

Pragma®

Системы наружной канализации из ПП

PIPELIFE

PIPELIFE

119334 Россия Москва улица Вавилова 24 этаж 6

телефон+7-095 411 69 15 факс+7-095 411 69 16

gost.e-ecolog.ru

PIPELIFE

Системы наружной канализации из ПП

СОДЕРЖАНИЕ:

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ PRAGMA

1.1 Фирма PipeLife 3

1.2 Преимущества системы Pragma 4

1.3 Техническая характеристика труб Pragma 6

1.4 Транспортировка, складирование и перенос труб 8

МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ PRAGMA ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА

2.1 Создание труб Pragma® – Pragma® 12

2.2 Резка труб из PP Pragma® 12

2.3 Установка уплотнительного кольца 13

2.4 Соединение труб Pragma® (раструб) с трубами из ПВХ 13

2.5 Соединение труб Pragma® (гладкий конец) с трубами из ПВХ/ПП 14

2.6 Соединение труб Pragma® с телескопическими колодцами 14

2.7 Соединение отрезков труб Pragma® с помощью раструбов 15

2.8 Присоединение труб Pragma® к бетонным колодцам 16

ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

3.1 Вступление 17

3.2 Классификация грунтов для создания основ под трубопроводы 19

3.3 Подготовка основания 20

3.4 Подбор основания 20

3.5 Обсыпка – засыпка 22

3.6 Ширина заполнения по обеим сторонам трубопровода 24

3.7 Прокладка трубопроводов на небольшой глубине 25

3.8 Подбор труб 25

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

4.1 Основные положения и формулы 26

4.2 Уклоны, скорости потока и наполнение трубопроводов наружной канализации 27

4.3 Графики для гидравлических расчетов 29

1.1 ФИРМА PIPELIFE







Компания **PipeLife**, один из мировых лидеров в производстве пластмассовых труб и фитингов, была создана в 1989 году по инициативе австрийского концерна Wienerberger и бельгийского гиганта индустрии Solway S.A.

Wienerberger является лидером отрасли на европейском рынке по производству строительных материалов с 1918 года. Штаб-квартира концерна находится в Вене (Австрия).

Solway S.A. – это международный химико-фармацевтический концерн, основанный в 1863 году, со штаб-квартирой в Брюсселе (Бельгия).

Штаб-квартира компании **PipeLife** находится в Вене (Австрия). В настоящее время в группу входят 34 завода, расположенные в 28 странах мира.

Надежные системы пластиковых трубопроводов внастоящее время приобретают все большую важность для транспортировки воды, газа и других не менее важных для человека субстанций. Также они могут служить надежной защитной оболочкой для систем транспортировки энергии и информации.

Запросы наших потребителей меняются не только с течением времени, но и с появлением новых технологий и стандартов. Главным образом мы сосредоточены на уменьшении нашими клиентами затрат на транспортировку, установку и монтаж наших систем, поэтому все услия специалистов по развитию компании направлены на перспективные разработки, упрощающие жизнь и работу потребителя. Главным принципом, которым мы руководствуемся в работе, является «Старые проблемы – новые решения». В течение долгих лет компания приобрела большой опыт по производству пластмассовых труб из ПВХ, ПЭ и ПП. В настоящее время **PipeLife** может предложить самый полный ассортимент труб и фасонных изделий для водоснабжения, канализации, дренажа, отопления, газификации и защитных систем. Разнообразные, по большей части тяжелые, климатические условия России, требуют применения превосходных синтетических материалов, поэтому компания использует в своем производстве сырье самого высокого качества от известных производителей с мировым именем.

Наши специалисты присутствуют на всех локальных рынках и ведут разработку и внедрение продуктов с учетом особенностей каждой страны и даже географического региона.

PIPELIFE

Трубы PRAGMA были специально разработаны для сточной и ливневой канализаций. Применяются для транспортировки промышленных стоков и для дренажа в дорожном строительстве.

Трубы и фитинги PRAGMA производятся из сополимерного полипропилена, что обеспечивает высокие физико-химические показатели системы.

1.2 ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ PRAGMA

1. ТЕРМОСТОЙКОСТЬ

Выдерживает как высокую (до +95–100°C), так и низкую (до -60°C) температуры



2. ВЫСОКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

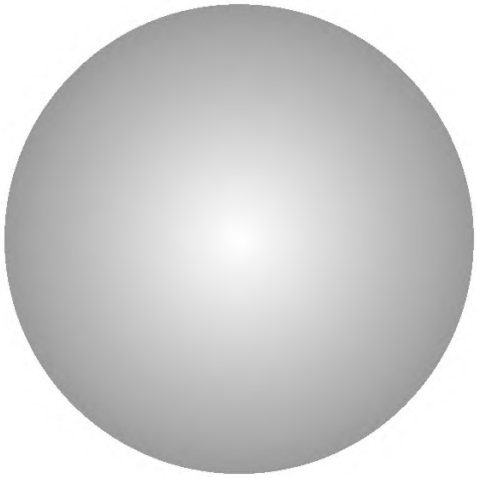
Устойчива к действию химически активных сред в сточных водах и к прокладке в агрессивных грунтах



3. УДАРНАЯ ВЯЗКОСТЬ

Трубы PRAGMA чрезвычайно устойчивы к ударной деформации, что особенно важно при температурах ниже 0°C (до -20°C). Эти характеристики делают ее особенно конкурентоспособной по сравнению, например, с гладкой трубой из ПВХ, при транспортировке и монтаже в зимних условиях





4. КОЛЬЦЕВАЯ ЖЕСТКОСТЬ

Жесткость эквивалентна 8 кг/м^2, что соответствует эксплутационному классу Т



5. УДОБНАЯ ТРАНСПОРТИРОВКА

Легкий вес труб PRAGMA и ее жесткость – очень удобны для транспортировки и моментального монтажа прямо на стройплощадке



6. ЛЕГКИЙ МОНТАЖ

Трубы PRAGMA легко соединяются с гладкостенными полипропиленовыми трубами и трубами из ПВХ.
Возможно присоединение труб PRAGMA как к полимерным, так и к бетонным колодцам



1.3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБ PRAGMA

В проектировании систем трубопроводов из пластмасс для транспортировки промышленных стоков, химикатов и прочих жидких сред со специальными свойствами при различных температурах необходимо учитывать параметры, касающиеся химической стойкости используемых материалов.

Особое внимание необходимо уделить тому, что в стоках могут присутствовать в большой концентрации такие вещества, как:

- *Масла:* растительные, животные и минеральные, такие как нефть и ее производные, креозол, скипидар, силиконовое масло;
- *Органические растворители:* ацетон и прочие кетоны, алкоголь, простые и сложные эфиры, уксусный альдегид, бензол, дисульфид углерода, тетрахлорметан, хлороформ, дихлорэтилен, трихлорэтилен;
- *Галогены:* фтор, хлор, бром, йод;
- *Кислоты:* ледяная уксусная кислота, хлорсульфатная, крезиловая, хлорноватистая, азотная, фосфорная и серная.

