

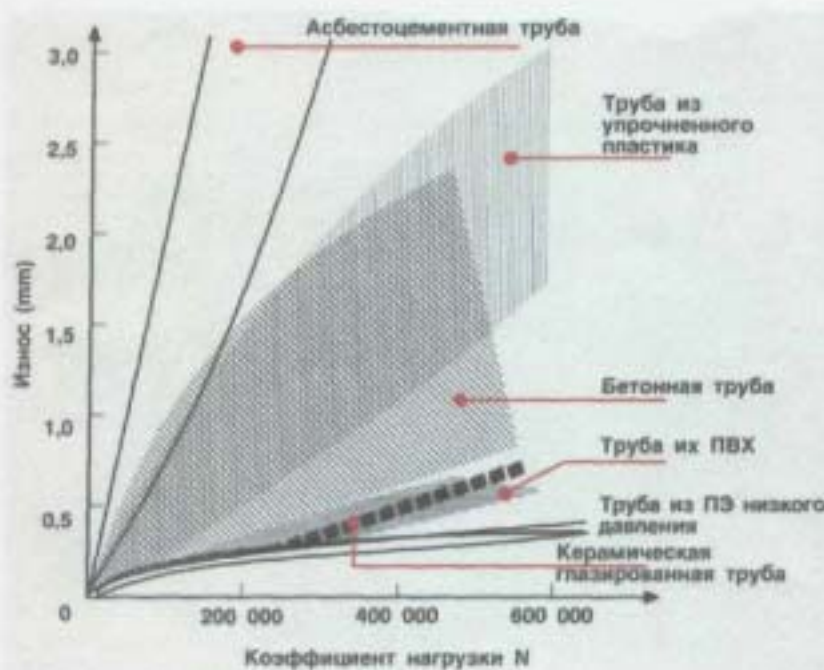
# Проектирование, монтаж

## Свойства материалов

### Физические свойства труб и полиэтиленового сырья

Свойства	Единица измерения	Значение	Стандарт
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	> 930	ISO 1183
Модуль упругости	Н/мм <sup>2</sup>	- 800	ISO 527
Коэффициент теплового расширения	мм/м°C	- 0,2	
Теплопроводность	Вт/м°C		-0,3 - 0,4
Кратковременная кольцевая жесткость	кН/м <sup>2</sup>	> 4	ISO 9969

### Износоустойчивость



Тест на износоустойчивость по Дармштадту (DIN v. 19534, ч.2) предусматривает для наиболее распространенных материалов испытания, при которых образец трубы заполняется песчано-водной смесью. Образец качается с определенным интервалом. Износ замеряется обычными способами. Результаты показывают чрезвычайно низкий износ материалов из полиэтилена. Таким образом, 400 тысяч циклов нагрузки приводят к износу 0,3 мм для ПЭ труб, в то время как износ стекло-пластиковых труб в 6-8 раз больше при аналогичных условиях испытаний.

### Химическая устойчивость

При нормальных условиях эксплуатации полиэтиленовый материал является инертным. Иначе говоря, труба из полиэтилена не разлагается, не подвержена коррозии и не разъедается вследствие химических или электрохимических реакций, происходящих в грунте.

### Температурная устойчивость

Максимально допустимая температура жидкости в трубе :  
- временно + 80 °C  
- длительно + 45 °C.

## Гидравлические параметры

По Колбруку-Уайту:

$$u = -2\sqrt{2gdl} \cdot \log\left(\frac{k}{3,7d} + \frac{2,51\nu}{d\sqrt{2gdl}}\right)$$

$u$  – скорость водотока (м/с)  
 $l$  – уклон (%)  
 $k$  – коэффициент шероховатости (м)  
 $\nu$  – вязкость (м<sup>2</sup>/сек)  
 $d$  – внутренний диаметр (м)  
 $g$  – ускорение свободного падения

### Трубы с частичным заполнением

Степень заполнения (%)



