НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ПЛАСТИК» (НПО «ПЛАСТИК») МИНХИМПРОМА

Пособие

по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб (к СН 550-82)

Утверждено приказом НПО «Пластик» от 12 июля 1983 г. № 321

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1984

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643-036.5.07

Пособие по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб / НПО «Пластик» — М.: Стройиздат, 1984. — 144 с.

Разработано в дополнение к «Инструкции по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб» (СН 550-82) на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта.

Содержит данные по свойствам пластмассовых труб, графики для определения расчетных характеристик материала труб, рекомендации по выбору типов труб, способов соединений, конструированию и расчету трубопроводов. Приведены размеры труб, соединительных деталей и примеры расчета.

Для инженерно-технических работников проектных организаций.

Табл. 42, ил. 41.

Разработано НПО «Пластик» Минхимпрома (кандидаты техн. наук С. В. Ехлаков, Ю. С. Давыдов, инженеры Г. И. Шапиро, Е. С. Гольянова); ВНИИТеплопроект Минмонтажспецстроя СССР (разд. 7), ВНИИТБХП Минхимпрома (разд. 8).

I $\frac{3202000000-759}{047(01)-84}$ Инструкт.-нормат., 11 вып. — 140—83

© Стройиздат 1984

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Пособие разработано в дополнение к «Инструкции по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб» и распространяется на проектирование технологических трубопроводов из пластмассовых труб наружным диаметром до 1200 мм из полиэтилена низкого давления (ПНД), полиэтилена высокого давления (ПВД), полипропилена (ПП) и непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ).

1.2. Способ прокладки технологических трубопроводов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Группа	Транспортируемое вещество	Категория трубопровода	Способ прокладки трубопроводов							
			Вне зданий		В помещениях с производствами, относящимися по пожарной опасности к категории					
			наземно и надземно	подземно	А	Б	В	Г	Д	Е
А	Вредные, к которым материал труб химически стоек:	II								
	класса опасности 2		?	?	—	—	—	?	?	—
	класса опасности 2 (соляная и серная кислоты, едкие щелочи)		+	+	?	?	?	+	+	?
	класса опасности 3		+	+	?	?	?	+	+	?
Б	Легковоспламеняющие жидкости (ЛВЖ)	III	?	?	—	—	—	?	?	—
	Горючие газы (ГГ), горючие вещества (ГВ), горючие жидкости (ГЖ), к которым материал труб химически стоек		?	+	—	—	—	?	?	—

Продолжение табл. 1

Группа	Транспортируемое вещество	Категория трубопровода	Способ прокладки							
			Вне зданий		В помещениях с производствами, относящимися по пожарной опасности к категории					
			наземно и надземно	подземно	А	Б	В	Г	Д	Е
В	*Трудногорючие (ТГ) и негорючие (НГ):*									
	к которым материал труб химически относительно стоек	IV	+	+	?	?	+ —	+	+	?
	к которым материал труб химически стоек	V	+	+	?	?	+ —	+	+	?

Примечание. Знак «+» означает, что применение труб допускается, знак «—» — недопустимость применения труб, знак «?» — допустимость применения труб решает проектная организация по согласованию с соответствующими органами Государственного надзора.

Допускается прокладывать трубопроводы из поливинилхлоридных труб диаметром до 110 мм и полиэтиленовых труб, имеющих изоляцию из несгораемых материалов, для транспортирования ТГ и НГ, в помещениях с производствами, относящимися по пожарной опасности к категориям В, за исключением складских помещений и транзитной прокладки трубопроводов.

Вредные вещества класса опасности 4 следует относить: пожароопасные — к группе Б и негорючие — к группе В.

1.3. Трубопроводы из пластмассовых труб не допускается применять для транспортирования вредных веществ 1 класса опасности, взрывоопасных веществ (ВВ) и сжиженных углеводородных газов (СУГ), а также веществ, к которым материал труб химически нестоек.

1.4. Применение пластмассовых трубопроводов в зависимости от материала труб и температур наружного воздуха (наиболее холодной пятидневки) и транспортируемого вещества приведено в табл. 2.

Таблица 2

Материал труб	Допустимая температура, °С				
	транспортируемого вещества				наружного воздуха (наиболее холодной пятидневки)
	максимальная для категории трубопроводов			минимальная	
	II и III	IV	V		
ПНД и ПВД	40	40	60	—30	—40
ПП	60	60	100	0	—10
ПВХ	60	40	60	0	—10

2. ВЫБОР МАТЕРИАЛА И ТИПА ТРУБ

2.1. Материал труб и соединительных деталей для пластмассовых трубопроводов и уплотнительных элементов к ним рекомендуется принимать на основании данных по химической стойкости, приведенных в прил. 1.

При этом следует учитывать, что: полиэтилен стоек к водным растворам кислот, щелочей и солей и к значительному числу органических моющих средств, не стоек к концентрированным кислотам — окислителям; полипропилен имеет такую же химическую стойкость, как полиэтилен, но применим при более высоких температурах; ПВХ стоек к большинству кислот, щелочей, растворов солей, а также к органическим растворителям в смеси с водой, не стоек к ароматическим и хлорированным углеводородам; фторопласт стоек практически ко всем веществам; натуральный каучук не стоек к маслам; синтетический бутадиен-нитрильный каучук имеет хорошую стойкость к маслам и бензину, не стоек к окисляющим веществам; бутилкаучук и этилен-пропиленовый каучук имеют хорошую атмосферостойкость, особенно пригодны для агрессивных веществ, не стойки к маслам и жирам; наириты по химической стойкости приближаются к ПВХ и их стойкость находится в интервале стойкости бутадиен-нитрильного каучука и бутилкаучука; синтетический фторсодержащий каучук по химической стойкости превосходит остальные резины.

2.2. Физико-механические свойства термопластов, используемых для изготовления напорных труб и соединительных деталей, приведены в табл. 3.

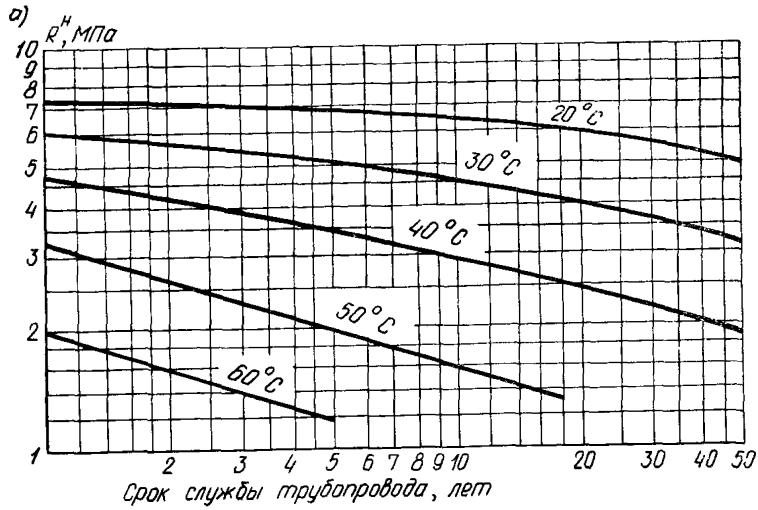
2.3 Основным видом нагрузки для пластмассовых труб является внутреннее гидростатическое давление. При этом толщину стенки труб следует определять по формуле

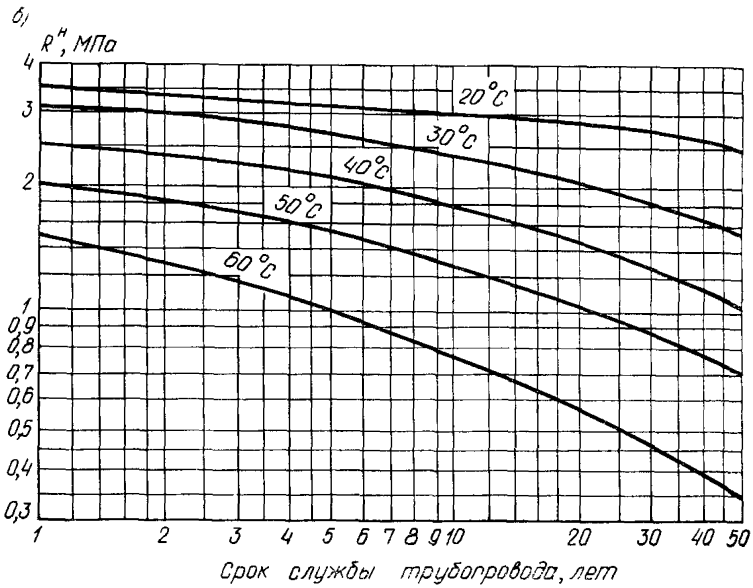
$$\delta = \frac{pd}{2R+p}, \qquad (1)$$

Таблица 3

Показатели	Метод определения	Термопласты			
		ПВХ	ПВД	ПНД	ПП
Плотность, г/см³	ГОСТ 15139—69	1,38—1,4	0,920—0,923	0,949—0,953	0,90—0,91
Показатели текучести расплава, г/10 мин	ГОСТ 11645—73	—	0,3	0,3—0,6	0,2—0,4
Предел текучести при растяжении, МПа	ГОСТ 11262—76	>50,0	>9,5	>20,0	>26,0
Относительное удлинение при разрыве, %	ГОСТ 11262—80	>25	>210	>200	>200
Модуль упругости при изгибе, МПа	ГОСТ 9550—81	2500—3000	110—160	680—750	670—1190
Коэффициент Пуассона	—	0,35—0,38	0,44—0,46	0,42—0,44	0,4—0,42
Твердость по Бриннелю, Н/мм²	ГОСТ 4670—77	100—160	14—25	45—54	60—85
Температура плавления, °С	Поляризационный микроскоп	—	105—108	120—125	160—170

Температура размягчения по Вика, °С	ГОСТ 15065—69	80	65	30	100
Средний коэффициент линейного теплового расширения, 1/°С	ГОСТ 15173—70	$8 \cdot 10^{-5}$	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$
Теплопроводность (коэффициент теплопроводности), Вт/м·°С (ккал/м×ч·°С)	—	0,17 (0,15)	0,35 (0,3)	0,42 (0,36)	0,23 (0,2)
Удельная теплоемкость, кДж/кг·°С (ккал/кг·°С)	—	2,1 (0,5)	2,5 (0,6)	2,5 (0,6)	2,1 (0,5)
Диэлектрическая проницаемость при 10^6 Гц	ГОСТ 6433.3—71	3,1—3,4	2,2—2,3	2,2—2,4	2,2
Электрическая прочность (толщина образца 1 мм), кВ/мм	ГОСТ 6433.3—71	26—60	45—60	40—60	28—40
Удельное поверхностное сопротивление, Ом·м	ГОСТ 6433.2—71	$6{,}6 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^{13}$	$1{,}2 \cdot 10^{14}$	$4 \cdot 10^{13}$
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	ГОСТ 6433.2—71	$4{,}5 \cdot 10^{15}$	$7{,}8 \cdot 10^{14}$	$8{,}2 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{16}$





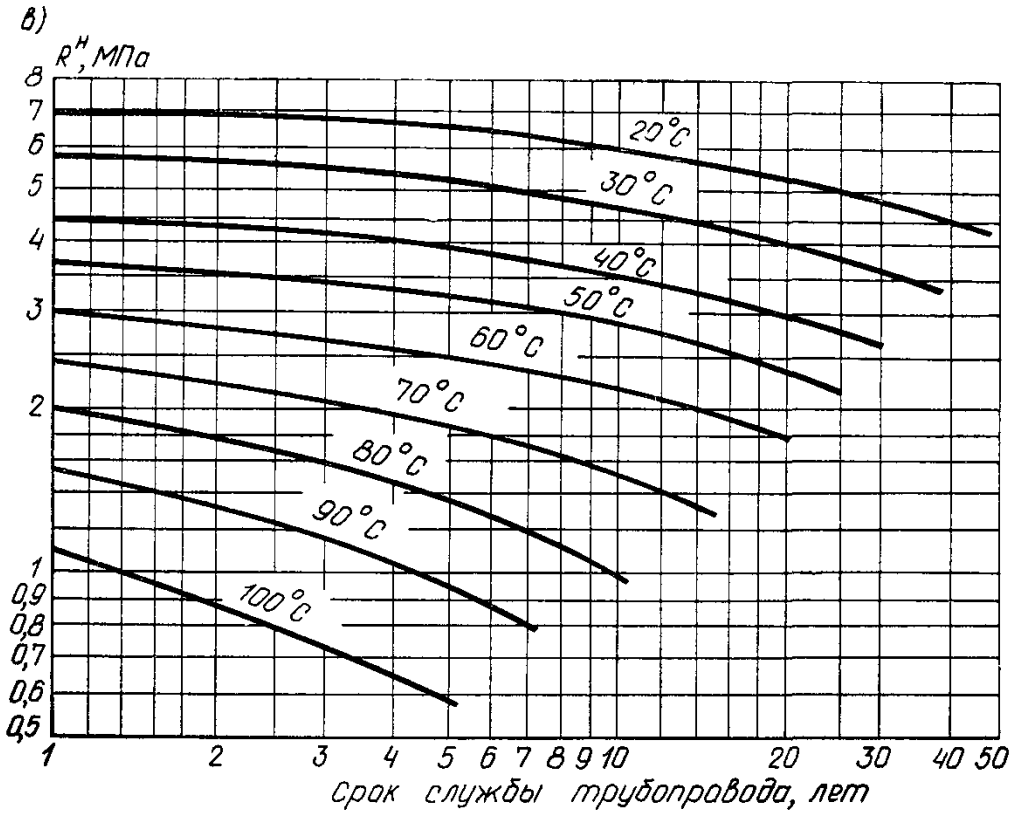
где d — наружный диаметр трубы;

p — рабочее давление в трубопроводе, МПа;

R — расчетное сопротивление материала труб, МПа.

2.4. Расчетное сопротивление материала труб надлежит определять по формуле

$$R = R^{н} K_{у} K_{с} K_{х}, \qquad (2)$$



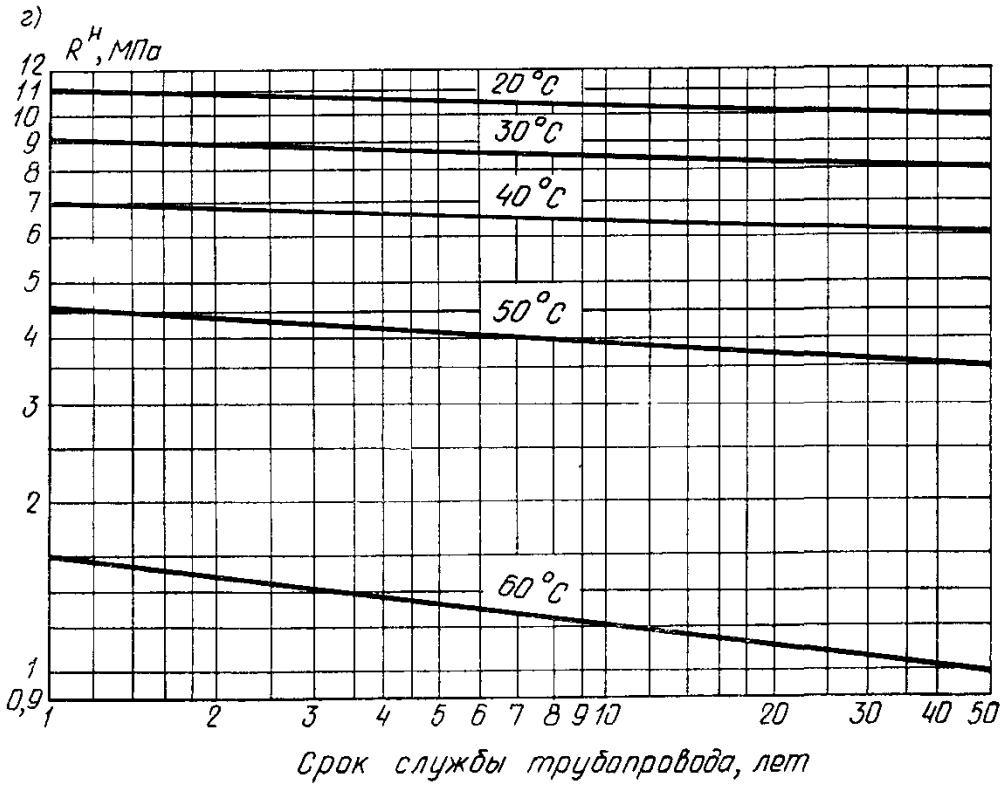


Рис. 1. Зависимость нормативного длительного сопротивления разрушению $R_н$ материала труб от температуры и срока службы трубопровода для труб: *а* — из ПНД; *б* — из ПВД; *в* — из ПП; *г* — из ПВХ

где $R^{н}$ — нормативное длительное сопротивление разрушению материала труб, МПа;

$K_{у}$ — коэффициент условий работы трубопровода;

$K_{с}$ — коэффициент прочности соединения труб;

$K_{х}$ — коэффициент химической стойкости материала труб.

2.5. Нормативное длительное сопротивление разрушению материала труб из ПНД, ПВД, ПП и ПВХ в зависимости от температуры и срока службы трубопровода следует принимать по графикам, приведенным на рис. 1.

Для труб из ПНД и ПП необходимо учитывать, что с повышением температуры срок службы трубопровода сокращается.

2.6. Напорные трубы из термопластов и соединительные детали к ним подразделяются на типы в зависимости от величины номинального давления (табл. 4). За номинальное давление труб из термопластов принимается максимальное рабочее давление при транспортировании по ним воды с температурой 20 °С и расчетном сроке службы 50 лет для труб из ПВХ, ПНД, ПВД и 10 лет — для труб из ПП.

2.7. Для труб из ПНД, ПВД, ПП и ПВХ при транспортировании по ним воды с различной температурой и при разном сроке службы трубопровода рабочее давление $P_{раб}$ в последнем следует принимать по рис. 2—5.

Таблица 4

Тип труб	Величина номинального давления, труб, МПа	Тип труб	Величина номинального давления, труб, МПа
Облегченный (О)	0,1	Средний (С)	0,6
Легкий (Л)	0,25	Тяжелый (Т)	1
Среднелегкий (СЛ)	0,4	Особотяжелый (ОТ)	1,6

При транспортировании воды (или других веществ) с температурой ниже 20 °С рабочее давление следует принимать такое же, как при температуре 20 °С.

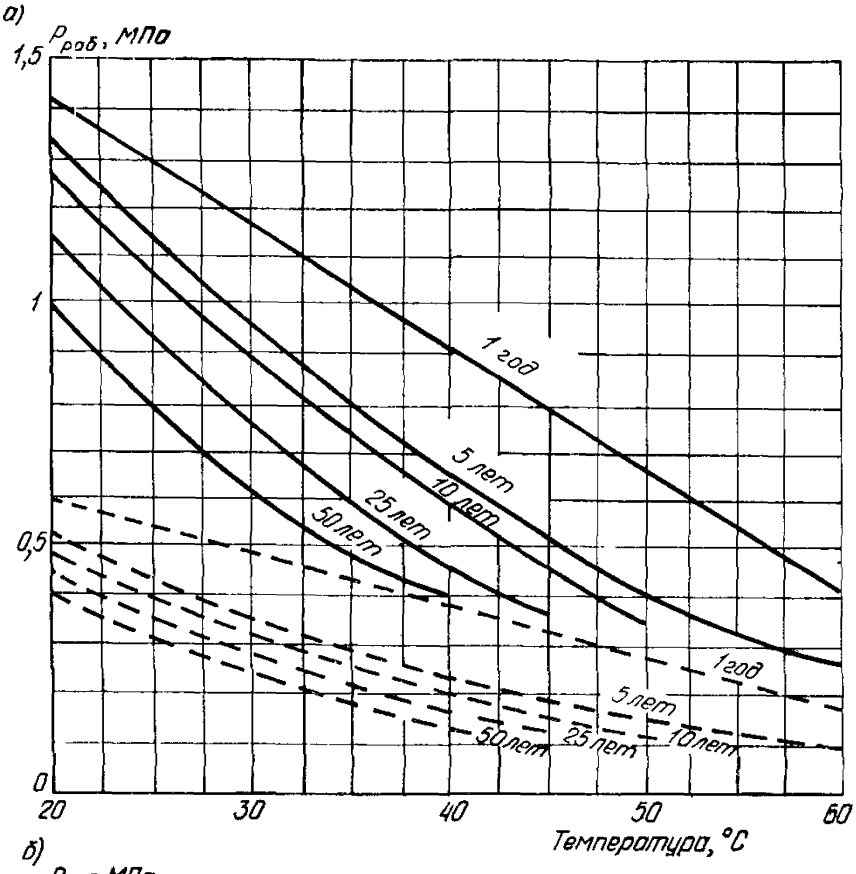
2.8. Для трубопроводов II, III и IV категорий величины $R^{н}$, $P_{раб}$, определенные по графикам на рис. 1—5, необходимо снижать путем умножения на коэффициент условий работы $K_{у}$ (табл. 5), учитывающий опасность транспортируемого по трубопроводу вещества.

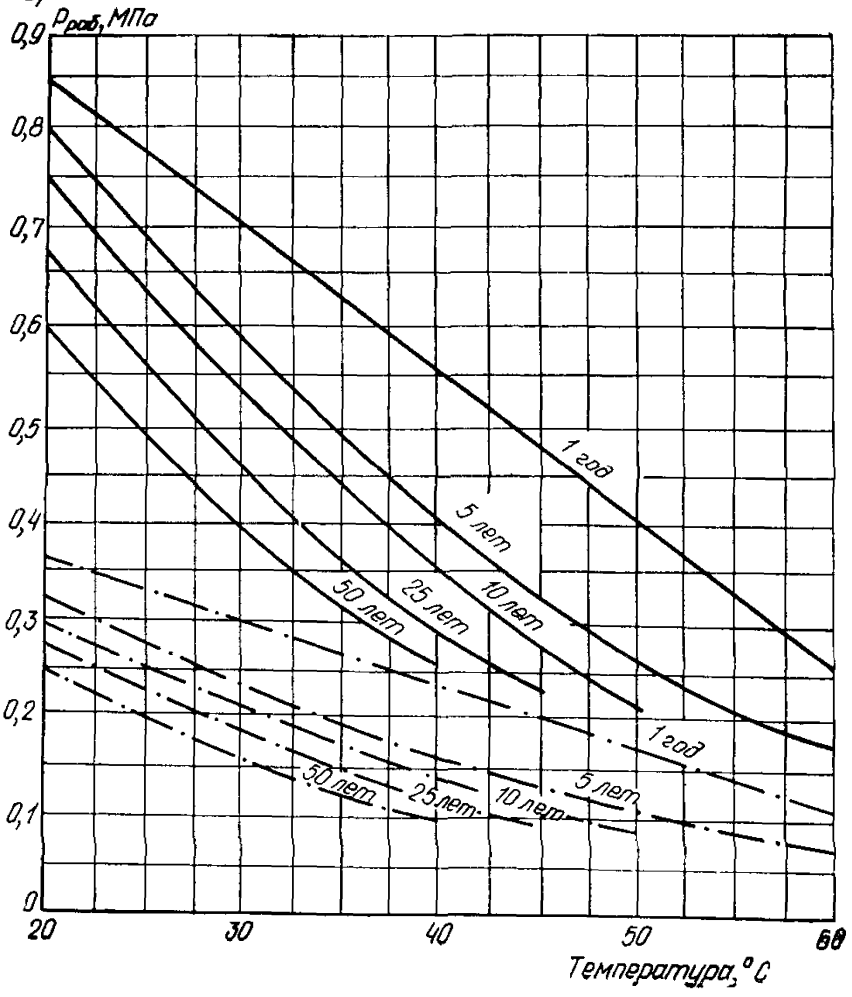
2.9. Для трубопроводов следует применять соединения и соединительные детали, равнопрочные основному материалу труб.

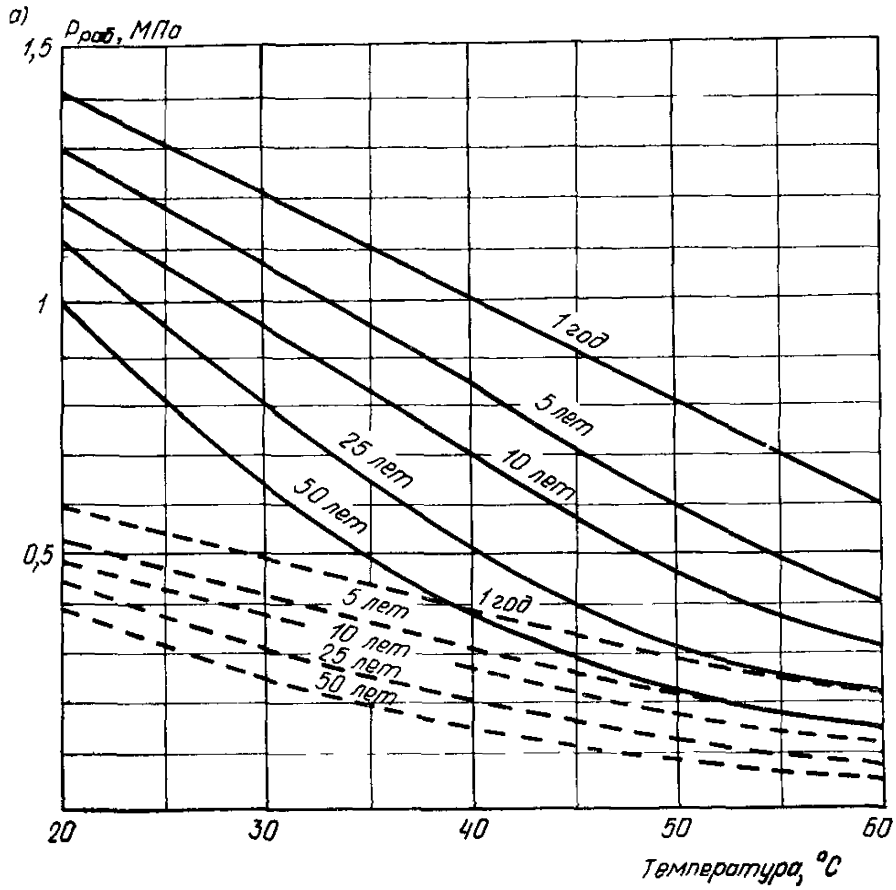
При использовании соединений и соединительных деталей, не равнопрочных основному материалу труб, величины $R^{н}$ и $P_{раб}$,

Рис. 2. Зависимость рабочего давления $P_{раб}$ от температуры и срока службы трубопровода для труб из ПНД:

а — типов Т (—) и СЛ (— — —) и *б* — типов С (—) и Л (—·—·—)







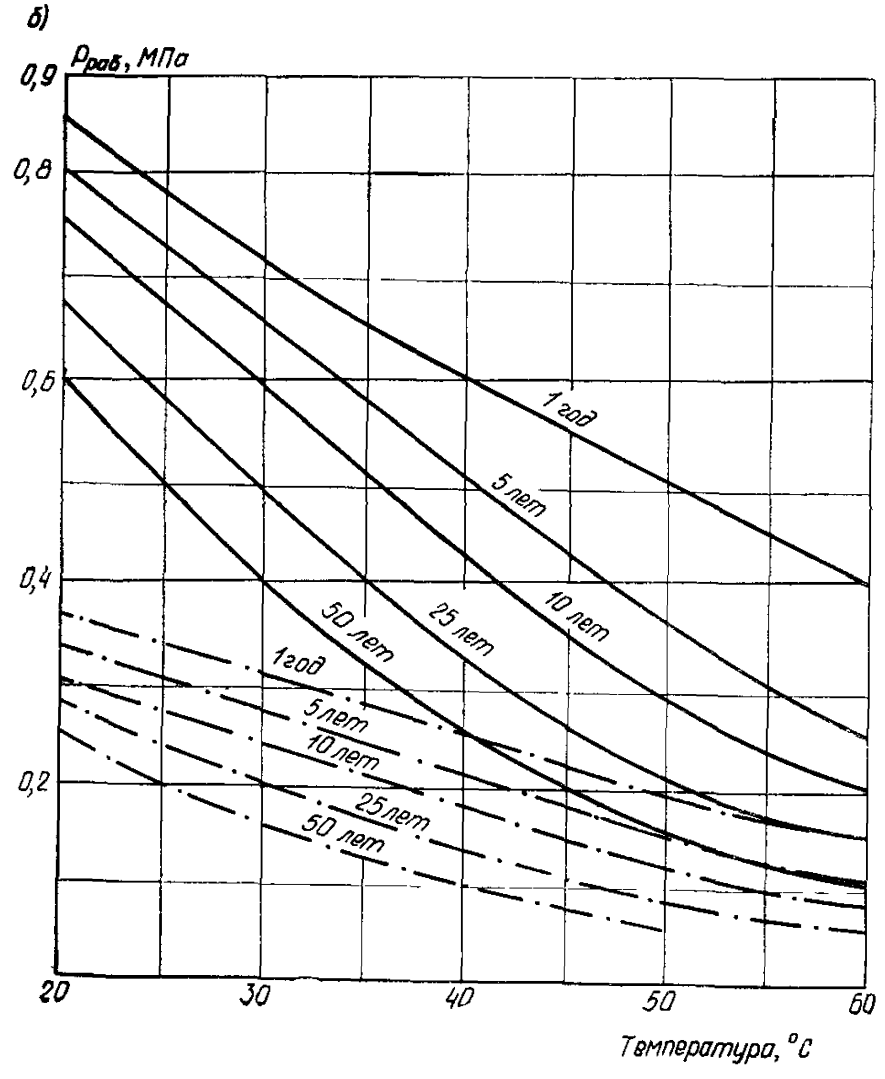


Рис. 3. Зависимость рабочего давления $P_{раб}$ от температуры и срока службы трубопровода для труб из ПВД:

а — типов Т (—) и СЛ (— — —) и *б* — типов С (—) и Л (—·—·—)

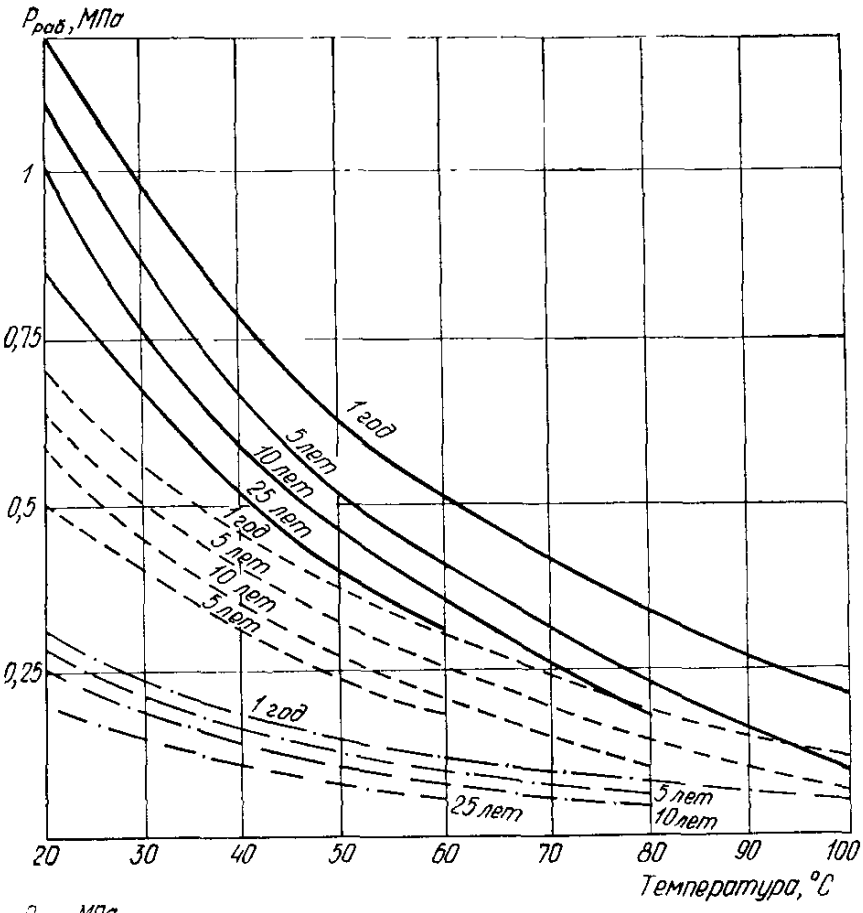


Рис. 4. Зависимость рабочего давления $P_{раб}$ от температуры и срока службы трубопровода для труб из ПП типов Т (—), С (— — —) и Л (—·—·—)

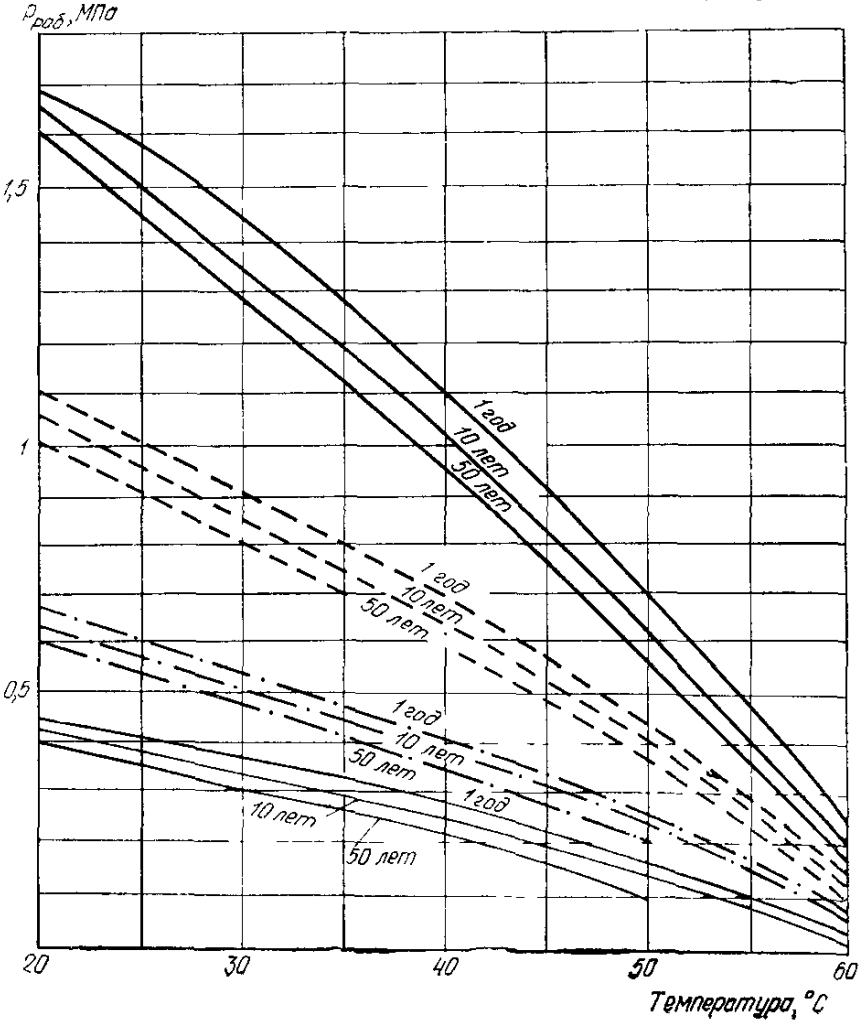


Рис. 5. Зависимость рабочего давления $P_{раб}$ от температуры и срока службы трубопровода для труб из ПВХ типов ОТ (—), Т (— — —), С (—·—·—) и СЛ (—)

определенные по графикам на рис. 1—5, следует снижать путем умножения на коэффициент прочности соединений K_c, принимаемый по табл. 6.

2.10. Химическая стойкость материала труб и соединительных деталей характеризуется коэффициентом химической стойкости K_x, который определяется как отношение химической стойкости материала к данному веществу к химической стойкости материала к воде.

При этом принимается, что материал химически стоек, если $K_x = 0{,}5—1$, химически относительно стоек, если $K_x = 0{,}1—0{,}5$ и химически нестоек, если $K_x < 0{,}1$.