Химическое вещество, по отношению к которому пластмасса проявляет недостаточную или ограниченную стойкость, проникает сквозь стенки труб по всей площади контакта, вызывая размягчение и вспучивание пластмассы.

Нельзя использовать для транспортировки растворы, содержащие химические субстанции (при определенной концентрации и температуре), пластмассы, проявляющие недостаточную химическую стойкость к данным веществам.

Таблицы химической стойкости труб Pragma из ПП-б (PP-b) фирма PipeLife предоставляет по желанию клиента.

1.3.1 СТОЙКОСТЬ НА СТИРАНИЕ

В общих словах можно сказать, что трубы Pragma отличаются высокой устойчивостью к стиранию; значительно более высокой, чем большинство традиционных материалов. Это особенно важно при транспортировке различного рода стоков и смесей, содержащих песок, щебень, шлаки и т. д., которые встречаются в системах гидравлической транспортировки на предприятиях переработки камня, ископаемых, транспортировки бетонных смесей, твердых отходов, шлама и т. д.

График показывает результаты испытаний, проведенных для определения стойкости на стирание по методу TH Darmstadt [7]. Испытывалась смесь воды с песком и щебенкой (диаметр зерен меньше 3 мм, содержание твердых частиц не превышало 46% объема смеси.

Сравнение устойчивости к стиранию труб из различных материалов хорошо иллюстрирует следующий пример. Если принять условно значение износа трубы, выполненной их ПП, за единицу (1), износ труб из других материалов в тех же условиях эксплуатации будет превышать этот показатель в несколько, и даже в несколько десятков раз (см. таблицу).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА СТИРАНИЕ

Материал трубы	Износ стенки [мкм]	Относительный рост внутренних напряжений [%]
ПП	1	0,6
Сталь	2,28	6
Чугун	2,77	2
Керамика	5,72	2
Бетон	21,09	5
А/цемент	22,92	9

Скорость потока

Фактором, который существенно влияет на интенсивность износа, является скорость потока транспортируемой смеси; фирма PipeLife рекомендует устанавливать для пластмассовых труб скорость не выше 5 м/с.

1.3.2 СТОЙКОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ МИКРООРГАНИЗМОВ

Трубы Pragma обладают достаточной стойкостью к воздействию микроорганизмов. Они также не являются питательной средой для бактерий и грибков. Стойки к воздействию серной кислоты и солей серной кислоты, благодаря чему бактерии, которые живут в солях серы, не вредят данным трубам.

1.3.3 СТОЙКОСТЬ К ВЛИЯНИЮ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ

Трубы Pragma сохраняют свою однородность и стойкость при изменяющихся атмосферных условиях. Не происходит вспучивания и расслоения материала.

Предметные нормы для труб из ПП не требуют сертификации по влиянию ультрафиолетового облучения (UV) на процесс старения материала. Опыт показывает, что воздействие солнечного излучения не существенно влияет на свойства труб, выполненных из ПП.

1.3.4 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Свойства пластмасс зависят от используемого сырья, модификаторов, а также используемых методов производства. Средние значения параметров пластмасс, которые использует фирма PipeLife, приводятся в следующей таблице.

Свойства	Ед. изм.	ПВХ	ПП-б	Полиэтилен	
				ПЭ-80	ПЭ-100
Удельный вес	$Г/см^3$	1,38-1,47	0,90	0,92-0,94	0,94-0,96
Темп. размякания (Vicat)	°C	>79	146	60	60
Модуль Юнга	Мпа	?	1150	700	1000
Модуль Гука	Мпа	30	20	19	22
Сопротивление на границе упругости	Мпа	42	27	20	25
Удлинение при разрыве	%	>80	>500	600	>600
Коэффициент линейного температурного расширения (с)	мм/м · °C	0,03	0,12	0,18	0,20
Коэфф. теплопроводности	$Вт/м^2$ · °C	0,15	0,30	0,36	0,42
Максимальная постоянная темп. эксплуатации	°C	75	100	75	75

Трубы из полипропилена – легкие и отличаются самой высокой температурной стойкостью, более высокой, чем трубы из ПВХ и ПЭ. Кроме того, они более стойки к воздействию агрессивных стоков, а также отличаются большей механической прочностью, чем, например, трубы из ПВХ, в том числе при низких температурах, что позволяет монтировать трубы Pragma в зимних условиях.

1.3.5 УПЛОТНЕНИЯ

Для соединения труб Pragma фирма PipeLife производит целую гамму уплотнений, которые подходят для различных систем труб и различных условий, в которых приходится работать трубопроводам, обеспечивая полную герметичность и долговечность соединения. Долговечность уплотнений равна долговечности труб, в которых они устанавливаются. Более полная информация представлена в разделе «Монтаж трубопроводов Pragma из полипропилена».

Уплотнение для труб Pragma®

Узкие и высокие ребра жесткости труб Pragma® позволяют глубоко посадить уплотнение в канавку между ними. Для улучшения фиксации уплотнения на соединяемых элементах их профиль формируется особым образом – в виде капли. Затем распрямляется в процессе монтажа и заполняет канавку по всему радиусу трубы. Такая конструкция уплотнения, подкрепленная глубокой посадкой в узкой канавке, не позволяет уплотнению смещаться во время монтажа.

Такое уплотнение используется в дренажных колодцах для соединения фигурных деталей с дренажными или канализационными гладкостенными трубами.

1.4 ТРАНСПОРТИРОВКА, СКЛАДИРОВАНИЕ И ПЕРЕНОС ТРУБ

УПАКОВКА

Вся продукция фирмы PipeLife упаковывается и поставляется заказчику так, чтобы обеспечить необходимую сохранность товара во время транспортировки, разгрузки и складирования. Вид упаковки зависит от диаметра и вида продукции. Концы труб защищаются от загрязнения защитными заглушками.

ТРАНСПОРТИРОВКА

Трубы поставляются транспортными средствами производителя или заказчика.

Каждая партия поставляемых труб проверяется перед отправкой. Трубы должны загружаться согласно требованиям перевозчика. Перевозчик несет полную ответственность за поставку товара в надлежащем состоянии. В свою очередь получатель должен проверить получаемый товар. Убедиться в отсутствии брака и повреждений, которые могли возникнуть во время транспортировки.

Транспортировка труб автомобильным транспортом регулируется соответствующими правилами дорожного движения.

Транспортировка труб а/транспортом должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Трубы необходимо перевозить исключительно кузовными грузовиками или грузовиками, оснащенными боковыми ограничителями, установленными каждые 2 м; выступающие за задний борт концы труб не должны превышать 1 м.

2. Если перевозятся несвязанные трубы, то во время их погрузки следует соблюдать те же правила, что и для складирования. Высота груза на автомобиле не должна превышать 1 м.