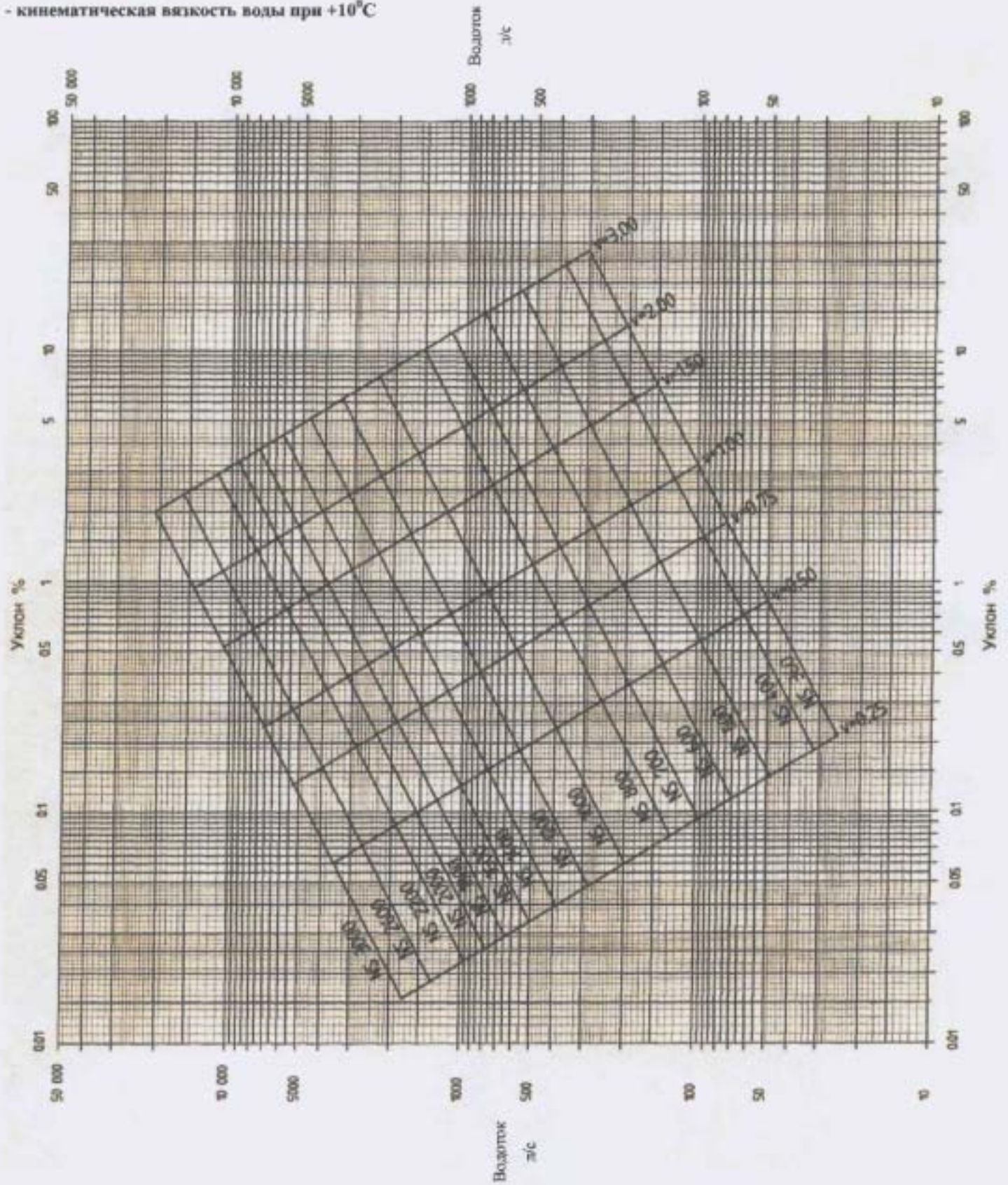
График зависимости расхода, площади заполнения, скорости потока и гидравлического радиуса, как функция уровня заполнения трубы (кривая 10Q показывает увеличение расхода в диапазоне 0-12% по горизонтальной оси).

### Пример изменений расхода и скорости водотока

Уклон %	Степень заполнения	NS=400		NS=800		NS=1200	
		u м/с	Q л/с	u м/с	Q л/с	u м/с	Q л/с
1	100 %	0,60	75	0,93	465	1,19	1348
	50 %	0,51	34	0,79	209	1,01	607
	25 %	0,33	10	0,51	61	0,66	175
5	100 %	1,36	170	2,09	1052	2,69	3041
	50 %	1,15	77	1,78	473	2,29	1369
	25 %	0,75	27	1,15	168	1,48	487
10	100 %	1,92	242	2,97	1492	3,81	4310
	50 %	1,64	109	2,52	671	3,24	1940
	25 %	1,06	31	1,63	194	2,10	560

# Номограмма потока

- коэффициент шероховатости труб 0,25 мм
- кинематическая вязкость воды при +10°C



## Конструкционные решения

### Эластичность трубы при укладке в грунт

Под эластичной трубой подразумевается труба, изменяющая свою форму под воздействием различных нагрузок (транспортных, почвенных вод, мерзлоты, уплотнения грунта и т.п.) в отличие от жесткой трубы, принимающей на себя любую нагрузку. Изменение формы эластичной трубы зависит от ее жесткости, плотности подсыпки и внешних нагрузок.