Таблица 5

Категория трубопровода	Группа	Температура, °С	Коэффициент условий работы K_y для труб из										
			ПНД или ПВД				ПВХ				ПП		
			Типы труб										
			Л	СЛ	С	Т	СЛ	С	Т	ОТ	Л	С	Т
II и III	А и Б	20	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6
		30	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6
		40	—	—	0,4	0,5	—	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,45
		50	—	—	—	—	—	—	0,4	0,4	—	0,25	0,4
		60	—	—	—	—	—	—	—	0,4	—	0,2	0,3
IV	В	20	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3	0,35
		30	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3	0,35
		40	—	—	0,4	0,5	—	—	0,2	0,4	0,2	0,2	0,25
		50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2
		60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,15	0,15

Таблица 6

Способ соединения	Коэффициент прочности соединений K_c для труб из		
	ПНД, ПВД	ПП	ПВХ
Контактная сварка встык:			
для соединения труб и соединительных деталей	0,9—1,0	0,9—1,0	—
для изготовления тройников равнопроходных прямых и сегментных отводов	0,6—0,7	0,6—0,7	—
для изготовления тройников равнопроходных косых и разнопроходных прямых	0,3—0,4	0,3—0,4	—

Продолжение табл. 6

Способ соединения	Коэффициент прочности соединений K_c для труб из		
	ПНД, ПВД	ПП	ПВХ
Контактная сварка враструб для соединения труб и соединительных деталей	0,95—1,0	0,95—1,0	—
Склейка враструб для соединения труб и соединительных деталей	—	—	0,9—1,0
Экструзионная сварка (при *V*-образной разделке кромок):			
соединения труб	0,6	0,55	—
для изготовления тройников и сегментных отводов	0,3—0,4	0,3—0,4	
Газовая прутковая сварка (при *V*-образной разделке кромок):			
для соединения труб	0,35	0,35	0,4
для изготовления тройников и сегментных отводов	0,15—0,2	0,15—0,2	0,2—0,25
На свободных фланцах, устанавливаемых:			
при приваренных (приклеенных) к трубам втулкам под фланец	0,9—1,0	0,9—1,0	0,9—1,0
на трубах с формованными утолщенными буртами	0,8—0,9	0,8—0,9	—
на трубах с отбортовкой	0,5—0,7	0,5—0,7	0,5—0,7

Таблица 7

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб из ПНД	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Азотная кислота	53	80	4—2	0,01	0,3
		40	5	0,005	0,5
	65	80	4—2	0,01	0,3

Продолжение табл. 7

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб из ПНД	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Бензин	100	80	4	0,08	0,68
	100	60	2	0,7	0,94
			4	0,03	0,63
			2	0,55	0,93
Бензол	100	80	4	0,06	0,75
			2	>1 (2,2)	1
	100	60	4,5	0,07	0,73
			2,5	>1 (1,4)	1
Вода	100	80	4—2	1	1
Вода со смачивающими средствами	2	80	4—2	0,24	0,6
Воздух	100	80	4—2	>1 (10)	1
Газ природный, состоящий в основном из метана	100	80	4—2	>1 (5)	1
Гексанол	100	80	4	0,4	0,9
			3	>1 (5)	1
Декан	100	80	4	0,1	0,72
Диметилсульфит	100	80	4—2	0,6	0,87
Дихлорэтилен	100	60	5—3	0,003	—
Диэтилсульфат	100	80	4	0,2	0,42
			2	0,03	0,16
Кислород	100	80	4—2	1	1
Конденсат газовый (смесь ароматических и алифатических веществ)	100	80	4	0,2	0,78
			2	>1 (1,5)	1
	100	20	6	Долговечны	4500 ч
			5	»	300 000 ч
Масло трансформаторное	100	80	4	0,24	0,78
			2	1	1
	100	60	4,5	0,3	0,84
			3	1	1
Медного электролита раствор	20/5	80	4—2	>1 (6)	1
Метанол	100	60	5—3	1	1
Метиленхлорид	100	80	4	0,05	0,67
			2	0,8	0,95
	100	60	4,5	0,04	0,65
			2,5	0,3	0,85

Продолжение табл. 7

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб[1] из ПНД	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Метиловый эфир ацетоуксусной кислоты	100	80	4—2	0,55	0,85
Моющие вещества	Различная	80	4—3	0,1—1	0,6—1
Натр едкий	50	80	4—2	>1(15)	1
Натрия гипохлорид, содержащий 12 % хлора	—	80	4	0,02	0,5
			2	0,07	0,62
	—	40	5	0,035	0,25
Нефть нефракционированная	100	60	5	0,08	0,7
			3	0,7	0,95
(смесь ароматических и алифатических веществ)	100	20	4,5	Долговечны—23 г.	
			2,8	То же	
Октанол	100	80	4	1	1
			2	>1 (10)	1
	100	60	4,5	0,2	0,82
			3	>1 (1,4)	1
	100	40	6	0,005	—
			5	1	1
Поваренной соли раствор	25	80	4—2	>1 (10)	1
		60	4,5—3	>1 (15)	1
Полисульфид	100	80	4—2	0,35	0,75
Серная кислота	40	80	4—3	>1 (40)	1
	78	80	4—1,5	>1 (4)	1
		60	4,5—2,5	>1 (1,5)	1
	85	80	3	>1 (1,4)	—
			1	0,05	—
	90—91	80	3	0,5	—
			1	0,02	—
	95—97	80	3	0,25	—
			1	0,007	—
	98	80	3	0,2	—
			1	0,005	—
	98	60	4	0,3	—
			2	0,04	—
	98	40	5	0,1	—
Смесь, состоящая из воды 88,5 вес. ч, хлората натрия 10 вес. ч, гидроокиси натрия 1 вес. ч, анилина 0,25 вес. ч, монохлорбензола 0,25 вес. ч, и толуолдинамина 0,25 вес. ч.	100	80	4—2	0,1	0,5

Продолжение табл. 7

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб из ПНД	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Смесь 1, 3, 5 триметилбензола и декаина	1:1	80	4	0,02	0,65
			2	0,7	0,95
Смесь хромовой и азотной кислот и воды	100	40	5—3	0,0001	—
Соляная кислота	33	80	4—2	0,35	0,75
Сточная вода предприятий молочной промышленности	100	80	4—2	0,32	0,73
Сточная вода предприятия химволокна	100	80	4—2	0,3	0,75
Сточная вода целлюлозных предприятий	100	80	4—2	0,85	0,95
Толуол	100	80	4	0,016	0,65
	100		2	0,8	0,95
Триацетилглицерин	100	80	4—2	>1 (2,8)	1
1, 3, 5 триметилбензол	100	80	4	0,05	0,65
			2	0,45	0,9
Углерод четыреххлористый	100	80	4	0,08	0,7
			2	0,85	0,95
	100	60	4,5	0,06	0,62
			2	0,3	0,8
Уксусная кислота	60	80	4—2	0,4	0,8
	60	60	4,5—3	0,2	0,7
	60	40	5—3,5	0,1	0,58
	—	80	4—2	0,14	—
	98	60	4	0,1	—
			2	0,02	—
	98	40	5	0,05	—
			3	0,02	—
Формальдегид	40	40	5	0,01	0,6
Фторхлоруглеводород	100	80	4—2	0,1	0,55
		60	4,5—2,5	0,25	0,7
Хлороформ	100	60	4,5	0,02	0,44
			2,5	0,04	0,52
Хлорная кислота	10	80	4—2	0,25	0,7
	10	60	4,5—2,5	0,15	0,62
	10	40	5—3	0,07	0,53
	20	80	4	0,25	0,58
	20	40	5	0,07	0,36
			3	0,03	0,25

Продолжение табл. 7

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб[1] из ПНД	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Этиленгликоль	100	80	4—2	>1 (2,3)	1
Этиленхлорид	100	80	4—2	0,75	0,9
Этиловый эфир ацетоуксусной кислоты	100	80	4	0,2	0,8
	100	80	2	>1 (7,5)	1

[1] При транспортировании веществ с меньшей температурой, чем указано в таблице, принимаются значения коэффициента химической стойкости те же, что для ближайшей по таблице большей температуры (100, 80, 60 или 40 °С).

Таблица 8

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб[1] из ПП	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Азотная кислота	15	80	4—2	0,2	0,6
Анилин	100	130	—	0,01	—
Монохлоруксусная кислота	100	80	4	0,03	—
			3	0,05	—
Моноэтиламин	100	100	3—2	1	1
Натр едкий	30	80	—	0,3	0,7
Натрия гипохлорид	12	80	—	0,01	—
Никеля электролита раствор	—	80	4	0,03	—
Серная кислота	40	100	3—2	>1 (1,6)	1
	85	80	3—1,5	0,2	0,6
	90	80	—	0,05	—
	98	20	—	0,01	—
Смесь азотной и плавиковой кислоты	15:4	80	4—2	0,15	0,5
Соляная кислота	20	100	—	0,8	0,9
	30	100	3—2	0,15	0,47
		80	3—2	0,2	0,57
Триацетилглицерин	100	100	3	0,07	—
Триэтиленгликоль	100	100	3—2	0,65	0,85
Уксусная кислота	100	80	—	0,1	—

Продолжение табл. 8

Вещество	Концентрация, %	Температура, °С	Напряжение, МПа	Коэффициент химической стойкости труб[1] из ПП	
				по времени $K_{х.в}$	по напряжению $K_{х.н}$
Фосфорная кислота	75	80	4—2	0,4	0,7
Этиленхлорид	100	80	7	0,05	—
	100	20	5	0,001	—

[1] См. сноску к табл. 7.

Таблица 9

Вещество	Температура, °С	Концентрация, %	Напряжение, МПа	Время до разрушения, ч	Коэффициент химической стойкости труб[1] из ПВД
Азотная кислота	80	5	2	$2 \cdot 10^3$	—
			1,3	$2{,}5 \cdot 10^3$	0,2
	80	30	2	80	—
			1,8	100	—
			1,3	150	0,01
			0,8	150	0,005
Анилин	80	—	1,2	$2 \cdot 10^3$	—
Вода	80	—	1,8	10^4	1
			1,5	$1{,}5 \cdot 10^4$	1
			0,7	$3 \cdot 10^4$	1
Натрия гидроокись	80	5	2	10	—
			1,3	70	0,007
	80	30	1,3	$5 \cdot 10^3$	0,3
			0,7	$5 \cdot 10^3$	—
Серная кислота	80	80	1,1	$4 \cdot 10^4$	1
			0,7	$4 \cdot 10^4$	1
	80	90	1,3	300	—
			0,7	$3 \cdot 10^3$	0,1
	80	98	1,5	30	—
			0,7	10^3	0,03
Смачивающее вещество	80	—	1,8	5	1
			1,1	40	—
			0,7	$2 \cdot 10^3$	—
Соляная кислота	80	20	1,3	$2 \cdot 10^4$	1
Уксусная кислота	80	40	1,8	10^3	—
			1,3	$6 \cdot 10^3$	0,4
			0,7	10^4	—
	80	99,5	1,3	$2 \cdot 10^3$	0,1
Хромовая кислота	80	60	1,3	$2 \cdot 10^3$	0,1
			0,7	$2 \cdot 10^3$	0,1

Продолжение табл. 9

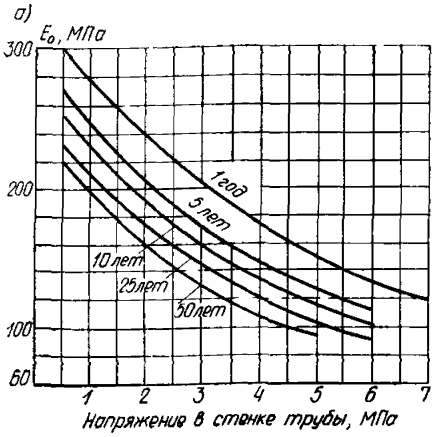
Вещество	Температура, °С	Концентрация, %	Напряжение, МПа	Время до разрушения, ч	Коэффициент химической стойкости труб[1] из ПВД
Хромовая кислота	80	30	1,3	$2 \cdot 10^3$	0,1
			0,7	$2 \cdot 10^3$	0,1

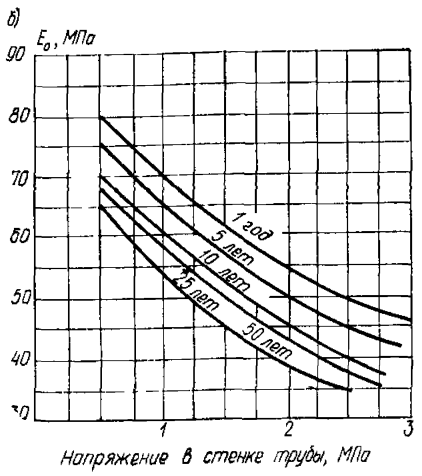
[1] См. сноску к табл. 7.

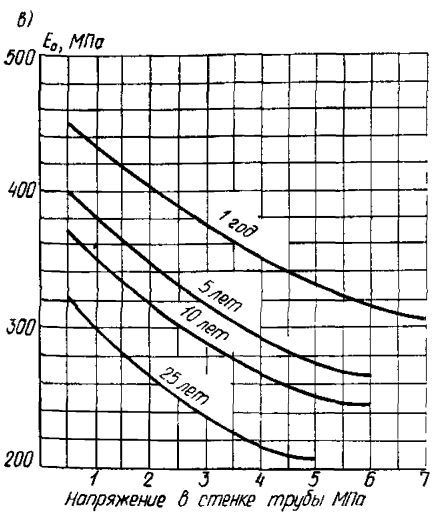
Таблица 10

Вещество	Температура, °С	Концентрация, %	Напряжение, МПа	Время до разрушения, ч	Коэффициент химической стойкости труб из ПВХ
Азотная кислота	60	5	8	10^3	—
			7	$4 \cdot 10^3$	0,4
	60	30	9	20	—
			6	100	—
Анилин	60	—	10	20	—
	60	—	5	20	—
	60	—	2	20	—
	60	—	0,7	20	—
Вода	60	—	7	$>10^4$	1
Мазут	60	—	9	1	—
		—	6	40	—
Натрия гидроокись	60	5	9	60	—
	60	30	7	$2 \cdot 10^3$	0,2
	60	—	4	10^4	—
	60	—	2	$3 \cdot 10^4$	—
Серная кислота	60	80	10	30	—
	60	—	8	$6 \cdot 10^3$	0,6
	60	90	7	$3 \cdot 10^3$	0,2
	60	—	4	$7 \cdot 10^3$	—
	60	—	2	10^4	—
	60	98	7	$1{,}5 \cdot 10^3$	0,15
	60	—	4	$5 \cdot 10^3$	—
	60	—	2	$2 \cdot 10^4$	—
Соляная кислота	60	20	7	10^4	1
				$>4 \cdot 10^4$	
	60	35	7	$>10^4$	1
Укусусная кислота	60	40	8	10^3	
Хромовая кислота	60	10	7	$2 \cdot 10^3$	0,2
	60	10	4	10^4	
	60	10	2	$2 \cdot 10^4$	
	60	30	7	10^3	0,1
	60	30	4	$3 \cdot 10^3$	
	60	30	2	10^4	

[1] См. сноску к табл. 7.







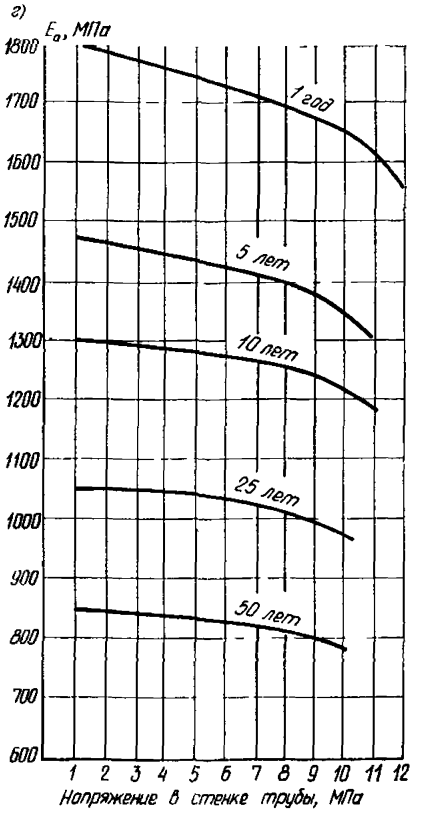


Рис. 6. Зависимость модуля ползучести материала трубы при растяжении E_0 от срока службы трубопровода и величины напряжения в стенке трубы:

а — из ПНД; *б* — из ПВД; *в* — из ПП, *г* — из ПВХ

2.11. При определении химической стойкости к веществу, транспортируемому по трубопроводу, в первую очередь следует использовать данные по исследованию нагруженных образцов труб из ПНД, ПВД, ПП и ПВХ, приведенные в табл. 7—10.

При этом для ряда веществ определены раздельно коэффициенты химической стойкости по напряжению $K_{х\,н}$ и по времени $K_{х\,в}$.

В этом случае величины $R^н$ и $P_{раб}$, определенные по графикам на рис. 1—5, следует умножать на коэффициент химической стой-

кости по напряжению, а при определении срока службы трубопровода, последний следует умножать на коэффициент химической стойкости по времени.

Если $K_{хв}$ больше 1, то величины $R^н$ и $P_{раб}$ принимают такими, как для воды, а срок службы трубопровода увеличивается.

При отсутствии веществ в табл. 7—10 можно использовать данные, приведенные в прил. 1. При этом величины $R^н$ и $P_{раб}$, определенные по графикам на рис. 1—5, умножают на коэффициент химической стойкости, принятый в соответствии с п. 2.10 настоящего Пособия.

2.12. При воздействии на трубы внешнего гидростатического давления возможна потеря трубами формоустойчивости с переходом поперечного сечения от круга к эллипсу.

Наименьшее значение наружного критического давления $P_л$ определяют по формуле

$$P_л = \frac{E}{4(1-\mu^2)}\left(\frac{2\delta}{d-\delta}\right)^3, \qquad (3)$$

где E — модуль ползучести материала трубы;

μ — коэффициент Пуассона материала трубы, принимаемый по данным табл. 3

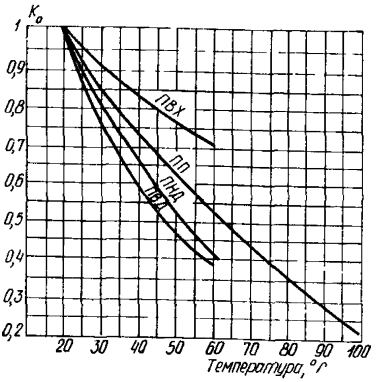


Рис. 7. Зависимость коэффициента K_0 от температуры

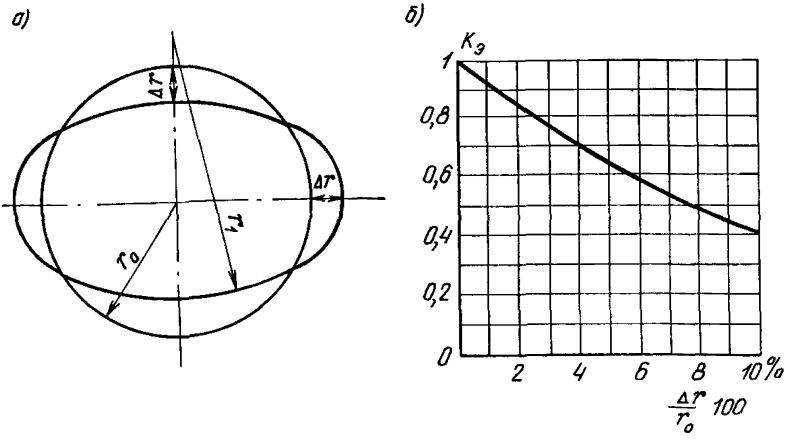


Рис. 8. Начальная эллипсность труб (*а*) и значения коэффициента, учитывающего изменение радиуса труб (*б*)

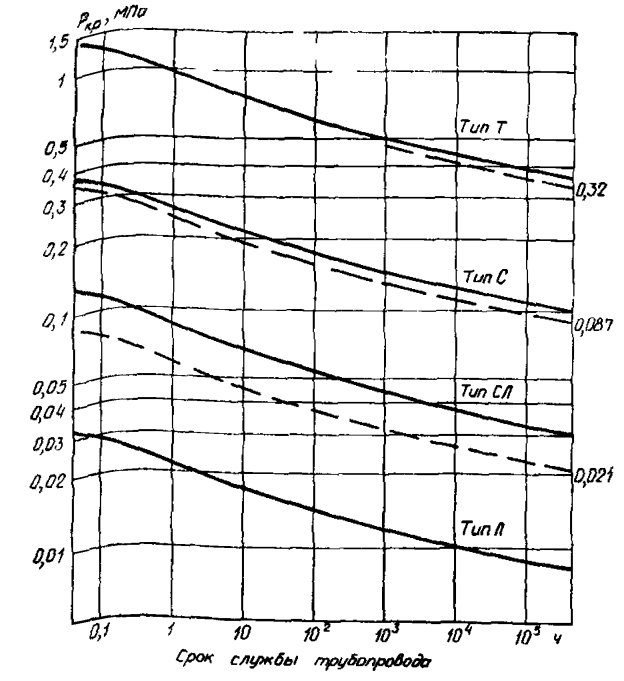


Рис. 9. Сравнение теоретических (сплошные линии) и экспериментальных (штриховые линии) кривых зависимости наружного критического давления для труб из ПНД от срока службы трубопровода и типа труб

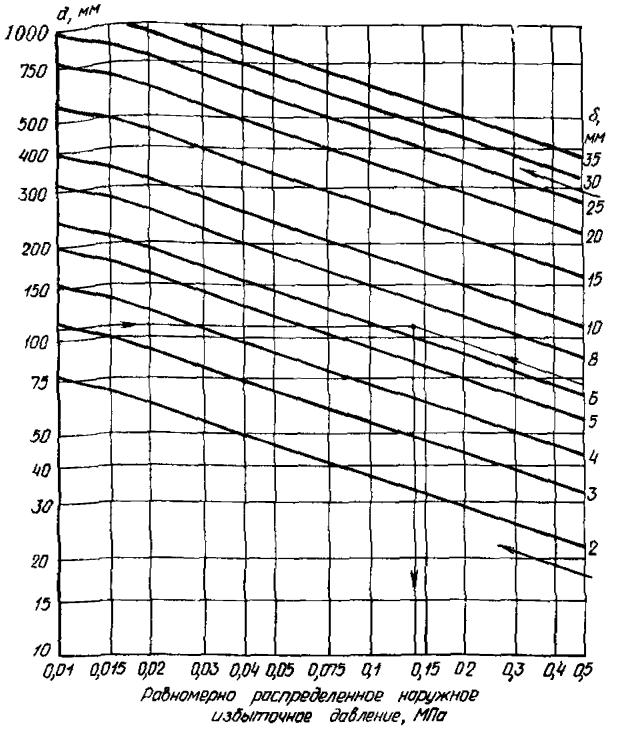


Рис. 10. График прочности труб из ПНД при вакууме

2.13. Модуль ползучести материала трубы E, МПа, принимается с учетом его изменения при длительном действии нагрузки и температуры на трубопровод по формуле

$$E = K_0 E_0 \ , \qquad (4)$$

где E_0 — модуль ползучести материала трубы при растяжении, МПа, принимаемый для ПНД, ПВД, ПП и ПВХ по графикам, приведенным на рис. 6;

K_0 — коэффициент, учитывающий влияние температуры на деформационные свойства материала труб, принимаемый по графику на рис. 7.

2.14. При использовании пластмассовых труб, имеющих в результате длительного хранения или свертывания в бухты начальную эллипсность, которая была определена замерами, величину допускаемого наружного давления следует снижать путем умножения на коэффициент $K_э$, принимаемый по графику на рис. 8.

2.15. Величины допускаемого критического давления, определенные для труб из ПНД теоретически и экспериментально, показаны на рис. 9.

Устойчивость труб из ПНД к вакууму для срока службы трубопровода 50 лет и температуры 20 °С приведена на рис. 10.

Определенные по графикам на этих рисунках величины рекомендуется снижать путем давления на коэффициент запаса прочности для материала труб $K_{з\,п}=1{,}3$.

Для температуры 20 °С коэффициенты запаса прочности принимаются для труб из ПВД $K_{з.п}=1{,}6$, ПП — $K_{з.п}=2{,}4$ и ПВХ — $K_{з.п}=3$.

Пример. Для трубы из ПНД наружным диаметром $d=110$ мм и толщиной стенки $\delta=6{,}3$ мм по рис. 10 находим величину равномерно распределенного наружного избыточного давления 0,14 МПа. Эту величину снижаем, разделив на коэффициент запаса прочности $K_{з.п}=1{,}3$. Отсюда

$$\frac{0{,}14}{1{,}3}=0{,}107 \text{ МПа}.$$

3. ВЫБОР СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ВИДОВ СОЕДИНЕНИЙ И АРМАТУРЫ ДЛЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Основным способом соединения труб из ПНД между собой и с соединительными деталями из ПНД является контактная стыковая сварка. Эту сварку надлежит выполнять в соответствии с ОСТ 6-19-505-79.

Для труб из ПНД по ГОСТ 18599—73 (табл. 11) наружным диаметром 63 мм и выше с толщиной стенки более 3 мм, а также для труб из ПНД по ТУ 6-19-214-83 (табл. 12) следует применять соединительные детали из ПНД, предназначенные для соединения с трубами контактной стыковой сваркой.

Основные размеры соединительных деталей из ПНД по ТУ 6-19-213-83 (рис. 11) приведены в табл. 13, а соединительных деталей из ПНД по ТУ 6-19-218-83 (рис. 12) — в табл. 14.

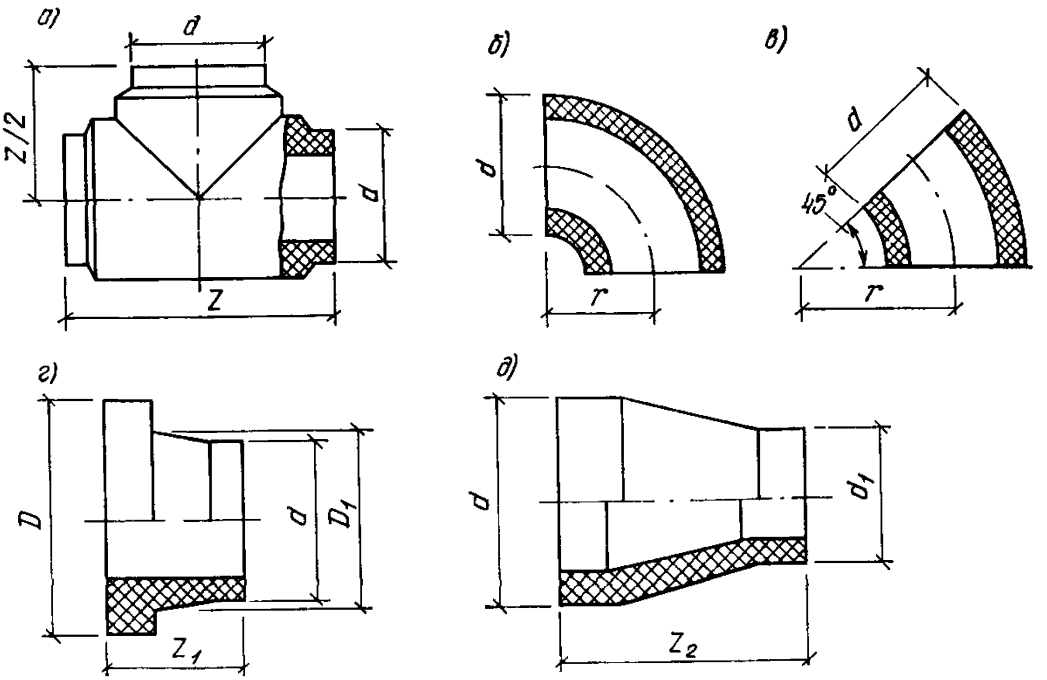


Рис. 11. Соединительные детали из ПНД, изготовляемые методами литья под давлением, прессованием и намоткой:

а — тройник; *б* — угольник; *в* — угольник 45°; *г* — втулка под фланец; *д* — переход

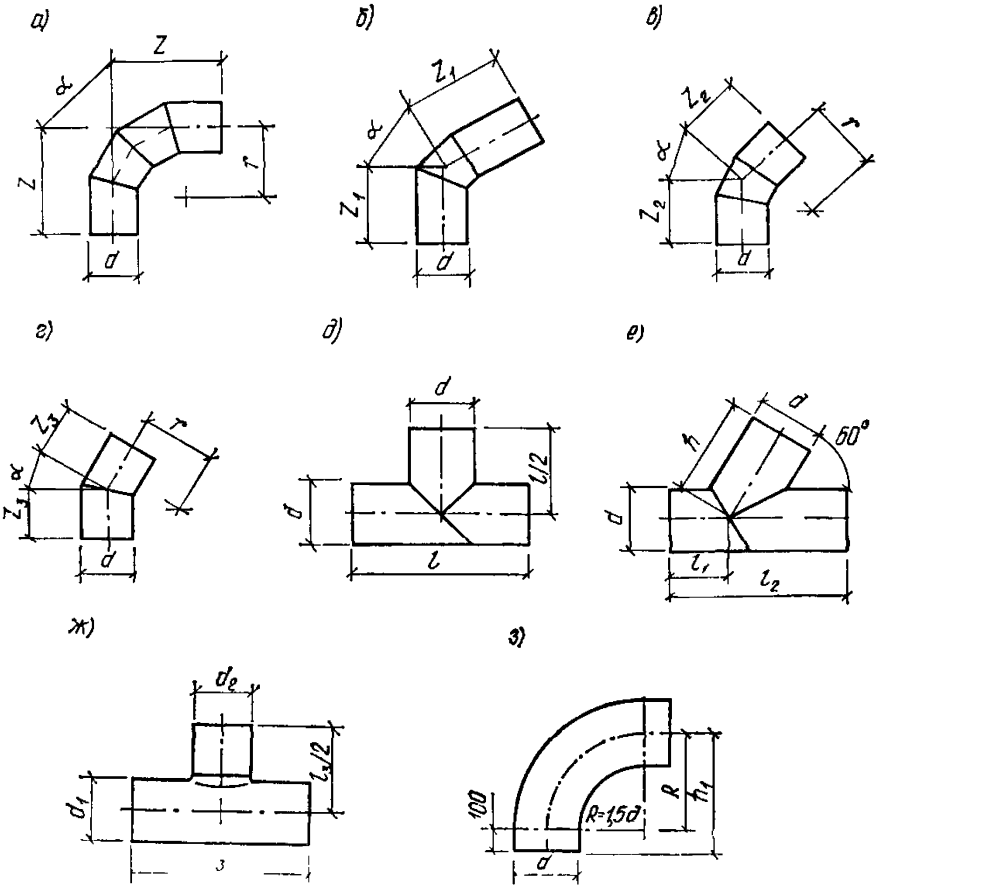


Рис. 12. Соединительные детали из ПНД, получаемые из отрезков труб:

а — отвод сварной 90°; *б* — отвод сварной 60°; *в* — отвод сварной 45°; *г* — отвод сварной 30°; *д* — тройник сварной; *е* — тройник сварной 60°; *ж* — тройник сварной неравнопроходный; *з* — отвод гнутый

Таблица 11

Наружный диаметр труб, мм	Трубы из ПНД по ГОСТ 18599—73 типа							
	Л		СЛ		С		Т	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
10	—	—	—	—	—	—	2,0	0,052
12	—	—	—	—	—	—	2,0	0,063
16	—	—	—	—	—	—	2,0	0,091
20	—	—	—	—	—	—	2,0	0,118
25	—	—	—	—	2,0	0,151	2,3	0,17
32	—	—	—	—	2,0	0,197	3,0	0,282
40	—	—	2,0	0,25	2,3	0,282	3,7	0,434
50	—	—	2,0	0,316	2,8	0,444	4,6	0,671
63	2,0	0,402	2,5	0,49	3,6*	0,693	5,8*	1,06
75	2,0	0,482	2,9	0,681	4,3*	0,974	6,9*	1,5
90	2,2	0,632	3,5	0,973	5,1	1,39	8,2	2,13
110	2,7	0,949	4,3*	1,46	6,3*	2,08	10,0*	3,17
125	3,1	1,23	4,8	1,89	7,1	2,67	11,4	4,1
140	3,5	1,54	5,4	2,32	8,0	3,36	12,8	5,16
160	3,9*	2,01	6,2*	3,04	9,1*	4,36	14,6*	6,72
180	4,4	2,48	7,0	3,86	10,2	5,49	16,4	8,46
200	4,9	3,07	7,7	4,72	11,4	6,81	18,2	10,4
225	5,5*	3,85	8,7*	5,99	12,8*	8,6	20,5*	13,2
250	6,1	4,75	9,7	7,41	14,2	10,6	22,8	16,3
280	6,9	6,01	10,8	9,22	15,9	13,3	25,5	20,4
315	7,7*	7,54	12,2*	11,7	17,9*	16,8	—	—
355	8,7	9,59	13,7	14,8	20,1	21,2	—	—
400	9,8*	12,1	15,4*	18,7	22,7*	27,0	—	—
450	11,0	15,3	17,3	23,7	25,5	34,0	—	—
500	12,2*	18,8	19,3*	29,2	—	—	—	—
560	13,7	23,7	21,6	36,7	—	—	—	—
630	15,4*	29,9*	24,3*	46,3	—	—	—	—

* К данным размерам труб разработаны соединительные детали из ПНД (по состоянию на 01.01.84 г.).

Таблица 12

Наружный диаметр труб, мм	Трубы из ПНД по ТУ 6-19-214-83 типа							
	Л		СЛ		С		Т	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
315	—	—	—	—	—	—	28,7	26,2
400	—	—	—	—	—	—	36,4	42,2
500	—	—	—	—	28,3	42,7	45,5	65,7
630	—	—	—	—	35,7	67,6	—	—
710	—	—	27,4	59,7	40,2	85,8	—	—
800	—	—	30,8	75,5	45,3	108	—	—
900	22,0	61,6	34,7	95,7	—	—	—	—
1000	24,4	76,1	38,5	118,0	—	—	—	—
1200	29,3	109,0	46,2	170,0	—	—	—	—

Таблица 13

d	d_1	Основные размеры соединительных деталей из ПНД по ТУ 6-19-213-83, мм												
		D	D_1	h	r	z		z_1				z_2	
					Для труб типа								
					С, Т	С	Т	Л	СЛ	С	Т	С	Т
63	—	102	73	12	63	120	120	—	—	50	50	—	—
75	63	122	88	14	75	150	150	—	—	50	50	63	63
110	63	158	122	20	110	225	225	—	—	80	80	69	99
160	110	212	172	28	160	325	320	—	—	80	80	64	64
225	160	268	233	40	225	478	478	—	—	100	100	87	87
315	225	370	332	50	—	—	—	—	—	100	100	100	100
400	315	482	425	50	—	—	—	—	—	100	100	104	104
500	315	585	526	50	—	—	—	—	—	100	—	190	190
	400											117	117
630	400	685	636	50	—	—	—	—	100	100	—	224	—
	500											143	
710	—	800	730	55	—	—	—	—	100	100	—	—	—
800	—	905	833	55	—	—	—	100	100	—	—	—	—
900	—	1005	935	55	—	—	—	100	100	—	—	—	—
1000	—	1110	1038	60	—	—	—	100	100	—	—	—	—
1200	—	1330	1245	60	—	—	—	100	100	—	—	—	—

Таблица 14

d	d_1	Основные размеры соединительных деталей из ПНД по ТУ 6-218-83, мм											
		z				z_1				z_2			
		О	СЛ	С	Т	О	СЛ	С	Т	О	СЛ	С	Т
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	63, 110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
225	63, 110, 160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
315	63, 110, 160 160, 225	—	—	778	778	—	—	576	576	—	—	498	498
400	110, 160, 225,	—	—	900	900	—	—	646	646	—	—	548	548
500	110, 160, 225, 315	—	—	1100	1100	—	—	783	783	—	—	665	665
630	315, 500, 500	—	—	1295	—	—	—	896	—	—	—	741	—
710	400, 500, 630	—	1415	1415	—	—	965	965	—	—	792	792	—
800	400, 500, 630, 710	—	1550	1550	—	—	1043	1043	—	—	847	847	—
900	400, 500, 630, 710, 800	1750	—	—	—	1179	—	—	—	960	—	—	—
1000	400, 500, 630, 710, 800, 900	1900	—	—	—	1266	—	—	—	1022	—	—	—
1200	600, 630, 710, 800, 900, 1000	2200	—	—	—	1439	—	—	—	1146	—	—	—

Продолжение таб **14**

d	d_1	Основные размеры соединительных деталей из ПНД по ТУ 6-218-83, мм														
		z_3				l			l_1	l_2	h	l_3			h	
		О	СЛ	С	Т	О	С	Т	О			О	СЛ	С	С	Т
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	145	145
110	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400*	265	265
160	63, 100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	390	390
225	63, 110, 160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	624	538	538
315	63, 110, 160, 160, 225	—	—	428	428	—	800	800*	—	—	—	—	826*	826*	778	778
400	110, 160, 225,	—	—	461	461	—	850	850*	—	—	—	—	800*	800**	900	900
500	110, 160, 225, 315	—	—	551	551	—	1100	1100*	—	—	—	—	900*	900**	1100	1100
630	315, 500, 500	—	—	603	—	1230	1230*	—	—	—	—	1030	—	1030*	—	—
710	400, 500, 630	—	636	636	—	1410	1410*	—	445	1555	1010	1100	—	1100*	—	—
800	400, 500, 630, 710	—	672	672	—	1500	1500*	—	560	1640	1080	1200	—	1200*	—	—
900	400, 500, 630, 710, 800	762	—	—	—	1500	—	—	525	1650	1025	1500	—	—	—	—
1000	400, 500, 630, 710, 800, 900	802	—	—	—	1600	—	—	650	1750	1100	1600	—	—	—	—
1200	600, 630, 710, 800, 900, 1000	883	—	—	—	1800	—	—	655	1970	1515	1800	—	—	—	—

* Соединительные детали с усилением стеклопластиком.

** Соединительные детали изготовляют из труб типа Т или из труб типа С с усилением стеклопластиком.

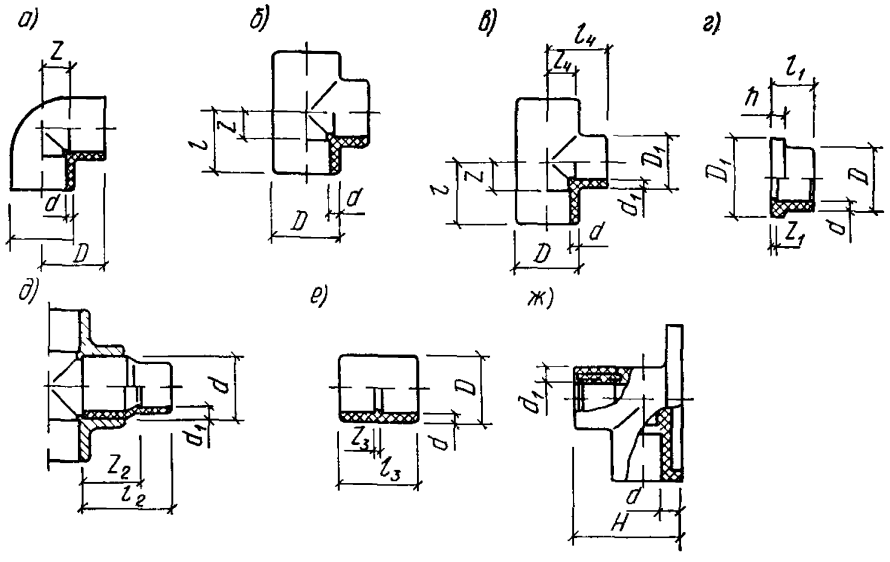


Рис. 13. Раструбные соединительные детали из ПВД:

а — угольник; *б* — тройник; *в* — тройник переходной; *г* — втулка под фланец; *д* — переход; *е* — муфта; *ж* — угольник с крепежным фланцем

3.2. Основным способом соединения труб из ПВД с соединительными деталями из ПВД является контактная сварка враструб. Эту сварку надлежит выполнять в соответствии с приложением к ОСТ 6-05-367-74.

