

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Конструкции зданий и сооружений

Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 1-19 01 01 специализации 1-19 01 01-02
«Дизайн предметно-пространственной среды»

Витебск
2018

УДК 69

Составители:

И. А. Тимонов, А. В. Гречаников

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 3 от 30.03.2017.

Конструкции зданий и сооружений : методические указания к практическим занятиям / сост. И. А. Тимонов, А. В. Гречаников. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 39 с.

В методических указаниях изложена методика выполнения практических занятий по курсу «Конструкции зданий и сооружений». В указаниях приведены правила выполнения чертежей строительных конструкций, задания для выполнения практических работ.

УДК 69

© УО «ВГТУ», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	5
2 ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	18
3 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	26
4 ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	32
ЛИТЕРАТУРА	38

ВВЕДЕНИЕ

Дизайнер среды создает предметно-пространственное окружение, в котором мы живем. Дизайн архитектурной среды связан с проектированием или реконструкцией практически всех типов зданий и сооружений, начиная с интерьеров отдельных помещений, квартир, коттеджей, офисов, магазинов и заканчивая улицами и площадями.

Дизайн-проектирование охватывает все направления строительной деятельности. Современное проектирование – совмещение художественной, технической, социальной и экологической составляющей. Проектирование среды – результат совместной работы специалистов: дизайнера, архитектора и инженера. Важной составляющей подготовки будущего дизайнера является обучение его методам архитектурного проектирования.

При выполнении задач, стоящих перед дизайнером-проектировщиком, большое значение имеет изучение строительных конструкций зданий и сооружений. Умелое использование камня, бетона, железобетона, стали, дерева и пластмассы в зависимости от прочностных, теплозащитных и эстетических качеств конструкций в конечном итоге приводит к современному проектному решению. Конструктивные элементы зданий, их совместная работа составляют единую конструктивную основу зданий. Особенности конструкций и материала влияют на стиль, объемно-планировочное решение и эстетические качества объекта проектирования.

Курс «Конструкции зданий и сооружений» входит в цикл дисциплин специализации общеобразовательного стандарта специальности 1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственной среды».

Цель изучения дисциплины «Конструкции зданий и сооружений» – научить студентов умению проектировать материальную оболочку и структуру жилых, гражданских и промышленных зданий и сооружений во взаимосвязи с их объемно-планировочными решениями.

1 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Металлические конструкции применяются сегодня во всех видах зданий и инженерных сооружений, особенно если необходимы значительные пролеты, высота и нагрузки. Они используются в качестве каркаса промышленных и гражданских зданий, в мостовых конструкциях, инженерных сооружениях и др.

Одной из самых распространённых металлических конструкций является ферма. Это сквозная несущая конструкция, состоящая из стержней, расположенных в одной плоскости, образующих геометрически неизменяемую решётчатую систему. Фермы применяют в качестве несущих конструкций зданий, мостов, транспортных эстакад, опор линий электропередач и др.

Очертания поясов ферм представлены на рисунке 1.1.

ОЧЕРТАНИЯ ПОЯСОВ ФЕРМ

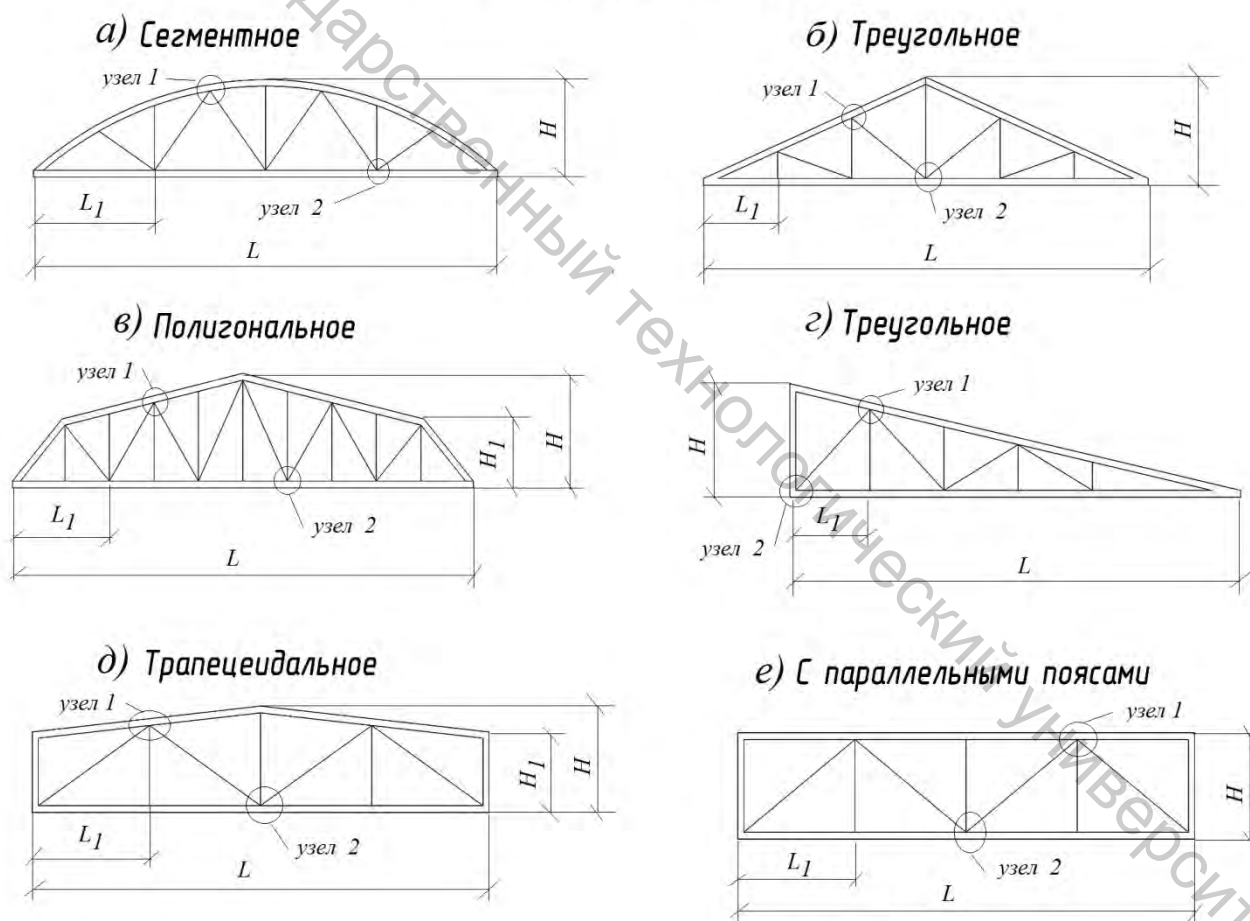


Рисунок 1.1 – Очертания поясов ферм

Решетка фермы треугольной формы (рис. 1.1) состоит из поясов – верхнего и нижнего, стоек и раскосов. Место соединения отдельных элементов решетки фермы друг с другом называют узлом. Узел у места «перелома» верхнего пояса называют «коньковым узлом», а узел опорной части фермы – «опорным

узлом». Остальные узлы носят название «промежуточных узлов». Расстояние между опорами фермы называют пролетом фермы, а расстояние между узлами верхнего и нижнего поясов – панелью. Обычно размер панелей фермы одинаков.

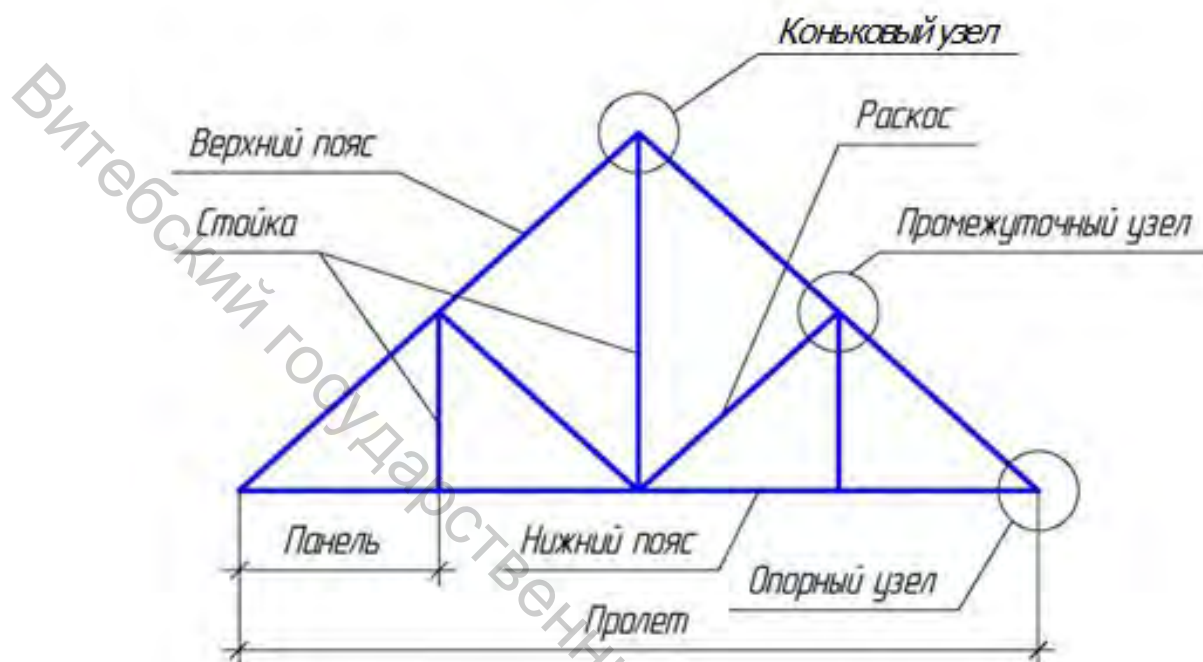


Рисунок 1.2 – Геометрическая схема фермы

Решетка фермы выполняется из прокатных (спаренных и одиночных уголков, швеллеров, двутавров и т. д.) и гнутых стальных профилей ГСП (круглых и прямоугольных труб). Соединение стержней выполняется как на плоскостях металлического листа с помощью электродуговой сварки, так и непосредственным примыканием на элементах фермы. Размеры листа с целью экономии металла, могут отличаться от прямоугольной формы, а лист носит название «фасонка» или «косынка». Общий вид фермы представлен на рисунке 1.3. Изображение узлов ферм представлено на рисунке 1.4.

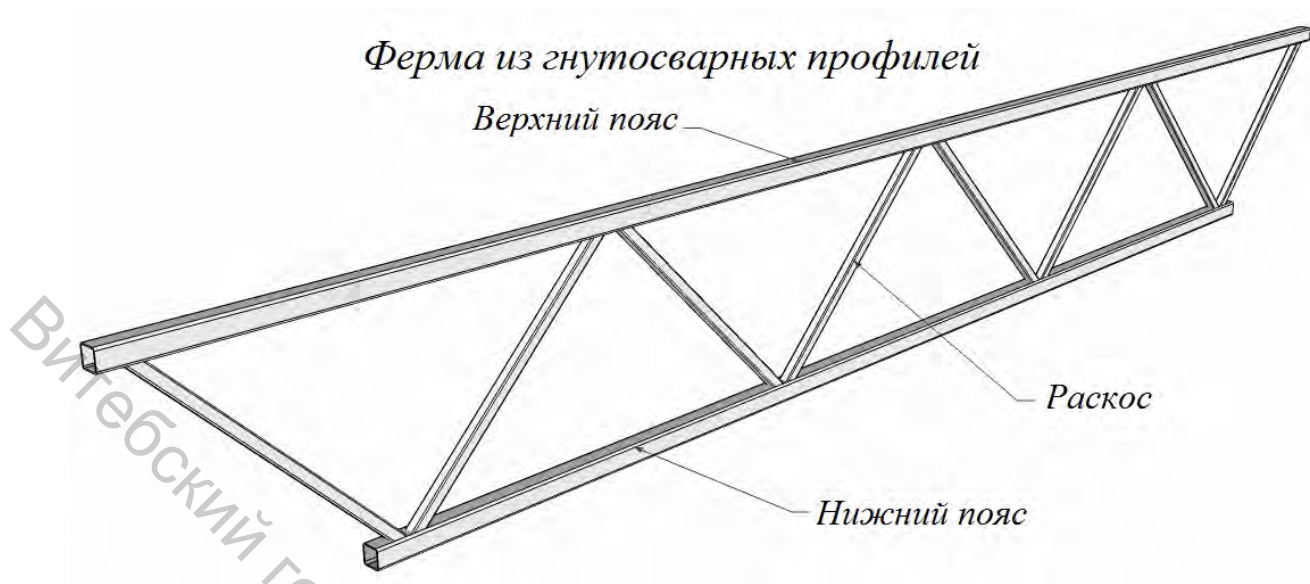


Рисунок 1.3 – Общий вид фермы

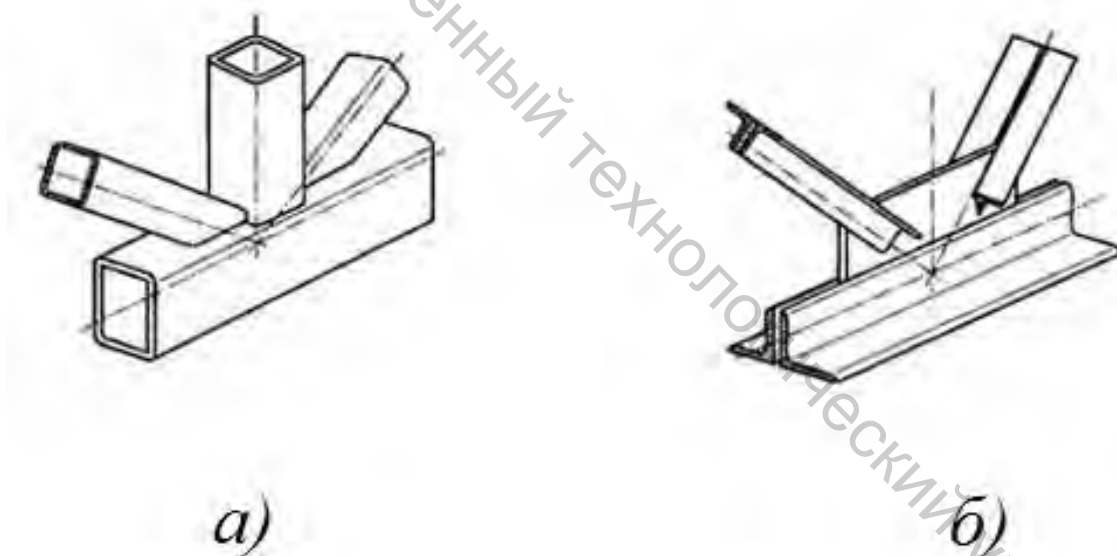


Рисунок 1.4 – Изображение узлов ферм (а – с непосредственным примыканием элементов (элементы фермы их ГСП); б – на фасонках (элементы фермы и прокатных профилей))

Последовательность построения отдельного узла фермы приведена на рисунке 1.5.