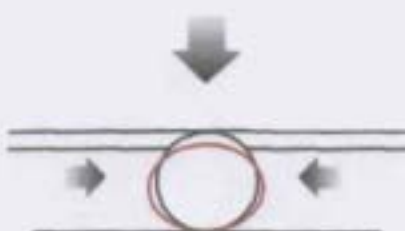
Для расчета изменения формы применяются несколько способов, многие из которых основаны на так называемой формуле Шпанглера.

### Формула Шпанглера

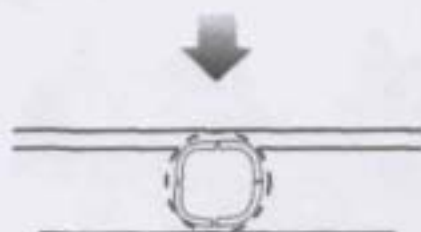
$$\text{деформация (\%)} = \frac{\text{вертикальная нагрузка на трубу}}{\text{жесткость трубы} + \text{жесткость грунта}}$$



Большинство изменений формы трубы связаны с укладкой. Изменения формы после монтажа продолжают происходить как из-за уплотнения грунта, так и из-за воздействия внешних нагрузок. По наблюдениям, максимум деформации достигается через 1-3 года после монтажа. Время зависит от материала засыпки и ее качества, а также от внешних нагрузок на трубу. Допустимый предел деформации для трубы составляет 8-10%.



Эластичная труба



Жесткая труба

Исследования и опыт работы показывают, что деформация и нагрузки на одном и том же трубопроводе различны в зависимости от подсыпки и внешних нагрузок. Это приводит к деформации эластичных труб и к изменению момента изгиба для жестких труб.

Эластичная труба компенсирует воздействие нагрузки собственной деформацией. В отличие от эластичной, жесткая труба не теряет своей формы. В результате, по мере возрастания нагрузок, жесткая труба ломается и теряет герметичность. Вследствие постепенного вымывания материала засыпки жесткая труба

## Таблица глубины прокладки

Эластичные трубы требуют поддержки со стороны грунта, достаточной для обеспечения переноса нагрузок на засыпной грунт. При выборе класса кольцевой жесткости необходимо учитывать свойства грунта, свойства засыпных материалов, глубину укладки и возможные воздействия внешних нагрузок (транспортные магистрали, уровень грунтовых вод, мерзлота, усадка грунта и т.д.).

Инструкции по глубине укладки, способам устройства оснований, уплотнению и т.д. содержатся в указаниях по прокладке трубопроводов. Внимание! При прокладке труб диаметром более 1000 мм глубина укладки проектируется в каждом отдельном случае.

### Рекомендуемая глубина прокладки для труб

Грунт		Жесткие сыпучие грунты (песок, гравий)				
Расположение		Зеленые зоны, автостоянки, боковые улицы			Главные магистрали с большой транспортной нагрузкой, в т.ч. грузового транспорта	
Материал засыпки		Выемной грунт	Вязкие грунты (0-16 мм)	Щебень (4-16 мм)	Выемной грунт	Щебень (4-16 мм)
Глубина засыпки (м)	0,6	4 кН/м <sup>2</sup>			4 кН/м <sup>2</sup>	
	1,0					
	2,0					
	3,0					
	4,0					
	5,0					
	6,0					

Грунт		Лесные, глинистые грунты				
Расположение		Зеленые зоны, автостоянки, боковые улицы			Главные магистрали с большой транспортной нагрузкой, в т.ч. грузового транспорта	
Материал засыпки		Выемной грунт	Вязкие грунты (0-16 мм)	Щебень (4-16 мм)	Выемной грунт	Щебень (4-16 мм)
Глубина засыпки (м)	0,6	4 кН/м <sup>2</sup>			4 кН/м <sup>2</sup>	
	1,0					
	2,0					
	3,0					
	4,0					
	5,0					
	6,0					

Грунт		Мягкие грунты (суглинок, глина, торф)				
Расположение		Зеленые зоны, автостоянки, боковые улицы			Главные магистрали с большой транспортной нагрузкой, в т.ч. грузового транспорта	
Материал засыпки		Выемной грунт	Вязкие грунты (0-16 мм)	Щебень (4-16 мм)	Выемной грунт	Щебень (4-16 мм)
Глубина засыпки (м)	0,6	4 кН/м <sup>2</sup>			4 кН/м <sup>2</sup>	
	1,0					
	2,0					
	3,0					
	4,0					
	5,0					
	6,0					

## Обустройство траншей

Трубы укладываются в соответствии с Инструкцией по монтажу (Подземный и подводный монтаж труб из полиэтилена).