Для труб из ПВД по ГОСТ 18599-73 (табл. 15) наружным диаметром от 16 до 140 мм и толщиной стенки от 2 до 12 мм следует применять соединительные детали из ПВД, предназначенные для соединения с трубами контактной сваркой враструб. Основные размеры соединительных деталей из ПВД по ОСТ 6-05-367-74 (рис. 13) приведены в табл. 16

Для соединения труб из ПВД с соединительными деталями из ПВД одинакового типа надлежит применять контактную раструбно-стыковую сварку, при которой одновременно со сваркой по цилиндрическим поверхностям выполняют сварку торца трубы с боковой поверхностью внутренней полки соединительной детали.

Для соединения труб из ПВД с соединительными деталями из ПВД, тип которых выше, чем тип труб, надлежит применять раструбную сварку, при которой выполняют соединение только по цилиндрическим поверхностям и используют обязательно ограничительный хомут, обеспечивающий вдвигание трубы враструб соединительной детали на определенную величину

3.3. Для соединения труб из ПВД между собой наружным диаметром свыше 50 мм и толщиной стенки более 3 мм следует при-

Таблица 15

ружный диам-тр труб,	Трубы из ПВД по ГОСТ 18599—73 типа							
	Л		СЛ		С		Т	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
10	—	—	—	—	—	—	2,0	0,05
12	—	—	—	—	—	—	2,0	0,063
16	—	—	—	—	2,0*	0,088	2,7*	0,112
20	—	—	—	—	2,0*	0,123	3,3*	0,175
25	—	—	2,0*	0,146	2,7*	0,19	4,2*	0,27
32	2,0*	0,191	2,4*	0,223	3,4*	0,309	5,3*	0,441
40	2,0*	0,242	3,0*	0,348	4,3*	0,475	6,7*	0,636
50	2,4*	0,359	3,7*	0,548	5,4*	0,735	8,3*	1,07
63	3,0*	0,566	4,7*	0,853	6,7*	1,18	10,5*	1,68
75	3,6*	0,808	5,6*	1,21	8,0*	1,66	12,5	2,38
90	4,3*	1,14	6,7	1,73	9,6*	2,39	15,0	3,43
110	5,2*	1,72	8,1*	2,57	11,8*	3,55	18,3	5,13
125	6,0	2,21	9,3	3,31	13,4	4,57	20,8	6,62
140	6,7*	2,77	10,4	4,13	—	—	—	—
160	7,7	3,63	11,9	5,41	—	—	—	—

* К данным размерам труб разработаны соединительные детали из ПВД (по состоянию на 01.01.84 г.).

Таблица 16

d	Тип труб	Основные размеры соединительных деталей из ПВД по ОСТ 6-05-367-74, мм															
		d_1	d_2	D	D_1	H	h	l	l_1	l_2	l_3	l_4	z	z_1	z_2	z_3	z_4
16	Т	—	—	23	—	—	—	23	—	—	31	—	9	—	—	3	—
20		16	—	29	—	—	—	27	—	—	35	—	11	—	—	3	—
25		16,20	—	36	58	—	15	32	21,5	—	40	—	13,5	3	—	3	—
32		25	—	46	68	—	15	39	25	—	47	—	17	3	—	3	—
40		25/32	—	57	79	—	15	47	29	—	55	—	21	3	—	3	—
50		32/40	—	72	89	—	15	57	34	—	65	—	26	3	—	3	—
63		32/40/50	—	90	104	—	15	70	40,5	—	78	—	32,5	3	—	3	—
16	С	—	22	—	—	—	—	20	—	—	25	—	9	—	—	3	—
20		16	27	—	—	—	—	24	—	27	27	—	12	—	16	3	12
25		16/20	16/20	34	50	—	6	28	19	31/30	31	25/26	14	5	20/18	3	14
32		25	16/20/25	43	60	—	7	34	21	36	35	28/29/31	18	5	22	3	17
40		25/32	16/20/25 32	54	78	—	8	40	23	39/38	39	33/34/36 38	22	5	25/22	3	22
50		32/40	16/20/25 3/40	67	88	—	10	47	25	44	44	38/39/41 43/45	25	5	28/26	4	28
63		40/50	16/20/25 32/40/50	84	102	—	12	56	27	54/50	48	45/46/48 30/52/61	— 34	— 5	— 36/30	— 4	— 34
75	С	50/63	—	96	120	—	15	83,5	46,5	—	90	—	40	3	—	3	—
90		50/63/75	—	115	138	—	18	99	54	—	105	—	48	3	—	3	—
110		50/75/90	—	141	158	—	18	121	64	—	125	—	60	3	—	3	—
20	СЛ	труб $^1/_2''$	—	—	—	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25		труб $^3/_4''$	—	—	—	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75		50/63	63	92	110	—	10	53	30	60/52	53	62	40	6	40/30	5	40
90		63/75	75	110	128	—	12	61	34	66/98	61	69/71	47	6	44/34	5	47
110		75/90	75/90	134	150	—	14	70	38	72/66	70	71/89/89	57	6	48/38	6	51
140	Л	110	110	158	165	—	16	78	43	94	78	105	72	7	62	6	73

менять контактную стыковую сварку. Эту сварку надлежит выполнять в соответствии с ОСТ 6-19-505-79.

3.4. Для труб из ПП рекомендуется применять соединительные детали: тройники, отводы, переходы и втулки под фланцы, изготовленные из отрезков полипропиленовых труб методами гнутья, сварки и формования.

Сортамент труб из ПП приведен в табл. 17.

Основным способом соединения этих труб является контактная стыковая сварка, которую следует выполнять в соответствии с Инструкцией по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб.

3.5. Для труб из ПВХ следует применять соединительные детали, предназначенные для соединения с трубами враструб с помощью клеев или резиновых уплотнительных колец.

Трубы, соединяемые на раструбах с уплотнительными кольцами, предназначены для подземной прокладки, так как соединения этих труб не способны воспринимать осевые нагрузки от внутреннего давления транспортируемого вещества.

3.6. Для труб из ПВХ по ТУ 6-19-231-83 (табл. 18) наружным диаметром от 16 до 160 мм следует применять соединительные детали из ПВХ, предназначенные для склеивания.

Основные размеры раструбных соединительных деталей из ПВХ по ТУ 6-19-222-83 под склеивание (рис. 14) приведены в табл. 19.

Таблица 17

Наружный диаметр труб, мм	Трубы из ПП по ТУ 38-102-100-76 типа					
	Л		С		Т	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
32	—	—	—	—	2,5	0,21
40	—	—	—	—	3,1	0,33
50	—	—	2,4	0,33	3,9	0,50
63	—	—	3	0,54	4,9	0,80
75	—	—	3,6	0,73	5,8	1,15
90	—	—	4,3	1,05	7,0	1,64
110	2,3	0,68	5,3	1,64	8,5	2,46
125	2,6	0,91	6,0	2,04	9,7	3,17
140	2,9	1,14	6,7	2,55	10,8	3,99
160	3,3	1,48	7,7	3,31	12,3	5,19
180	3,7	1,86	8,6	4,21	13,9	6,58
200	4,1	2,29	9,6	5,17	15,4	8,12
225	4,6	2,90	10,8	6,55	—	—
250	5,1	3,57	11,9	8,10	—	—
280	5,8	4,47	13,4	10,14	—	—
315	6,5	5,64	15,0	12,86	—	—

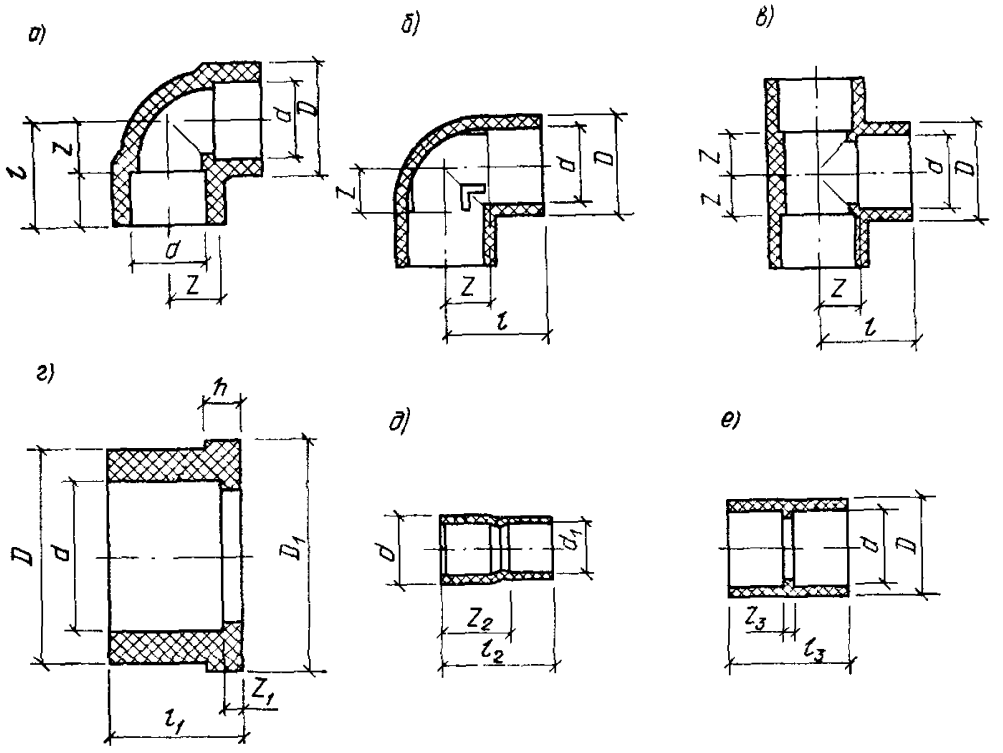


Рис. 14. Раструбные соединительные детали из ПВХ:

а и *б* — угольник (исполнение с упорной полкой и упорными рифами; *в* — тройник; *г* — втулка под фланец; *д* — переход; *е* — муфта

Таблица 18

Наружный диаметр трубы, мм	Трубы из ПВХ по ТУ 6-19-231-83 типа									
	О		СЛ		С		Т		ОТ	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
10	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	0,045
12	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	0,055
16	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2*	0,09
20	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5*	0,137
25	—	—	—	—	—	—	1,5*	0,174	1,9	0,212
32	—	—	—	—	—	—	1,8*	0,264	2,4	0,342
40	—	—	—	—	1,8*	0,334	1,9*	0,350	3,0	0,525
50	—	—	—	—	1,8*	0,422	2,4*	0,552	3,7	0,809
63	—	—	—	—	1,9*	0,562	3,0*	0,854	4,7	1,29
75	—	—	1,8	0,642	2,2	0,782	3,6	1,22	5,6	1,82
90	—	—	1,8	0,774	2,7	1,13	4,3	1,75	6,7	2,61
110	1,8	0,951	2,2*	1,16	3,2*	1,64	5,3*	2,61	8,2	3,90
125	1,8	1,08	2,5	1,48	3,7	2,13	6,0	3,34	9,3	5,01
140	1,8	1,21	2,8	1,84	4,1	2,65	6,7	4,18	10,4	6,27
160	1,8	1,39	3,2*	2,41	4,7*	3,44	7,7*	5,47	11,9	8,17
180	1,8	1,57	3,6	3,02	6,3	4,37	8,6	6,88	13,4	10,4
200	1,8	1,74	4,0	3,70	5,9	5,37	9,6	8,51	14,9	12,0

Продолжение табл. 18

Наружный диаметр трубы, мм	Трубы из ПВХ по ТУ 6-19-231-83 типа									
	О		СЛ		С		Т		ОТ	
	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг	толщина стенки, мм	масса 1 м, кг
225	1,8	1,96	4,5	4,70	6,6	6,76	10,8	10,8	16,7	16,1
250	2,0	2,40	4,9	5,65	7,3	8,31	11,9	13,2	18,6	19,9
280	2,3	3,11	5,5	7,11	8,2	10,4	13,4	16,6	20,8	24,9
315	2,5	3,78	6,2	9,02	9,2	13,2	15,0	20,9	23,4	31,5
355	2,9	4,87	7,0	11,4	10,4	16,7	16,9	26,5	26,3	39,9
400	3,2	6,10	7,9	14,5	11,7	21,1	19,0	33,7	29,7	50,8
450	3,6	7,65	8,9	18,3	13,2	26,8	21,5	42,7	—	—

* К данным размерам труб разработаны соединительные детали из ПВХ (по состоянию на 01.I 1984 г.).

Для соединения указанных труб и соединительных деталей из ПВХ следует применять клей ГИПК-127 по ТУ 6-05-251-95-79. Клей ГИПК-127 не пригоден для склеивания деталей трубопроводов из ПВХ, если по ним транспортируется: плавиковая кислота любой концентрации, азотная кислота концентрацией более 20 %, соляная кислота концентрацией более 25 % и серная кислота концентрацией более 70 %. В этом случае следует применять клей на основе метиленхлорида (перхлорвиниловая смола 14—16 вес. ч. и метиленхлорид 86—84 вес. ч.). Клей на основе метиленхлорида не заполняет зазоры. Поэтому при его применении разность между соединяемыми диаметрами не должна быть более 0,1 мм.

Склеивание труб и соединительных деталей из ПВХ следует выполнять в соответствии с Инструкцией по проектированию и мон-

Таблица 19

d	d_1	Основные размеры соединительных деталей из ПВХ типа Т по ТУ 6-19-051-274-80										
		D	D_1	h	l	l_1	l_2	l_3	z	z_1	z_2	z_3
16	—	24,5	29	6	23	17	—	31	9	3	—	3
20	16	29,5	34	6	27	19	37	35	11	3	21	3
25	20	35,5	41	7	32,5	22	44	41	13,5	3	25	3
32	25	43,5	50	7	39	25	52	47	17	3	30	3
40	32	52,5	61	8	47	29	62	55	21	3	36	3
50	40	64	73	8	57	34	75	65	26	3	44	3
63	50	79,5	90	9	70,5	41	92	79	32,5	3	54	3
110	50	133	150	12	117	66	119	128	56	5	88	6
160	110	193	213	16	167	91	187	180	81	5	126	8

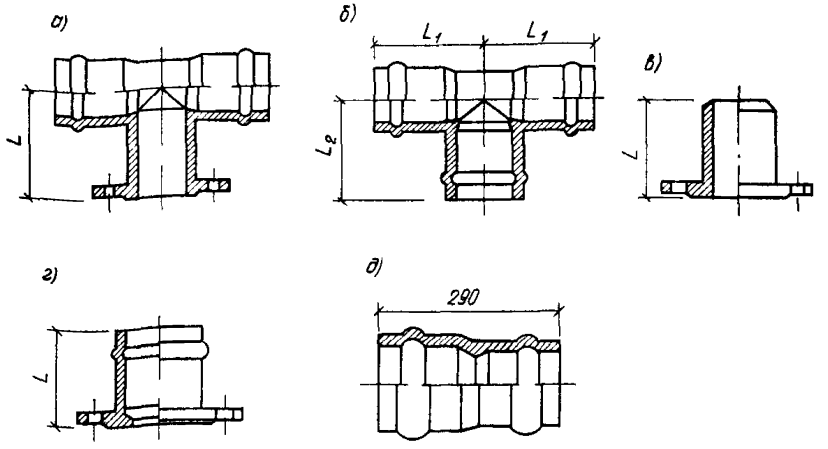


Рис. 15. Чугунные соединительные детали для раструбных труб из ПВХ:

а — тройник с двумя раструбами и фланцем; *б* — тройник раструбный; *в* — патрубок фланец-гладкий конец; *г* — патрубок фланец-раструб; *д* — переход раструбный (для труб d=160/110 мм)

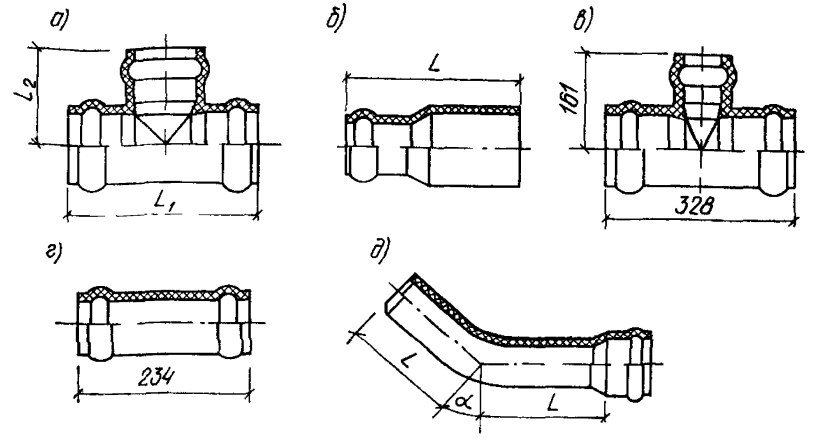


Рис. 16. Соединительные детали из ПВХ для раструбных труб:

а — тройник; *б* — переход; *в* — тройник переходный 110×63 мм; *г* — муфта; *д* — отвод

тажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб.

3.7. Для раструбных труб из ПВХ по ТУ 6-19-231-83 (табл. 20) следует применять соединительные детали типа «Т» из чугуна (рис. 15) или из ПВХ по ТУ 6-19-223-83 и отводы типа «Т» из ПВХ по ТУ 6-19-221-83 (рис. 16), предназначенные для соединения с помощью резиновых уплотнительных колец. Основные размеры деталей приведены в табл. 21.

Таблица 20

Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки труб, мм, по ТУ 6-19-231-83 типа		Масса труб, кг, длиной 5,5 м типа	
	С	Т	С	Т
63	—	3,0	—	4,72
75	—	3,6	—	6,74
90	—	4,3	—	9,67
110	3,2	5,3	9,06	14,4
140	4,1	6,7	14,6	23,1
160	4,7	7,7	19,0	30,3
225	6,6	10,8	37,4	59,8
280	8,2	13,4	57,5	92,0
315	9,2	15,0	73,0	116

Уплотнительные кольца из резины на основе синтетического изопренового каучука марки 1365 по ТУ 38-105-895-75 для получения соединений поставляются в комплекте с трубами, соединительными деталями и отводами в количестве, равном количеству раструбов.

Таблица 21

Наименование	Материал	Обозначение размера	Размер, мм, для труб наружным диаметром, мм								
			63	75	90	110	140	160	225	280	315
Тройник с двумя раструбами и фланцами	Чугун	L	—	—	—	—	—	—	250	280	320
Тройник раструбный	ПВХ	L_1	274	305	330	368	—	462	—	—	—
		L_2	137	153	165	184	—	231	—	—	—
для труб d, мм:											
110	Чугун	L_1	—	—	—	186	200	212	244	—	—
		L_2	—	—	—	186	199	208	238	—	—
140	»	L_1	—	—	—	—	214	226	258	—	—
		L_2	—	—	—	—	213	222	252	—	—
160	»	L_1	—	—	—	—	—	236	268	—	—
		L_2	—	—	—	—	—	235	265	—	—
225	»	L_1	—	—	—	—	—	—	297	—	—
		L_2	—	—	—	—	—	—	297	—	—
Переход раструбный для труб d, мм:											
63	ПВХ	L	—	243	232	—	—	291	—	—	—
110	»	L	257	—	—	—	—	314	—	—	—
Патрубок фланец — раструб	Чугун	L	—	—	—	133	147	159	192	247	267
Патрубок фланец — гладкий конец	»	L	—	—	—	141	159	171	192	247	267
Отвод α:											
45°	ПВХ	L	235	260	292	334	—	440	578	694	768
90°	»	L	364	414	476	559	—	768	1039	1268	1414

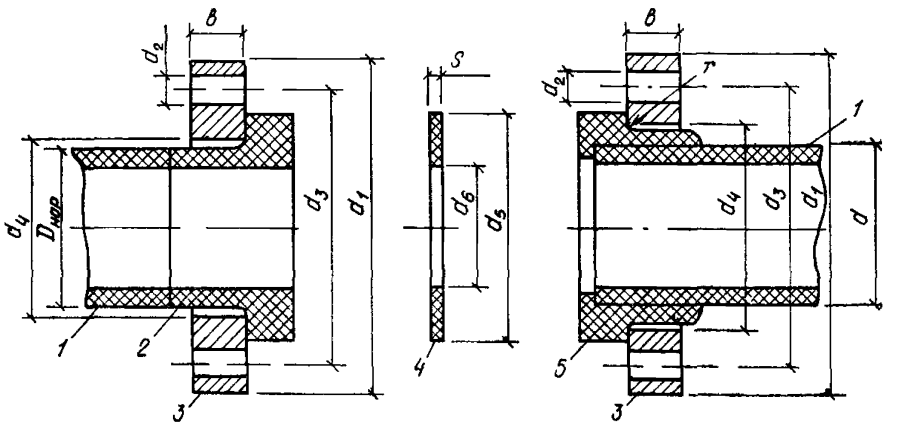


Рис. 17. Фланцевое соединение пластмассовых труб:

1 — труба; *2* — втулка из ПНД под фланец; *3* — свободный металлический фланец; *4* — прокладка; *5* — втулка из ПВД или ПВХ под фланец

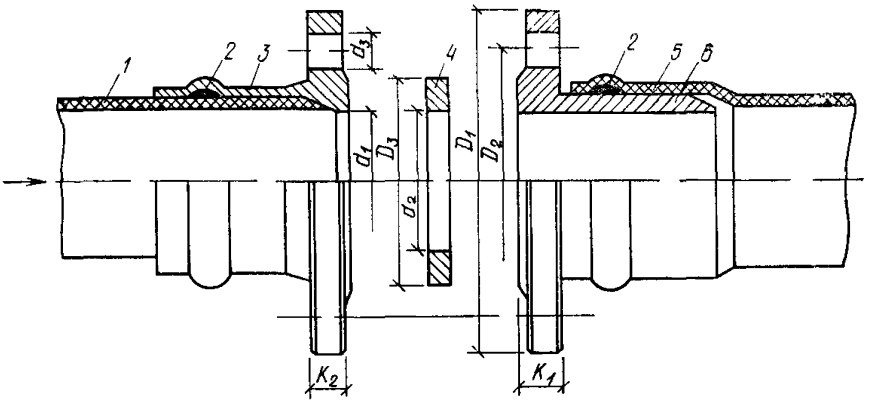


Рис. 18. Фланцевое соединение раструбных труб из ПВХ:

1 — труба; *2* — уплотнительное кольцо; *3* — патрубок раструб, *4* — прокладка; *5* — раструб; *6* — патрубок фланец гладкий

3.8. Основным видом разъемных соединений пластмассовых труб является соединение на свободных металлических фланцах, устанавливаемых на втулках под фланцы (рис. 17).

Указанный вид соединения следует применять также для присоединения арматуры к пластмассовым трубам.

Для соединения втулок под фланцы с трубами используют те же виды соединений, что для других соединительных деталей.

Свободные металлические фланцы должны иметь размеры, указанные в табл. 22 и 23.

3.9. Для получения фланцевого соединения на раструбных трубах из ПВХ следует применять чугунные патрубки фланец-раструб и фланец-гладкий конец (рис. 18).

Таблица 22

$D_у$	d	d_1	d_2	d_3	Болты		d_4	b для трубопроводов		d_5	d_6				S
					количество	размер		безнапорных	напорных		Л	СЛ	С	Т	
50	63	165	18	125	4	М16	78	—	16	102	—	54	54	50	2
65	75	185	18	145	4	М16	92	10	16	122	—	—	65	59	2
100	110	220	18	180	8	М16	128	10	18	158	—	—	96	87	3
150	160	285	23	240	8	М20	178	15	18	212	—	—	137	127	3
200	225	340	23	295	8	М20	238	15	20	268	—	—	196	189	3
300	315	445	23	400	12	М20	338	20	26	370	—	—	275	251	3
400	400	565	27	515	16	М24	430	20	32	482	—	—	349	319	3
500	500	670	27	620	20	М24	533	20	38	585	—	—	437	409	3
600	630	780	30	725	20	М27	645	25	35	685	—	—	551	—	3
700	710	895	30	840	24	М27	740	25	40	800	—	645	621	—	3
800	800	1015	33	950	24	М30	843	25	40	905	—	738	709	—	3
900	900	1115	33	1050	28	М30	947	25	—	1005	856	831	—	—	3
1000	1000	1230	36	1160	28	М37	1050	25	—	1110	951	923	—	—	3
1200	1200	1455	39	1380	32	М36	1260	30	—	1330	1141	1108	—	—	3

Основные размеры такого фланцевого соединения указаны в табл. 24.

3.10. При отсутствии соединительных деталей заводского изготовления допускается применять соединительные детали, изготовляемые в условиях трубозаготовительного производства из отрезков труб (табл. 25). При этом следует учитывать снижение прочности соединительных деталей в соответствии с данными табл. 6.

Контактную стыковую сварку тройников и отводов, газовую прутковую сварку, формование и гнутье пластмассовых труб, вытяжку горловин для изготовления неравнопроходных тройников следует выполнять в соответствии с Инструкцией по изготовлению и монтажу технологических трубопроводов из полиэтилена, полипропилена, винипласта и фторопласта.

В обоснованных случаях допускается применение стандартных фторопластовых соединительных частей, бронированных металлом

3.11. Для трубопроводов, транспортирующих некоррозионные и неагрессивные вещества, следует применять стандартную трубопроводную арматуру, изготовляемую из чугуна, стали, латуни; краны пробковые и шаровые фланцевые, вентили и задвижки фланцевые и т. д.

3.12. При транспортировании по трубам веществ, коррозионных и агрессивных по отношению к металлу, следует применять специальную арматуру, изготовляемую из пластмассы или из ме-

Таблица 23

$D_у$	d	Размеры свободных стальных фланцев, устанавливаемых на втулках из ПВХ и ПВД, мм											
		$P_у = 0{,}6$ МПа						$P_у = 1$ МПа					
					Болты						Болты		
		d_1	d_2	d_3	количество	размер	b	d_1	d_2	d_3	количество	размер	b
10	16	75	11,5	50	4	М10	10	90	14	60	4	М12	12
15	20	80	11,5	55	4	М10	10	95	14	65	4	М12	12
20	25	90	11,5	65	4	М10	10	105	14	75	4	М12	14
25	32	100	11,5	75	4	М10	12	115	14	85	4	М12	14
32	40	120	14	90	4	М12	12	140	18	100	4	М16	16
40	50	130	14	100	4	М12	12	150	18	110	4	М16	18
50	63	140	14	110	4	М12	12	165	18	125	4	М16	18
65	75	160	14	130	4	М12	14	185	18	145	4	М16	20
80	90	190	18	150	4	М16	14	200	18	160	8	М16	22
100	110	210	18	170	4	М16	14	220	18	180	8	М16	24
125	140	240	18	200	8	М16	14	250	18	210	8	М16	26

Продолжение табл. 23

$D_у$	d	Размеры свободных стальных фланцев, устанавливаемых на втулках из ПВХ и ПВД, мм									
		d_4				r	d_5			d_6	S
		номинальный размер для втулок из			допускаемое отклонение		для втулок из				
		ПВХ	ПВД				ПВХ	ПВД			
			I вариант	II вариант				I вариант	II вариант		
10	16	23	—	—	—0,5	1,27	27	—	—	16	2
15	20	28	—	—	—0,5	1	32	—	—	20	2
20	25	34	35	37	—0,5	1,5	39	50	58	25	2
25	32	42	44	47	—0,5	1,5	48	60	68	32	2
32	40	51	55	58	—0,5	2	59	78	79	40	2
40	50	62	68	73	—0,5	2	71	88	89	50	2
50	63	78	86	92	—1	2,5	88	102	104	63	2
65	75	—	94	98	—1	2,5	—	110	120	75	2
80	90	—	112	117	—1	3	—	128	138	90	2
100	110	—	136	143	—1	3	—	150	158	110	3
125	140	—	160	—	—1	4	—	165	—	140	3

талла с защитным покрытием, химическая стойкость которых должна быть не ниже, чем у труб (рис. 19).

Основные строительные размеры и масса указанной арматуры приведены в табл. 26.

Конструкция и основные размеры диафрагмовых вентилей и технические требования на них регламентируются *ГОСТ 9660—71*.

Для чугунных гуммированных вентилей присоединительные размеры фланцев установлены ГОСТ 1235—67, для чугунных эмалиро-

Таблица 24

Размеры фланцевого соединения раструбных труб из ПВХ, мм

$D_у$	d	D_1	D_2	D_3	d_1	d_2	d_3	K_1	K_2	S	Резьба болтов	Число отверстий
50	63	165	125	102	57	59	18	20	17	7,5	М16	4
65	75	185	145	123	67	69	18	21	18	8	М16	4
80	90	200	160	138	81	83	18	22	19	8,5	М16	8
100	110	220	180	158	99	101	18	22	19	9	М16	8
125	140	250	210	188	125	127	18	23	20	9,5	М16	8
150	160	285	340	212	144	146	23	24	21	10	М20	8
200	225	340	295	268	203	205	23	26	23	11	М20	8
250	280	395	350	322	251	253	23	26	23	12	М20	12
300	315	445	400	372	283	285	23	26	23	13	М20	12

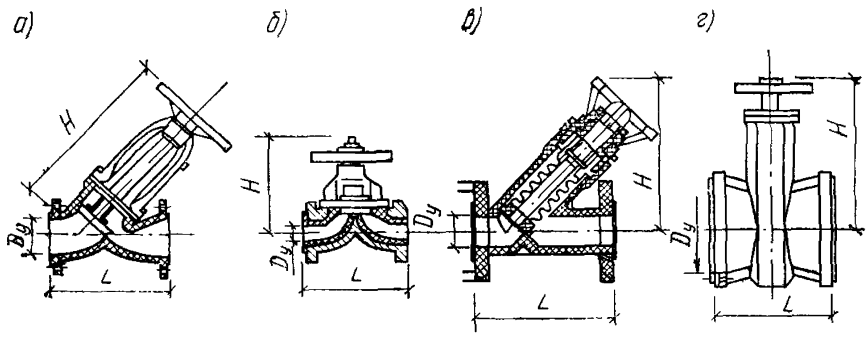


Рис. 19. Запорная арматура для коррозионных и агрессивных веществ:

а — вентиль запорный гуммированный; *б* — вентиль запорный диафрагмовый с защитным покрытием или футерованный; *в* — вентиль сильфонный из пластмассы; *г* — затвор шланговый

Таблица 25

Материал	Детали трубопровода	Размеры труб для изготовления деталей, мм	Способ изготовления деталей
ПНД, ПВД, ПП	Тройники и отводы сварные	d=40—500 $\delta \geqslant 4$	Контактная сварка встык
ПВХ	То же	d=32—400 $\delta \geqslant 3$	Газовая прутковая сварка
ПНД	»	d=630—1200 $\delta \geqslant 15$	Экструзионная сварка
ПНД, ПВД, ПП	Тройники сварные неравнопроходные	d=40—500 $\delta \geqslant 4$	Вытяжка горловины и контактная сварка встык
ПВХ	То же	d=32—400 $\delta \geqslant 3$	Вытяжка горловины и газовая прутковая сварка
ПНД	»	d=630—1200 $\delta \geqslant 15$	Вытяжка горловины и экструзионная сварка
ПНД, ПВД, ПП	Раструбное соединение	d=16—225 $\delta \geqslant 2$	Формование и контактная сварка враструб
ПВХ	То же	δ=25—315 $\delta \geqslant 1{,}5$	Формование и склеивание враструб
ПНД, ПВД, ПП	Муфтовые соединения	d=16—160 $\delta \geqslant 2$	Формование муфты и контактная раструбно-стыковая сварка

Продолжение табл. 25

Материал	Детали трубопровода	Размеры труб для изготовления деталей, мм	Способ изготовления деталей
ПВХ	Муфтовые соединения	d=16—160 $\delta \geqslant 1{,}5$	Формование муфты и газовая прутковая сварка
ПНД, ПВД, ПП, ПВХ,	Отбортовка концов труб	d=63—315 δ=4—20	Формование
То же	Переходы	d=16—315	То же
ПНД, ПВД, ПП, ПНД,	Втулки под фланец	d=63—315 δ=4—20	»
ПВД, ПП, ПВХ	Отводы гнутые	d=63—315 δ=4—20	»

Таблица 26

Запорная арматура	P_y, МПа	Температурные пределы, °С	D_y, мм	L, мм	H, мм	Масса, кг	Материал и защитные покрытия
Вентили футерованные чугунные 15ч63	0,6	От—15 до+65	125	400	580	52	Кислотостойкая резина
			150	480	660	72	
			200	600	730	130	
			250	730	830	212	
			300	850	870	264	
Вентили диафрагмовые чугунные с защитным покрытием	1,6	До+60 или до+110	6	70	73	0,5	Полиэтилен, фторопласт 42ЛД
			10	90	80	1,2	
			15	110	105	2,7	
			20	130	120	4,3	
Р×26324; Р×26368	1	То же	25	150	140	6,1	
			32	170	145	8	
			40	290	190	12,4	
			50	200	210	13	
	0,6	»	80	240	270	16,3	
			100	270	320	25,6	
Вентили диафрагмовые эмалированные чугунные 15ч93эм;	1,6	От—15 до+120	10	120	32	2,4	Фторопласт
			15	130	82	3,3	
			20	150	120	5,4	
			25	160	120	5,9	
15ч95эм	1	То же	32	180	168	8,8	Резина
			40	200	168	9,9	
			50	230	200	15,1	
			65	290	200	17,4	

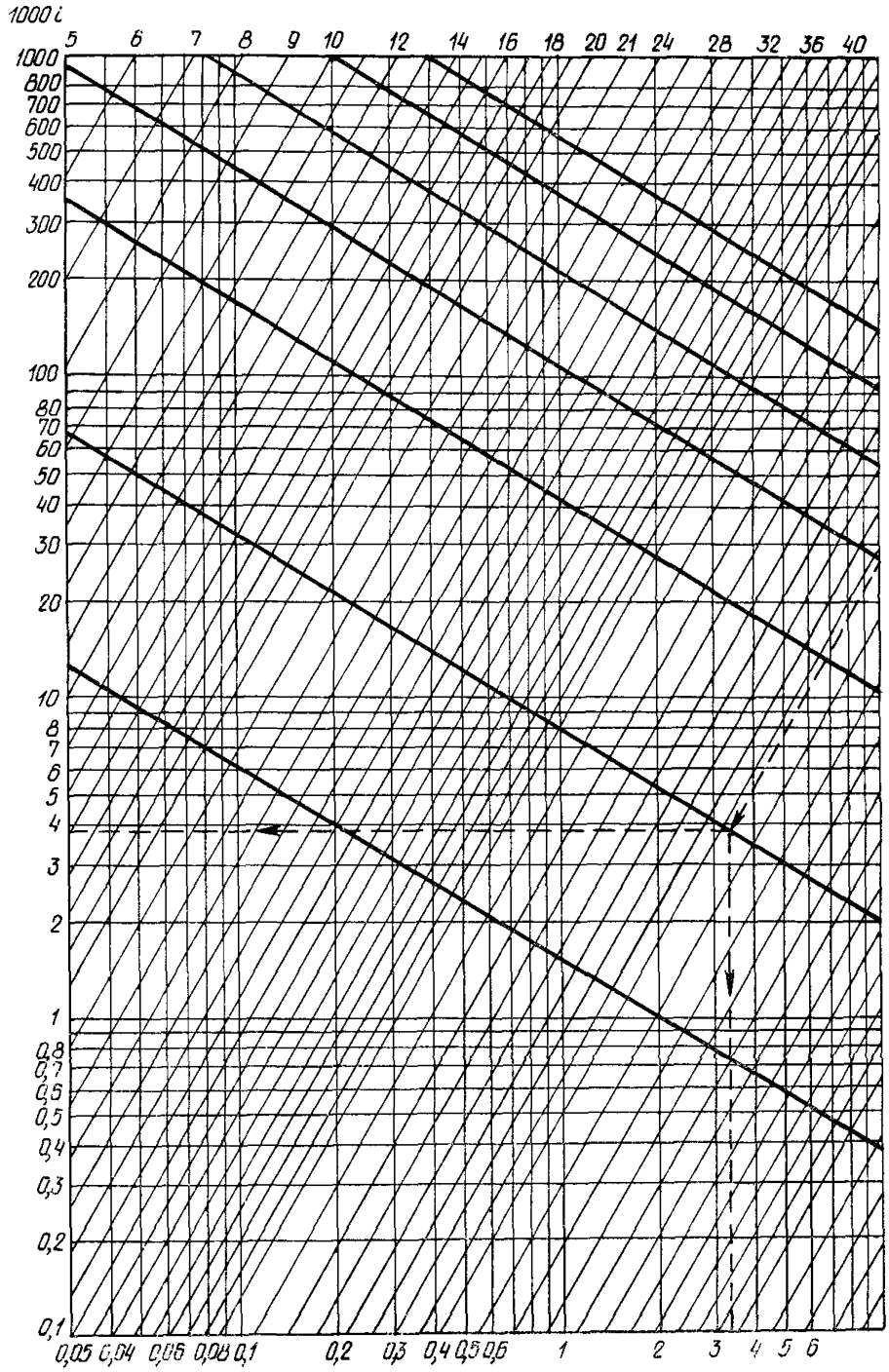
Продолжение табл. 26

Запорная арматура	P_y, МПа	Температурные пределы, °С	D_y, мм	L, мм	H, мм	Масса, кг	Материал и защитные покрытия
15ч95эм	0,6	От—15 до +120	80 100	310 350	240 245	28,5 33,5	
То же, КА 26333	0,6	До+90	150 200	410 500	415 602	83 140	
Вентили сильфонные чугунные, футерованные фторопластом Р×26058	0,6	От—10 до+125	25 40 50 80 100	140 230 230 270 300	200 200 200 220 220	17,2 23,2 20,5 46,5 56	Фторопласт 42ЛД
Вентили из полипропилена 15п57п	0,6	До+50	32	180	220	1,45	Полипропилен
			50	230	250	8,0	
Вентили из пентапласта 15п56п	0,25	» +100	32	180	220	2,05	Пентапласт
			50	230	250	5,5	
			100	350	305	13,2	
Затворы шланговые из алюминиевого сплава 32а3р П 98007	0,6	» +50 » +60 » +90 или до +110	50 80 100	230 310 350	236 294 420	9 16 29	Резина марок: Iа-19-7889, Iб-21-6620 и III-16-20, НО-68-2 по ТУ 38-1051082-76 и марки 51-2104 по ТУ 38-1051050-76
			125	400	385	34	
			150	480	512	53	
			200	600	520	74	

ванных вентилей — ГОСТ 12815—67, а для шланговых затворов из алюминиевого сплава — ГОСТ 1234—67.