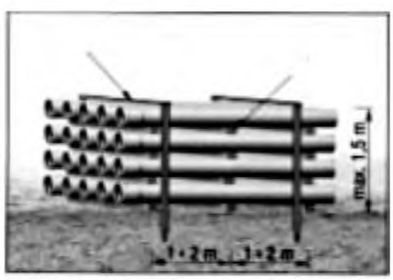
3. Во время транспортировки трубы должны быть защищены от механических повреждений металлическими частями грузовика, такими как болты, цепи и т. д. Несвязанные трубы должны быть защищены от царапин путем установки прокладок из картона и досок, например, устанавливаемых под цепь, скрепляющую борта а/машины.

4. Во время транспортировки трубы должны быть закреплены надлежащим образом во избежание их перемещения.

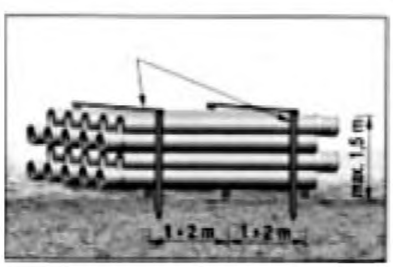
Транспортировка должна осуществляться при температуре окружающей среды 5-30°C. Трубы, произведенные фирмой PipeLife, можно перевозить в более широком диапазоне температур.

Безопасная и правильная транспортировка – это:
- **укладка труб по всей длине на подкладки**
- **подкладки находятся в кузове грузовика**
- **раструбы выходят за неоснащенные концы труб**

Примечание:
Платформа грузовика под загрузку должна стоять горизонтально. Во время разгрузки и перемещения а/транспорта нужно следить за тем, чтобы трубы не ударялись о посторонние предметы. Сильные удары могут вызвать механические повреждения труб, особенно при низких температурах.



Трубы в заводской упаковке рекомендуется разгружать с помощью вилочных погрузчиков



Разгрузка труб Pragma® может производиться вручную

1.4.1 СКЛАДИРОВАНИЕ ТРУБ И ФАСОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Складирование труб из ПП:

1. Трубы из ПП следует складировать в штапелях на деревянных прокладках, шириной не менее 10 см и толщиной не менее 2,5 см.
2. В штапеле не должно быть больше 7 слоев, высота штапеля не должна превышать 1,5 м.
3. Трубы укладываются раструбами попеременно с неоснащенными концами и очередные слои нужно отделять друг от друга деревянными прокладками.
4. Штапель нужно защитить от случайного выпадения трубы путем установки по всей его ширине деревянных ограничителей каждые 1-2 метра.





Правильное Складирование труб из ПВХ на строительной площадке:

а) складирование с использованием деревянных прокладок
б) попеременное складирование труб

Трубы и фасонные изделия во время складирования следует защищать от прямого воздействия солнечных лучей и температуры выше 40°C.

Во время долгосрочного хранения (несколько месяцев и дольше) трубы должны быть защищены от прямого воздействия солнечных лучей путем прикрытия брезентом или другим материалом, – например, непрозрачной пленкой из ПВХ или ПЭ, или же следует сделать защитный навес. Одновременно нужно обеспечить проветривание под защитной пленкой во избежание перегрева и тепловой деформации труб. Возможные изменения окраски труб под влиянием солнечных лучей не означают утраты ими прочности или износостойкости.

1.4.2 ПЕРЕНОС И РАБОТА С ТРУБОЙ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Перенос и погружение одинарных труб в траншею:

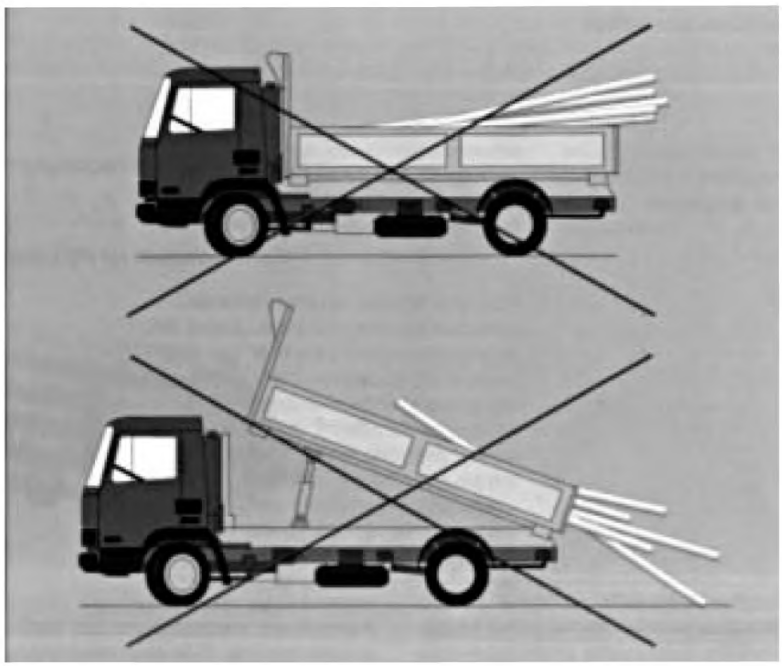
- Трубы диаметром до 315 мм включительно опускаются в траншею одним или двумя рабочими



- Трубы диаметром 400 мм и больше, а также связки труб перемещаются с использованием крана и двухветвьевого стропа или траверзы с двумя ветвями из мягкого, например, хлопчатобумажного троса.



! Запрещено использование стропов с металлическими тросами или цепями.
! Запрещено перемещать трубы волоком, сбрасывать с автомобиля или перекатывать по земле.



Неправильная разгрузка труб

1.4.3 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГРУЗА В НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Во время транспортировки, разгрузки, перемещения, складирования и укладки труб и фасонных изделий из ПП, при температуре ниже 0°С, нужно соблюдать особую осторожность.

Трубы, которые находятся в нижнем ряду штабеля, могут деформироваться от вышележащего груза. Обычно такая деформация исчезает самостоятельно, когда верхний груз снимается. Однако в условиях низкой температуры восстановление прежней формы может занять несколько часов. Запрещается укладывать деформированные трубы в траншеи. Укладываться должны только трубы с правильным, круглым сечением.

Помните!!!

Неправильное складирование, неосторожная разгрузка или погрузка может привести к деформации труб.
Повреждение труб может произойти также на строительной площадке в результате небрежного обращения с трубами.

Трубопроводы Pragma®, произведенные из полипропилена, проявляют значительно более высокую стойкость к действию низких температур по сравнению с трубами из ПВХ. Это позволяет успешно использовать их для монтажа при низких температурах вместо труб из ПВХ, хрупкость которых возрастает с падением температуры.

В трубах Pragma® используются раструбные соединения. Благодаря наличию специальных фитингов можно легко соединять трубы Pragma® с любыми канализационными гладкостенными трубами из ПВХ, полипропилена и полиэтилена.

2.1 СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ PRAGMA® – PRAGMA®

1. Проверить и очисть раструб, уплотнительное кольцо и неоснащенный конец трубы.
2. Смазать конец трубы с уплотнительным концом смазкой.
3. Вставить неоснащенный конец трубы в раструб



Очистка конуса



Смазка концов труб



Монтаж труб

2.2 РЕЗКА ТРУБ ИЗ ПП PRAGMA®

В трубах Pragma® уплотнительное кольцо свободно надевается на безраструбный конец трубы.
Это позволяет нарезать трубу стандартной длины на любые отрезки. Для этого используются простейшие инструменты.