1. Схема фермы выполняется в масштабе 1:100.
2. Узлы и детали выполняются в масштабе 1:10 (1:4).
3. Сначала тонкими линиями толщиной 0,3–0,4 мм вычерчивают геометрические оси элементов фермы в масштабах 1:10, реже в масштабе 1:20. При

вычерчивании геометрических осей элементов фермы следует осевые линии стержней, сходящихся в узле, пересекать в одной точке.

4. Затем вдоль осей в соответствии с размерами сечений уголков или других профилей проката линиями толщиной 0,5–0,6 мм вычерчивают контуры стержней поясов и решетки фермы. При этом от осевых линий в соответствующую сторону откладывают значение эксцентриситета расстояние Z_0 (X_0 или Y_0) от обушка до центра тяжести сечения. Следует иметь в виду, что в верхнем поясе уголки должны быть обращены полками вниз, а в нижнем – полками вверх, в опорных стойках – полками внутрь. Уголки промежуточных стоек ориентируют по уголкам опорных стоек.

5. При вычерчивании элементов узлов фермы необходимо помнить, что стойки и раскосы не доводят до контура верхнего и нижнего поясов на 40–50 мм. Это расстояние обеспечивает место для размещения сварных швов и элементов решетки (чаще всего уголков) в случае неточности в их обрезке, а также позволяет избежать концентрации напряжений. Для удобства построений на расстоянии 40–50 мм от контура нижнего пояса проводим тонкую линию, параллельную этому контуру. Эта линия ограничивает длину уголков стоек и раскосов. Концы уголков стоек и раскосов обрезают под прямым углом к оси.

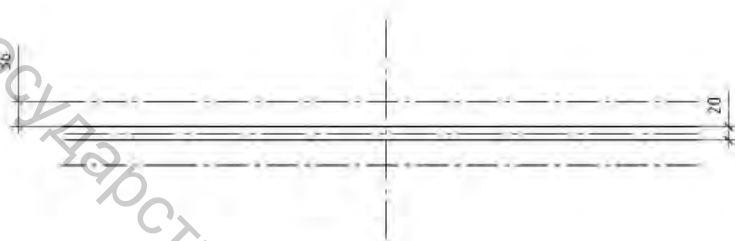
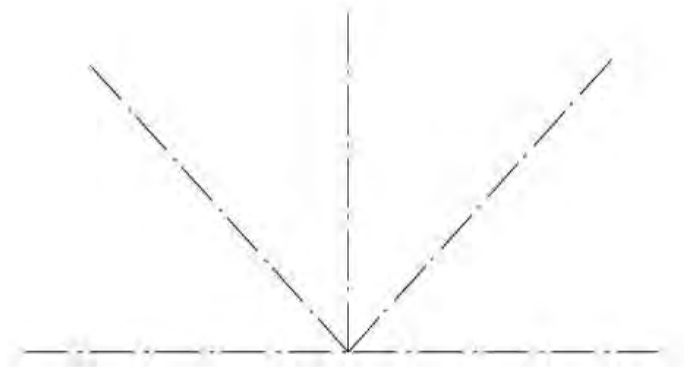
6. Элементы фермы (пояса, раскосы и стойки) соединяют с помощью металлического листа – фасонки, к которой их приваривают. При расположении фасонки в узле следует в сварных фермах верх фасонки утапливать между уголками верхнего пояса на 10–12 мм, а в нижнем поясе выпускать за обушок на 15–20 мм для удобства сварки.

7. Далее вычерчивают дополнительные виды, разрезы, сечения.

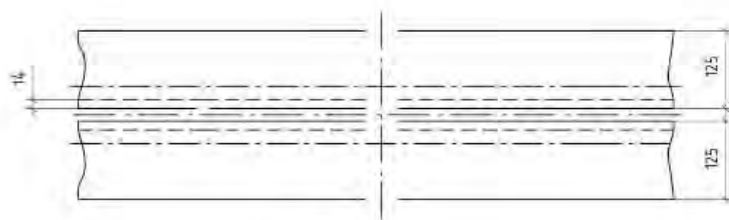
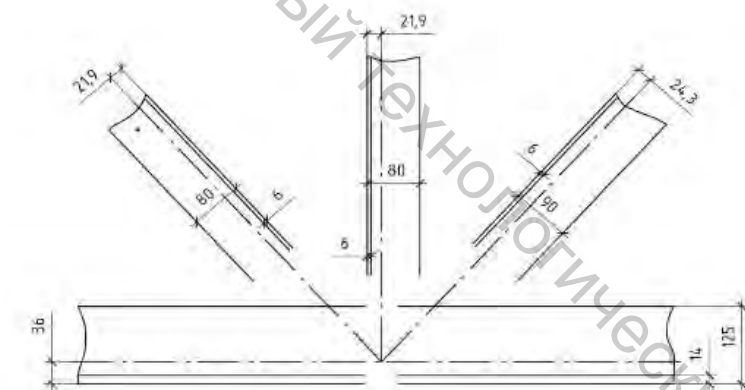
8. После выполнения графической части работы проставляют размеры.

Задания по теме «Металлические конструкции». В соответствии с выбранным вариантом (таблица 1.1) студент должен выполнить схему фермы, чертежи 2 узлов, аксонометрию выполненных узлов, аксонометрию фермы.

Витебский государственный технологический университет



a)



б)

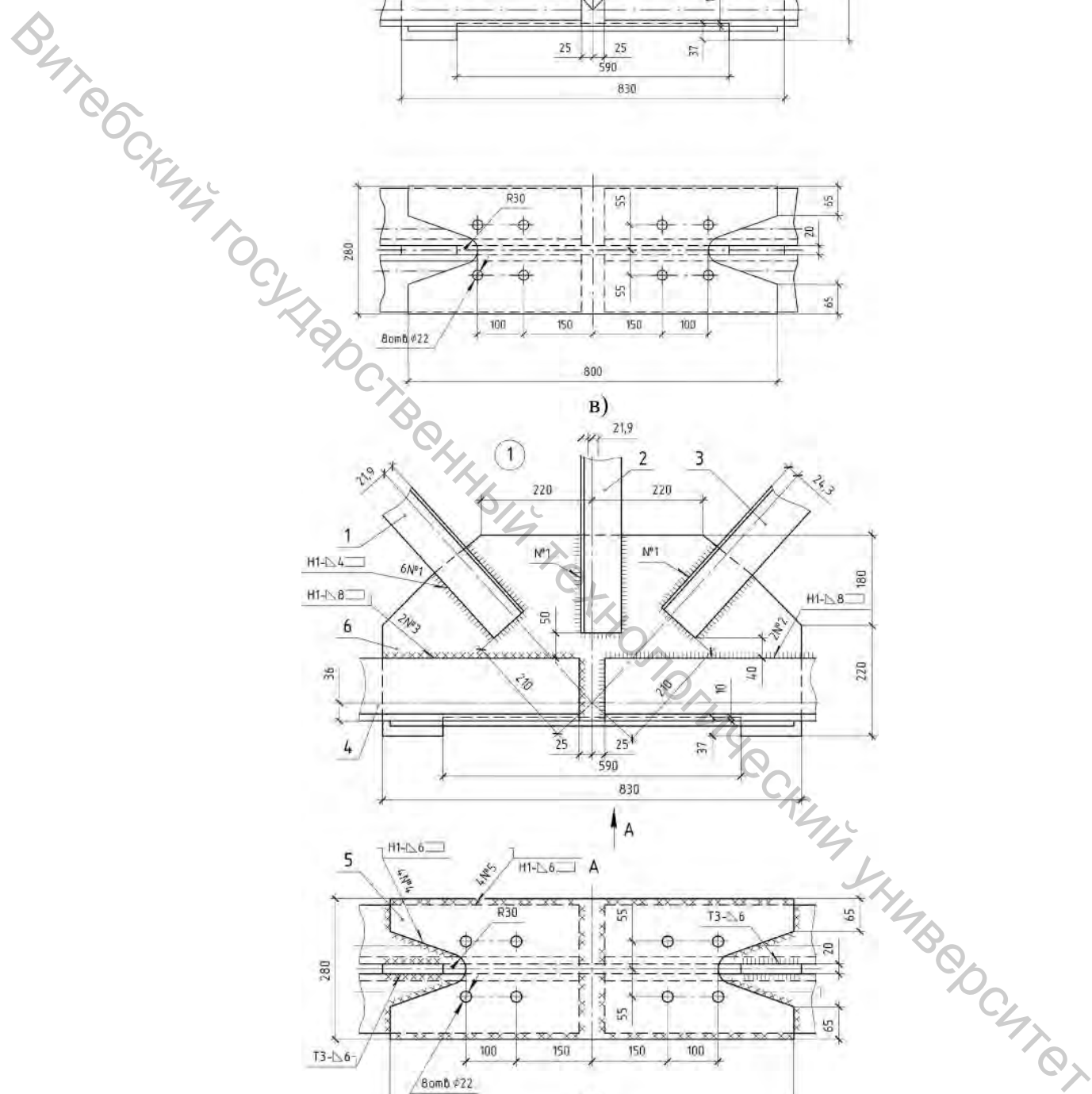


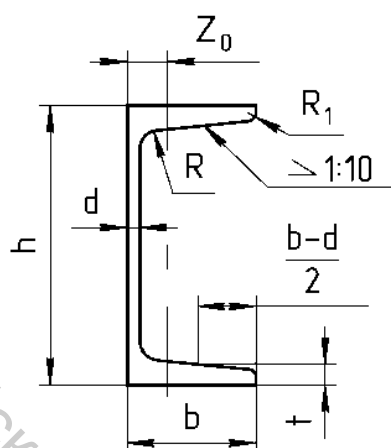
Рисунок 1.5 – Последовательность вычерчивания узла металлической конструкции (ферма из прокатных профилей)

Таблица 1.1 – Задания по теме «Металлические конструкции»

№ п/п	Тип фермы	Материал элементов фермы (рис. 1.6–1.10)	Размеры фермы, мм			
			L	H	L_1	H_1
1	С параллельными поясами (рисунок 1.1 е)	Верхний пояс – швеллер № 12	24000	3000	6000	–
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				
2	Трапецеидальная (рисунок 1.1 д)	Верхний пояс – гнутый сталь- ной профиль (ГСП) $A = 180 \times 180$ мм, $S = 14$ мм	18000	4500	4500	3000
		Нижний пояс – ГСП $A =$ 180×180 мм, $S = 14$ мм				
		Раскосы – ГСП $A = 150 \times 150$ мм, $S = 10$ мм				
3	Треугольная (рисунок 1.1 б)	Верхний пояс – швеллер № 12	18000	4500	3000	–
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок равнополю- чный № 8				
4	Полигональная (рисунок 1.1 в)	Верхний пояс – ГСП $A =$ 180×180 мм, $S = 14$ мм	30000	4500	6000	3000
		Нижний пояс – ГСП $A =$ 180×180 мм, $S = 14$ мм				
		Раскосы – ГСП $A = 150 \times 150$ мм, $S = 10$ мм				
5	Сегментная (рисунок 1.1 а)	Верхний пояс – ГСП $A \times B =$ 180×100 мм, $S = 12$ мм	18000	4500	4500	–
		Нижний пояс – ГСП $A \times B =$ 180×100 мм, $S = 12$ мм				
		Раскосы – ГСП $A \times B = 150 \times 80$ мм, $S = 10$ мм				
6	С параллельными поясами (рисунок 1.1 е)	Верхний пояс – ГСП $A \times B =$ 180×100 мм, $S = 12$ мм	18000	4500	4500	–
		Нижний пояс – ГСП $A \times B =$ 180×100 мм, $S = 12$ мм				
		Раскосы – ГСП $A \times B = 150 \times 80$ мм, $S = 10$ мм				
7	Трапецеидальное (рисунок 1.1 д)	Верхний пояс – швеллер № 12	24000	4500	6000	3000
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				
8	Треугольная (рисунок 1.1 г)	Верхний пояс – швеллер № 12	18000	4500	4500	–
		Нижний пояс – швеллер № 12				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				
9	Полигональная (рисунок 1.1 в)	Верхний пояс – швеллер № 12	30000	4500	6000	3000
		Нижний пояс – швеллер № 12				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				

