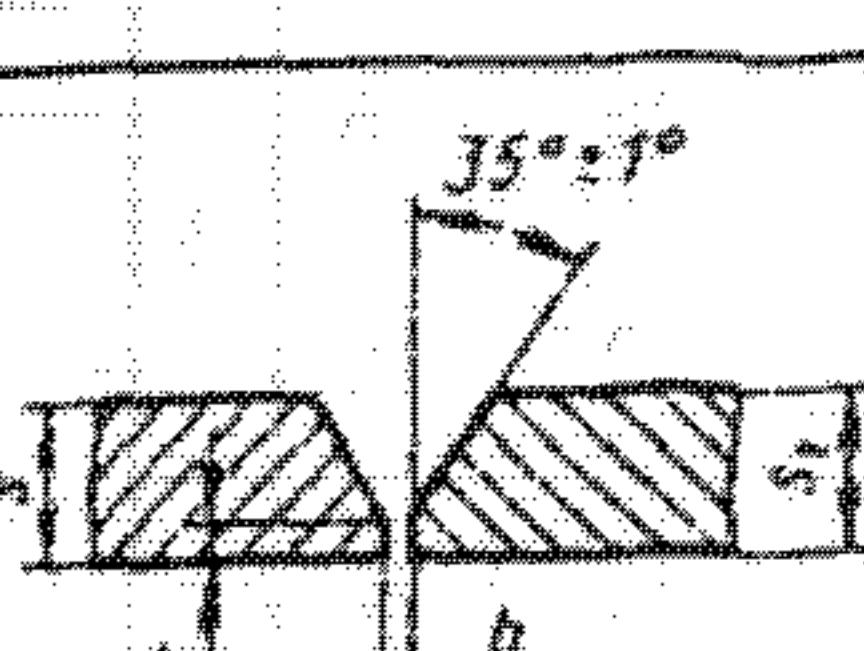
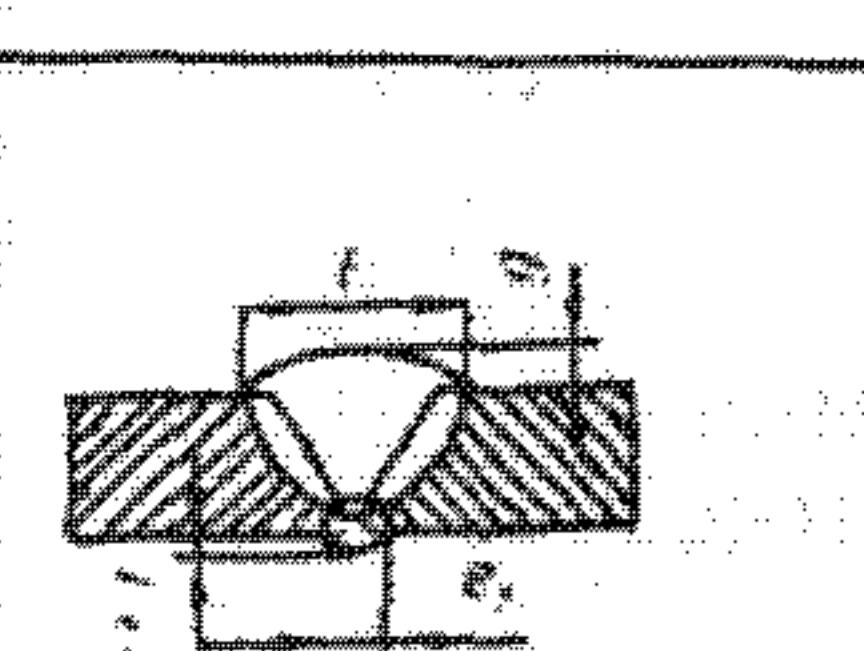
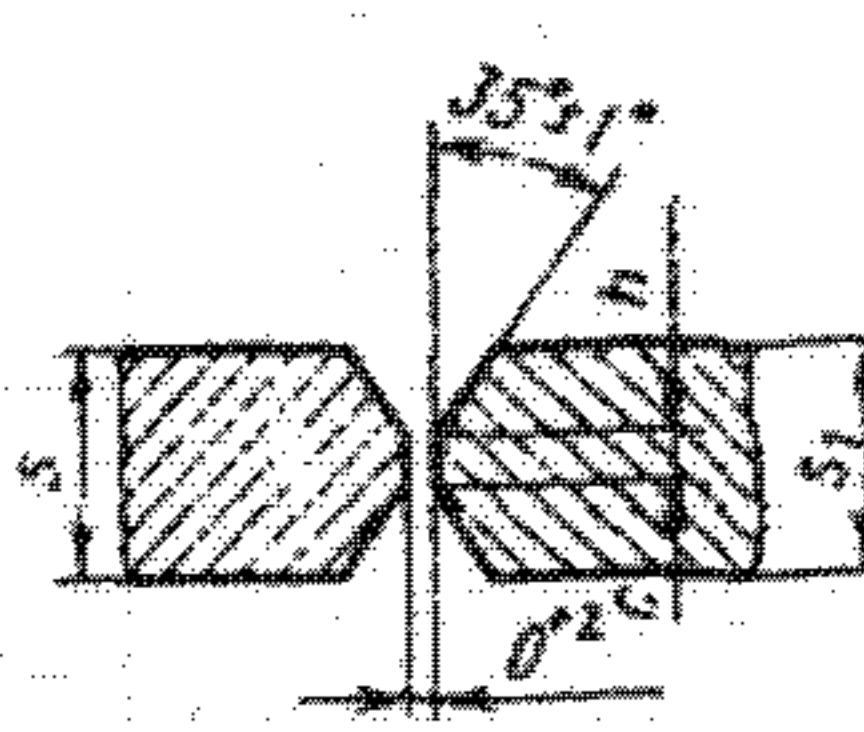
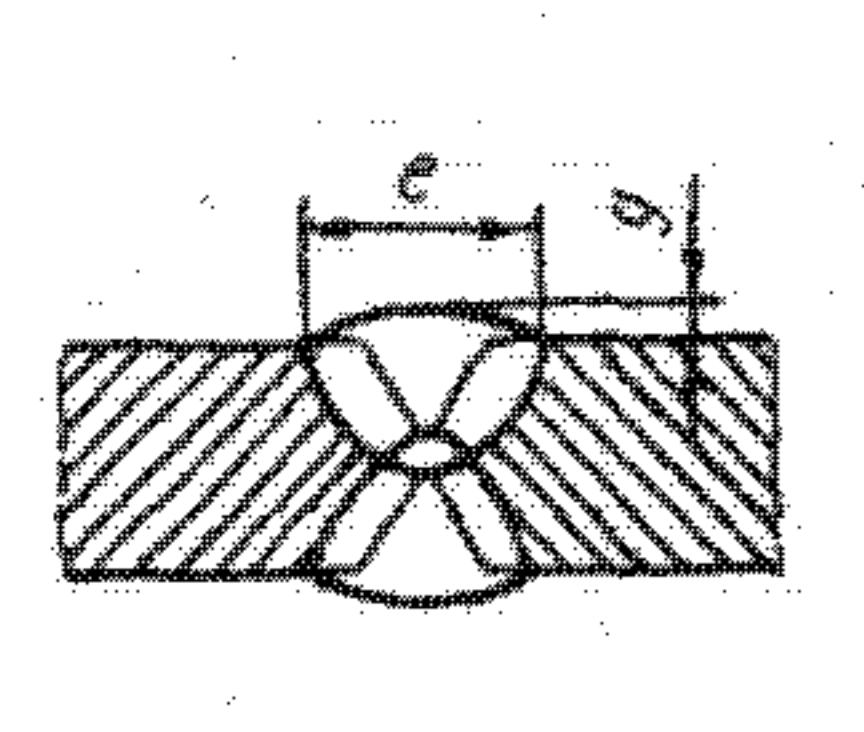
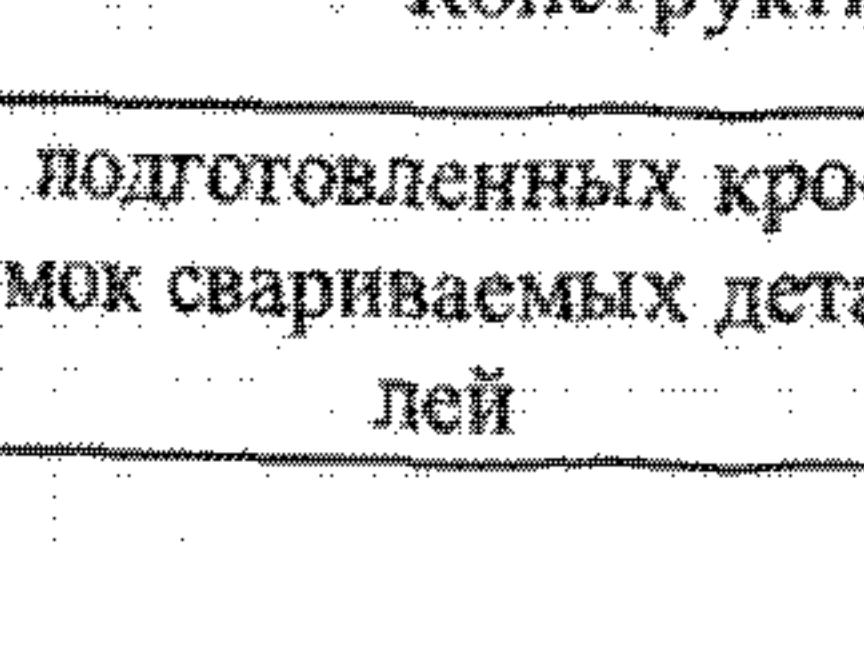
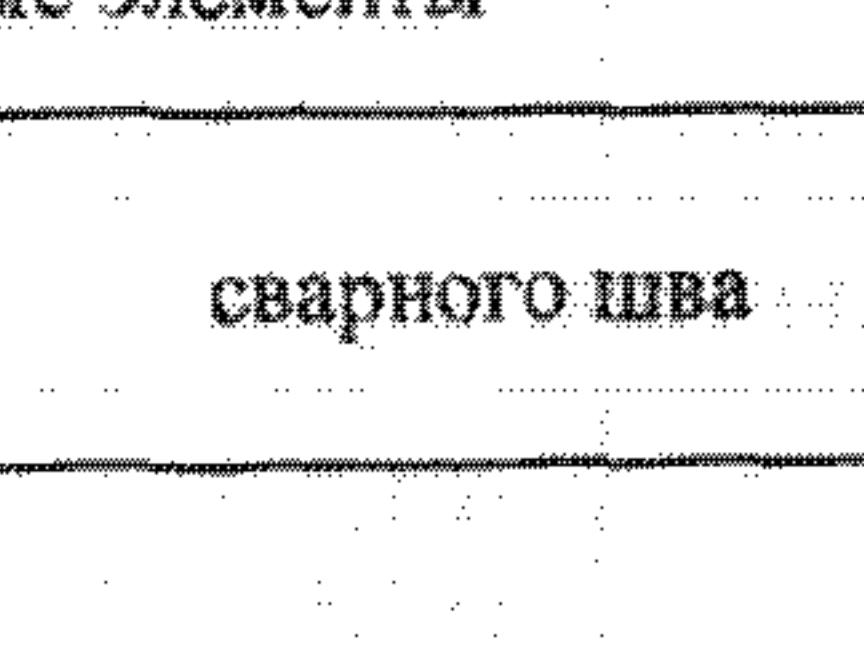
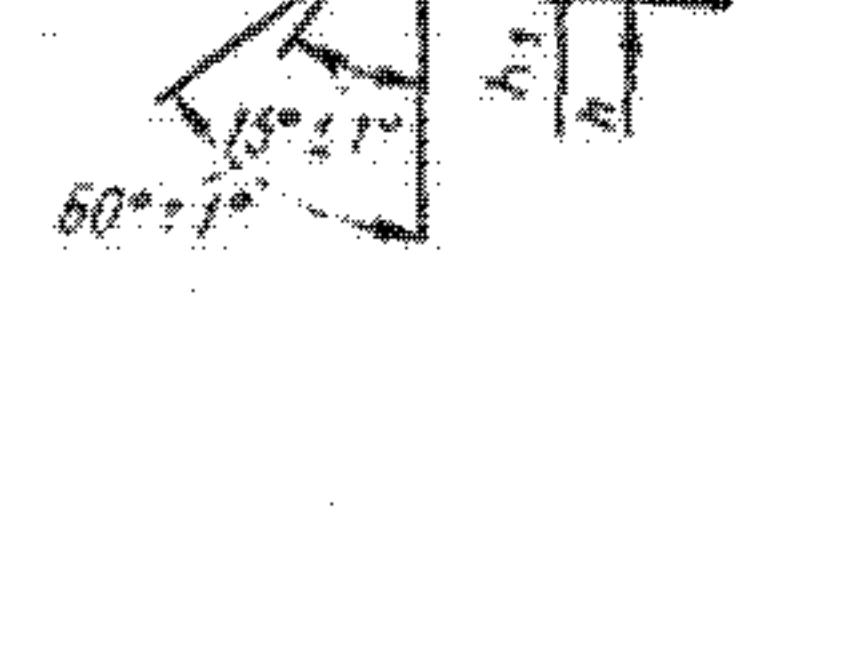
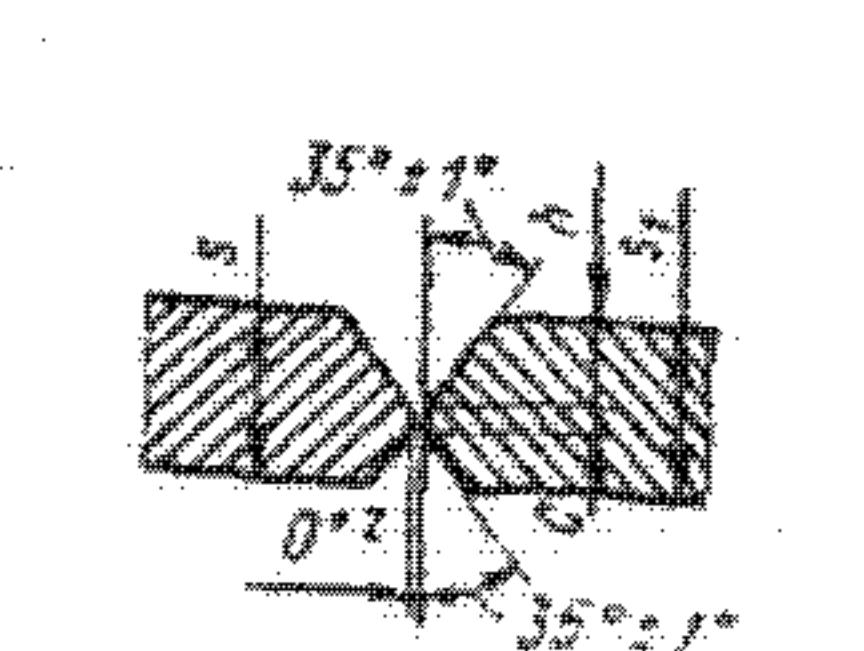
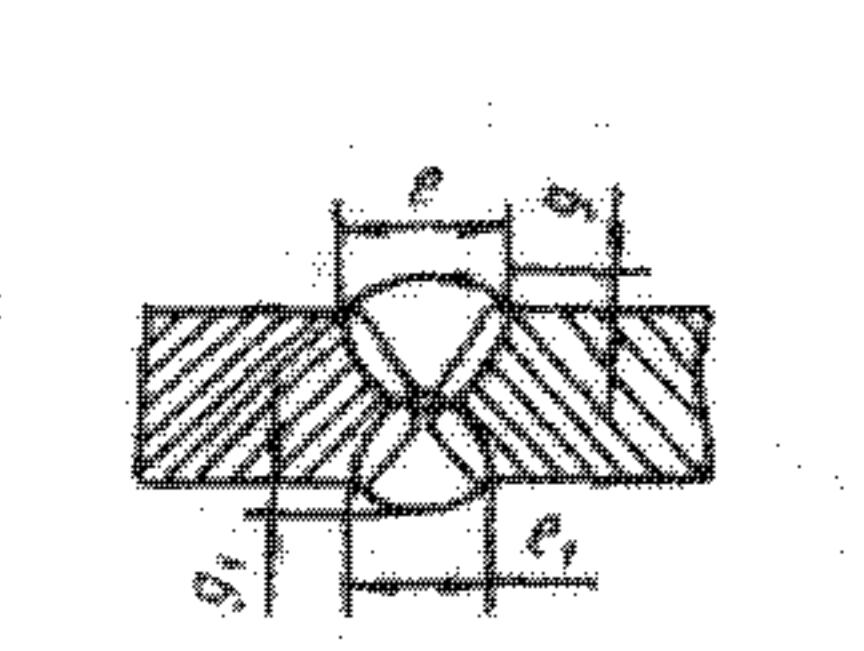
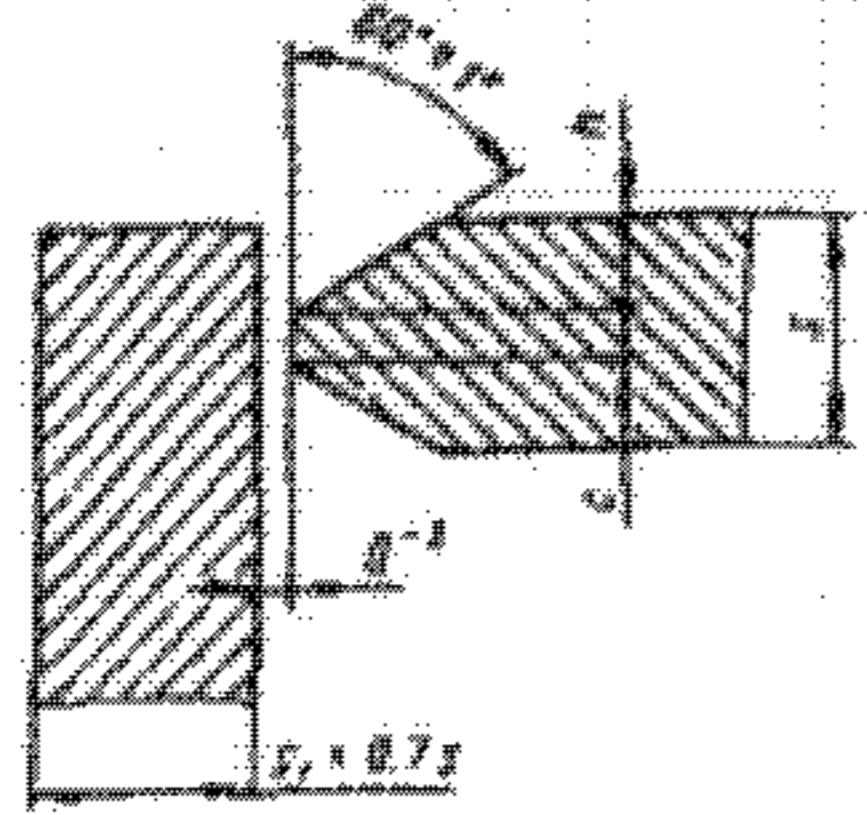
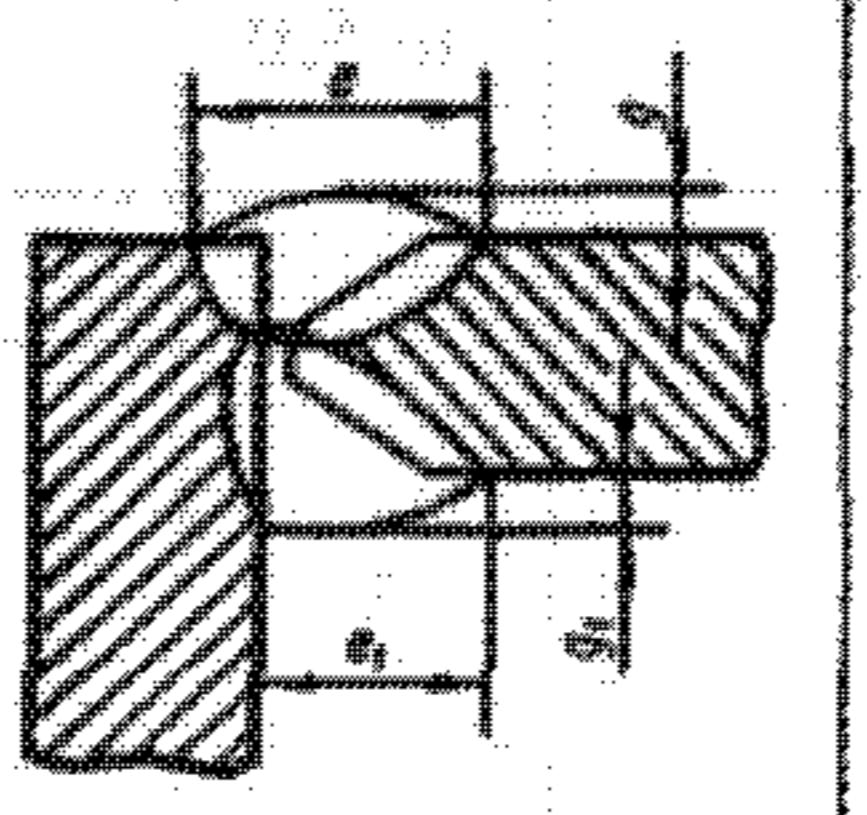
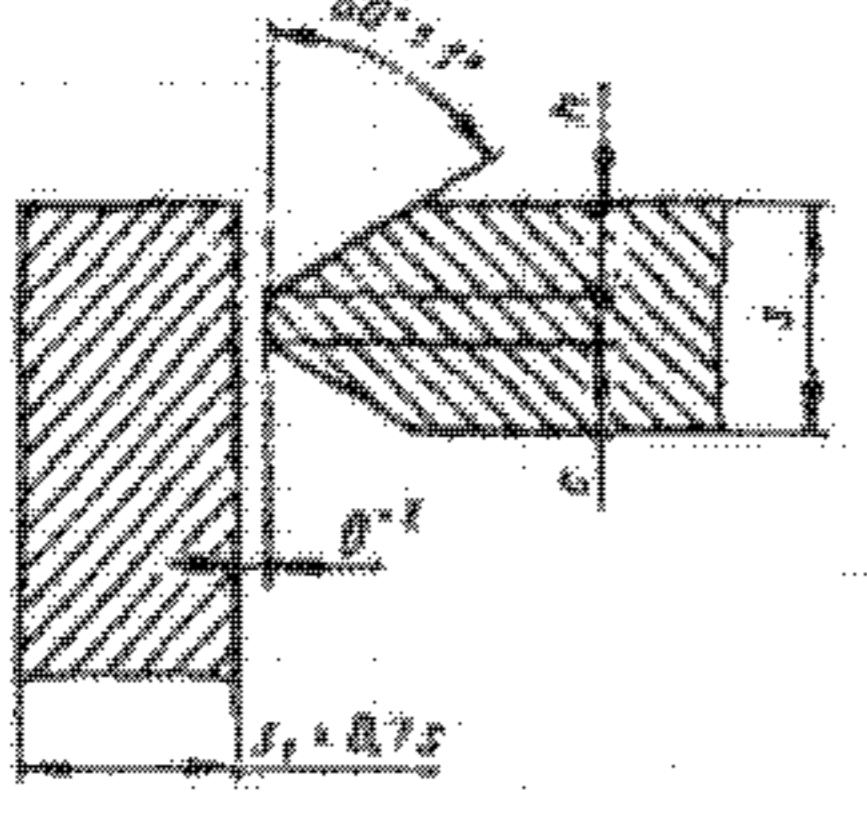
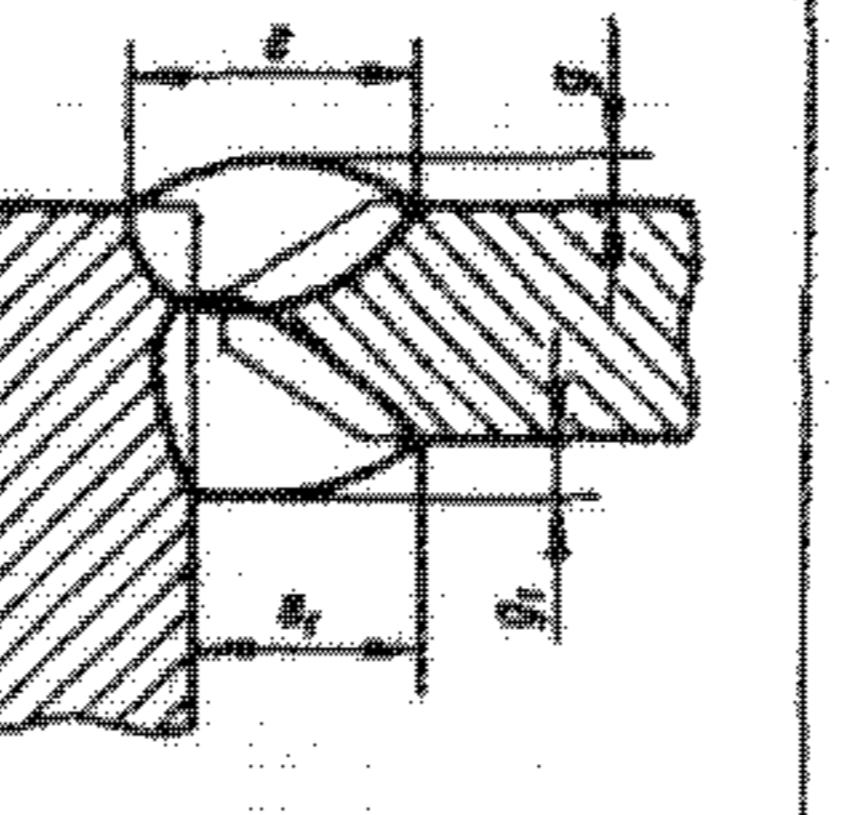


Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	e	г		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			z (пред. откл. ± 1)	Номин.	Пред. откл.	
C 19			РИИп; АИНп; АИНп-3	от 5 до 8 св. 8 до 10 св. 10 до 12 св. 12 до 14 св. 14 до 16 св. 16 до 18 св. 18 до 20 св. 20 до 22 св. 22 до 24 св. 24 до 26 св. 26 до 28 св. 28 до 30	2	17 19 21 24 27 30 33 36 39 41 44 47	±2	2 3 4
C 21			РИИп; АИНп	от 4 до 6 св. 6 до 8 св. 8 до 10 св. 10 до 12 св. 12 до 14 св. 14 до 16 св. 16 до 18 св. 18 до 20	0 +1 +2	12 15 18 20 24 26 28 31	±2	12 16 18 3
			АИНп; АИНп-3	от 20 до 23 св. 23 до 26 св. 26 до 29	+2 12	36 40 44	±3	5 5