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

4.1. Гидравлический расчет трубопроводов следует производить ло номограмме (рис. 20), составленной ЦНИИЭП инженерного оборудования в соответствии с главой СНиП по проектированию наружных сетей и сооружений водоснабжения. Допускается производить гидравлический расчет труб согласно Инструкции по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пласт-


1000 i
5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 21 24 28 32 36 40
1000 800 700 600 500 400 300 200 100 80 70 60 50 40 30 20 10 8 7 6 5 4 3 2 1 0,8 0,7 0,6 0,5 0,4 0,3 0,2 0,1
0,05 0,04 0,06 0,08 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 1 2 3 4 5 6

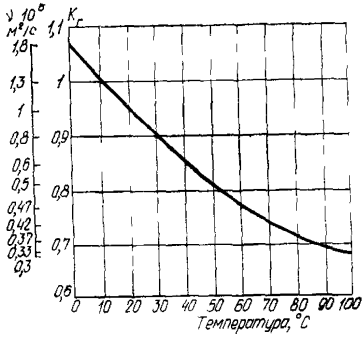


Рис. 21. Зависимость коэффициента K_T и кинематической вязкости воды от температуры

массовых труб, а также пользоваться Таблицами для гидравлического расчета напорных и безнапорных трубопроводов из пластмассовых труб, ОНТИ СКТБ «Энергопромполимер», М., 1982 г. или Таблицами для гидравлического расчета трубопроводов канализации и водоснабжения из полиэтиленовых труб большого диаметра, часть 2, Главмосстрой, М., 1981.

Номограмма учитывает потери напора, вызванные стыками труб в размере 15 % потерь напора по трубе.

Расчетный внутренний диаметр труб $Д_р$ определяется по формуле

$$D_р = d - 2\delta. \qquad (5)$$

Пример. Для трубы с внутренним расчетным диаметром $Д_р = 90$ мм при допускаемой скорости потока $v = 0{,}5$ м/с по табл. 20 находим $4i$ и расход $q = 3{,}4$ л/с.

4.2. Номограмма и таблицы составлены для воды с температурой 10 °С (коэффициент кинематической вязкости $\nu_0 = 1{,}31$ см²/с). Для воды с другой температурой или для веществ с другим коэффициентом кинематической вязкости потери напора, определяемые по номограмме или таблицам, следует умножать на коэффициент по вязкости жидкости $K_в$, значения которого приведены на рис. 21 или вычисляют по формуле:

$$K_в = \left(\frac{\nu}{\nu_0}\right)^{0{,}226}, \qquad (6)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости транспортируемой жидкости.

4.3. При транспортировании по трубопроводам веществ, плотность которых отличается от плотности воды, потери напора, определяемые по номограмме или таблицам, следует умножать дополнительно на поправочный коэффициент на плотность жидкости $K_п$, значения которого вычисляют как

$$K_п = \frac{\gamma}{\gamma_0}, \qquad (7)$$

где γ — плотность транспортируемой жидкости;

γ_0 — плотность воды при температуре 10 °С.

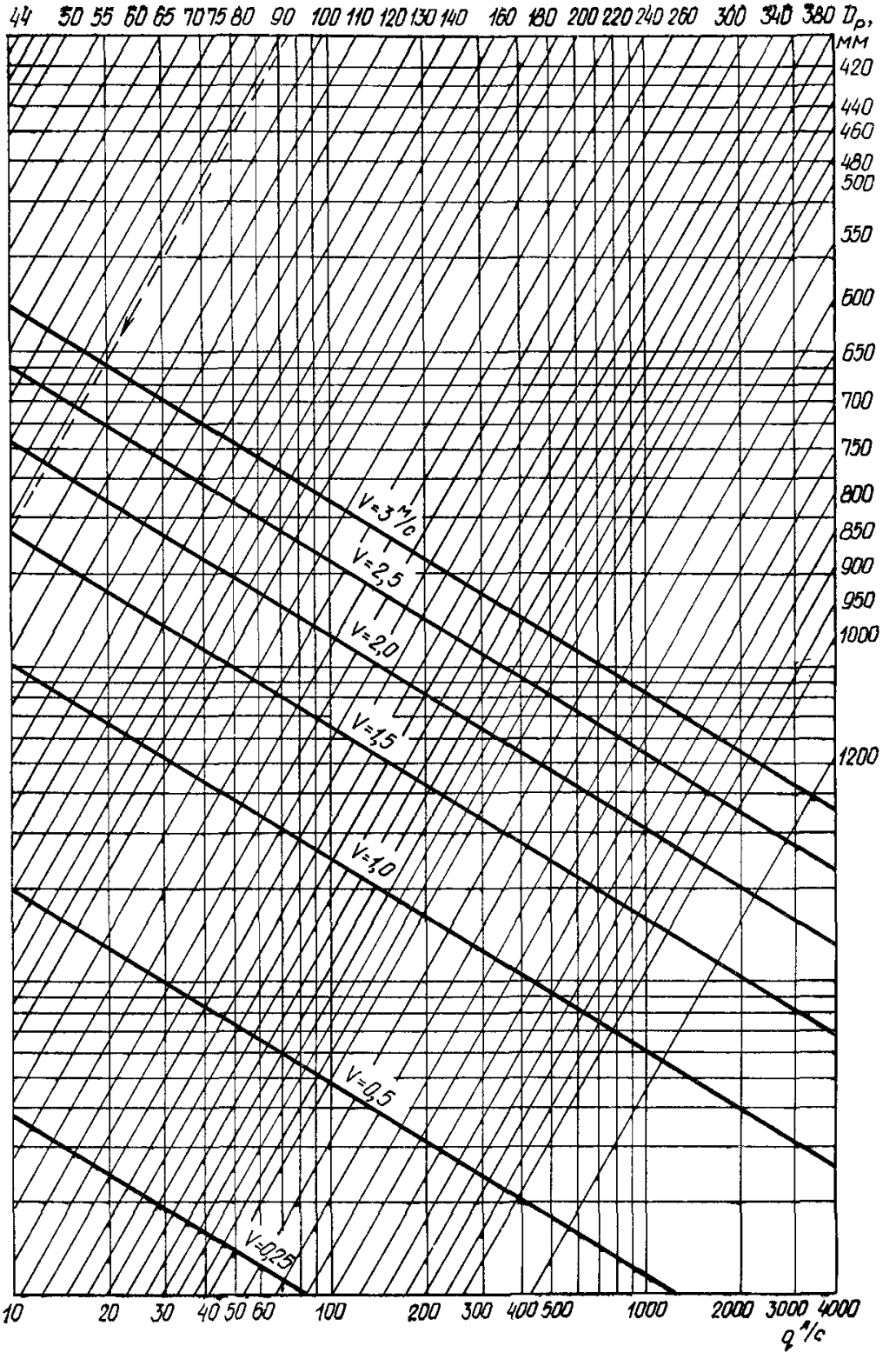


Рис. 20. Номограмма для гидравлического расчета напорных трубопроводов из пластмассовых труб

4.4. Потери напора h на расчетном участке трубопровода следует определять по формуле

$$h = fil, \tag{8}$$

где f — коэффициент, учитывающий потери напора в соединительных деталях и арматуре, принимаемый равным от 1,1 (для прямых трубопроводов значительной длины) до 1,6 (для трубопроводов с многочисленными поворотами, ответвлениями, арматурой и т. п.);

i — гидравлический уклон;

l — длина расчетного участка, м.

5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОКЛАДЫВАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

5.1. При конструировании пластмассовых трубопроводов необходимо учитывать специфические особенности материала труб, а именно: высокий коэффициент линейного удлинения (в 8—25 раз выше, чем у стальных труб) и более низкие по сравнению с металлическими трубами механическую прочность и твердость (см. табл. 3).

5.2. Величину температурного изменения длины трубопровода надлежит определять по формуле

$$\Delta l = \alpha \Delta t l, \tag{9}$$

где α — коэффициент линейного расширения, принимаемый по табл. 3;

Δt — максимальная разность между температурами стенок трубопровода в процессе эксплуатации и окружающей среды, при которой осуществляется монтаж замыкающих стыков трубопровода;

l — первоначальная длина трубопровода, м.

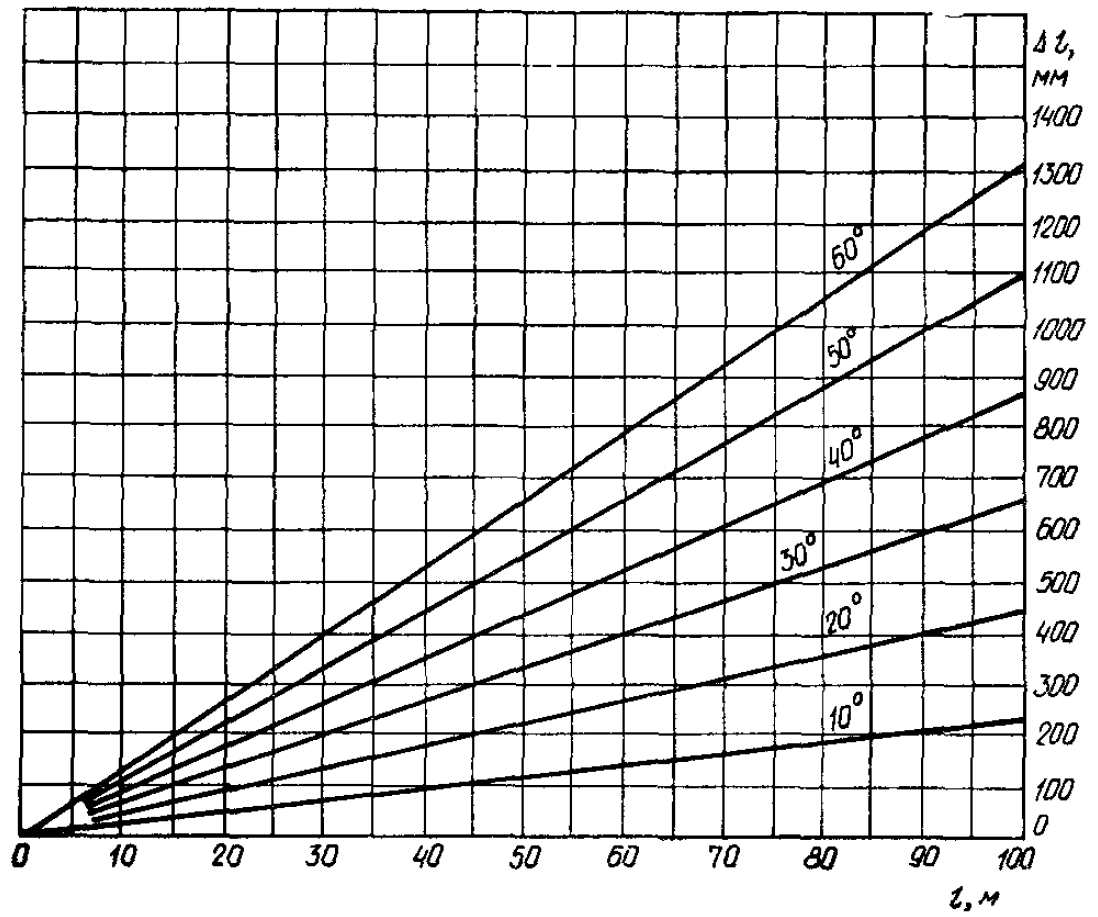
Изменение длины трубопровода в зависимости от его длины и разности температур приведено на рис 22.

5.3. Трубопроводы из пластмассовых труб следует прокладывать: межцеховые — на эстакадах или отдельно стоящих опорах и в галереях; внутрицеховые — по колоннам, этажеркам и площадкам, на которых установлено оборудование, по стенам внутри зданий, на подвесках к балкам перекрытий.

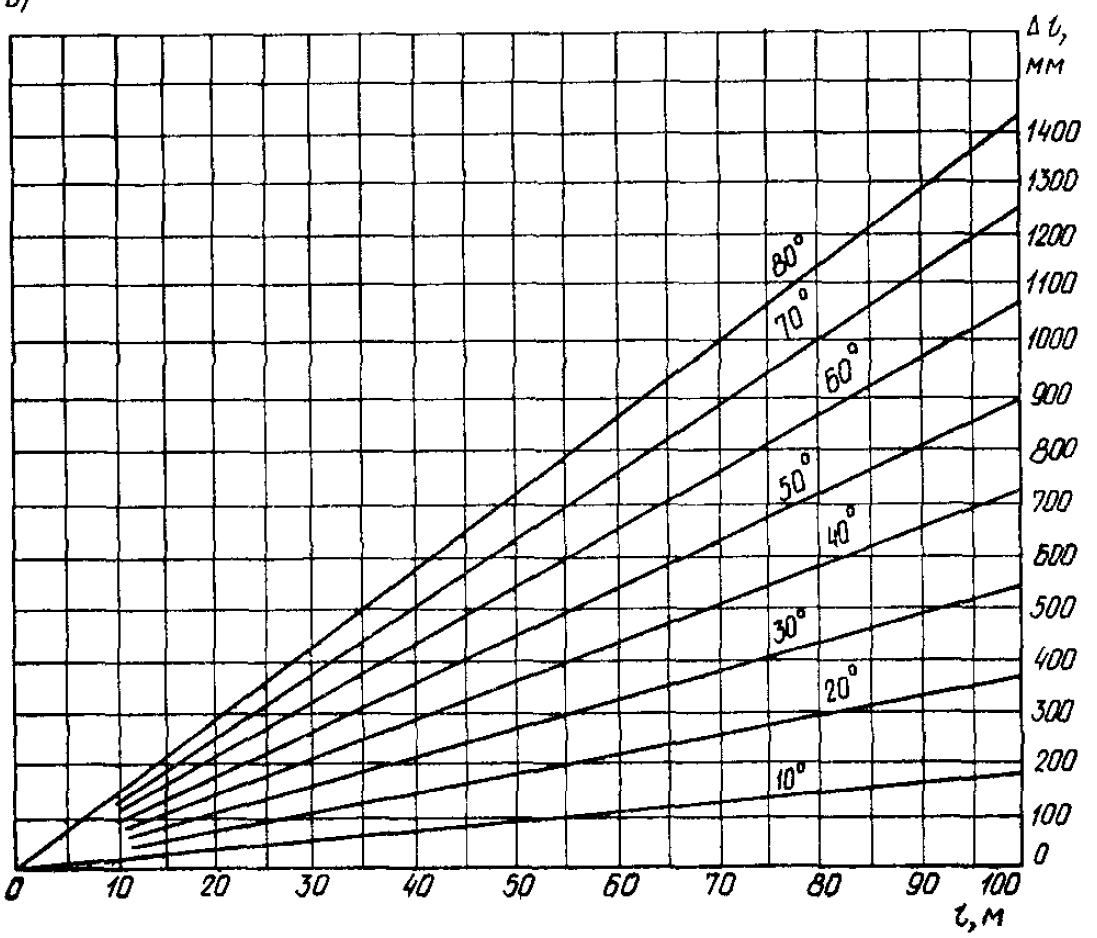
Трубопроводы из ПВХ без светостабилизирующих добавок (естественного цвета) прокладывать открыто наземно или надземно запрещается.

5.4. При открытой прокладке трубопроводов из термопластов без теплоизоляции наружная поверхность труб светлоокрашенных и белого цвета может нагреваться в среднеевропейской полосе до температуры 45 °С, а труб темноокрашенных и черного цвета до

а)


Δ l, мм
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
60°
50°
40°
30°
20°
10°
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
l, м

б)


Δ l, мм
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°
10°
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
l, м

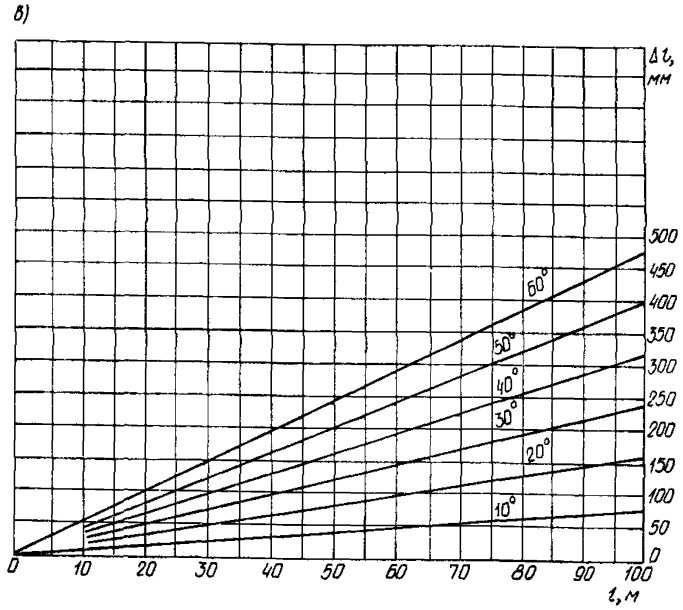


Рис. 22. Зависимость изменения длины трубопровода от его первоначальной длины и разности температур для труб:

а — из ПНД и ПВД; *б* — из ПП; *в* — из ПВХ

60 °С. Это необходимо учитывать при определении величины рабочего давления для трубопроводов и величины компенсаций температурных удлинений трубопровода.

Трубопроводы из пластмассовых труб, прокладываемые совместно со стальными трубопроводами, и имеющие на поверхности температуру выше допустимой для пластмасс, должны быть защищены от теплового воздействия (увеличение расстояний между трубопроводами, установка защитных тепловых экранов и тепловой изоляции из несгораемых материалов). При этом трубопроводы из пластмассовых труб следует располагать, как правило, ниже стальных.

5.5. Внутри зданий в местах возможного механического повреждения пластмассовых труб, как правило, следует принимать скрытую прокладку в бороздах, каналах, монтажных шахтах. При этом к местам прокладки трубопроводов должен быть обеспечен свободный доступ посредством установки дверок, съемных щитов и т. п.

5.6. Трубопроводы, прокладываемые в местах возможного их повреждения (над проездами, дорогами, под пешеходными мостиками и т. п.), должны быть заключены в футляры или закрыты кожухами, изготовленными из более прочных материалов, чем пластмассовые трубы. Концы кожухов или футляров должны выступать не менее 0,5 м от наружных стенок пересекаемых ими сооружений.

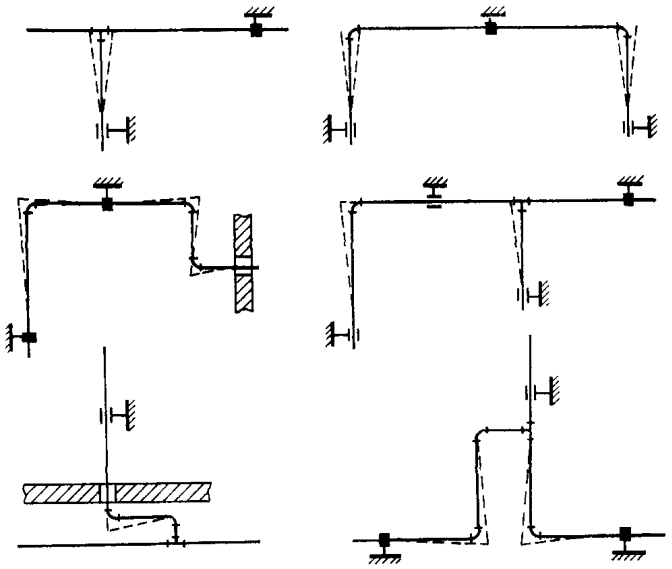


Рис. 23. Примеры рациональной расстановки неподвижных креплений

Внутренний диаметр футляра должен быть на 100—200 мм больше наружного диаметра трубопровода (с учетом изоляции).

5.7. Трубопроводы в местах пересечения фундаментов, перекрытий и перегородок должны заключаться в футляры, изготовленные, как правило, из стальных труб, концы которых должны выступать на 20—50 мм из пересекаемой конструкции.

Длину футляров, пересекающих стены и перегородки, допускается принимать равной толщине пересекаемой стены или перегородки. Зазор между трубопроводами и футлярами должен быть не менее 10—20 мм и тщательно уплотнен негорючим материалом, допускающим перемещение трубопровода вдоль его продольной оси.

5.8. В строительных сооружениях, конструкциях и элементах зданий должны быть установлены закладные части для крепления трубопроводов и оставлены отверстия в стенах, перегородках и перекрытиях для прокладки трубопроводов.

Кронштейны, опоры и подвески устанавливают после разбивки оси трубопровода и определения мест их крепления.

5.9. Монтаж пластмассовых трубопроводов следует выполнять на заранее установленных опорах, кронштейнах, подвесках. При этом должны быть выдержаны предусмотренные проектом уклоны или уклоны в пределах 0,002—0,005 на 1 м трубопровода в сторону движения жидкости.

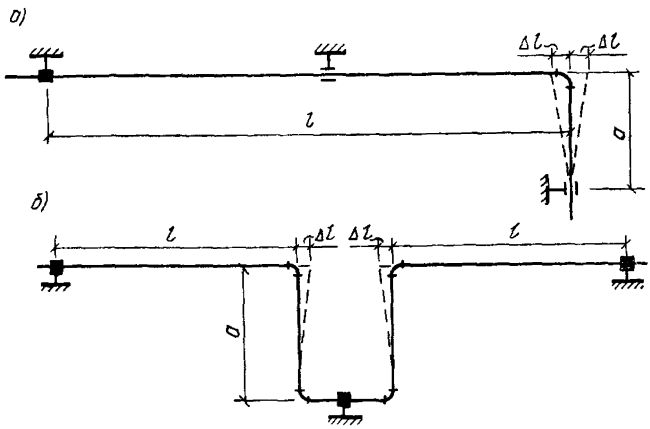


Рис. 24. Изогнутые участки трубопровода, предназначенные для компенсации температурных изменений длин труб

а — гнутый отвод; *б* — П-образный компенсатор

Трубопроводы не должны примыкать вплотную к поверхности строительных конструкций. Расстояние в свету между трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм.

5.10. Наружные (межцеховые) трубопроводы значительной протяженности рекомендуется укладывать на сплошном основании.

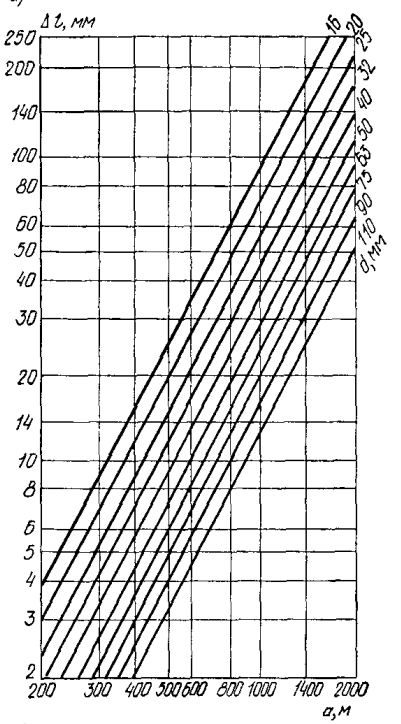
Горизонтальные участки внутрицеховых трубопроводов, расположенные в местах, где температура вещества или окружающей среды не превышает 30 °С, рекомендуется производить на отдельно стоящих опорах, подвесках, скобах и кронштейнах, а при указанных температурах выше 30 °С — на сплошном основании.

5.11. При конструировании трубопроводов следует полностью использовать компенсирующую способность элементов трубопроводов. Это достигается выбором рациональной схемы прокладки и правильным размещением неподвижных креплений, делящих трубопроводы на участки, температурная деформация которых происходит независимо один от другого и воспринимается поворотами трубопровода (рис. 23).

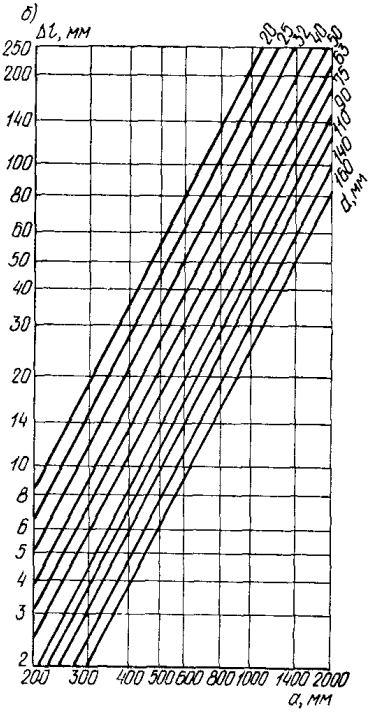
5.12. Минимальное расстояние от осей отводов или тройников до креплений на трубопроводе (рис. 24) следует принимать в зависимости от материала труб, их диаметра и величины удлинения по графикам, приведенным на рис. 25. Указанные графики можно использовать также для расчета П-образного компенсатора (см. рис. 24), прокладки труб в шахтах или при установке арматуры на трубопроводе (рис. 26).

5.13. В необходимых случаях компенсирующая способность трубопроводов может быть повышена за счет введения дополни-

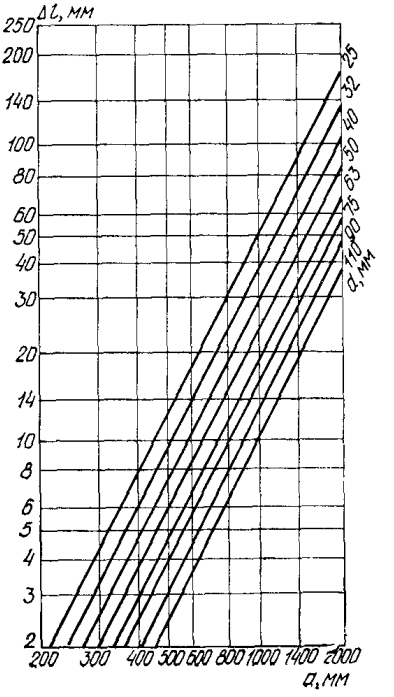
а)


Δl, мм
250
200
140
100
80
60
50
40
30
20
14
10
8
6
5
4
3
2
16
20
25
32
40
50
63
75
90
110
140
d, мм
200
300
400
500
600
800
1000
1400
2000
a, м

б)


Δl, мм
250
200
140
100
80
60
50
40
30
20
14
10
8
6
5
4
3
2
20
25
32
40
50
63
75
90
110
140
160
d, мм
200
300
400
500
600
800
1000
1400
2000
a, мм

в)


Δl, мм
250
200
140
100
80
60
50
40
30
20
14
10
8
6
5
4
3
2
25
32
40
50
63
75
90
110
140
d, мм
200
300
400
500
600
800
1000
1400
2000
a, мм

г)

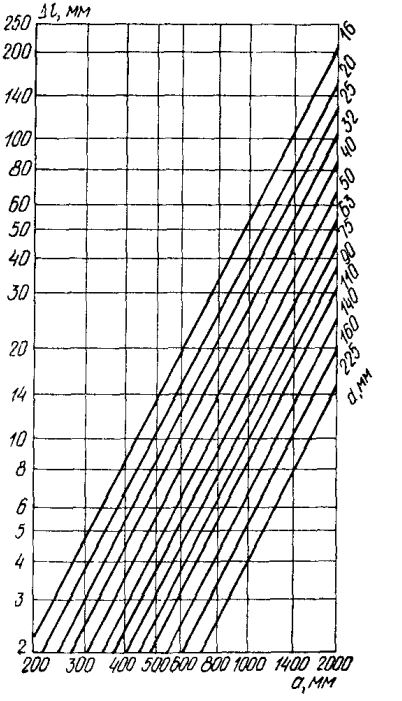
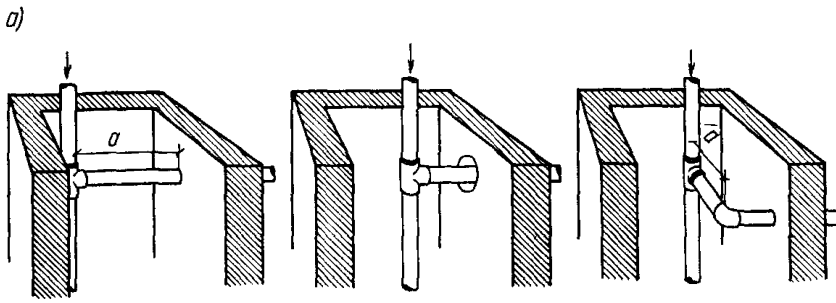

Δl, мм
250
200
140
100
80
60
50
40
30
20
14
10
8
6
5
4
3
2
16
20
25
32
40
50
63
75
90
110
140
160
225
d, мм
200
300
400
500
600
800
1000
1400
2000
a, мм

Рис. 25. Минимальное расстояние от неподвижного крепления до отвода или тройника на участке трубопровода, предназначенного для компенсации температурных изменений труб:

а — из ПНД; *б* — из ПВД; *в* — из ПП; *г* — из ПВХ

←



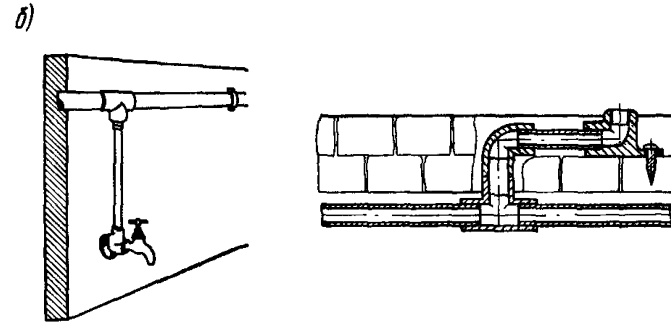


Рис. 26. Прокладка пластмассовых труб:

а — в шахте; *б* — по стене с установкой водоразборного крана

тельных поворотов, спусков и подъемов, изменяющих высоту прокладки, петлеобразных компенсаторов или съемных вставок к оборудованию (рис. 27).

5.14. На прямых участках трубопровода из ПВХ значительной протяженности должны устанавливаться П-образные или лирообразные компенсаторы (рис. 28).

Компенсация линейных удлинений труб из полиэтилена и полипропилена может обеспечиваться продольным изгибом при прокладке их в виде «змейки» на сплошной опоре, ширина которой должна допускать возможность изгиба трубопровода при перепаде температур.

При условиях технологического процесса или гидравлики, когда трубопровод должен быть прямым, на нем устанавливают сильфонные фторопластовые компенсаторы.

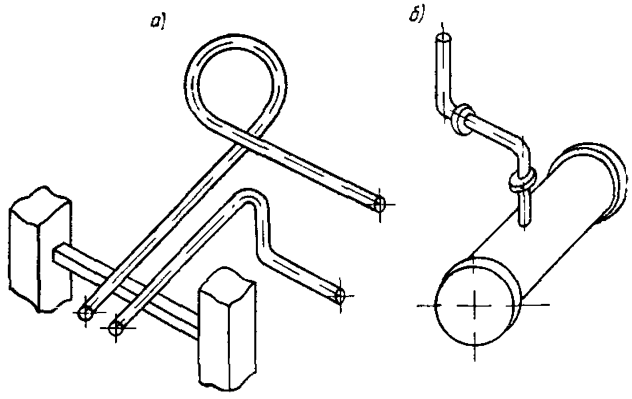


Рис. 27. Способы повышения компенсирующей способности трубопроводов за счет введения

а — дополнительных отводов, или петлеобразного компенсатора; *б* — съемных вставок

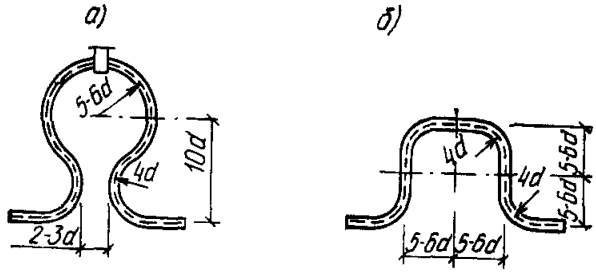


Рис. 28. Компенсаторы для трубопроводов из ПВХ:

а — лирообразный; *б* — П-образный

5.15. При прокладке труб малых диаметров (до 63 мм) на сплошном основании следует применять перфорированные профили, используемые для монтажа трубных и электрических проводок, в том числе для систем контроля и автоматизации: перфорированные лотки, полосы и т. д. В обоснованных случаях, особенно при прокладке труб, разматываемых из бухт или с катушек в качестве сплошной опоры, применяют пластмассовые трубы большего диаметра.

Сплошные основания для труб большого диаметра могут быть выполнены в виде желоба или сплошного основания из листовой стали или металлопласта, а также с использованием уголков и швеллеров стальных гнутых или прокатных.

5.16. Сплошное основание крепится к строительным конструкциям или оборудованию с помощью кронштейнов и подвесок. Конструкция этого основания должна обеспечивать возможность самокомпенсации трубопроводов в местах поворота, присоединения ответвлений и т. п.

5.17. Выбор сечения сплошного основания (рис. 29) при прокладке нескольких трубопроводов производится в зависимости от суммарной массы 1 м трубопроводов по табл. 27 при расстоянии между опорами или подвесками, равном 6 м. При расстоянии между опорами или подвесками 3 м выбор сечения сплошного основания производится по табл. 27 с учетом уменьшения действующей нагрузки в 8 раз. Ширина сплошного основания выбирается в соответствии с количеством трубопроводов и требованиями п. 5.14.

Таблица 27

Нагрузка q, кг/м	Сечение уголка $B \times B \times d$, мм, при уклоне трубопровода		
	$i = \frac{1}{100}$	$i = \frac{1}{125}$	$i = \frac{1}{250}$
1 2 3 4 5	63×40×5	63×40×5	90×56×5,5
10 15	75×50×5	75×50×5	110×70×6,5
20 25 30	90×56×5,5	90×56×5,5	
40 50	100×63×6	100×63×6	125×80×7
75 100 125 150	125×80×7	125×80×7	140×90×8
		140×90×8	160×100×9
200 250	140×90×8	160×100×9	200×125×12
300 350 400	160×100×9	180×110×10	200×125×14
450 500	180×110×10		200×125×16

5.18. В местах установки разъемных соединений или ответвлений труб, пересекающихся со сплошным основанием, в нем должны быть предусмотрены разрывы. В местах разрыва устанавливаются

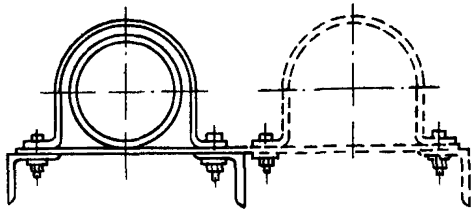


Рис. 29. К выбору сечения уголков под сплошное основание

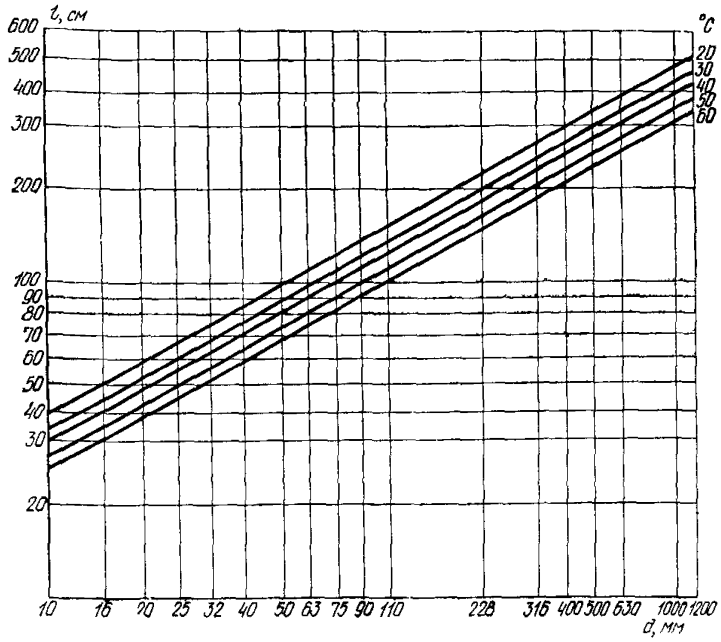


Рис. 30. Расстояния между креплениями на горизонтальных участках трубопровода из ПНД типа Т

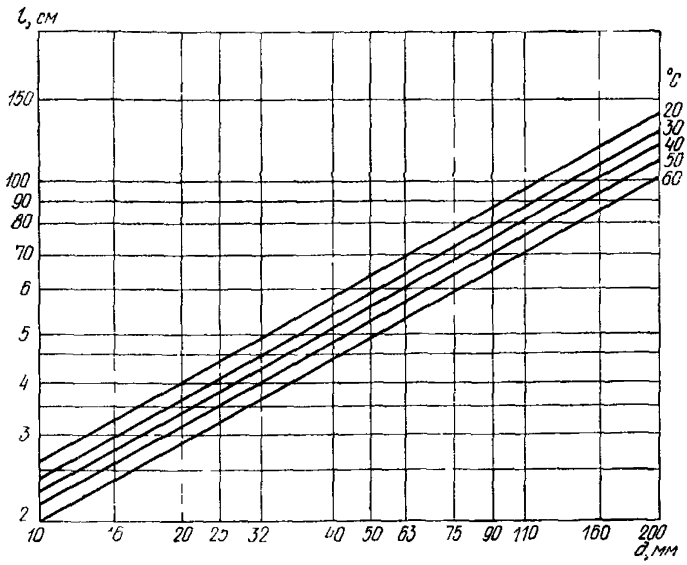


Рис. 31. Расстояния между креплениями на горизонтальных участках трубопровода из ПВД типа Т

дополнительные крепления. Расположение мест стыков сплошного основания должно определяться с учетом условий прокладки.

