

Глава 2

УПРОЧНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Основные процессы упрочнения

Ниже приведены данные о процессах, обеспечивающих повышение эксплуатационной надежности изделий из древесины. Основные из них – сушка, консервирование и огнезащита – не изменяют биологическую структуру исходного материала, в отличие от процессов, в которых древесина участвует лишь в качестве одного из компонентов при создании принципиально отличающихся от естественной древесины древесных пластиков с заранее заданными свойствами. Поскольку комплекс таких свойств, как правило, ориентирован на максимально возможное удовлетворение конструктивных требований к изделию или его элементу, изготовленному из древесных пластиков, то в практике преимущественно не требуется проведение каких-либо дополнительных процедур по упрочнению этих материалов.

Для создания необходимых свойств древесины ее подвергают сушке, консервированию антисептиками и химической защите от горения.

Сушкой называется процесс удаления из материала влаги путем ее испарения. Сушка древесины – один из важнейших этапов любого технологического процесса деревообработки. Сырая древесина плохо обрабатывается, склеивается, имеет меньшую прочность по сравнению с сухой древесиной, а также подвержена загниванию, формо- и размероизменяемости. Поэтому к основным технологическим целям сушки древесины относят: предупреждение формо- и размероизменяемости деталей; предохранение от загнивания; уменьшение массы при одновременном повышении прочности; улучшение качества склеивания и отделки.

Консервированием называется обработка древесины, на длительное время повышающая ее стойкость к поражению дереворазрушающими грибами и насекомыми. С этой целью в древесину вводят защитные вещества – антисептики.

Сушка предохраняет древесину от загнивания лишь при условии, если она во время эксплуатации не подвергается повторным увлажнениям. Если древесину используют в изделиях и сооружениях, находящихся на открытом воздухе или в грунте, ее стойкость против загнивания может быть обеспечена только консервированием.

Огнезащита – предохранение сооружений, в которых используется древесина, от пожаров путем пропитывания древесины специальными огнезащитными составами – *антипиренами*.

Сушка древесины

Правильное проведение сушки невозможно без знания начальной влажности пиломатериалов и контроля их текущей влажности. Для этого из партии пиломатериалов, подлежащих сушке, отбирают несколько досок, из которых вырезают контрольные образцы и секции влажности.

Контрольный образец длиной 1-1,2 м выпиливают из доски, отступив от торца $\geq 0,3$ м. Немедленно после выпиливания контрольный образец и смежные с ним

секции влажности взвешивают. Затем образцы укладывают в штабель материала, подлежащего сушке. По секциям определяют начальную влажность каждого образца, за которую принимается средняя величина из влажности обеих секций.

Идея использования контрольных образцов влажности состоит в том, чтобы, определив предварительно косвенным путем массу абсолютно сухого образца, в нужное время вытащив из штабеля и взвесив этот образец, подсчитать в процентах его текущую влажность по формуле

$$W_{\text{тек}} = 100 (M_{\text{тек}} - M_0) / M_0,$$

где $M_{\text{тек}}$ – масса образца в момент определения текущей влажности, г; M_0 – масса образца в абсолютно сухом состоянии, г.

Массу абсолютно сухого образца определяют по формуле

$$M_0 = 100 M_n / (100 + W_n),$$

где M_n – начальная масса контрольного образца перед закладкой его в штабель, г; W_n – начальная влажность образца, определяемая при помощи секций влажности, %.

Начальную влажность образца из секции в процентах определяют по формуле

$$W_n = 100(m_n - m_0) / m_0,$$

где m – начальная масса секции при начальной влажности, г; m_0 – масса секции в абсолютно сухом состоянии, г.

Текущую влажность контрольных образцов, особенно на последних этапах процесса сушки, можно определять электровлагомером.

Выбор режима сушки. После установления начальной влажности материала, подлежащего высушиванию, необходимо выбрать режим сушки. Режимом называется расписание состояния воздуха (температуры и влажности) в сушильной камере. Это расписание координируется по влажности древесины.

