 17 [12] из выражений, в кН

$$T_{cm} = 0.5cdK_{\alpha} \quad (5.2)$$

$$T_{cm} = 0.8dK_{\alpha} \quad (5.3)$$

$$T_{us} = (1.8d^2 + 0.02a^2)\sqrt{K_{\alpha}} \quad (5.4)$$

$$T_{us} = 2.5d^2\sqrt{K_{\alpha}} \quad (5.5)$$

$$T_{us} = 2.5d^2 + 0.01a^2 \quad (5.6)$$

$$T_{us} = 4d^2 \quad (5.7)$$

где  $a$  и  $c$  - толщина крайнего и среднего элементов соответственно, в см;

$d$  - диаметр нагеля, в см;

$K_{\alpha}$  - коэффициент, принимаемый по табл. 22.

Таблица 22. Коэффициент  $K_{\alpha}$  (табл. 19 [12])

Угол в град.	Коэффициент $K_{\alpha}$				
	для стальных, алюминиевых и стеклопластиковых нагелей, диаметром, мм				для дубовых нагелей
	12	16	20	24	
30	0.95	0.9	0.9	0.9	1.0
60	0.75	0.7	0.65	0.6	0.8
90	0.7	0.6	0.55	0.5	0.7

Формулы (5.2 - 5.5) служат для определения  $T$  всех стальных нагелей, исключая гвозди.  $T$  гвоздя определяют по формулам 5.2 - 5.3 без учета  $K_{\alpha}$  и формулам 5.6 - 5.7.

5.2. Расчетную несущую способность нагеля в соединениях нагелей других пород древесины, в различных условиях эксплуатации следует определять согласно формулам (5.2 - 5.7) с умножением:

а) на соответствующий коэффициент  $m_d$  (табл. 10) и  $m_b$  (табл. 11) - формулы (5.2 - 5.3);

б) на корень квадратный из этих коэффициентов - формулы (5.4 - 5.7).

5.3. Нагельные соединения со стальными накладками и прокладками рассчитывают по вышеприведенным формулам (5.1 - 5.7), причем в расчете из условия изгиба следует принимать наибольшее значение несущей способности нагеля. При этом стальные накладки и прокладки следует проверить на растяжение по ослабленному сечению и на смятие под нагелем.

5.4. Размеры проволочных гвоздей круглого сечения, применяемых в деревянных конструкциях, приведены в табл. 23.

Таблица 23. Размеры проволочных гвоздей

d, мм	3	3,5	4	5	6
l, мм	70;80	90	100;120	120;150	150; 200

5.5. Рекомендуемые диаметра болтов и их характеристики приведены в табл. 24.

Таблица 24. Площади сечения болтов согласно СТ СЭВ 180-75 (табл. 60 [11])

d, мм	$A_b, \text{см}^2$	$A_{bn}, \text{см}^2$	Масса 1 м в кг	d, мм	$A_b, \text{см}^2$	$A_{bn}, \text{см}^2$	Масса 1 м в кг
16	2.01	1.57	1.58	36	10.17	8.26	7.99
20	3.14	2.45	2.47	42	13.85	11.20	10.88
24	4.52	3.52	3.55	48	18.09	14.72	14.21
30	7.06	5.60	5.55				

5.6. Болтовые соединения должны отвечать следующим требованиям:

- минимальный диаметр болта должен быть не менее 1/5 толщины наиболее тонкого деревянного элемента и не менее 12 мм;

- ширина соединяемых деревянных элементов должна быть не менее чем шесть диаметров болта;

- между головкой болта и деревом, а также между гайкой и деревом устанавливают квадратные или круглые шайбы следующих характеристик: диаметр (сторона) -  $3d$ ; толщина -  $0.25d$ , где  $d$  - диаметр болта;

- болты в соединениях деревянных элементов ставят в предварительно рассверленные отверстия диаметром, равным диаметру нагеля;

- минимальные расстояния между осями болтов должны приниматься в соответствии с п. 5.18 - 5.19 [12].