5.19. Расстояния между креплениями пластмассовых трубопроводов, прокладываемых горизонтально на отдельных опорах, следует принимать в соответствии с графиками, приведенными на рис. 30—33.

Для труб из ПНД, ПВД и ПП типов С, СЛ и Л расстояния между креплениями следует уменьшать путем умножения величин,

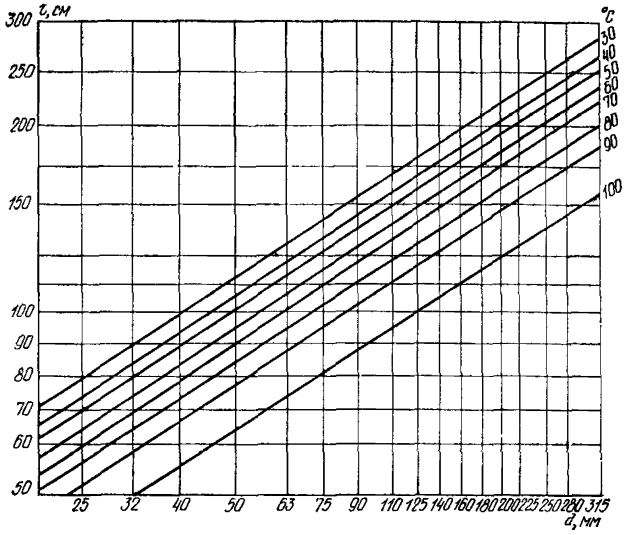


Рис. 32. Расстояния между креплениями на горизонтальных участках трубопровода из ПП типа Т

полученных по графикам на рис. 30—32, на коэффициенты соответственно 0,9; 0,8 и 0,7. Для труб из ПВХ типа ОТ расстояния между креплениями следует увеличивать путем умножения величин, полученных по графику на рис. 33, на коэффициент 1,1.

Для вертикальных трубопроводов расстояния между креплениями, полученные для горизонтальных участков, необходимо увеличивать на 30 %.

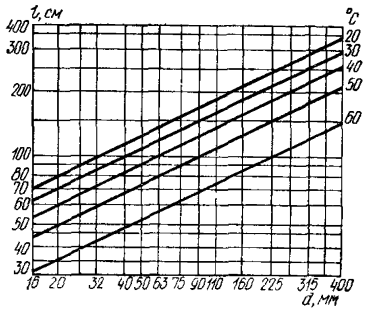


Рис. 33. Расстояния между креплениями на горизонтальных участках трубопровода из ПВХ типов Л, С и Т

Графики на рис. 30—33 получены при транспортировании по трубам воды. При транспортировании веществ, плотность которых выше 1 г/см^3, расстояния между креплениями следует уменьшать путем умножения на коэффициент $K_р$ в соответствии с рис. 34.

5.20. Расстояния между креплениями пластмассовых трубопроводов, лежащих на сплошном основании, могут превышать значения, приведенные на рис. 30—33, в 2—3 раза.

5.21. Арматура, устанавливаемая на пластмассовых трубопроводах, должна иметь самостоятельное крепление к строительным конструкциям, оборудованию или кронштейнам. Опора для крепления арматуры изготовляется гнутьем из стального листа или резкой стандартного уголка и соединяется с ее фланцем болтами, а сама опора крепится к конструкциям болтами или сваркой (рис. 35).

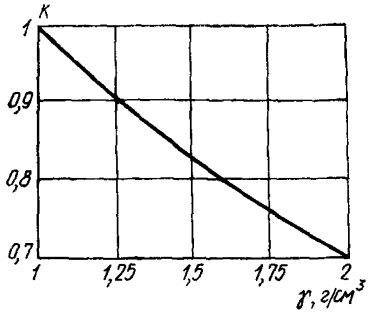


Рис. 34. Поправочный коэффициент при определении расстояния между креплениями на плотность вещества, транспортируемого по трубопроводу

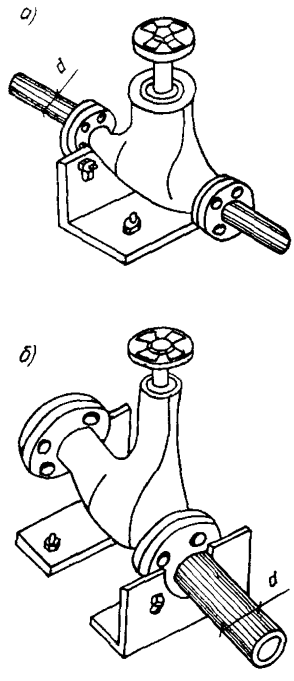


Рис. 35. Крепление арматуры с помощью опоры для труб диаметром: *а* — до 63; *б* — свыше 63

5.22. Крепления разделяются на подвижные и неподвижные.

Подвижные крепления предназначены для перемещения в них труб вдоль оси, а неподвижные — для исключения этого перемещения.

5.23. Подвижные крепления получают путем установки пластмассовой трубы с зазором 2—3 мм в скобе, изготовленной из металлического прутка, или хомута, изготовленного гнутьем или штамповкой из листа (рис. 36).

При этом заусенцы, острые кромки, забоины и задиры на внутренней поверхности скоб или хомутов не допускаются. Хомуты должны иметь загнутые наружу кромки.

При использовании хомутов без загнутых наружу кромок между ними и поверхностью пластмассовой трубы следует устанавливать свободно (без натяжения) прокладку из полиэтиленовой ленты с утолщениями по кромкам, например, в соответствии с ГОСТ 22689—77. При этом толщина хомута должна быть меньше ширины ленты на величину утолщений. Во избежание повреждения пластмассовой трубы установка ленты из поливинилхлоридного пластика запрещается.

5.24. Неподвижные крепления получают путем установки с двух сторон подвижного хомута накладок из труб ПВХ, приклеиваемых

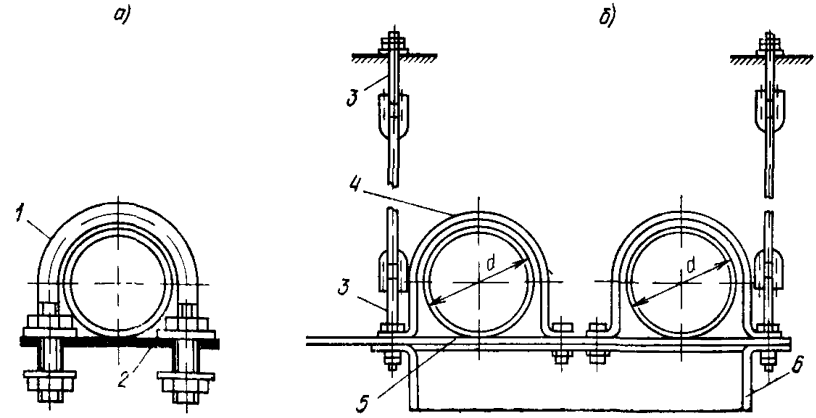


Рис. 36. Подвижные крепления пластмассовых труб с применением:

а — скобы, *б* — хомутов; *1* — скоба, *2* — прокладка из резины; *3* — тяга, *4* — хомут; *5* — настил; *6* — уголок

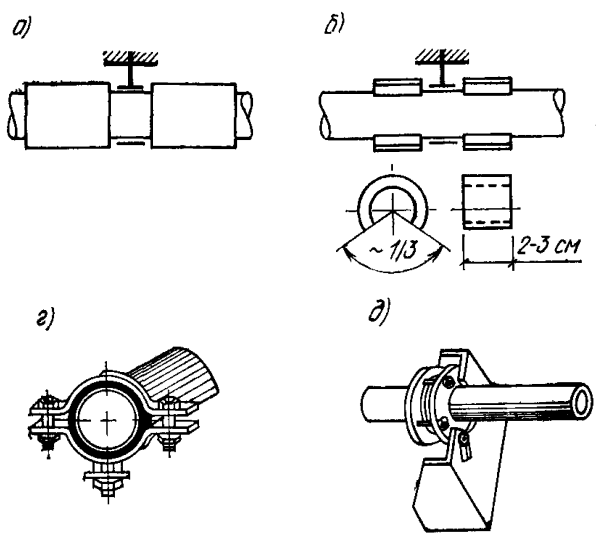


Рис. 37. Неподвижные крепления пластмассовых труб:

а — с применением двух муфт, *б* — с двумя накладками; *в* — стяжка накладок, приклеиваемых к трубе из ПВХ; *г* — хомут с резиновой прокладкой, *д* — опора к фланцевому соединению

к трубам или соединительных деталей, преимущественно муфт, из полиэтилена, привариваемых к трубам из полиэтилена (рис. 37)

В качестве неподвижной опоры следует применять также фланцевое соединение, закрепляемое опорой к строительной конструкции или соединительную деталь на трубопроводе, с двух сторон которой располагают опоры.

5.25. Для труб из полиэтилена и полипропилена на участке трубопровода небольшой протяженности (с 5—7 креплениями) в качестве неподвижного крепления можно использовать подвижную опору, между внутренней поверхностью которой и наружной поверхностью трубы устанавливают резиновую прокладку, шириной на 10 мм превышающей ширину опоры.

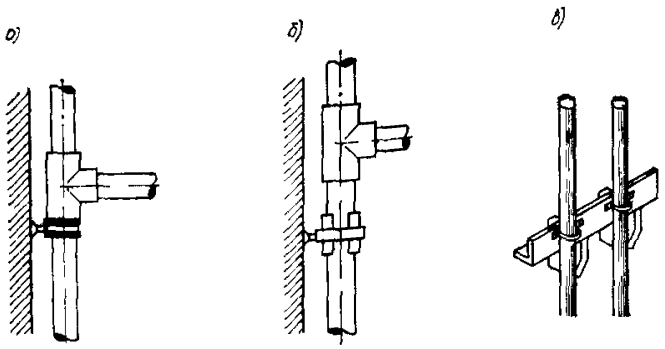


Рис. 38. Крепления вертикальных участков трубопроводов:

а — подвижным креплением; *б* — неподвижным креплением; *в* — при групповой прокладке трубопроводов хомутами

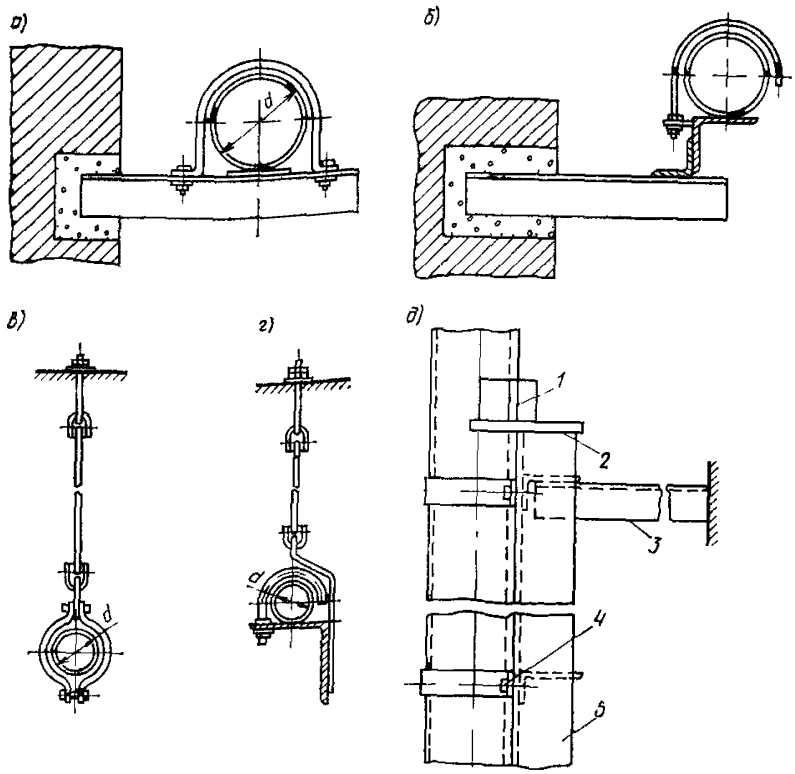


Рис. 39. Опоры и подвески по ОСТ 36-17-77:

а — опора консольная; *б* — опора консольная со сплошным основанием; *в* — подвеска с одной тягой; *г* — подвеска со сплошным основанием; *д* — опора для вертикального трубопровода; *1* — упор; *2* — кронштейн; *3* — консоль; *4* — хомут; *5* — стойка

Резиновая прокладка должна сжиматься хомутом с таким усилием, чтобы радиальная деформация не превышала для трубы из ПП — 3,5, ПНД — 4, ПВД — 6 и ПВХ — 0,8 %.

Крепления с резиновыми прокладками можно использовать также для трубопроводов из полиэтилена и ПП в случаях, когда температурные деформации трубопровода компенсируются изменением его продольного изгиба.

5.26. Для крепления вертикальных участков трубопровода опоры устанавливают под соединительной деталью на трубе или под

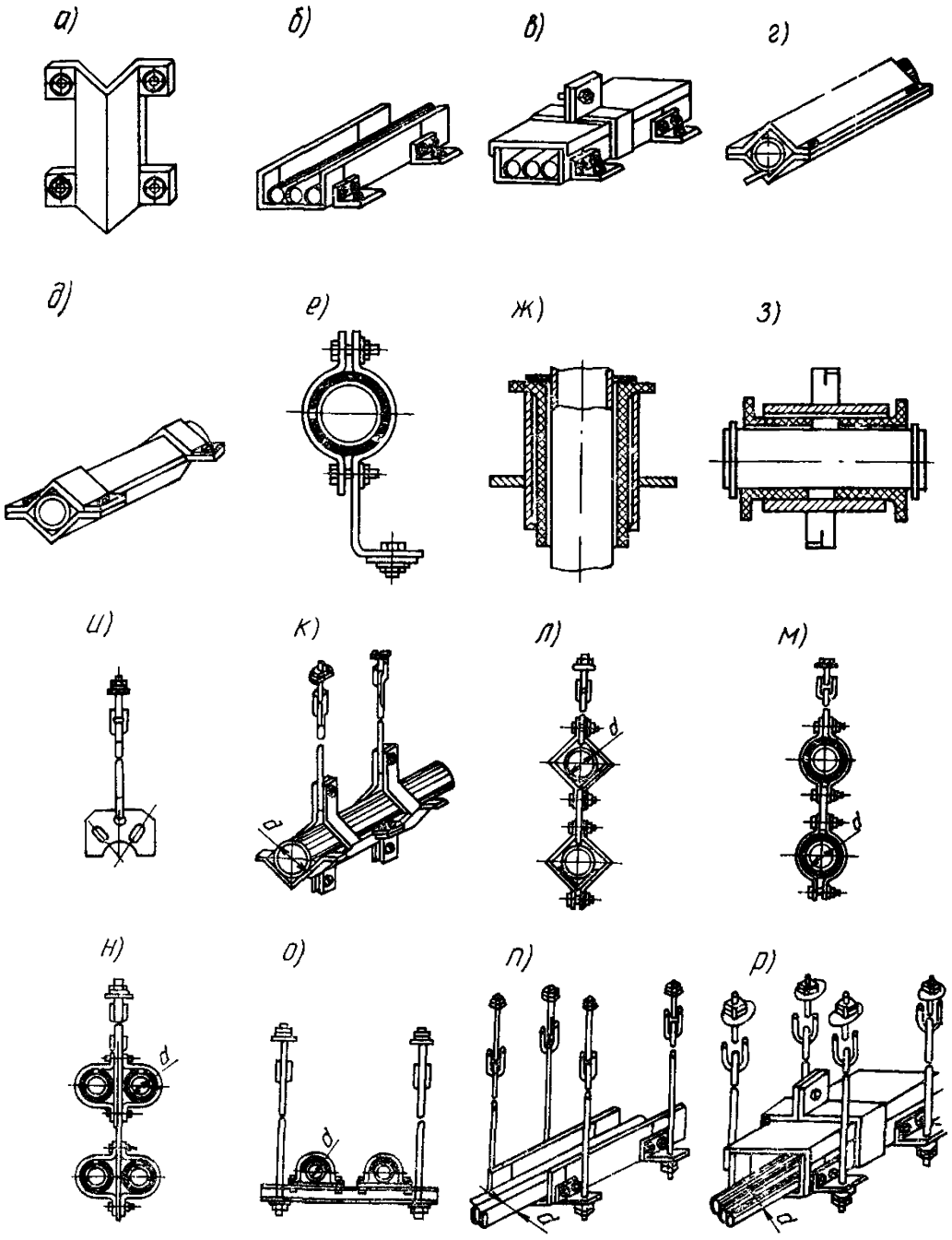


Рис. 40. Опоры и подвески по ОСТ 95-761-79:

а — короб для защиты труб; *б* — короб гнутый из листовой стали; *в* — короб с защитной крышкой; *г* — короб из двух половин со спутником; *д* — короб с соединительными хомутами; *е* — опора с хомутами и болтом; *ж* — опора для прокладки труб через перекрытия; *з* — опора для прокладки труб через стену; *и* — подвеска для фланцевых соединений; *к* — подвеска с одним коробом; *л* — подвеска с двумя гнутыми коробами; *м* — подвеска с двумя хомутами; *н* — подвеска групповая; *о* — подвеска с хомутами и опорной балкой; *п* — подвеска с открытым коробом; *р* — подвеска с закрытым коробом

накладкой из ПВХ, приклеиваемой к трубе из ПВХ (рис. 38). В качестве крепления вертикального участка следует применять также фланцевое соединение, закрепляемое опорой к строительной

конструкции. Для труб из полиэтилена и полипропилена допускается использовать также опоры с резиновыми прокладками.

5.27. Конструкции опор и подвесок пластмассовых трубопроводов изображены на рис. 39 и 40.

5.28. На поверхности опор и подвесок не допускаются забоины, трещины, закаты, задиры, а также раковины и брызги металла от сварки и резки.

Обработанные детали опор и подвесок не должны иметь заусенцев. Острые кромки деталей должны быть притуплены. Радиус притупления должен быть не менее 1 мм.

Отверстия в деталях опор и подвесок выполняются сверлением или пробивкой. При изготовлении деталей опор и подвесок штамповкой радиус изгиба этих деталей должен быть не менее толщины металла.

5.29. Поверхности всех деталей опор и подвесок, изготовленных из стали за исключением резьбовых элементов, должны иметь антикоррозионное покрытие, оговоренное проектом в зависимости от условий эксплуатации. Перед окраской детали должны быть очищены от ржавчины и обезжирены.

5.30. Крепежные детали должны соответствовать: болты — ГОСТ 7798—70, гайки — ГОСТ 5915—70, шайбы — ГОСТ 11371—68. Механические свойства и рекомендуемые марки материала болтов и гаек должны соответствовать требованиям ГОСТ 1759—70.

6. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБ, УКЛАДЫВАЕМЫХ В ЗЕМЛЕ

6.1. Напорные трубопроводы из пластмассовых труб, укладываемых в грунт, должны быть рассчитаны на воздействие внутреннего давления и на совместное воздействие внешней приведенной нагрузки $P_{пр}$ от давления грунта и временных нагрузок, атмосферного давления при образовании в трубопроводе вакуума $P_{вак}$ и внешнего гидростатического давления $P_{г.в}$.

Безнапорные трубопроводы из этих труб следует рассчитывать на воздействие внешней приведенной нагрузки $P_{пр}$ и внешнего гидростатического давления $P_{г.в}$.

В зависимости от условий работы трубопровода величину расчетного сопротивления материала труб следует снижать путем умножения на коэффициент K_1 условий прокладки подземного трубопровода, принимаемый равным 0,8 — для трубопроводов, прокладываемых в местах, труднодоступных для рытья траншей в случае его повреждения; 0,9 — для трубопроводов, прокладываемых под усовершенствованными покрытиями; 1,0 — для остальных трубопроводов.

6.2. Определение необходимой несущей способности труб при совместном воздействии приведенной внешней нагрузки $P_{пр}$, атмос-

ферного давления при образовании в трубопроводе вакуума $P_{вак}$ и внешнего гидростатического давления $P_{г.в}$ должно производиться по условию устойчивости круглой формы поперечного сечения труб, и по предельной допустимой величине относительного укорочения вертикального диаметра.

6.3. Определение необходимой несущей способности труб по условию устойчивости круглой формы поперечного сечения надлежит производить для напорных трубопроводов по формуле

$$P_{кр} \geqslant 2\left(\frac{P_{пр}}{100d} + P_{вак} + P_{г.в}\right), \tag{10}$$

а для безнапорных трубопроводов по формуле

$$P_{кр} \geqslant 2\left(\frac{P_{пр}}{d} + P_{г.в}\right), \tag{11}$$

где $P_{кр}$ — предельная величина внешнего равномерного радиального давления, МПа (кгс/см²), которое труба способна выдержать без потери устойчивости круглой формы поперечного сечения;

$P_{пр}$ — расчетная внешняя приведенная нагрузка Н/м (кгс/см);

$P_{вак}$ — величина возможного вакуума на расчетном участке трубопровода, МПа (кгс/см²); при отсутствии специального обоснования принимается равной 0,1 МПа;

$P_{г.в}$ — внешнее гидростатическое давление грунтовых вод на трубопровод, МПа (кгс/см²), определяемое по формуле

$$P_{г.в} = \gamma_в H_{г.в}. \tag{12}$$

В формуле (11) $\gamma_в$ — плотность воды, с учетом растворенных в ней солей, Н/м³ (кгс/см³); $H_{г.в}$ — высота столба грунтовой воды над верхом трубопровода, м/см.

За критическую величину предельного внешнего равномерного радиального давления следует принимать меньшее из значений, вычисленных по формулам:

$$P_{кр} = 2\sqrt{P_л P_{гр}}; \tag{13}$$

$$P_{кр} = P_л + 1{,}143P_{гр}, \tag{14}$$

где $P_{гр}$ — параметр, характеризующий жесткость засыпки, МПа (кгс/см²), рассчитываемый по соотношению

$$P_{гр} = 0{,}125E_{гр}, \tag{15}$$

$P_л$ — параметр, характеризующий жесткость трубопровода, МПа (кгс/см²), принимаемый в соответствии с данными разд. 2 настоящего Пособия;

$E_{гр}$ — модуль деформации грунта засыпки, принимаемый согласно данным табл. 28.

Таблица 28

Категория грунта	Наименование грунта	Объемная масса грунта, т/м³	Модуль деформации грунта засыпки $E_{гр}$, МПа		
			Степень уплотнения грунта		
			нормальная	повышенная	плотная при намывке
Г-I	Пески гравелистые, крупные и средней крупности	1,7	8	16	26
Г-II	Пески мелкие	1,75	6	12	18
Г-III	Пески пылеватые, супеси	1,8	5	7,5	10
Г-IV	Суглинки полутвердые, тугомягкие и текучепластичные	1,8	3,5	5,5	8
Г-V	Супеси и суглинки твердые	1,85	2,5	5	7,5
Г-VI	Глины	1,9	1,2	2,5	3,5

6.4. Несущую способность подземного трубопровода по условию предельно допустимой величины овализации поперечного сечения трубы (укорочения вертикального диаметра) следует определять по формуле

$$\varepsilon_{\varphi} = \zeta \frac{P_{пр}}{4P_{кр}\, d}\, \theta\, 100\,\% \leqslant [\varepsilon_{\varphi}]; \qquad (16)$$

$$\varepsilon_{\varphi} = \frac{\Delta d}{d}\, 100\,\%, \qquad (17)$$

где ε_{φ} — относительная деформация вертикального диаметра трубы, %;

$P_{пр}$ — расчетная внешняя приведенная нагрузка на трубопровод, Н/м (кгс/см);

d — наружный диаметр трубопровода, м (см);

ζ — коэффициент, учитывающий распределение нагрузки и опорной реакции, который следует принимать: при укладке трубопровода на плоское основание — 1,3, при укладке на спрофилированное основание — 1, 2;

θ — коэффициент, учитывающий совместное действие отпора грунта и внутреннего (внешнего) давления, вычисляемый по формуле

$$\theta = \frac{1}{1 - \dfrac{P_{гр} \pm P}{P_{д} + 0,1 P_{гр}}}, \qquad (18)$$

где $\varepsilon_ф$ — предельно допустимая величина овализации поперечного сечения трубы, %, принимаемая для труб из ПНД и ПВД — 5 %, ПП — 4 %, ПВХ — 3,5 %.

В формуле (18) P — внутреннее давление транспортируемого вещества (считается положительным) или внешнее равномерное радиальное давление (считается отрицательным), которое может быть атмосферным (при образовании в трубе вакуума) или гидростатическим (при прокладке трубопровода ниже уровня воды) или давлением грунта.

6.5. Внешнюю приведенную нагрузку трубопровода следует определять с учетом размеров поперечного сечения труб, траншеи и насыпи; условий укладки труб, траншеи и насыпи; условий укладки труб; вида грунта основания и засыпки или насыпи трубопровода; степени уплотнения грунта засыпки (насыпи); глубины заложения труб; вида и величины временной нагрузки, действующей на поверхности грунта или на дорожной одежде (покрытии) над трубопроводом.

6.6. При определении нагрузок на подземные трубопроводы следует иметь в виду:

условия укладки труб: в траншею, в насыпь и в узкую прорезь;

способы опирания труб на основание (в траншее или в насыпи); на плоское основание с подбивкой пазух, на грунтовую выкружку и на бетонный фундамент;

степени уплотнения грунта засыпки — нормальную, повышенную и плотную, достигаемую намывом (см. табл. 28);

глубины заложения, определяемые высотой засыпки грунта над верхом трубопровода.

6.7. Продольный профиль основания должен соответствовать проектному уклону трубопровода и обеспечивать плотное прилегание трубопровода к основанию по всей его длине.

Способ опирания труб на основание необходимо принимать в зависимости от несущей способности грунтов основания и применяемых труб и от величин нагрузок, исходя из указаний главы СНиП на основания зданий и сооружений.

В скальных и крупнообломочных грунтах или в песчаных и глинистых грунтах, содержащих включения крупнообломочных грунтов, а также при случайных переборах грунта основания, следует предусматривать выравнивание основания песчаным грунтом или местным грунтом с тщательным уплотнением, устраивая подушку под трубопроводом из указанного грунта толщиной не менее 10 см над выступающими неровностями основания.

При засыпке трубопровода каменистым грунтом надлежит производить предварительную засыпку трубопровода мягким грунтом на толщину 20 см выше верхней образующей или применять специальную защиту трубопровода и его изоляции от повреждений.

6.8. В спрофилированном по длине трубопровода грунтовом основании должна быть предусмотрена выполняемая механизированным способом выкружка по форме труб с углом охвата $2\alpha=90°$ или $2\alpha=120°$.

Лоток бетонного фундамента трубопровода должен быть глубиной не менее $0{,}25d$; толщина лотка под низом трубы также должна быть не менее $0{,}25d$, но не менее 15 см (где d — наружный диаметр трубы).

6.9. Величина нагрузки на подземные трубопроводы зависит от степени уплотнения (трамбования) грунта, являющегося траншейной засыпкой, или укладываемого в насыпь.

Для достижения нормальной степени уплотнения, трамбование засыпки выполняется слоями толщиной не более 20 см.

Для достижения повышенной степени уплотнения грунта засыпки толщина трамбуемых слоев засыпки назначается из условия обеспечения объемного веса скелета грунта засыпки не менее тс/м³: 1,5 — при засыпке песчаными грунтами и супесями; 1,6 — при засыпке суглинками и глинами.

Наиболее высокая степень уплотнения грунта засыпки достигается гидравлическим намывом, который применяется при укладке трубопроводов в намываемых территориях и насыпях. При этом объемный вес скелета песчаного и супесчаного грунта должен быть не менее 1,6 тс/м³.

Для повышенной и высокой степеней уплотнения грунта засыпки в проекте должен быть предусмотрен контроль объемной массы грунта засыпки на основании исследований грунта методами, уста-

Таблица 29

Способ укладки труб	Коэффициент приведения β для нагрузок от	
	давления грунта	массы трубопровода и транспортируемого вещества
1. На плоское основание из минерального грунта с подбивкой засыпки под круглые трубы	0,75	0,6
2. То же, на плотное спрофилированное основание выкружкой с углом охвата трубы 2α:		
75°	0,55	0,375
90°	0,50	0,325
120°	0,45	0,25
3. На железобетонный фундамент с углом охвата трубы $2\alpha=120°$	0,35	0,2

Таблица 30

Категория грунта засыпки	Коэффициент η при степени уплотнения засыпки					
	нормальной		повышенной		плотной с помощью намывки	
	в траншее	в насыпи	в траншее	в насыпи	в траншее	в насыпи
Г-I, Г-II	0,95	0,86	0,86	0,78	0,78	0,75
Г-III, Г-IV, Г-V	0,97	0,9	0,88	0,82	0,82	0,78
Г-VI	1,0	0,95	0,9	0,86	—	—

новленными в главе СНиП по правилам производства и приемки работ на земляных сооружениях. Контрольные пробы грунта для исследований должны отбираться с обеих сторон трубопровода через каждые 100 м по его длине.

При укладке трубопроводов в траншее уплотнение грунта засыпки должно производиться до верха трубопровода по всей ширине траншеи, а при укладке в насыпи — на ширине не менее двух диаметров трубопровода с каждой стороны.

6.10. Внешняя приведенная нагрузка определяется по формуле

$$P_{\text{пр}} = \beta\eta Q, \tag{19}$$

где Q — равнодействующая расчетных вертикальных нагрузок;

β — коэффициент приведения, принимаемый по данным табл. 29;

η — коэффициент, учитывающий боковое давление грунта на трубопровод и принимаемый по табл. 30.

6.11. Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки на единицу длины трубопровода от давления грунта $Q_{\text{в}}^{\text{н}}$ определяется по формулам:

при укладке в траншее

$$Q_{\text{в}}^{\text{н}} = \gamma_{\text{гр}}^{\text{н}} HBK_{\text{тр}} \Psi, \tag{20}$$

» » » насыпи

$$Q_{\text{в}}^{\text{н}} = \gamma_{\text{гр}}^{\text{н}} Hd_{\text{н}} K_{\text{н}}, \tag{21}$$

» » » прорези

$$Q_{\text{в}}^{\text{н}} = \gamma_{\text{гр}}^{\text{н}} HB_0 K_{\text{пр}}. \tag{22}$$

При этом, если в формуле (20) произведение $BK_{\text{тр}}\psi$ окажется больше, чем произведение $dK_{\text{н}}$ в формуле (21), определенные для одних и тех же грунтов основания и способов опирания трубопровода, то и при укладке труб в траншее вместо формулы (20) следует пользоваться формулой (21).

В формулах (20) — (22) приняты следующие обозначения:

$\gamma_{\text{гр}}^{\text{н}}$ — нормативное значение объемной массы грунта засыпки, тс/м³, принимаемое по табл. 28;

Таблица 31

$H/B_{с.р}$	Коэффициент $K_{тр}$ при категории грунтов засыпки (по табл.)			$H/B_{с.р}$	Коэффициент $K_{тр}$ при категории грунтов засыпки (по табл.)		
	Г-I, Г-II	Г-III, Г-IV, Г-V	Г-VI		Г-I, Г-II	Г-III, Г-IV, Г-V	Г-VI
0	1,000	1,000	1,000	1,5	0,787	0,816	0,842
0,1	0,981	0,984	0,968	1,6	0,778	0,809	0,835
0,2	0,962	0,968	0,974	1,7	0,765	0,790	0,815
0,3	0,944	0,952	0,961	1,8	0,750	0,775	0,800
0,4	0,928	0,937	0,948	1,9	0,735	0,765	0,790
0,5	0,910	0,923	0,936	2	0,725	0,750	0,780
0,6	0,896	0,910	0,925	3	0,630	0,660	0,690
0,7	0,861	0,896	0,913	4	0,555	0,585	0,620
0,8	0,867	0,883	0,902	5	0,490	0,520	0,560
0,9	0,852	0,872	0,891	6	0,435	0,470	0,505
1,0	0,839	0,862	0,882	7	0,390	0,425	0,460
1,1	0,826	0,849	0,873	8	0,350	0,385	0,425
1,2	0,816	0,840	0,865	9	0,315	0,350	0,390
1,3	0,806	0,831	0,857	10	0,290	0,320	0,360
1,4	0,796	0,823	0,849	15	0,195	0,220	0,255

H — глубина заложения трубопровода (считая от верха трубы), м;

d — наружный диаметр трубопровода, м;

B — ширина траншеи на уровне верха трубопровода, м;

$K_{тр}$ — коэффициент, зависящий от отношения $H/B_{ср}$ и от категории грунта засыпки, принимаемый в соответствии с табл. 31;

$B_{ср}$ — ширина траншеи на уровне середины расстояния между поверхностью земли и верхом трубопровода;

B_0 — ширина прорези;

Ψ — коэффициент, учитывающий разгрузку трубы грунтом, находящимся в пазухах между стенками траншеи и трубопроводом, определяемым по формуле (23), причем если коэффициент окажется меньше величины d, B, то в формуле (19) принимается $\Psi = \frac{d_н}{B}$.

$$\Psi = \frac{1}{1 + 2\frac{P_{гр}}{P_{кр}} \cdot \frac{B - d_н}{8d_н}}; \qquad (23)$$

$K_н$ — коэффициент концентрации давления грунта в насыпи, зависящий от вида грунта основания и от способа опирания трубопровода.

Коэффициент $K_н$ определяется по формуле (24), причем если окажется, что $P_л \leqslant P_{гр}$, то в формуле (21) принимается $K_н = 1$

$$K_н = \frac{3(P_{кр} + P_{гр})}{2(P_{кр} + 2P_{гр})}, \qquad (24)$$

$K_{пр}$ — коэффициент, принимаемый в зависимости от величины отношения $h_0/D_н$, где h_0 — величина заглубления в прорезь верха трубопровода относительно основания насыпи или дна траншеи.

При $h_0 D_0$	$K_{пр}$ равно
0	1
0,1	0,83
0,3	0,71
0,5	0,63
0,7	0,57
1,0	0,52

$P_{гр}$ — параметр, характеризующий жесткость грунта засыпки, МПа, определяемый по формуле (15).

6.12. Нормативные временные нагрузки от подвижных транспортных средств следует принимать:

для трубопроводов различного назначения всех диаметров, прокладываемых под автомобильными дорогами, — нагрузку от колонн автомобилей или от колесного транспорта НК-80, в зависимости от того, какая из этих нагрузок оказывает большее силовое воздействие на трубопровод;

для подземных технологических трубопроводов, прокладываемых в местах, где возможно нерегулярное движение автомобильного транспорта, — нагрузку от колонн автомобилей Н-18 или от гусеничного транспорта НГ-60 в зависимости от того, какая из этих нагрузок вызывает большее воздействие на трубопровод;

для трубопроводов различного назначения, прокладываемых в местах, где движение автомобильного транспорта невозможно — равномерно распределенную нагрузку с интенсивностью 0,5 тс/м².

6.13. Величину нормативной временной нагрузки от подвижных транспортных средств, исходя из конкретных условий работы проектируемого трубопровода, при соответствующем обосновании допускается увеличивать или уменьшать.

Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки на трубопровод от транспорта определяется по формулам:

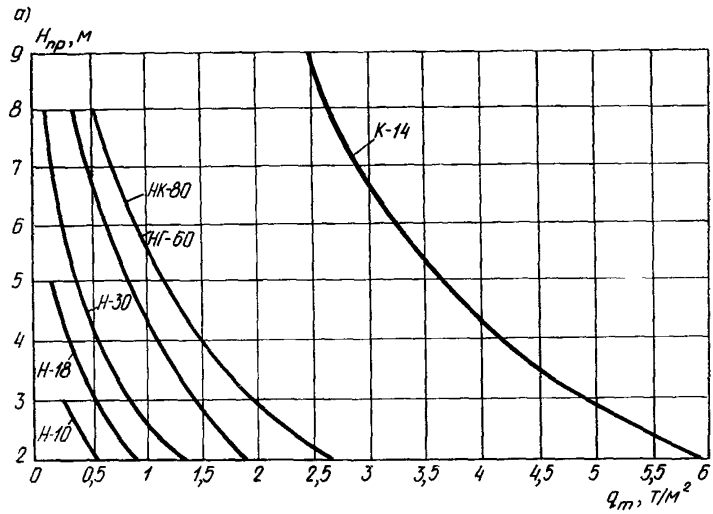
$$Q^н_в = q^н_а \, \mu K_н, \qquad (25$$

где μ — динамический коэффициент подвижной нагрузки, зависящий от высоты H засыпки вместе с покрытием.