Окончание таблицы 1.1

10	Сегментная (рисунок 1.1 а)	Верхний пояс – ГСП А = 180×180 мм, S = 14 мм	24000	3000	6000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 180×180 мм, S = 14 мм				
		Раскосы – ГСП А = 180×180 мм, S = 10 мм				
11	С параллельными поясами (рисунок 1.1 е)	Верхний пояс – швеллер № 16	36000	4500	6000	–
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				
12	Трапецеидальное (рисунок 1.1 д)	Верхний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм	12000	4500	3000	3000
		Нижний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А = 100×100 мм, S = 8 мм				
13	Треугольная (рисунок 1.1 б)	Верхний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм	18000	4500	3000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А = 100×100 мм, S = 8 мм				
14	Полигональная (рисунок 1.1 в)	Верхний пояс – швеллер № 14	22500	6000	4500	4500
		Нижний пояс – швеллер № 14				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				
15	Сегментная (рисунок 1.1 а)	Верхний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм	12000	4500	3000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А = 100×100 мм, S = 8 мм				
16	С параллельными поясами (рисунок 1.1 е)	Верхний пояс – ГСП А = 180×100 мм, S = 14 мм	36000	4500	6000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 180×100 мм, S = 14 мм				
		Раскосы – ГСП А = 180×100 мм, S = 10 мм				
17	Трапецеидальная (рисунок 1.2 д)	Верхний пояс – швеллер № 16	24000	6000	6000	4500
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнопо- лочный № 8/5				
18	Треугольная (рисунок 1.2 г)	Верхний пояс – ГСП А×В = 150×100 мм, S = 10 мм	12000	4500	3000	–
		Нижний пояс – ГСП А×В = 150×100 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А×В = 150×80 мм, S = 10 мм				



Швеллер

(сталь горячекатанная
швеллерная, ГОСТ 8240-97)

Номер проф.	Размеры, мм						Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	Z ₀ , мм
	h	b	d	t	R	R ₁			
5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	11,6
6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	12,4
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	13,1
10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,9	8,59	14,4
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,3	10,4	15,4
14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,6	12,3	16,7
14а	140	62	4,9	8,7	8,0	3,0	17,0	13,3	18,7
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	14,2	18,0
16а	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5	15,3	20,0
18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,7	16,3	19,4
18а	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,2	17,4	21,3
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,4	18,4	20,7
20а	200	80	5,2	9,7	9,5	4,0	25,2	19,8	22,8
22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,7	21,0	22,1
22а	220	87	5,4	10,2	10,0	4,0	28,8	22,6	24,6
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,6	24,00	24,2
24а	240	95	5,6	10,7	10,5	4,0	32,9	25,8	26,7
27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,2	27,7	24,7
30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,5	31,8	25,2
33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,5	36,5	25,9
36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,4	41,9	26,8
40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,5	48,3	27,5

Рисунок 1.6 – Размеры швеллера ГОСТ 8240-97

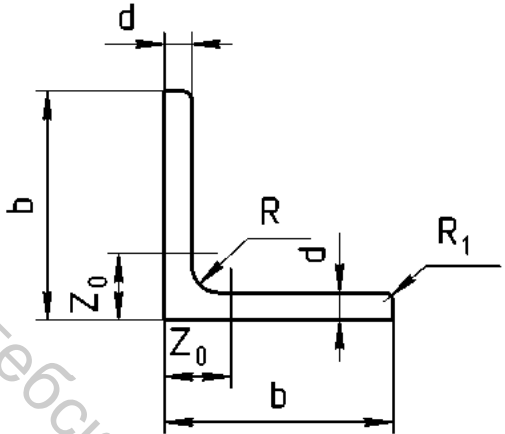
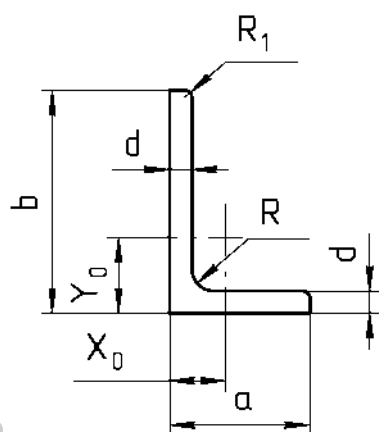
 Уголок равнополочный (сталь прокатная угловая равнополочная, ГОСТ 8509-86)							
Номер проф.	Наименование				Площадь сечения, см ²	Масса 1 м, кг	Z ₀ , мм
	b	d	R	R ₁			
6,3	63	5	7,0	2,3	6,13	4,81	17,4
		6			7,28	5,72	17,8
7	70	7	8,0	2,7	9,42	7,39	19,9
		8			10,70	8,37	20,2
7,5	75	6	9,0	3,0	8,78	6,89	20,6
		7			10,10	7,96	21,0
		8			11,50	9,02	21,5
		9			12,80	10,10	21,8
8	80	6	9,0	3,0	9,38	7,36	21,9
		7			10,80	8,51	22,3
		8			12,30	9,85	22,7
9	90	6	10,0	3,3	10,60	8,33	24,3
		7			12,30	9,64	24,7
		8			13,90	10,90	16,9
10	100	8	12,0	4,0	15,60	12,20	27,5
		10			19,20	15,10	28,3
		12			22,80	17,90	29,1
11	110	7	12,0	4,0	15,20	11,90	29,6
		8			17,20	13,50	30,0
12,5	125	10	14,0	4,6	24,30	19,10	34,5
		12			28,90	22,70	35,3
		14			33,40	26,20	36,1
14	140	10	14,0	4,6	27,30	21,50	38,2
		12			32,50	25,50	39,0
18	180	12	16,0	5,3	42,20	33,10	48,9

Рисунок 1.7 – Размеры уголка равнополочного ГОСТ 8509-86

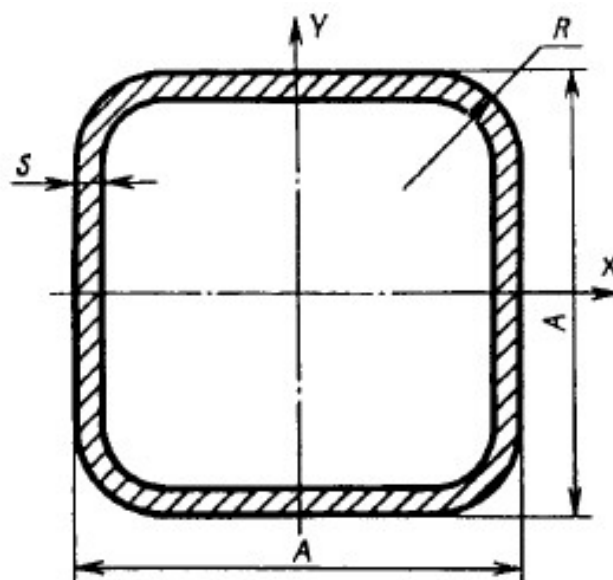


Уголок неравнополочный

(сталь прокатная угловая
неравнополочная, ГОСТ 8510-86)

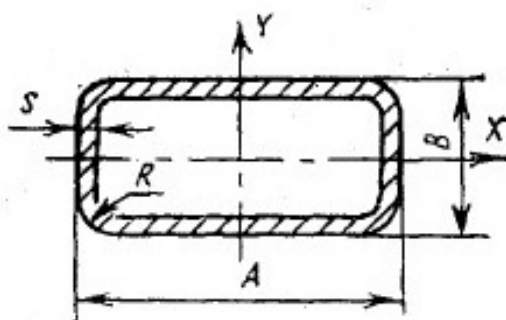
Номер проф.	Размеры, мм					Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	Y ₀ , мм	X ₀ , мм
	b	a	d	R	R ₁				
6,3/4	63	40	6	7,0	2,3	5,90	4,63	21,2	9,9
			8			7,68	6,03	22,0	10,7
7,5/5	75	50	5	8,0	2,7	6,11	4,79	23,9	11,7
			6			7,25	5,69	24,4	12,1
			8			9,47	7,43	25,2	12,9
8/5	80	50	5	8,0	2,7	6,36	4,09	26,0	11,3
			6			7,55	9,02	26,5	11,7
9/5,6	90	56	5,5	9,0	3,0	7,86	6,17	29,2	12,6
			6			8,54	6,70	29,5	12,8
			8			11,48	8,77	30,4	13,6
10/6,3	100	63	7	10,0	3,3	11,10	8,70	32,8	14,6
			8			12,60	9,87	33,2	15,0
			10			15,50	12,10	24,7	15,8
11/7	110	70	6,5	10,0	3,3	11,40	9,98	35,5	15,8
			8			13,90	10,90	36,1	16,4
12,5/8	125	80	7	11,0	3,7	14,10	11,00	40,1	18,0
			8			16,00	12,50	40,5	18,4
			10			19,10	15,50	41,4	19,2
			12			23,40	18,30	42,2	20,0
14/9	140	90	8	12,0	4,0	18,00	14,10	44,9	23,3
			10			22,20	17,50	45,8	21,2
16/10	160	100	10	13,0	4,3	25,30	19,80	52,3	22,8
			12			30,00	23,80	53,2	23,6
			14			34,70	27,30	54,0	24,3
20/12,5	200	125	12	14,0	4,7	37,89	29,74	65,4	28,3

Рисунок 1.8 – Размеры уголка неравнополочного ГОСТ 8510-86



Наружный размер A , мм	Толщина стенки s , мм	Площадь сечения, см^2	Масса 1 м, кг	Момент инерции, $\text{см}^4 \approx$	Момент сопротивле- ния, $\text{см}^3 \approx$
				$I_x = I_y$	$W_x = W_y$
110	6,0	24,34	19,11	433,59	78,83
	7,0	28,00	21,98	488,14	88,75
	8,0	31,54	24,76	538,11	97,84
	9,0	34,97	27,45	583,63	106,11
120	6,0	26,74	20,99	572,94	95,49
	7,0	30,80	24,18	647,09	107,85
	8,0	34,74	27,27	715,66	119,28
	9,0	38,57	30,28	778,82	129,80
140	6,0	31,54	24,76	935,19	133,60
	7,0	36,40	28,57	1061,44	151,63
	8,0	41,14	32,29	1179,83	168,55
	9,0	45,77	35,93	1290,58	184,37
150	7,0	39,20	30,77	1322,44	176,32
	8,0	44,34	34,81	1472,85	196,38
	9,0	49,37	38,75	1614,37	215,25
	10,0	54,28	42,61	1747,21	232,96
180	8,0	53,94	42,34	2634,06	292,67
	9,0	60,17	47,23	2900,49	322,28
	10,0	66,28	52,03	3153,95	350,44
	12,0	78,17	61,36	3623,01	402,56
	14,0	89,59	70,33	4043,41	449,27

Рисунок 1.9 – Форма и размеры ГСП
(трубы стальные квадратные ГОСТ 8639-82)



A	B	S	Площадь сечения, см ²	Масса м, кг	Момент инерции, см ⁴ ≈		Момент сопротивления, см ³ ≈	
мм					I _x	I _y	W _x	W _y
140	60	5	18,57	14,58	112,9	436,2	37,65	62,31
		6	21,94	17,22	128,8	503,9	42,95	71,99
		7	25,20	19,78	142,8	565,6	47,60	80,80
		8	28,34	22,25	154,9	621,5	51,64	88,78
	80	5	20,57	16,15	219,2	527,3	54,80	75,33
		6	24,34	19,11	252,6	611,7	63,15	87,39
		7	28,00	21,98	282,8	689,6	70,71	98,51
		8	31,54	24,76	310,1	761,1	77,53	108,7
	120	6	29,14	22,88	650,9	827,3	108,5	118,2
		7	33,60	26,37	736,5	937,4	122,7	133,9
		8	37,94	29,78	816,1	1040	136,0	148,6
		9	42,17	33,10	889,9	1135	148,3	162,3
150	80	6	25,54	20,05	269,1	727,1	67,27	96,95
		7	29,40	23,08	301,6	821,0	75,39	109,5
		8	33,14	26,01	303,9	907,6	82,73	121,0
		9	36,77	28,86	357,2	987,1	89,32	131,6
		10	40,28	31,62	380,7	1060	95,18	141,3
	100	6	27,94	21,93	451,6	851,6	90,32	131,5
		7	32,20	25,28	509,2	964,2	101,8	128,6
		8	36,34	28,53	562,3	1069	112,5	142,5
		9	40,37	31,69	611,0	1166	122,2	155,5
		10	44,28	34,76	655,4	1256	131,1	167,5
180	80	7	33,60	26,37	357,7	1306	89,42	145,1
		8	37,94	29,78	393,4	1449	98,35	161,1
		9	42,17	33,10	425,7	1583	106,4	175,9
		10	46,28	36,33	454,7	1707	113,7	189,7
		12	54,17	42,52	503,6	1926	125,9	214,0
	100	8	41,14	32,29	664,1	1686	132,8	187,4
		9	45,77	35,98	723,1	1846	144,6	205,2
		10	50,28	39,47	777,4	1996	155,5	221,8
		12	58,97	46,29	872,3	2265	174,5	251,7
	150	8	49,14	38,57	1714	2279	228,7	253,2
		9	54,77	42,99	1883	2505	251,1	278,3
		10	60,28	47,32	2041	2720	272,2	302,2
		12	70,97	55,71	2331	3114	310,8	346,0

Рисунок 1.10 – Форма и размеры ГСП
(трубы стальные прямоугольные ГОСТ 8645-68)

2 ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Дерево как строительный материал, прочный, лёгкий по массе и в обработке, с низкой теплопроводностью, возможностью защиты от загнивания, возгорания и различных вредителей, поражающих конструкции и изделия, стало одним из распространённых строительных материалов.