Резка труб Pragma®

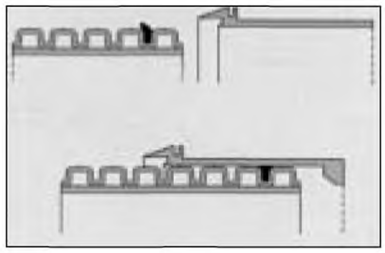
* Трубу следует отрезать в месте паза между двумя ребрами.
* Место резки рекомендуется зачистить и выровнять.
* Нарезать фаску на отрезанном конце трубы не требуется.

2.3 УСТАНОВКА УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА

Уплотнительное кольцо устанавливается на неоснащенный конец трубы в первую бороздку. Для того чтобы уплотнительное кольцо хорошо прилегало к соединяемым элементам, оно имеет особую форму «капли» (см. рис.)



Установка уплотнительного кольца



Направление установки раструба

Уплотнение следует устанавливать так, чтобы при входе неоснащенного конца в раструб, кольцо сжималось в сторону от раструба. Такой монтаж позволяет полностью заполнить канавку, в которой находится кольцо, и гарантирует полное эластичное прилегание к раструбу по всему периметру.

2.4 СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ PRAGMA® (РАСТРУБ) С ТРУБАМИ ИЗ ПВХ

* Проверить и очистить раструб, кольцо и свободный конец трубы.
* Во внутреннюю канавку раструба вставить уплотнительное кольцо. Следует обратить внимание на то, чтобы «верхушка» кольца находилась вне раструба.
* Кольцо, размещенное внутри раструба, не должно быть ни скрученным, ни изогнутым.
* На краях раструба установить кольцевую защелку. С помощью резинового или деревянного молотка вбить кольцевую защелку так, чтобы она защелкнулась по всему периметру.
* Смазать уплотнение смазкой. Втиснуть неоснащенный конец гладкостенной трубы в раструб трубы Pragma®.





Оснащение раструба уплотнением трубы из ПП или ПВХ



Монтаж гладкостенной

2.5 СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ PRAGMA® (ГЛАДКИЙ КОНЕЦ) С ТРУБАМИ ИЗ ПВХ/ПП

* Проверить и очистить раструб трубы из ПВХ, муфту и свободный конец трубы Pragma®.
* Смазать смазкой уплотнение в раструбе. Вставитьбезраструбный конец муфты в раструб трубы ПВХ.
* Смазать смазкой уплотнение трубы Pragma®. Вставить свободный конец трубы Pragma® в раструб соединительной муфты.





2.6 СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ PRAGMA® С ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИМИ КОЛОДЦАМИ

Схема присоединения труб системы Pragma® к кинетам Pragma®



для труб диаметром 160-400 мм

Колодцы производства PipeLife отлично подходят для устройства канализации, выполняемой из труб Pragma®. Этому способствует легкий монтаж и тот факт, что кинеты колодцев выполнены из того же материала, что и трубы Pragma®, и оснащены соответствующими раструбами.

Систему колодцев можно также использовать с гладкостенными трубами из ПВХ.

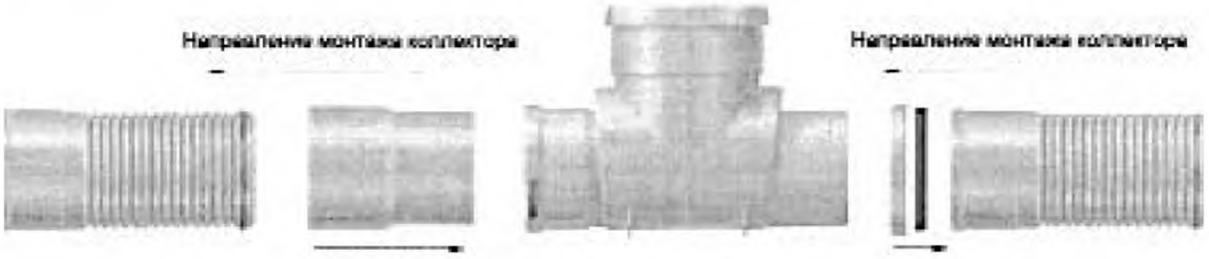
Кинеты колодцев для ПВХ оснащены раструбами и выходами с неоснащенными концами. Монтаж труб Pragma® с такими кинетами аналогичен соединению труб Pragma® с трубами из ПВХ, технология которого была описана выше.

Пример монтажа труб Pragma® со сквозными кинетиами из ПП



для труб диаметром 500 и 630 мм





Как к колодцам для труб Pragma®, так и для труб из ПВХ можно подсоединять трубы любого вида с помощью переходных адаптеров по алгоритму, описанному выше.

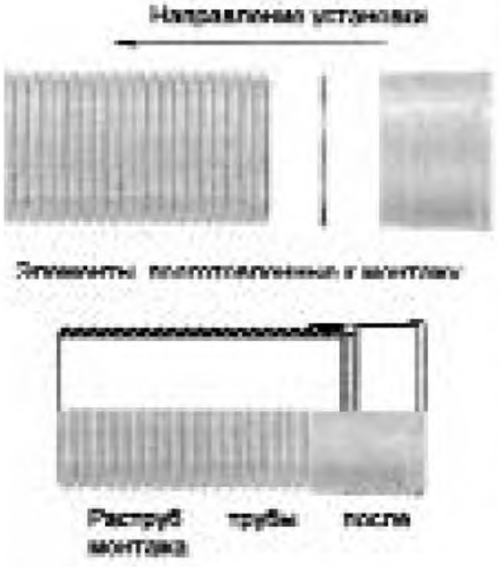
Схема присоединения кинет для труб из ПВХ с трубами Pragma®

Направление монтажа муфты
Направление монтажа ПВХ-адаптера и уплотнения



Пример посоединения труб из ПВХ к кинетам Pragma®

2.7 СОЕДИНЕНИЯ ОТРЕЗКОВ ТРУБ PRAGMA® С ПОМОЩЬЮ РАСТРУБОВ



Этапы присоединения раструба

Часто при монтаже имеется потребность в использовании коротких отрезков труб, меньших стандартной длины. Остающиеся при этом обрезки труб не находят применения, т. к. на них отсутствуют раструбы с уплотнительными кольцами. Это приводит к дополнительным затратам на материалы.

В системах, выполняемых из труб Pragma®, эта задача легко решается. Благодаря применению специальных соединительных муфт с раструбом, имеется возможность соединить между собой отрезки труб практически любой длины. При этом на свободный конец необходимо установить уплотнительное кольцо для более прочного соединения.

Система Pragma® имеет большой ассортимент фитингов, выполненных из полипропилена. Подробное описание фитингов вы можете найти в соответствующем разделе.