Различают режимы низко- и высокотемпературного процесса сушки. Первые предусматривают использование в качестве сушильного агента влажного воздуха при температуре ниже 100 °С. Температура выше 100 °С допускается в отдельных случаях на последней стадии процесса. Вторые предусматривают сушку нагретым паром атмосферного давления при температуре выше 100 °С.

Для низкотемпературного процесса установлены три категории режимов по их влиянию на свойства древесины:

- мягкие режимы, при которых полностью сохраняются прочность и естественный цвет древесины;
- нормальные режимы, при которых сохраняется прочность, но возможно незначительное изменение цвета древесины;
- форсированные режимы, при которых сохраняются прочность на изгиб, растяжение и сжатие, но на 15-20% снижается прочность на скалывание и раскалывание и возможно потемнение древесины.

Режимы низкотемпературного процесса сушки в паровоздушных камерах периодического действия для пиломатериалов хвойных пород приведены в табл. 1. В качестве определяющих параметров воздуха приняты температура t , степень насыщенности ϕ и психрометрическая разность $\Delta t = t - t_m$, где t_m – температура

1. Режимы низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов из древесины сосны, ели, пихты, кедра

Средняя влажность древесины, %	Параметры режима	Номер режима							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Толщина пиломатериалов, мм							
		2	св. 22 до 25	св. 25 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 75	св. 75 до 100
Мягкие режимы (М)									
> 35	$t, ^\circ\text{C}$	57	57	57	55	55	55	52	52
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	6	5	4	4	4	4	3	2
	φ	0,73	0,77	0,81	0,81	0,81	0,81	0,84	0,90
35-20	$t, ^\circ\text{C}$	61	61	61	58	58	58	55	55
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	10	9	8	7	7	7	6	5
	φ	0,59	0,62	0,66	0,69	0,69	0,69	0,72	0,76
< 20	$t, ^\circ\text{C}$	77	77	77	75	75	75	70	70
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	26	25	24	24	24	24	21	20
	φ	0,27	0,29	0,31	0,30	0,30	0,30	0,33	0,35
Нормальные режимы (Н)									
> 35	$t, ^\circ\text{C}$	83	79	79	75	73	71	64	55
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	9	7	6	5	5	4	3	2
	φ	0,68	0,73	0,77	0,80	0,80	0,83	0,86	0,90
35-25	$t, ^\circ\text{C}$	88	84	84	80	77	75	68	58
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	14	12	11	10	9	8	7	5
	φ	0,55	0,59	0,62	0,64	0,66	0,70	0,71	0,77
< 25	$t, ^\circ\text{C}$	110	105	105	100	96	94	85	75
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	36	33	32	30	28	27	24	22
	φ	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,33	0,34
Форсированные режимы (Ф)									
> 35	$t, ^\circ\text{C}$	94	92	92	90	87	83	73	-
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	11	10	8	7	6	5	4	-
	φ	0,65	0,67	0,73	0,75	0,78	0,80	0,84	-
35-25	$t, ^\circ\text{C}$	99	97	97	95	92	88	78	-
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	16	15	13	12	11	10	9	-
	φ	0,54	0,55	0,60	0,62	0,64	0,66	0,66	-
< 25	$t, ^\circ\text{C}$	125	123	123	120	115	110	98	-
	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	42	41	39	37	36	32	29	-
	φ	0,21	0,22	0,24	0,25	0,25	0,29	0,30	-

смоченного термометра. Предусматривается изменение состояния воздуха в процессе сушки тремя ступенями. Переход со ступени на ступень производится при определенной, так называемой переходной, влажности древесины. Для хвойных пород установлена переходная влажность 35 и 25%.

При начальной влажности ниже 35% первую ступень режима не используют.

При сушке до транспортной влажности не используют третью ступень режима.

Режим сушки выбирают в зависимости от породы, размеров (толщины) и назначения пиломатериалов. По назначению устанавливают одну из четырех категорий качества сушки.