5.7. Соединения деревянных элементов со стальными листовыми накладками допускается применять при обеспечении плотности постановки средств соединений. Односторонние средства соединения (гвозди, винты, глухарь) ставят в предварительно просверленные в накладках отверстия, при этом их заглубление в древесину должно быть не менее  $5d$  ( $d$  - диаметр средства соединения). При установке винтов и глухарей в древесине просверливают отверстие  $0.7d$ . При этом полезная длина глухаря должна быть не менее 8 его диаметров.

Для диаметров гвоздей более 6 мм необходимо предварительное просверливание гнезд диаметром  $0.9d$ .

5.8. Гвоздевые соединения должны отвечать следующим требованиям:

- диаметр гвоздей следует принимать не более 0.25 толщины пробиваемых элементов;

- при расчетной длине защемление конца гвоздя менее  $4d$ , его работу в примыкающем к нему шве не учитывают;

- минимальные расстояния между осями гвоздей должны приниматься в соответствии с п. 5.21 [1].

5.9. При использовании нагелей из стеклопластика АГ-4С и древесно-слоистого пластика ДСПБ расчетную несущую способность нагеля на один срез в симметричных двусрезных соединениях в конструкциях из древесины определяют по формуле 5.3 - по смятию среднего элемента; 5.4 - по смятию крайнего элемента;

по формулам 5.8 - 5.11

$$T_{\text{ср}} = (1.45d^2 + 0.02a^2)\sqrt{K_{\alpha}} \quad (5.8)$$

$$T_{из} = 1.8d^2 \sqrt{K_{\alpha}} \quad (5.9)$$

$$T_{из} = (0.8d^2 + 0.02a^2) \sqrt{K_{\alpha}} \quad (5.10)$$

$$T_{из} = d^2 \sqrt{K_{\alpha}} \quad (5.11)$$

- по изгибу нагеля из АГ-ИС и ДСПВ соответственно.

Расстояние между осями пластмассовых нагелей должны принимать-ся в соответствии с п. 5.18 - 5.19 [12].

## 6. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТАЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ МЕТАЛЛО-ДЕРЕВЯННЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1. Нижние пояса ферм, опорные растянутые раскосы и затяжки арок рекомендуется выполнять из профильной или круглой стали класса С 245. Башмаки опорных узлов, а также соединительные элементы промежуточных узлов несущих конструкций следует выполнять из прокатной тонколистовой или универсальной сталей класса С 245.

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

$$\frac{N}{A_n} < R_y \gamma_c \quad (6.1)$$

где  $A_n$  - площадь сечения нетто,

$R_y$  - расчетное сопротивление стали при растяжении-сжатии,

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы.

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

Величины расчетных сопротивлений проката принимаются согласно табл. 51 [11] и фасонного проката.

Для листовой стали толщиной 4 - 20 мм  $R_y = 230$  МПа,

21 - 40 мм  $R_y = 220$  МПа.

Коэффициент условий работы  $\gamma_c$  следует принимать в соответствии с табл. 6 [11]. Для элементов стержневых конструкций покрытий (растянутых в сварных конструкциях)  $\gamma_c = 0.95$ . Для затяжек, выполненных из прокатной стали,  $\gamma_c = 0.9$ .

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

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} < R_y \gamma_c; \quad (6.2)$$

где  $A$  - площадь сечения brutto;

$R_y$  - расчетное сопротивление стали сжатию,

$\varphi$  - коэффициент продольного изгиба.

Значения  $\varphi$  следует определять по формуле, при  $\bar{\lambda} > 4.5$ .

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

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

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

Численные значения  $\varphi$  приведены в табл. 72 [11], в прил. 7 [4] и в других учебниках по металлическим конструкциям.

6.4. Расчет соединений стальных конструкций (сварных и болтовых) рекомендуется выполнять в соответствии с п.п. 11.1 - 11.14 [11].