При H,м	μ равно:
0,5	1,17
0,6	1,14
0,7	1,10
0,8	1,07
0,9	1,04
1,0	1,00

$K_н$ — коэффициент, определяемый согласно п. 6.11;

$q^н_{тр}$ — нормативное равномерно распределенное давление от авто-



мобильного и гусеничного транспорта, передаваемое на трубопровод через грунт, определяемое для нагрузок Н-18, Н-30, НГ-60 и НК-80 по рис. 41 в зависимости от приведенной глубины заложения трубопровода, которая определяется по формуле

$$H_{пр} = H + h_{покр}\left(\sqrt[3]{\frac{E_{покр}}{E_{гр}}} - 1\right), \qquad (26)$$

где H — глубина заложения трубопровода, считая от его верха до верха покрытия, м;

$h_{покр}$ — толщина слоя покрытия (дорожной одежды), м;

$E_{покр}$ — модуль деформации покрытия, кгс/см², определяемый в зависимости от его конструкции и материала покрытия;

$E_{гр}$ — модуль деформации грунта засыпки, кгс/см², определяемый в соответствии с табл. 28.

Для покрытия, состоящего из нескольких разнородных слоев, модуль деформации определяется по формуле

$$E_{покр} = \left[\frac{h_1\sqrt[3]{E_1} + h_2\sqrt[3]{E_2} + \ldots + h_n\sqrt[3]{E_n}}{h_1 + h_2 + \ldots + h_n}\right], \qquad (27)$$

где h_1, h_2,..., h_n — толщина слоев;

E_1, E_2,..., E_n — соответствующие модули деформации;

n — число слоев.

6.14. Расчетные нагрузки получаются путем умножения нормативных нагрузок на коэффициент перегрузки n, для которого при-

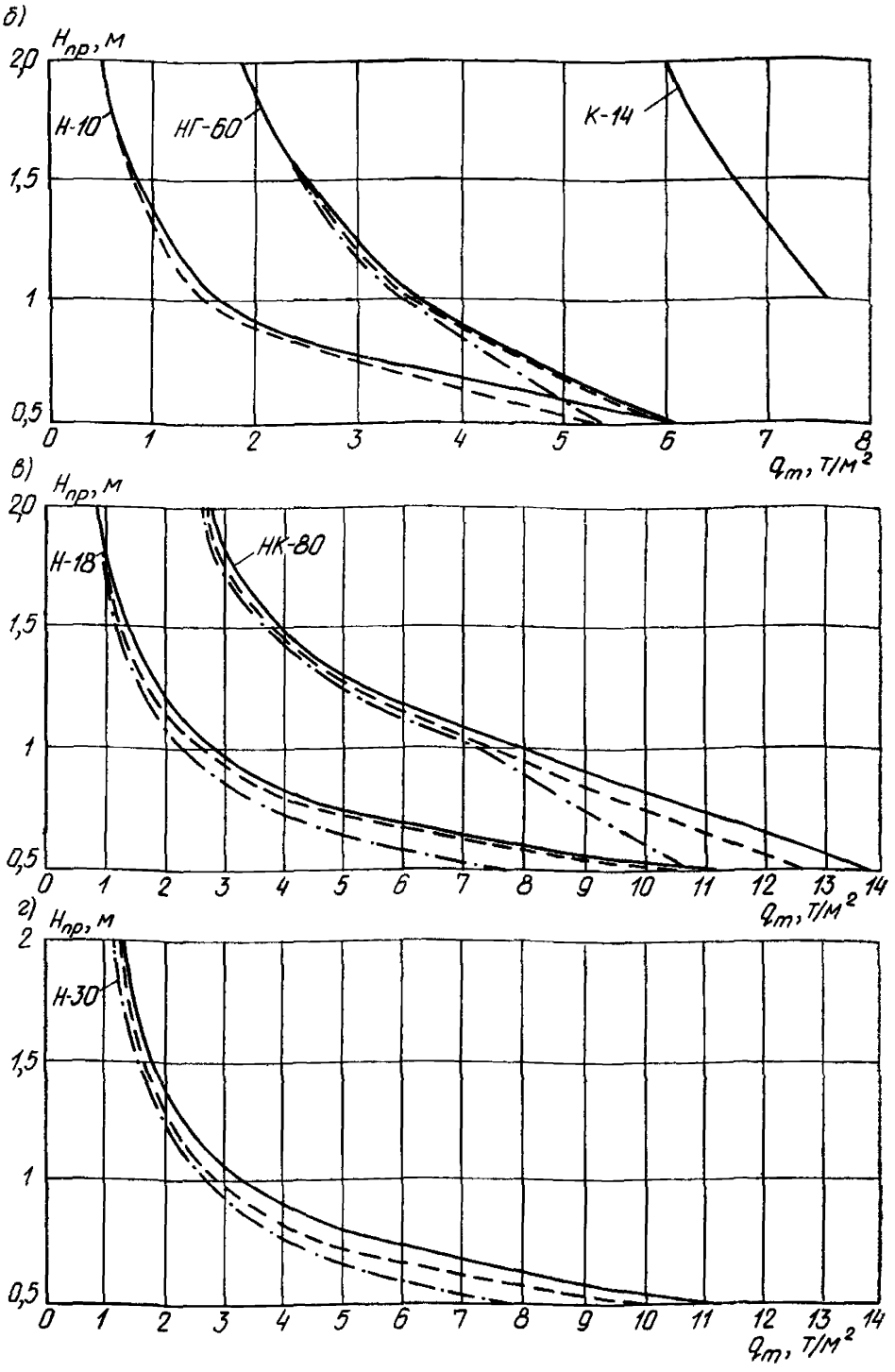


Рис. 41. Зависимость нормативного давления от транспорта $q_{тр}^{н}$ от глубины заложения трубопровода $H_{пр}$ при диаметре труб 110 мм (сплошные линии), при диаметре труб 50 мм (пунктирные линии) и при диаметре труб 1200 мм (штрихпунктирных линий):

а — от нагрузок при $H_{пр}$ от 2 до 9 м; *б* — от нагрузок НГ-60 при $H_{пр}$ от 0,5 до 2 м; *в* — от нагрузок Н-18 и НК-80 при $H_{пр}$ от 0,5 до 2 м; *г* — от нагрузки Н-30 при $H_{пр}$ от 0,5 до 2 м

Таблица 32

Материал труб	Тип	Наружный диаметр, мм	Максимальная глубина заложения, м, при степени уплотнения грунта		
			в песках 1,6 т/м³	в суглинках и супесях 1,7 т/м³	в глинах 2 т/м³
ПВД	СЛ	160	8Н	8Н	8Н
ПНД	Л	900—1200	5,2Н	—	2,3Н
		900—1200	8П	8П	8П
ПНД	СЛ	180 и 200	8Н	2,5Н	—
		225	8Н	3,5Н	—
		250	8Н	4Н	—
		280 и 315	8Н	4,5Н	—
		355 и 400	6Н	6П	5П
		450	6Н	6П	4П
		500	6Н	6П	3П
		560	6Н	6П	2,2П
		630	6Н	6П	—
		710—1200	6,8Н	—	4Н
		710—1200	8П	3П	8П
	С	160—225	8Н	8Н	8Н
		250	8Н	8Н	5П
		280	8Н	—	1,5П
		315—400	8Н	8Н	8П
		630—800	8Н	—	5,2Н
		630—800	8П	8П	8П
ПП	Л	160	8Н	4П	—
		180—200	8Н	8П	—
		225	8Н	6П	—
		250	8П	5П	—
		280	8Н	4П	—
	С	160, 180, 200	8Н	8П	8П
	С	225 и 250	8Н	4П	—
		280	8Н	8П	8П
ПВХ	СЛ	160 и 180	8Н	8Н	8Н
		200, 225, 250, 315	8Н	8Н	1,5П
	С	160—315	8Н	8Н	8П

Примечание. В таблице даны условные обозначения степени уплотнения: Н — нормальная, уплотнение грунта вручную (коэффициент уплотнения не менее 0,92); П — повышенная, механическое уплотнение грунта (коэффициент уплотнения 0,97).

нимаются следующие значения: для вертикального давления от автомобильной нагрузки 1,4; от колесной и гусеничной нагрузки 1,1.

6.15. Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки $Q_в^н$ на трубопроводы от нормативной равномерно распределенной нагрузки интенсивностью $q_в^н$, т/м², действующей по площади, размеры которой в три и более раз превышают наружный диаметр трубопровода, определяются по формуле

$$Q_{в}^{н} = q_{а}^{н} d_{н}, \qquad (28$$

где $K_н$ — обозначения те же, что и в формуле (24). Для получения расчетной нагрузки нормативную нагрузку умножают на коэффициент перегрузки $n=1{,}4$.

6.16. Для безнапорных трубопроводов из пластмассовых труб максимальная глубина заложения в грунт (при гусеничной нагрузке 60 т) не должна превышать величин, указанных в табл. 32.

7. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

7.1. При расчете тепловой изоляции для трубопроводов следует руководствоваться требованиями главы СНиП на проектирование тепловых сетей, Инструкции по проектированию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов промышленных предприятий.

7.2. Конструкцию и материал тепловой изоляции следует проектировать с учетом несущей способности трубопроводов и деформации поперечного сечения труб.

7.3. Конструкцию тепловой изоляции следует проектировать для трубопроводов, прокладываемых на отдельно стоящих опорах и подвесках такую же, как и для стальных трубопроводов — по действующей нормативной документации и в соответствии с типовыми деталями тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов;

для одиночных трубопроводов, прокладываемых на сплошном основании, изготовленном в виде желоба из профильного металла (уголков, швеллеров и т. д.) — в виде изоляции, покрывающей трубопровод совместно с основанием;

для трубопроводов при их групповой прокладке на сплошном основании, изготовленном в виде сплошного настила — в виде изоляции, прикрепляемой к настилу (при этом настил не изолируется).

При групповой прокладке пластмассовых трубопроводов в обогреваемом коробе тепловая изоляция должна выполняться на стенках короба.

7.4. Толщина теплоизоляционного слоя должна определяться из следующих условий:

а) по заданному падению (или повышению) температуры веществ, транспортируемых в трубопроводах, последовательно по формулам:

$$\ln\frac{d_{из}}{d_{н}} = 2\pi\lambda_{из}\left[\frac{3{,}6LK_{п}}{GC_{т}\ln\dfrac{t_{т}^{н}-t_{0}}{t_{т}^{к}-t_{0}}} - \left(\frac{\ln\dfrac{d_{н}}{d_{в}}}{2\pi\lambda_{ст}} + \frac{1}{d_{из}\pi d_{из}}\right)\right], \qquad (29)$$

где d_0 — внутренний диаметр трубопровода, м;

$d_н$ — наружный диаметр трубопровода, м;

$d_{из}$ — диаметр трубопровода с изоляцией, м;

$t_т^н$ — температура вещества в начале трубопровода, °С;

$t_т^к$ — температура вещества в конце трубопровода, °С;

t_0 — температура окружающей среды, °С;

L — длина трубопровода, м;

$\lambda_{из}$ — теплопроводность (коэффициент теплопроводности) тепловой изоляции, Вт/(м·°С) [ккал/(м·ч·°С)];

$\lambda_{ст}$ — теплопроводность (коэффициент теплопроводности) стенки трубопровода, Вт/(м·°С) [ккал/(м·ч·°С)], принимается по табл. 3;

$C_т$ — удельная теплоемкость вещества, кДж/кг·°С [ккал/(кг××°С)] принимается по табл. 3;

G — часовой расход вещества, кг/ч;

$\alpha_{из}$ — коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух, Вт/(м²·°С) [ккал/(м·ч·°С)], принимается по табл. 33;

$K_п$ — коэффициент, учитывающий дополнительный тепловой поток (дополнительные потери тепла или холода) через опоры, подвески, фланцевые соединения и арматуру, принимается

Таблица 33

Изолируемый трубопровод	Коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух $\alpha_{из}$, Вт/(м²·°С) [ккал/м²·ч·°С)] при расположении изолируемых объектов			
	для покровных слоев с малым коэффициентом излучения	для покровных слоев с высоким коэффициентом излучения	для покровных слоев с малым коэффициентом излучения	для покровных слоев с высоким коэффициентом излучения
Вертикальный с положительной температурой транспортируемого вещества	7 (6)	12 (10)	35 (30)	35 (30)
Горизонтальный с положительной температурой транспортируемого вещества	6 (5)	11 (9)	29 (25)	29 (25)
Трубопроводы с отрицательной температурой транспортируемого вещества	6 (5) 5 (4)*	11 (9) 7 (6)*	29 (25) —	29 (25) —

* К покрытиям с малым коэффициентом излучения относятся кожухи из листов алюминия и алюминиевого сплава, а также окрашенные алюминиевой краской; к покрытиям с высоким коэффициентом излучения — стеклотекстолит, фольгоизол.

равным: при прокладке трубопровода на опорах или подвесках — 1,7, при прокладке одиночных трубопроводов совместно со сплошным основанием — 1,2; при прокладке трубопровода на сплошном основании — настиле — 2.

И затем,

$$\delta_{из} = \frac{d_н}{2}\left(\frac{d_{из}}{d} - 1\right), \qquad (30)$$

где $\delta_{из}$ — толщина теплоизоляционного слоя, м;

б) по заданному времени остановки движения жидкого вещества в трубопроводе, расположенном на открытом воздухе, в целях предотвращения аварийного замерзания вещества.

При этом расчет следует производить исходя из допустимости замерзания 25 % объема вещества, находящегося в трубопроводе, по формулам (30) и (31).

$$\ln\frac{d_{из}}{d} = 2\pi\lambda_{из}\left[\frac{3{,}6LK_п}{(V_т\rho_т C_т + V_{ст}\rho_{ст}C_{ст})\ln\dfrac{t_т^н - t_0}{t_з - t_0} + \dfrac{0{,}25V_т\rho_т r_з}{t_з - t_0}} - \right.$$

$$\left. - \frac{\ln\dfrac{d}{d_в}}{2\pi\lambda_{ст}} - \frac{1}{\alpha_{из}\pi d_{из}}\right], \qquad (31)$$

где $V_т$ — объем транспортируемого вещества на 1 м длины трубопровода, м³;

$\rho_т$ — плотность транспортируемого вещества, кг/м³;

$C_т$ — удельная теплоемкость транспортируемого вещества, кДж/(кг·°С) [ккал/(кг·°С)];

$V_{ст}$ — объем стенки трубопровода на 1 м длины трубопровода, м³;

$\rho_{ст}$ — плотность стенки трубопровода, принимаемая по таблице 3, кг/м³;

$C_{ст}$ — удельная теплоемкость материала стенки, принимаемая по табл. 3, кДж/(кг·°С) [ккал/(кг·°С)];

$t_з$ — температура замерзания вещества, °С;

$r_з$ — скрытая теплота замерзания вещества, кДЖ/кг (ккал/кг);

z — продолжительность остановки движения вещества, ч;

3,6 — коэффициент для расчета.

Примечание. При расчете в единицах МКГСС из формулы следует исключить коэффициент 3,6;

в) в целях предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, транспортирующих вещества с отрицательными температурами, — по формулам (30) и (32).

$$\frac{d_{из}}{d}\ln\frac{d_{из}}{d} = \frac{2\lambda_{из}}{d_{из}\,d}\left(\frac{t_0 - t_т}{t_0 - t_п} - 1\right), \qquad (32)$$

Таблица 34

Температура окружающего воздуха, °С	Расчетный перепад $t_0-t_п$ при относительной влажности окружающего воздуха, %			
	50	60	70	80
20	10,7	8,0	5,6	3,6
25	11,1	8,3	5,8	3,7
30	11,6	8,6	6,1	3,8

где $t_т$ — температура транспортируемого вещества, °С;

$t_п$ — температура на поверхности изоляции, °С

Расчетные значения перепада $t_0 - t_п$ приведены в табл. 34;

г) по нормированной линейной плотности теплового потока (нормированным потерям тепла или холода через теплоизоляцию) При этом расчет следует производить последовательно по формулам (30) и (33)

$$\ln\frac{d_{из}}{d} = 2\pi\lambda_{из}\frac{t_т - t_0}{q}\left(\frac{\ln\dfrac{d}{d_в}}{2\pi\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_{из}\,\pi d_{из}}\right), \qquad (33)$$

где q — линейная плотность теплового потока (допускаемые потери тепла (холода), Вт/м [ккал/(м·ч)], принимаемая:

для трубопроводов с положительными температурами по «Нормам тепловых потерь изолированными поверхностями оборудования и трубопроводов с положительными температурами»;

для трубопроводов с отрицательными температурами по таблицам 35 и 36.

Таблица 35

Наружный диаметр трубопровода, мм	Нормы линейной плотности теплового потока для трубопроводов, транспортирующих вещества с температурой 20 °С и ниже (нормы потерь холода изолированными трубопроводами), Вт/м[ккал/(м·ч)]			
	Для трубопроводов, расположенных в помещениях со среднегодовой температурой окружающего воздуха 20 °С, при температуре холодоносителя, °С		Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе со среднегодовой температурой от 0 до 10 °С, при температуре холодоносителя, °С	
	0	—15	0	—15
63	13 (11)	16 (14)	8 (7)	13 (11)
90	15 (13)	20 (17)	10 (9)	16 (14)
110	17 (15)	23 (20)	12 (10)	19 (16)
150	20 (17)	26 (22)	13 (11)	21 (18)
160	22 (19)	28 (24)	14 (12)	22 (19)
225	27 (23)	35 (30)	17 (15)	27 (23)
250	31 (27)	41 (35)	21 (18)	31 (27)
315	36 (31)	46 (40)	24 (21)	36 (31)

$d_{из}d$, $\lambda_{из}$, t_0, $t_т$, $\lambda_{ст}$ — то же, что и в формуле (29) и (32).

Примечания: 1. При расчетах по формулам (29), (31), (33) толщина тепловой изоляции, входящая в $d_{из}$ в правой части формул, задается в пределах 0,04—0,05 м.

2. При изоляции одиночных трубопроводов совместно со сплошным основанием вместо величины d в формулах приводится величина $d_{из}$, вычисляемая из отношения

Таблица 36

Температура окружающего воздуха, °С	Коэффициент пересчета нормированной плотности теплового потока (норм потерь холода изолированными трубопроводами, расположенными на открытом воздухе, для летних температур воздуха)	
	Температура холодоносителя, °С	
	0	—15
20	2,0	1,4
25	2,5	1,6
30	3,0	1,8

$$d_{из} = \frac{U}{\pi}, \qquad (34)$$

где U — наружный диаметр трубопровода совместно со сплошным основанием, м.

3. В формулах (29), (31) — (33) сопротивление теплоотдачи от продукта к стенке трубопровода не учитывается.

7.5. Толщина теплоизоляции, предусматриваемая на стенках отапливаемого короба, внутри которого располагаются несколько трубопроводов, определяется из уравнения теплового баланса, по которому тепло, выделяемое обогревающим теплопроводом и трубопроводами, температура которых выше расчетной температуры воздуха внутри короба, приравнивается теплу, отдаваемому коробом в окружающий воздух, а также теплу, поглощаемому трубопроводами с температурой ниже температуры воздуха внутри короба (если таковые имеются). При этом расчетная формула для указанного случая выводится в каждом конкретном случае прокладки трубопроводов в коробе.

7.6. Найденная расчетом толщина теплоизоляционного слоя округляется до значения, кратного 10 мм. Минимальная толщина теплоизоляционного слоя из уплотняющихся изделий принимается равной 30 мм.

7.7. Максимальная толщина теплоизоляционного слоя для трубопроводов не должна превышать значений, указанных в табл. 37.

Для трубопроводов, транспортирующих кристаллизующиеся, полимеризующиеся или замерзающие вещества, допускается принимать толщину теплоизоляционного слоя больше указанной в табл. 37.

7.8. Коэффициент уплотнения при монтаже волокнистых уплотняющихся материалов принимается для теплозвукоизоляционного материала марки АТМ-1 без склейки — 4, с оклейкой — 2; для пенополиуретана эластичного — 1,3.

Таблица 37

Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм	Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм
10	40	160	160
25	70	200	180
50	80	280	180
63	100	315	200
110	150	400	200

7.9. Материалы и изделия, применяемые для тепловой изоляции, должны выбираться по действующим стандартам и техническим условиям и иметь минимальную массу. Для теплоизоляционных изделий объемная масса с учетом уплотнения не должна быть более 75 кг/м^3, а масса 1 м^2 защитного покровного слоя не должна превышать 2 кг.

7.10. Материалы и изделия, применяемые для тепловой защиты трубопроводов, должны быть несгораемыми или трудносгораемыми. Для тепловой изоляции трубопроводов, транспортирующих активные окислители и расположенных в тех местах помещения, где окружающая среда их содержит, следует применять холсты из супертонкого штапельного волокна из горных пород, маты и вату из супертонкого стекловолокна без связующего СТВ и другие материалы, в которых содержание органических и горючих веществ не превышает 0,45 % по массе.

При выборе теплоизоляционных изделий и покровного слоя рекомендуется руководствоваться прил. 2 и 3.

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

8.1. Трубопроводы из ПНД, ПВД, ПП и ПВХ согласно «Правилам защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической промышленности» по значениям удельных поверхностного и объемного электрического сопротивления (см. табл. 3) относятся к диэлектрическим.

8.2. При проектировании и эксплуатации таких трубопроводов должны выполняться мероприятия, приведенные в нижеследующих пунктах.

8.3. Металлические корпуса, детали, арматура, и защитные кожухи термоизоляции, выполненные из электропроводных материалов, должны быть заземлены. Не допускается наличия на трубопроводах электропроводных (металлических) частей и деталей, имеющих электрическое сопротивление относительно земли более 100 Ом.

8.4. Опоры трубопроводов должны быть изготовлены из электропроводных материалов и заземлены, либо иметь заземленные прокладки из электропроводных материалов в местах, где на них опираются трубопроводы.

8.5. Наружная поверхность трубопроводов, по которым транспортируются вещества и материалы с удельным объемным электрическим сопротивлением более 10^5 Ом·м, должна металлизироваться или окрашиваться электропроводными эмалями и лаками. При этом должен быть обеспечен электрический контакт между электропроводным слоем и заземленной металлической арматурой.

В качестве электропроводных покрытий возможно использование эмалей следующих марок: АС-588; ХС-928; ХС-973; ХВ-5235; ЭП-977; ХС-5141; АК-562; ХС-972; ХС-5132; КО-9143.

Вместо электропроводного покрытия допустимо обвивать трубопроводы металлической проволокой сечением не менее 4 мм² с шагом намотки 100—150 мм, которая должна быть присоединена к заземленной металлической арматуре.

В случае прокладки трубопроводов диаметром до 200 мм на сплошном электропроводном (металлическом) основании или при бесканальной прокладке в грунте электропроводное покрытие наружной поверхности не является обязательным. При этом разрывы в сплошном основании (в свету) не должны превышать 200 мм.

8.6. Электропроводные покрытия (или обивка) наружных поверхностей, сплошные основания, отдельные электропроводные элементы и арматура трубопроводов должны представлять на всем протяжении непрерывную электрическую цепь, которая в пределах цеха (отделения, установки) должна быть присоединена через каждые 20—30 м, но не менее чем в двух точках.

8.7. При использовании трубопроводов для транспортирования жидких продуктов скорости не ограничиваются при исключении возможности образования взрывоопасных концентрацией паровоздушных смесей следующими способами:

температура жидкости ниже температурного диапазона взрываемости;

среда в технологическом оборудовании не содержит окислителей и находится под избыточным давлением;

технологическое оборудование заполнено инертным газом.

Во всех остальных случаях скорость движения по трубопроводам и истечения в аппараты (резервуары) устанавливается в каждом конкретном случае отдельно в зависимости от свойств жидкости, содержания примесей, диаметра трубопровода, температуры, способа подачи и т. д.

При этом в качестве заведомо безопасных следует принимать следующие значения скоростей транспортирования (при условии выполнения перечисленных в вышестоящих пунктах мероприятий) — для жидкости с удельным объемным электрическим сопротивлением:

менее 10^5 Ом·м — до 5 м/с
» 10^9 » — » —2 »
Для труб с внутренним диаметром
до 30 мм — до 0,2 м/с
от 30 до 75 мм — » 0,4 м/с
» 80 » 100 » — » 0,8 »
более 100 » — » 0,8 »

При необходимости транспортирования жидкостей со скоростями, значения которых превосходят безопасные, следует применять специальные устройства для отвода заряда, рекомендованные, например, РТМ-6-28-008-78

8.8. При пневмотранспорте гранулированных, порошкообразных полимерных материалов следует применять трубы из того же или близкого по составу полимерного материала (например, транспортирование гранулированного порошкообразного полиэтилена следует вести по полиэтиленовым трубам).

8.9. В системах пневмотранспорта, всюду где это возможно, подаваемый воздух должен быть увлажнен до такой степени, чтобы относительная влажность воздуха на выходе из системы составляла не менее 65 %.

8.10. Для снижения электризации в стенки пневмотранспортных трубопроводов из термопластов могут быть введены заземленные заостренные электроды (иглы). Иглы в количестве 20—30 шт. вводятся на конечном участке трубопровода (непосредственно перед входом его в бункер, аппарат) длиной 1—1,5 м таким образом, чтобы острие выступало над внутренней поверхностью стенки не более, чем на 1 мм. Участок трубопровода, на котором устанавливаются игольчатые электроды, не должен покрываться сплошным электропроводным слоем. При обмотке его проволокой игольчатые электроды должны быть соединены с ней.

8.11. При движении горючих газов и паров по трубам из полимерных материалов опасная электризация практически исключена при условии отсутствия в газовом потоке твердых и жидких частиц. Повышенную опасность вызывает электризация конденсата паров и газов в случае истечения их через неплотности в стыках трубопроводов при больших перепадах давления.

9. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

9.1. Выбрать тип труб из ПНД наружным диаметром 110 мм, транспортирующих соляную кислоту с концентрацией до 30 %, под давлением 0,25 МПа и при температуре 40 °С.

По рис. 2, *а* для труб типа Т при сроке службы 50 лет и температуре 40 °С максимальное давление 0,4 МПа.

Величина напряжения в материале стенок труб составляет

$$\sigma = \frac{p(d - S)}{2S}.$$

Толщина стенки трубы типа Т (см. табл. 11) равна 10 мм, отсюда $\sigma = \frac{0,4(110 - 10)}{2 \cdot 10} = 2$ МПа, т. е. величина напряжения не превышает значений величин, приведенных в табл. 17.

По таблице находим коэффициент химической стойкости по времени $K_{х.в} = 0,35$ и напряжению $K_{х.н} = 0,7$. Отсюда расчетный срок службы составляет $50 \cdot 0,35 = 17,5$ лет, а величина допускаемого давления $P_{раб} = 0,4 \cdot 0,7 = 0,28$ МПа, т. е. выбор труб типа Т сделан правильно.

9.2. Определить допустимое рабочее давление трубы типа Т из ПВД, транспортирующей сточные жидкости с токсичными свойствами 3 класса опасности при постоянной температуре 35 °С. Срок службы трубопровода 25 лет.

По рис. 3, *а* для трубы типа Т и сроке службы 25 лет максимальное рабочее давление 0,65 МПа.

По табл. 5 коэффициент условий работы составляет 0,6, отсюда имеем величину рабочего давления $P_{раб} = 0,65 \cdot 0,6 = 0,39$ МПа.

9.3. Выбрать тип труб из ПВХ, транспортирующих газообразный аммиак при температуре 20 °С и давлении 0,38 МПа (3,8 кгс/см^2). По таблице прил. 1 для указанной среды и температуры находим, что материал труб является химически относительно стойким. Отсюда по табл. 5 определяем коэффициент условий работы для трубы типа Т $K_у = 0,4$. Необходимо принять трубу типа Т, т. к. $1,0 \cdot 0,4 = 0,4$ МПа.

9.4. Определить тип труб из ПВД, по которым транспортируется вода с постоянным давлением 0,25 МПа с различными температурами 50 °С — 800 ч в году; 40 °С — 2000 ч году и 30 °С — 6000 ч в году. Срок службы трубопровода 50 лет.

Проведем расчет использования несущей способности труб, учитывая годовое использование ресурса при различных температурах, для труб разных типов, пользуясь данными рис. 3, *а* и *б*, которые сведены в табл. 38.

Таблица 38

Температура, °С	Количество ч работы трубопровода в году	Количество работы трубопровода в годах	Срок службы труб, лет, при давлении 0,25 МПа и разных температурах в зависимости от типа			
			Т	С	СЛ	Л
50	800	4,5	50	10	5	1
40	2000	11,5	50	50	10	1
30	6000	34	50	50	50	10

Таблица 39

Внутреннее давление МПа	Количество ч работы трубопровода в году	Количество работы трубопровода в годах	Срок службы труб типа Т (см. рис. 2а и б)
8	500	0,6	>1
7	1000	1,1	>1
6	4000	4,6	10

Из таблицы следует, что для данных условий наиболее целесообразным является выбор труб типа СЛ. Трубы типа С и Т дают суммарный срок службы, превышающий заданный, а трубы типа Л — недостаточный срок службы (12 лет).

9.5. Определить тип труб из ПНД, по которым транспортируется вода с температурой 40 °С под давлением, указанным в табл. 39. Срок службы трубопровода 10 лет.

9.6. Определить тип труб из ПНД для транспортирования продукта с температурой 40 °С при максимальной величине наружного критического давления 0,04 МПа (0,4 кгс/см²) и сроке службы трубопровода 10 лет. Трубопровод прокладывается обычно внутри здания. Вследствие длительного хранения труб в неблагоприятных условиях возможна эллипсность их до 5 %. По рис. 9 для труб типа С имеем величину допускаемого наружного критического давления 0,1 МПа. По рис. 7 и 8 находим коэффициенты снижения величины этого давления по температуре $K_0=0{,}65$ и по эллипсности $K_э=0{,}65$, отсюда имеем $0{,}1\ \text{МПа}\cdot 0{,}65\cdot 0{,}65=0{,}044$ МПа, т. е. для указанных условий эксплуатации могут быть использованы трубы типа С.

9.7. Трубопровод из ПП наружным диаметром 32 мм имеет расстояние от отвода до неподвижного крепления 15 м, температура воздуха при монтаже составляет 20 °С, максимальная температура жидкости при эксплуатации трубопровода равна 75 °С, минимальная 15 °С. Определить расстояние от оси отвода до крепления на участке, воспринимающем удлинение.

Увеличение длины трубопровода на основном участке:

$$\Delta l = 15\ \text{м}\,(75-20)\,0{,}18\ \text{мм/м} = 13{,}5\ \text{мм},$$

уменьшение длины трубопровода

$$\Delta l = 15\ \text{м}\,(20-15)\,0{,}1\ \text{мм/м} = 13{,}5\ \text{мм}.$$

По рис. 25, *в* находим $a=2000$ мм.

9.8. Рассчитать подземный (межцеховой) трубопровод.

Материал трубопровода — полиэтилен низкого давления, $\gamma_т = 0{,}95\cdot 10^{-4}$ Н/м³ ($0{,}95\cdot 10^{-3}$ кгс/см³); рабочее (нормативное) давление $p=0{,}4$ МПа (4,0 кгс/см²); наружный диаметр трубопровода $d=250$ мм; транспортируемое вещество — вода, $\gamma_{т.в}=1\cdot 10^4$ Н/м³

$0{-}^{3}$кгс/см^3); температура транспортируемого вещества $t_э = 20\,°C$; проектируемый срок эксплуатации — 25 лет; тип соединений — контактная сварка встык; прокладка трубопровода — в траншее на естественном основании с выкружкой с углом охвата 90°; глубина заложения верха трубопровода $H = 2{,}75$ м; ширина траншеи на уровне верха трубопровода $B = 0{,}75$ м; грунт — суглинок твердый, $\gamma_{гр} = 1{,}9 \cdot 10^4$ Н/м^3 ($1{,}9 \cdot 10^{-3}$ кгс/см^3); засыпка траншеи — повышенным уплотнением, модуль деформации грунта засыпки $E_{тр} = 4{,}0$ МПа (40 кгс/см^2); наружная изоляция отсутствует; высота уровня грунтовых вод над верхом трубопровода $H_{г.в} = 1{,}5$ м; плотность грунтовых вод $\gamma_{г.в} = 1{,}02 \cdot 10^4$ Н/м^3 ($1{,}02 \cdot 10^{-3}$ кгс/см^3); интенсивность нагрузки на поверхности засыпки $q_{гр} = 5 \cdot 10^3$ Н/м^2 (500 кгс/м^2); подвижные нагрузки — нерегулярное движение автотранспорта, величина возможного вакуума в трубопроводе $P_{вак} = 0{,}05$ МПа (0,5 кгс/см^2).

1. Определяем расчетные характеристики материала трубопровода. Нормативное расчетное сопротивление в соответствии с рис. 1, *а* $R^н = 4{,}5$ МПа. По табл. 7 для сварных встык соединений труб из полиэтилена низкого давления принимаем $K_с = 0{,}9$; согласно п. 6.1 для трубопроводов, прокладываемых под усовершенствованными покрытиями $K_1 = 0{,}9$, отсюда $R = 4{,}5 \text{ МПа} \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}9 = 3{,}6$ МПа.

2. Определяем необходимую толщину стенки трубопровода по формуле

$$\delta = \frac{pd}{2R + p} = \frac{0{,}4 \cdot 25}{2 \cdot 3{,}6 + 0{,}4} \approx 1{,}3 \text{ см} = 13 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 18599—73 табл. 11 выбираем трубу $d = 250$ мм, типа С с толщиной стенки $\delta = 14{,}2$ мм.

3. Определяем значения нормативных нагрузок и воздействий на трубопровод.

Нормативная нагрузка от массы 1 м трубопровода по формуле

$$q_т^н = \gamma_т \pi (d - \delta)\,\delta = 0{,}95 \cdot 10^4 \cdot 3{,}14\,(0{,}25 - 0{,}0142)\,0{,}0142 = 100 \text{ Н/м } (10 \text{ кгс/м}).$$

Нормативная вертикальная нагрузка от давления грунта по формуле

$$q_{гр}^н = \gamma_{гр} H = 1{,}9 \cdot 10^4 \cdot 2{,}75 = 52{,}25 \cdot 10^3 \text{ Н/м}. \quad (52{,}25 \cdot 10^2 \text{ кгс/м}).$$

Нормативная нагрузка от давления грунтовых вод по формуле

$$q_{г.в}^н = \gamma_в \frac{\pi d^2}{4} = 1{,}02 \cdot 10^4 \frac{3{,}14 \cdot 0{,}25^2}{4} = 500 \text{ Н/м } (50 \text{ кгс/м}).$$

Нормативная нагрузка от массы транспортируемого вещества по формуле

$$q^{н}_{г.в} = \gamma_{г.в} \frac{\pi d^2}{4} = 1 \cdot 10^4 \frac{3,14 \cdot 0,2216^2}{4} \sim 385 \text{ Н/м } (3,85 \text{ кгс м}).$$

Внутренний диаметр трубы $d_в = d - 2\delta = 0,25 - 2 \cdot 0,0142 = 0,2216$ м.

Нормативную нагрузку от транспорта определяем из сравнения нагрузки Н-18 для двух колонн автомобилей с нагрузкой НГ-60. Значения нагрузок Н-18 и НГ-60 находим по рис. 41 при $H = 2,75$ м от колонн автомобилей $q^{н}_{гр} = 0,63$ т/м², от гусеничного трактора $q^{н}_{гр}$ 1,5 т/м². Для дальнейших расчетов принимаем $q^{н}_{гр} = 1,5$ т/м².

4. Определяем величины расчетных нагрузок и воздействий на трубопровод с соответствующими коэффициентами перегрузки. Расчетное внутреннее давление $P = n_q p = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44$ МПа (4,4 кгс/см²).

Расчетная нагрузка от массы трубопровода

$$q_т = n_т q^{н}_т = 1,2 \cdot 100 = 120 \text{ Н/м } (12 \text{ кгс/м}).$$

Расчетная нагрузка от давления грунта по формуле

$$Q_{гр} = n_{гр} q^{н}_{гр} B K_{гр} = 1,2 \cdot 52,25 \cdot 10^3 0,75 \cdot 0,6 \approx 28,3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$$

$$(28300 \text{ кгс/м}).$$

По табл. 31 при укладке труб в твердый суглинок в траншею с $H = 2,75$ м; $B = 0,75$ м, имеем $H/B_{с\,р} = 4,3$ и $K_{тр} = 0,6$.

Расчетная нагрузка от давления грунтовых вод

$$Q_{г.в} = n_{г.в} q_{г.в} = 0,8 \cdot 500 = 400 \text{ Н/м } (40 \text{ кгс/м}).$$

Расчетная нагрузка от массы транспортируемого вещества

$$Q_{т \cdot в} = n_{т.в} q^{н}_{т.в} = 1,0 \cdot 2 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^3 \text{ Н/м } (200 \text{ кгс/м}).$$

Расчетная нагрузка от транспорта по формуле

$$Q_{тр} = n_{тр} q^{н}_{тр} d = 1,1 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,25 = 4,12 \cdot 10^3 \text{ Н/м } (4120 \text{ кгс/м}).$$

Расчетная нагрузка от равномерно распределенной нагрузки на поверхности засыпки по формуле

$$Q_р = n_р q_р d K_н = 1,4 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,8 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ Н/м } (1400 \text{ кгс/м}).$$

Коэффициент концентрации давления грунта по формуле

$$K_н = \frac{3}{2} \frac{(P_л + P_{гр})}{(P_л + 2P_{гр})} = \frac{3}{2} \frac{(0,057 + 0,5)}{(0,057 + 2 \cdot 0,5)} = 0,8.$$

Параметр жесткости грунта засыпки по формуле

$$P_{гр} = 0,125 E_{гр} = 0,125 \cdot 40 = 0,5 \text{ МПа } (5 \text{ кгс/см}^2).$$

Параметр жесткости трубопровода принимаем по рис. 9 равным 0,1 МПа.