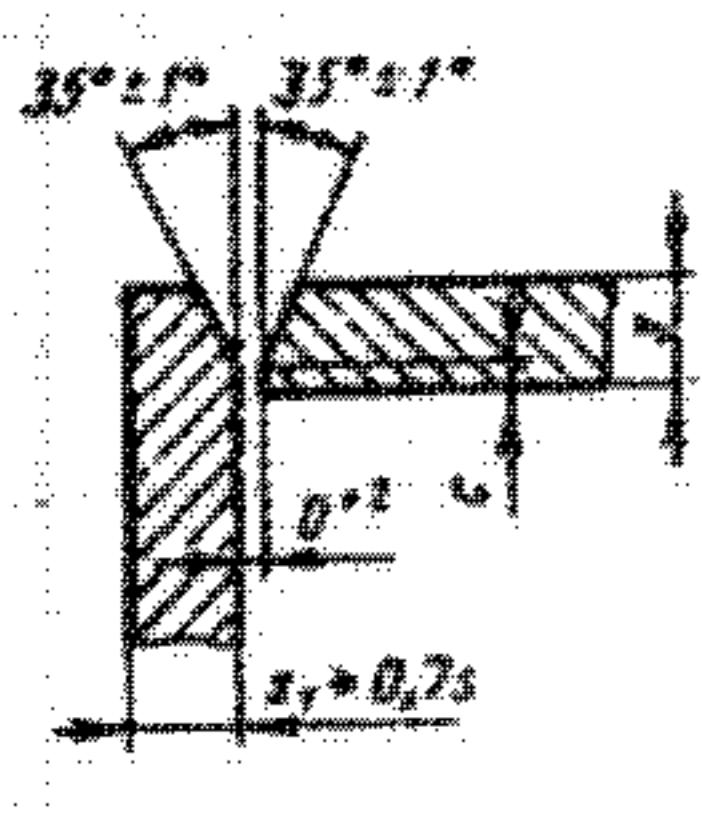
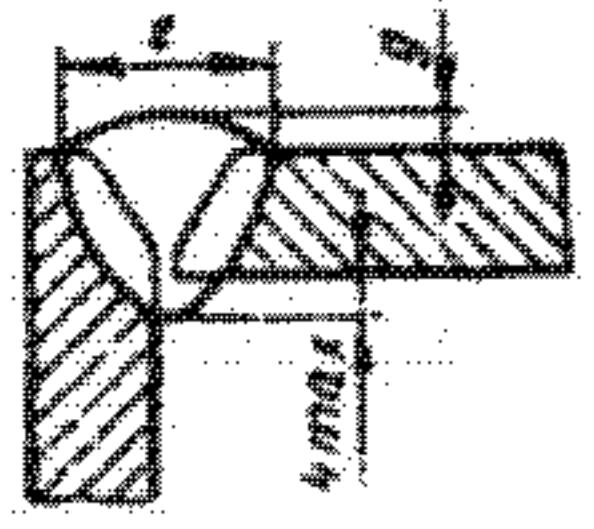
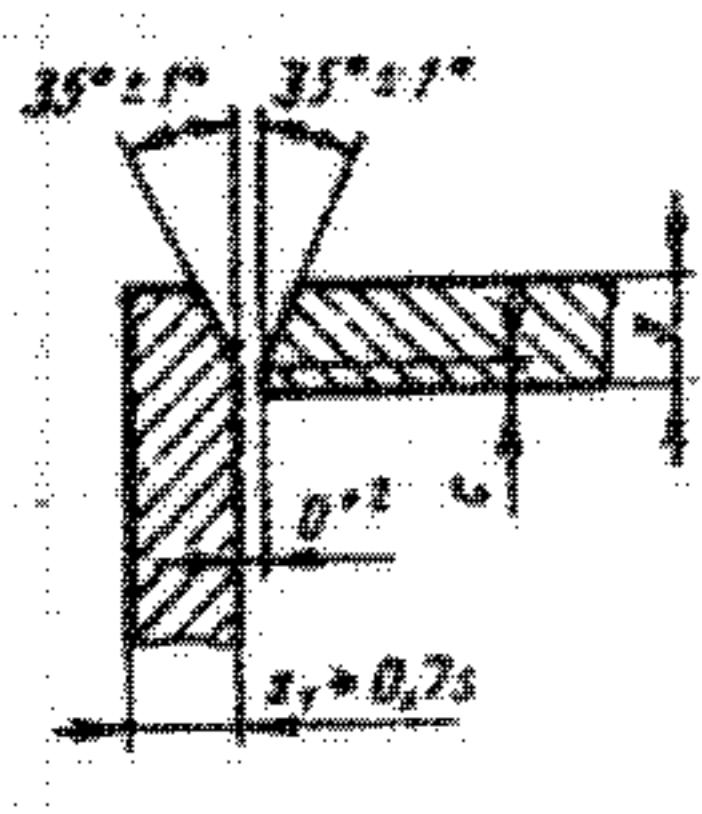
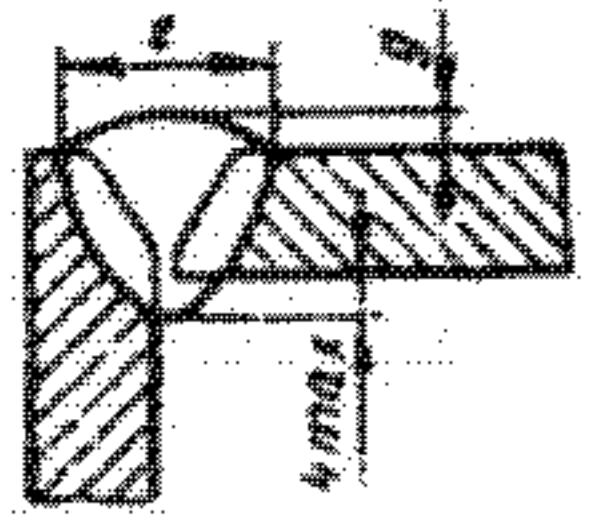
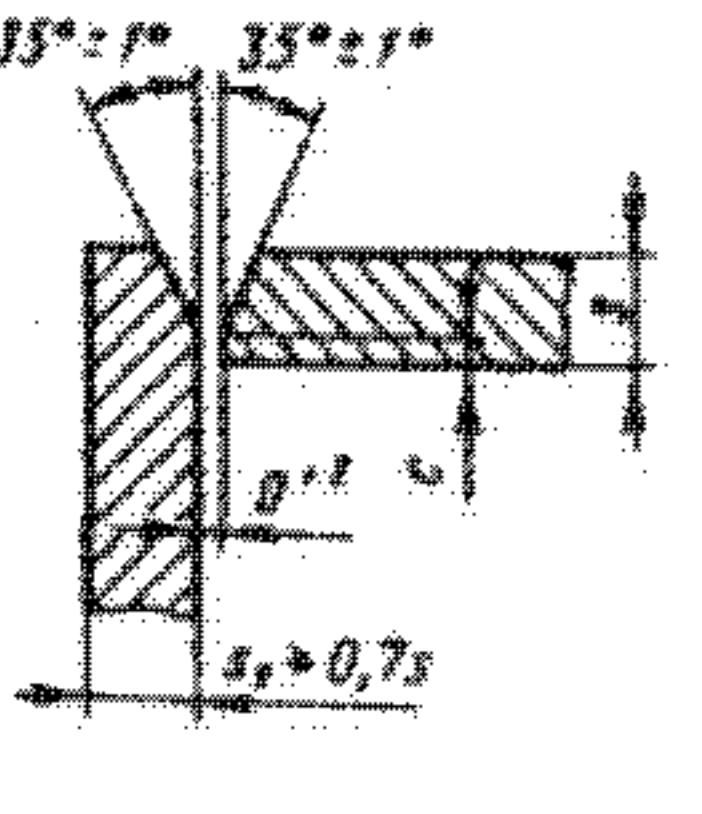
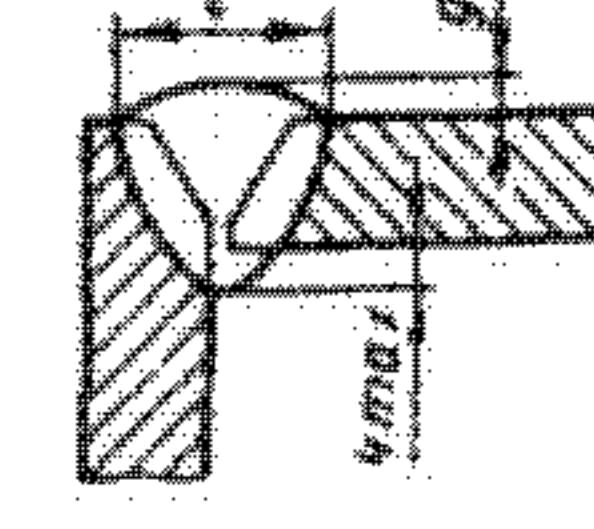
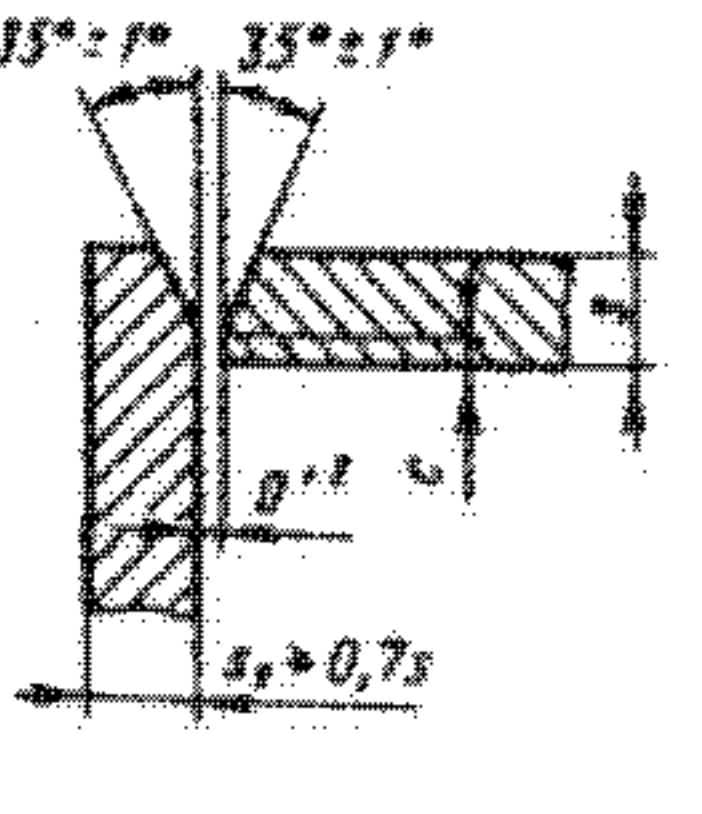
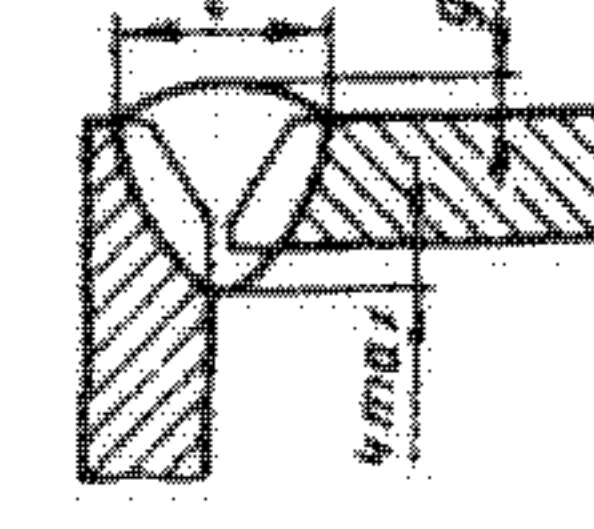
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	b	e	g
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					
C21	 	 	АИНп; АИНп-З	св. 29 до 32	0	48	5
				св. 32 до 36	+2	52	15
				св. 36 до 40		58	-2
C25	 	 	РИНп; АИНп	$s = s_1$	c (пред. откл. ±1)	h (пред. откл. ±1,5)	e_1 (пред. откл. ±3)
				от 12 до 14		5	17
				св. 14 до 17		7	19
				св. 17 до 20		9	21
				св. 20 до 23		10	23
				св. 23 до 26		11	25
				св. 26 до 30		13	27
C27	 	 	РИНп; АИНп	$s = s_1$	c (пред. откл. ±1)	h (пред. откл. ±1,5)	e пред. откл. ±3)
				от 30 до 32		14	30
				св. 32 до 36		16	31
			АИНп	св. 36 до 40		18	32
				от 42 до 46	3	20	33
				св. 46 до 50		22	34
				св. 50 до 54		24	35
C39	 	 	РИНп; АИНп	$s = s_1$	c (пред. откл. ±1)	h (пред. откл. ±1,5)	e , не более
				от 12 до 14		7	19
				св. 14 до 17	3	9	14