Деревянные конструкции в гражданском строительстве применяются в виде деревянных сборных домов заводского изготовления, ферм с подвесным потолком, чердачных и междуэтажных перекрытий в малоэтажных жилых домах и др.; в промышленном и сельскохозяйственном строительстве – в виде несущих и ограждающих конструкций неосновного производства, а также в подсобных и складских зданиях.

Древесина широко применяется для таких вспомогательных сооружений как опалубка, подмости, леса. Как правило, в строительстве используются хвойные породы: сосна, ель, пихта, кедр, а также отдельные виды лиственных пород. В строительных конструкциях используют древесину не только в естественном виде, но и в виде различных изделий. Древесина используется в виде лесо- и пиломатериалов. Строительные лесоматериалы представлены на рисунке 2.1.

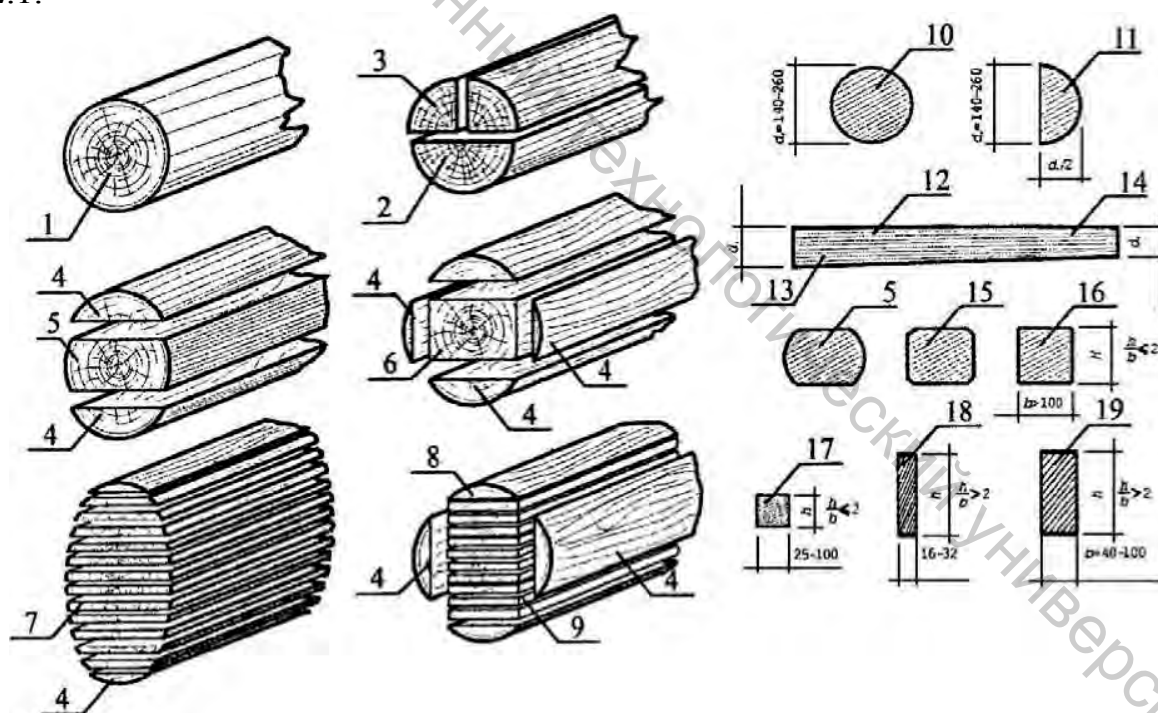


Рисунок 2.1 – Лесо- и пиломатериалы: 1, 10 – бревно, 2, 11 – пластина, 3 – четвертина, 4, 8 – горбыли, 5 – лежень, 6 – четырёхкантный брус, 7 – необрезные доски (доски с обзолом), 9 – обрезная доска, 12 – изменение диаметра бревна и пластины по длине, 13 – комель, 14 – верхний отруб, 15 – полуобрезной брус (брус с обзолом), 16 – брус, 17 – брусок, 18 – тонкая доска, 19 – толстая доска

Наиболее распространённый типоразмер деревянных строительных материалов:

– сортament бревен (таблица 2.1);

Таблица 2.1 – Сортament бревен

Категория	Толщина (диаметр), см	Градация по толщине, см
Мелкие	6–13	1
Средние	14–24	2
Крупные	более 25	3

– квадратный брус – квадрат со стороной 130–250 мм, с градацией по стороне 10 мм;

– прямоугольный брус – $b/h \leq 2$ ($h = 130–250$ мм; $b = 130–230$ мм), с градацией по сторонам 10 мм.

Длина деревянных строительных материалов 3,5–6,5 м с градацией через 0,5 м.

Изделия из древесины – это стены, перегородки, перекрытия, стропила, прогоны, балки, фермы, колонны и др. Пиломатериал является заготовкой для столярных изделий – шпунтованных досок, плинтусов, наличников, паркета, строительной фанеры и др. При создании деревянных конструкций приходится соединять брёвна, брусья и доски между собой. Изготовление составных конструкций вызвано ограниченностью сортамента материалов как по размерам поперечного сечения, так и по их длине. Желание иметь конструкцию повышенной несущей способности, жёсткости и нужной длины вызывает необходимость использования различного вида соединений (рис. 2.2–2.6):

– **наращивание, сращивание** (или стыки) – для увеличения длины;

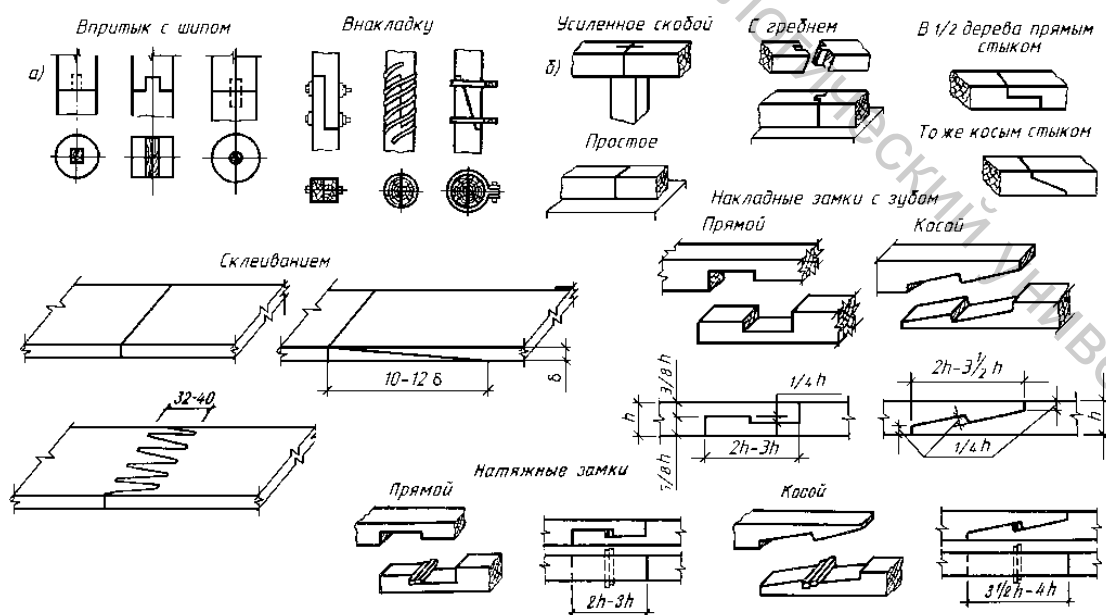


Рисунок 2.2 – Сращивание брёвен, брусьев и досок

– *сплачивание* – для увеличения поперечного сечения конструкции.

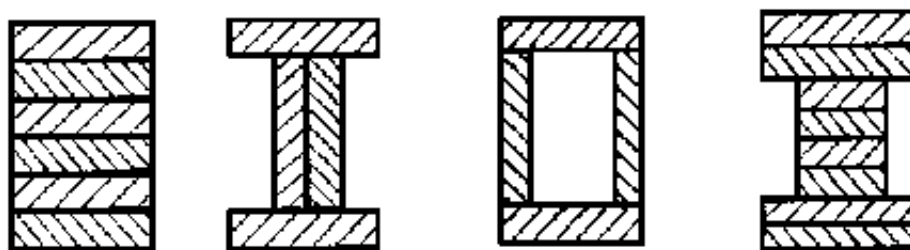


Рисунок 2.3 – Соединение сплачиванием

Врубками и упорами называют соединения, в которых усилия передаются непосредственно упором, приторцовыванием друг к другу брёвен, брусьев или досок. Соединённые на врубках и упорах элементы скрепляют вспомогательными связями-болтами, хомутами, скобами и т. п.

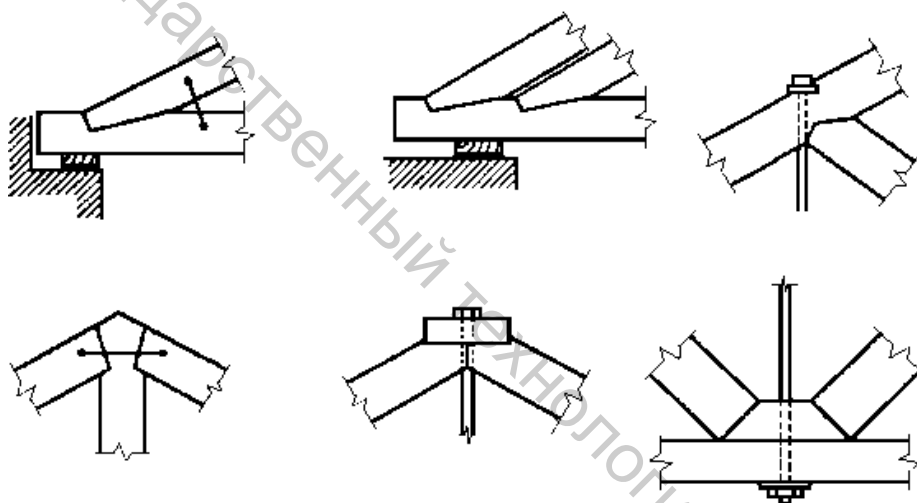


Рисунок 2.4 – Соединения на врубках (вверху) и упорах (внизу)

Нагелями называют стержни или пластинки, которые препятствуют взаимному сдвигу сплачиваемых элементов, при этом сами нагели работают преимущественно на изгиб. Нагели бывают цилиндрические и пластинчатые. Цилиндрические нагели представляют собой стержни круглого или трубчатого сечения. Чаще применяются нагели из стали: штыри (стержни из арматурной стали), трубки, болты, гвозди, винты (шурупы и глухари). Штыри и болты закладывают в плотные гнёзда (диаметр отверстия равен диаметру нагеля), просверленные на всю толщину пакета сплачиваемых элементов. Шурупы и глухари заворачивают в предварительно просверлённые отверстия меньшего диаметра, а гвозди и металлические зубчатые пластины (коннекторы) забивают в цельную древесину.

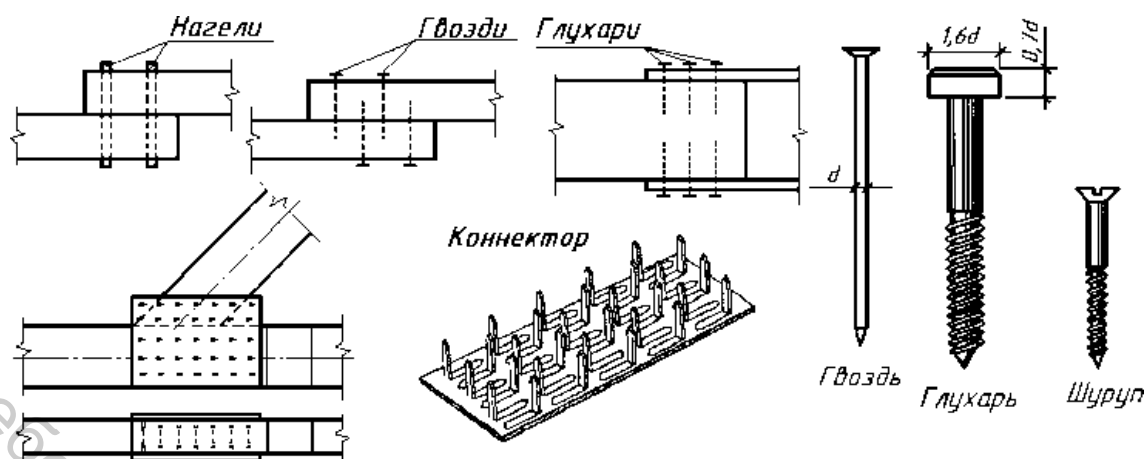


Рисунок 2.5 – Некоторые нагельные соединения

Шпонки представляют собой вкладыши, которые, работая на сжатие, препятствуют взаимному сдвигу сплавляемых элементов. В деревянных конструкциях используют деревянные и металлические шпонки.

Клеевые соединения применяют как при сплачивании или наращивании конструктивных элементов, так и для получения угловых соединений. На рисунке 2.6 показаны различные виды клеевых соединений: по пласти (а), по кромке (б), смешанное (в), впрыток (г), на «ус» (д), «зубчатый шип» с выходом на пласт (е) и с выходом на кромку (ж), угловое на «зубчатый шип» (з).