2.8 ПРИСОЕДИНЕНИЕ ТРУБ PRAGMA® К БЕТОННЫМ КОЛОДЦАМ



Как уже упоминалось, трубы Pragma® имеют собственную систему колодцев, которые оснащены выходами в виде раструбов под трубы Pragma®. Но иногда возникают случаи, когда нужно установить традиционные бетонные монолитные или сборные колодцы из кругов большого диаметра порядка 1-1,2 м или выше. В этом случае трубы Pragma® можно с легкостью присоединить к такому бетонному колодцу.

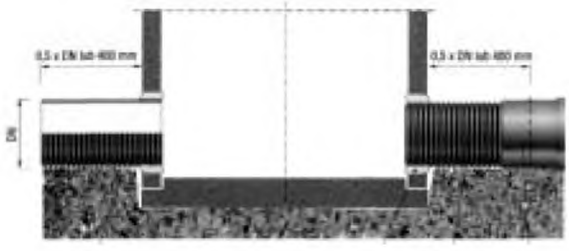
Такое присоединение осуществляется с применением отрезка трубы Pragma®, который устанавливается в заранее подготовленном отверстии, которое либо пробивается, либо, в случае монолитного варианта, – закладывается заранее в бетонной стенке до бетонирования.



- Чтобы правильно сделать присоединение, следует обратить внимание на то, чтобы отверстие в колодце имело диаметр, максимально приближенный к внешнему диаметру трубы. Все образовавшиеся щели необходимо залить жидким цементным раствором, который должен соответствовать требованиям обеспечения плотности бетонного соединения.
- Устанавливая трубу в бетонной или ж/бетонной стенке, следует с помощью подсыпки грунта обеспечить жесткую опору свободного конца трубы до момента полного схватывания бетона.
- Не следует бетонировать трубу Pragma® одновременно с обустройством стен монолитного колодца, т. к. это может вызвать деформацию трубыпод тяжестью незастывшего бетона.



- При подсоединении безраструбного отрезка трубы Pragma® с бетонным или ж/бетонным колодцем следует помнить, чтобы длина участка трубы, который находится с внешней стороны колодца, составляла не менее половины диаметра колодца.
- На подготовленный таким образом участок трубы надевается соединительная муфта Pragma®, в которую вставляется очередной отрезок трубопровода.
- Диаметр трубы, введенной в бетонный колодец, не должен превышать половины диаметра колодца.



Соединение «бетонный колодец – труба Pragma®» в разрезе





Такое решение имеет целый ряд преимуществ, самые важные из которых это:

* возможность использовать оставшиеся на строительной площадке короткие отрезки труб и тем самым решить проблему отходов;
* ребристая форма внешней поверхности трубы Pragma® позволяет легче крепить и стабилизировать положение трубы в бетонной стенке колодца, а удлиненный путь фильтрации улучшает плотность такого соединения;
* такой способ соединения позволяет также компенсировать напряжения, возникающие в результате возможной неравномерной усадки бетонного колодца и канализационного трубопровода;
* соединение с помощью отрезка трубы Pragma® позволяет также без проблем присоединять гладкостенные трубы из ПВХ;
* такое решение позволяет осуществлять монтаж легко и быстро.

3.1 ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

Земляные работы и работы по устройству оснований при строительстве трубопроводов и сооружений канализации должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87.

При строительстве новых, расширении и реконструкции действующих трубопроводов и сооружений канализации кроме требований проектов должны соблюдаться требования СНиП 3.01.01-85*, СНиП 3.01.03-84, СНиП III-4-80* и других норм и правил, стандартов и ведомственных нормативных документов, утвержденных в соответствии со СНиП 1.01.04-87.

Физико-механические свойства полимерных труб отличаются от свойств труб из бетона, чугуна и других неэластичных материалов. Из этого следует иной подход к строительству трубопроводов из ПЭ, ПВХ и ПП.

К основным задачам при проектировании подземных трубопроводов из эластичных труб относится создание необходимых условий для правильного взаимодействия системы «труба – грунт».

Для этого необходимо:

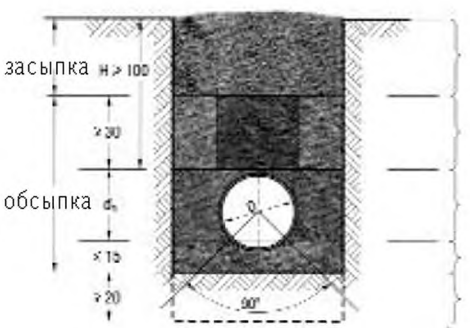
1. *Определить условия прокладки трубопроводов и подобрать соответствующий тип основания с учетом существующих грунтовых условий на уровне прокладки трубопроводов.*
2. *Определить технические условия для грунта, который заполнит траншею и создаст нужную опору для трубы, в особенности следует определить вид засыпки и ее уплотнение.*
3. *Подобрать нужный класс трубы.*

По причине большого влияния, как естественного грунта, так и материала засыпки, следует еще до начала проектных работ произвести гео-разведочные работы па всей трассе трубопровода. Эти изыскания должны однозначно ответить на вопрос: какие здесь грунты, какое их состояние, зернистость, влажность, восприимчивость к уплотнению и подходят ли они к прокладке трубопровода (несущая способность и степень уплотнения). Необходимо также определить уровень грунтовых вод.

Понимание проектировщиками и исполнителями проблем, связанных с эластичными трубопроводами, очень важно. Классификация грунтов и их плотность, которая существует в основании, в подбивке трубы и засыпке трубопровода, а также способ и точность выполнения всех работ принадлежат к важнейшим факторам, которые обеспечивают правильное устройство и будущую эксплуатацию трубопроводов.

Иногда на месте бывает чрезмерная деформация трубы, которая обычно является реакцией на неправильное уплотнение грунта в области подбивки трубы (пазухи под трубой). Нижеприведенный рисунок иллюстрирует значение и границы различных зон, которые встречаются в терминологии эластичных трубопроводов.

Сечение траншеи под трубопровод, прокладываемый в грунте



Родной (естественный) грунт
Возможное уплотнение, если этого требуют местные условия

Зона над трубой
Уплотнить вручную
Защитная зона трубы
Уплотнить послойно, толщина слоя 10-30 мм
Выравнивающий слой
Не трамбовать
Основание
Естественное или усиленное

Все размеры указаны в см

Устройство траншеи

- земляные работы производятся с помощью землеройных машин или вручную,
- дно котлована должно иметь уклон, который указывается в техническом проекте,
- дно должно быть ровным, без предметов с острыми краями,
- рекомендуется оставлять на дне траншеи некоторый защитный слой грунта толщиной 5-10 см свыше проектируемой отметки для выполнения траншеи вручную или 20 см для машинного способа с последующим углублением и выравниванием дна траншеи по проекту вручную,
- защитный слой снимается непосредственно перед укладкой трубы.

! При устройстве траншеи машинным способом нельзя заглубляться далее проектной отметки.