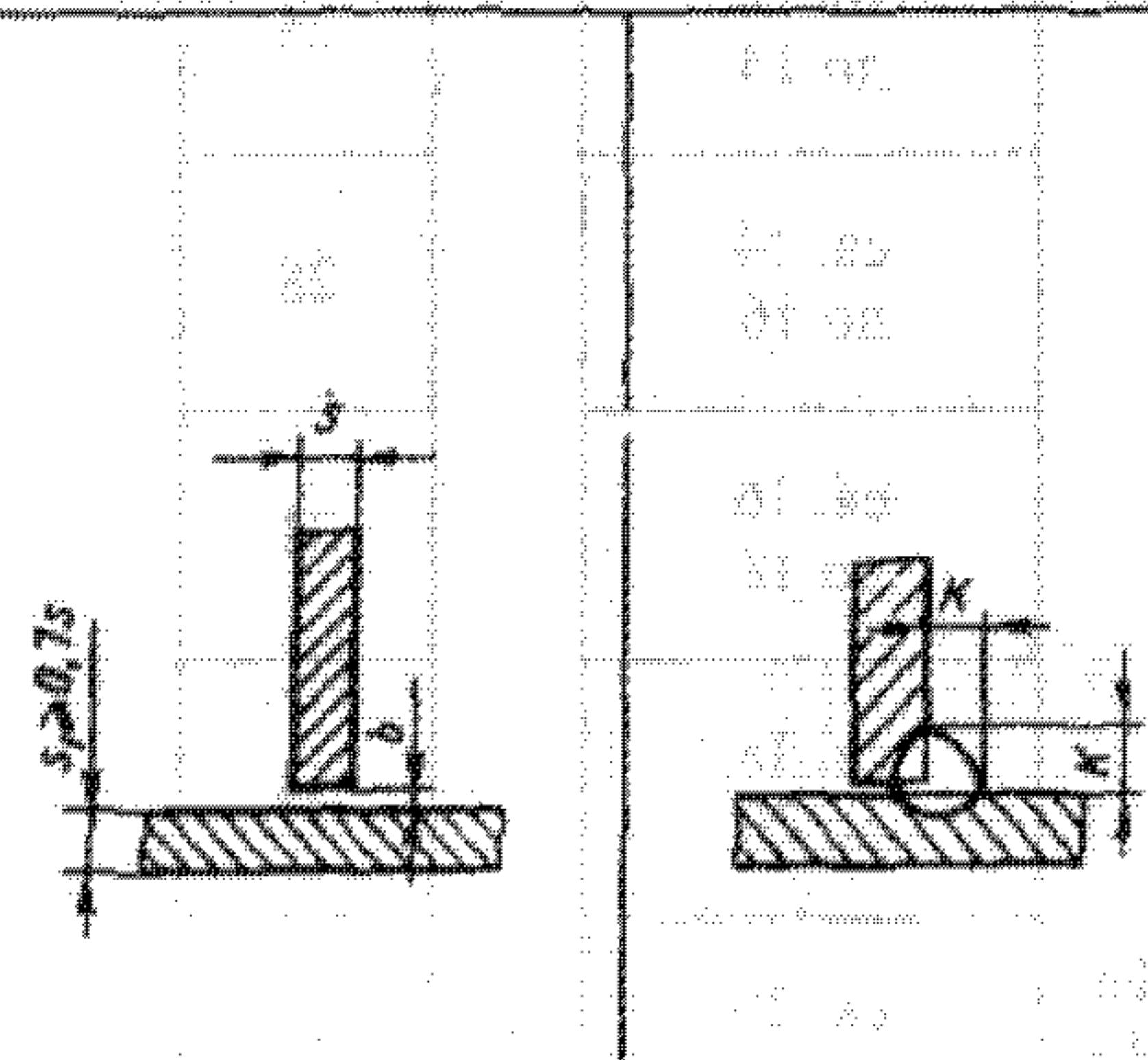
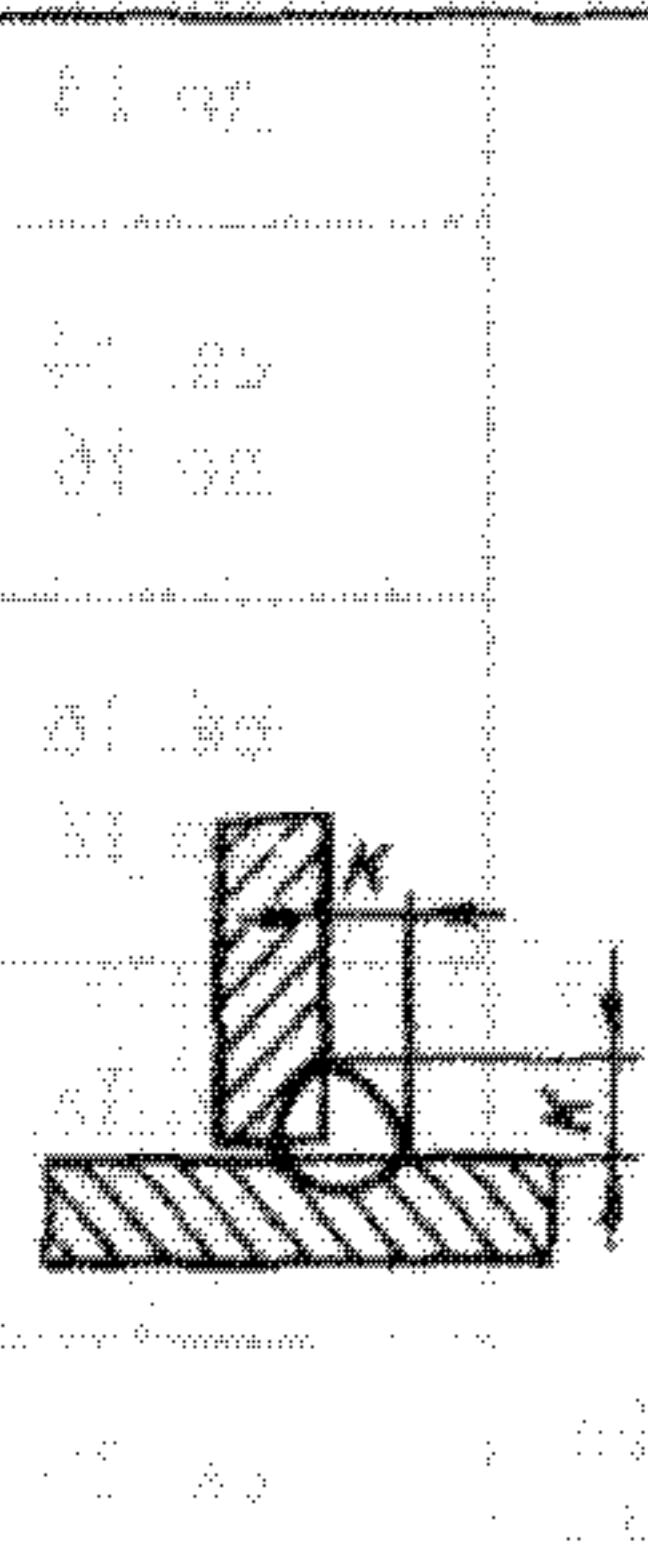
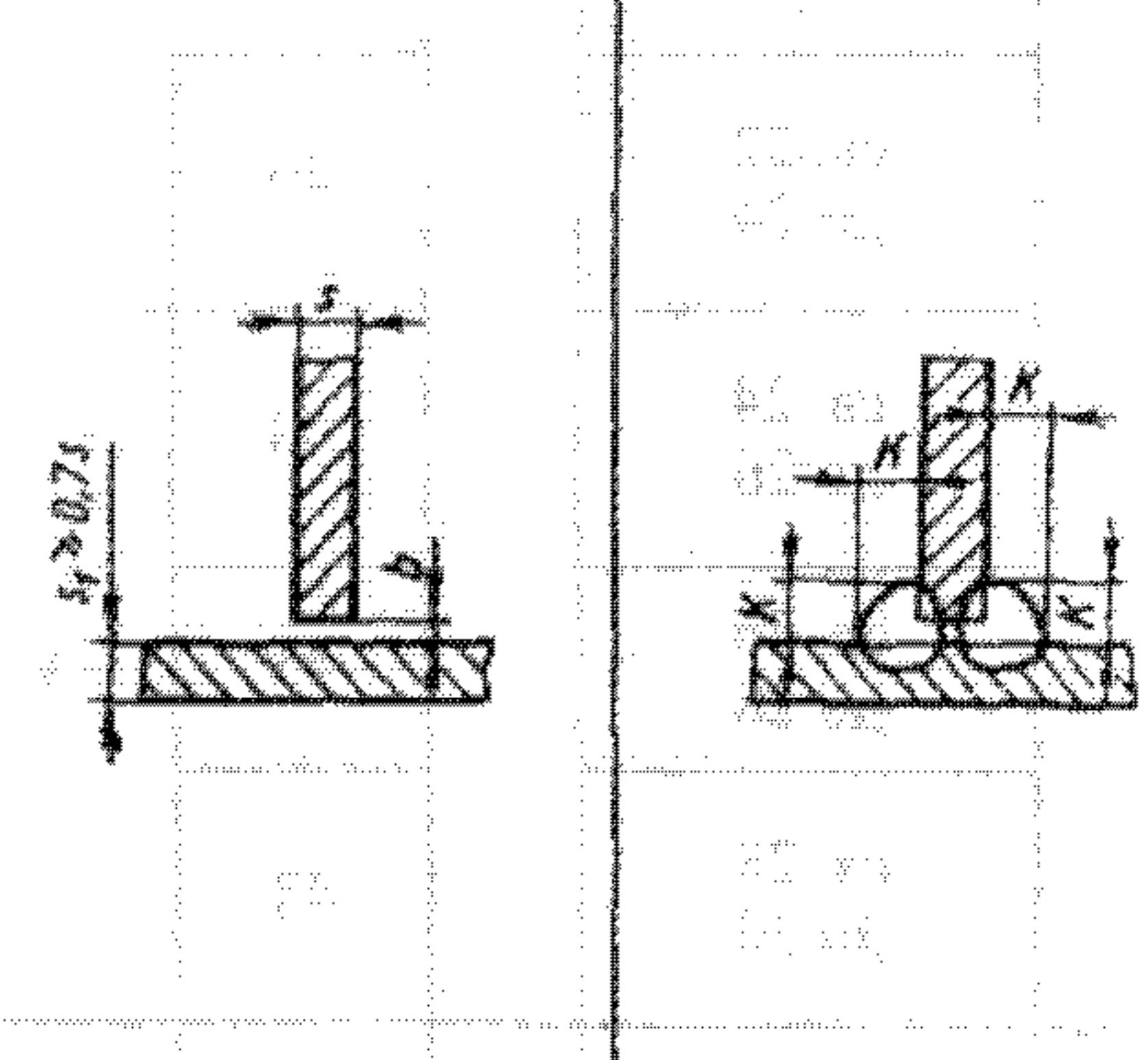
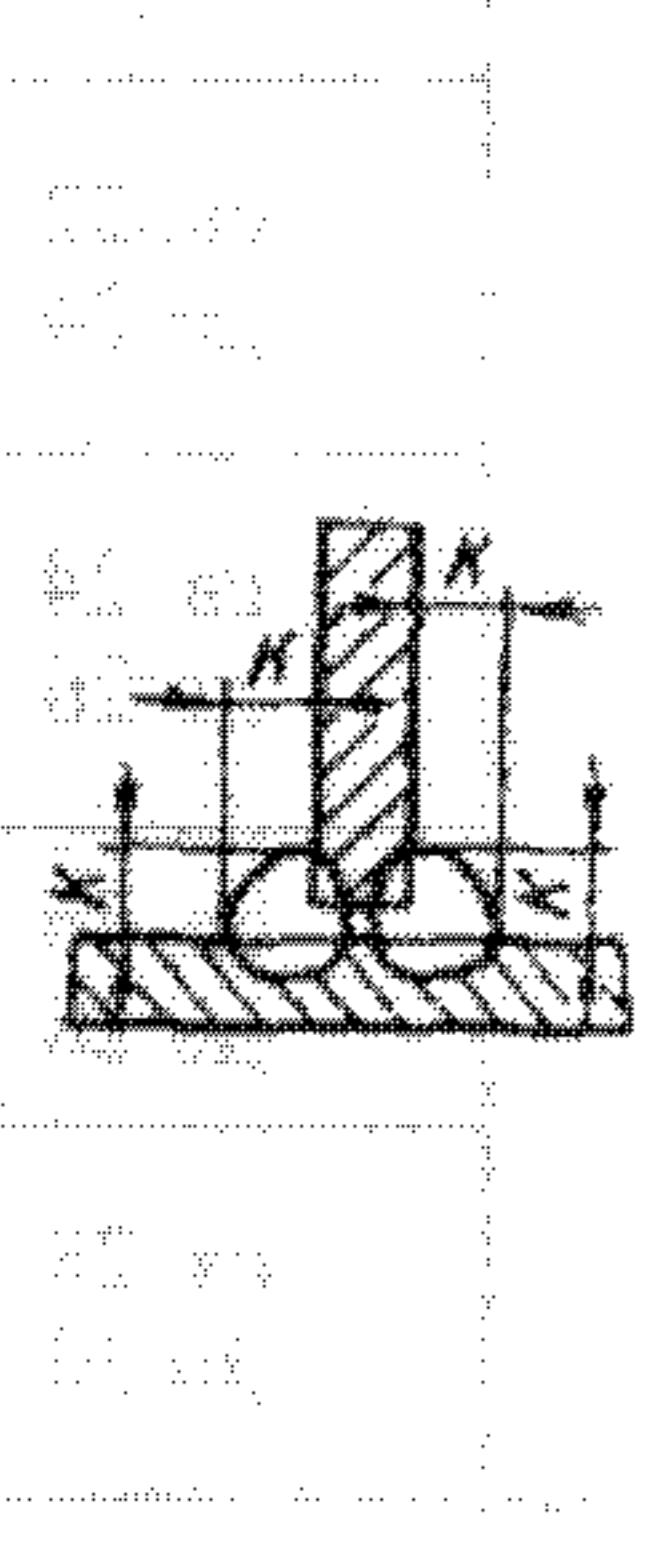
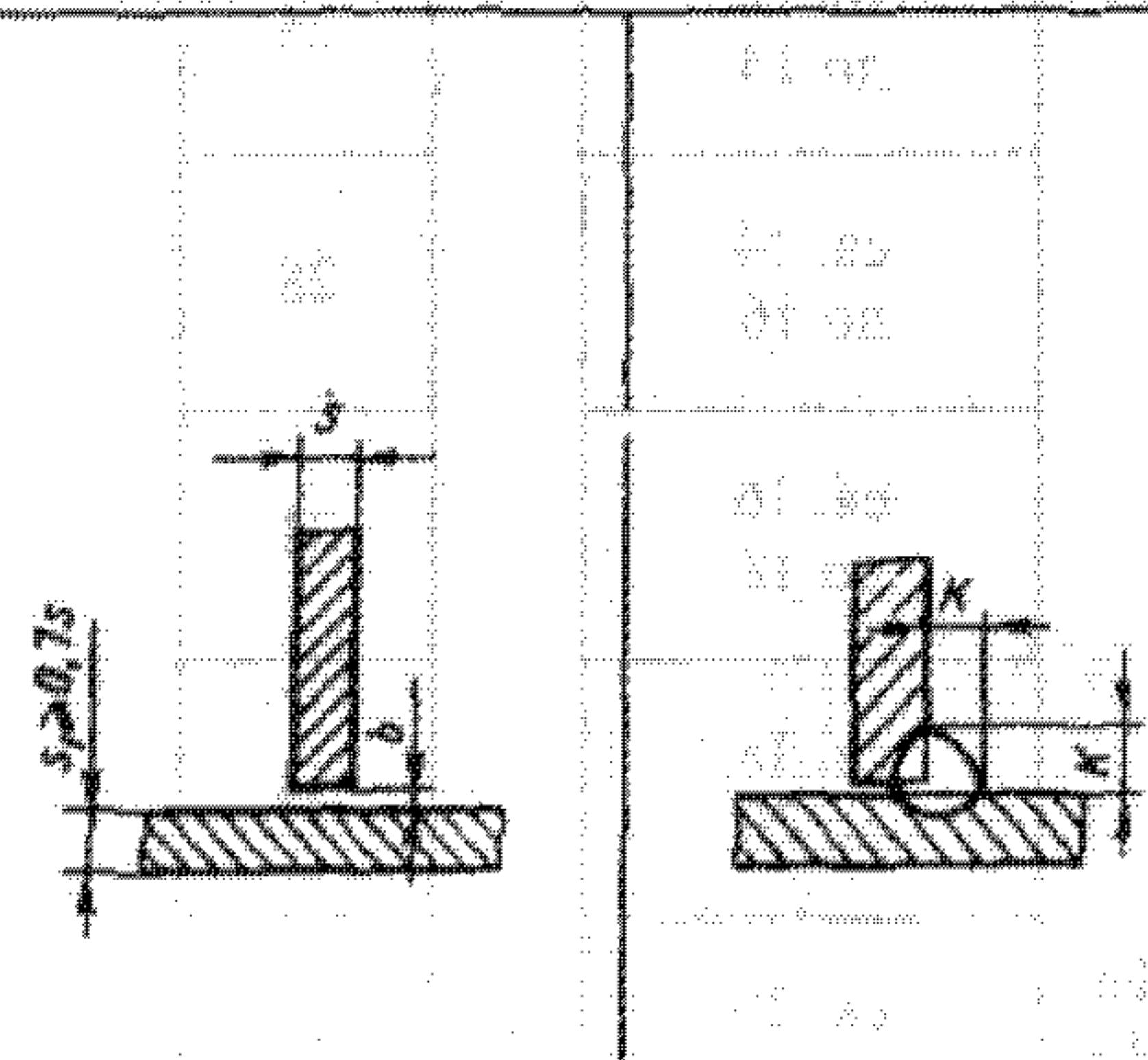
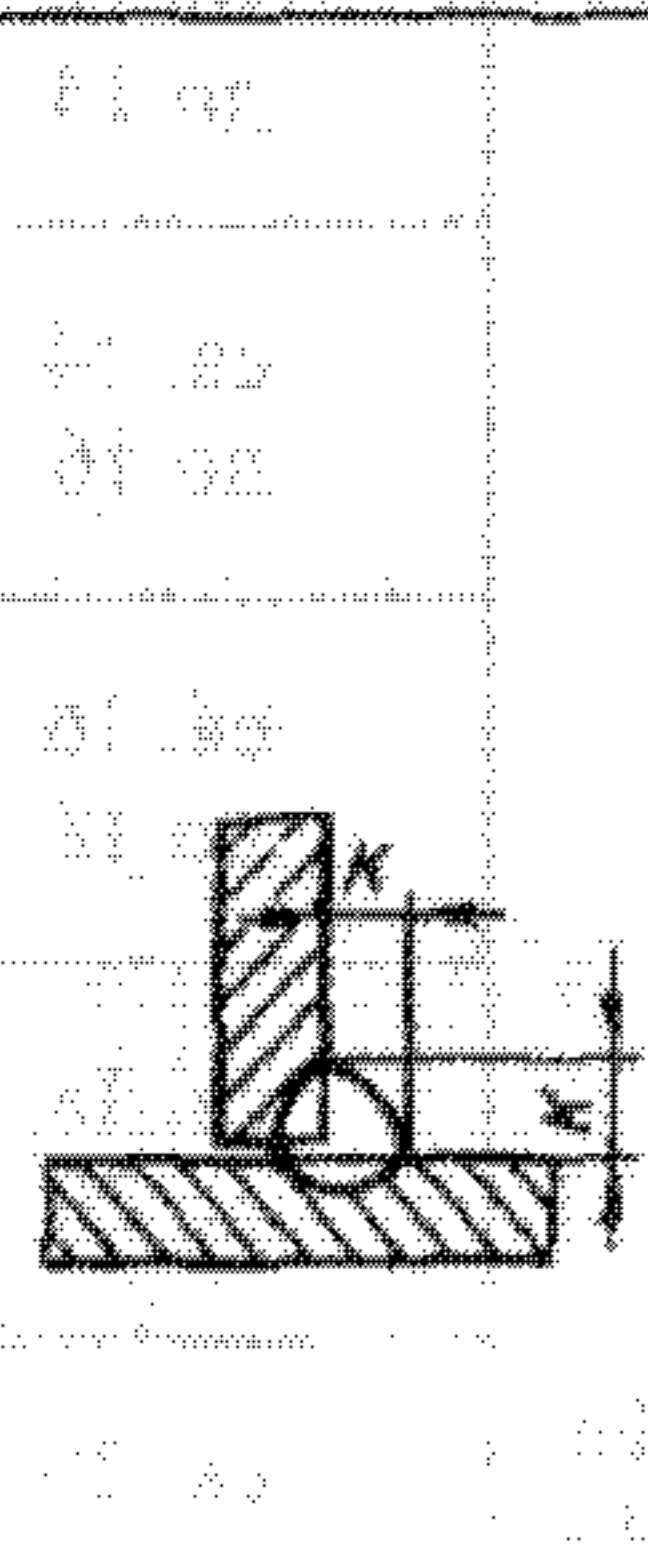
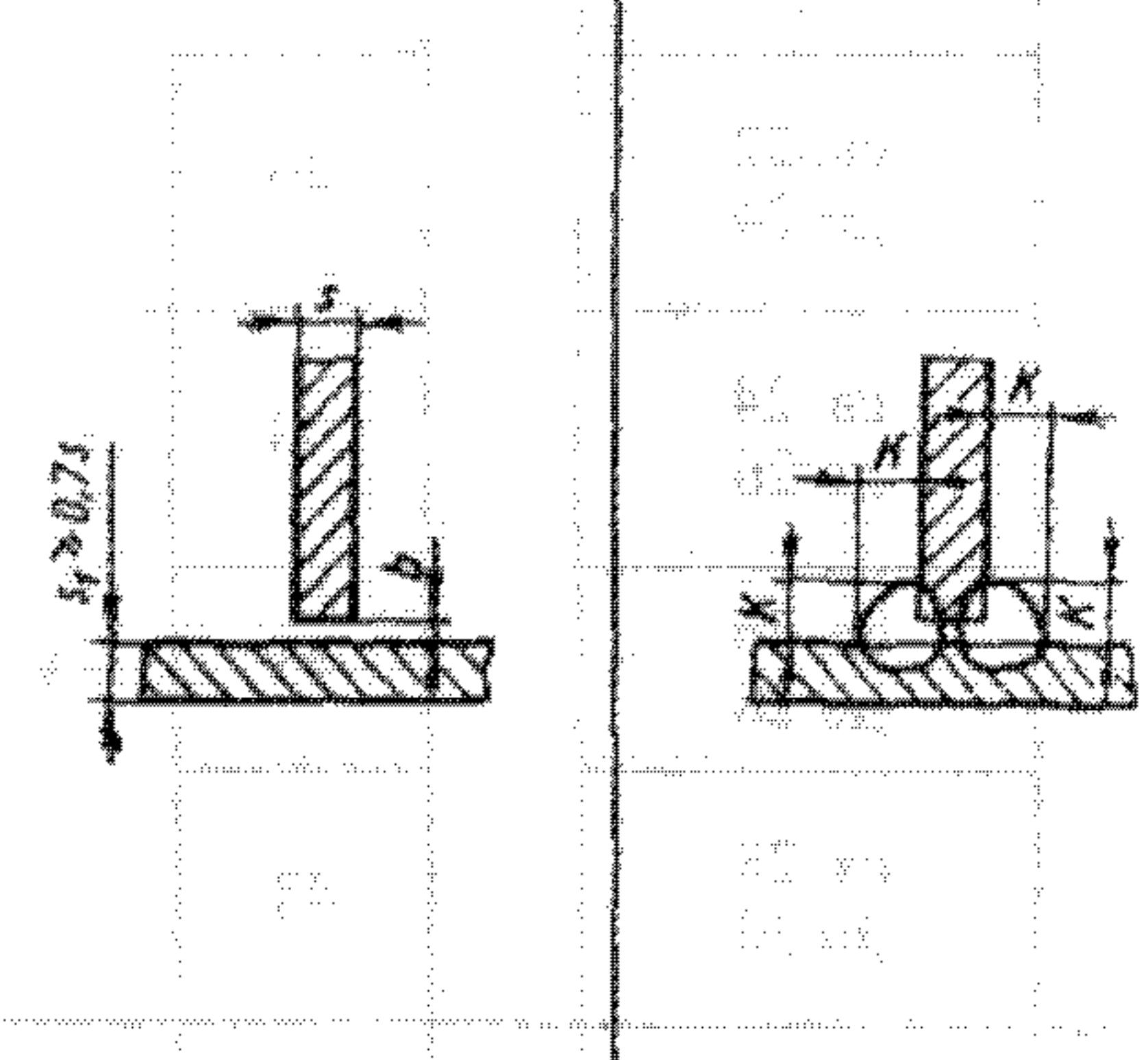
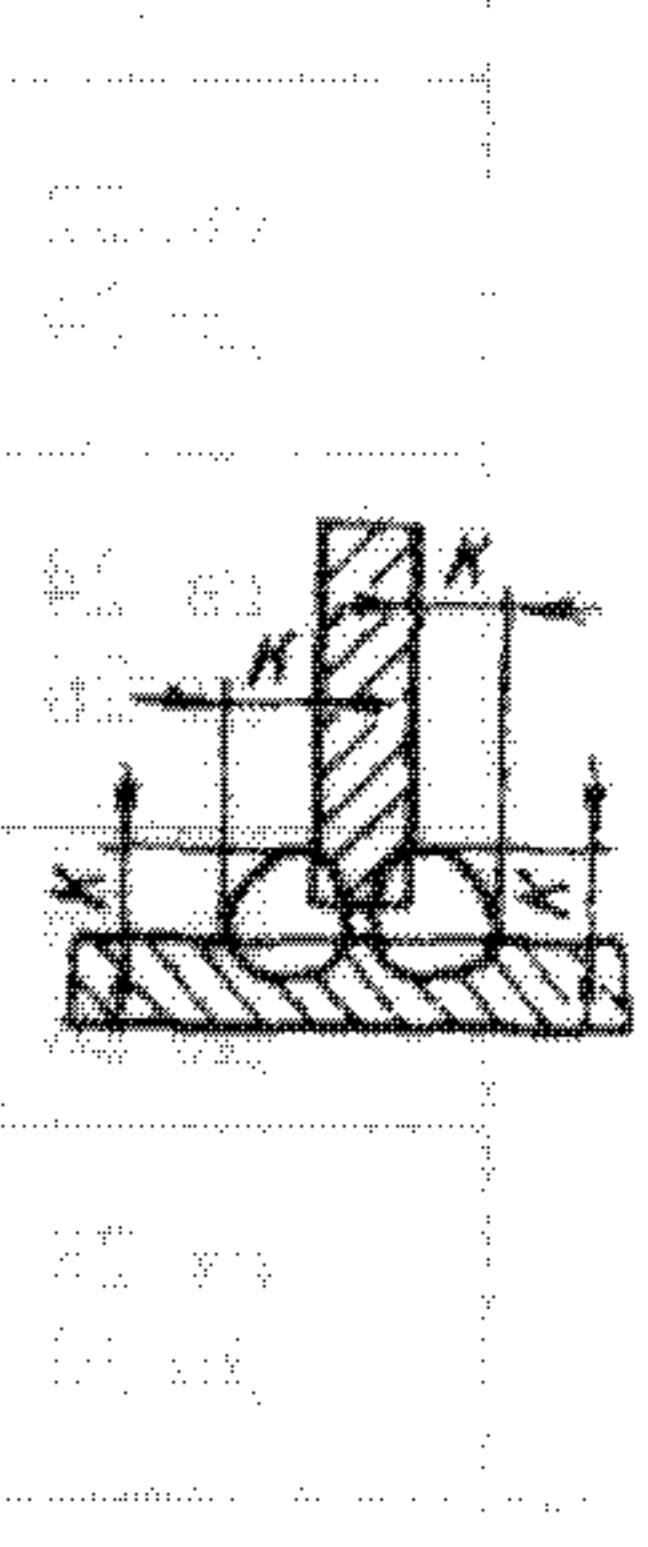
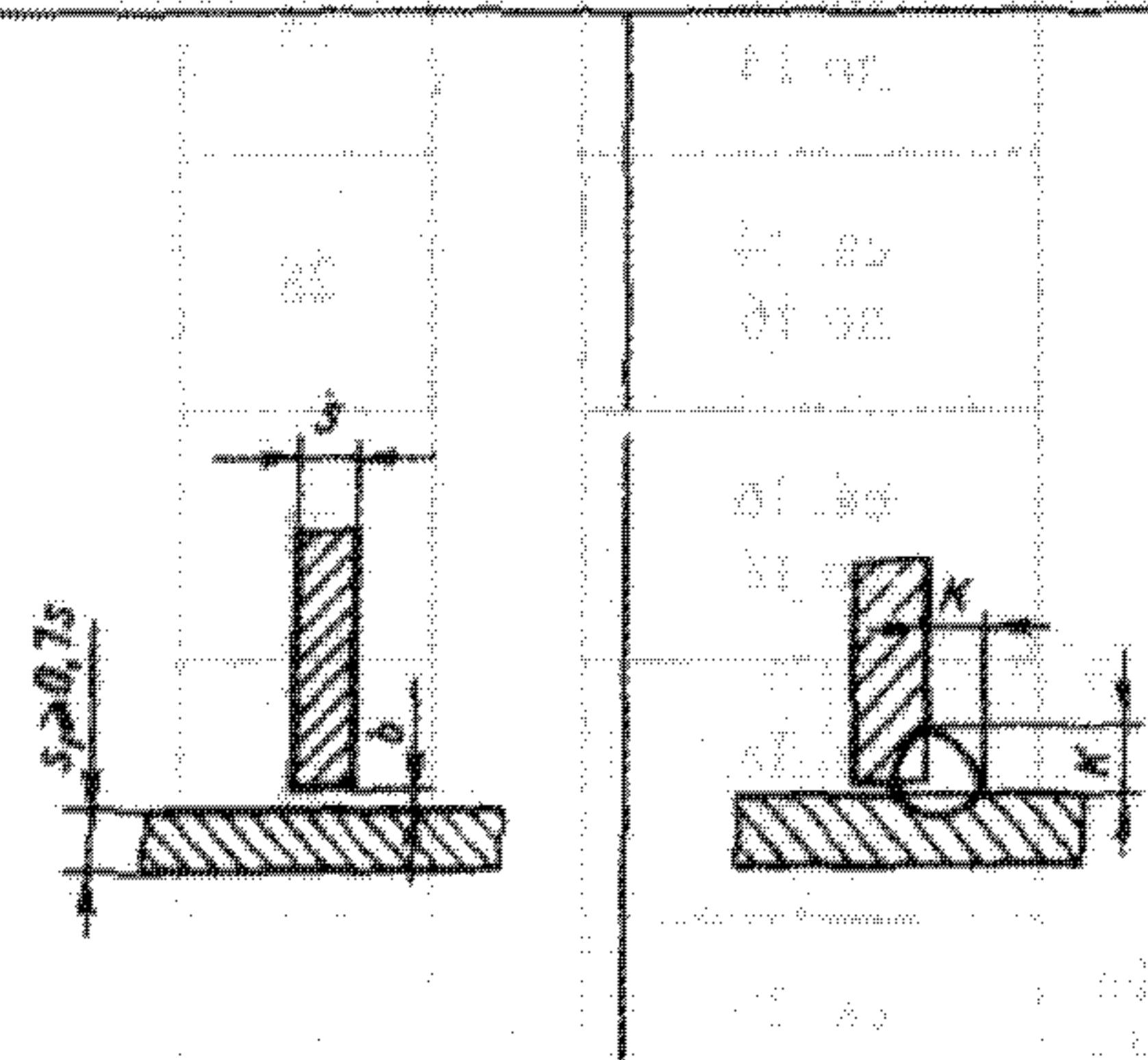
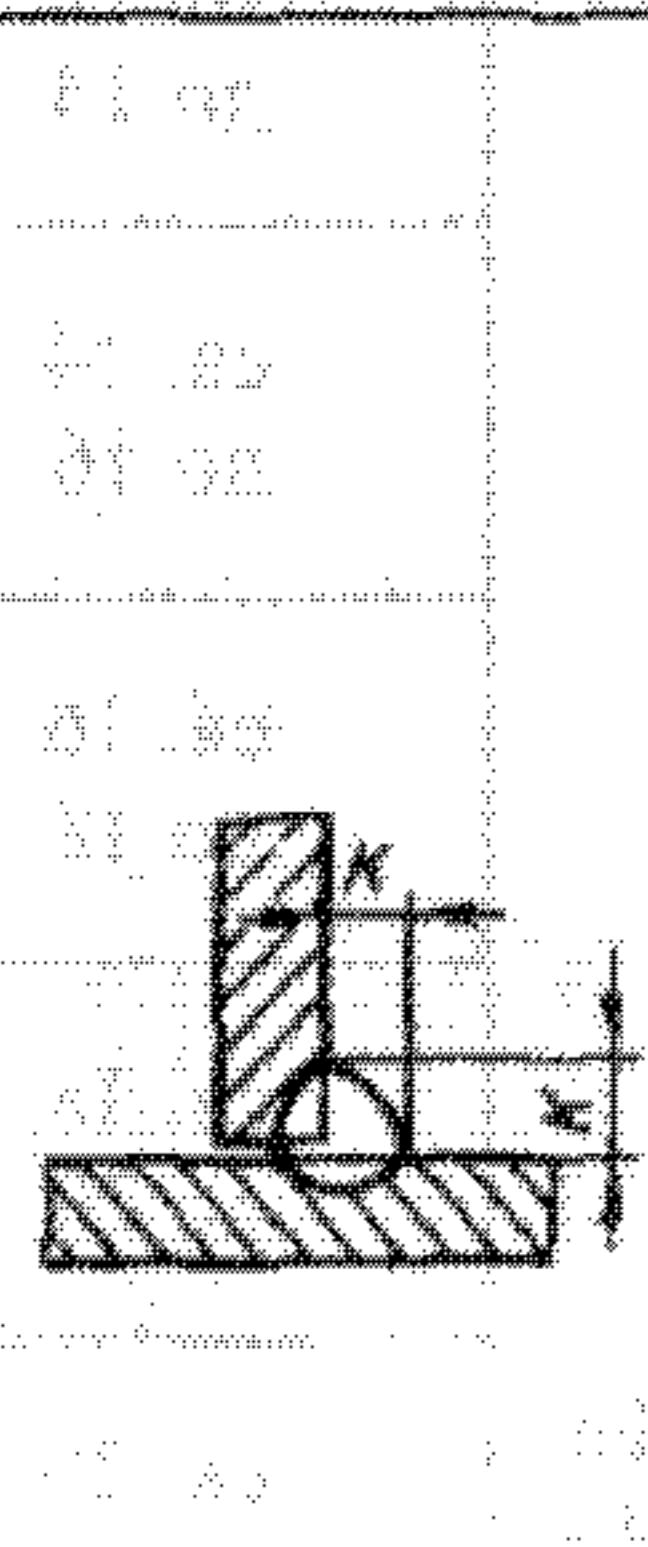
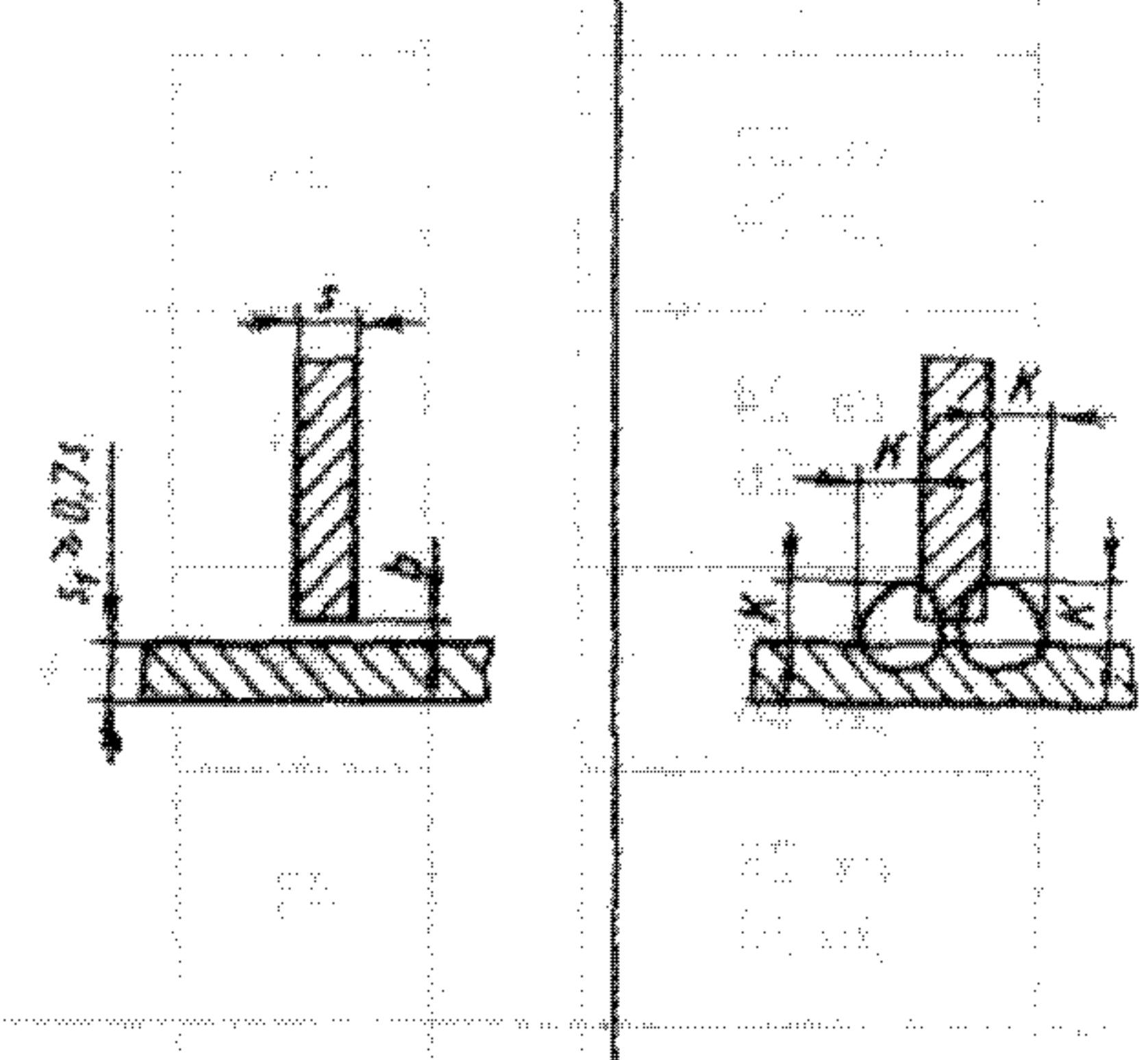
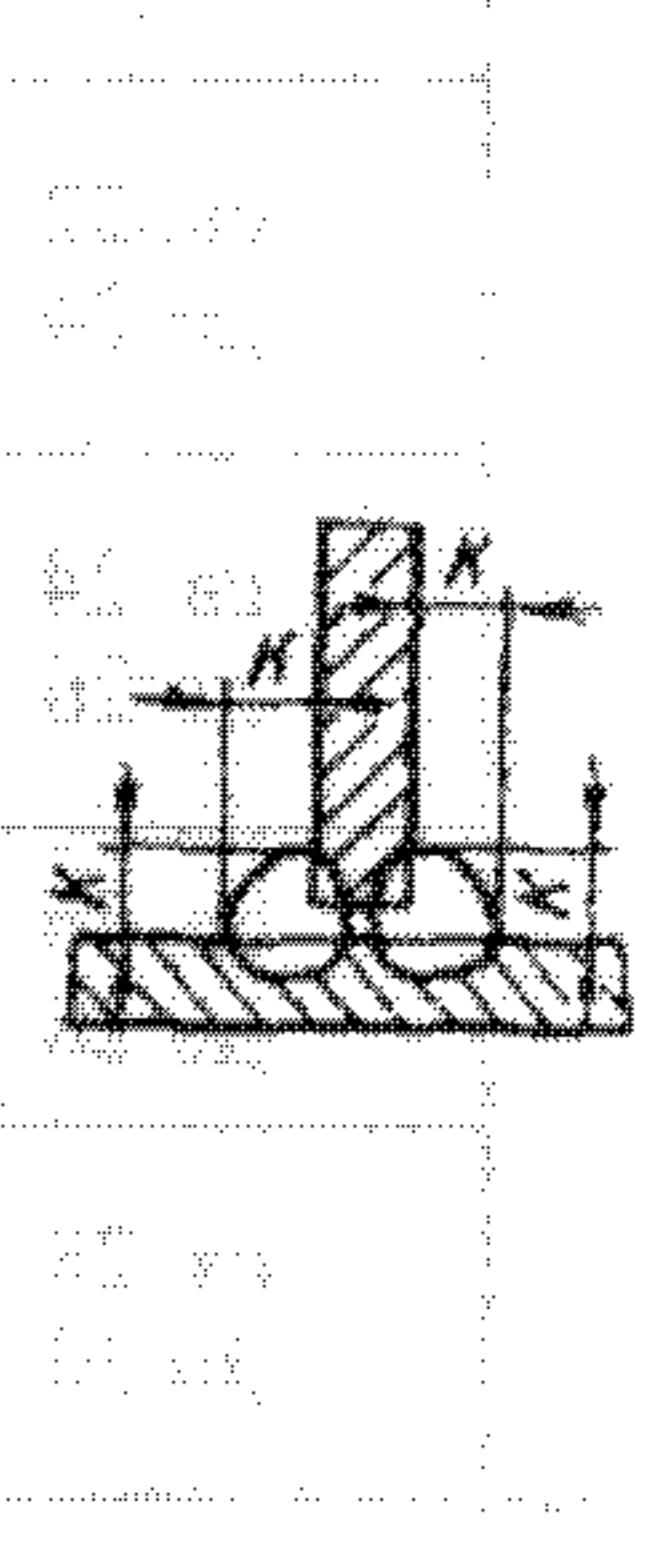
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	c (пред. откл. ± 1)	h (пред. откл. $\pm 1,5$)	e , не более	g		g ₁	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
C 39			РИНп; АИНп	св. 17 до 20	11	26	16	3	2	3	1
				св. 20 до 23	13	29	18				
				св. 23 до 26	15	32	20	4		3	
				св. 26 до 30	18	35	22				
				св. 32 до 36	16	33	18				
				св. 36 до 40	19	35	20	3			
				св. 40 до 44	22	38	22				
				св. 44 до 48	12	25	42	24			
				св. 48 до 52	27	46	26				
				св. 52 до 56	30	50	28	4	+1		
				св. 56 до 60	33	55	30		-2		
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	R	t	e , не более	b		b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
Y 1			РИНп; АИНп	от 1,0 до 1,5	2,5-3,0			5		0	+0,1
				св. 1,5 до 2,0	3,0-4,5	От 3 до 2,5s		7			
				св. 2,0 до 2,5	4,5-5,0			8			
Y 4			РИНп; АИНп	от 1,5 до 3,0	+0,5			5		2	+0,2
				св. 3,0 до 5,0				7		3	
				св. 5,0 до 8,0	0	+1,0	от 0 до 0,5	10		4	
				св. 8,0 до 10,0				14			
				св. 10,0 до 12,0		+2,0		16			
								20			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	<i>s</i>	<i>b</i>	Номин.	<i>n</i>	<i>e</i> , не более	Номин.	<i>g</i>	Номин.	<i>K</i>																																																															
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва																																																																									
У5			РИНп; АИНп	<table> <tr><td>от 1,5 до 3,0</td><td>0</td><td>+0,5</td><td>7</td><td>1</td><td>+1</td><td>3</td><td>+2</td></tr> <tr><td>св. 3,0 до 5,0</td><td></td><td>+1,0</td><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td>+3</td></tr> </table>	от 1,5 до 3,0	0	+0,5	7	1	+1	3	+2	св. 3,0 до 5,0		+1,0	10				+3	<i>n</i>	От 0 до 0,5 <i>s</i>	<i>e</i> , не более	Номин.	<i>g</i>	Номин.	<i>K</i>																																																
от 1,5 до 3,0	0	+0,5	7	1	+1	3	+2																																																																				
св. 3,0 до 5,0		+1,0	10				+3																																																																				
У6			РИНп; АИНп	<table> <tr><td>от 4 до 6</td><td>0</td><td>+1</td><td>15</td><td>17</td><td>+2</td><td>2</td><td>+1</td></tr> <tr><td>св. 6 до 8</td><td></td><td></td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 8 до 10</td><td></td><td></td><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 10 до 12</td><td></td><td></td><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 12 до 14</td><td></td><td></td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 14 до 16</td><td></td><td></td><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 16 до 18</td><td></td><td></td><td>38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 18 до 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	от 4 до 6	0	+1	15	17	+2	2	+1	св. 6 до 8			20					св. 8 до 10			23					св. 10 до 12			26					св. 12 до 14			30					св. 14 до 16			34					св. 16 до 18			38					св. 18 до 20								<i>n</i>	Пред. откл. ±1)	<i>e</i> , не более	Номин.	<i>g</i>	Номин.	<i>K</i>
от 4 до 6	0	+1	15	17	+2	2	+1																																																																				
св. 6 до 8			20																																																																								
св. 8 до 10			23																																																																								
св. 10 до 12			26																																																																								
св. 12 до 14			30																																																																								
св. 14 до 16			34																																																																								
св. 16 до 18			38																																																																								
св. 18 до 20																																																																											
У7			РИНп; АИНп	<table> <tr><td>от 4 до 6</td><td>0</td><td>+1</td><td>15</td><td>17</td><td>+2</td><td>2</td><td>+1</td></tr> <tr><td>св. 6 до 8</td><td></td><td></td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 8 до 10</td><td></td><td></td><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 10 до 12</td><td></td><td></td><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 12 до 14</td><td></td><td></td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 14 до 16</td><td></td><td></td><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 16 до 18</td><td></td><td></td><td>38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 18 до 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	от 4 до 6	0	+1	15	17	+2	2	+1	св. 6 до 8			20					св. 8 до 10			23					св. 10 до 12			26					св. 12 до 14			30					св. 14 до 16			34					св. 16 до 18			38					св. 18 до 20								<i>n</i>	Пред. откл. ±1)	<i>e</i> , не более	Номин.	<i>g</i>	Номин.	<i>K</i>
от 4 до 6	0	+1	15	17	+2	2	+1																																																																				
св. 6 до 8			20																																																																								
св. 8 до 10			23																																																																								
св. 10 до 12			26																																																																								
св. 12 до 14			30																																																																								
св. 14 до 16			34																																																																								
св. 16 до 18			38																																																																								
св. 18 до 20																																																																											

