

# СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ



# Виды труб и их физические свойства

## Металлические трубы

- Самые распространенные металлы для производства труб – это:
  1. Сталь
  2. Чугун



# Стальные трубы

- Основными механическими свойствами стали являются:
  - Прочность
  - Твердость
  - Пластичность
  - Упругость
  - Выносливость
  - Вязкость

### Механические свойства стали 20 при T=20°C

ГОСТ	Состояние поставки	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ (%)	HB (не более)
1050-74	Сталь калиброванная:				
	горячекатаная, кованая и серебрянка 2-й категории после нормализации	410	25	55	
	5-й категории после нагартовки	490	7	40	
	5-й категории после отжига или высокого отпуска	390	21	50	
10702-78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой:				
	после отпуска или отжига	390-490		50	163
	после сфероидизирующего отжига	340-440		50	163
	нагартованная без термообработки	490	7	40	207
1577-81	Полосы нормализованные или горячекатаные	410	25	55	
4041-71	Лист термообработанный 1-2й категории	340-490	28		127

### Ударная вязкость КСУ (Дж/см<sup>3</sup>) при низких температурах °С

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	КСУ при +20	КСУ при -40	КСУ при -60
19281-73	Сортовой и фасонный прокат	от 5 до 10	64	39	34
		от 10 до 20 вкл.	59	34	29
		от 20 до 100 вкл.	59	34	-
19282-73	Листы и полосы	от 5 до 10	64	39	34
		от 10 до 60 вкл.	59	34	29
		Листы после закалки, отпуска (Образцы поперечные)	от 10 до 60 вкл.	-	49

### Физические свойства стали 20

Температура испытания, °С	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Модуль нормальной упругости, E, ГПа	212	208	203	197	189	177	163	140		
Модуль упругости при сдвиге кручением G, ГПа	78	77	76	73	69	66	59			
Плотность, $\rho$ , кг/см <sup>3</sup>	7859	7834	7803	7770	7736	7699	7659	7917	7624	7600
Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)		51	49	44	43	39	36	32	26	26
Уд. электросопротивление, R, (ρ, НОм·м)		219	292	381	487	601	758	925	1094	1135
Коэффициент линейного расширения, $\alpha$ , (10 <sup>-6</sup> 1/°С)	12.3	13.1	13.8	14.3	14.8	15.1	15.2			
Удельная теплоемкость, C, Дж/(кг·°С)	486	498	514	533	555	584	636	703	703	695

# Чугунные трубы

Основными механическими свойствами стали

являются:

- Выносливость
- Прочность
- Твердость
- Долговечность

Физические свойства

Величина	Значение	Единица измерения
Коэффициент линейного теплового расширения (thermal expansion coefficient)	10-11,5	$10^{-6}/K = 10^{-6}/C$
Теплопроводность (thermal conductivity)	25-42	$Вт/(м^*K) = Вт/(м^*C)$
Удельная теплоемкость (specific heat capacity)	нет данных	$Дж/(кг^*K) = Дж/(кг^*C)$
Температура плавления (melting temperature)	1150 — 1250	$^{\circ}C$
Эксплуатационная температура = температура использования (service temperature)	-100/+400	$^{\circ}C$
Плотность (density)	7100-7300	$кг/м^3$
Удельное электрическое сопротивление (resistivity)	0,45-0,65	$(Ом^*мм^2)/м$

# Пластиковые трубы

- ПНД (полиэтилен низкого давления)
- ПВД (полиэтилен высокого давления)
- РЕХ (трубы из сшитого полиэтилена)
- ПП (полипропиленовые трубы)
- ПВХ (поливинилхлоридные трубы)



# ПНД

ГОСТ	16338-85
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,931-0,970
Температура для плавления, °С	125-132
Температура для размягчения в воздушной среде по Вика, °С	120-125
Плотность насыпания гранул, г/см <sup>3</sup>	0,5-0,6
Плотность насыпания порошка, г/см <sup>3</sup>	0,20-0,25
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	19,0-35,0
Предел прочности при срезе, МПа	19,0-35,0
Твердость по вдавливаню под заданной нагрузкой шарика, МПа	48,0-54,0
Удельное электрическое поверхностное сопротивление, Ом	1014
Удельное электрическое объемное сопротивление, Ом·см	1016-1017
Водопоглощение за 30 суток, %	0,03-0,04
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 1010 Гц	0,0002-0,0005
Диэлектрическая проницаемость при частоте 1010 Гц	2,32-2,36
Удельная теплоемкость при 20-25 °С, Дж/кг·°С	1680-1880
Теплопроводность, В/(м·°С)	(41,8-44)·10 <sup>-2</sup>
Линейный коэффициент термического расширения, /°С	(1,7-2,0)·10 <sup>-4</sup>