Подготовка дна траншеи

Дно траншеи должно быть выровнено, очищено от больших камней, комьев земли или промерзлого грунта. Углубление траншеи под конусы должно быть выполнено тщательно, чтобы обеспечить равномерность опоры по всей длине трубы. Может оказаться более экономически выгодным механическое выполнение траншеи на большую, чем проектная, глубину с последующим выравниванием дна и устройством нужного уклона с использованием соответственно приготовленного материала. Отсортированный материал засыпается в траншею с помощью соответствующего землеройного оборудования и после выравнивается и формируется вручную для получения нужного основания, хорошо уплотненного и образующего необходимое основание для всего трубопровода.

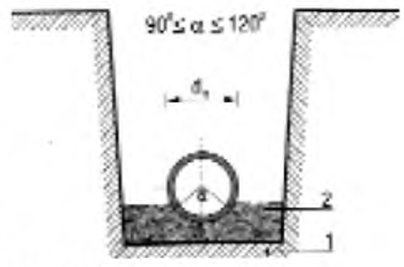
Грубозернистый песок, щебень наиболее выгоден экономически, т. к. позволяет добиться нужной плотности при минимальных затратах. В случае использования других видов грунта, основной задачей является избежание пустот под нижней частью трубопровода и около нее. Отсортированные материалы должны быть забиты под трубы так, чтобы обеспечить равномерность опоры трубопровода и устройство необходимого уклона. Основание трубопроводов вместо отсортированного материала может быть выполнено из соответствующим образом подготовленного грунта, выкопанного из траншеи, при условии, что в этом грунте не будет больших камней, диаметром свыше 40 мм, твердых вкраплений и мусора, и что он поддается уплотнению путем трамбовки. Материал, используемый для обсыпки и засыпки, не должен содержать вкраплений с острыми краями или комьев мерзлого грунта. Грунты, содержащие большие скалистые обломки и грунты с большим содержанием органических вкраплений, комья ила и наслоения ила, не должны использоваться для устройства основания ни самостоятельно, ни в соединении с другими категориями грунта.

В скалистых траншеях следует устраивать слой толщиной минимум 10 см из отобранного материала для создания необходимого основания для трубопровода. Для этого скальные породы должны быть вынуты из траншеи на глубину, превышающую проектную приблизительно на 10 см, после чего дно траншеи должно быть заполнено отобранным материалом для создания необходимого уклона. Каждый элемент трубопровода, лежащий непосредственно на скале, будет подвергаться опасности перелома или повреждения под влиянием массы засыпки траншеи, подвижных нагрузок или смещений грунта. Подобным образом будет себя вести полимерная труба, укладываемая на бетонном фундаменте. Поэтому в данном случае, как и для прокладки в скалистых грунтах, следует на бетонный фундамент уложить слой минимум 10 см подсыпки из отобранного сыпучего материала.

Если имеем дело с нестабильным днищем траншеи, которое по мнению проектировщика не способно обеспечить надлежащей опоры трубопроводу, следует устроить более глубокую траншею и до требуемой отметки сделать фундамент и основание, предложенное проектировщиком. Материал предлагаемого основания должен быть уплотнен до 85% значения по методу Proctora (83% модифицированной величины Proctora).

Фундамент – усиленное основание

Устройство фундамента необходимо тогда, когда дно котлована нестабильно. Такие фундаменты, которые используются для укладки жестких трубопроводов без вызова перелома уклона или изгиба, подходят также для трубопроводов из полимерных труб.



Выравнивающий слой

Подсыпка нужна по причине необходимости получения соответствующего уклона на дне котлована. Выравнивающий слой не может быть ни слишком толстым, ни мягким, чтобы трубы не проседали и не теряли проектного уклона. Задачей выравнивающего слоя является обеспечение прочной, стабильной и равномерной опоры трубопровода.

Минимальный слой подсыпки – это 10 см, а рекомендуемая толщина – 15 см.

Подбивка трубопровода (зона пазухи свода)

Область подбивки трубопровода является важнейшей с точки зрения ограничения деформации пластмассовых труб. Это область, в которой материал должен быть уплотнен до определенной требуемой величины.

Защитный слой обсыпки

Этот слой начинается выше пограничной линии подбивки трубы и достигает уровня на 15-30 см выше верхнего края трубы.

Степень уплотнения грунта свыше границы подбивки обеспечивает небольшую боковую опору. Основная опора трубопровода обеспечивается уплотнением грунта вокруг нижней половины трубы и с обеих сторон трубы вплоть до стены траншеи с ненарушенной структурой грунта. Если для уплотнения грунта используются механические устройства, они должны работать на расстоянии более, чем 50 см от верхнего края трубы, и только тогда, когда материал засыпки траншеи был предварительно уплотнен до 85% от значения по стандартному методу Proctora.

Приведенные ниже данные охватывают целый ряд грунтов, специально подготавливаемых и естественных. Эти материалы подразделяются на пять категорий по их пригодности для прокладки трубопроводов из полимерных труб.

3.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОСНОВАНИЯ ПОД ТРУБОПРОВОДЫ

Категория I

К I категории причисляется гравий, грубый щебень с зернами размером 4-8, 4-16, 8-12, 8-22 мм. Допускается максимальное содержание 5-20% зерен диаметром 2 мм. Это лучший материал для прокладки трубопровода.

Категория II

Грубозернистые пески и гравий с наибольшим диаметром зерен около 40 мм, а также отсортированные пески и гравий с зернами различного размера, содержащими небольшой процент мелких частиц. Обобщая, это сыпучие материалы, некохезивные как в сыпучем, так и мокром состоянии. К этой категории причисляются также разнообразные типы гравия и пески, смеси песка и гравия с небольшим содержанием мелких частиц. Допускается максимум 5-20% зерен диаметром 0,2 мм.

Категория III

Мелкозернистые пески, гравий с примесью глины, смесь мелкозернистых песков, глинистых песков и гравия и глины. К этой категории принадлежат также пылевидные типы гравия и смеси: гравия–песка–пыли, гравия–песка–ила, пылевидного песка–песчаной пыли. Допускается максимум 5% зерен диаметром 0,02 мм. Это среднехороший материал.

Категория IV

К IV категории принадлежать пыли, глины, пылевидные илы и пыли средней и большой пластичности и границей текучести. К этой категории принадлежат также неорганичные илы средней и большой пластичности, песчаные и пылевидные илы.

Категория V

К V категории причисляются органические грунты, органические пыли, пылевидные илы малой и средней пластичности, а также торф с большим содержанием органической субстанции. К этой категории причисляются также грунты, содержащие мерзлый грунт, строительный мусор, скальные обломки размером свыше 40 мм и прочие материалы. Такие грунты не рекомендуются для использования в качестве основания, устройства зоны подбивки, устройства засыпки траншей трубопроводов.

Примечание:

! Работа эластичных трубопроводов зависит не только от категории материала основания, но даже в большей мере от степени уплотнения материала в зоне подбивки трубы.

Подбор материала для выравнивающего слоя и засыпки

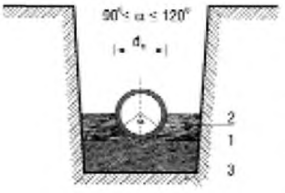
Грунт, который будет находиться в основании, должен соответственно уплотняться. Если для этого используется грубозернистый отсортированный материал I категории, тогда такой же материал должен использоваться для подбивки до уровня не ниже, чем граница подбивки трубопровода. В противном случае, не удастся создать боковой опоры по причине попадания в основание материала II, III, IV категорий.