Условные обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	e (пред. откл. ±1)	h (пред. откл. ±1)	e, Номин.	Пред. откл. e, не более	Номин.	g	Номин.	g
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва										
Y8			РИНп	от. 12 до 14	5	19		17	2			
				св. 14 до 16	6	21		19				
				св. 16 до 18	7	23		21				
				св. 18 до 20	8	25	±2	23	3		5	±2
				св. 20 до 22	9	27		25				
				св. 22 до 24	10	29		27				
				св. 24 до 26	11	31		29				
				св. 26 до 28	12	33		31				
				св. 28 до 30	13	35	±3	33	4		10	±3
				св. 30 до 32	14	37		35				
Y8			ПИП	от. 12 до 14	4	16		17				
				св. 14 до 16	5	18		19				
				св. 16 до 18	6	20	±2	21			6	±3
				св. 18 до 20	7	22		23				
				св. 20 до 22	8	24		25				
				св. 22 до 24	9	26		27	5	+1 -2		
				св. 24 до 26	10	28		29				
				св. 26 до 28	11	30		31				
				св. 28 до 30	12	32	±3	33				
				св. 30 до 32	13	34		35				
				св. 32 до 35	14	36		37				

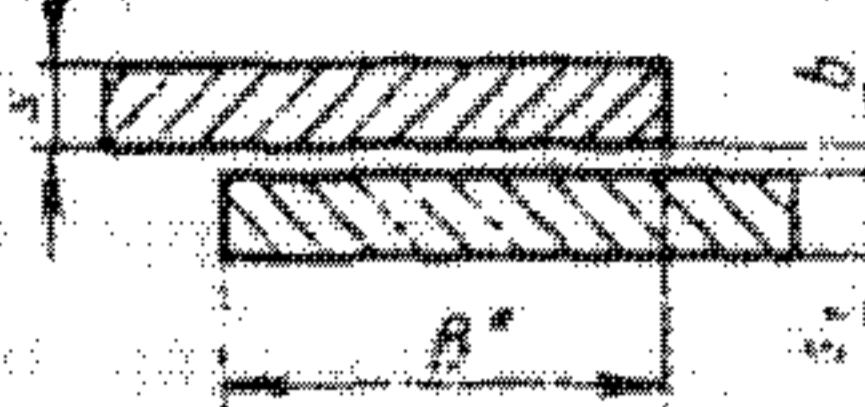
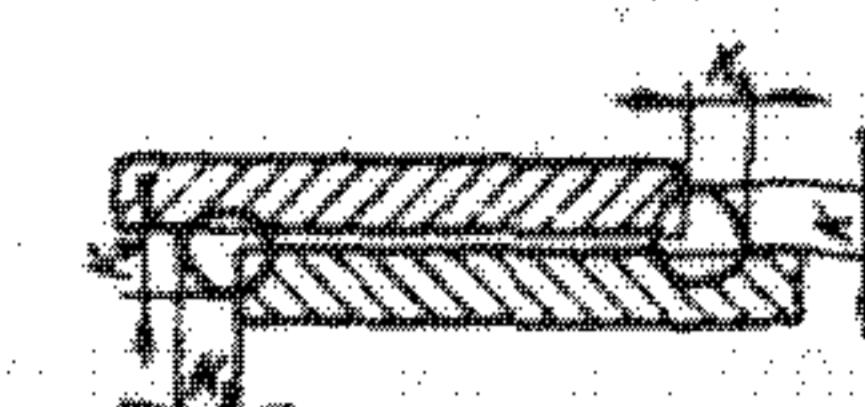
Глава 8. Неразъемные соединения

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	c (пред. откл. ± 1)	Номин.	Предел. откл.	Номин.	Предел. откл.
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва							
y9	 	 	РИНп; АИНп;	от 12 до 14	25			2	
				св. 14 до 16	28				
				св. 16 до 18	31				
				св. 18 до 20	34				
				св. 20 до 22	37				
				св. 22 до 24	40				
				св. 24 до 26	43				
				св. 26 до 28	45				
				св. 28 до 30	48				
				от 12 до 14	22				
y9	 	 	АИП; ПИП	св. 14 до 16	24				
				св. 16 до 18	27				
				св. 18 до 20	30				
				св. 20 до 22	33				
				св. 22 до 24	36				
				св. 24 до 26	39				
				св. 26 до 28	42				
				св. 28 до 30	45				
				от 12 до 14	22				
				св. 14 до 16	24				

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва							
Тавровые соединения									
T 1			РИНп РИНп; АИНп РИНп; АИНп-3; АИП; ПИП	от 1 до 2	+0,5	3	+2		
				св. 2 до 3					
				св. 3 до 4	+1,0	4	+3		
				св. 3 до 8					
				св. 8 до 10	0				
				св. 10 до 12	+2,0	6	+4		
				св. 12 до 14					
				св. 14 до 16					
				св. 16 до 18					
				св. 18 до 20					
T 3				от 1 до 2	+0,5	3	+2		
				св. 2 до 3					
				св. 3 до 4	+1,0	4	+3		
				св. 3 до 8					
				св. 8 до 10	0				
				св. 10 до 12	+2,0	6	+4		
				св. 12 до 14					
				св. 14 до 16					
				св. 16 до 18					
				св. 18 до 20					
T 6			РИНп РИНп; АИНп РИНп; АИНп-3; АИП; ПИП	от 4 до 6					
				св. 6 до 8	+1	2	16	+2	
				св. 8 до 10					
				св. 10 до 12					
				св. 12 до 14					
				св. 14 до 16	+2	3	29	+3	
				св. 16 до 18					
				св. 18 до 20					

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	Номин.	b	Пред. откл.	c (пред. откл. ± 1)	K		e
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва							Номин.	Пред. откл.	
T1			РИНп; АИНп	от 4 до 6 св. 6 до 8 св. 8 до 10 св. 10 до 12 св. 12 до 14 св. 14 до 16 св. 16 до 18 св. 18 до 20	0	+1	2	3	13	16	+2
								4	+3	19	
								5	21		
								+4	25		
								5	29		
								+5	33		
								37			
T2			РИНп; АИНп	от 16 до 18 св. 18 до 20 св. 20 до 22 св. 22 до 24 св. 24 до 26 св. 26 до 28 св. 28 до 30	2±1			23	24	25	+2
								26			
								27			
								28			
								29			
T5			РИНп	от 32 до 36 св. 36 до 40 св. 40 до 44 св. 44 до 48	3±1			15	17	19	21
								21			
								23			
								25			
								27			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	c	h (пред. откл. $\pm 1,5$)	e (пред. откл. ± 3)
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					
T 5			РИНп	св. 48 до 52	3±1	23	29
				св. 52 до 56		25	31
				св. 56 до 60		27	33
				s		c (пред. откл. ± 1)	h (пред. откл. $\pm 1,5$)
T 10			РИНп	от 32 до 36	3	15	21
				св. 36 до 40		17	23
				св. 40 до 44		19	25
				св. 44 до 48		21	27
				св. 48 до 52		23	29
				св. 52 до 56		25	31
				св. 56 до 60		27	33
				s		h_1 (пред. откл. ± 1)	e (пред. откл. ± 3)
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	B , не менее	b	$s = s_1$
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.	$s > s_1$
H 1			РИНп	от 1 до 2	5		
				св. 2 до 4			
				св. 4 до 6			
				св. 6 до 8			
				св. 8 до 10	0	+1,0	+0,5
				св. 10 до 12		$s + b$	$s + b$
				св. 12 до 14		$s + b$	$s + b$
				св. 14 до 16		от 0,5s до s	от 0,5s до s
				св. 16 до 18		от 0,5s до s	от 0,5s до s
				св. 18 до 20		от 0,5s до s	от 0,5s до s
Нахлесточные соединения							
H 1			РИНп; АИНп; АИНп-З; АИНп; ГИП	от 1 до 2	5		
				св. 2 до 4			
				св. 4 до 6			
				св. 6 до 8			
				св. 8 до 10	0	+2,0	от 0,5s до s
				св. 10 до 12		от 0,5s до s	от 0,5s до s
				св. 12 до 14		от 0,5s до s	от 0,5s до s
				св. 14 до 16		от 0,5s до s	от 0,5s до s
				св. 16 до 18		от 0,5s до s	от 0,5s до s
				св. 18 до 20		от 0,5s до s	от 0,5s до s

Установка оболочки на сварное соединение	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	B , не менее	b	Номин.	Пред. откл.																																																																																									
	подготовленных кромок сваривае- мых деталей	сварного шва																																																																																															
		<p>(Значения K_1 ниже)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>РИНп</td><td>от 1 до 2</td><td>$s + b$</td><td>от 0,5s до s</td><td>от 0,5s до 1,4s</td><td>$s_1 + b$</td><td>от 0,5s до s</td><td>от 0,5s до s</td><td>от 0,5s до s</td></tr> <tr><td>св. 2 до 4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 4 до 6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 6 до 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 8 до 10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 10 до 12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 12 до 14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 14 до 16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 16 до 18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>св. 18 до 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	РИНп	от 1 до 2	$s + b$	от 0,5s до s	от 0,5s до 1,4s	$s_1 + b$	от 0,5s до s	от 0,5s до s	от 0,5s до s	св. 2 до 4									св. 4 до 6									св. 6 до 8									св. 8 до 10									св. 10 до 12									св. 12 до 14									св. 14 до 16									св. 16 до 18									св. 18 до 20									РИНп	<p>от 1 до 2</p> <p>св. 2 до 4</p> <p>св. 4 до 6</p> <p>св. 6 до 8</p> <p>св. 8 до 10</p> <p>св. 10 до 12</p> <p>св. 12 до 14</p> <p>св. 14 до 16</p> <p>св. 16 до 18</p> <p>св. 18 до 20</p>	<p>от 1 до 2</p> <p>св. 2 до 4</p> <p>св. 4 до 6</p> <p>св. 6 до 8</p> <p>св. 8 до 10</p> <p>св. 10 до 12</p> <p>св. 12 до 14</p> <p>св. 14 до 16</p> <p>св. 16 до 18</p> <p>св. 18 до 20</p>	<p>5</p> <p>15</p> <p>0</p>	<p>+0,5</p> <p>+1,0</p> <p>+2,0</p>
РИНп	от 1 до 2	$s + b$	от 0,5s до s	от 0,5s до 1,4s	$s_1 + b$	от 0,5s до s	от 0,5s до s	от 0,5s до s																																																																																									
св. 2 до 4																																																																																																	
св. 4 до 6																																																																																																	
св. 6 до 8																																																																																																	
св. 8 до 10																																																																																																	
св. 10 до 12																																																																																																	
св. 12 до 14																																																																																																	
св. 14 до 16																																																																																																	
св. 16 до 18																																																																																																	
св. 18 до 20																																																																																																	

Способ дуговой сварки в инертных газах:
 РИНп — ручная неплавящимся электродом с присадочным металлом; АИНп — автоматическая неплавящимся электродом с присадочным металлом; ПИП — полуавтоматическая плавящимся электродом.

При сварке швов стыковых соединений деталей неодинаковой толщины, когда разность толщин не превышает величин, указанных в табл. 8.86, подготовку кромок под сварку производят так же, как и для деталей одинаковой толщины. В этом случае конструктивные элементы подготовки кромок и размеры выполненного шва назначают по большей толщине свариваемых деталей.

Таблица 8.86

Разность толщин (мм) листов при стыковой сварке

Толщина тонкой детали	Разность толщины деталей
От 0,8 до 3,0	0,5
Св. 3,0 до 5,0	1,0
» 5,0 » 12,0	1,2
» 12,0 » 25,0	1,5
» 25,0 » 60,0	3,0

В нахлесточных соединениях сварной шов не должен выступать над поверхностью более чем на 1 мм.

При сварке технического алюминия допускается увеличение размеров швов до 20 %.

При выполнении двустороннего шва с полным проплавлением перед сваркой с обратной стороны корень шва должен быть расчищен до чистого металла. Расчистка абразивными кругами не допускается.

Для осуществления плавного перехода от одной детали к другой допускается наклонное расположение поверхности шва.

При разности в толщине свариваемых деталей выше значений, указанных в табл. 8.86, на детали, имеющей большую толщину s_1 , должен быть сделан скос с одной или двух сторон до толщины тонкой детали s_2 , как указано на рис. 8.22.

При этом конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине.

В стыковых соединениях без скоса кромок деталей толщиной свыше 6 мм при сварке неплавящимся электродом с присадочным металлом для обеспечения направленности его подачи в сварочную ванну разрешается снимать фаску с верхних кромок деталей размером $(1,0—1,5)\times 45^\circ$.

При сварке в положениях, отличных от нижнего, допускается увеличение размеров шва, но не более: 2 мм — для деталей толщиной до 25 мм; 3 мм — свыше 25 мм.

При сварке в гелии на постоянном токе размеры шва могут быть уменьшены до 15 %.

Для расчетных угловых швов значения катетов K ; K_1 должны быть установлены при проектировании сварного соединения.

Предельные отклонения величины катета расчетных швов должны соответствовать:

+2,0 мм при $K < 5$ мм; +3,0 мм при $5 \leq K \leq 8$ мм;
+4,0 мм при $K > 8$ мм.

Для стыковых соединений допускается уменьшение размера с ± 2 до ± 1 мм, для тавровых и угловых соединений до 1 мм.

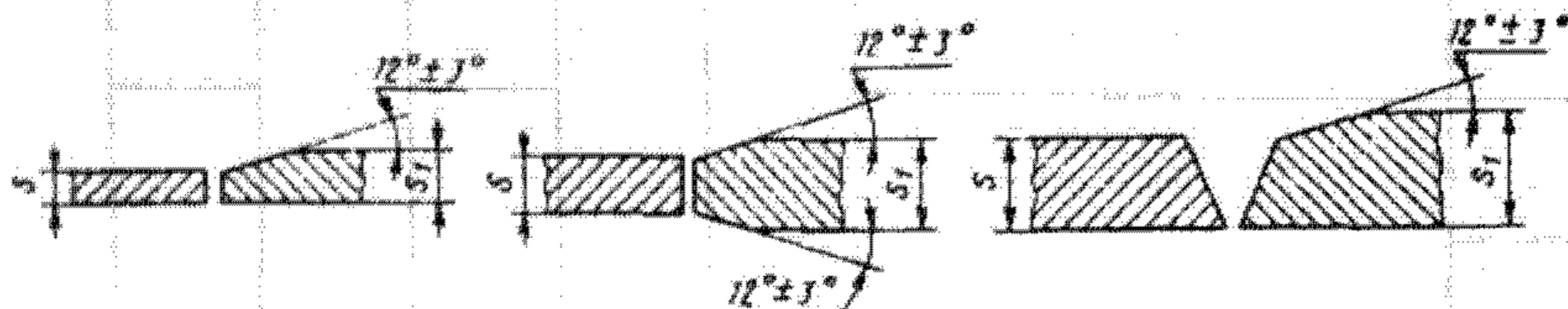


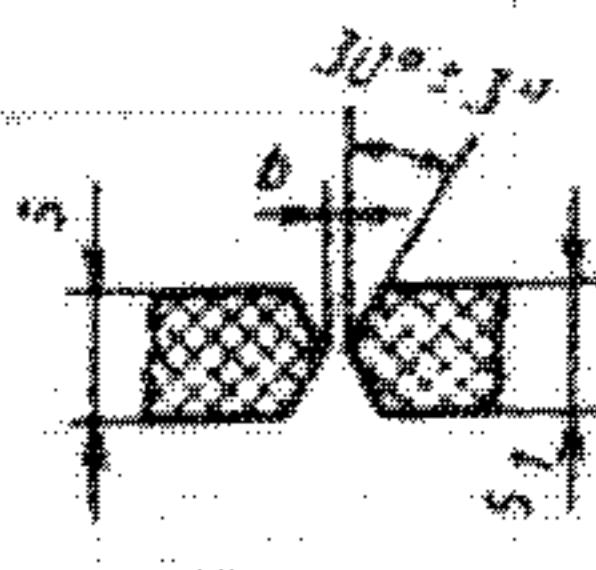
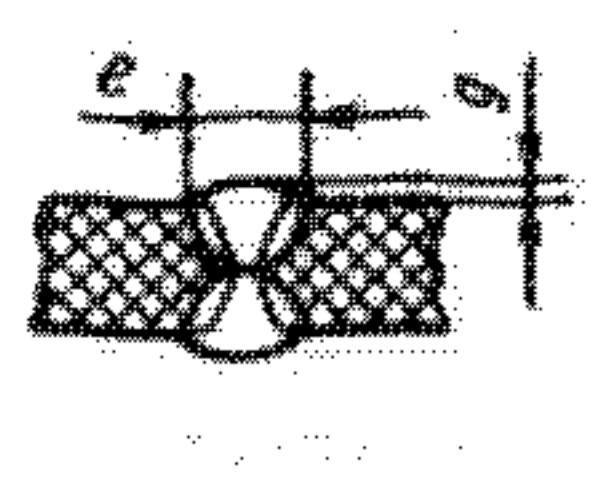
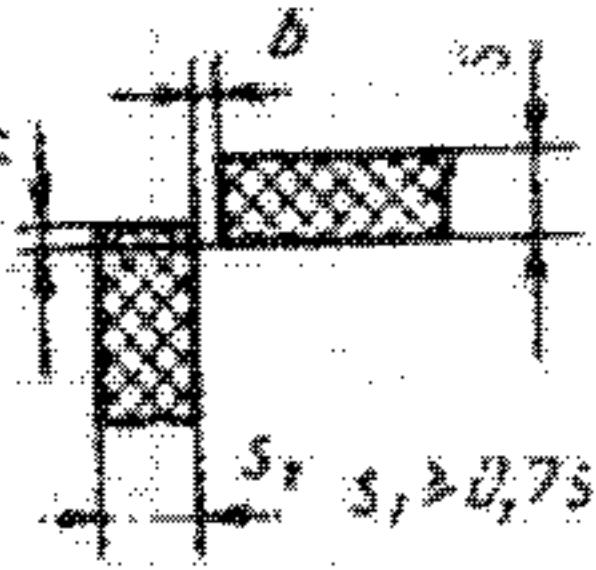
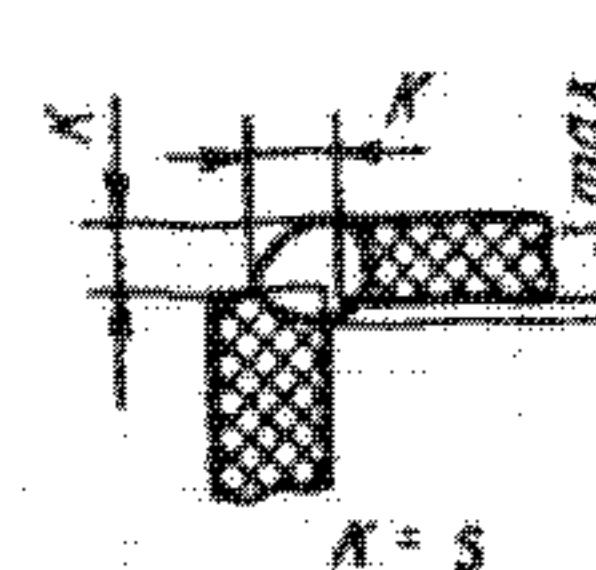
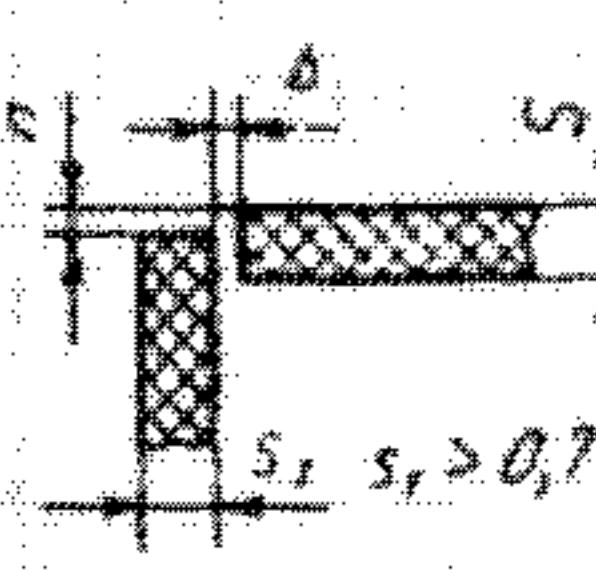
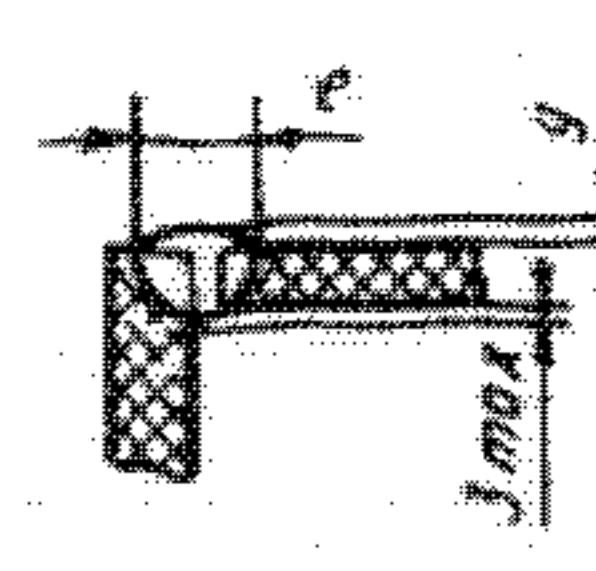
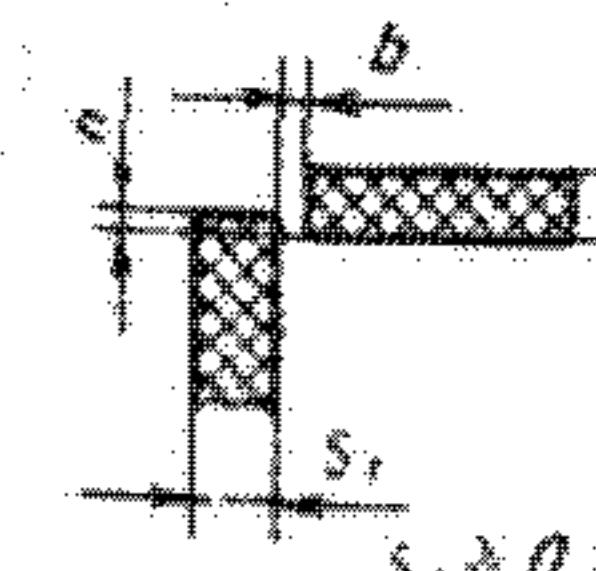
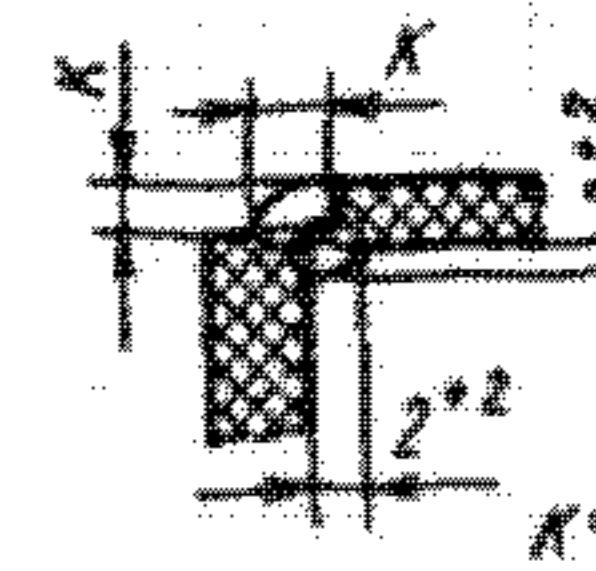
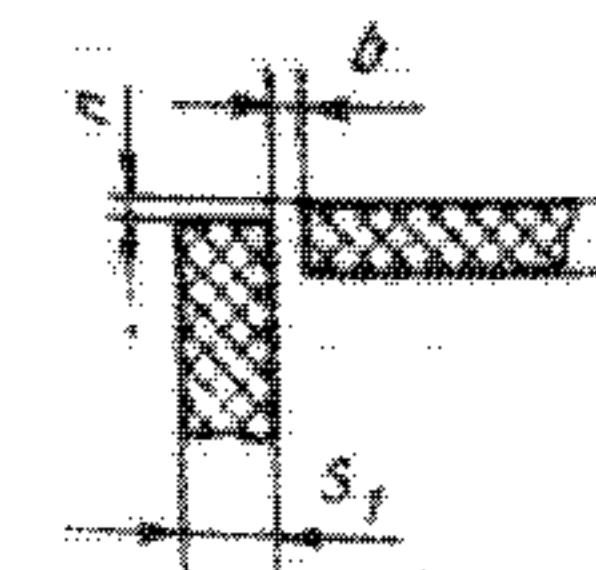
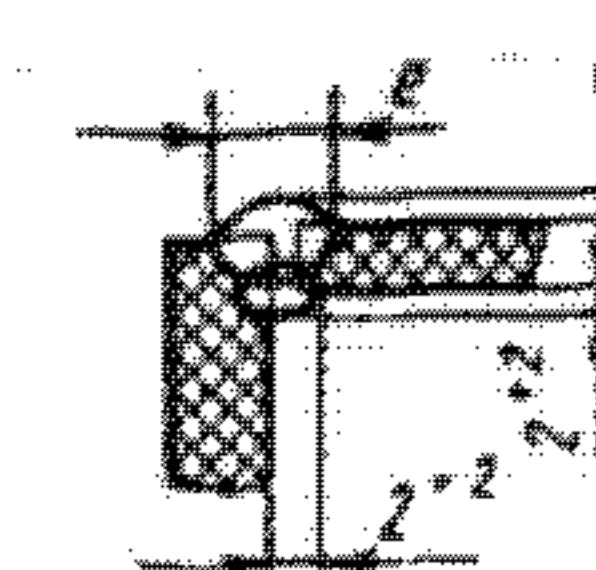
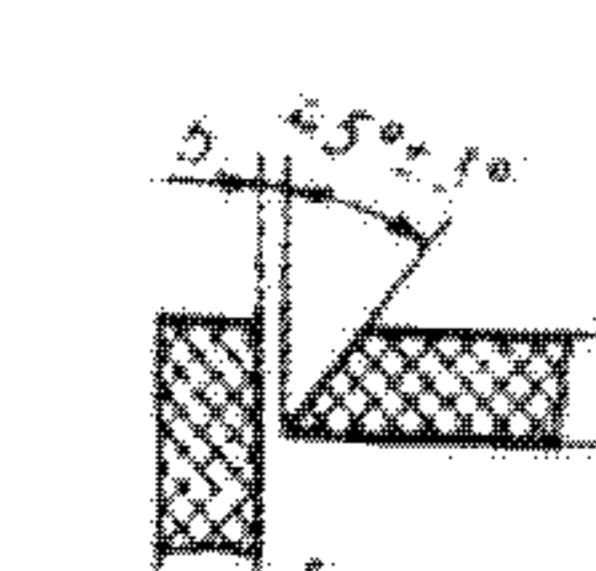
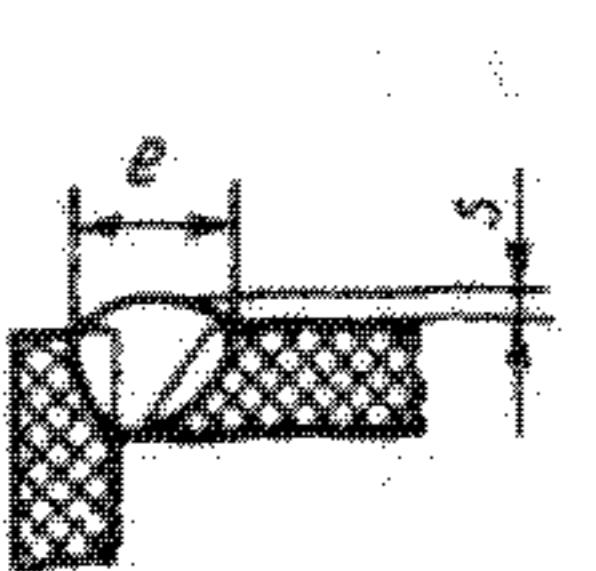
Рис. 8.22