I, II, III категории качества предусматривают сушку пиломатериалов до средней эксплуатационной влажности готовых изделий (7-10%). При этом они должны обеспечивать:

I категория – возможность механической обработки и сборки деталей для высокоточных составных частей изделий (некоторые соединения механики клавишных инструментов, точное машиностроение и приборостроение, деревянные строительные клееные несущие конструкции, производство моделей, лыж и т. п.);

II категория – механическую обработку и сборку деталей для ответственных составных частей изделий (мебельное производство, футляры для радио- и телеаппаратуры, корпуса клавишных инструментов, столярно-строительные изделия, деревянные строительные ограждающие конструкции, пассажирское вагоно- и автостроение и т. п.);

III категория – механическую обработку и сборку деталей для менее ответственных составных частей изделий (погонажные столярно-строительные изделия, товарное вагоностроение, сельхозмашиностроение, рядовая тара и т. п.).

По нулевой категории качества предусматривается сушка пиломатериалов (заготовок), в том числе экспортных, до транспортной влажности (19-20%).

Рекомендации по выбору категории режима сушки пиломатериалов хвойных пород даны в табл. 2.

Обозначение конкретного режима состоит из номера, характеризующего толщину, и прописной буквы (М, Н или Ф), указывающей категорию режимов. Например, нормальный режим сушки досок или заготовок толщиной 40 мм обозначается 4-Н.

Режимы низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов лиственных пород приведены в табл. 3.

Режим, применяемый для сушки пиломатериалов конкретной лиственной породы и размера, обозначается номером (от 2 до 10), показывающим уровень температуры, и буквенным индексом (от А до Д), характеризующим степень насыщенности воздуха, например 3-Б, 8-В.

Режимы, приведенные в табл. 3, предусматривают так же, как и для хвойных пород, трехступенчатое изменение параметров воздуха при переходной влажности древесины 30 и 20%.

Рекомендации по выбору режимов, приведенных в табл. 3, в зависимости от породы и толщины пиломатериалов даны в табл. 4.

Определение продолжительности сушки. Для укрупненных производственных расчетов продолжительности сушки рекомендуется табличный метод. В табл. 5 приводится заранее рассчитанная “исходная” продолжительность ($\tau_{исх}$) сушки пиломатериалов заданной породы и размеров от начальной влажности

2. Выбор категории режима сушки пиломатериалов хвойных пород

Категория качества сушки	Конечная влажность древесины, %	Рекомендуемые категории режима сушки
0	19-20	Мягкие (М), нормальные (Н)
I	6-8	Нормальные (Н)
II	6-10	Нормальные (Н), форсированные (Ф), высокотемпературные (В)
III	8-15	То же