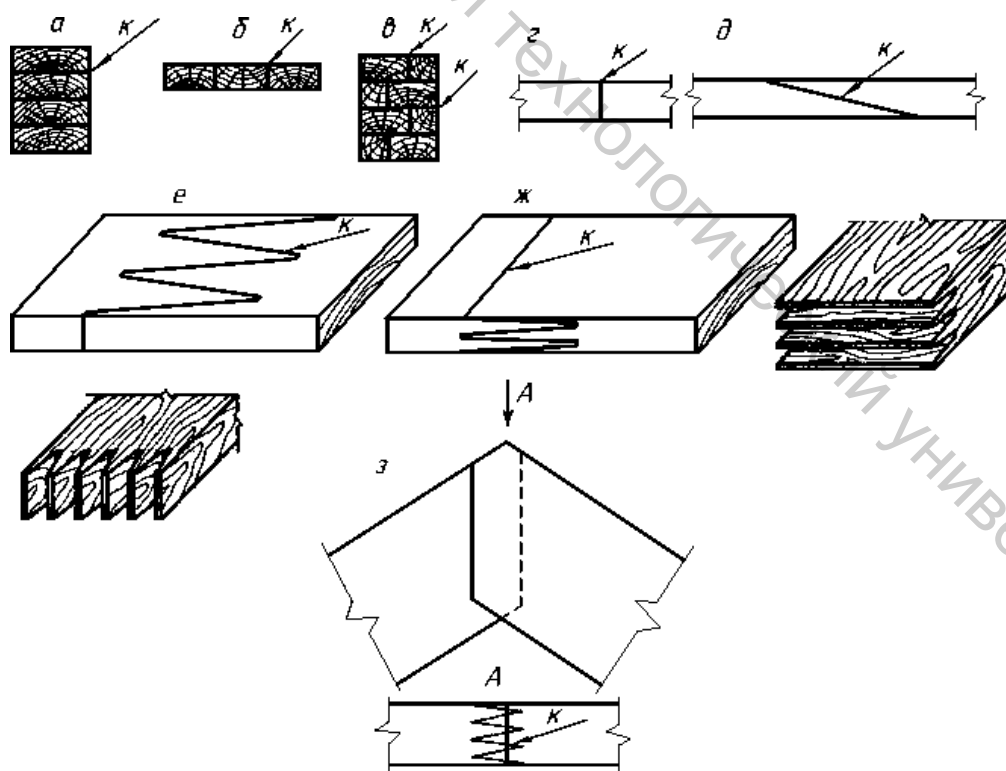


Рисунок 2.6 – Клеевые соединения

В практике строительства очень часто приходится выполнять сборку элементов конструкции на строительной площадке, при выполнении которой применяют механические рабочие связи (болты, нагели, глухари и т. п.). Это говорит о том, что нельзя ограничиться каким-либо одним видом соединений, даже если оно и самое надёжное и прогрессивное.

Стяжные болты применяют для соединения отдельных элементов деревянных конструкций или для усиления какого-либо вида соединений. Диаметр их должен быть не менее 12 мм. Для этих болтов используют квадратные или круглые шайбы. Длина стороны или диаметр шайбы должны быть не менее 3,5 диаметров болта, а толщина – не менее 0,25 диаметра болта.

Последовательность построения отдельного узла фермы следующая:

1. Схема фермы выполняется в масштабе 1:100.
2. Узлы и детали выполняются в масштабе 1:4 (1:2).
3. Сначала тонкими линиями толщиной 0,3–0,4 мм вычерчивают геометрические оси элементов фермы. При вычерчивании геометрических осей элементов фермы следует осевые линии, сходящихся в узле, пересекать в одной точке.
4. Затем вдоль осей в соответствии с размерами деревянных строительных материалов вычерчивают элементы узла фермы.
5. Элементы фермы (пояса, раскосы и стойки) соединяют с помощью врубок, нагелей, упоров.....
6. Далее вычерчивают дополнительные виды, разрезы, сечения.
7. Вычерчивается аксонометрия узла.
8. После выполнения графической части работы проставляют размеры.

На чертежах узлов сохраняют такое положение элементов, которое задано на главном виде или разрезе конструкции. В случае необходимости, кроме ортогональных проекций, вычерчивают аксонометрию узла. На чертежах узлов проставляют следующие размеры: между осями основных конструктивных элементов, между осями соединяющих элементов, а также размеры этих элементов; габариты элементов узла (накладок, шпонок, прокладок и т. п.). Пример узла деревянной фермы представлен на рисунке 2.7.

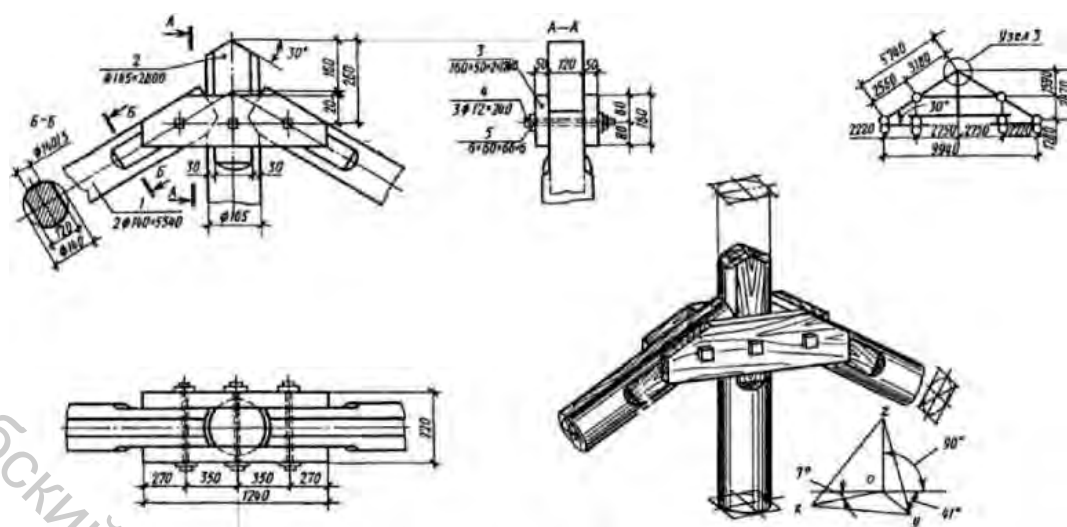


Рисунок 2.7 – Пример узла деревянной фермы

Задания по теме «Деревянные конструкции». В соответствии с выбранным вариантом (таблица 2.2) студент должен выполнить: схему фермы, чертежи 2 узлов (соединения узлов выбрать самостоятельно), аксонометрию фермы. По выбранному в задании виду соединения выполнить эскиз и аксонометрию соединения деревянной конструкции. Очертания поясов ферм представлены на рисунке 2.8.

ОЧЕРТАНИЯ ПОЯСОВ ФЕРМ

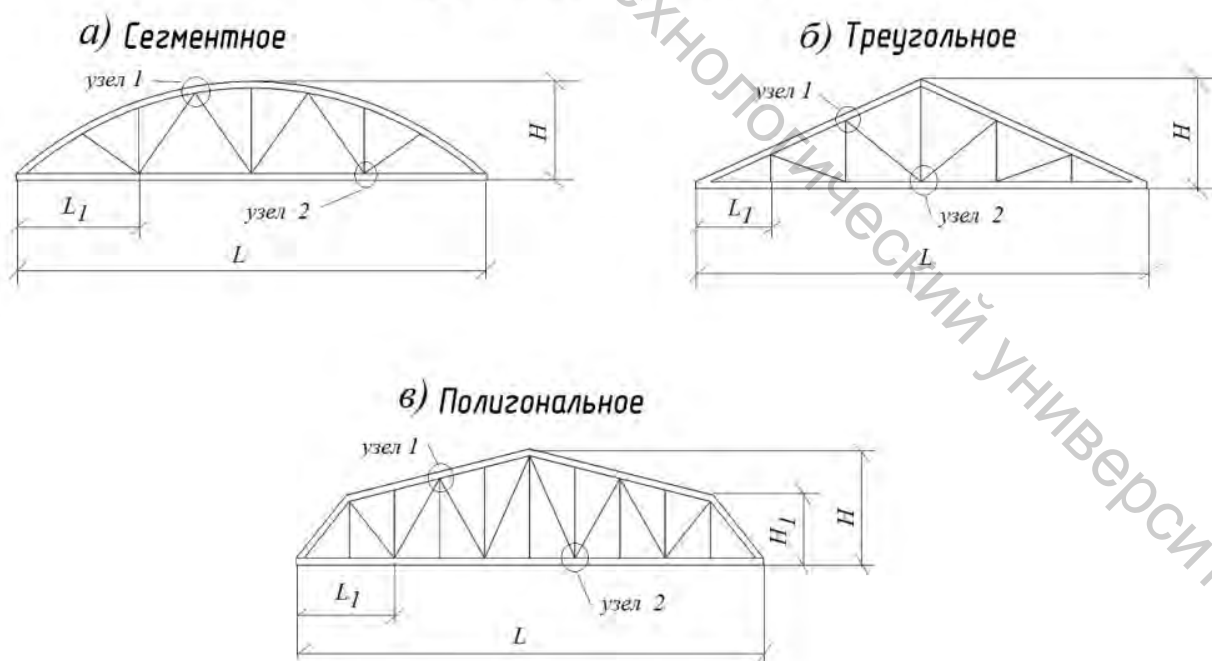


Рисунок 2.8 – Очертания поясов деревянных ферм

Таблица 2.2 – Задания по теме «Деревянные конструкции»

№ варианта	Параметры фермы						Параметры соединения		
	Тип фермы (рис. 2.1)	Размеры, мм				Материал, мм	Схема соедине- ния	Материал, мм	Вид
		L	H	L_1	H_1				
1	Сегментная	18000	3000	4500	–	прямоугольный брус 250×220		прямоугольный брус 250×220	Соединение врубкой
2	Треугольная	15000	2500	2500	–	квадратный брус 200×200		квадратный брус 200×200	Соединение нагельями
3	Полигональная	12000	3000	2400	2000	прямоугольный брус 240×210		прямоугольный брус 240×210	Соединение кле- евое
4	Сегментная	24000	4000	6000	–	прямоугольный брус 230×190		квадратный брус 190×190	Соединение замком
5	Треугольная	18000	3000	3000	–	квадратный брус 250×250		прямоугольный брус 230×190	Соединение врубкой
6	Полигональная	15000	4000	2500	3000	прямоугольный брус 220×200		прямоугольный брус 220×200	Соединение нагельями
7	Сегментная	30000	5000	7500	–	прямоугольный брус 210×180		прямоугольный брус 210×180	Соединение кле- евое
8	Треугольная	24000	4000	4000	–	квадратный брус 220×220		бревно Ø 270 мм	Соединение замком
9	Полигональная	18000	4500	3000	3600	прямоугольный брус 200×170		квадратный брус 220×220	Соединение врубкой
10	Сегментная	18000	3000	4500	–	прямоугольный брус 250×230		прямоугольный брус 250×230	Соединение нагельями
11	Треугольная	15000	2500	2500	–	квадратный брус 250×250		квадратный брус 250×250	Соединение кле- евое
12	Полигональная	12000	3000	2400	2000	прямоугольный брус 200×180		бревно Ø 240	Соединение замком
13	Сегментная	24000	4000	6000	–	прямоугольный брус 240×220		квадратный брус 180×180	Соединение врубкой

Окончание таблицы 2.2

14	Треугольная	18000	3000	3000	–	квадратный брус 180×180			Соединение нагелями
15	Полигональная	15000	4000	2500	3000	прямоугольный брус 240×200		Прямоугольный брус 240×200	Соединение кле- евое
16	Сегментная	30000	5000	7500	–	прямоугольный брус 250×200		Прямоугольный брус 250×200	Соединение замком
17	Треугольная	24000	4000	4000	–	квадратный брус 210×210		Прямоугольный брус 230×200	Соединение врубкой
18	Полигональная	18000	4500	3000	3600	прямоугольный брус 230×200		квадратный брус 210×210	Соединение нагелями

3 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Железобетонная конструкция, как следует из самого названия, представляет собой сочетание двух различных по своим механическим характеристикам материалов – железа (стали) и бетона. Бетон при затвердевании прочно сцепляется со сталью, и под действием внешних сил оба материала работают совместно. Бетон предохраняет заключенную в нем сталь от коррозии. Металл увеличивает прочность конструкции при работе на изгиб, растяжение и кручение, что позволяет создавать протяжённые и габаритные конструкции.