### Устройство основания

При наличии твердых грунтов трубы укладываются непосредственно на грунт, при мягких грунтах - на решетчатую конструкцию. При необходимости, для улучшения эксплуатационных качеств и для предотвращения смешивания засыпки с базовым грунтом, в основание укладывается фильтрующая ткань.

### Выравнивающий слой

Выравнивающий слой, толщиной не менее 150 мм, всегда необходим при применении решетчатых или иных оснований. Необходимо проверить, чтобы по всей ширине выравнивающего слоя не было камней. Ширина выравнивающего слоя должна быть не менее чем на 400 мм шире диаметра трубы, а уплотнение слоя должно производиться механически по всей ширине траншеи.

### Первичная засыпка

Материал первичной засыпки должен засыпаться таким образом, чтобы исключить подвижки или повреждение трубы. Первый засыпочный слой не должен превышать по толщине половины диаметра трубы. Слой уплотняется и распределяется по бокам трубы и под ней, не допуская при этом подвижек трубы или ее повреждений.

Первичная засыпка производится как можно более ровными слоями, как по длине трубы, так и по бокам.

Особое внимание при этом следует уделять засыпке под нижней частью трубы.

Внимание! Механическое уплотнение засыпки можно производить при слое засыпного грунта не менее 300 мм.

### Окончательная засыпка

Требования по окончательной засыпке различны для зон с транспортной нагрузкой и зеленых зон. В зонах с транспортной нагрузкой материал окончательной засыпки должен быть пригоден к трамбованию. При этом может использоваться и выемной грунт, если по своим свойствам он пригоден для этих целей.

Вне зон с транспортной нагрузкой, как правило, используется выемной грунт. Утрамбовка проводится послойно. Материал засыпки не должен содержать камней или острых осколков.

## ИЗГИБ

Изменения направления канализационных сетей обычно производится либо в колодцах, либо с применением отводов. Муфтовые соединения должны быть укреплены, чтобы крутящий момент не приходился на муфту. Небольшие угловые расхождения можно компенсировать естественным

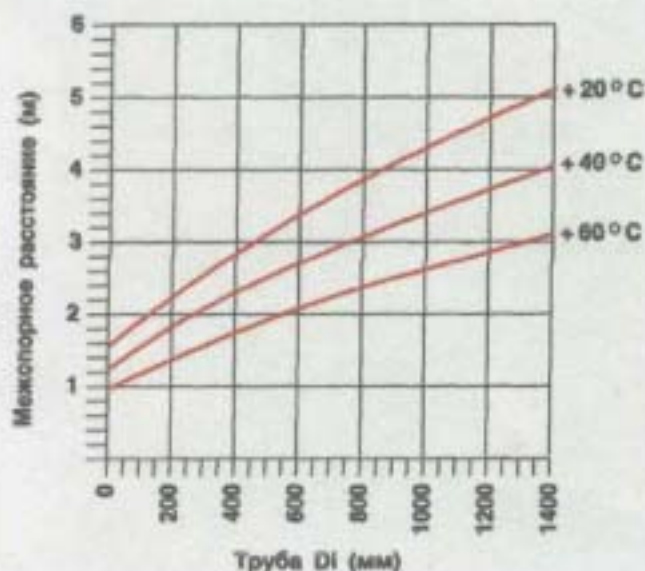
изгибом трубы. Допустимый радиус изгиба для труб составляет 50De (диаметр в диаметрах). Точечный изгиб трубы с целью изгиба не допускается.

## Межопорное расстояние

При прокладке труб над грунтом рекомендуемое межопорное расстояние определяется по нижеприведенной таблице.

### Межопорное расстояние

- деформация 10 мм/10 лет
- плотность жидкости 1000 кг/м<sup>3</sup>



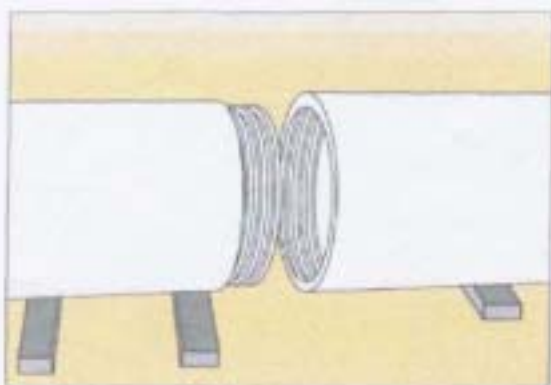
## Выталкивающая сила

При подводной прокладке труб, или их прокладке ниже уровня грунтовых вод, должны учитываться подъемная сила, направленная на трубу. В ряде случаев труба прижимается для понижения подъемной силы. Степень пригрузки определяется при проектировании.