§.16. Сварные соединения из винипласти и полиэтилена

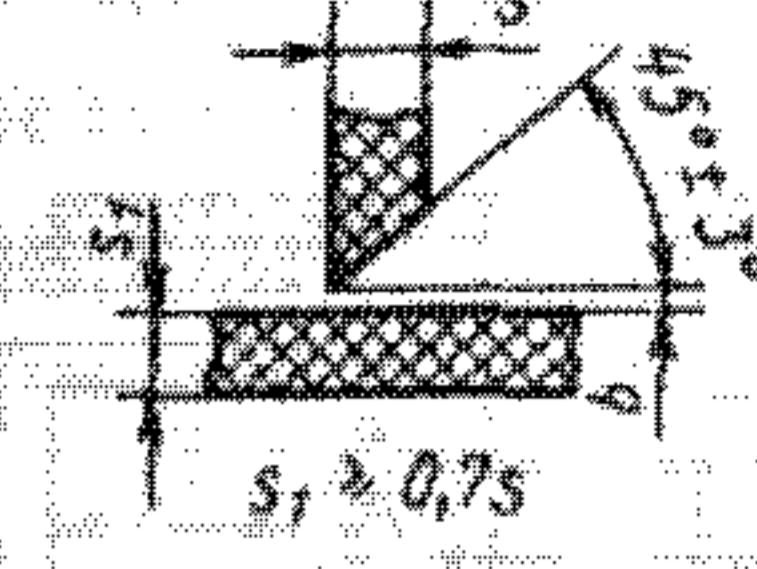
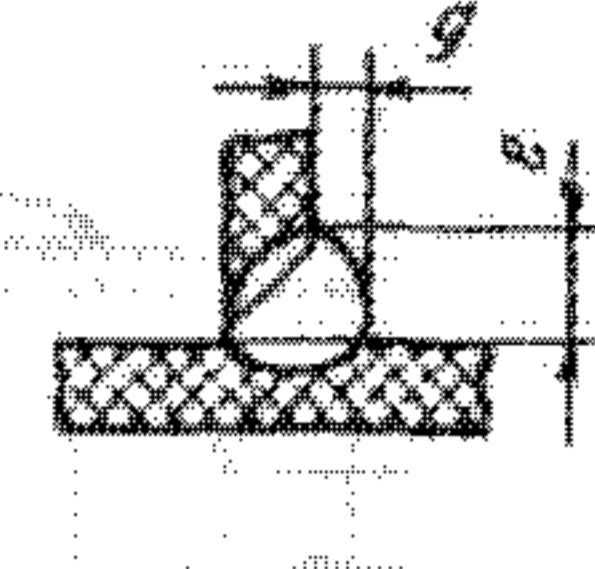
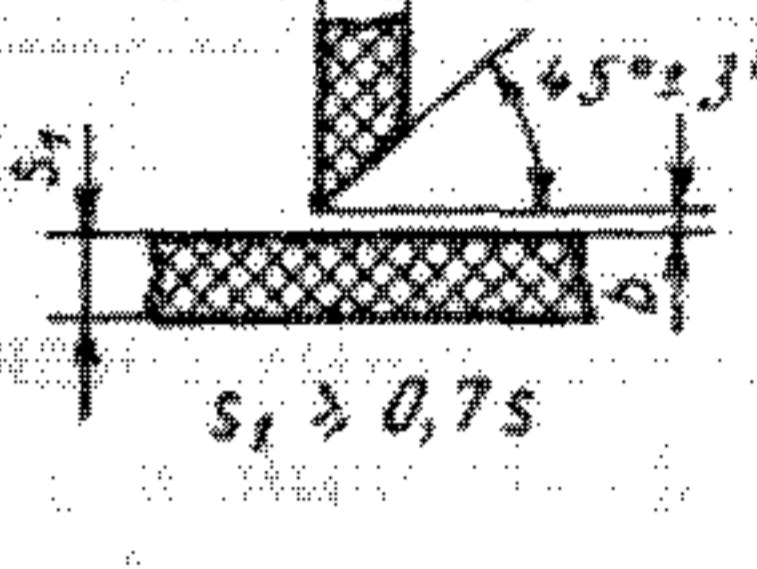
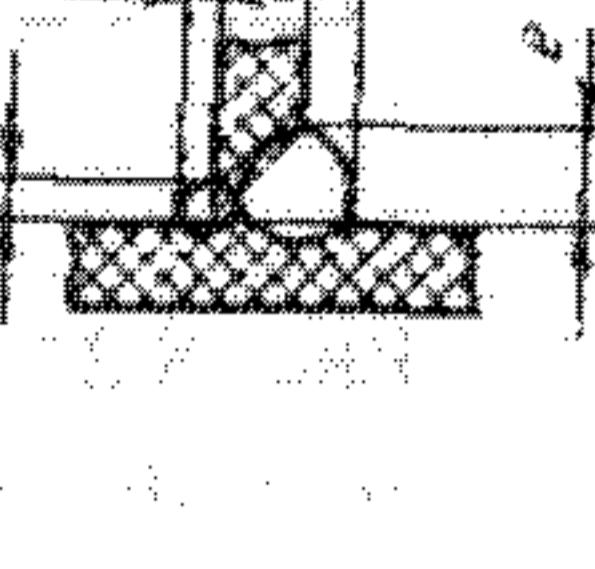
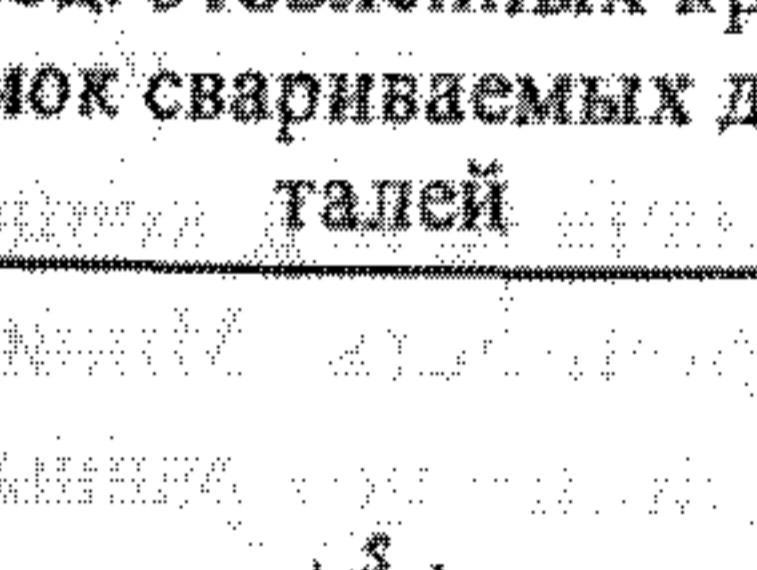
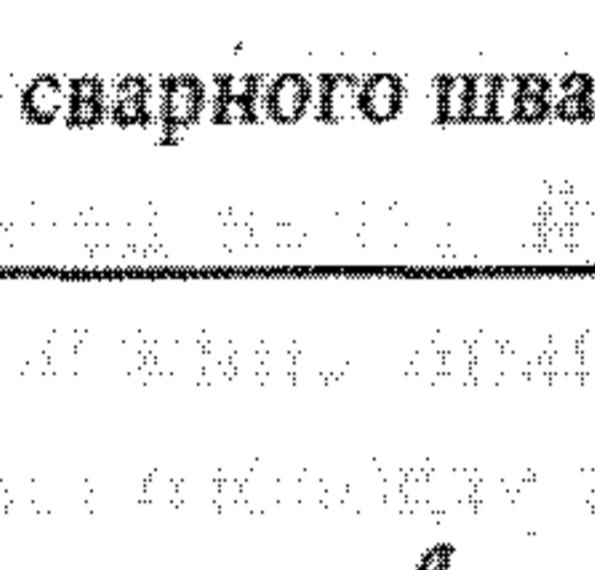
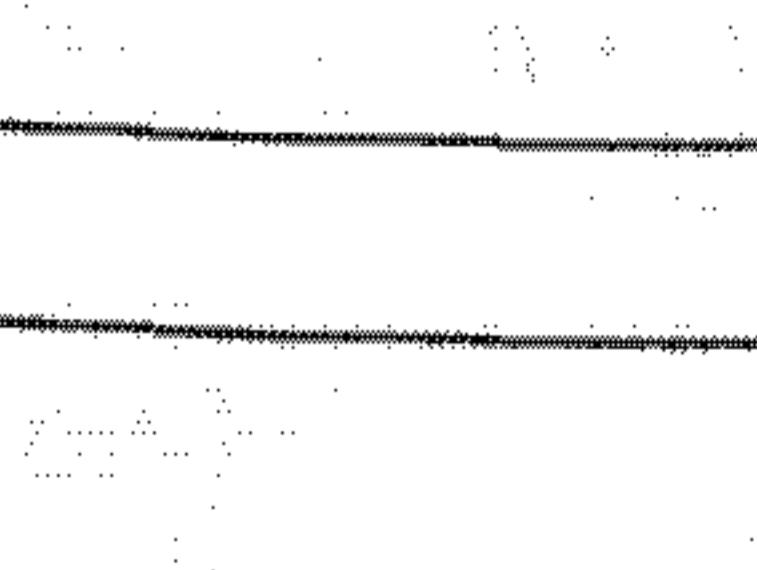
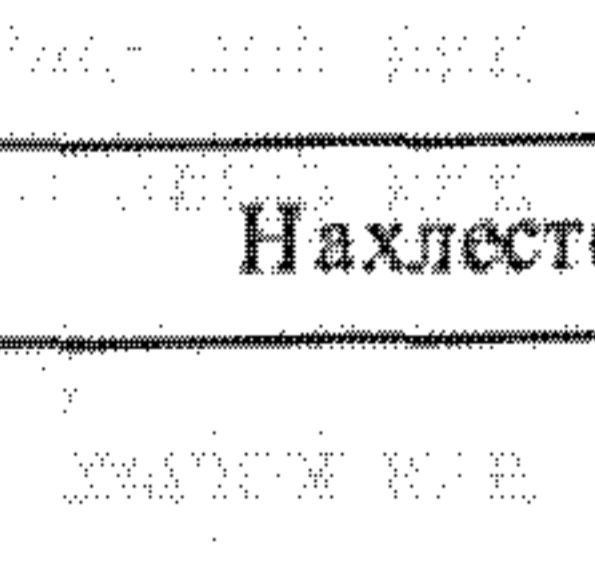
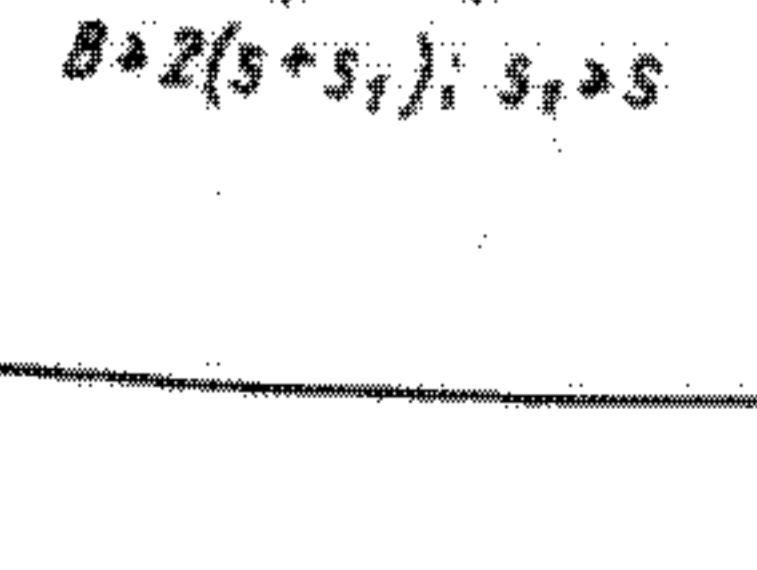
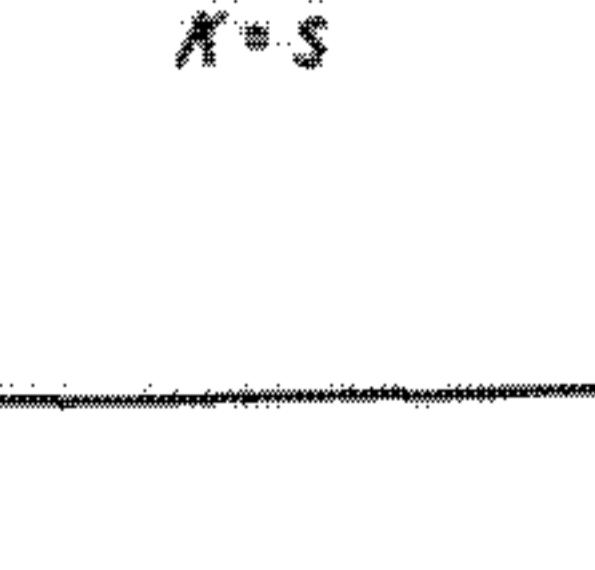
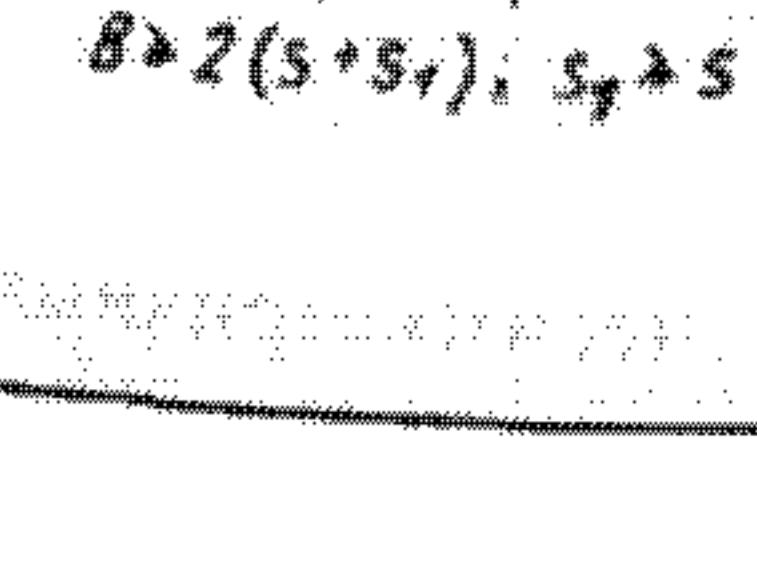
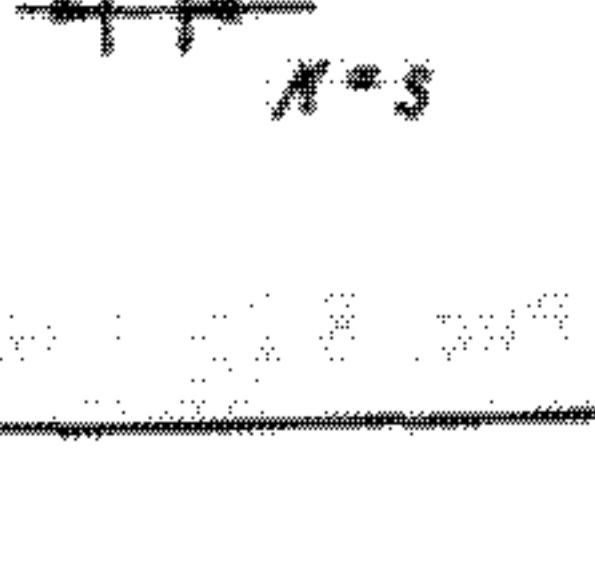
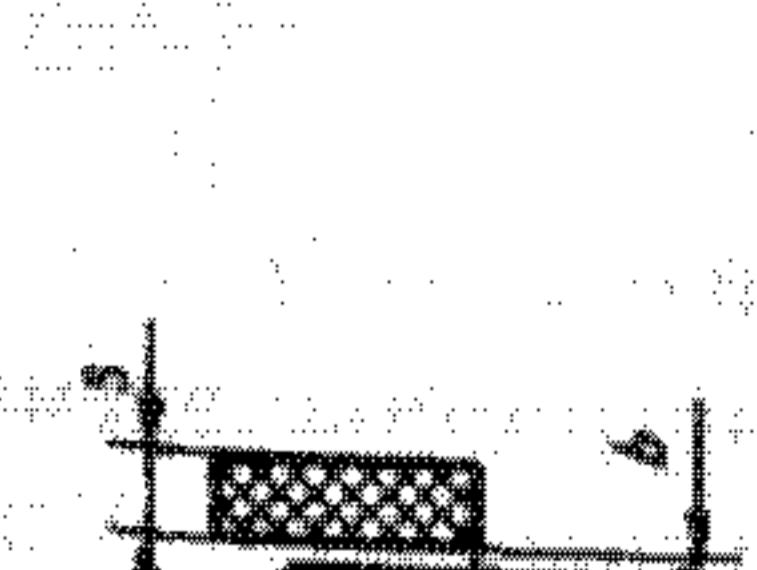
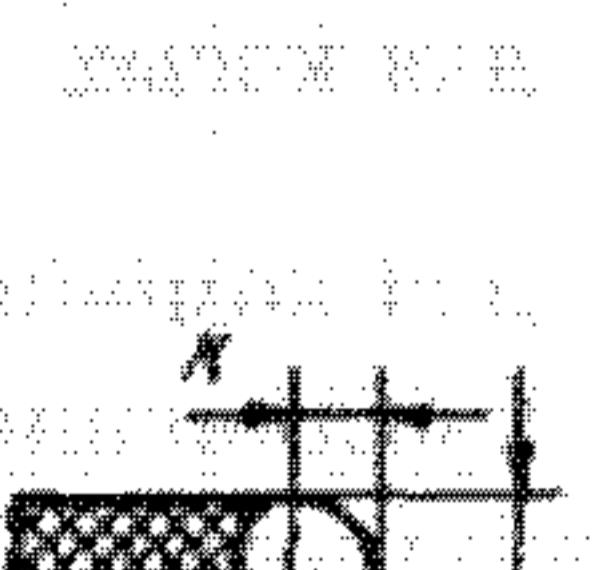
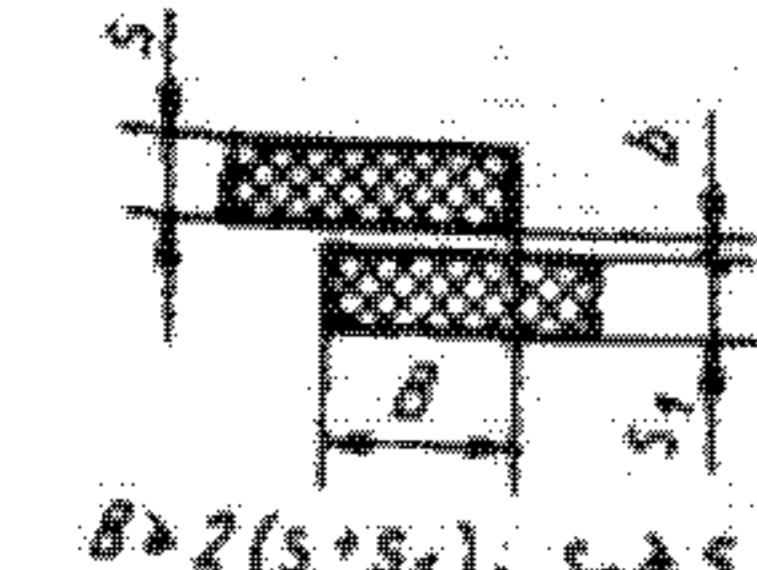
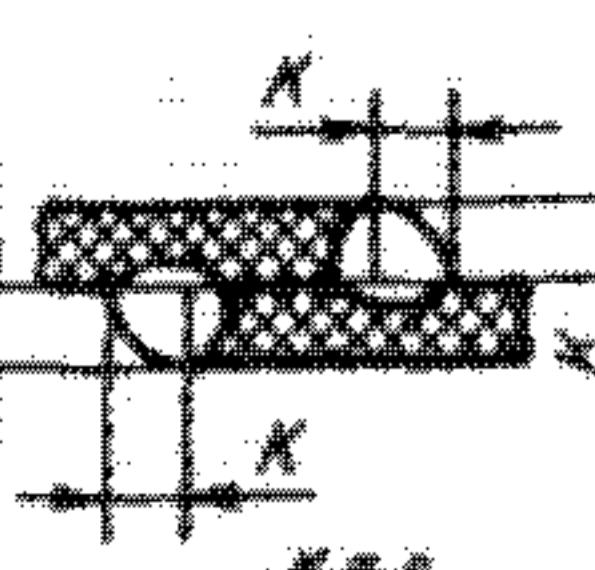
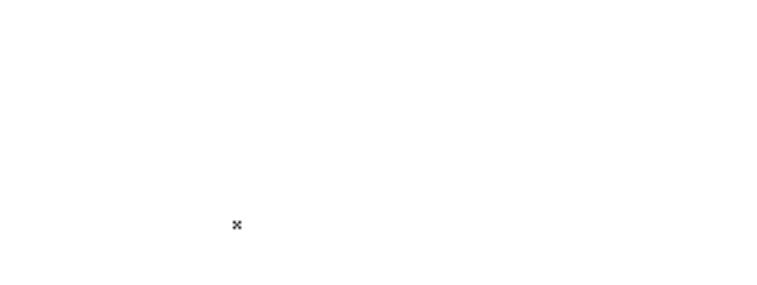
Конструктивные элементы подготовленных кромок деталей и швов соединений из полистирина, полипропилена и винипласти (ГОСТ 16310—80)