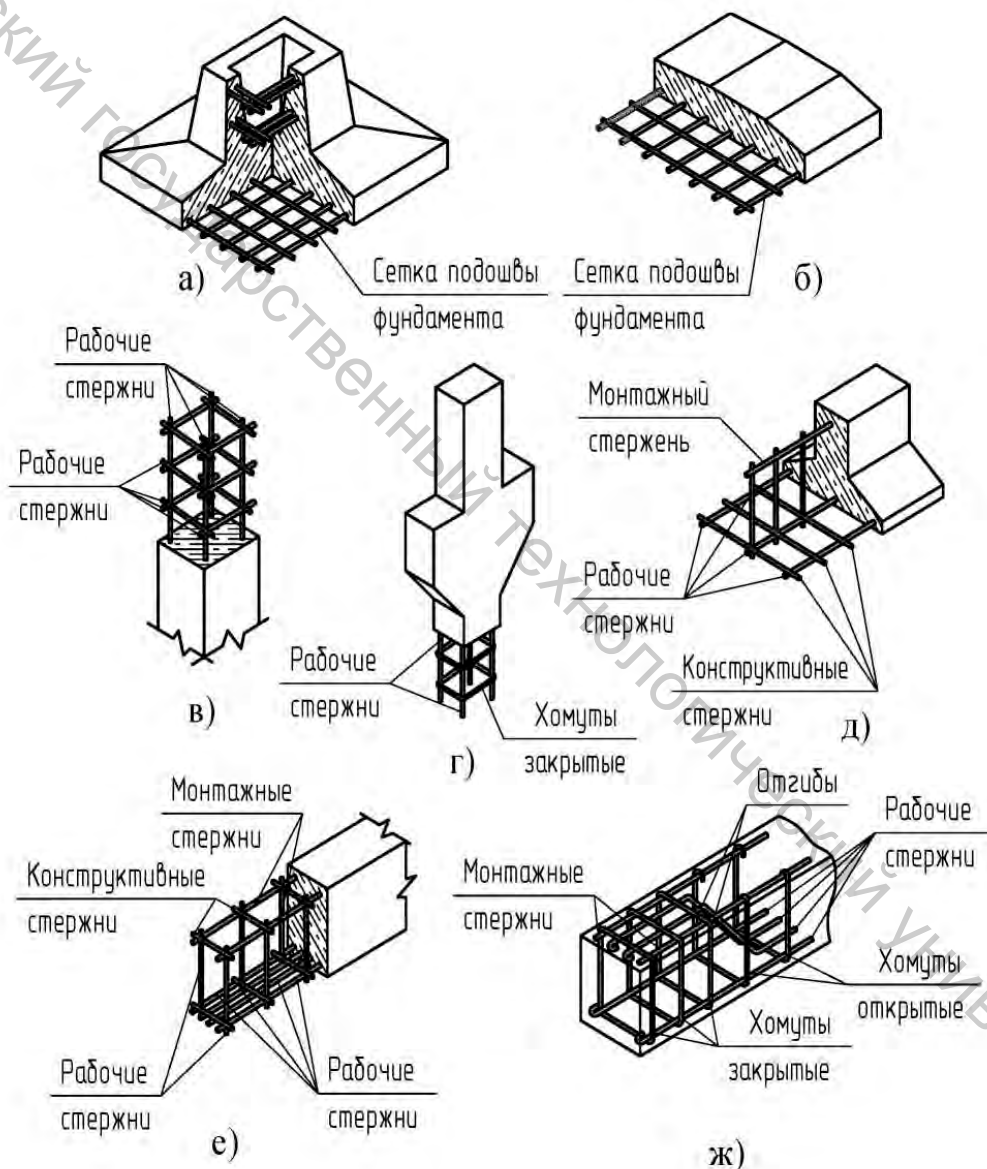


Рисунок 3.1 – Типовые железобетонные изделия и их армирование:
а, б – фундаменты; в, г – колонны; д, е, ж – балки

Фундаменты воспринимают нагрузки, возникающие в надземных частях, и передают давление от этих нагрузок на основание.

По характеру конструктивного решения различают ленточные, столбчатые, свайные и сплошные фундаменты. По технологии возведения фундаменты разделяются на монолитные и сборные.

Столбчатые сборные фундаменты состоят из подколонника (башмака стаканного типа) и фундаментных плит (рис. 3.2).

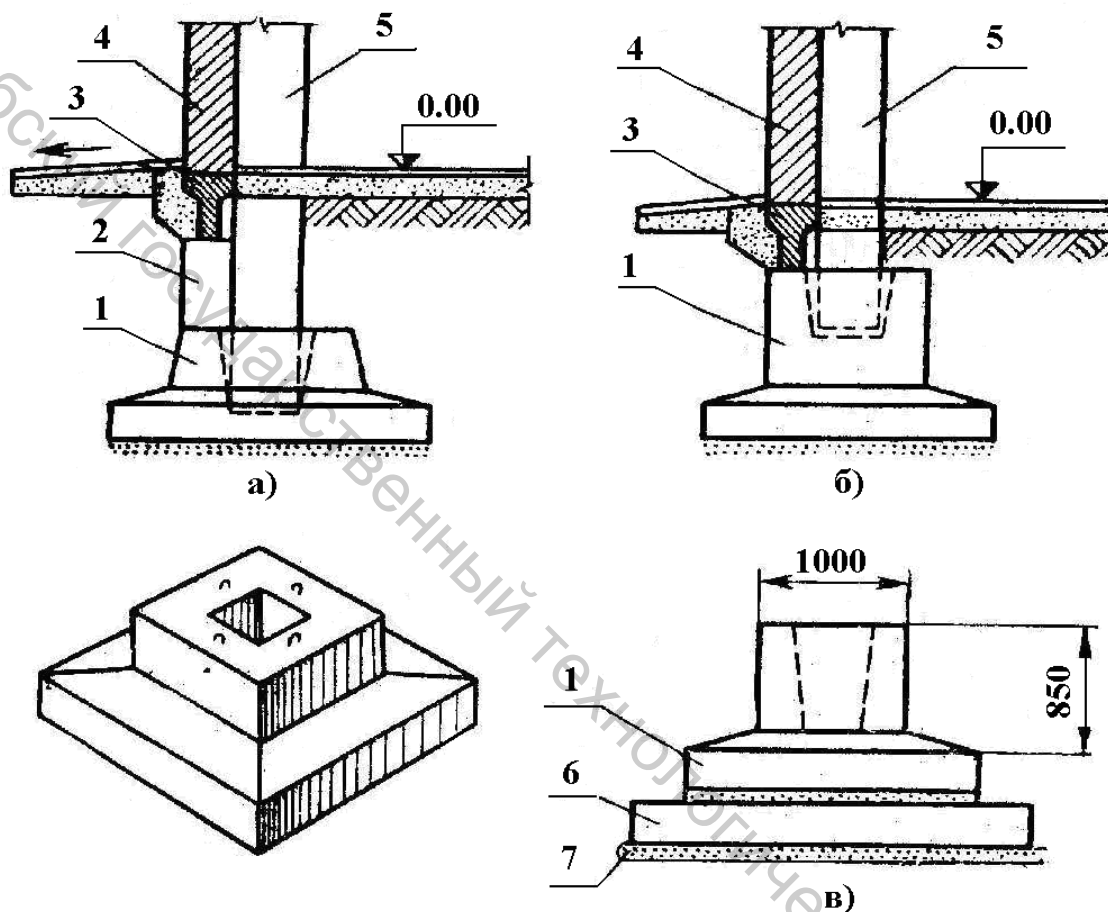


Рисунок 3.2 – Сборные железобетонные фундаменты стаканного типа под колонны (а – стаканного типа; б – с повышенным стаканом; в – составной фундамент): 1 – фундамент (башмак); 2 – бетонный столбик; 3 – фундаментная балка; 4 – самонесущая стена; 5 – колонна; 6 – плита; 7 – бетонная подготовка)

Таблица 3.1 – Фундаменты марки ФА

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Размеры фундамента в мм				
		Нф	a	a1, (a2)	B	b1, (b2)
	ФА25	1500	2400	1800	1500	1500
	ФА26	1800				
	ФА27	2400				
	ФА28	3000				
	ФА31	1500	2400	1800	1800	1800
	ФА32	1800				
	ФА33	2400				
	ФА34	3000				
	ФА37	1500	2700	1800	1800	1800
	ФА38	1800				
	ФА39	2400				
	ФА40	3000				
	ФА43	1500	3000	2100	1800	1800
	ФА44	1800				
	ФА45	2400				
	ФА46	3000				

Колонны – вертикальные несущие элементы каркаса (рис. 3.3). По расположению в зданиях различают колонны крайних (примыкающие к стенам) и средних рядов. Колонны могут быть бесконсольными и консольными. Применяют следующие унифицированные размеры сечений прямоугольных колонн: 400×400, 400×600, 400×800, 500×500, 500×600 и 500×800 мм.

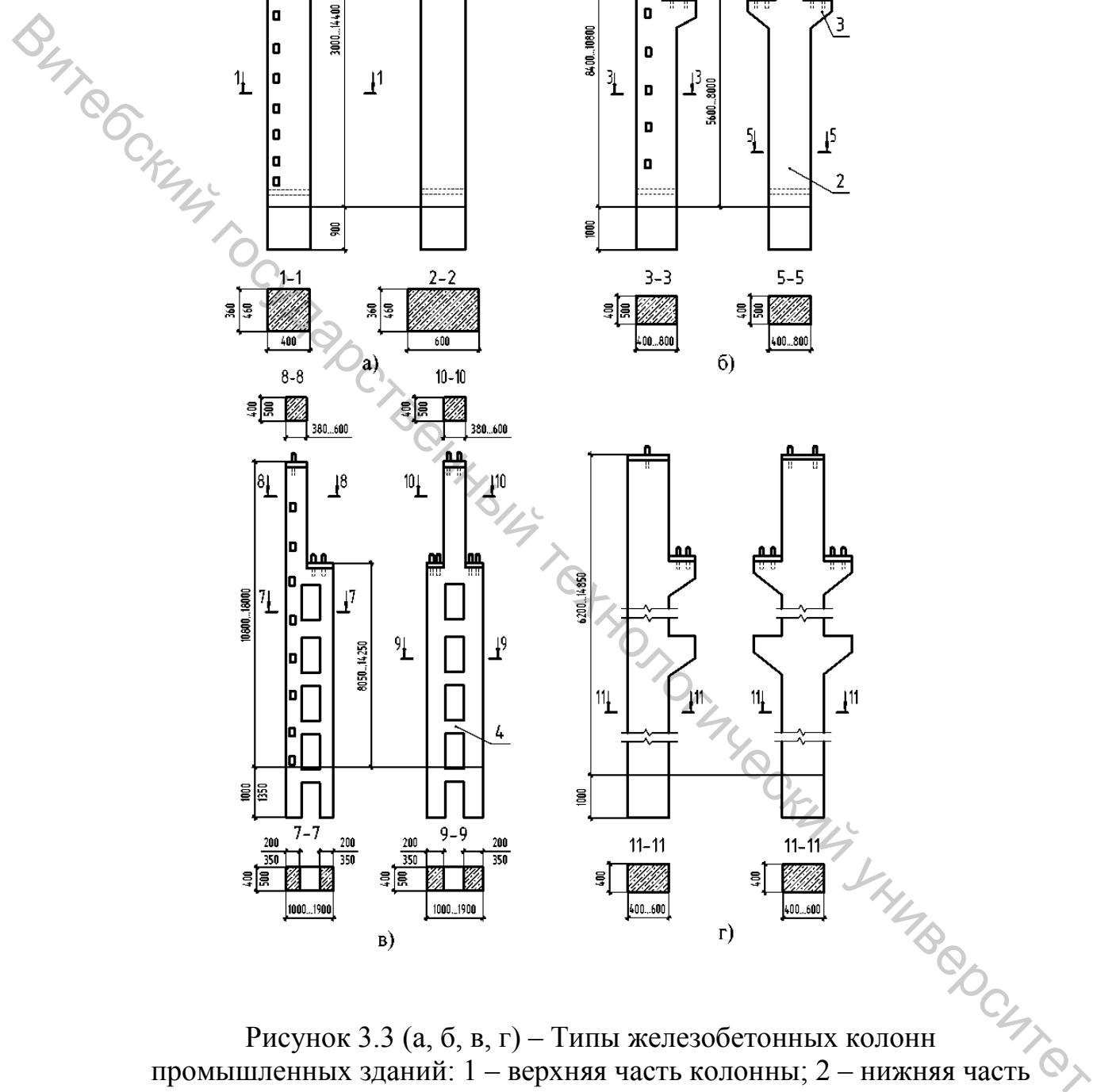


Рисунок 3.3 (а, б, в, г) – Типы железобетонных колонн промышленных зданий: 1 – верхняя часть колонны; 2 – нижняя часть колонны; 3 – консоль; 4 – распорка

Плиты междуэтажных перекрытий выпускают ребристые и плоские с пустотами. Основные плиты имеют ширину от 1000 до 3000 мм, доборные – 590 и 740 мм. Высоту ребристых плит принимают равной 400 мм, а пустотных – 220 мм (рис. 3.4).

Железобетонные ребристые плиты междуэтажных перекрытий и покрытий – горизонтальные конструкции зданий каркасного типа, обеспечивающие в сочетаниями с балками (ригелями) или фермами деление здания на этажи или перекрытие верхнего этажа (рис. 3.4).

Плиты перекрытий имеют ребристую конструкцию с продольными и поперечными рёбрами. Номенклатурой предусмотрены ребристые железобетонные плиты размерами 1,5×6, 3×6 и 3×12 м, доборная плита междуэтажного перекрытия имеет ширину 0,75 м. Кроме того, плиты бывают двух видов: корытного и лоткового. Межколонные лотковые настилы в торцах имеют вырезы трапецевидной формы для пропуска колонн. Высота плит междуэтажных перекрытий составляет 400 мм.

Для зданий предприятий лёгкой и текстильной промышленности применяются, как правило, бесчердачные покрытия с плоскими конструктивными элементами. Высота плит покрытия при длине 6 м составляет 300 мм, а при длине настилов 12 м – 450 мм. Плиты укладываются на балки или фермы и крепятся путём сварки металлических закладных деталей в плитах и балках (фермах). Швы между плитами замоноличиваются цементным раствором.