3. Режимы низкотемпературного процесса сушки лиственных пород

Индекс режима	Средняя влажность древесины, %	Номер режима и параметры (t, °C; Δt, °C; φ) воздуха														
		2			3			4			5			6		
		t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ
А	> 30	82	3	0,88	75	3	0,87	69	3	0,87	63	2	0,91	57	2	0,90
	30-20	87	6	0,78	80	6	0,77	73	6	0,76	67	5	0,78	61	5	0,78
	< 20	108	27	0,35	100	26	0,35	91	24	0,36	83	22	0,36	77	21	0,36
Б	> 30	82	4	0,84	75	4	0,84	69	4	0,83	63	3	0,86	57	3	0,85
	30-20	87	8	0,72	80	8	0,70	73	7	0,72	67	6	0,75	61	6	0,74
	< 20	108	29	0,32	100	28	0,32	91	25	0,34	83	23	0,34	77	22	0,34
В	> 30	82	6	0,77	75	5	0,80	69	5	0,79	63	4	0,82	57	4	0,81
	30-20	87	10	0,66	80	9	0,66	73	8	0,69	67	7	0,71	61	7	0,70
	< 20	108	31	0,30	100	29	0,31	91	26	0,33	83	24	0,32	77	23	0,32
Г	> 30	82	8	0,71	75	7	0,73	69	6	0,76	63	5	0,78	57	5	0,77
	30-20	87	12	0,60	80	11	0,61	73	10	0,63	67	9	0,64	61	9	0,62
	< 20	108	33	0,27	100	31	0,28	91	28	0,30	83	26	0,29	77	25	0,29
Д	> 30	82	10	0,65	75	9	0,66	69	8	0,68	63	7	0,70	57	6	0,73
	30-20	87	14	0,55	80	13	0,55	73	12	0,56	67	11	0,58	61	10	0,59
	< 20	108	35	0,24	100	33	0,25	91	30	0,26	83	27	0,28	77	26	0,27
Индекс режима	Средняя влажность древесины, %	Номер режима и параметры (t, °C; Δt, °C; φ) воздуха														
		7			8			9			10					
		t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ			
А	> 30	52	2	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30-20	55	4	0,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	< 20	70	20	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Б	> 30	52	3	0,84	47	2	0,90	42	2	0,89	38	2	0,88			
	30-20	55	5	0,76	50	5	0,75	45	4	0,79	41	4	0,77			
	< 20	70	21	0,33	62	18	0,36	57	17	0,36	52	16	0,36			
В	> 30	52	4	0,80	47	3	0,84	42	3	0,83	38	3	0,82			
	30-20	55	7	0,68	50	6	0,70	45	5	0,74	41	5	0,72			
	< 20	70	22	0,31	62	19	0,33	57	18	0,34	52	17	0,33			
Г	> 30	52	5	0,75	47	4	0,79	42	4	0,77	38	4	0,76			
	30-20	55	8	0,64	50	7	0,66	45	6	0,69	41	6	0,67			
	< 20	70	23	0,29	62	21	0,29	57	20	0,29	52	18	0,30			
Д	> 30	52	6	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30-20	55	9	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	< 20	70	24	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60% до конечной влажности 12% нормальным режимом в камерах с циркулирующей средней интенсивности (скорость воздуха в штабеле 1 м/с).

Ожидаемая продолжительность сушки τ (в часах) при отклонении заданных условий от исходных определяется умножением на коэффициенты, учитывающие категорию режима сушки A_p , интенсивность циркуляции $A_{ц}$, требуемое качество сушки A_k , начальную и конечную влажность A_b , длину материала A_d :

$$\tau = \tau_{исх} A_p A_{ц} A_k A_b A_d.$$

Значения A_p и A_k приведены ниже:

Группа режимов.....	Φ	Н	М
A_p	0,8	1,0	1,7
Категория качества.....	0	I	II
A_k	1,00	1,2	1,15
		1,05	

4. Выбор режимов низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов лиственных пород

Порода	Категория режима	Толщина пиломатериалов, мм							
		до 22	св. 22 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 70	св. 70 до 75	св. 75 до 100
Береза, ольха	М	6-Д	6-Г	6-В	6-В	7-В	8-В	-	-
	Н	3-Д	4-Г	4-В	5-В	6-Б	7-Б	8-Б	9-Б
	Ф	2-Д	3-Г	3-В	4-В	-	-	-	-
Осина, липа, тополь	Н	3-Г	3-Б	4-Б	5-В	6-В	7-В	8-В	9-В
	Ф	2-Г	2-Б	3-Б	4-В	-	-	-	-
Бук, клен	Н	3-В	4-В	5-В	5-Б	6-Б	7-А	8-Б	-
	Ф	2-Г	3-В	4-В	-	-	-	-	-
Дуб, ильм	Н	5-Г	6-В	6-Б	7-Б	8-Б	9-В	10-Б	-
	Ф	3-Г	4-В	5-В	-	-	-	-	-
Орех, граб, ясень	Н	5-В	5-Б	6-Г	6-Б	7-В	8-В	9-В	-
	Н	6-В	6-А	7-Б	8-В	8-Б	9-В	10-В	-