Подбирая материал для основания, следует убедиться в том, что в основание не будет попадать родной грунт

со стен траншеи. Если для основания используется грунт соответствующей грануляции, нужного уплотнения, – нет угрозы попадания туда грунта другой категории.

В траншеях, подверженных опасности заливания грунтовыми водами, следует добиться уплотнения минимум 85% по стандартному методу Proctora (83% модифицированной величины Proctora).

3.3 ПОДГОТОВКА ОСНОВАНИЯ



До начала устройства основания следует совершить техническую приемку траншеи.

Под трубопроводы из PP основание можно устроить двумя способами в зависимости от грунтовых условий, которые имеются на отметке прокладки трубопровода:

– устройство основания в родном грунте, которым является ненарушенный, сыпучий грунт,

– устройство основания, усиленного уплотненной песчаной, песчано-гравийной или песчано-щебеночной насыпью. Тип основания должен быть указан в проекте.

На поверхности естественного или усиленного основания следует выполнить выравнивающий слой без уплотнения и профилированный под углом 90° с последующим устройством проектного уклона.

! Не допускается укладка пластмассовых труб непосредственно на ленточных бетонных фундаментах или их бетонирование.

! Не допускается подкладывать под трубы куски древесины, камни и т. п. для получения нужного уклона.

! Материал усиленного основания должен удовлетворять следующие требования:

- ***в нем не должно быть вкраплений размером больше 20 мм,***
- ***не должно быть мерзлого грунта,***
- ***грунт не должен содержать каменей с острыми краями или другого подобного материала.***

3.4 ПОДБОР ОСНОВАНИЯ

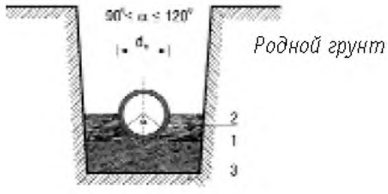
В зависимости от типа грунта, находящегося на уровне укладки трубопровода:

- трубопровод можно укладывать непосредственно на родном грунте – естественном основании – или
- потребуется спроектировать нужное усиление под трубопровод – усиленное основание.

Естественное основание

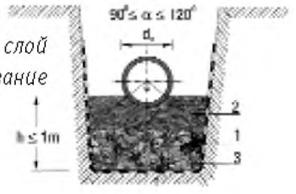
Родные грунты можно использовать в качестве основания под трубопровод, если в этой роли выступают сыпучие, сухие (нормальной влажности) грунты:

- песчаные (грубо-, средне-, и мелкозернистые);
- гравийно-песчаные;
- глинисто-песчаные.



Родной грунт

Выравнивающий слой
Естественное основание



В таких грунтовых условиях трубы можно проложить непосредственно на дне траншеи, создавая лишь выравнивающий слой под трубами из родного неуплотненного грунта толщиной 10-15 см и профилированного несущего ложа – угол опоры не менее, чем 90° (см. рис.).

Материал: грунт не должен содержать зерен крупнее 20 мм.

Усиленное основание

Условия стабильности обсыпки эластичной трубы требуют усиления основания, если на уровне прокладки трубопровода встречаются:

1) – нарушенные родные грунты, которые должны были создавать естественное основание,
2) – скалистые оползни и т. п., вязкие грунты (глины, илы), пылевидные пески,
3) – грунты низкой несущей способности (определяемые в геологической части проекта в качестве слабых грунтов, сжимающиеся, например, шлам, торф, ил и т. п.;
4) – другие, по отношению к которым проект требует устроить усиление основания.

Фундамент – усиленное основание

Устройство фундамента необходимо, когда дно траншеи нестабильно. Фундаменты, которые делаются для прокладки жестких трубопроводов без опасности преломления их уклона или появления ненужного изгиба, также подходят для прокладки трубопроводов из эластичных труб.

В новейших конструкциях усиленного основания под пластмассовые трубопроводы все чаще используются геосинтетики в качестве изоляционного слоя. Геотекстиль используется в качестве отделяющего слоя, который размещается между родным грунтом и подсыпкой и засыпкой трубопровода, препятствуя смешивание и проникание родного грунта в материал засыпки трубопровода. Кроме защиты от смешивания, слой геоткани облегчает производство земляных работ и монтаж трубопровода, особенно, когда в основании имеются грунты в пластичном состоянии, пылевидные и органические, насыщенные водой грунты.

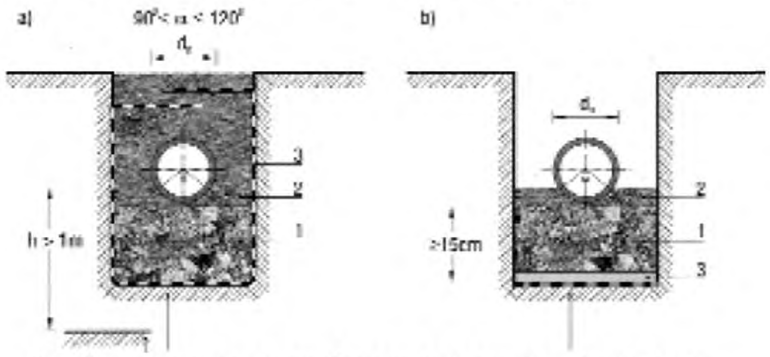
Ниже приводятся примеры конструкционных решений усиления основания.

Примеры конструкционных решений усиления основания

К пп. 1 и 2

Ленточная песчаная насыпь:

- толщиной 25 см, но не менее чем 15 см, уплотненная;
- материал: грубо-, средне-, и мелкозернистый песок, смешанный, без пылевидных фракций, размер зерен до 20 мм; (примерное решение см. рис.)



1 – песчаная насыпь
2 – выравнивающий слой
3 – родной грунт
Естественное основание – песчаная насыпь

Слабые грунты до глубины залегания – h до 1 м:

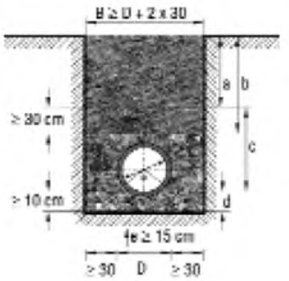
- следует предусмотреть полную замену родного грунта до глубины залегания на щебеночно-песчаную насыпь (объемное соотношение 1:0,3) или гравийно-щебеночную уплотненную насыпь;

Слабые грунты глубиной залегания – h свыше 1 м:

- гравийно-песчаная насыпь (объемное соотношение 1:0,3) или щебеночно-песчаная (объемное соотношение 1:0,6) уплотненная насыпь толщиной 0,25D (минимум 15 см), проложенная на слой геоткани или пластиковой сетки;

В случае установки бетонного колодца следует принять противоусадочные меры.

Степень уплотнения должна составлять 85-90% модифицированной величины Proktor.