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	b	g	g_1	e , не более
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						
Стыковые соединения								
C1			Г	2-4	0,5	2	1	6
C2			Г; Э	2-6	3	2	1	8
C3			Г; Э	2-6	b (пред. откл. ±1)	g	g_1	e , не более
C4			Г	2-4	0,5	2	2	8
								10
Конструктивные элементы								
Условное обозначение сварного соединения	подготовленных кромок свариваемых деталей		Способ сварки	$s = s_1$	b	g	g_1	e , не более
	сварного шва							
C5			Г; Э	4-6 7-9 10-12 13-15 16-18 19-20	0,5	2	3	10 16 18 20 24 26
C6			Г; Э	4-6 7-9 10-12 13-15 16-18 19-20	2	2	3	10 16 18 20 24 26
C7			Г; Э	4-6 7-9 10-12 13-15 16-18 19-20	2	2	3	10 16 18 20 24 26
C8			Г; Э	$s = s_1$ 4-6 7-9	b (пред. откл. +1)	$g = g_1$ (пред. откл. ±1)	e , не более	e_1 (пред. откл. ±1)
					0,5	2	10	6
							16	

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	b (пред. откл. +1)	$g = g_1$ (пред. откл. ±1)	e , не более	e_1 (пред. откл. ±1)
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						
C 8			Г; Э	10-12			18	6
				13-15			20	
				16-18	0,5	3	24	9
				19-20			26	
C 9			Г; Э	$s = s_1$	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ±1)	e , не более	
				8-10			2	16
				11-13			18	
				14-16	0,5		20	
				17-19		3	24	
C 10			Г; Э	4-6			2	12
				7-9			16	
				10-12			18	
				13-15	0,5		23	
				16-18		3	26	
				19-20			29	
C 11			Г; Э	$s = s_1$	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ±1)	e , не более	
				4-6			12	
				7-9	2		16	
				10-12			18	
				13-15	0,5		23	
				16-18		3	26	
				19-20			29	
C 12			Г; Э	4-6			2	12
				7-9			16	
				10-12			18	
				13-15	0,5		23	
				16-18		3	26	
				19-20			29	
C 13			Г; Э	$s = s_1$	b (пред. откл. +1)	$g = g_1$ (пред. откл. ±1)	e , не более	e_1 , не более
				4-6			12	
				7-9	2		16	6
				10-12			18	
				13-15	0,5		23	
				16-18		3	26	9
				19-20			29	

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1$	b (пред. откл. +1)	$g = g_1$ (пред. откл. ±1)	e , не более
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					
С14	 s_1	 e	Г; Э	8-10		2	16
				11-13			23
				14-16	0,5	3	26
				17-19			29
				20			30
Угловые соединения							
У1	 s_1	 $K = s$	Г; Э	s	b (пред. откл. +1)	n	
				2-10	0,5	0	
У2	 s_1	 J_{max}	Г	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ±1)	e , не более
				2-4	2	3	6
У3	 s_1	 $K = s$	Г; Э	s	b (пред. откл. +1)	n	
				2-10	0	0	
У4	 s_1	 J	Г	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ±1)	e , не более
				2-4	0,5	3	6
У5	 s_1	 e	Г; Э	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ±1)	e
				4-6			12
				7-9			16
				10-12			18
				13-15	0,5		20
				16-18			24
				19-20			26

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей		Способ сварки	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ± 1)	e
	сварного шва	подготовленных кромок свариваемых деталей					
У6			Г; Э	4-6	0,5	2	12
				7-9		2	16
				10-12		3	18
				13-15		3	20
				16-18		3	24
				19-20		3	26
У7			Г; Э	s	b (пред. откл. +1)	$g=g_1$ (пред. откл. ± 1)	e
				8-10	0,5	2	16
				11-13		18	16
				14-16		20	18
				17-19		24	22
				20		26	24
У8			Г; Э	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ± 1)	e , не более
				4-6	0,5	2	12
				7-9		2	16
				10-12		3	18
				13-15		3	23
				16-18		3	26
У9			Г; Э	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ± 1)	e , не более
				4-6	0,5	2	12
				7-9		2	16
				10-12		3	18
				13-15		3	23
				16-18		3	26
				19-20		3	29
Тавровые соединения							
T1			Г; Э	s	b (пред. откл. +1)		
				2-20	0		
T2			Г; Э	s	b (пред. откл. +1)		

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. ±1)	e , не более	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	размеры элементов сварного шва						
T3	 $s \geq 0,75$	 $s \geq 0,75$	Г;Э	4-6	3	12		
				7-9	5	16		
				10-12	7	18		
	 $s \geq 0,75$	 $s \geq 0,75$		13-15	0,5	9	20	
				16-18	11	24		
				19-20	13	26		
T4	 $s \geq 0,75$	 $s \geq 0,75$	Г;Э	4-6	3	12		
				7-9	5	16		
				10-12	7	18		
	 $s \geq 0,75$	 $s \geq 0,75$		13-15	0,5	9	20	
				16-18	11	24		
				19-20	13	26		
T5	 $s \geq 0,75$	 $s \geq 0,75$	Г;Э	4-6	3	12		
				8-12	5	18		
				13-15	7	20		
	 $s \geq 0,75$	 $s \geq 0,75$		16-18	9	24		
				19-20	11	26		
				21-22	13	26		
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. +2)	e , не более	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	размеры элементов сварного шва						
H1	 $B = 2(s + s_1); s, s_1$	 $K = s$	Г;Э	4-6	3	12		
				8-12	5	18		
H2	 $B = 2(s + s_1); s, s_1$	 $K = s$	Г;Э	4-6	3	12		
				8-12	5	18		
Налесточные соединения								
H3	 $B = 2(s + s_1); s, s_1$	 $K = s$	Г;Э	s	b (пред. откл. +1)	g (пред. откл. +2)	e , не более	
				2-20	0			

Условные обозначения способов сварки: Г — сварка нагретым газом с присадочным прутком; Э — сварка экструзионная.

Технические требования. 1. При выполнении швовстыковых соединений деталей, разность толщин которых не превышает 1 мм, подготовка кромок под сварку производится так же, как и для деталей одинаковой толщины.

2. Если разность толщин свариваемых деталей превышает 1 мм, то на детали большей толщины должен быть сделан скос с одной или двух сторон до толщины более тонкой детали.

3. При выполнении двусторонних швов допускается удаление корня шва ранее уложенных проходов механическим путем.

4. Во всех случаях допускается удаление проплавов сварных швов механическим путем заподлицо с основным материалом; врезание в основной материал при этом не допускается.

5. Для расчетных сварных соединений катет углового шва K должен быть установлен при проектировании соединений.

Предельные отклонения катета углового шва K от номинального значения должны соответствовать: +1,0 мм при $K < 6$ мм; +1,5 мм при $6 \leq K \leq 12$ мм; +2,0 мм при $K > 12$ мм.

6. Допускается усиление углового шва до 2 мм или ослабление до 3 мм.

8.1.17. Расчет прочности сварных соединений

Стыковое соединение с прямым швом (рис. 8.23, а). Допускается усилие для соединения при растяжении $P_1 = [\sigma_p] ls$, то же при сжатии $P_2 = [\sigma_{cs}] ls$, где $[\sigma_p]$ и $[\sigma_{cs}]$ — допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении и сжатии.

При расчете прочности все виды подготовки кромок в стыковых соединениях принимают равнозначными.

Стыковое соединение с косым швом (рис. 8.23, б). Допускаемое усилие для соединения при растяжении

$$P_1 = \frac{[\sigma_p] ls}{\sin \beta},$$

то же при сжатии

$$P_2 = \frac{[\sigma_{cs}] ls}{\sin \beta}.$$

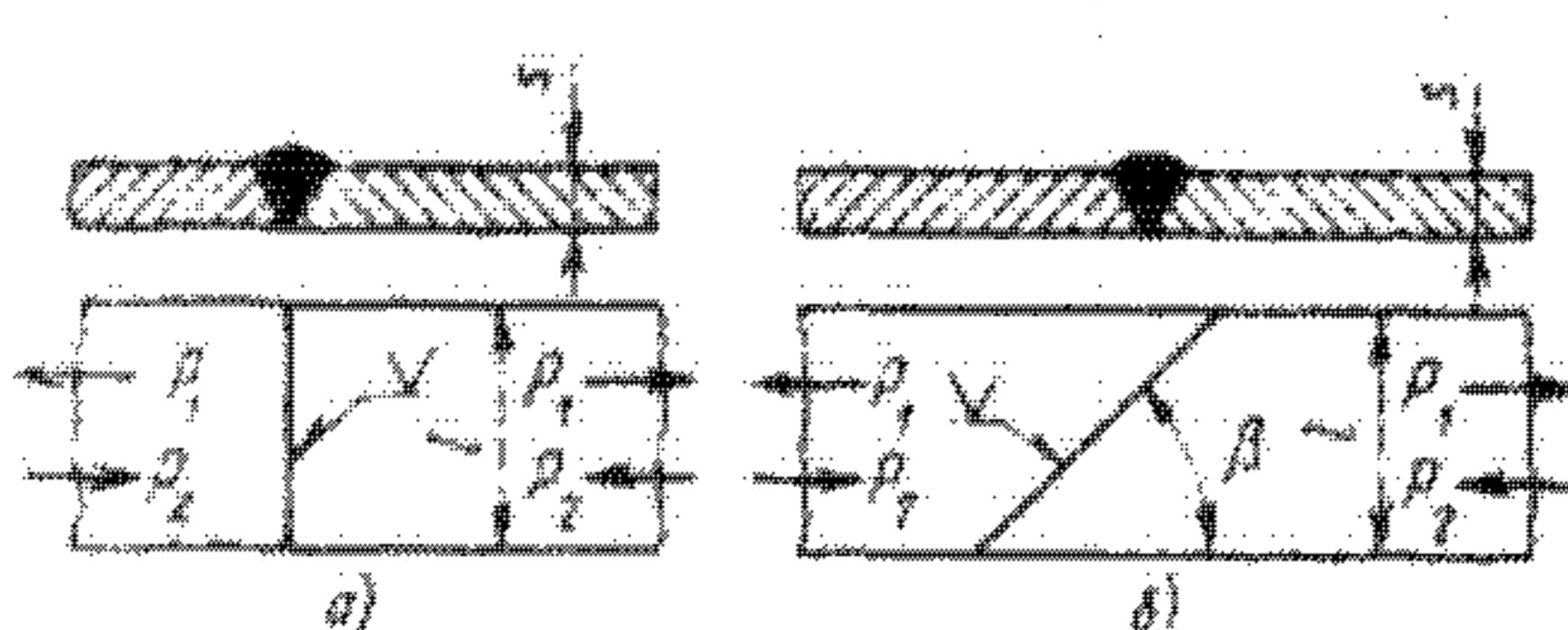


Рис. 8.23. Стыковое соединение:

а — с прямым швом; б — с косым швом

При $\beta = 45^\circ$ соединение равнопрочно целому сечению.

Накладочное соединение (рис. 8.24). Соединения выполняют угловым швом. В зависимости от направления шва относительно направления действующих сил угловые швы называют лобовыми (рис. 8.24, а), фланговыми (рис. 8.24, б), косыми (рис. 8.24, в) и комбинированными (рис. 8.24, г).

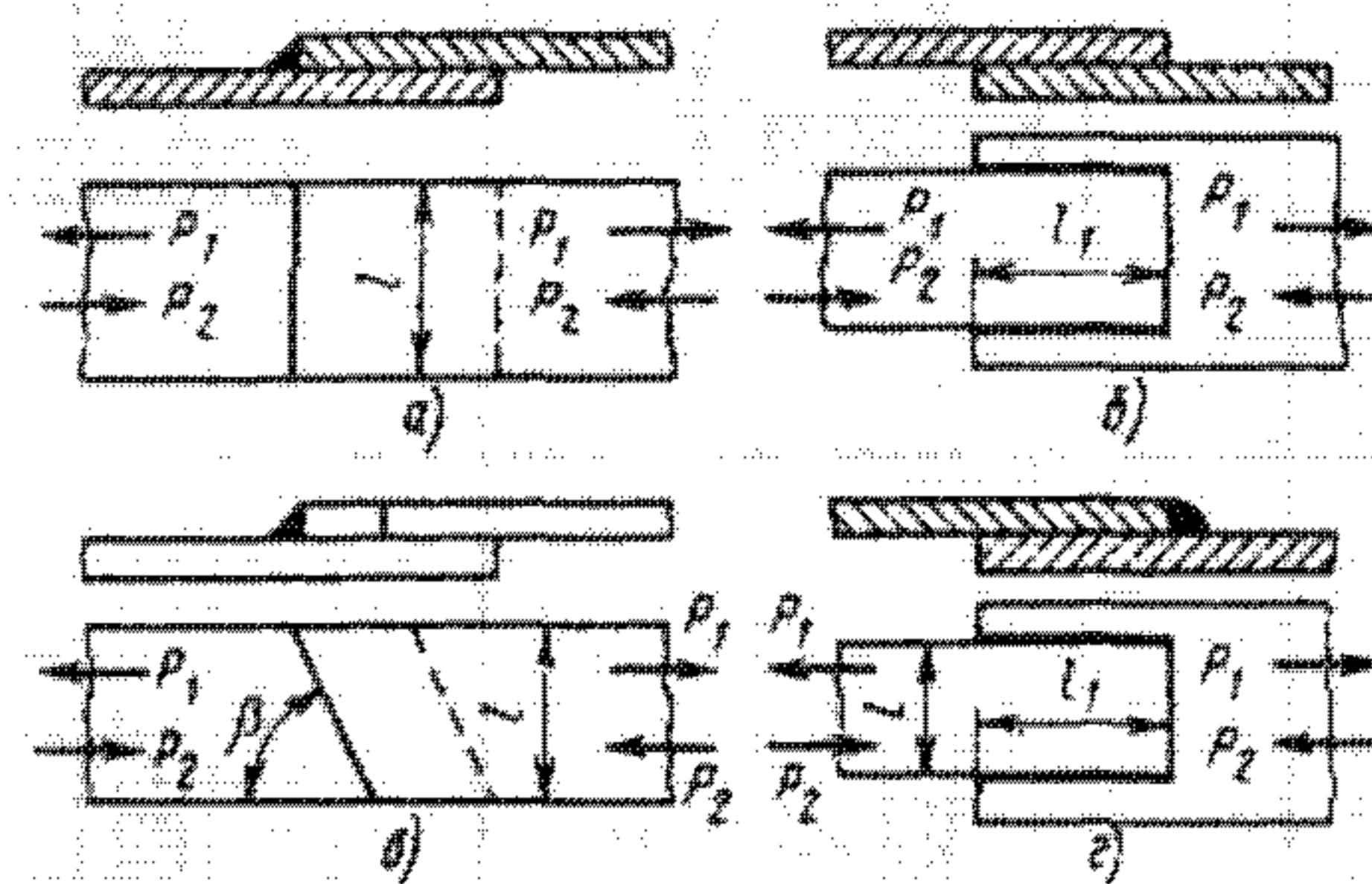


Рис. 8.24. Швы накладочных соединений:
а — лобовой; б — фланговый; в — косой;
г — комбинированный

Максимальную длину лобового и косого швов не ограничивают. Длину фланговых швов следует принимать не более $60K$, где K — длина катета шва. Минимальная длина углового шва 30 мм; при меньшей длине дефекты в начале и в конце шва значительно снижают его прочность. Минимальный катет углового шва K_{min} принимают равным 3 мм, если толщина металла $s \geq 3$ мм.

Допускаемое усилие для соединения $P_1 = P_2 = 0,7 [\tau_{sp}] KL$, где $[\tau_{sp}]$ — допускаемое напряжение для сварного шва на срез; K — катет шва; L — весь периметр угловых швов;

для лобовых швов $L = l$;

для фланговых $L = 2l_1$;

для косых $L = \frac{l}{\sin \beta}$;

для комбинированных $L = 2l_1 + l$.

Соединение несимметричных элементов (например, угловых профилей, рис. 8.25). Усилия, передаваемые на швы 1 и 2, находят из уравнений статики:

$$P_1 = P \frac{e_1}{e}; \quad P_2 = P \frac{e_2}{e}.$$

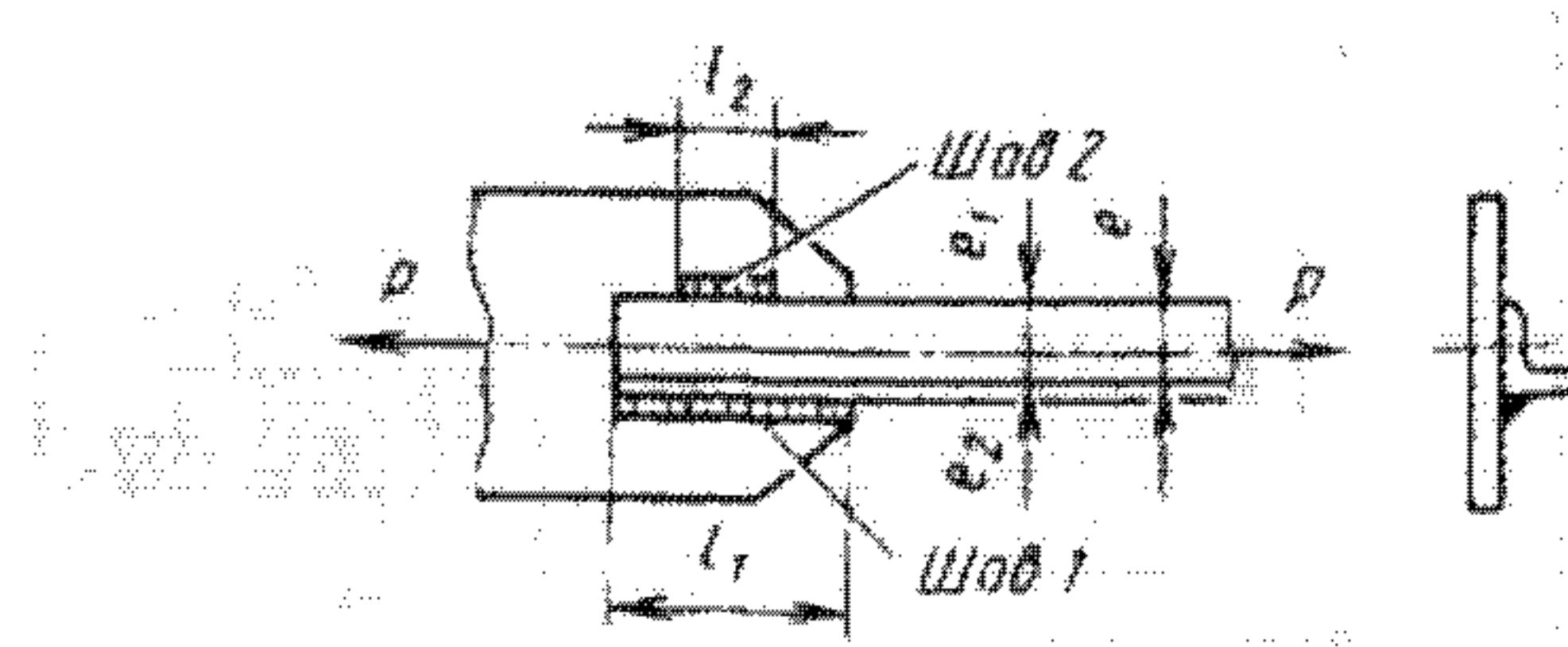


Рис. 8.25. Соединение несимметричных элементов

Необходимая длина швов

$$l_1 = \frac{P_1}{0,7[\tau'_{\text{ср}}]K}; \quad l_2 = \frac{P_2}{0,7[\tau'_{\text{ср}}]K},$$

где $[\tau'_{\text{ср}}]$ — допускаемое напряжение для сварного шва на срез; K — катет шва.

Примечание. Допускается увеличение l_2 до размера l_1 .

Тавровое соединение: а) наиболее простое в технологическом отношении (рис. 8.26). Допускаемое усилие для растяжения

$$P = [\tau'_{\text{ср}}]0,7Kl,$$

где $[\tau'_{\text{ср}}]$ — допускаемое напряжение для сварного шва на срез; K — катет шва не должен превышать $1,2s$ (s — наименьшая толщина свариваемых элементов);

б) обеспечивающее лучшую передачу усилий (рис. 8.27). Допускаемое усилие для растяжения

$$P_1 = [\sigma'_p]ls,$$

допускаемое усилие для сжатия

$$P_2 = [\sigma'_{\text{сж}}]ls,$$

где $[\sigma'_p]$ и $[\sigma'_{\text{сж}}]$ — допускаемые напряжения для сварного шва при растяжении и сжатии.

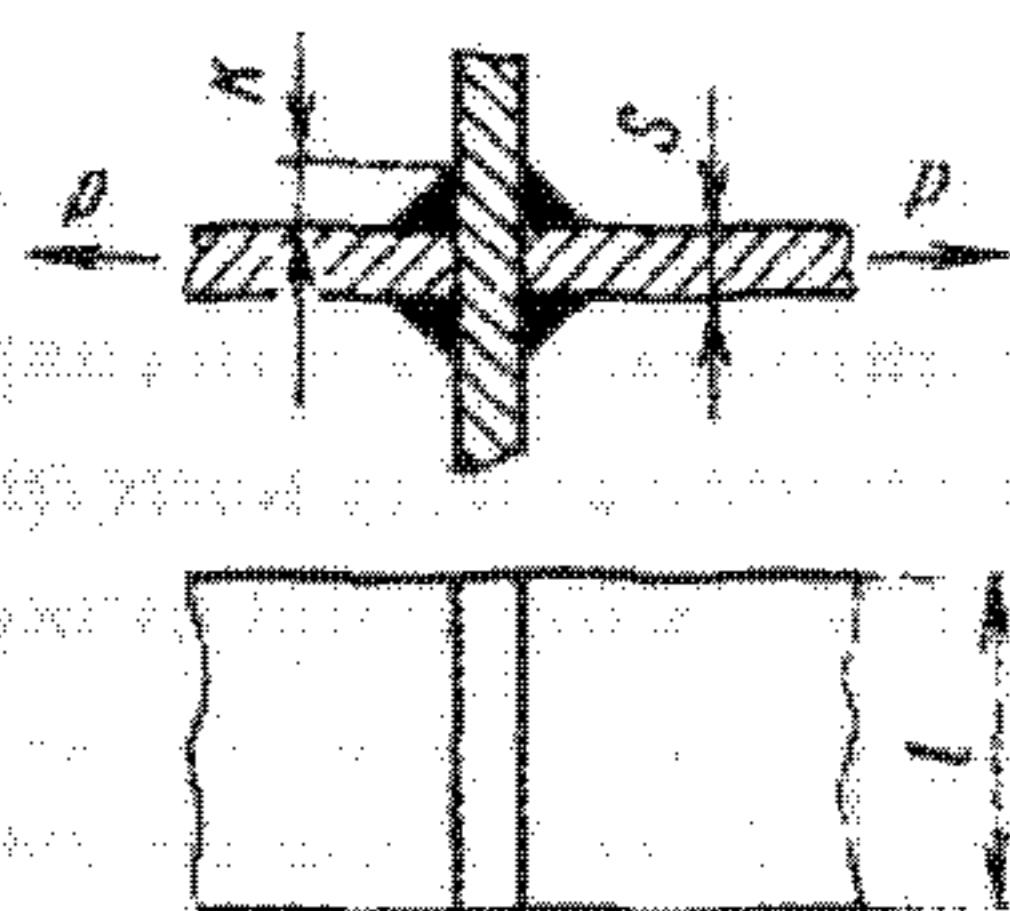


Рис. 8.26. Наиболее простое в технологическом отношении тавровое соединение

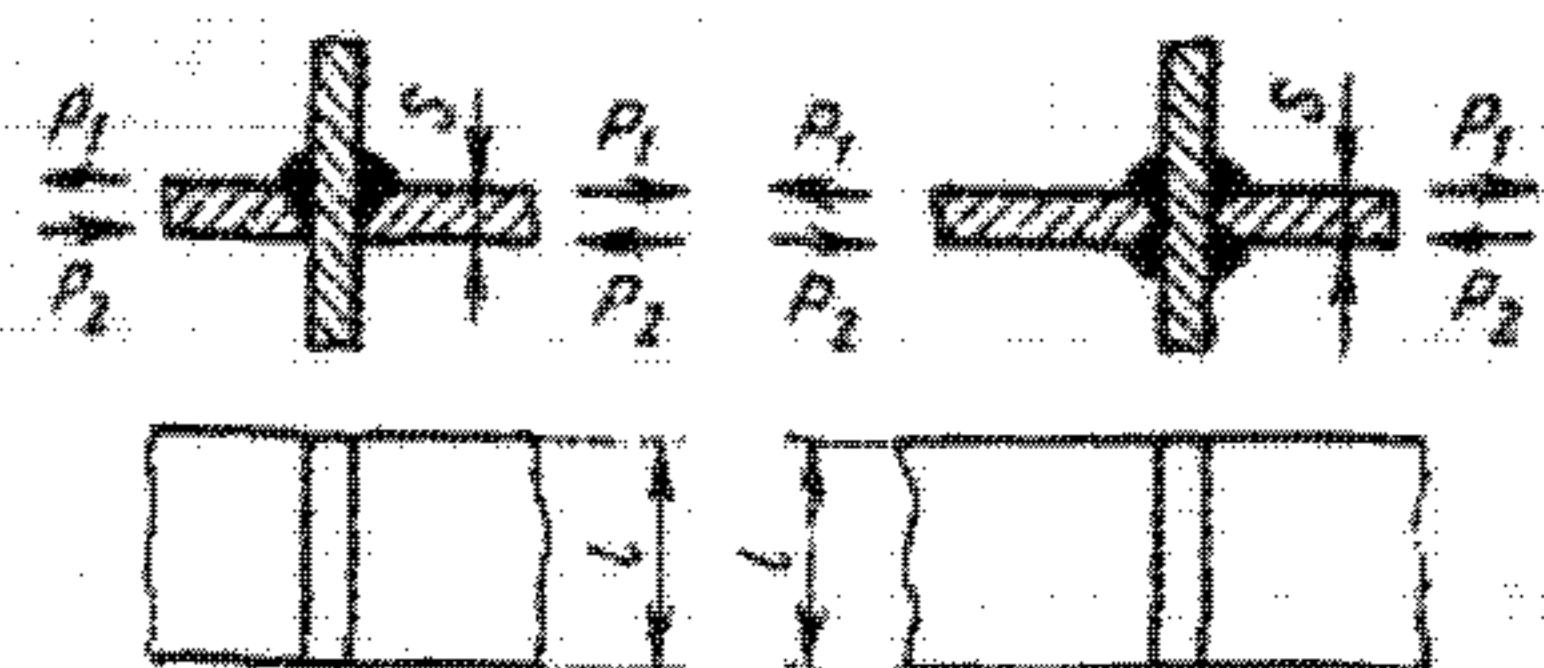


Рис. 8.27. Тавровое соединение, обеспечивающее лучшую передачу усилий

Соединение с накладками. Сечение накладок, обеспечивающее равнопрочность целого сечения (рис. 8.28):

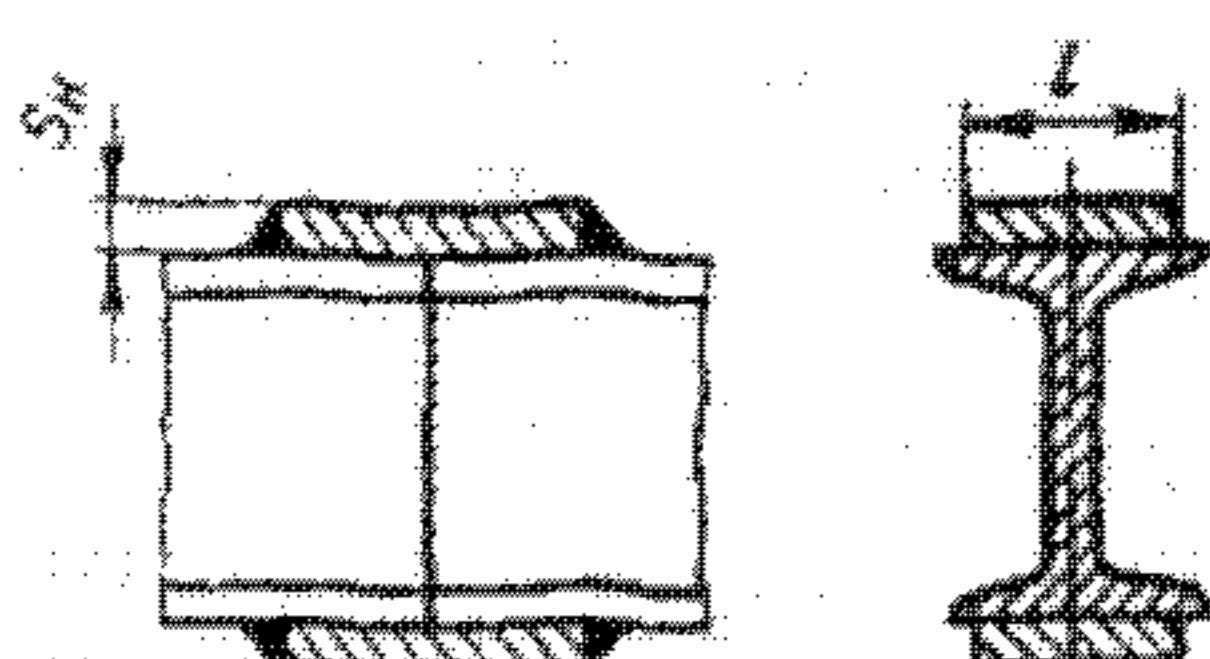


Рис. 8.28. Соединение с накладками

$$F_n = 2s_n l = \frac{F(|\sigma_p| - |\sigma'_p|)}{[\sigma'_p]},$$

где F — сечение основного металла; $[\sigma_p]$ — допускаемое напряжение при растяжении основного металла; $[\sigma'_p]$ — допускаемое напряжение для сварного шва при растяжении.