# ПВД

ГОСТ	16337-77
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,900-0,939
Температура для плавления, °С	103-110
Разрушающее напряжение при изгибе, Па (кгс/см <sup>2</sup> )	(117,6-196,07)·10 <sup>5</sup> (120-200)
Предел прочности при срезе, Па (кгс/см <sup>2</sup> )	(137,2-166,6)·10 <sup>5</sup> (140-170)
Предел прочности при разрыве, не менее Па (кгс/см <sup>2</sup> )	113-105, 137-105
Твердость по вдавливанию под заданной нагрузкой шарика, Па(кгс/см <sup>2</sup> )	(1,66-2,25)·10 <sup>5</sup> (1,7-2,3)
Удельное электрическое поверхностное сопротивление, Ом	1015
Удельное электрическое объемное сопротивление, Ом·см	1016-1017
Водопоглощение за 30 суток, %	0,02
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 1010 Гц	0,0002-0,0005
Диэлектрическая проницаемость при частоте 1010 Гц	2,25-2,31
Температура хрупкости, не выше °С	от -100 до -120
Усадка при литье, %	1,0-3,5
Модуль упругости (секущий), Па (кгс/см <sup>2</sup> ) для полиэтилена плотностью в г/см <sup>3</sup>	
0,917-0,921	(882,3-1274,5)·10 <sup>5</sup> (900-1300)
0,922-0,926	(1372-1764,7)·10 <sup>5</sup> (1400-1800)
0,928	2107,8 ·10 <sup>5</sup> (2150)

# PEX

Ниже в таблице приведены сравнительные данные свойств PE-RT и PEX

Свойства	Ед. изм.	Норма испытаний	PE-RT	PEX
Плотность	Г/см <sup>3</sup>	ISO 1183	0.933	0.94
Индекс расплава, 190°C; 2,16 кг	Г/10мин	ISO 1133	0.7	0.33
Индекс расплава, 190°C; 5,0 кг	Г/10мин	ISO 1133	2.2	1.5
Точка плавления кристаллитов	°C	ISO 306 (A)	122	133
Точка плавления кристаллитов	Вт/мК	DIN 52612	0.4	0.36
Коэффициент линейного расширения	10 <sup>-4</sup> /°C	DIN 53752	1.95	1.4
Твердость (по Шору, шкала D)	-	ISO 868	53	60
Предел пропорциональности при растяжении	МПа	ISO 527	16.5	20
Относительное удлинение при достижении предела пропорциональности	%	ISO 527	13	20
Предел прочности при растяжении	МПа	ISO 527	34	38
Относительное удлинение при достижении предела прочности	%	ISO 527	800	500
Модуль упругости (Юнга)	МПа	ISO 527	580	900

21553	Плавление	+149 <sup>0</sup> С
11262	Предел прочности (при разрыве)	34 ÷ 35 Н/мм <sup>2</sup>
18599	Удлинение предела текучести	50%
11262	Предел текучести (на растяжение)	24 ÷ 25 Н/мм <sup>2</sup>
15173	Коэффициент расширения	0,15 мм

# ПВХ

Плотность	DIN EN ISO 1183	г/см <sup>3</sup>	1,44
Напряжение при растяжении	DIN EN ISO 527	МПа	58
Удлинение при растяжении	DIN EN ISO 527	%	4
Модуль упругости при растяжении	DIN EN ISO 527	МПа	3300
Ударная вязкость образца	DIN EN ISO 179	кДж/м <sup>2</sup>	без повр.
Ударная вязкость образца с надрезом	DIN EN ISO 179	кДж/м <sup>2</sup>	4
Твердость вдавливания шарика	DIN EN ISO 2039-1	МПа	
Твёрдость по Шору D (15 s)	DIN EN ISO 868		82
Средний коэффициент теплового линейного расширения	ISO 11359-2	К <sup>-1</sup>	0,8 × 10 <sup>-4</sup>
Температура размягчения по Вика	DIN ISO 306 (B)	°C	74
Возгораемость DIN 4102 (испытания для 1-4мм), 2-6мм для UV	DIN 4102		B1 трудновоспламеняемый
Поведение при воздействии пламени (пожаре)	UL 94		V-0 от 1 мм
	NF P 92-501		M1 1 до 3 мм
	BS 476		class 1 (3 мм)
Электрическая прочность	DIN IEC 60243-1	кВ/мм	39
Удельное поверхностное сопротивление	DIN IEC 60093	Ом*м	10 <sup>13</sup>
Диапазон рабочих температур		°C	0 до +60
Физиологическая безвредность	BfR		нет
	EU		нет
	FDA		нет
Дополнительная информация			изготовление изделий для химической промышленности

# Металлопластик

- Их конструкция представляет собой многослойный пирог из двух полиэтиленовых слоёв с промежуточной алюминиевой прослойкой