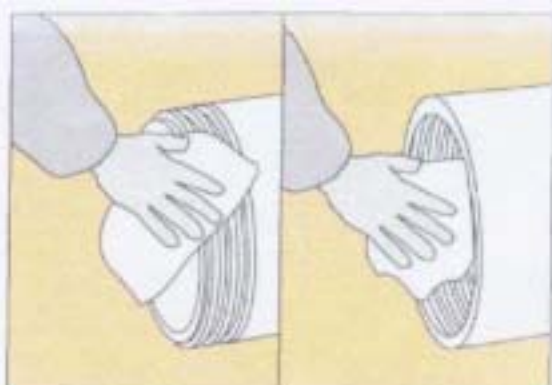
### Выталкивающая сила, действующая на трубу



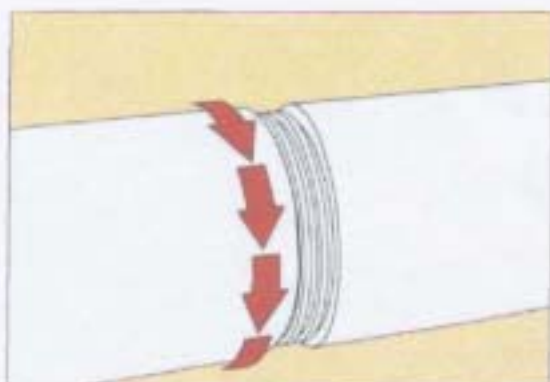
NS - D1	De	Неуполн. труба Профиль пуст	Заполн. труба Профиль пуст	Заполн. труба Профиль заполнен
мм	мм	кН/м	кН/м	Н/м
360	400	1,26	0,30	10
400	450	1,60	0,34	10
500	560	2,47	0,51	10
600	675	3,51	0,71	10
700	790	4,92	1,07	20
800	900	6,38	1,36	20
1000	1125	9,97	2,11	30
1200	1350	14,35	3,04	40
1400	1575	19,66	4,27	50
1500	1680	22,24	4,57	70
1600	1792	25,53	5,42	80
1800	2016	31,99	6,54	100
2000	2240	39,53	8,12	120
2200	2464	47,87	9,86	150



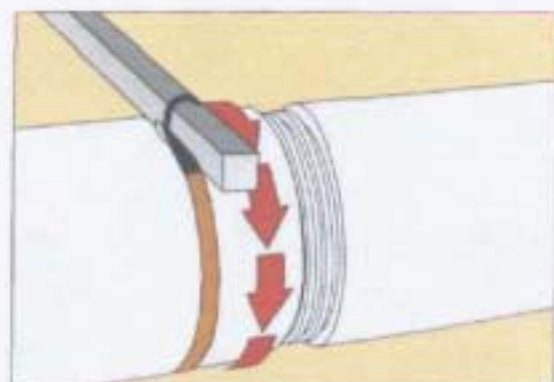
1. Отцентрировать трубы по вертикали и горизонтали.



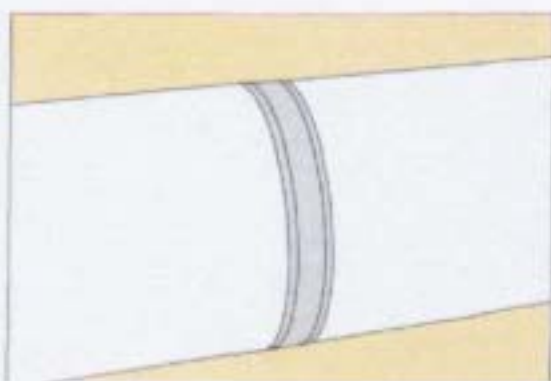
2. Очистить соединяемую поверхность от грязи, льда, песка и т.п.



3. Соединить торцы труб по резьбе.



4. Для придания необходимого монтажного усилия закручивание может производиться при помощи ремней и бруска, либо при помощи ковша экскаватора. В целях облегчения закручивания под трубу могут быть подложены доски или ролики.



5. Соединение является непроницаемым для песка. Водонепроницаемость соединения обеспечивается сваркой ручным экструдером изнутри ( $NS > 800$  мм), снаружи, либо с двух сторон, а также применением термоусадочной или резиновой ленты.