Сечение накладки, обеспечивающее равнопрочность целого сечения (рис. 8.29):

$$F_n = s_n l = \frac{F(|\sigma_p| - |\tau'_{\text{ср}}|)}{[\tau'_{\text{ср}}]},$$

где $[\tau'_{\text{ср}}]$ — допускаемое напряжение для сварного шва на срез.

Соединение с прорезями (рис. 8.30) применяют лишь в случаях, когда угловые швы недостаточны для скрепления. Рекомендуется $a = 2s$, $l = (10 - 25)s$.

Допускаемое усилие, действующее на прорезь,

$$P = 2[\tau'_{\text{ср}}]ls,$$

где $[\tau'_{\text{ср}}]$ — допускаемое напряжение для сварного шва на срез.

Соединение пробочное (рис. 8.31) применяют в изделиях, не несущих силовых нагрузок. Пробочную сварку можно применять для соединения листов толщиной ≥ 15 мм. Если побочные соединения подвергаются действию срезывающих сил, то напряжение

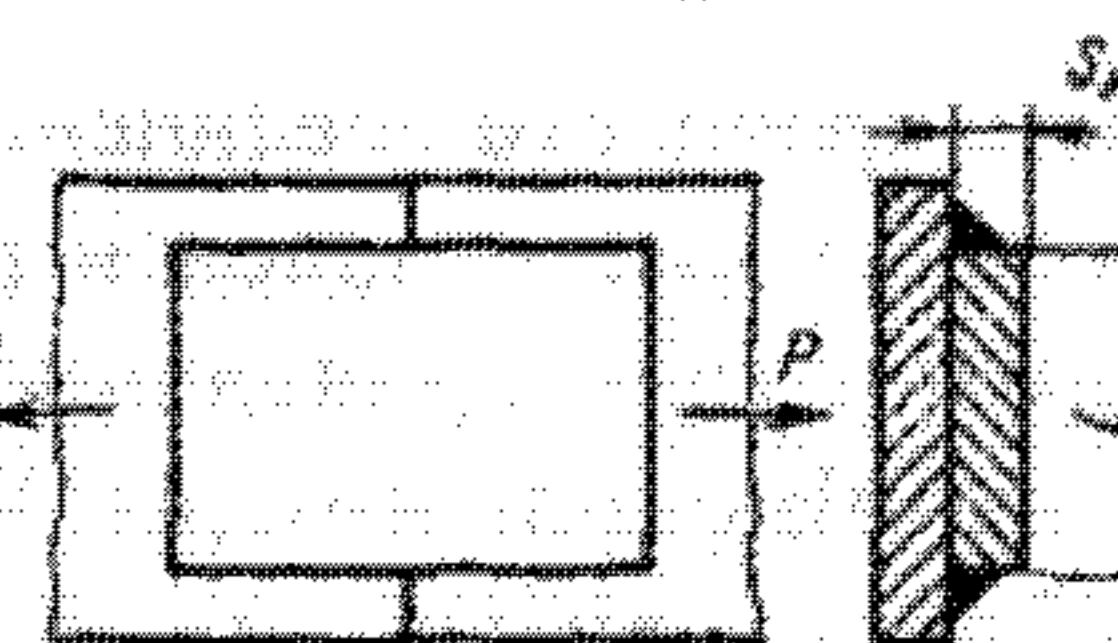


Рис. 8.29. Соединение с накладками

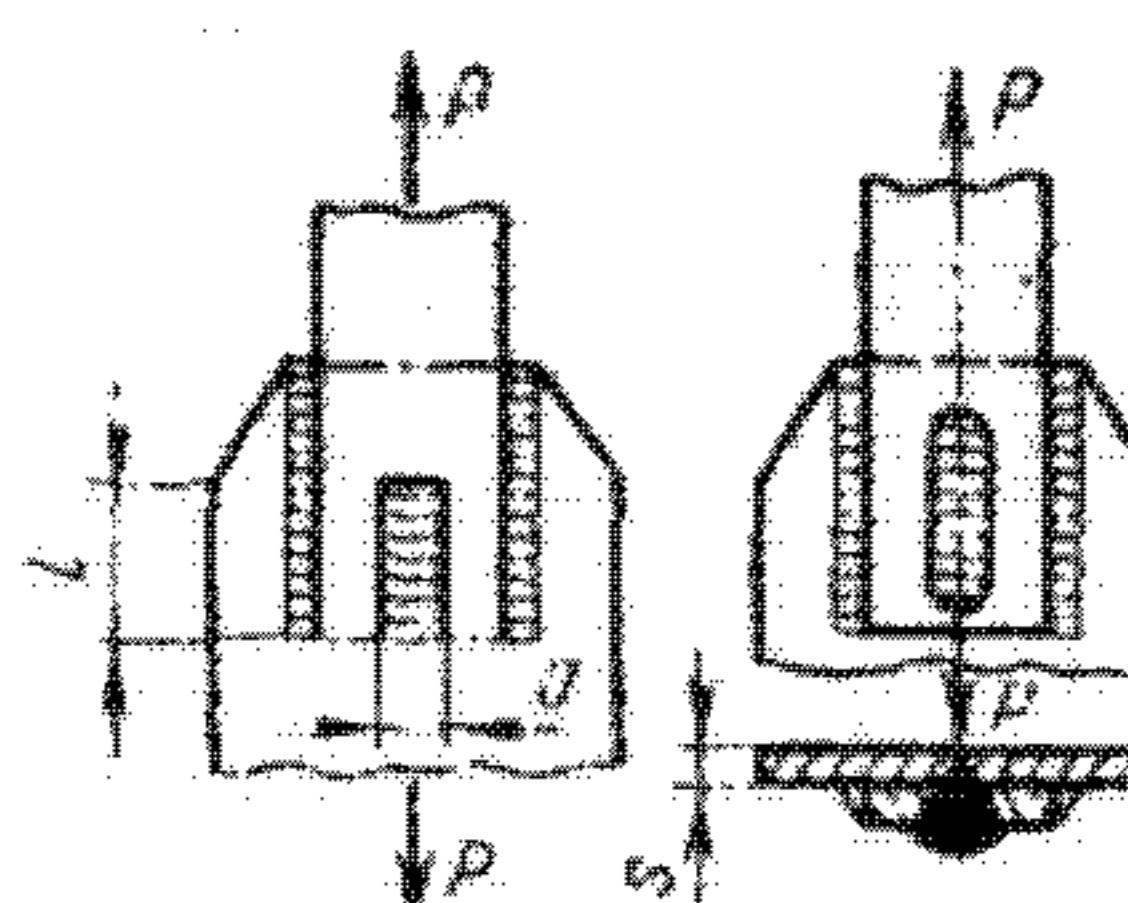


Рис. 8.30. Соединение с прорезями

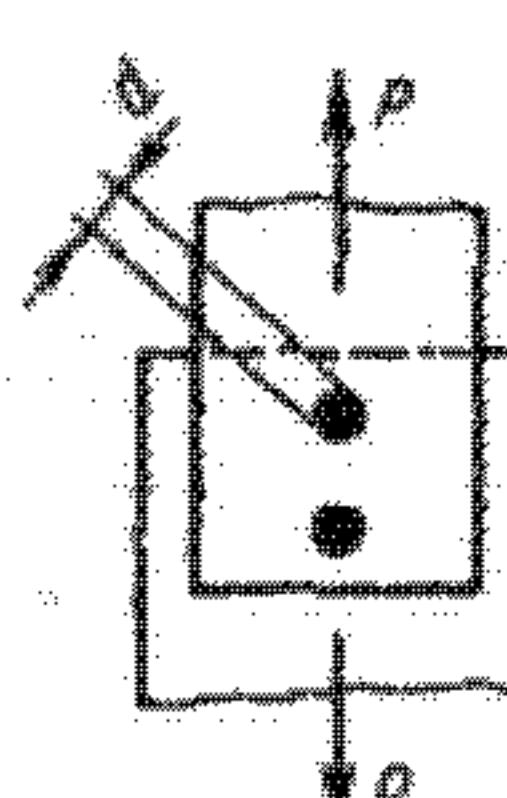


Рис. 8.31. Пробочное соединение

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

где d — диаметр пробки; i — число пробок в соединении.

Расчет прочности соединения, на которое действует изгибающий момент. При расчете прочности соединения (рис. 8.32), осуществленного стыковым швом, находящимся под действием изгибающего момента M_n и продольной силы P , условие прочности

$$\sigma = \frac{M_n}{W} + \frac{P}{F} \leq [\sigma_p]$$

где

$$W = \frac{sh^2}{6} \quad \text{и} \quad F = hs.$$

При расчете прочности соединения (рис. 8.33, а), осуществленного угловым швом, находящимся под действием изгибающего момента M_n и продольной силы P , расчетные касательные напряжения в шве

$$\tau = \frac{M_n}{W_c} + \frac{P}{F_c} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

где

$$W_c = \frac{0,7Kh^2}{6}; \quad F_c = 0,7Kh.$$

При расчете прочности соединений (рис. 8.33, б), состоящих из нескольких швов и работающих на изгиб, принимают (для приведенного графически случая), что изгибающий момент M_n уравновешивается парой сил в горизонтальных швах и моментом защемления вертикального шва:

$$M_n = t0,7Kl(h+K) + \frac{t0,7Kh^2}{6},$$

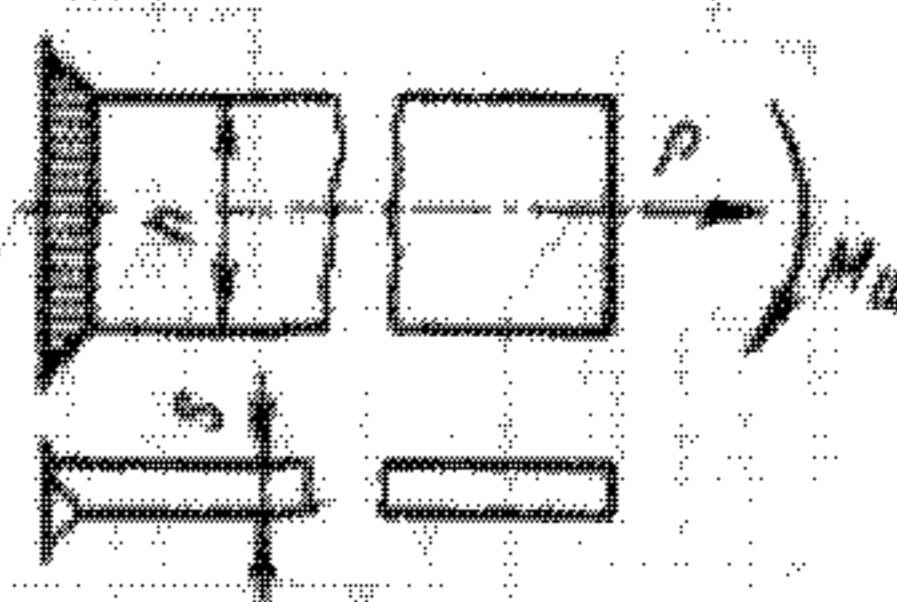


Рис. 8.32. Стыковое соединение под действием изгибающего момента

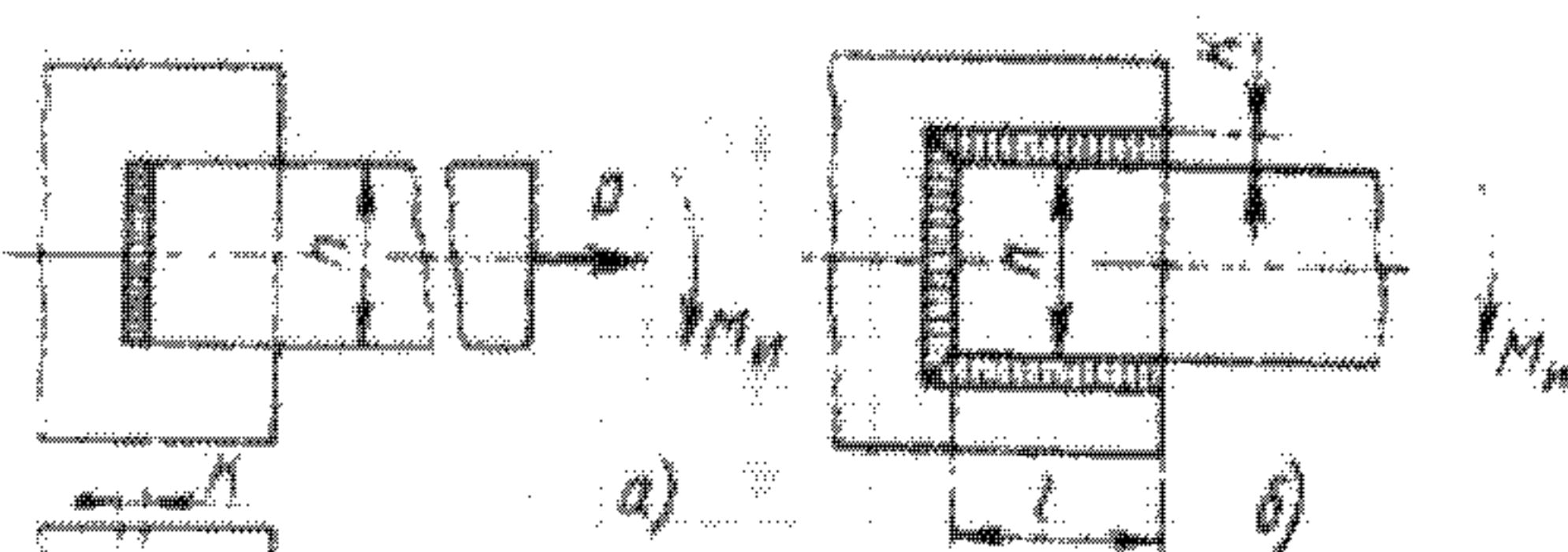


Рис. 8.33. Угловое соединение под действием изгибающего момента и продольной силы

откуда

$$\tau = \frac{M_n}{t0,7Kl(h+K)} + \frac{t0,7Kh^2}{6} \leq [\tau_{\text{ср}}].$$

Если момент M_n и допускаемое напряжение τ заданы, то из полученного уравнения следует определить l и K , задавшись остальными геометрическими параметрами.

Допускаемые напряжения (табл. 8.87) для сварных швов принимают в зависимости:

а) от допускаемых напряжений, принятых для основного металла;

б) от характера действующих нагрузок.

В конструкциях, подвергающихся воздействию переменных или знакопеременных нагрузок, допускаемые напряжения для основного металла понижают, умножая на коэффициент:

$$\nu = \frac{0,8}{1,2 - 0,8 \frac{\sigma_{\text{min}}}{\sigma_{\text{max}}}} \leq 1,$$

где σ_{min} и σ_{max} — соответственно минимальное и максимальное напряжение, взятое каждое со своим знаком.

Таблица 8.87
Допускаемые напряжения для сварных швов
в машиностроительных конструкциях
при постоянной нагрузке

Сварка	Для стыковых соединений		При резе [$\tau_{\text{ср}}$]
	при растя- жении [σ_p]	при сжатии [$\sigma'_{\text{ср}}$]	
Ручная электродами: Э42.....	0,9 [σ_p] [σ_p]	[σ_p]	0,6 [σ_p]
Э42А.....	[σ_p]	[σ_p]	0,65 [σ_p]

[σ_p] — допускаемое напряжение при растяжении для основного металла.

8.2. Паяные соединения

8.2.1. Оловянно-свинцовые припои

Наиболее широкое применение во всех отраслях промышленности имеют оловянно-свинцовые припои, применяемые для лужения и пайки деталей.

Припои в чушках — по ГОСТ 21930—76, припои в изделиях — в виде круглой проволоки, ленты, трехгранных, круглых и квадратных прутков, круглых трубок, заполненных флюсом, порошка — по ГОСТ 21931—76.

В зависимости от химического состава оловянно-свинцовые припои изготавливают следующих марок:

бессурьмянистые — ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40, ПОС 30, ПОС 10, ПОС 61М, ПОСК 50-18, ПОСК 2-18;

малосурьмянистые — ПОССу 61-0,5, ПОССу 50-0,5, ПОССу 40-0,5, ПОССу 35-0,5, ПОССу 30-0,5, ПОССу 25-0,5, ПОССу 18-0,5; сурьмянистые — ПОССу 95-5, ПОССу 40-2, ПОССу 35-2, ПОССу 30-2, ПОССу 25-2, ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10-2, ПОССу 8-3, ПОССу 5-1, ПОССу 4-6, ПОССу 4-4.

Пример обозначения. Припой в чушках марки ПОС 40:

Припой Ч ПОС 40 ГОСТ 21930—76.

Пример условного обозначения. Припой в виде проволоки круглого сечения диаметром 2 мм марки ПОССу 61-0,5:

Припой Прв КР2 ПОССу 61-0,5 ГОСТ 21931—76.

Сортамент припоя в изделиях: диаметр проволоки 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0 мм;

прутки круглые: 8; 10; 12; 15 мм;

прутки трехгранные (размер сторон): 10; 12; 14;

16 мм;

прутки квадратные (размер сторон): 5; 7; 9; 11; 13; 15 мм (длина прутков 400 мм); ленты толщиной 0,8 и 1,0 мм при ширине 8—10 мм; толщиной 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5 мм при ширине 5—10 и 15 мм; трубки с наружным диаметром 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4; 5 мм.

Длина проволоки и трубы — не менее 20 м, ленты — не менее 10 м.

Условное обозначение припоя содержит следующие сокращения:

наименования профильного сортамента: проволока — Прв; пруток — Птг; лента — Л; трубка — Т;

порошок — Пор;

формы сечения: круглая — КР; квадратная — КВ; трехгранный — ТРГ.

Вместо отсутствующего показателя ставят знак «Х».

Таблица 8.88

Физико-механические свойства припоеv

Марка припоя	Температура плавления, °C		Плотность, кг/м³	Удельное сопротивление, Ом·мм²/м	Временное сопротивление противодавлению, разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю, НВ
	Сулидус	Ликвидус					
ПОС 90	183	220	7,6	0,120	49	40	15,4
ПОС 61	183	190	8,5	0,139	43	46	14,0
ПОС 40	183	238	9,3	0,159	38	52	12,5
ПОС 10	268	299	10,8	0,200	32	44	12,5
ПОС 61М	183	192	8,5	0,143	45	40	14,9
ПОСК 50-18	142	145	8,8	0,133	40	40	14,0
ПОССу 61-0,5	183	189	8,5	0,140	45	35	13,5
ПОССу 50-0,5	183	216	8,9	0,149	38	62	13,2
ПОССу 40-0,5	183	235	9,3	0,169	40	50	13,0
ПОССу 35-0,5	183	245	9,5	0,172	38	47	13,3
ПОССу 30-0,5	183	255	8,7	0,179	36	45	13,2
ПОССу 25-0,5	183	266	10,0	0,182	36	45	13,6
ПОССу 18-0,5	183	277	10,2	0,198	36	50	—
ПОССу 95-5	234	240	7,3	0,145	40	46	18,0
ПОССу 40-2	185	229	9,2	0,172	43	48	14,2
ПОССу 35-2	185	243	9,4	0,179	40	40	—
ПОССу 30-2	185	250	9,6	0,182	40	40	—
ПОССу 25-2	185	260	9,8	0,185	38	35	—
ПОССу 18-2	186	270	10,1	0,206	36	35	11,7
ПОССу 15-2	184	275	10,3	0,208	36	35	12,0
ПОССу 10-2	268	285	10,7	0,208	35	30	10,8
ПОССу 8-3	240	290	10,5	0,207	40	43	12,8
ПОССу 5-1	275	308	11,2	0,200	33	40	10,7
ПОССу 4-6	244	270	10,7	0,208	65	15	17,3

Таблица 8.89

Области преимущественного применения оловянно-свинцовых припоеv

Марка припоя	Область применения
ПОС 90	Лужение и пайка внутренних швов пищевой посуды и медицинской аппаратуры.
ПОС 61	Лужение и пайка электро- и радиоаппаратуры точных приборов с высокогерметичными швами, где недопустим перегрев.
ПОС 40	Лужение и пайка электроаппаратуры, деталей из оцинкованного железа с герметичными швами.
ПОС 10	Лужение и пайка контактных поверхностей электрических аппаратов, приборов, реле, для заливки и лужения контрольных пробок топок паровозов.
ПОС 61М	Лужение и пайка электропаяльниками тонких (толщиной менее 0,2 мм) медных проволок, фольги, печатных проводников в кабельной, электро- и радиоэлектронной промышленности. Применение припоя при лужении и пайке в тиглях и ваннах на допускается.
ПОСК 50-18	Пайка деталей, чувствительных к перегреву, металлизированной керамики, для ступенчатой пайки конденсаторов.
ПОССу 61-0,5	Лужение и пайка электроаппаратуры, оцинкованных радиодеталей при жестких требованиях к температуре.
ПОССу 50-0,5	Лужение и пайка авиационных радиаторов, пайка пищевой посуды с последующим лужением пищевым оловом.
ПОССу 40-0,5	Лужение и пайка жести, пайка монтажных элементов, радиаторных трубок, оцинкованных деталей холодильных агрегатов.
ПОССу 35-0,5	Лужение и пайка свинцовых кабельных оболочек электротехнических изделий неответственного назначения, тонколистовой упаковки.
ПОССу 30-0,5	Лужение и пайка листового цинка, радиаторов.
ПОССу 25-0,5	Лужение и пайка радиаторов.
ПОССу 18-0,5	Лужение и пайка трубок теплообменников.
ПОССу 95-5	Пайка в электропромышленности, пайка трубопроводов, работающих при повышенных температурах.
ПОССу 40-2	Лужение и пайка холодильных устройств, тонколистовой упаковки. Припой широкого назначения.
ПОССу 30-2	Для лужения и пайки в холодильном аппаратостроении, автомобилестроении, для абразивной пайки.
ПОССу 18-2	Пайка в автомобилестроении.
ПОССу 5-1	Лужение и пайка деталей, работающих при повышенных температурах.
ПОССу 4-6	Пайка белой жести, лужение и пайка деталей с закатанными и клепанными швами из латуни и меди.
ПОССу 4-4	Лужение и пайка в автомобилестроении.
ПОСК 2-18	Лужение и пайка металлизированных и керамических деталей.

Примечание. Малосурьмянистые припой рекомендуются для пайки цинковых и оцинкованных деталей.

8.2.2. Серебряные припой

Таблица 8.90

Марки серебряных припоеv и их назначение

Марка припоя	Примерное назначение
ПСр 72; ПСр 71; ПСр 62; ПСр 50Кд; ПСр 50; ПСр 45; ПСр 40; ПСр 37,5; ПСр 25; ПСр 15; ПСр 10; ПСр 2,5; ПСр 72; ПСр 62; ПСр 40; ПСр 25; ПСр 12М	Лужение и пайка меди, медных и медно-никелевых сплавов, никеля, ковара, нейзильбера, латуней и бронз. Пайка стали с медью, никелем, медными и медно-никелевыми сплавами.
ПСрМО 68-27-5; ПСр 70; ПСр 50	Пайка титана и титановых сплавов с нержавеющей сталью.
ПСр 37,5	Пайка меди и медных сплавов с жаропрочными сплавами и нержавеющими сталью.
ПСр 40	Пайка меди и латуни с коваром, никелем, с нержавеющими сталью и жаропрочными сплавами, пайка свинцово-оловянных бронз.
ПСр 71; ПСр 25Ф; ПСр 15	Самофлюсирующиеся припой для пайки меди с бронзой, меди с медью, бронзы с бронзой.
ПСр 3Кд	Пайка меди, медных сплавов и сталей по свеженанесенному медному гальваническому покрытию не менее 10 мкм.
ПСрМО 68-27-5; ПСрКдМ 50-34-6; ПСрМЦКд 45-15-16-24; ПСр 3; ПСр 2,5	Пайка и лужение цветных металлов и сталей.
ПСр 4	Пайка и лужение серебряных деталей.