5. Определяем полную расчетную приведенную (эквивалентную) линейную нагрузку по формуле $P_{пр}=\Sigma\beta\eta Q$:

для трубопровода, опирающегося на естественное основание с выкружкой 2α с углом охвата трубы 90° по табл. 29 принимаем: $\beta=0{,}50$;

для нагрузок от давления грунта, $\beta=0{,}325$ — для массовых нагрузок.

Для твердого суглинка с повышенным уплотнением по табл. 30 принимаем $\eta=0{,}88$.

Тогда с учетом направления действия расчетных вертикальных нагрузок имеем $P_{пр}=\beta\eta(Q_{1р}+Q_{гр}+Q_р)+\beta_2\eta(q_1+q_{г\,в}-Q_{г\,в})=0{,}5\times$ $\times 0{,}88>(28{,}3\cdot10^3+4{,}12\cdot10^3+1{,}4\cdot10^3)+0{,}325\cdot0{,}88(120+385-400)=$ $=15{,}3\cdot10^3$ Н/м (1530 кгс/м).

Проверяем несущую способность трубопровода по условию предельно допустимой овализации поперечного сечения трубы по формуле (16).

Для трубопроводов, уложенных на естественное основание с выкружкой, принимаем $\xi=1{,}2$, для трубопроводов из ПНД $[\varepsilon_\varphi]=5\,\%$.

Коэффициент θ рассчитываем для наиболее опасного случая — возникновения в трубопроводе вакуума:

$$\theta=\frac{1}{1+\dfrac{P_{гр}-P_{вак}}{P_л+0{,}1P_{гр}}}=\frac{1}{1+\dfrac{0{,}5-0{,}05}{0{,}1+0{,}1\cdot0{,}5}}=0{,}25;$$

$$\varepsilon_\varphi=1{,}2\,\frac{15{,}3\cdot10^3}{4\cdot0{,}1\cdot0{,}25}\,0{,}25\cdot100=4{,}6\,\%<[\Sigma\varphi]=5\,\%.$$

6. Проверяем несущую способность трубопровода по условию устойчивости круглой формы поперечного сечения трубы по формуле

$$P_{кр}\geqslant 2\left(\frac{P_{пр}}{d}+P_{вак}+P_{г.в}\right).$$

Предельная величина внешнего радиального давления по формулам (13) и (14):

$$P_{кр}=2\sqrt{P_л\,P_{гр}}=2\sqrt{0{,}1\cdot0{,}5}\approx0{,}44\ \text{МПа}\ (4{,}4\ \text{кгс/см}^2);$$

$$P_{кр}=P_{тр}+1{,}143P_{тр}=0{,}1+1{,}143\cdot0{,}5\approx0{,}67\ \text{МПа}$$
$$(6{,}7\ \text{кгс/см}^2).$$

Принимаем в качестве предельной величины $P_{кр}=0{,}44$ МПа (4,4 кгс/см²). Внешнее гидростатическое давление грунтовых вод по формуле

$$P_{г.в}=\gamma_в H_{г.в}=1{,}02\cdot10^4\cdot1{,}5=1{,}53\cdot10^4\ \text{Па}\ (0{,}153\ \text{кгс/см}^2);$$

$$P_{кр}=0{,}44\ \text{МПа}\ (4{,}4\ \text{кгс/см}^2)>2\left(\frac{15{,}63\cdot10^3}{0{,}25}+5\cdot10^{-4}+1{,}53\cdot10^4\right)\approx$$

$$\approx 2{,}47\cdot10^5\ \text{Па}\approx0{,}247\ \text{МПа}\ (2{,}47\ \text{кгс/см}^2).$$

9.9. Расчет теплоизоляции короба:

1. Исходные данные: размер короба (ширина и высота), м; наружный диаметр, материал и толщина стенки пластмассового трубопровода, м; наружный диаметр стального трубопровода-спутника, м; температура теплоносителя в пластмассовом трубопроводе в конце короба, °С; температура теплоносителя теплового спутника в конце короба, °С, заданная температура воздуха в конце короба, °С; температура окружающего воздуха, °С.

2. Условия расчета:

а) расчет теплоизоляции короба основывается на балансе тепла, по которому тепло, выделяемое тепловым спутником и трубопроводами с температурой выше заданной температуры воздуха внутри короба, приравнивается к теплу, отдаваемому коробом в окружающий воздух, а также теплу, поглощенному трубопроводами с температурой, ниже температуры воздуха внутри короба (если таковые имеются);

б) расчет производится для конечного участка короба (на предыдущих участках будет отмечен более эффективный обогрев);

в) применяемые в расчете величины коэффициентов теплоотдачи определяются следующим образом:

коэффициенты теплоотдачи от воздуха внутри короба к внутренней поверхности короба и от короба в окружающий воздух, не имеющие определяющего значения, принимаются равными соответственно 8 и 29 Вт/(м^2·°С);

коэффициенты теплоотдачи от пластмассовых трубопроводов и теплового спутника, имеющие определяющее значение в расчете, вычисляются по приведенным ниже формулам. При этом коэффициент теплоотдачи излучением к стенке короба и коэффициент теплоотдачи конвекций к воздуху внутри короба определяются раздельно, а температура поверхности трубопровода и внутренней поверхности короба сначала принимаются: первая на 5 °С ниже температуры теплоносителя, вторая на 5 °С ниже температуры воздуха внутри короба. Далее эти значения могут быть уточнены и коэффициенты теплоотдачи вычислены вновь;

коэффициент излучения поверхности пластмассовых трубопроводов принимается равным 5,2 Вт/(м^2·К^4), поверхности стального трубопровода — спутника 4,7 Вт/(м^2·К^4);

коэффициент теплопроводности стенки пластмассового трубопровода принимается по табл. 3, коэффициент теплопроводности теплоизоляции стенки короба — по общепринятым нормам проектирования теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов;

г) расчет справедлив только при условии, что в соединениях короба нет неплотностей. В противном случае будет иметь место проникновение наружного холодного воздуха внутрь короба и утечка теплого воздуха наружу, что нарушит принятый баланс тепла.

3. Принятые обозначения:

d — наружный диаметр пластмассового трубопровода, м;

δ — толщина стенки пластмассового трубопровода, м;

$d_{сп}$ — наружный диаметр спутника, м;

$F_к$ — поверхность короба на 1 м длины, м²;

$F_{тр}$ и $F_{сп}$ — поверхность трубопровода и спутника на 1 м длины, м²;

$t_т$ — температура теплоносителя в трубопроводе, °С;

$t_{тр}$ — температура поверхности трубопровода, °С;

$t_{сп}$ — температура спутника, °С;

$t_{к.вн}$ — температура внутренней поверхности короба, °С;

$t_в$ — температура воздуха внутри короба, °С;

t_0 — температура окружающего воздуха, °С;

$\alpha_{тр.л}$ — коэффициент теплоотдачи излучением от трубопровода к поверхности короба, Вт/(м²·°С);

$\alpha_{тр.к}$ — коэффициент теплоотдачи конвекций от трубопровода к воздуху внутри короба, Вт/(м²·°С);

$\alpha_{сп.л}$ — коэффициент теплоотдачи излучением от спутника к поверхности короба, Вт/(м²·°С);

$\alpha_{сп.к}$ — коэффициент теплоотдачи конвекций от спутника к воздуху внутри короба, Вт/(м²·°С);

$\alpha_в$ — коэффициент теплоотдачи от воздуха внутри короба и внутренней поверхности короба, Вт/(м²·°С);

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности короба в окружающий воздух, Вт/(м²·°С);

$C_к$ — коэффициент излучения внутренней поверхности короба, Вт/(м²·К⁴);

C_s — коэффициент излучения абсолютно черного тела, равный 5,77 Вт/(м²·К⁴);

$q_{тр.л}$ — теплоотдача излучением трубопровода с 1 м длины, Вт/м;

$q_{тр.к}$ — теплоотдача конвекций трубопровода с 1 м длины, Вт/м;

$q_{сп.л}$ — теплоотдача излучением спутника с 1 м длины, Вт/м;

$q_{сп.к}$ — теплоотдача конвекций спутника с 1 м длины, Вт/м;

$q_{тр} = q_{тр.л} + q_{тр.к}$ — теплопотеря трубопроводов с 1 м длины, Вт/м;

$C_{пр.тр}$ и $C_{пр.сп}$ — приведенный коэффициент излучения поверхностей трубопровода и короба, спутника и короба, Вт/(м²·К⁴);

$C_{тр}$ и $C_{сп}$ — коэффициенты излучения поверхности трубопровода и спутника, Вт/(м²·К⁴);

$\lambda_{из}$ — теплопроводность (коэффициент теплопроводности) стенки пластмассового трубопровода, Вт/(м·°С);

$q_{сп} = q_{сп.л} + q_{сп.к}$ — теплопотеря спутником с метра длины, Вт/м;

$\lambda_{из}$ — теплопроводность (коэффициент теплопроводности) теплоизоляции короба, Вт/(м·°С);

Q — количество тепла, теряемое на 1 м короба, Вт/м;

$\delta_{из}$ — толщина теплоизоляционного слоя, м;

$K_п$ — коэффициент, учитывающий дополнительные потери опорами короба, принимаемый равным 1,3;

При нескольких трубопроводах их обозначения индексируются числами 1, 2, 3 и т. д.

4. Последовательность расчета и расчетные формулы.

В начале вычисляются приближенные значения коэффициентов теплоотдачи $\alpha_{тр.л}$, $\alpha_{тр.к}$, $\alpha_{сп.л}$ и $\alpha_{сп.к}$. Для этого предварительно устанавливаются ориентировочные значения $t_{тр}=t_т-5$ °С и $t_{к.вн}=t_в-5$ °С, а также определяется значение $C_{пр.тр}$ и $C_{пр.сп}$:

$$C_{пр.тр}=\frac{1}{\frac{1}{C_{тр}}+\frac{F_{тр}}{F_к}\left(\frac{1}{C_в}-\frac{1}{C_s}\right)}; \tag{35}$$

$$C_{пр.сп}=\frac{1}{\frac{1}{C_{пр}}+\frac{F_{сп}}{F_к}\left(\frac{1}{C_в}-\frac{1}{C_s}\right)} \tag{36}$$

При этом, если $\frac{F_{тр}}{F_к}$ или $\frac{F_{сп}}{F_к}\leqslant 0{,}1$, то соответственно

$$C_{пр.тр}\cong C_{тр};\quad C_{пр.сп}\cong C_{сп}.$$

Определяются значения коэффициентов теплоотдачи:

$$\alpha_{тр.л}=C_{сп.тр}\frac{\left(\frac{t_т+273}{100}\right)^4-\left(\frac{t_{к.вн}+273}{100}\right)^4}{t_{тр}-t_{к.вн}}; \tag{37}$$

$$\alpha_{тр.к}=1{,}66\sqrt[3]{t_{тр}-t_в}; \tag{38}$$

$$\alpha_{сп.л}=C_{пр.сп}\frac{\left(\frac{t_{сп}+273}{100}\right)^4-\left(\frac{t_{к.вн}+273}{100}\right)^4}{t_{сп}-t_{к.вн}}; \tag{39}$$

$$\alpha_{сп.к}=1{,}66\sqrt[3]{t_{сп}-t_в}. \tag{40}$$

Определяются теплопотери трубопроводом и спутником на 1 м длины:

$$q_{тр}=q_{тр.л}+q_{тк.к}=\alpha_{тр.л}F_{тр}(t_{тр}-t_{к.вн})+\alpha_{тр.к}F_{тр}(t_{тр}-t_в); \tag{41}$$

$$q_{сп}=q_{сп.л}+q_{сп.к}=\alpha_{сп.л}F_{сп}(t_{сп}-t_{квн})+\alpha_{сп.к}F_{сп}(t_{сп}-t_в) \tag{42}$$

Определяются общие теплопотери трубопроводами и спутником

$$Q = \Sigma q_{тр} + q_{сп} \tag{43}$$

Эти теплопотери приравниваются теплопотерям через стенку короба, откуда определяется толщина его теплоизоляции

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left[\frac{(t_в - t_0) F_к K_п}{Q} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \frac{1}{\alpha_н}\right)\right]. \tag{44}$$

Затем уточняются величины $t_{к.вн}$ и $t_{тр}$, для чего применяются формулы

$$t_{к.вн} = t_0 + \frac{Q}{F_к K_н}\left(\frac{1}{\alpha_н} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}\right); \tag{45}$$

$$t_{тр} = t_т - q_{тр}\frac{\ln\dfrac{d_{тр}}{d_{тр}+2\delta}}{2\pi\lambda_{тр}}. \tag{46}$$

Если уточненная разность $t_{тр} - t_{к\,вн}$ отличается от принятой ранее, менее, чем на 15 %, расчет можно закончить. В противном случае расчет повторяется с применением уточненных величин $t_{т\,р}$ и $t_{кв.н}$.

5. **Пример** расчета. Требуется определить толщину теплоизоляционного слоя из матов минераловатных на синтетическом связующем, устанавливаемых на внутренней поверхности короба, в котором проложены три трубопровода из ПНД типа Т $d = 140$ мм и обогревающий водяной трубопровод-спутник. Короб изготовлен из стального листа; его ширина 900, высота 450 и длина 500 м. Диаметр полиэтиленовых трубопроводов 140, толщина стенки 12,7 мм. Один из трубопроводов резервный, пустой, в остальных двух протекает продукт с температурой в конце короба 25 °С. Диаметр спутника 57 мм, температура протекающей в нем воды в конце короба 55 °С. Температура воздуха внутри короба и в конце его 10 °С, температура окружающего воздуха —40 °С.

$$\lambda_{из} = 0{,}047 \text{ Вт/(м·°С)}.$$

Определяем поверхность короба и трубопроводов по длине 1 м:

$$F_к = 2\,(0{,}9 + 0{,}45) = 2{,}7 \text{ м}^2;$$

$$F_{тр} = 3{,}14 \cdot 0{,}140 = 0{,}44 \text{ м}^2;$$

$$F_{сп} = 3{,}14 \cdot 0{,}057 = 0{,}179 \text{ м}^2.$$

Определяем $C_{пр.тр}$ по формуле (35).

$$C_{пр.тр} = \frac{1}{\dfrac{1}{5{,}2} + \dfrac{0{,}44}{2{,}7}\left(\dfrac{1}{5{,}2} - \dfrac{1}{5{,}77}\right)} = 5{,}12 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

Поскольку $\frac{F_{сп}}{F_к} < 0,1$, принимаем $C_{пр\ сп} = C_п = 4,7$ Вт/(м²·К⁴). Определяем приближенно коэффициенты теплоотдачи и теплопотери трубопроводами и спутником по формулам (37) — (42), принимая $t_{т.\ вн} = 10 - 5 = 5$ °С и $t_{тр} = 25 - 5 = 20$ °С.

$$\alpha_{тр.л} = 5,12\,\frac{\left(\frac{20+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{5+273}{100}\right)^4}{20-5} =$$

$$= 5,12\,\frac{73,7 - 59,7}{15} = 4,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)};$$

$$\alpha_{тр.к} = 1,66\sqrt[3]{20-10} = 1,66\cdot 2,15 = 3,58 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)};$$

$$\alpha_{сп.л} = 4,7\,\frac{\left(\frac{55+283}{100}\right)^4 - \left(\frac{5+273}{100}\right)^4}{55-5} =$$

$$= 4,7\,\frac{115,7 - 59,7}{50} = 5,21 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)};$$

$$\alpha_{сп.к} = 1,66\sqrt[3]{55-10} = 1,66\cdot 3,56 = 5,92 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)};$$

$$q_{тр} = 4,8\cdot 0,44\,(20-5) + 3,58\cdot 0,44\,(20-10) = 31,9 +$$

$$+ 15,8 = 47,7 \text{ Вт/м};$$

$$q_{сп} = 5,21\cdot 0,179\,(55-5) + 5,92\cdot 0,179\,(55-10) =$$

$$= 46,5 + 47,7 = 94,2 \text{ Вт/м}.$$

Общее количество тепла, выделенное трубопроводами и спутниками, определяем по формуле (43)

$$Q = 47,7 + 47,7 + 94,2 = 189,6 \text{ Вт/м}.$$

По формуле (44) находим толщину теплоизоляционного слоя

$$\delta_{из} = 0,047\left\{\frac{[10 - (-40)]\,2,7\cdot 1,3}{189,6} - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{29}\right)\right\} = 0,047\,(0,926 - 0,165) = 0,047\cdot 0,766 = 0,036 \text{ м}.$$

По формулам (45) и (46) определяем значения температур $t_{к\ вн}$ и $t_{тр}$:

$$t_{к.вн} = -40\frac{189,6}{2,7\cdot 1,3}\left(\frac{1}{29}+\frac{0,036}{0,047}\right) = -40+43,7 = 3,7^\circ\text{ C};$$

$$t_{тр} = 25 - 47,7\frac{0,140}{\dfrac{0,140-0,0254}{2\cdot 3,14\cdot 0,35}} =$$

$$= 25 - 47,7\frac{0,2}{2,2} = 25 - 4,4 = 20,6^\circ\text{ C}.$$

Ввиду близкого совпадения найденных значений температур $t_{к\ вн}$ и $t_{тр}$ с принятыми в начале расчета ориентировочно, а также небольшой разницы ($\sim 13,5$) между уточненной разностью $t_{тр}-t_{к.вн}$ и принятой ориентировочно, в дальнейшем уточнении расчет не нуждается. Толщину теплоизоляционного слоя принимаем равной 40 мм.

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ РЕЗИНЫ

Условные обозначения

С — стоек
ОС — относительно стоек
Н — не стоек
НК — натуральный каучук
СКИ — синтетический неопреновый каучук
СКС — синтетический бутадиен-стирольный каучук
СКБ — синтетический натрий-бутадиеновый каучук
СКН — синтетический бутадиен-нитрильный каучук
БК — бутилкаучук
СКЭП — этиленпропиленовый каучук
СКФ — синтетический фторсодержащий каучук
Кл. оп — класс опасности вредных веществ.

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Адипиновая кислота	Насыщенная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Азотная кислота	6, 3 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	С	С	С	—	—	—	—	С	—	С
		60	С	С	С	ОС	—	—	—	ОС	—	ОС
	До 40 %	20	С	ОС	ОС	ОС	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	С	—	—	—	—	—	—	С	—	С
	Водная	60	ОС	Н	Н	Н	—	—	—	ОС	—	С
	100 %-ная	20	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Акрилонитрил (2 кл. оп)	Технический	20	Н	С	С	С	Н	С	Н	С	С	ОС
		40	—	—	С	ОС	—	—	—	С	С	ОС
		50	—	—	С	Н	—	—	—	ОС	Н	Н

Аллиловый спирт (3 кл. оп)	96 %-ный	20	ОС	С	С	С	С	С	С	ОС	ОС	ОС
		40	Н	—	С	С	С	—	С	ОС	Н	Н
		60	—	—	С	С	С	—	С	ОС	—	—
Алюминия сульфат	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
	Насыщенный	20	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	С
Алюминия хлорид	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С
	Насыщенный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	С	С	С
Амилацетат (ЛВЖ, 4 кл. оп)	Разбавленный	20	Н	Н	С	ОС	ОС	Н	Н	ОС	Н	Н
		40	—	—	С	ОС	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	Н	—	—	—	—	—	—
Амиловый спирт (ЛВЖ, 3 кл. оп)	Технический разбавленный	20	С	ОС	С	С	ОС	ОС	С	С	С	ОС
		40	С	—	С	С	—	—	С	С	С	—
		60	ОС	Н	С	С	—	—	С	С	С	—
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Аммиак (ГГ, 4 кл. оп)	Газообразный технический чистый	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	ОС	ОС	—	ОС	ОС
		60	С	С	С	С	С	—	—	—	—	—
	Водный насыщенный на холоду	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
Аммония ацетат	Водный любой	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	С	ОС	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Аммония карбонат	50 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Аммония нитрат	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	ОС	ОС	С	С	С	ОС	С	—	С
		80	—	—	—	ОС	—	—	—	—	—	С
	Водный насыщенный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	ОС	ОС	С	С	С	ОС	С	—	С
		80	—	—	—	ОС	—	—	—	—	—	—
Аммония сульфат	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Аммония сульфид	Водный любой	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	ОС
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	Н

Аммония фосфат	Водный любой	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Аммония хлорид	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	С	С
	Водный насыщенный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	С	С
Анилин хлоргидрат	Насыщенный водный	20	С	Н	С	С	С	С	ОС	С	Н	ОС
		40	ОС	—	С	С	—	—	Н	С	—	Н
		60	—	—	ОС	ОС	ОС	—	—	С	—	—
	40 %-ный водный	20	ОС	ОС	С	С	С	С	Н	С	С	С
		40	Н	—	С	С	С	—	—	С	С	С
		60	—	—	ОС	С	Н	—	—	С	ОС	ОС
		80	—	—	—	ОС	—	—	—	С	ОС	ОС
Ацетальдегид (ГГ, 3 кл. оп)	Технический чистый	20	Н	ОС	С	ОС	С	Н	Н	С	Н	ОС
		40	—	Н	ОС	Н	—	—	—	ОС	—	Н
		60	—	—	ОС	—	—	—	—	Н	—	
Ацетон (ЛВЖ, 4 кл. оп)		20	Н	Н	С	С	С	Н	Н	С	Н	Н
		40	—	—	С	С	—	—	—	С	—	—
		60	—	—	С	С	ОС	—	—	С	—	—
	Технический чистый до 10 % водный	20	Н	С	С	С	С	ОС	Н	С	С	ОС
		40	—	—	С	С	—	—	—	С	ОС	ОС
		60	—	ОС	С	С	—	—	—	С	Н	Н
Бария гидроокись	Насыщенная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Бария соли, кроме бария углекислого	Водные любые	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Белильный щелок, содержащий 12,5 % активного хлора	Водный	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	С	Н
		40	С	—	С	С	—	—	—	С	С	—
		60	ОС	ОС	С	ОС	—	—	—	С	ОС	—
Бензальдегид (3 кл. оп)	Насыщенный водный	20	Н	Н	С	С	ОС	Н	ОС	С	Н	С
		40	—	—	С	—	—	—	—	С	—	С
		60	—	—	С	—	—	—	—	С	—	С
Бензиловый спирт (3 кл. оп)	Технический	20	ОС	Н	С	С	ОС	Н	Н	С	С	ОС
		40	—	—	С	С	—	—	—	—	С	—
		60	—	—	ОС	ОС	—	—	—	—	С	—
Бензин (ЛЗЖ, 4 кл. оп)		20	С	Н	С	ОС	Н	Н	С	Н	Н	С
		40	С	—	С	—	—	—	С	—	—	С
		60	С	—	ОС	Н	—	—	С	—	—	С
Бензойная кислота	Водная любая	20	С	С	С	С	С	—	Н	Н	Н	С
		40	С	С	С	С	С	—	—	—	—	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	—	—	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	С
Борная кислота (3 кл. оп)	»	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	С	—	—
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—

Бродильная смесь, состоящая из этилового спирта и уксусной кислоты	Рабочая	20	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	ОС
		40	С	—	С	—	С	—	ОС	С	С	ОС
		60	ОС	—	С	—	—	—	—	ОС	С	ОС
Брома водный раствор	Насыщенный	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С
Бромистоводородная кислота	50 %-ный водный	20	С	С	С	С	Н	Н	ОС	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	Н	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	—	—	ОС	ОС	С
Бура	Водная любая	20	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Бутан (ГГ)	Технический	20	С	Н	С	С	Н	Н	С	Н	С	С
Бутадиен (ГГ)	То же	20	С	Н	С	С	Н	Н	Н	Н	С	ОС
		40	—	—	—	С	—	—	—	—	С	—
		60	—	—	—	С	—	—	—	—	ОС	—
Бутандиол (2 кл. оп)	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	—	С	С	ОС	С
		40	ОС	С	С	С	—	—	С	С	Н	С
		60	—	С	С	С	ОС	—	С	С	—	С
Бутанол (ЛВЖ, (3 кл. оп)	Технический	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		60	ОС	—	С	ОС	С	С	С	С	ОС	ОС
Бутилацетат (ЛВЖ, 4 кл. оп)	То же	20	Н	Н	С	ОС	С	Н	Н	С	ОС	ОС
Бутилен жидкий	»	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	С	ОС	С	С
Бутиленгликоль	»	20	С	С	С	С	С	—	Н	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	С	С	ОС
Бутилфенол	Технический	20	ОС	Н	ОС	С	ОС	—	Н	Н	Н	ОС
Вазелин	То же	20	ОС	ОС	ОС	С	С	—	С	Н	Н	С
		40	Н	—	—	—	—	—	С	—	—	С
		60	—	—	Н	ОС	—	—	С	—	—	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Найритов	СКФ
Винилацетат (3 кл. оп)	Технический	20	Н	Н	—	С	ОС	—	С	С	С	С
Винная кислота	Любая водная	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	ОС	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	ОС	Н	С	С
Винный уксус	Торговый	20	С	С	С	С	ОС	ОС	С	С	С	ОС
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	Н
		60	С	С	С	С	—	—	ОС	ОС	ОС	
Вино красное и белое	Торговое	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
Вино плодово-ягодное	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Вискозно-прядильный раствор	—	20	С	С	С	С	С		Н	С	ОС	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	С	ОС	С
		60	С	С	С	С	—	—	—	С	Н	С
Вода дистиллированная деонизированная обессоленная	100 %-ная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	Н	—	С
Вода конденсат	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С

Вода минеральная	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	С	—	С
Вода озерная, морская	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	С	ОС	С
Вода питьевая хлорированная	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	—	С	ОС	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	—	—	—
Вода сточная без органических растворителей	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	—	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	—	—	С
Водород (ГГ)	Технический	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	—	—	—	С	С	С	С
Водород хлористый (2 кл. оп)	Технический газообразный	20	С	С	С	С	Н	—	ОС	С	ОС	С
		40	С		С	С	—	—	Н	С	Н	С
		60	ОС	С	С	—	—	—	—	С	—	С
Водорода перекись	100 %-ный водная	20	С	С	С	С	Н	Н	ОС	С	Н	С
		40	С	—	С	С	—	—	Н	ОС	—	ОС
		60	ОС	—	С	С	—	—	—	Н	—	Н
	30 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	ОС	Н	С
		40	С	—	С	С	—	—	—	Н	—	С
		60	—	—	С	ОС	—	—	—	—	—	ОС
	90 %-ная водная	20	—	—	С	Н	Н	Н	Н	ОС	Н	ОС

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Воздух сжатый, содержащий масло	—	20	ОС	С	С	ОС	Н	Н	С	Н	С	С
		40	—	—	С	—	—	—	—	—	—	—
Восковой спирт	Технический	20	С	—	ОС	ОС	Н	—	С	Н	С	С
		40	С	—	—	—	—	—	С	—	С	С
		60	С	—	Н	Н	—	—	С	—	С	С
Гексан (ЛВЖ)	»	20	С	Н	С	С	Н	Н	С	Н	С	С
		40	—	—	—	—	—	—	С	—	С	С
		60	—	—	ОС	ОС	—	—	С	—	С	С
Гексантриол	Торговый	60	С	—	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		20	С	—	С	С	Н	Н	С	Н	С	С
Гептан (ЛВЖ)	Технический	60	—	—	ОС	ОС	—	—	С	—	С	С
Гидроксиламина сульфат	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	ОС	С
		40	С	—	С	С	С	—	ОС	С	—	С
		60	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
Гликоколь	10 %-ный водный	20	С	—	С	С	Н	—	С	С	С	С
Гликолевая кислота	37 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	—	—	С	—	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	—	—	—	—	—	—	—
Глицерин (ГЖ)	Технический	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	ОС	С	Н

	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	—	С	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	ОС	С	Н
Глицеринхлоргидрид	—	60	ОС	—	С	—	Н	—	Н	ОС	С	С
Глюкоза	Любая водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	С	С	С
Декалин (4 кл. оп)	Технический	20	С	ОС	С	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	С
		60	ОС	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	С
Декстрин	Торговый	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	—	—	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	—	—	—	С	С	С	С
Дибутилсебацинат	Технический	20	Н	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
Дибутилфталат (2 кл. оп)	То же	20	Н	С	С	С	ОС	Н	Н	ОС	Н	ОС
		40	—	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—
		60	—	ОС	ОС	ОС	Н	—	—	—	—	—
Дигексилфталат	»	60	Н	—	ОС	ОС	ОС	—	Н	С	Н	Н
Дигликолевая кислота	30 %-ная водная	20	С	С	С	С	ОС	—	Н	ОС	Н	С
		40	С	С	С	С	ОС	—	—	ОС	—	С
		60	ОС	С	С	С	ОС	—	—	ОС	—	С
Диизобутилкетон	Технический	20	Н	С	С	С	С	Н	Н	ОС	Н	Н
		60	—	Н	Н	Н	ОС	—	—	—	—	—
Диметиламин (2 кл. оп)	То же	20	ОС	Н	С	С	ОС	—	Н	ОС	Н	Н
Диметилформамид (2 кл. оп)	»	20	Н	С	С	С	ОС	—	ОС	ОС	С	С
		40	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	ОС	С	—	—	—	—	—	—
Динонилфталат	»	20	Н	ОС	ОС	С	С	—	Н	ОС	Н	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Диоксан (ЛВЖ, 3 кл. оп)	Технический	20	Н	ОС	С	ОС	Н	—	Н	С	Н	Н
		40	—	—	С	ОС	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	ОС	—	—	—	—	—	—
		80	—	—	—	Н	—	—	—	—	—	—
Диоктилфталат	То же	20	Н	ОС	ОС	С	ОС	—	Н	ОС	Н	С
		60	—	—	—	ОС	—	—	—	—	—	
Дихлорбензол (4 кл. оп)	»	20	Н	ОС	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	С
Дихлоруксусная кислота (3 кл. оп)	»	20	С	—	С	С	С	—	Н	С	ОС	ОС
		40	С	—	С	С	—	—	—	С	Н	Н
		60	ОС	—	ОС	ОС	Н	—	—	С	—	—
	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	—	Н	С	С	ОС
		40	С	—	С	С	С	—	—	С	ОС	ОС
		60	ОС	—	С	С	С	—	—	С	Н	Н
Дихлоруксусной кислоты метиловый эфир (3 кл. оп)	Технический	20	Н	—	С	С	Н	—	Н	С	Н	Н
		40	—	—	С	С	—	—	—	С	—	—
		60	—	—	С	С	—	—	—	ОС	—	—
Дихлорэтилен (4 кл. оп)	То же	20	Н	Н	Н	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	ОС
Диэтиламин (ЛВЖ, 4 кл. оп)	»	20	ОС	Н	Н	С	ОС	ОС	Н	ОС	Н	ОС
Диэтиловый эфир (ЛВЖ, 4 кл. оп)	»	20	Н	Н	ОС	С	Н	Н	Н	Н	ОС	Н

Дрожжи	Любые водные	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	
		40	С		С	С	—	—	С	С	С	С	
		60	—		С	С	—	—	—	—	—	—	
Дрожжи для пивного сусла	Торговые	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С	
		60	ОС	С	С	С	—	—	С	С	С	С	
Дубильная кислота	Любая водная	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	
		40	—	С	С	С	С	—	—	—	—	—	
		60	—	С	С	С	С	—	—	—	—	—	
Дубильный экстракт	Технический	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	
Желатин	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	
		60	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—	
Железа соли	Любые водные	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С	
Жирные кислоты	Технические	20	С	ОС	С	С	Н	Н	ОС	Н	ОС	С	
		40	С	ОС	С	С	—	—	—	—	—	—	
		60	С	ОС	ОС	С	—	—	—	—	—	—	
Изооктан	Технический	20	С	С	С	С	Н	Н	С	Н	С	С	
Изопропанол (ЛВЖ)	То же	20	С	—	С	С	С	—	ОС	С	С	С	
		40	—	—	С	С	С	—	—	С	ОС	С	
		60	—	—	С	С	С	—	—	ОС	—	ОС	
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—	
Изопропиловый эфир (ЛВЖ)	»	20	Н	ОС	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	Н	
		60	—	Н	Н	Н	—	—	—	—	—	—	
Иодная тинктура в этаноле (ЛВЖ)	65 %-ная	20	Н	ОС	С	С	С	Н	С	С	Н	С	
Калия алюмосульфат (квасцы)	50 %-ный водный	20	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С	
		40	С	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С	
		60	ОС	С	С	С	С	—	Н	С	С	С	
		80	—	—	—	—	—	—	—	С	С	С	

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Калия бихромат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	Н	—	С	С	ОС	С
		40	С	—	С	С	—	—	ОС	С	Н	С
		60	ОС	—	С	С	—	—	—	С	—	—
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Калия борат	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
Калия бромат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	Н	С	ОС	С
Калия бромид	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Калия гидроокись (2 кл. оп)	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	ОС
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	ОС	ОС	Н
Калия иодид	Насыщенный	20	С	С	С	С	ОС	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	ОС	С	ОС	С
		60	С	С	С	С	—	—	Н	С	Н	С
Калия карбонат (поташ)	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	—	—	—	С	—	С	—	—	—	—

Калия нитрат	50 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С
Калия перманганат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	ОС	ОС	С	ОС	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	Н	С	Н	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	С	—	С	С
Калия персульфат	Любой водный	20	С	С	С	С	С	Н	Н	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	—	—	—	—	С	ОС	С	С
Калия перхлорат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	Н	—	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	ОС	С	ОС	С	С
		60	ОС	—	С	С	—	—	—	С	—	С	С
Калия сульфат	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Калия феррицианит, ферроцианит	Разбавленный водный; насыщенный	40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С
Калия фосфат	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	С	ОС	С	ОС	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	С	Н	С	Н	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С	—
Калия хлорат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	ОС	С	ОС	С	С
		60	С	С	—	—	—	С	—	С	—	С	С
Калия хлорид	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С	—

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Калия хромат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	—	—	С	—	—	ОС	С	С	С
		60	С	—	—	С	—	—	Н	С	ОС	С
Калия цианид	То же	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	ОС
		60	С	С	С	С	—	—	С	С	ОС	Н
Кальция гипохлорит, содержащий 12,5 % активного хлора	»	20	С	С	С	С	Н	С	С	С	Н	С
		40	С	С	С	С	—	С	—	С	—	С
		60	—	С	С	С	—	С	—	С	—	С
Кальция гидроокись	Насыщенная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Кальция хлорид	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	С	ОС	С
Камфора (3 кл. оп)	—	20	Н	С	С	С	ОС	—	С	ОС	Н	ОС
		60	Н	ОС	ОС	С	Н	—	ОС	Н	—	Н
Кислород	Любой	20	С	—	С	С	ОС	Н	Н	С	Н	С
		40	С	—	—	—	—	—	—	С	С	С
		60	С	—	ОС	ОС	—	—	—	С	С	С

Кислота для прядильных ванн, содержащая Cl_2	100 мг/л	20	С	—	С	С	Н	—	Н	С	Н	С
	200 »	20	—	—	С	С	Н	—	—	—	—	—
		40	ОС	—	—	—	—	—	Н	С	Н	С
	700 »	20	—	—	С	С	Н	—	—	—	—	—
		40	Н	—	—	—	—	—	Н	ОС	Н	С
Коньяк	Торговый	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Крахмала раствор, патока	Любая водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	С	С	С
Крезол	До 90 % водный	20	ОС	Н	С	С	Н	Н	ОС	Н	Н	С
		40	—	—	С	С	—	—	ОС	—	—	С
Кремниевая кислота	Любая	60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Кремнефтористоводородная кислота	32 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	—	ОС	ОС	ОС	Н
		40	С	С	С	—	—	—	Н	ОС	Н	—
		60	С	С	С	—	—	—	—	Н	—	—
Кротоновый альдегид (2 кл. оп)	Технический	20	Н	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Ланолин	То же	20	С	С	С	С	ОС	—	С	ОС	С	С
		40	ОС	—	С	С	ОС	—	С	Н	ОС	С
		60	—	—	С	С	ОС	—	С	—	Н	С
Ликеры	»	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	ОС	С	—	—	—	—	С	—	—
Лимонная кислота	10 %-ная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Магния соли	Любые водные	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Мазут (ГЖ)	—	20	С	ОС	ОС	ОС	Н	Н	С	Н	С	С
		40	ОС	Н	Н	Н	—	—	С	—	С	С
Малеиновая кислота	Насыщенная водная	20	С	С	С	С	С	ОС	Н	ОС	Н	С
		40	С	С	С	С	С	—	—	Н	—	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	—	—	С
Мармелад		20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Масла и жиры растительные (ГЖ)	—	20	С	С	С	С	Н	Н	С	Н	ОС	С
		40	ОС	ОС	ОС	С	—	—	С	—	ОС	С
		60	—	—	—	ОС	—	—	С	—	Н	С
Масло вазелиновое (ГЖ)	—	20	С	—	С	С	Н	Н	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	ОС	ОС	С
		60	—	—	ОС	ОС	—	—	ОС	Н	Н	С
Масло веретенное (ГЖ)	—	20	ОС	ОС	ОС	С	Н	Н	С	Н	ОС	С
		40	—	—	—	ОС	—	—	С	—	Н	ОС
		60	—	—	ОС	Н	—	—	ОС	—	—	Н
Масло дизельное (ЛВЖ)	—	20	С	С	С	ОС	Н	Н	С	Н	ОС	С
		40	С	—	—	—	—	—	С	—	—	С
		60	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—	—
Масло древесное (ГЖ)	—	20	ОС	—	С	С	Н	Н	С	С	С	С
		60	Н	—	ОС	ОС	—	—	—	С	—	—