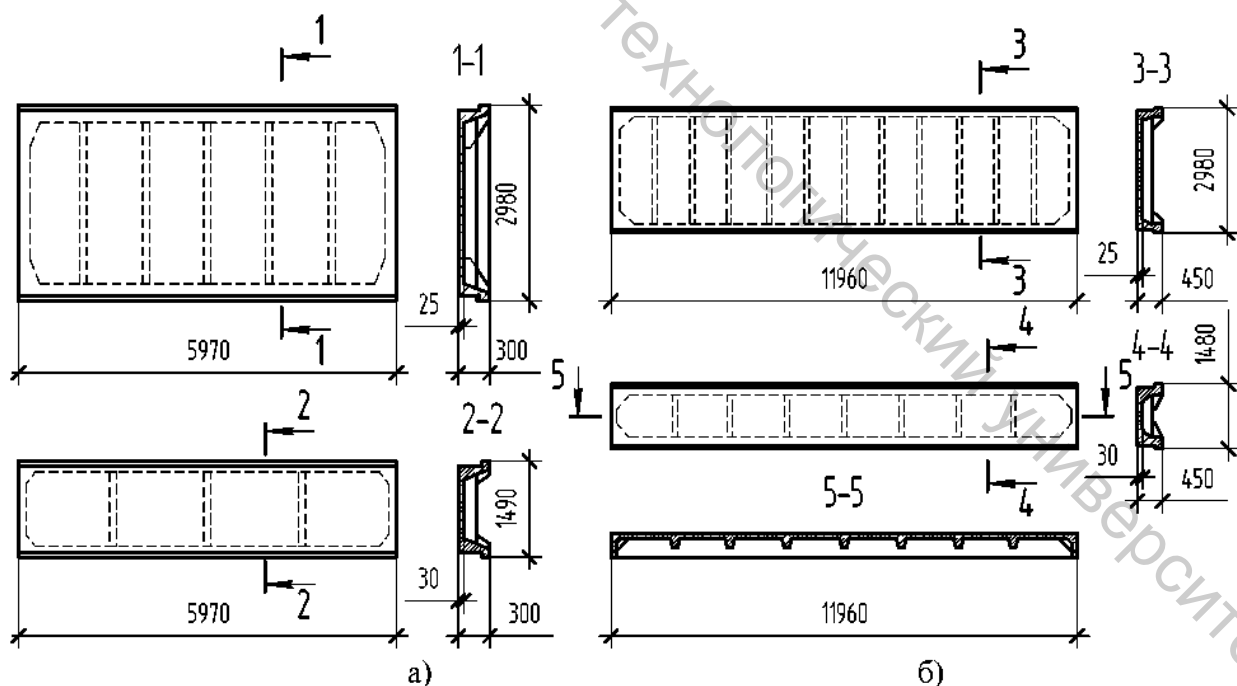


Рисунок 3.4 – Железобетонные плиты покрытий: а – ребристые размером 3×6 и 1,5×6 м; б – то же, 3×12 и 1,5×12 м

Таблица 3.2 – Задания по теме «Железобетонные конструкции». Выполнить аксонометрическую схему конструкции с вырезом $\frac{3}{4}$ (масштаб 1:50).

№ п/п	Тип железобетонной конструкции и размеры, мм		
	фундамент стаканного типа*	колонна, длина×ширина×высота (l×b×h)**	плита ребристая, длина×ширина×высота (l×b×h)***
1	ФА25	400×400×9580, рис. 3.3 (а)	5970×1490×400, рис. 3.4 (а)
2	ФА26	400×400×12430, рис. 3.3 (б)	5970×2980×400, рис. 3.4 (б)
3	ФА27	600×400×11230, рис. 3.3 (в)	5950×1485×400, рис. 3.4 (а)
4	ФА28	300×300×5650, рис. 3.3 (г)	5550×740×400, рис. 3.4 (б)
5	ФА31	300×300×4890, рис. 3.3 (а)	5050×740×400, рис. 3.4 (а)
6	ФА32	300×300×11490, рис. 3.3 (б)	11960×2980×450, рис. 3.4 (б)
7	ФА33	400×400×13630, рис. 3.3 (в)	8960×1480×450, рис. 3.4 (а)
8	ФА34	400×400×4920, рис. 3.3 (г)	6280×1490×400, рис. 3.4 (б)
9	ФА37	500×500×13630, рис. 3.3 (а)	5970×2960×400, рис. 3.4 (а)
10	ФА38	500×500×5980, рис. 3.3 (б)	5970×2980×300, рис. 3.4 (б)
11	ФА39	600×400×14830, рис. 3.3 (в)	5950×1490×400, рис. 3.4 (а)
12	ФА40	400×400×10170, рис. 3.3 (г)	5550×740×400, рис. 3.4 (б)
13	ФА43	600×400×4780, рис. 3.3 (а)	3280×1490×400, рис. 3.4 (а)
14	ФА44	400×400×6300, рис. 3.3 (б)	2680×1190×300, рис. 3.4 (б)
15	ФА45	600×400×11370, рис. 3.3 (в)	2980×2990×300, рис. 3.4 (а)
16	ФА46	400×400×10920, рис. 3.3 (г)	5970×2980×450, рис. 3.4 (б)
17	ФА25	500×500×7630, рис. 3.3 (а)	5970×1490×300, рис. 3.4 (а)
18	ФА26	500×500×14830, рис. 3.3 (б)	6280×1490×300, рис. 3.4 (б)

* эскиз и размеры фундамента выбирать в таблице 3.1.

** эскиз колонны выбирать по рисунку 3.3.

*** эскиз плиты выбирать по рисунку 3.4.

4 ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Пространственными называют конструкции, работа которых происходит в 3-мерном пространстве. Пространственная форма таких конструкций обеспечивает их жёсткость и устойчивость, что позволяет доводить их толщину до минимальных размеров.

К пространственным конструкциям относят (рис. 4.1): перекрёстно-стержневые системы, своды, складки, купола, оболочки положительной и отрицательной гауссовой кривизны, висячие конструкции, мягкие оболочки. Оболочками называют тела с криволинейной поверхностью, один из размеров которых (толщина) во много раз меньше двух остальных. Чаще всего пространственные конструкции используются в качестве покрытий габаритных зданий. Основное отличие этих конструкций – совмещение несущих и ограждающих функций. Они имеют небольшой вес и высокие архитектурные качества.

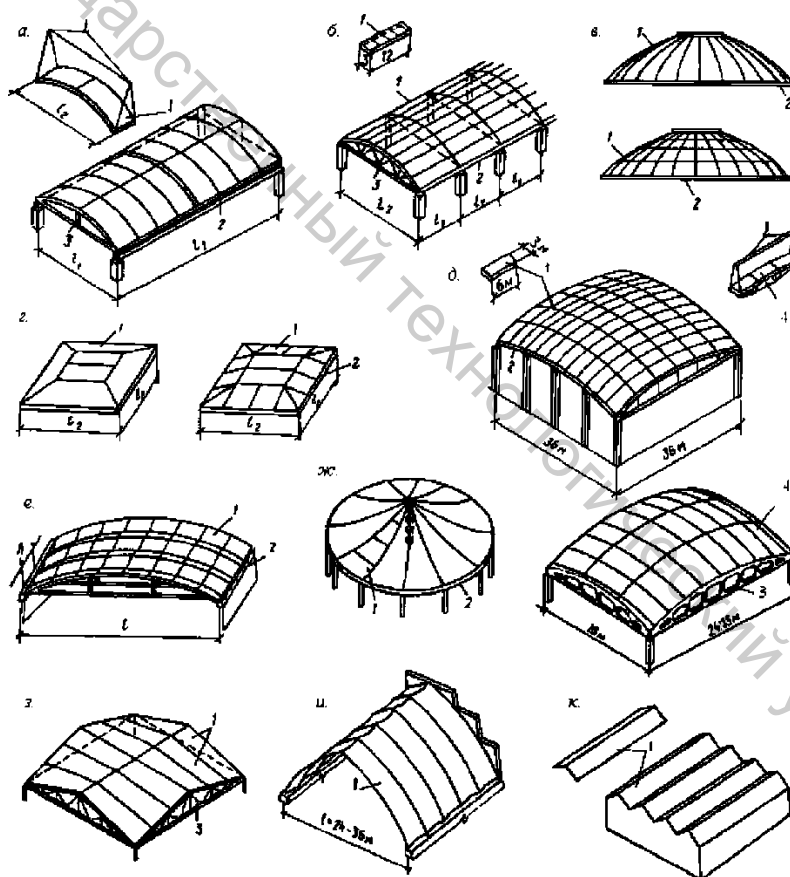


Рисунок 4.1 – Виды пространственных конструкций: *а* – длинная цилиндрическая оболочка из панелей размером 3×6 м, бортовых элементов и диафрагм, монтируемая укрупненными элементами; *б* – то же, короткая из плоских панелей размером 3×12 м и диафрагм; *в* – оболочка вращения из трапециевидных криволинейных или плоских панелей; *г* – шатровые складки из трапециевидных и прямоугольных панелей; *д* – оболочки двойной кривизны из панелей размером 3×6 м, монтируемые укрупненными элементами размером 3×18 м;

е – волнистый свод из плоских панелей; *жс* – шатровая висячая оболочка (со средней опорой) из трапециевидных панелей; *з* – составная оболочка из четырех гиперболических параболоидов, собранных из неплоских панелей размером 3×9 м; *и* – стрельчатый свод-оболочка из гиперболических панелей с торцевой стенкой-диафрагмой; *к* – складчатое покрытие; 1 – панель; 2 – бортовой элемент; 3 – ферма-диафрагма; 4 – монтажный блок размером 3×18 м

Задание: Выполнить построение пространственной конструкции купол, используя инструменты программной среды ArchiCAD.

Построение куполообразной крыши

С помощью геометрического метода **Куполообразная** (Dome)  можно строить как крыши с произвольным числом скатов и ярусов, так и куполообразные крыши. Их построение изучим на примере.

1. Настройте параметры инструмента **Крыша** (Roof) . В **Информационном** **табло** щелкните по кнопке **Куполообразная** (Dome) . Отобразится курсор в виде перекрестия .
2. Курсором инструмента **Крыша** (Roof)  при выбранном геометрическом варианте **Куполообразная** **крыша**  нарисуйте круг радиусом 6000 мм.
3. В вызванном диалоговом окне **Параметры куполов** (Dome Settings) назначьте следующие параметры (рис. 10.28):
 - **Высота** (Height) — высоту купола крыши 6000 мм;
 - **отн. Текущий этаж** (to Current Story) — возвышение базовой линии крыши 3000 мм. При щелчке по небольшой кнопке со стрелкой раскрывается список вариантов высот, относительно которых можно задавать возвышение крыши. Убедитесь, что выбран вариант **Текущий этаж**;
 - **Сегментов по горизонтали** (Horizontal Segments) — число сегментов крыши по горизонтали, равное 3;
 - **Сегментов по вертикали** (Vertical Segments) — число сегментов крыши по вертикали, равное 300;
 - **Толщина крыши** (Roof Thickness) — толщину крыши 100 мм.
4. С помощью трех переключателей устанавливается подрезка торца крыши: соответственно перпендикулярная, вертикальная и горизонтальная подрезка. Выберите первый вариант.

5. Проверьте, что заданы требуемые параметры, и щелкните по кнопке **OK**.

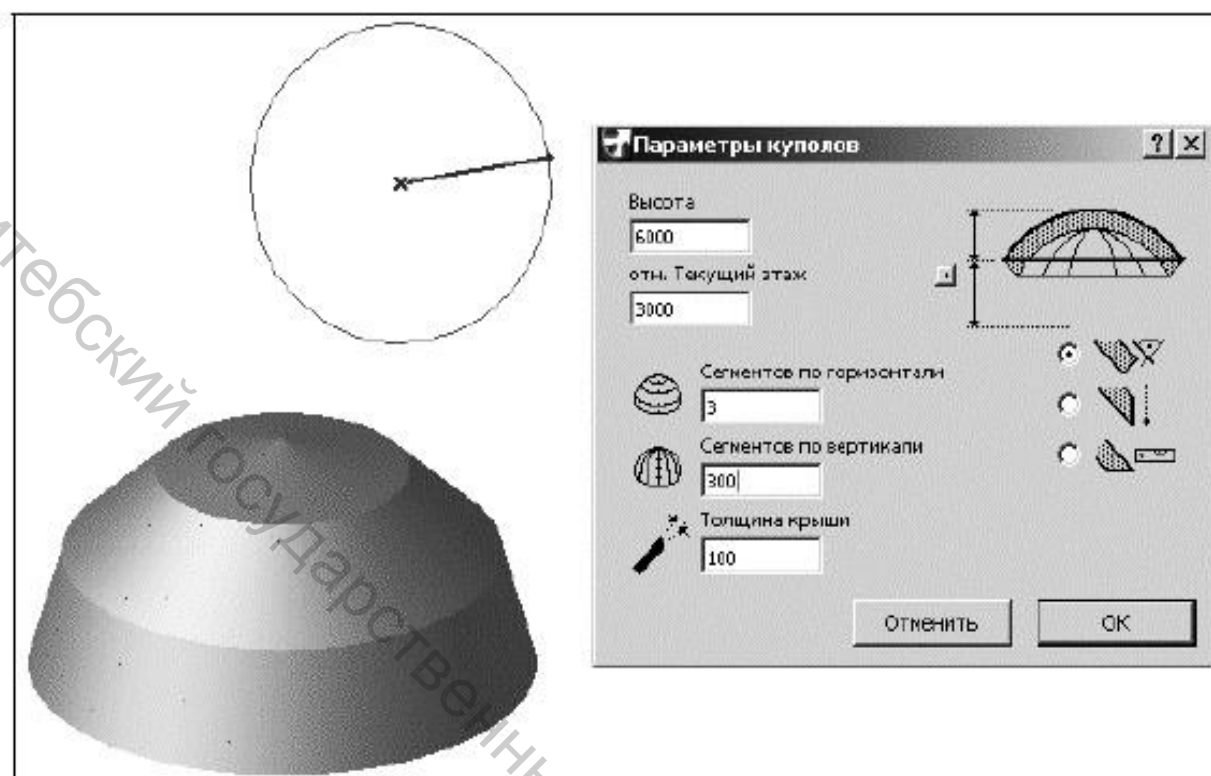


Рис. 10.28. Процесс построения куполообразной крыши

Следует отметить, что таким способом можно строить не только замкнутые круговые крыши, но и дуговые крыши. Кроме того, в качестве куполообразной крыши на плане этажа можно использовать существующий 2D-контур, для указания которого необходимо воспользоваться инструментом **Волшебная палочка** (Magic Wand) .