5. Исходная продолжительность сушки пиломатериалов, ч, в камерах периодического действия при низкотемпературном процессе

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм				Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм			
	80-100	110-130	140-180	более 180		80-100	110-130	140-180	более 180
Сосна, ель, пихта, кедр					Осина, липа, тополь				
До 16	26	27	27	27	До 16	33	34	34	34
19	32	33	33	33	19	39	40	40	40
22	39	39	39	39	22	47	53	54	54
25	53	54	55	55	25	64	66	67	68
32	68	72	73	73	32	84	8	89	91
40	84	86	88	88	40	93	96	99	102
50	99	100	104	105	50	109	116	119	123
60	114	122	125	130	60	128	140	152	164
70	147	161	178	194	75	253	282	311	443
75	156	177	197	218					
100	340	354	379	432					
Бук, клен, береста, ясень, ильм					Береза, ольха				
До 16	61	63	63	63	До 16	37	38	39	39
19	71	73	73	74	19	47	47	48	48
22	80	81	82	83	22	53	54	55	55
25	96	99	101	102	25	78	81	83	84
32	115	118	120	122	32	88	91	92	94
40	140	152	159	167	40	100	101	105	107
50	199	225	239	255	50	130	141	149	158
60	296	339	367	396	60	187	213	231	249
75	591	657	728	805	75	377	420	463	514

Продолжение табл. 5

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм				Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм			
	80-100	110-130	140-180	более 180		80-100	110-130	140-180	более 180
	Лиственница					Дуб, орех, граб			
До 16	64	67	68	68	До 16	85	87	87	88
19	74	77	77	77	19	94	96	96	97
22	83	86	87	87	22	104	105	106	107
25	91	92	93	94	25	132	136	138	140
32	104	108	110	113	32	193	206	204	221
40	144	157	166	175	40	269	293	307	321
50	224	256	279	304	50	431	488	520	551
60	304	361	400	443	60	679	777	841	905
70	431	521	585	635	75	1086	1209	1340	1485
75	466	574	650	737					

6. Значение коэффициента A_c

Производство $\tau_{\text{тех}} \cdot A_p, \text{ч}$	Камеры с принудительной циркуляцией			Камеры с естественной циркуляцией
	1 – большой интенсивности	2 – средней интенсивности	3 – слабой интенсивности	
20	0,65	1,00	1,80	2,60
40	0,70	1,00	1,70	2,30
60	0,75	1,00	1,60	2,00
80	0,80	1,00	1,45	1,75
100	0,85	1,00	1,35	1,55
140	0,90	1,00	1,15	1,30
180	0,93	1,00	1,10	1,15
200 и более	0,95	1,00	1,05	1,10

7. Значение коэффициента A_b

Начальная влажность $W_n, \%$	Конечная влажность $W_k, \%$											
	22	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	6
120	1,07	1,12	1,18	1,25	1,33	1,43	1,49	1,55	1,61	1,68	1,76	1,86
110	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,37	1,43	1,49	1,55	1,62	1,71	1,81
100	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,31	1,37	1,43	1,50	1,57	1,65	1,75
90	0,87	0,93	1,00	1,07	1,16	1,25	1,30	1,36	1,43	1,51	1,58	1,68
80	0,80	0,86	0,93	1,00	1,09	1,18	1,23	1,29	1,35	1,43	1,51	1,61
70	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10	1,15	1,21	1,27	1,35	1,43	1,52
65	0,67	0,74	0,80	0,87	0,96	1,05	1,16	1,23	1,30	1,38	1,48	1,48
60	0,62	0,68	0,75	0,82	0,91	1,00	1,05	1,11	1,18	1,25	1,33	1,43
55	0,57	0,63	0,69	0,77	0,85	0,94	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,38
50	0,51	0,57	0,63	0,71	0,79	0,89	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,32
45	0,44	0,50	0,57	0,64	0,73	0,82	0,87	0,93	1,00	1,07	1,15	1,25
40	0,37	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75	0,80	0,86	0,93	1,00	1,08	1,18
35	0,29	0,35	0,43	0,49	0,57	0,66	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10
30	0,19	0,25	0,32	0,39	0,48	0,57	0,62	0,68	0,75	0,82	0,90	1,00
28	0,15	0,21	0,27	0,35	0,43	0,53	0,58	0,64	0,71	0,78	0,86	0,96
26	0,10	0,16	0,23	0,31	0,38	0,48	0,54	0,59	0,66	0,73	0,82	0,91
24	0,06	0,11	0,18	0,27	0,33	0,43	0,49	0,54	0,61	0,68	0,77	0,86
22	-	0,06	0,13	0,22	0,28	0,38	0,43	0,49	0,56	0,63	0,71	0,81
20	-	-	0,07	0,14	0,22	0,32	0,37	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75