Масло камфорное (ГЖ)	—	20	С	Н	Н	Н	Н	—	С	Н	Н	С
Масло костное (ГЖ)	—	20	ОС	С	С	С	Н	—	С	Н	Н	С
		60	Н	С	С	С	—	—	С	—	—	С
Масло кукурузное (ГЖ)	Техническое	20	ОС	С	С	С	Н	—	С	ОС	ОС	С
		40	—	—	С	С	—	—	С	Н	Н	С
		60	—	ОС	ОС	ОС	—	—	С	—	—	С
Масло льняное (ГЖ)	»	20	С	—	С	С	ОС	—	С	С	ОС	С
		40	С	—	С	С	ОС	—	С	Н	Н	С
		60	ОС	—	С	С	ОС	—	С	—	—	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Масло минеральное, не содержащее ароматических веществ (ГЖ)	—	20	С	ОС	С	С	Н	—	С	Н	ОС	С
		40	С	ОС	С	С	—	—	С	—	—	С
		60	С	Н	ОС	ОС	—	—	С	—	—	С
Масло моторное (ГЖ)	—	60	Н	Н	ОС	Н	Н	—	С	Н	С	С
Масло оливковое (ГЖ)		20	С	С	С	С	Н	Н	С	Н	С	С
		40	С		С	С	—	—	С	—	С	С
		60	С	ОС	ОС	С	—	—	С	—	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	С
Масло пальмовое	—	20	С	С	С	С	Н	Н	С	С	С	С
		40	Н	—	С	С	—	—	С	ОС	ОС	С
		60	—	Н	ОС	ОС	—	—	ОС	Н	Н	С
Масло парафиновое (ГЖ)	—	20	С	ОС	С	С	Н	Н	С	Н	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	ОС	—	ОС	С
		60	ОС	—	С	ОС	—	—	ОС	—	Н	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Масло силиконовое (ГЖ)	—	20	С	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С
		40	ОС	С	С	С	—	—	С	Н	С	С
		60	Н	С	С	С	—	—	С	—	ОС	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Масло смазочное (ГЖ)	—	20	С	Н	С	ОС	Н	Н	С	Н	С	С
		40	С	—	С	—	—	—	С	—	ОС	С
		60	С	—	ОС	—	—	—	ОС	—	Н	С
Масло сосновое (ГЖ)	—	20	Н	С	С	С	Н	Н	ОС	Н	Н	С
		60	—	ОС	ОС	ОС	—	—	ОС	—	—	С
Масло терпентиновое (ГЖ)	—	20	С	ОС	ОС	Н	Н	Н	С	Н	Н	С
		40	ОС	—	ОС	—	—	—	С	—	—	С
		60	—	Н	ОС	—	—	—	С	—	—	С
Масляная кислота (ГЖ, 3 кл. оп)	Техническая	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	ОС	ОС	ОС
		40	—	—	С	—	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	ОС	—	—	—	—	—	—	—

Меди соли	Любые водные	20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		40	C	C	C	OC	C	—	C	C	C	C
		60	OC	C	C	H	OC	—	OC	C	C	C
Меласса	—	20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		40	C	C	C	C	C	—	C	C	C	C
		60	C	C	C	C	C	—	C	C	C	C
Мелассовое сусло	—	20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		40	C	C	C	C	C	—	C	C	C	C
		60	C	C	C	C	C	—	C	C	C	C
Ментол	—	20	OC	—	C	C	C	—	C	C	C	C
		60	H	—	OC	OC	OC	—	OC	OC	OC	C
Метан (ГГ)	Технический	20	C	C	C	C	H	H	C	H	H	C
Метанол (ЛВЖ, 4 кл. оп)	Любой	20	C	OC	C	C	C	C	C	C	C	OC
		40	C	—	C	C	C	—	C	C	C	OC
		60	OC	H	C	C	H	—	C	C	OC	OC
Метиламин (2 кл. оп)	32 %-ный водный	20	OC	—	C	C	C	C	H	C	C	C
Метилацетат (4 кл. оп)	Технический	20	H	H	C	C	H	H	H	OC	H	H
		40	—	—	—	C	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	—	OC	—	—	—	—	—	—
Метилсерная кислота	до 50 % водная	20	C	OC	OC	OC	C	—	H	C	C	C
		40	OC	OC	OC	OC	H	—	—	C	OC	OC
	Техническая чистая	40	C	H	H	H	H	—	H	C	OC	OC
		60	OC	—	—	—	—	—	—	C	H	H

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Метилэтилкетон (ЛВЖ, 4 кл. оп)	Технический	20	Н	ОС	С	С	Н	Н	Н	С	Н	Н
		40	—	Н	СО	ОС	—	—	—	ОС	—	—
		60	—	—	Н	ОС	—	—	—	—	—	—
Метоксилбутанол	—	20	С	С	С	С	Н	—	С	С	С	С
		60	Н	ОС	ОС	ОС	—	—	С	ОС	ОС	С
Мовилит Д	Торговый	20	С	—	С	С	С	С	С	С	С	С
Молоко		20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	С	—	С	С	—		—	—	—	—
		80				С						
Молочная кислота	90 %-ная водная	20	С	С	С	С	ОС	ОС	Н	ОС	Н	С
		40	ОС	С	С	С	ОС	—	—	ОС	—	ОС
		60	Н	С	С	С	ОС	—	—	ОС	—	ОС
		80	—	—	—	С	—	—	—	Н	—	ОС

Метилхлорацетат (3 кл. оп)	Технический	20	ОС	—	С	С	Н	—	Н	С	Н	ОС
		40	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
Морфолин (2 кл. оп)	»	20	Н	С	С	С	Н	—	Н	ОС	ОС	С
		40	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
Моча	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	С	С	С	С
Мочевина	30 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	—	—	—	—	—
Моющие средства синтетические	—	20	С	—	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Муравьиная кислота	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	ОС	ОС	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	Н	—	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	—	ОС	ОС	О С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Муравьиная кислота	Техническая	20	С	С	С	С	Н	ОС	Н	С	С	Н
		40	ОС	С	С	ОС	—	—	—	С	ОС	Н
		60	Н	С	С	Н	—	—	—	С	Н	—
Мыльный раствор	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Мышьяковая кислота	80 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	—	С	—	ОС	С	С	С
Натрия ацетат	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	—	С	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	—	С	С	С	—	С	—	С	—	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	ОС	—	—
Натрия бензонат	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	—	С	С	—	С	—	С	—	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	ОС	—	ОС
Натрия бикарбонат	То же	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С

Натрия бисульфат	10 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	Н	С	ОС	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	ОС	—	С
Натрия бисульфат	Любой водный	20	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С
		40	ОС	С	С	С	С	—	Н	С	С	С
		60	Н	С	С	С	С	—	—	С	ОС	С
Натрия бромат	»	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	ОС	—	ОС	ОС	—	—	ОС	С	С	С
		60	—	—	—	—	—	—	Н	С	ОС	С
Натрия гидроокись (2 кл. оп)	До 10 % водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	ОС
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
	До 30 % водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		40	С	С	С	С	С	С	ОС	С	С	Н
		60	ОС	С	С	С	С	—	Н	С	ОС	—
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	С	ОС	С	Н	Н
		40	С	С	С	С	С	С	Н	С	—	—
		60	С	С	С	С	С	С	—	ОС	—	—
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
Натрия гидросульфит	До 10 % водный	20	С	—	С	С	—	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	С	ОС	С	С	С
		60	ОС	—	С	С	—	—	Н	С	С	С
Натрия гипохлорит, содержащий 12,5 % активного хлора	—	20	С	С	С	С	ОС	ОС	Н	С	Н	С
		40	С	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—
		60	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Найритов	СКФ
Натрия иодид	Любой водный	20	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		40	С	—	—	—	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	—	—	—	—	—	ОС	С	С	С
Натрия карбонат (сода)	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	—
Натрия нитрат	То же	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
	»	40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
	»	60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Натрия нитрит	»	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
Натрия оксалат	»	20	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
	»	40	С	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	»	60	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Олеиновая кислота	Техническая чистая	20	С	ОС	С	С	Н	Н	ОС	Н	Н	С
		40	С	—	С	С	—	—	Н	—	—	—
		60	С	Н	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—
Олова хлорид	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	ОС	С	С	С	—	—	С	ОС	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	ОС	Н	С	С
Отходящие газы, содержащие: двуокись углерода	Любая	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—

нитрозные соединения	Следы	20	С	С	С	С	Н	—	ОС	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		60	С		С	ОС	—	—	Н	С	ОС	С
окись углерода	Любая	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
олеум	Незначительная	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	С	С
	Высокая	20	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С	ОС	С
сернистый ангидрид	Следы	20	С	С	С	С	ОС	—	ОС	С	С	С
		40	С	С	С	С	ОС	—	Н	С	С	С
		60	С	С	С	С	ОС	—	—	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
серную кислоту	Любая	20	С	С	С	С	Н	—	ОС	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	Н	С	С	С
		60	С	С	С	ОС	—	—	—	С	С	С
серный ангидрид	Следы	20	С	—	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	Н	С	С	С
		60	—	—	С	ОС	—	—	—	С	С	С
		80	С	—	—	ОС	—	—	—	ОС	—	—
соляную кислоту	Любая	20	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	Н	С	С	С
		60	—	С	С	С	С	—	—	С	С	С
		80	С	—	—	С	—	—	—	ОС	—	С
фтористый водород	Следы	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	Н	ОС	ОС	С
Пальминтиновая кислота	Техническая чистая	20	С	—	ОС	ОС	ОС	ОС	ОС	ОС	О	С
		40	—	—	—	Н	—	—	Н	Н	Н	ОС

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Парафин	—	60	Н	Н	ОС	ОС	Н	—	С	Н	С	С
Парафиновая эмульсия	Торговая водная	20	С	—	С	С	Н	—	С	Н	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	Н	ОС	С
		60	—	—	ОС	ОС	—	—	ОС	Н	Н	С
Перхлорная кислота	10 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	—	Н	С	Н	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	С	—	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	С	—	С
	70 %-ная водная	20	ОС	С	С	ОС	Н	—	Н	С	Н	С
		40	—	ОС	ОС	Н	—	—	—	С	—	С
		60	—	Н	Н	—	—	—	—	С	—	С
Перхлорэтилен, тетрахлорэтилен (3 кл. оп)	Техническая	20	Н	—	ОС	ОС	Н	Н	ОС	Н	Н	С
		40	—	—	—	—	—	—	Н	—	—	С
		60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	С
Петролейный эфир	Технический чистый	20	С	Н	С	С	Н	—	С	Н	Н	С
		40	С	—	ОС	С	—	—	ОС	—	—	—
		60	—	—	ОС	ОС	—	—	Н	—	—	ОС
Пиво	Торговое	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Пикриновая кислота	1 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	С	ОС	С	ОС	С
Пиридин (2 кл. оп)	Технический	20	Н	С	С	ОС	Н	Н	Н	С	Н	ОС
		40	—	ОС	ОС	ОС	—	—	—	ОС	—	Н
		60	—	ОС	ОС	ОС	—	—	—	Н	—	—

Плодовая пульпа	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
Пропан (ГГ)	Технический жидкий	20	С	Н	Н	С	Н	Н	С	Н	С	С
	Технический газообразный	20	С	ОС	С	С	Н	Н	С	С	С	С
Пропанол	Технический	20	С	С	С	С	Н	—	ОС	С	С	С
		40	ОС	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	Н	С	С	С
Пропаргиловый спирт (2 кл. оп)	7 %-ный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	—	С	С	ОС	С
Пропионовая кислота	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	ОС	Н	Н	С	ОС	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	С	Н	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	С	—	ОС
	техническая	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	ОС	ОС	ОС	ОС	—	—	—	С	—	С
		60	—	ОС	ОС	ОС	—	—	—	ОС	—	С
Пропиленгликоль	Технический	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	—	Н	С	—	ОС
Пропилена окись (2 кл. оп)	Техническая	20	ОС		С	С	—	—	Н	С	Н	Н
Псевдокумол	Технический	60	ОС	ОС	ОС	ОС	Н	—	Н	Н	Н	С
Сало		20	С	С	С	С	Н	Н	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	С	ОС	С	С	—	—	С	С	С	С
Сало говяжье, сульфированная эмульсия	Торговое	20	С	—	С	С	Н	Н	С	Н	С	С

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Сахарный сироп	Торговый	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	С	—	С
Светильный газ (без бензола, ГГ)	—	20	С	С	С	С	Н	—	С	Н	ОС	С
Сера	Техническая	20	ОС	С	С	С	Н	Н	Н	Н	Н	С
		40	Н	С	С	С	—	—	—	—	—	С
		60	—	—	—	С	—	—	—	—	С	С
Серебра соли	Насыщенные	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Серная кислота (2 кл. оп)	До 40 % водная	20	С	С	С	С	С	ОС	ОС	С	ОС	С
		40	С	С	С	С	ОС	—	Н	С	Н	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	С	—	С
	До 60 % водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	С	—	С
		60	С	С	С	С	—	—	—	ОС	—	С
	До 80 % водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	С	ОС	С	С	—	—	—	ОС	—	С
		60	С	—	ОС	ОС	—	—	—	Н	—	ОС
	90 %-ная водная	20	С	ОС	ОС	ОС	Н	Н	Н	ОС	Н	С
		40	С	—	—	—	—	—	—	Н	—	С
	96 %-ная водная	20	С	ОС	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	С

Сернистая кислота	Насыщенная водная	20	C	C	C	C	—	—	H	C	H	C
		40	C	C	C	C	—	—	—	OC	—	C
		60	OC	—	C	C	—	—	—	H	—	OC
Сероводород (2 кл. оп)	Технический	20	C	C	C	C	H	H	C	C	OC	C
		40	C	C	C	C	—	—	OC	OC	H	C
		60	C	OC	OC	C	—	—	H	H	—	OC
	Насыщенный	20	C	C	C	C	OC	H	OC	C	OC	C
		40	C	C	C	C	—	—	H	OC	H	C
		60	OC	C	C	C	—	—	—	H	—	C
Сероуглерод (2 кл. оп)	Технический	20	OC	H	OC	C	H	H	H	H	H	C
Серы двуокись (сернистый ангидрид, 3 кл. оп)	Техническая газообразная	20	C	C	C	C	H	H	H	C	H	C
		40	C	C	C	C	—	—	—	C	—	OC
		60	C	C	C	C	—	—	—	OC	—	—
	Любая влажная	20	C	C	C	C	H	H	H	C	H	C
		40	C	C	C	C	—	—	—	C	—	OC
		60	OC	C	C	C	—	—	—	OC	—	H
	Техническая	20	OC	OC	OC	OC	H	H	H	OC	H	OC
Синильная кислота	»	20	C	C	C	C	OC	OC	OC	C	OC	C
		40	C	C	C	C	—	—	H	OC	H	OC
		60	OC	C	C	C	—	—	—	—	—	—
Смачивающее вещество	До 50 % водное	20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		40	C	—	—	C	—	—	—	—	—	—
		60	OC	—	—	C	—	—	—	—	—	—
Смесь: азотная кислота + фосфорная кислота + вода	3 ч. + 1 ч. + 2 ч.	20	OC	—	OC	H	H	H	H	C	H	C

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Смесь: серная кислота+азотная кислота+вода	48+49+3	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ОС	Н	Н
		40	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		60	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	+50+50+0	20	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ОС	Н	Н
		40	Н	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10+87+3	20	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
	50+31+19	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ОС	ОС	С
	50+33+17	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ОС	Н	С
		40	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10+20+70	20	С	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	С	ОС	С
		40	С	—	—	—	—	—	—	С	—	С
Смесь: серная кислота+фосфорная кислота+вода	30 %-ная	20	С	—	С	С	ОС	—	Н	С	С	С
	60 %-ная	40	С	—	ОС	ОС	—	—	—	С	ОС	С
	10 %-ная											
Соляная кислота (2 кл. оп)	5 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	ОС	С	ОС	С
		40	С	С	С	—	—	—	Н	С	Н	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	С	—	С
	10 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	ОС	С	ОС	С
		40	С	С	С	С	—	—	Н	С	Н	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	С	—	С
	до 30 % водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	С	—	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	ОС	—	ОС
	36 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	С	Н	С
		40	С	—	С	С	—	—	—	ОС	—	ОС
		60	ОС	ОС	С	С	—	—	—	Н	—	Н

Спермацет	—	20	Н	С	С	С	Н	—	С	Н	ОС	С
Спирт из масла орехов	Технический	20	С	—	С	С	ОС	—	С	Н	ОС	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	—	Н	С
		60	ОС	—	С	С	Н	—	С	—	—	С
Спирт из спермацетового масла	—	20	С	С	С	С	Н	—	С	ОС	С	С
Спиртные напитки, содержащие 40 % алкоголя	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Стеариновая кислота	Техническая	20	С	С	С	С	ОС	ОС	С	С	С	С
		40	С	—	—	—	—	—	С	С	С	С
		60	С	—	ОС	ОС	—	—	ОС	ОС	ОС	ОС
Сульфонат жирного спирта	Водный	20	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	С	С	С	С
		60	ОС	—	С	ОС	—	—	С	С	С	С
Сурьмы хлорид (2 кл. оп)	90 %-ная водный	20	С	С	С	С	Н	—	Н	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
Тетрагидронафталин (4 кл. оп)	Технический	20	Н	—	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С
Тетрагидрофуран (ЛВЖ, 4 кл. оп)	То же	20	Н	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С
Тетрахлорэтан (3 кл. оп)	»	20	Н	Н	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	ОС
Тионилхлорид	»	20	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	С
Толуол (ЛВЖ, 3 кл. оп)	»	20	Н	Н	ОС	С	Н	Н	Н	Н	Н	С
	»	60	—	—	Н	ОС	—	—	—	—	—	—
Трибутилфосфат	Технический	20	Н	С	С	С	ОС	Н	Н	С	Н	Н
		40	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	С	С	С	—	—	—	—	—	—
Трилон	—	60	ОС	С	С	—	Н	—	С	С	Н	ОС

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Триоктилфосфат	—	20	Н	—	ОС	С	Н	Н	ОС	Н	Н	Н
Трихлоруксусная кислота (3 кл. оп)	Техническая чистая	20	ОС	С	С	С	Н	Н	Н	ОС	Н	Н
		40	—	ОС	ОС	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	Н	С	—	—	—	—	—	—
	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	—	Н	ОС	Н	Н
		40	ОС	—	С	С	—	—	—	—	—	—
	»	60	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
Трихлоэтан	Технический	20	Н	Н	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	С
Трихлорэтилен (3 кл. оп)	То же	20	Н	Н	Н	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	С
Триэтаноламин (3 кл. оп)	»	20	ОС	ОС	С	С	ОС	ОС	ОС	Н	С	С
Углерода двуокись (углекислота, углекислый газ)	Техническая сухая	20	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
	»	80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
	Техническая	20	С	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
	Влажная	60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
Удобрительная соль (минеральное удобрение)	Водная	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	С	—	С	С	С	С
Уксус	Торговый	20	С	С	С	С	ОС	—	Н	ОС	Н	Н
		40	С	С	С	С	ОС	—	—	Н	—	—
		60	С	С	С	С	ОС	—	—	—	—	—
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—

Уксусная кислота (ГЖ, 3 кл. оп)	Техническая чистая	20	OC	OC	C	C	C	H	H	OC	OC	H
		40	H	—	C	C	C	—	—	—	—	—
		60	—	H	OC	OC	OC	C	H	C	OC	—
	50 %-ная водная	20	C	C	C	C	C	—	—	—	—	—
		40	C	C	C	C	C	H	—	—	C	OC
		60	—	C	C	C	C	—	—	—	—	—
	10 %-ная водная	20	C	C	C	C	C	H	—	OC	C	OC
		40	C	C	C	C	C	—	—	H	C	H
Уксусной кислоты ангидрид	Технический	20	H	OC	C	C	C	H	—	H	OC	—
		40	—	OC	OC	OC	OC	—	—	—	H	OC
Фенол (3 кл. оп)	До 10 % водный	20	C	H	C	C	C	H	—	H	—	H
		40	OC	—	C	C	C	—	—	—	C	—
		60	—	—	OC	C	C	—	—	—	C	H
	До 90 % водный	20	OC	H	C	C	C	H	—	H	C	—
		40	—	—	C	C	C	—	—	—	C	—
		60	—	—	OC	C	C	—	—	—	C	—
Формальдегид (формалин, 2 кл. оп)	40 %-ный водный	20	C	C	C	C	C	—	C	C	C	—
		40	C	C	C	C	C	—	—	C	C	—
		60	—	C	C	C	C	—	—	OC	C	—
Формамид (3 кл. оп)	Технический	20	H	—	C	C	C	—	—	C	C	—
		40	—	—	—	C	C	—	—	—	C	—
		60	—	—	—	C	C	—	—	—	C	—
Фосфора хлорид (2 кл. оп)	Технический	20	H	C	C	C	C	—	C	H	C	—
Фосфорная кислота	до 30 % водная	20	C	C	C	C	C	C	OC	OC	C	C
		40	C	C	C	C	C	C	—	OC	C	C
		60	OC	—	C	C	C	C	—	H	C	C
		80	—	—	—	C	C	C	—	—	C	C
	до 50 %	20	C	C	C	C	C	C	OC	OC	C	C
		40	C	C	C	C	C	C	—	H	C	C
		60	C	C	C	C	C	C	—	—	OC	C

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
	85 %-ная водная	20	С	С	С	С	ОС	Н	Н	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	—	С	С	С
		60	С	ОС	ОС	С	—	—	—	С	ОС	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	ОС	—	С
Фосфоропентоксид (2 кл. оп)	Технический	20	С	—	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		40	С	—	С	—	С	—	Н	С	С	С
Фотографическая эмульсия	Любая	20	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		40	С	—	С	С	С	—	—	С	С	С
Фотографический закрепитель	Торговый	20	С	С	С	С	С	—	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	С	—	С	С	С	С
		60	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Фотографический проявитель	»	20	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		40	С	—	С	С	С	—	ОС	С	С	С
		60	ОС	—	ОС	—	—	—	—	—	—	—
Фруктовые напитки	—	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		80	—	—	—	С	—	—	С	—	—	С
Фталевая кислота	Насыщенная	20	С	С	С	С	Н	—	Н	С	С	Н
		40	ОС	С	С	С	—	—	—	С	С	—
		60	Н	С	С	С	—	—	—	ОС	ОС	—
Фтористоводородная (плавиковая) кислота	70 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	Н	Н	С
		60	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—	—
	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	Н	Н	С
		40	—	—	—	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	ОС	ОС	С	—	—	—	—	—	—

	до 40 % водная	20	С	С	С	С	ОС	Н	Н	Н	Н	С
		40	ОС	С	С	С	—	—	—	—	—	С
		60	ОС	ОС	ОС	С	Н	—	—	—	—	ОС
Фурфуриловый спирт	Технический	20	Н	Н	С	С	С	Н	Н	ОС	ОС	Н
		40	—	—	С	—	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	ОС	ОС	—	—	—	—	—
Хлоральгидрат	То же	20	Н	Н	С	ОС	ОС		Н	ОС	ОС	ОС
		40	—	—	С	—	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	Н	—	—	—	—	—	—
Хлорбензол (ЛВЖ, 3 кл. оп)	»	20	Н	Н	ОС	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Хлорметан (метилхлорид)	»	20	Н	Н	Н	ОС	Н	Н	Н	ОС	Н	ОС
Хлорная вода	Насыщенная	20	ОС	ОС	ОС	ОС	Н	Н	Н	ОС	ОС	ОС
		40	ОС	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—	—
Хлорная кислота	10 %-ная водная	20	С	С	С	Н	Н	Н	Н	С	Н	Н
		40	С	С	С	—	—	—	—	С	—	—
		60	ОС	—	—	—	—	—	—	С	—	—
	20 %-ная водная	20	С	ОС	ОС	Н	Н	Н	Н	С	Н	Н
		40	С	—	—	—	—	—	—	С	—	—
		60	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Хлороформ	Технический	20	Н	Н	Н	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	ОС
Хлорсульфоновая кислота	Техническая	20	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Хлоруксусная монокислота	50 %-ная водная	20	С	С	С	С	ОС	—	Н	ОС	Н	Н
		40	С	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
Хлоруксусная кислота	Техническая	20	С	С	С	С	Н	—	Н	ОС	Н	Н
		40	С	С	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	ОС	С	С	С	—	—	—	—	—	—

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Хлорэтанол (этиленхлоргидрин)	Технический	20	Н	Н	С	С	Н	Н	С	ОС	Н	Н
		40	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	С	С	—	—	—	—	—	—
Хлофен (хлоридифенил)	»	20	Н	—	С	С	Н	—	Н	Н	Н	С
Хромовая кислота в смеси с серной кислотой и водой	50 ч.	20	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ОС	Н	С
	15 ч.	40	С	—	—	—	—	—	—	ОС	—	С
	35 ч.	60	ОС	—	—	—	—	—	—	—	—	С
Хромовая кислота	До 50 % водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	ОС	Н	С
		40	С	ОС	ОС	С	—	—	—	ОС	—	С
		60	ОС	—	—	Н	—	—	—	ОС	—	С
	Любая водная	20	С	С	С	С	Н	Н	Н	ОС	Н	С
Царская водка	Концентрированная	20	С	Н	Н	ОС	Н	Н	Н	Н	Н	ОС
		40	ОС	—	—	Н	—	—	—	—	—	—
Циклогексан (ЛВЖ, 4 кл. оп)	Технический	20	Н	С	С	С	Н	Н	С	Н	Н	С
		40	—	С	С	—	—	—	—	—	—	—
		60	—	С	С	—	—	—	—	—	—	—
Циклогексанол (4 кл. оп)	То же	20	С	Н	С	С	Н	Н	ОС	Н	С	С
		40	С	—	С	С	—	—	—	—	—	—
		60	С	—	С	ОС	—	—	—	—	—	—

Циклогексанон (3 кл. оп)	»	20	Н	Н	С	С	Н	—	Н	ОС	Н	Н
		40	—	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—
		60	—	—	ОС	ОС	—	—	—	—	—	—
Цинка соли	Любые водные	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	—	ОС	С	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	Н	С	С	С
Цинка хлорид	Насыщенный водный	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	ОС	С	С	С	—	С	С	ОС	С	С
		60	ОС	С	С	С	—	—	ОС	Н	С	С
Щавелевая кислота	Разбавленная водная	20	С	С	С	С	С	С	ОС	ОС	ОС	С
		40	С	С	С	С	С	С	Н	ОС	Н	С
		60	С	С	С	С		С	—	ОС		ОС
Этилацетат (ЛВЖ, 4 кл. оп)	Технический	20	Н	ОС	С	С	ОС	Н	Н	ОС	Н	Н
		40	—	—	С	С	ОС	—	—	ОС	—	—
		60	—	Н	ОС	С	ОС	—	—	ОС	—	—
Этиленгликоль (ГЖ)	То же	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	С	—	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	С	—	С	С	ОС	—	ОС	С	ОС	С
		80	—	—	—	С	—	—	—	—	—	ОС
Этилендиамин	»	20	ОС	—	С	С	Н	ОС	ОС	С	С	ОС
		40	—	—	С	—	—	—	ОС	С	ОС	ОС
		60	—	—	С	—	—	—	Н	С	Н	Н
Этиловый спирт (этанол ЛВЖ, 4 кл. оп)	Технический 96 %-ный	20	С	Н	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		40	С	—	С	С	С	С	С	С	С	ОС
		60	ОС	—	С	С	С	—	С	С	С	ОС
		80	—	—	—	С	—	—	ОС	С	С	—

Продолжение прил. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Термопласты				Резина на основе					
			ПВХ	ПВД	ПНД	ПП	НК, СКИ	СКС, СКБ	СКН	БК, СКЭП	Наиритов	СКФ
Этиловый спирт (бродильное сусло)	Рабочий	40	С	—	С	С	С	С	С	С	С	С
		60	ОС	—	ОС	С	С	—	С	С	С	С
Этиловый спирт с 2 % толуола	96 %-ный	20	С	—	ОС	ОС	С	С	С	С	С	С
Этиловый спирт с уксусной кислотой (бродильная смесь)	Рабочий	20	С	С	С	С	С	—	ОС	С	С	ОС
		40	С	—	С	—	С	—	ОС	С	С	ОС
		60	ОС	—	—	—	—	—	—	ОС	С	ОС
Этиловый эфир акриловой кислоты	Технический	20	Н	Н	С	—	ОС	Н	ОС	ОС	Н	—
Этил хлористый (4 кл. оп)	»	20	Н	—	ОС	ОС	Н	ОС	Н	Н	Н	ОС
Яблочная кислота	1 %-ная водная	20	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
		40	—	—	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	—	—	С	С	—	С	С	С	С	С
Янтарная кислота	Любая	20	С	С	С	С	ОС	С	С	С	С	С
		40	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С
		60	С	С	С	С	—	С	С	С	С	С

Приложение 2

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТРУБОПРОВОДАХ

Теплоизоляционный материал	ГОСТ или ТУ	Средняя плотность (объемная масса), кг/м³		Теплопроводность (коэффициент теплопроводности), Вт/(м·°С), [ккал/(м·ч·°С)]			Группа возгораемости	Характер пористости	Размеры по ГОСТ или ТУ, мм	Область применения
		материала по ГОСТ или ТУ	расчетная в конструкции	материала по ГОСТ или ТУ при 25 °С, не более	Расчетный в конструкции: при положительных температурах	Расчетный в конструкции: при отрицательных температурах				
1. Маты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем, МТ-35	ГОСТ 10499—78	35	55	0,047 (0,04)	$0{,}04 + 0{,}0003\,t_{ср}$ $(0{,}034 + 0{,}00026\,t_{ср})$	0,052 (0,045)	трудносгораемые	открытая	Рулоны: длина 1000—13000; ширина 500, 800, 1000, 1500; толщина 30—80 с интервалом 10 мм	Трубопроводы диаметром 50 мм и более. Арматура
2. Маты минераловатные на синтетическом связующем, 50	ГОСТ 9573—72	50	75	0,047 (0,04)	$0{,}04 + 0{,}00026\,t_{ср}$ $(0{,}034 + 0{,}00022\,t_{ср})$	0,05 (0,043)	несгораемые	то же	Рулоны: длина 2000, 3000, 4000; ширина 500, 1000; толщина от 40 до 100 с интервалом 10 мм	То же
3. Маты и вата из супертонкого стекловолокна без связующего СТВ	ТУ 21-РСФСР-224-75	25	75	0,044 (0,038)	ориентировочно $(0{,}034 + 0{,}00026\,t_{ср})$ $0{,}04 + 0{,}0003\,t_{ср}$	0,047 (0,04)	то же	»	Размеры матов по согласованию с заказчиком	Трубопроводы всех диаметров Арматура. Вата применяется в набивку под кожух

Продолжение прил. 2

Теплоизоляционный материал	ГОСТ или ТУ	Средняя плотность (объемная масса), кг/м³		Теплопроводность (коэффициент теплопроводности), Вт/(м·°С), [ккал/(м·ч·°С)]			Группа возгораемости	Характер пористости	Размеры по ГОСТ или ТУ, мм	Область применения
		материала по ГОСТ или ТУ	расчетная в конструкции	материала по ГОСТ или ТУ при 25 °С, не более	Расчетный в конструкции: при положительных температурах	Расчетный в конструкции: при отрицательных температурах				
4. Маты без связующего из ультратонкого или супертонкого стеклянного волокна	ТУ 18-16-84-76	до 10	до 40	—	ориентировочно $0{,}04 + 0{,}0003\,t_{ср}$ $(0{,}034 + 0{,}00026\,t_{ср})$	0,047 (0,04)	»	открытая	Длина 1100, ширина 600, толщина 20—60 с интервалом 10 мм	Трубопроводы всех диаметров. Арматура
5. Материал теплозвукоизоляционный марки АТМ-1	ТУ 18-16-85-76	до 10 без оклейки	до 40 без оклейки	—	ориентировочно $0{,}04 + 0{,}0003\,t_{ср}$ $(0{,}034 + 0{,}00026\,t_{ср})$	0,047 (0,04)	несгораемый	то же	Длина 6000, ширина 570 и 1000, толщина 20—40 с интервалом 5 мм	Трубопроводы всех диаметров. Арматура с оклейкой стеклотканью, в некоторых случаях может применяться без покровного слоя

6 Пенополиуретан эластичный трудносгораемый марки ППУ ЭТ	ТУ 6 05 1734-75	30—40	40 50	—	—	0 047 (0 04) 0 047 (0 04)	трудносгораемый	»	Листы и плиты длина 2000 ширина 850 и 1000 толщина от 5 до 300	Трубопроводы всех диаметров арматура с отрицательными температурами транспортируемых веществ На пожаровзрывоопасных производствах не применяется
7 Плиты минераловатные на синтетическом связующем мягкие марки 50	ГОСТ 9573-72	50	75	0 047 (0 04)	0 04 + + 0 00026 $t_{ср}$ (0 034 + + 0 00022 $t_{ср}$)		несгораемые	»	Длина 1000 ширина 500 700 толщина 40—100 с интервалом 10 мм	Трубопроводы с диаметром 100 мм и более Арматура
8 Холст из штапельного базальтового волокна марки ХШБВ	ТУ 6 11 215 76	40	80	0 041 (0 035)	ориентировочно 0 04 + + 0 00026 $t_{ср}$ (0 034 + + 0,00022 $t_{ср}$)	0 047 (0 04)	несгораемый	»	Рулоны шириной 5000 и 1000 толщина не нормируется	Трубопроводы всех диаметров
9 Холст из супертонкого штапельного волокна из горных пород	РСТ УССР 5013-76	15—35	30—70	0 035—0,043 (0 03—0 037)	ориентировочно 0 04 + + 0 00029 $t_{ср}$	0 047 (0 04)	то же	то же	Длина 1100 ширина 1050 толщина до 200	Трубопроводы всех диаметров Арматура

Примечания 1 $t_{ср}$ — средняя температура теплоизоляционного слоя Для трубопроводов, расположенных в помещении и на открытом воздухе в летнее время $t_{ср} = \frac{t + 40}{2}$ на открытом воздухе в зимнее время $t_{ср} = \frac{t}{2}$ Здесь t — температура изолируемого трубопровода °С 2 Расчетные значения теплопроводности (коэффициента теплопроводности) теплоизоляционных конструкций трубопроводов с положительными температурами транспортируемых веществ даны с учетом влияния шовности и крепежных деталей 3 Расчетные значения теплопроводности (коэффициента теплопроводности) теплоизоляционных конструкции трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ даны с учетом влажности материала накапливающейся в теплоизоляционном слое в процессе эксплуатации 4 Теплоизоляционные материалы отнесены к группам возгораемости в соответствии с прил 1 СНиП «Противопожарные нормы проектирования промышленных зданий и сооружений»

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРОВНОГО СЛОЯ

Материалы защитно-покровного слоя	ГОСТ или ТУ	Применяемая толщина, мм	Масса 1 м², кг
1. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	ГОСТ 21631—76	0,3—0,8	0,85—2,2
2. Оболочки (заготовки) из алюминия и алюминиевых сплавов для покрытия тепловой изоляции трубопроводов	ТУ 36-2065-77	0,3	0,85
3. Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов	ГОСТ 13726—78	0,25—0,7	0,7—2,0
4. Стеклотекстолит покровный листовой СТПЛ	ТУ 36-1583-72	0,3—0,5	0,3—0,6
5. Стеклотекстолит для теплоизоляционных конструкций	ТУ 6-11-270-73	0,3—0,5	0,4—0,7
6. Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций: Ф0,15т-К, Ф0,15м-К	ТУ 36-1177-77	0,8—1	0,9—1,1

ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Водопоглощение %, не более	Группа возгораемости	Расчетный срок службы в неагрессивных средах, год		Область применения
		вне помещений	в помещениях	
—	Несгораемые	12	14	Трубопроводы всех диаметров. Арматура
—	То же	10	12	Трубопроводы всех диаметров
—	»	10	12	То же
2	Трудносгораемый	8	9	Трубопроводы диаметром более 150 мм. В цехах пожароопасных и взрывоопасных производств категорий А, Б, В не применяются
3	То же	7	8	
5—7	Трудносгораемая	5	7	Трубопроводы всех диаметров. В цехах пожароопасных и взрывоопасных производств категорий А, Б, В не применяется

Материалы защитно-покровного слоя	ГОСТ или ТУ	Применяемая толщина, мм	Масса 1 м², кг
Ф0,15т-Ст, Ф0,15-Ст	»	0,5—0,9	0,8—1,0
Ф0,15-С, Ф0,15м-С	»	0,4—0,6	0,8—0,9
Ф0,15т-Сх, Ф0,15м-Сх	»	0,9—1,2	0,7—0,9
Ф0,15т-П, Ф0,15м-П	»	1,6—1,4	1,3—1,5
7. Фольгоизол	ГОСТ 20429—75	2—2,5	0,7—0,8
8. Оболочки гофрированные для теплоизоляционных конструкций отводов трубопроводов (изготавливаются из алюминиевой фольги мягкой ГОСТ 618—73, фольги дублированной ТУ 36-1177-77, 10429-75)	—	0,2—0,6	0,6—0,8

Примечания: 1. При соответствующем обосновании допускается
2. Фольгоизол отнесен к группе трудносгораемых материалов в
3. Материалы отнесены к группе возгораемости в соответствии с
ний и сооружений».

Водопоглощение, %, не более	Группа возгораемости	Расчетный срок службы в неагрессивных средах, год		Область применения
		вне помещений	в помещениях	
5—7	Трудносгораемая	5	7	Фольга, дублированная картоном, применяется только внутри помещений
5—7	То же	5	7	То же
5—7	»	5	7	»
5—7	»	5	7	»
4 г/м² за 24 ч	Трудносгораемый	5	7	Трубопроводы всех диаметров. В цехах пожароопасных и взрывоопасных производств категорий А, Б, В не применяется
5—7	Изготовленные только из фольги — несгораемые, остальные — трудносгораемые	5	6	Область применения гофрированных отводов соответствует области применения материалов, из которых они изготавливаются

применение материалов, не приведенных в настоящей таблице. конструкции с несгораемым основным теплоизоляционным слоем. прил. 1 глава СНиП «Противопожарные нормы проектирования зда-

gost.e-ecolog.ru