Построение сводчатой крыши на плане этажа

Для построения сводчатой крыши произвольной формы предназначен геометрический способ **Сводчатая крыша** (Barrel Vaulted) . Построим такую крышу с помощью заранее созданного 2D-контура.

1. Выберите инструмент **Ломаная** (Polyline)  и постройте криволинейный контур, показанный на рис. 10.29 слева вверху.
2. Настройте параметры инструмента **Крыша** (Roof) .

3. В Информационном табло выберите способ построения крыши **Сводчатая крыша** (Barrel Vaulted) .
4. На панели **Панель управления** (Control Box) выберите инструмент **Волшебная палочка** (Magic Wand)  и щелкните им на созданном контуре крыши.
5. После определения контура появляется растягивающийся прямоугольный контур, концы которого соединены с концами кривой. Стороны, соединенные с кривой, определяют направление будущей крыши вдоль ее длины, а перпендикулярная к ним прямая — положение одной из ее боковых сторон.
6. Щелкните в точке 1, чтобы указать начало крыши, а затем в точке 2, чтобы определить ширину крыши.
7. В результате таких действий будет вызвано диалоговое окно **Параметры сводчатых крыш** (Vaulted Roof Settings) для задания общих параметров крыши (рис. 10.29, справа).

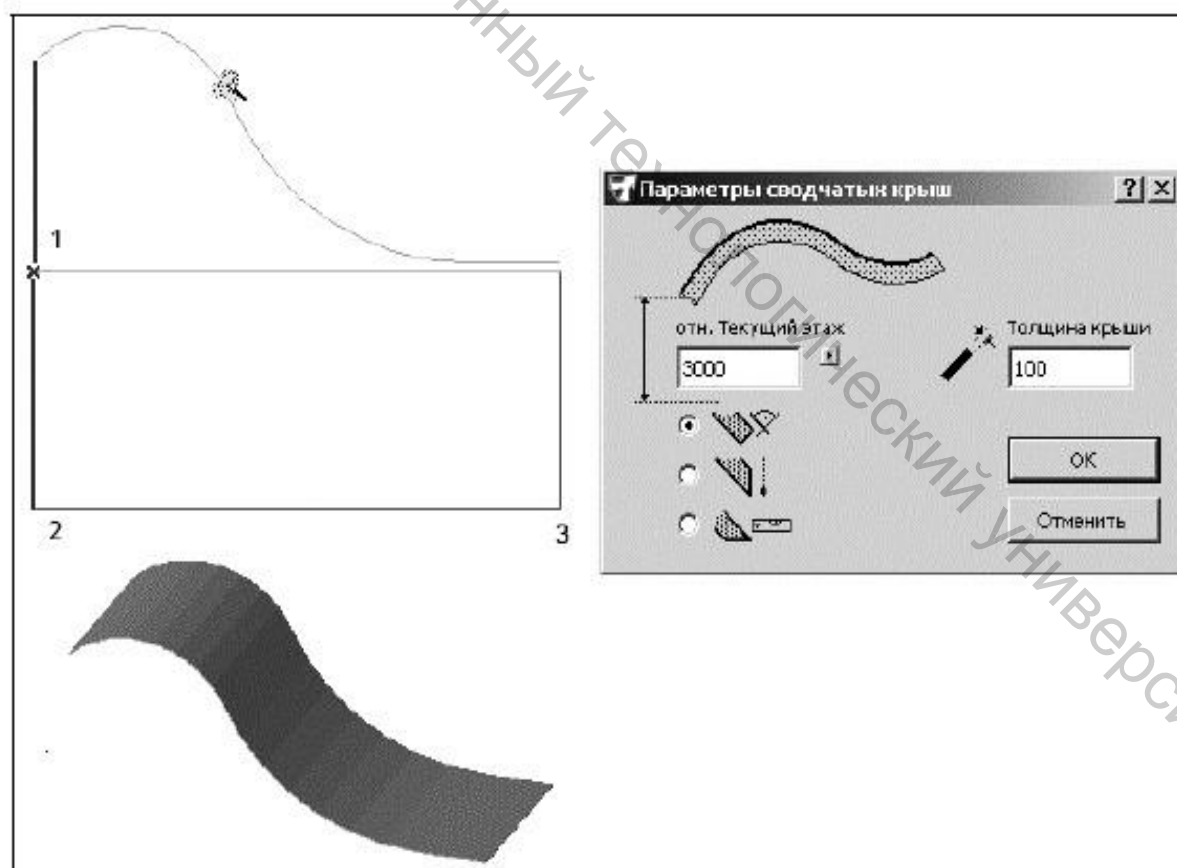


Рис. 10.29. Процесс построения сводчатой крыши

8. Укажите возвышение базовой линии крыши, ее толщину, назначьте вариант подрезки торца крыши и щелкните по кнопке **ОК**. Крыша будет построена.
9. Просмотрите крышу в 3D-окне.

Результат показан на рис. 10.29 внизу.

Сводчатую крышу можно также построить в 3D-окне. Имеется три варианта построения сводчатой крыши в 3D-окне: скругленная, симметричная и крыша неправильной формы.

Построение сводчатой крыши неправильной формы в 3D-окне

В качестве примера построим в 3D-окне сводчатую крышу неправильной формы.

1. Нарисуйте стены здания, показанные на рис. 10.30, вверху.
2. Перейдите в 3D-окно.
3. Настройте параметры инструмента **Крыша (Roof)** .
4. В **Информационном** табло щелкните по кнопке **Сводчатая крыша (Barrel Vaulted)** .
5. Начните построение сечения крыши на одной из секций стены, как показано на рис. 10.30. Для этого щелкните сначала в точке 1, затем в точке 2, определив, таким образом, возвышение и ширину крыши.
6. Появится локальная панель, содержащая геометрические варианты построения сводчатой крыши:
 -  — строит скругленную крышу;
 -  — строит симметричную крышу;
 -  — строит крышу неправильной (произвольной) формы).

Щелкните по кнопке построения крыши неправильной формы .

7. Определите форму крыши в секущей плоскости, произведя столько щелчков, сколько требуется создать плоскостей крыши. В примере это точки 3, 4. Двойным щелчком завершите фиксацию плоскостей крыши.
8. Перемещением курсора в направлении, перпендикулярном к сечению, определите длину крыши и щелчком завершите построение крыши.

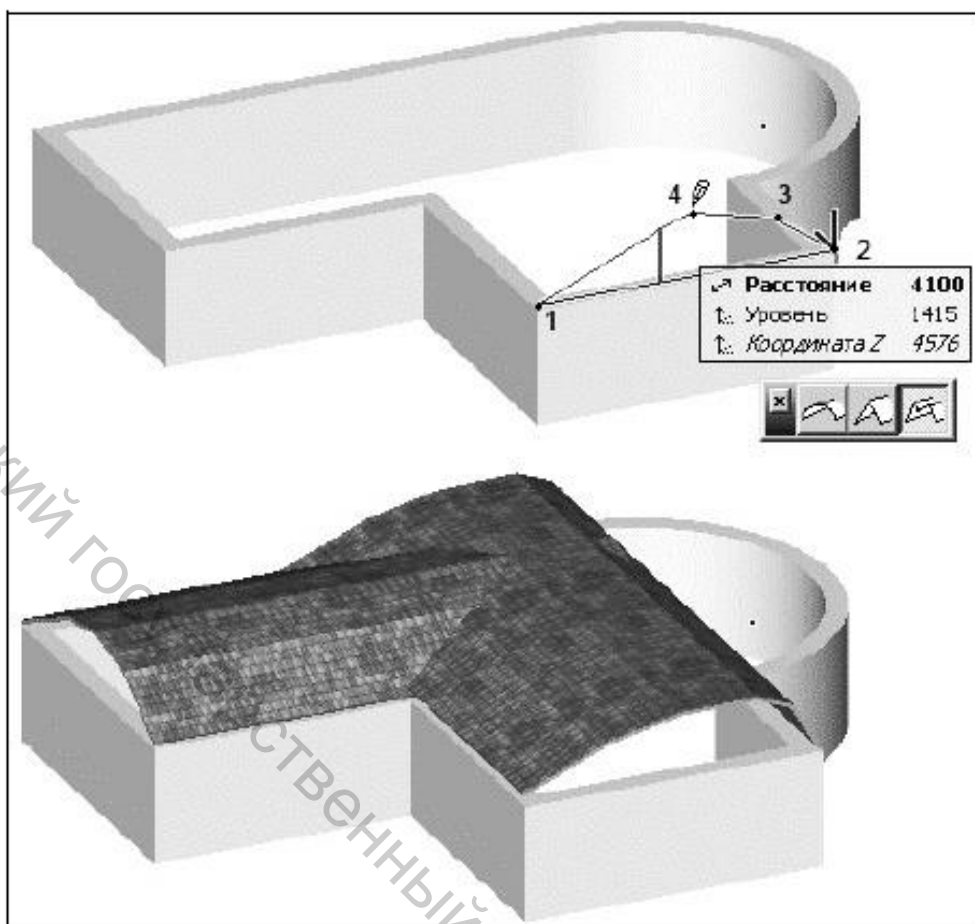


Рис. 10.30. Процесс построения
сводчатой крыши неправильной формы

Результат построения двух крыш произвольной формы показан на рис. 10.30
внизу.

Рисунок 4.2 – Последовательность пространственной конструкции
в среде ArchiCAD

ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектурные конструкции : учебник под ред. З. А. Казбек-Казиева. – М.: Архитектура-С, 2006. – 344 с.
2. Конструкции гражданских зданий : учебник под общ. ред. М. С. Туполева. – М.: Архитектура-С, 2007. – 240 с.
3. Конструкции промышленных зданий : учеб. пособие под общ. ред. А. Н. Попова. – М.: Архитектура-С, 2007. – 304 с.
4. Инженерные конструкции : учеб. пособие для ВУЗов под. общ. ред. В. В. Ермолова. – М.: Высшая школа, 1991. – 408 с.
5. Маилян, Р.Л. Строительные конструкции / Р. Л. Маилян, Д. Р. Маилян, Ю. А. Веселов. – Ростов-на-Дону : Издательство «ФЕНИКС», 2005. – 880 с.
6. Пневматические строительные конструкции / под ред. В. В. Ермолова. – М.: Стройиздат, 1983. – 439 с.
7. СНБ 5.05.01-2000 Деревянные конструкции. – Взамен СНиП II-25-80; введ. 2000–10–04. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2001. – 54 с.
8. СНБ 5.03.01-02 Бетонные и железобетонные конструкции.
9. СНиП II-23-81* Стальные конструкции. – Взамен СНиП II-В.3-72, СНиП II-И.9-62; СН 376-67; введ. 1990–01–01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.
10. СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции. – Взамен СНиП II-24-74; введ. 1988–01–01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 48 с.
11. СТБ 939-93. Окна и балконные двери для зданий и сооружений. Общие технические условия: с изм. 1. – Взамен ГОСТ 11214-86, ГОСТ 12506-81, ГОСТ 16289-86, ГОСТ 21519-84, ГОСТ 23166-78, ГОСТ 23344-78, ГОСТ 24699-81, ГОСТ 24700-81, ГОСТ 25062-81, ГОСТ 25097-82, ГОСТ 26601-85, ГОСТ 27936-88, РСТ БССР 865-87; введ. 1997–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1996. – 35 с. : ил.
12. СТБ 1076-97. Конструкции бетонные и железобетонные фундаментов. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 13579-78, ГОСТ 13580-85, ГОСТ 24022-80, ГОСТ 24476-80, ГОСТ 28737-90 ; введ. 1997–09–02. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1997. – 11 с.
13. ГОСТ 21.101–93. Система проектной документации для строительства. Основные требования к рабочей документации. – Взамен ГОСТ 21.101–79, ГОСТ 21.102–79, ГОСТ 21.103–78, ГОСТ 21.104–79, ГОСТ 21.105–79, ГОСТ 21.201–78, ГОСТ 21.202–78; введ. 1995–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1995. – 46 с. : ил.
14. Жарков, Н. В. AutoCAD 2012. Книга + DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, форматками, дополнениями и видеоуроками AutoCAD / Н. В. Жарков, Р. Г. Прокди, М. В. Финков. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2012. – 624 с. : ил.

Учебное издание

КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания к практическим занятиям

Составители:

Тимонов Иван Афанасьевич
Гречаников Александр Викторович

Редактор *Н.В. Медведева*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *В.А. Слюборова*

Подписано к печати 05.09.2018. Формат 60х90 ¹/₁₆. Усл. печ. листов 2,4.
Уч.-изд. листов 2,7. Тираж 40 экз. Заказ № 237.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.