6.5. 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 равным 145 МПа; для других сталей - по табл. 60 [11].

По требуемой площади нетто, в соответствии с табл. 25, определяют длину заделки их в фундамент.

Таблица 25. Нормальные размеры анкерных болтов из стали

Характеристика болта		Площадь нетто, см <sup>2</sup>	Длина заделки		
Диаметр, мм			Нормальная		Минимальная
наружный	внутренний		d=20...36 мм	d= 42...80 мм	
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 КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Для защиты деревянных конструкций от увлажнения, биоразрушения и возгорания необходимо использовать конструкционные и химические мероприятия [1-3,6,7,10,13].

7.2. Суть конструкционных мероприятий по борьбе с недопустимым увлажнением сводится к тому, чтобы обеспечить воздушно-сухое состояние деревянных элементов здания. Это достигается устройством гидро-, пароизоляции или обеспечением надлежащего режима для удаления из древесины влаги.

7.3. Для увеличения огнестойкости деревянные конструкции разделяются на части противопожарными преградами, элементы конструкций принимаются массивными, прямоугольного сечения с закруглениями.



7.4. В тех случаях, когда конструктивными мероприятиями нельзя устранить длительное или периодическое увлажнение древесины должны применяться химические меры защиты. Для защитной обработки конструкций рекомендуется использовать составы, обладающие полным комплексом влаго-огнезащитных свойств, например, пентафталевую эмаль ПФ-115 с добавкой препарата огнезащитного действия ПББ-255.

7.5. 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.

7.6. Для защиты от коррозии стальных конструкций со сварными, болтовыми соединениями и соединениями на высокопрочных болтах необходимо предусмотреть их окраску лакокрасочными материалами, например, эмалью ПФ-1189.

7.7. В зданиях и сооружениях с относительной влажностью воздуха выше 90%, а также с сильной и средней химически агрессивной средой следует применять пластмассовые детали и изделия взамен металлическим.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Защита древесины (издание 2-е, перер. 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, древооточцев и огня. Л., Из-во литературы по строительству, 1967.- 136 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. Ведеников 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.: ЦНИИСК. 1982. - 80 с.
7. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы / Госстрой СССР. -М.: ЦНИИП Госстроя СССР. 1986. - 16 с.
8. СНиП 2.01.07-85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. - М.: ЦНИИП Госстроя СССР. 1986. - 36 с.
9. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. (Дополнения. Раз. 10 Прогнбы и перемещения) / Госстрой СССР. - М.: ЦНИИП Госстроя СССР. 1989. - 8 с.
10. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. - М.: ЦНИИП Госстроя СССР. 1986. - 48 с.
11. СНиП 11-23-81\*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1982. - 96 с.
12. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы и проектирования / Госстрой СССР, - М.: Стройиздат, 1983. - 31 с.
13. СНиП III-19-75. Правила производства и приемки работ. Деревянные конструкции. М., 1976. - 48 с.
14. Деревянные конструкции и детали / В.М. Хрулев, К.И. Мартынов, С.В. Луканев, С.М. Шутов; Под ред. В.М. Хрулева. - 2-е изд., доп. и перераб. -М.: Стройиздат, 1983. - 288 с.

Учебное издание

Составители: Жук Василий Васильевич  
Черноиван Вячеслав Николаевич

## РЕКОМЕНДАЦИИ

по использованию нормативных документов при выполнении  
курсового и дипломного проектов по курсу «Конструкции из  
дерева и пластмасс».

Для студентов специальности Т.19.01.

Ответственный за выпуск Жук В. В.  
Редактор Строкач Т. В.

---

Подписано к печати 2. 12. 97 г. Формат 60×84/16. Усл. п. л. 1,6. Уч. изд. л. 1,75.  
Заказ № 176. Тираж 200 экз. Бесплатно. Отпечатано на ротапринте Брестского  
политехнического института. 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.