Наименование показателя / Диаметр (мм)	16	20	26
Материал внутреннего слоя	PEX-B		
Материал наружного слоя	PEX-B		
Внутренний диаметр, (мм)	16	20	26
Толщина алюминиевого слоя (мм)	0,23	0,23	0,23
Длина бухты (м)	100	100	100
Диаметр бухты (см)	45	75	82
Вес 1м.п. трубы (кг/м)	0,115	0,14	0,25
Рабочая температура при давлении 10 бар, (°C)	0-95		
Рабочая температура при давлении 25 бар, (°C)	0-25		
Максимальная кратковременная нагрузка (°C)	130		
Максимальное давление при t=20°C, бар	94	73	86
Коэффициент линейного расширения (1/°C)	2,51*10-5	2,51*10-5	2,52*10-5
Изменение длины после прогрева при температуре (120-3°C) в течение (60+1) мин, %	0,81		
Шероховатость	0,006		
Диффузия кислорода, мг/л.	0		
Коэффициент теплопроводности (W/mk)	0,41	0,41	0,39
Срок службы при соблюдении паспортных условий эксплуатации, лет	50		
Минимальный радиус изгиба вручную, мм.	80	100	130
Радиус изгиба с применением кондуктора или трубогиба мм.	45	60	95

# Технология производства

## Металлические трубы.

Существует три основных метода, с помощью которых производят металлические трубы:

1. Электросварной
2. Горячекатаный
3. Холодный деформационный



# Пластиковые трубы

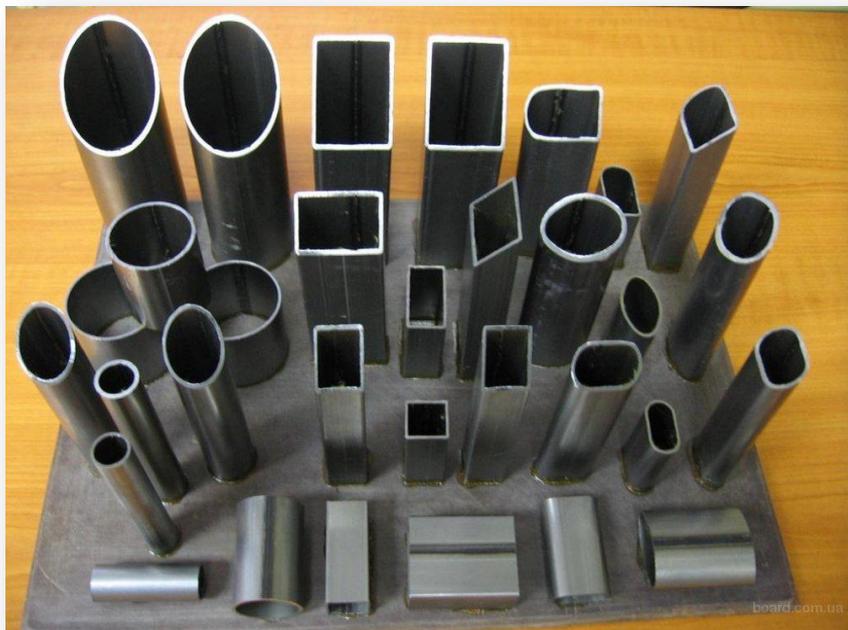
## Основные этапы производства пластиковых труб:

- Подготовка. Этот этап включает в себя перемешивание и измельчение сырья.
- Подогрев. На этом этапе полимерную массу пропускают через несколько температурных камер, что позволяет выполнить нагрев постепенно.
- Формирование заготовки. Оно производится в специальном оборудовании — экструдере. Подогретое сырье закачивается в камеру экструдера, где проходит через формирующий элемент — фильеру.
- Охлаждение. Охлаждают полученную заготовку с помощью горячей воды.
- Калибровка. На этой стадии деталь подвергается обработке в вакуумном калибраторе, после чего она приобретает окончательный размер и форму.



# Практическое применение трубопроводов

Конструкции из данных материалов наиболее подходят для водопроводов:



Главный фактор в выборе материала для канализации — устойчивость к воздействию вредных веществ, разъедающих трубы изнутри



Основные факторы выбора материала труб для вентиляционных систем: устойчивость к внешнему и внутреннему давлению и диапазон приемлемой температуры.



Выбор материала для газопровода проходит очень тщательно и должен соответствовать всем требованиям и ГОСТам.



# Пример трубы с прокладкой подземного кабеля.



При выборе материала для отопительной системы самым главным фактором является температурная устойчивость.



# Переработка и утилизация.

Если трубопровод выведен по каким-либо причинам из эксплуатации, то он может быть законсервирован или демонтирован.

При этом возможны различные варианты их использования:

- восстановление и повторное использование;
- применение в трубопроводах при меньших давлениях;
- использование для изготовления
- переплавка.



# Спасибо за внимание