Обозначения: П — припой; Ср — серебро; М — медь; О — олово. Числа означают соответственно процентное содержание этих элементов.

Таблица 8.91

Температура плавления и плотность серебряных припоев

Марка припоя	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3 \times 10^3$	Критическая точка температуры плавления, $^{\circ}\text{C}$		Марка припоя	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3 \times 10^3$	Критическая точка температуры плавления, $^{\circ}\text{C}$	
		верхняя	нижняя			верхняя	нижняя
ПСр 72	10,0	779	779	ПСр 25	8,7	775	740
ПСр 71	9,8	795	654	ПСр 25Ф	8,3	725	645
ПСр 70	9,8	770	715	ПСр 15	8,5	810	640
ПСр 65	9,45	722	695	ПСр 12М	8,3	830	793
ПСр 62	9,6	723	650	ПСр 10	8,4	850	822
ПСр 50	9,3	860	770	ПСр 3	11,4	315	304
ПСр 50Кд	9,25	640	625	ПСр 3Кд	8,7	342	314
ПСр 45	9,1	730	665	ПСр 2,5	11,0	300	295
ПСр 40	9,25	610	590	ПСр 2,5С	11,3	306	304
ПСр 37,5	8,9	810	725	ПСр 1	9,4	235	225

Сортамент серебряных припоев. Проволоку круглую (по ГОСТ 19746—74) изготавливают следующих диаметров: 0,15; 0,20; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,6; 4,0; 5,0; 6,0 мм.

Пример обозначения проволоки из серебряного припоя марки ПСр 50 диаметром 0,25 мм:

Проволока ПСр 50 0,25
ГОСТ 19746—74

Полосы (по ГОСТ 19739—74) изготавливают: толщиной 0,10; 0,12; 0,15; 0,20; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 мм; шириной 50; 100; 150; 200 мм; длиной 100; 150; 200; 300; 400 мм.

Пример обозначения полосы из серебряного припоя марки ПСр 50 толщиной 0,8 мм, шириной 200 мм, длиной 400 мм:

Полоса ПСр 50 0,8×200×400
ГОСТ 19739—74

8.2.3. Медно-цинковые припои (ГОСТ 23137—78)

Таблица 8.92

Марки и химический состав¹ медно-цинковых припоев

Припой	Марка	Основные компоненты		Примерное назначение — пайка
		Медь	Цинк	
Медно-цинковый 36	ПМЦ 36	34—38	Остальное	Латуни, содержащей до 68 % меди.
Медно-цинковый 48	ПМЦ 48	46—50	»	Медных сплавов, содержащих меди выше 68 %.
Медно-цинковый 54	ПМЦ 54	52—56	»	Меди, томпака, бронзы и стали.

Таблица 8.93

Механические и физические свойства медно-цинковых припоев

Марка	Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$		Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3 \times 10^3$	Коэффициент линейного расширения, $\alpha \cdot 10^{-6} ^{\circ}\text{C}$	Удельное сопротивление, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	Предел прочности при растяжении, МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, %	Твердость, НВ
	Ликвидус	Солидус						
ПМЦ 36	825	800	7,7	22	10,3	Хрупкий 205,8 (21)	—	—
ПМЦ 48	865	850	8,2	21	4,5	343 (35)	3	130
ПМЦ 54	880	876	8,3	21	4,0	—	20	128

¹ Примеси, не более: 0,1 % Fe; 0,5 % Pb.

8.2.4. Основные типы и параметры паяных соединений

Таблица 8.94

Типы паяных соединений и их обозначения (ГОСТ 19249—73)

Тип паяного соединения	Форма поперечного сечения соединения	Условное обозначение соединения	Тип паяного соединения	Форма поперечного сечения соединения	Условное обозначение соединения
Накладочный		ПН-1			ПТ-3
		ПН-2			
		ПН-3	Тавровый		ПТ-4
Телескопический		ПН-4			ПУ-1
		ПН-5	Угловой		ПУ-2
		ПН-6			ПУ-3
Стыковой		ПВ-1			ПС-1
		ПВ-2			ПС-2
		ПВ-3			ПС-3
		ПВ-4	Соприкасающийся		ПС-4
Тавровый		ПТ-1			
		ПТ-2			

Примечание. Тип паяного соединения определяется взаимным расположением и формой паяемых деталей в месте соединения.

Таблица 8.95

Конструктивные элементы паяных швов и их обозначения

Тип соединения	Конструктивные элементы паяных швов	Наименование конструктивных элементов	Обозначение конструктивных элементов
Накле- сточный теско- пический		Толщина основного материала Толщина шва Ширина шва	s a b
Стыковой		Толщина основного материала Толщина шва Ширина шва	s a b
Кососты- ковой		Толщина основного материала Толщина шва Ширина шва Угол скоса	s a b α
Тавровый		Толщина основного материала Толщина шва Ширина шва	s a b
Угловой		Толщина основного материала Толщина шва Ширина шва Угол соединения деталей Угол скоса	s a b β
Соприка- сающийся		Толщина основного материала Радиус кривизны панели детали Ширина шва	s R b

Таблица 8.96

**Сборочные зазоры для наиболее распространенных сочетаний
«паяемый материал — припой», мм**

Припой	Паяемый материал				
	Медь	Медные сплавы	Сталь углеродистая и низколегированная	Сталь коррозионностойкая	Алюминий и алюминиевые сплавы
Оловянно-свинцовый	0,07—0,20	0,07—0,20	0,05—0,50	0,20—0,75	0,05—0,15
Медный	—	0,04—0,20	0,001—0,05	0,01—0,10	—
Медно-цинковый	0,04—0,20	0,04—0,20	0,05—0,25	0,02—0,12	—
Серебряный	0,04—0,25	0,04—0,25	0,02—0,15	0,05—0,10	—
Алюминиевый	—	—	—	—	0,12—0,25
Цинковый	—	—	—	—	0,10—0,25

Конструктивными элементами паяного шва являются: капиллярный участок шва и галтель (галтели).

Основными параметрами конструктивных элементов паяного шва являются толщина, ширина и длина капиллярного участка шва.

Толщина шва — расстояние между поверхностями соединенных деталей. Это расстояние эквивалентно величине паяльного зазора.

Ширина шва — протяженность капиллярного участка шва в сечении, характеризующем тип паяного соединения (характерном сечении). В соединениях внахлестку и телескопическом ширина шва равна величине нахлестки.

Длина шва — протяженность паяного шва вдоль его оси, перпендикулярной плоскости характерного сечения.

Толщина шва a определяется величиной сборочного зазора и физико-химическими свойствами паяемого материала и припоя. Величины сборочных зазоров для наиболее распространенных сочетаний «паяемый материал — припой» приведены в табл. 8.96.

Величина нахлестки определяется механическими свойствами паяемого материала, паяного шва и требованиями, предъявляемыми к конструкции.

Толщина паяемого материала s устанавливается при проектировании паяной конструкции.

8.2.5. Пределы прочности на срез паяных соединений

Примеры пределов прочности на срез паяных соединений металлов приведены в табл. 8.97 и 8.98.

Таблица 8.97

Значения предела прочности на срез соединений оловянно-свинцовым припоеем ПОС 40

Основной металл	Пределы прочности в МПа при температуре, °C					
	-196	-183	-96	-60	+20	+85
Сталь 20	60	55	55	51	28	22
12Х18Н9Т	30	34	30	50	32	20
Медь М3	35	33	34	35	27	16
Латунь Л63	29	29	31	27	22	22

Таблица 8.98

Значения предела прочности на срез соединений серебряными припоями

Основной металл	Предел прочности, МПа		
	ПСр 40	ПСр 45	ПСр 25
12Х18Н9Т	240—290	180—260	190—240
40ХНМА	330—460	—	—
30ХГСА	350—460	350—410	350—430
Медь	—	250	—

8.2.6. Допускаемые напряжения в паяных соединениях

Допускаемые напряжения в паяных соединениях зависят от многих факторов: свойств основного материала, припоя, технологического процесса, вида соединения, толщины шва, рода силовых нагрузок, температурного режима эксплуатации, среды работы конструкции. Надежным и приемлемым методом определения допускаемых напряжений в паяных соединениях является испытание образцов при параметрах и условиях, близких к производственным.

Для паяных соединений встык рекомендуется испытание до момента разрушения. В таком случае разрушающее напряжение

$$\sigma_p = \frac{P}{F},$$

где P — разрушающее усилие; F — площадь поперечного сечения испытуемого образца.

Допускаемое напряжение при пайке может быть определено в зависимости от величины разрушаю-

щего напряжения и коэффициента запаса прочности K , который рекомендуется брать равным 2,5—3,0 при статических напряжениях.

Для паяных соединений внахлестку испытания проводят на образцах, имеющих толщины, равные принятые в конструкциях при длине нахлестки 2,5 s . Разрушающее напряжение

$$\tau = \frac{P}{b \cdot 2,5s},$$

где b — ширина образца; s — толщина образца.

Коэффициент запаса прочности такой же, как при испытании соединения встык.

Для телескопических паяных соединений целесообразно производить испытание на образцах аналогичных конструкций. Разрушающее напряжение

$$\tau = \frac{P}{F},$$

где F — площадь шва в телескопическом соединении. Коэффициент запаса прочности принимать, как при испытании соединения встык.

8.3. Клеевые соединения

Склейивание применяют для соединения однородных и разнородных материалов, преимущественно для соединения слабонагруженных деталей, деталей из листового материала, гнутых профилей, труб и пр. Для большинства соединений необходимы нагрев и скатие склеиваемых деталей.

Для склейивания деталей требуется их механическая и химическая подготовка. Механическую подготовку металлических деталей производят на металлорежущих станках или напильником, сложные поверхности подвергают пескоструйной обработке. При склейивании металлов следует избегать очень шероховатых поверхностей, чтобы исключить попадание воздушных пузырьков в углубления поверхностей, что может привести к возникновению внутренних напряжений. Резиновые детали зачищают наждачной шкуркой. Пластмассовые детали обрабатывают резанием или зачищают шкуркой. Детали из стекла, фарфора перед склейиванием не подвергают механической обработке.

Химическая подготовка заключается в обезжиривании склеиваемых поверхностей ацетоном, спиртом, бензином или бензолом.

Существенное значение имеет выбор толщины kleевого шва: 0,1—0,2 мм для клея ПЭФ-2/10; 0,05—0,25 мм для клея БФ-2 и БФ-4 при двухстороннем двухслойном нанесении на металлическую поверхность и однослойном — на пластмассовую поверхность. С применением швов толщиной более 0,5 мм значительно снижается прочность соединения.

Наибольшее влияние на прочность соединения

оказывает температура эксплуатационного режима (табл. 8.99). Клеи и их физико-механические свойства приведены в табл. 8.100.

Таблица 8.99
Предел прочности kleевого соединения при отрыве
при кратковременном нагружении

Марка клей	σ _{отр.} в МПа при температуре, °C					
	-60	20	60	100	200	300
БФ-4	7	15	9	5	1,5	—
ПЭФ-2/10	—	20	16	10	6	2,5

Клеи марок БФ-2, БФ-4, ПЭФ-2/10, ВС-10Т вибростойки.

Клей марки БФ-2 по сравнению с клеем марки БФ-4 соответственно обладает большей термостойкостью, но меньшей эластичностью.

Теплостойкий клей ВС-10Т работает без снижения прочности kleевого шва при 200 °C в течение 200 ч и при 300 °C — 5 ч с учетом термостойкости склеиваемых материалов.

Клей ПЭФ-2/10 устойчив к воздействию топлива и масел, допускает применение при вибрации или возвратно-поступательном перемещении одной поверхности относительно другой, употребляется для горячего и холодного склейивания.

Неконструкционные клеи применяют для соединения ненагруженных деталей, конструкционные — для прочностных соединений.

Таблица 8.100

Конструкционные и неконструкционные клеи

Показатели	БФ-2	БФ-4	БФ-2Н по ГОСТ 12172—74	БФ-6	ВС-10Т по ГОСТ 22345—77	ПЭФ-2/10 по ТУ 6-05-16-40—75	Циакрино- вый ЭПЗ-2
Склениваемые материалы	Цветные металлы, нержавеющие стали; эти металлы с неметаллами; пластмассой, деревом, фиброй, кожей, тканями	Черные металлы	Ткани, войлок, резина между собой и с металлами	Стали, дюралиюминий, теплостойкие пенопласти, стеклотекстолиты между собой и в сочетании друг с другом.	Фрикционные накладки к тормозным колодкам	Металлы с металлами, резиной, пластмассой, органическим стеклом, текстолитом, кожей	Металлы с металлами, дюралиюминий с кожей и резиной, сталь с пробкой, резина с резиной, дерево с резиной и брезентом
Температура эксплуатации клея	От -60 до +80 °C	От -60 до +60 °C	От -60 до +80 °C	—	200 °C в течение 200 ч	—	От -50 до +50 °C
Предел прочности клеевого соединения при сдвиге, МПа, не менее:				Не определяется	Стали 30ХГСА 18,5 при 20 °C 6,4 при 200 °C 4,5 при 300 °C	20 16 10 при 100 °C 6 при 200 °C 2,5 при 300 °C	9
при 20 °C	19,6	19,6	19,6				
при 60 °C	—	9,8	—				
при 80 °C	9,8	—	8,9				
при 150—200 °C	—	—	—				
Коррозионная активность на образцах: алюминиевых	Отсутствие		Не определяется		Отсутствие		Отсутствие
стальных	Не определяется		Отсутствие	Не определяется	Отсутствие		Отсутствие
Стойкость к воздействию агрессивных сред:							
масло, бензин, керосин, вода		Стоек		Стоек	Стоек		Стоек
спирт, ацетон			—				—
кислота		Ограниченно стоец		Ограниченно стоец			
щелочь		Стоек					Стоек
Внешний вид	Прозрачная или слегка мутная жидкость от светло-желтого до красноватого цвета						

* При длительном воздействии воды прочность снижается на 45 %.

8.3.1. Конструктивные элементы склеиваемых деталей

В прочностных клеевых конструкциях наиболее распространены соединения внахлестку истык. Примеры конструктивных элементов склеиваемых деталей приведены на рис. 8.34—8.36.

Клеевые соединения лучше выдерживают сдвиг и хуже — неравномерный отрыв. Когда клеевые соединения подвергаются неравномерному отрыву,

отдираанию, для надежности, большей долговечности и увеличения силовой нагрузки следует предусматривать усилия, например, приклеивание накладок, прикрепление и точечную сварку.

Техника безопасности. Фенолополивиниласильные клеи (БФ-2, БФ-4, БФ-2Н, БФ-6) — горючая невзрывоопасная жидкость. Из клеев этих марок возможно выделение фенола, формальдегида, амиака, масляного альдегида.

Для предотвращения вредного воздействия веществ, выделяющихся при повышенной температуре из клеев, помещения необходимо оснастить приточно-вытяжной вентиляцией.

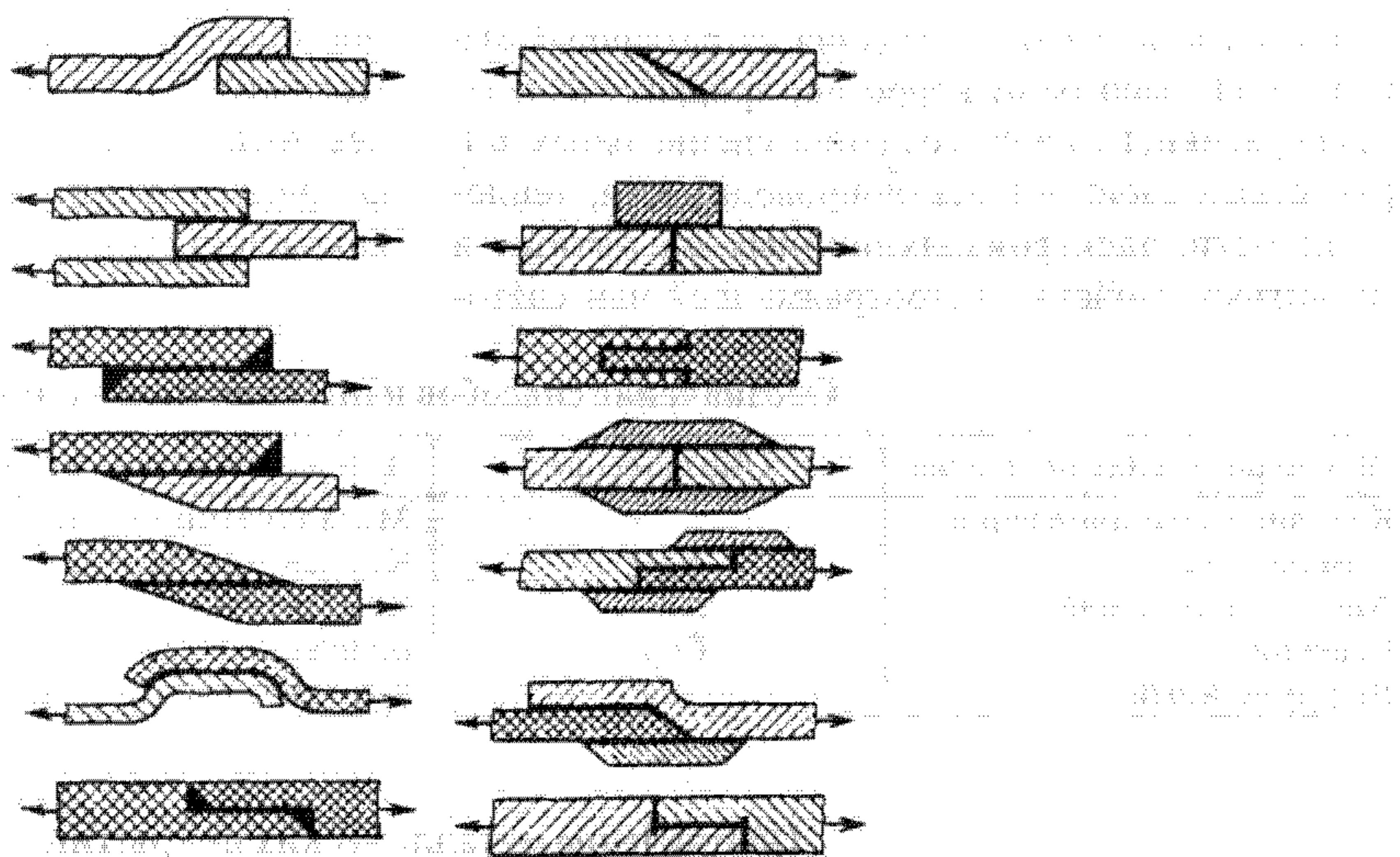


Рис. 8.34. Типы kleевых соединений

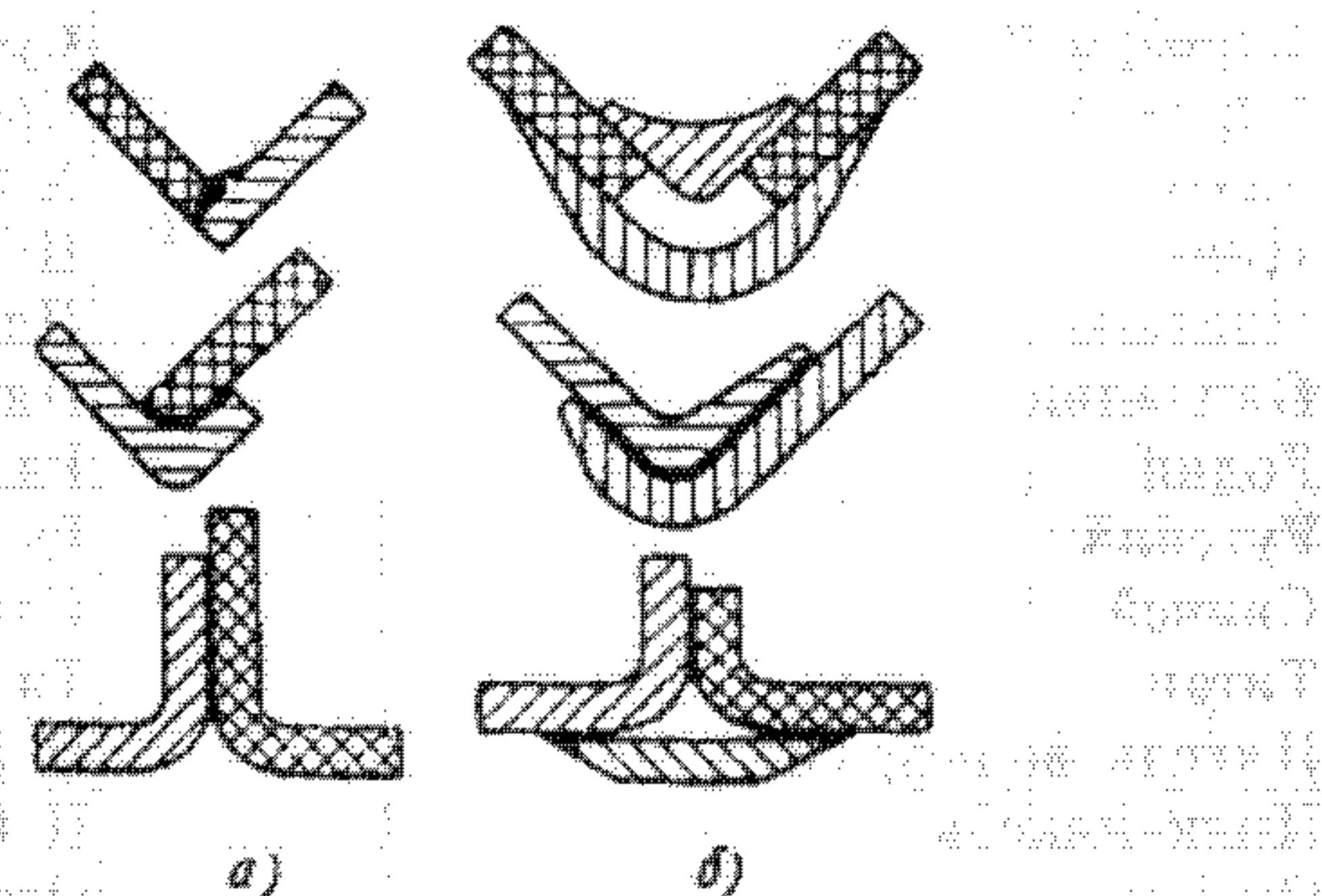


Рис. 8.35. Клесные угловые соединения прочностю:
4 — неудовлетворительной; 6 — удовлетворительной

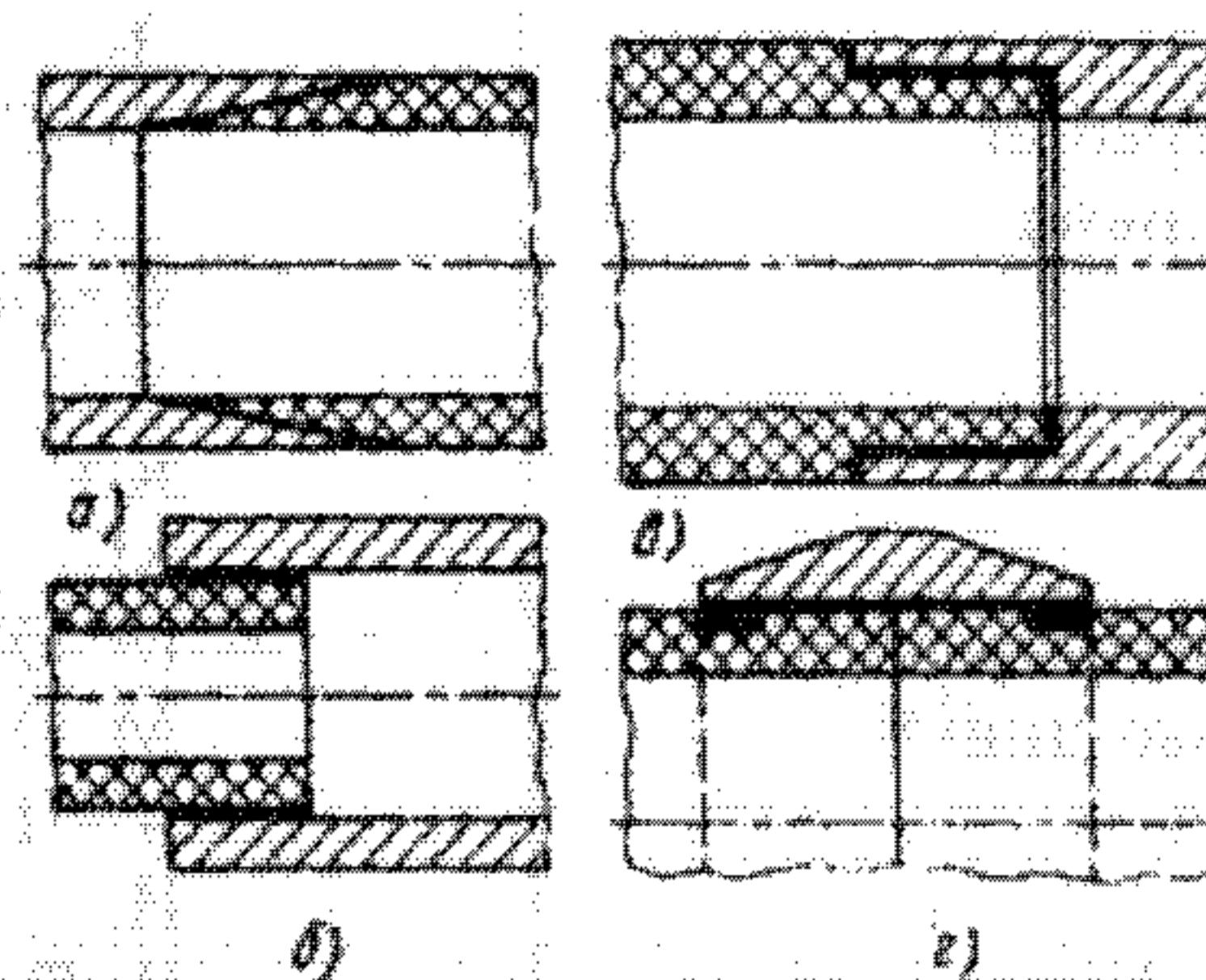


Рис. 8.36. Клеевые соединения труб:

а — стыковое металлической и пластмассовой труб на
ус; б — нахлесточное труб разного диаметра; в —
стыковое ступенчатым клеевым швом; г — стыковое
пластмассовых труб посредством металлической
муфты