Коэффициент $A_{ц}$ находят по табл. 6 в зависимости от произведения $\tau_{исх} \cdot A_p$ и типа камер по скорости циркуляции.

Коэффициент $A_{в}$, зависящий от начальной W_n и конечной W_k влажности, определяют по табл. 7.

Коэффициент A_d для пиломатериалов равен 1.

Пропитка древесины

По свойствам пропитываемости породы сухой древесины разделяют на группы: легкопропитываемые – заболонь березы, бука и сосны; умереннопропитываемые – кедр, ольха, осина, заболонь граба, дуба, клена, липы и лиственницы европейской, ядро сосны; труднопропитываемые – ель, лиственница сибирская, пихта, ядро березы, бука, вяза, дуба, лиственницы европейской и ясеня.

Химические защитные вещества, используемые для пропитки древесины, можно подразделить на группы по трем основным признакам: по растворимости – на водорастворимые, растворимые в органических растворителях (органикорастворимые) и антисептические масла; по направленности действия – на антисептики, антипирены и биозащитные вещества; по вымываемости – на легковымываемые, вымываемые, трудновымываемые и невымываемые.

К водорастворимым защитным веществам относятся фторсодержащие антисептики: кремнефторид аммония (КФА) и фторид натрия (ФН); хромосодержащие антисептики: хромомедный (ХМ-11), хромомеднофтористые (ХМФ и ХМК), хромомеднохлороцинковый (ХМХЦ), хлорофторомышьяковые (“Доналит УА” и “Доналит УАЛЛ”); фенолсодержащие: пентахлорфенолят натрия (ПХФН).

Антипирены этой группы представляют собой чаще всего вещества на основе фосфорнокислых и сернокислых препаратов – сульфат аммония и двузамещенный фосфат аммония.

К биоогнезащитным средствам относятся препараты комбинированного действия, содержащие как антисептики, так и антипирены. Препарат ББ содержит тетраборат натрия и борную кислоту.

Препараты ПББ и ПБС содержат в качестве антисептической основы пентахлорфенолят натрия, а препарат ХМББ – антисептик ХМ-11. В качестве компонентов, повышающих стойкость древесины к возгоранию, к этим антисептикам добавляют тетраборат натрия и борную кислоту, а в препарат ПБС, кроме того, – карбонат натрия.

К органикорастворимым защитным средствам относятся препараты на основе пентахлорфенола (ПХФ) и нафтената меди (НМ), а к антисептическим маслам – каменноугольные (КМ), антраценовые (АМ) и сланцевые (СМ) пропиточные масла.

Для защиты древесины от биоразрушений в трудных условиях службы общее поглощение ею антисептика может не превышать 20 кг/м^3 . Для достаточно высокой защиты древесины от возгорания требуется поглощение ею антипиренов не менее $40\text{-}60 \text{ кг/м}^3$.

Составы комплексных биоогнезащитных препаратов приведены в табл. 8.

Для пропитки деревянных плотно собранных конструкций или элементов, работающих в условиях, когда к универсальности свойств пропитки добавляется требование сохранения первоначального объема конструкции, рекомендуется использовать препараты на основе пентахлорфенола (ПХФ). Препараты этой