Естественный грунт слабой несущей способности

1 – гравийно-песчаная или щебеночно-песчаная насыпь
2 –выравнивающий слой
3 – геоткань

Естественный грунт слабой несущей способности

1 - гравийно-песчаная или - щебеночно-песчаная насыпь
2 - выравнивающий слой
3 - слой из геоткани или бетонный ленточный фундамент

Естественное основание – грунты, глубина залегания свыше 1 м

3.5 ОБСЫПКА – ЗАСЫПКА

Материал обсыпки

а) требования к качеству:

Материал обсыпки должен соответствовать следующим требованиям:

- неплотный материал должен уплотняться до удовлетворительного значения,
- материал не должен быть мерзлым, без вкраплений крупных комьев почвы, льда и снега,
- материал не должен содержать зерен с острыми краями, не должен содержать зерен крупнее 60 мм,
- максимальная величина зерен, непосредственно контактирующих с трубой не должна превышать 10% от диаметра трубы и не должна превышать 60 мм.

б) вид материала:

Трубопроводы из эластичных материалов должны быть засыпаны сыпучими грунтами, такими как: гравий, щебень, песок или смесь песка и гравия (I, II или III категория).

Уплотнение обсыпки

Степень уплотнения для получения нужной стабильности проложенного трубопровода зависит от условий нагрузки:

– под дорогами:

- требуемая степень уплотнения для обсыпки составляет мин. 95% МВМ*

– вне дорог:

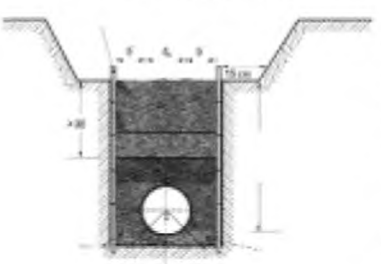
- для трубопроводов, заложенных под 4-метровым слоем грунта, уплотнение должно составлять мин. 85% МВМ*
- для трубопроводов, заложенных под большим, чем 4 метра, слоем грунта, уплотнение должно составлять мин. 90% МВМ*
- можно делать более высокое уплотнение, например в случае повышенных требований к основанию под укладываемое выше дорожное полотно.

**) – по модифицированной версии метода Proctora.*

Обсыпка должна уплотняться послойно, слоями по 10-30 см.

Высота обсыпки над верхней частью трубы (после уплотнения) должна составлять:

- не менее 15 см для труб диаметром d_n < 400 мм,
- не менее 30 см для труб диаметром d_n > 400 мм,



a - засыпка (грунт из траншеи)
b - толщина прикрытия
c - защитная зона
d - выравнивающий слой
e - естественное или усиленное основание

Заполнение траншеи трубопровода из эластичных труб

Обсыпку следует делать послойно слоями толщиной до 1/3 диаметра трубы (или 0,1-0,3 м), уплотняя последовательно каждый слой. Структура каждого слоя может быть различной, в зависимости от применяемого оборудования и условий трамбовки (см. таблицу).

ОБОРУДОВАНИЕ И ТОЛЩИНА СЛОЕВ ГРУНТА ТРАМБУЕМОЙ ОБСЫПКИ ТРУБОПРОВОДА

Тип оборудования	Масса (кг)	Максимальная толщина слоя (м) (до уплотнения)		Минимальная толщина защитного слоя над трубой (м)*	Количество циклов (прокатывания при трамбовке)	
		Гравий, песок	Ил, глина, шлам		До 85% по модифицированной версии метода Proctora	До 90% по модифицированной версии метода Proctora
Плотное утаптывание	-	0,10		-	1	3
Уплотнение вручную	15	0,15	0,10	0,30	1	3
Ручной трамбовщик	60-100	0,30	0,20-0,025	0,50	1	3
Плиточный трамбовщик с разделяющейся плитой	50-100	0,20	-	0,50	1	4
Плиточный трамбовщик (плоскостной)**	50-100	0,15	-	0,60	1	4
	100-200	0,20	-	0,40	1	4
	400-600	0,40	0,20	0,80	1	4

*) – до того, как применяется аппарат для уплотнения грунта над верхушкой трубы

**) – для одновременного уплотнения по обеим сторонам трубопровода

Обсыпку следует уплотнять одновременно по обеим сторонам трубопровода во избежание перемещения трубопровода. Степень уплотнения обсыпки определяет проект.

Дополнение грунта обсыпки вдоль трубопровода выполняется с возможно меньшей высоты.

Обсыпка трубопровода, согласно существующим правилам, должна производиться после окончательного расположения трубопровода в траншее и приемки заказчиком. Фирма PipeLife допускает использование технологии, которая позволяет полностью засыпать трубопровод в траншее и только после этого выполнять испытания на плотность соединений. Детальные рекомендации можно получить в техническом отделе фирмы PipeLife. Материал обсыпки трубопровода должен удовлетворять требованиям, аналогичным требованиям подсыпки.

следует принять предохранительные меры против возможного перемещения трубопровода.

! Не допускается сбрасывать массу земли с самосвала, прицепа и т. п. непосредственно на трубы.

Засыпка траншеи

К засыпке траншеи можно приступать после выполнения полной обсыпки, трамбовки грунта и приемки выполненных работ. До засыпки траншеи следует проверить, не попадают ли в нее камни, комья земли и т. д.

Материал, используемый для конечной засыпки траншеи, можно выбирать не столь тщательно, как материал для обсыпки. Засыпка обычно выполняется механическим способом. Однако следует обращать внимание на то, чтобы в грунте не было больших камней, которые, падая, могут повредить трубопровод, пробив защитный слой грунта.

Во время выполнения засыпки рекомендуется расположить над трубопроводом сигнализационную ленту или сетку с вплавленным сигнализационным проводом, а над газовыми трубопроводами установить предупредительную сетку желтого цвета шириной 40 см, согласно требованиям, касающимся газовых трубопроводов. Требования к предупредительной сетке касаются главным образом районов застройки. Однако, для облегчения возможного в будущем поиска трубопровода в незастроенной местности также рекомендуется применять данное средство. Дальнейшую засыпку траншеи следует выполнять послойно, слоями по 20 см, уплотняя каждый из них.

Для засыпки можно использовать материал из данной или иной траншеи, согласно рекомендациям, содержащимся в технической документации. Диаметр зерен материала, используемого для засыпки траншеи, не должен превышать 300 мм. Не следует сбрасывать в траншею камни и обломки скал, строительный мусор с острыми краями. Грунт не должен быть замороженным.

Для труб диаметром меньше 400 мм, для которых защитный слой обсыпки над верхней частью трубы составляет 15 см, материал засыпки не должен содержать камней, обломков, превышающих 6 см.

Засыпку трубопровода следует выполнять из такого материала и таким способом, чтобы удовлетворить требования, предъявленные для ремонта данной территории (дороги, тротуары и т. д.).

Степень уплотнения засыпки зависит от предназначения территории над трубопроводом, но она не должна быть ниже 95% модифицированной величины Proctora для трубопроводов, размещенных под дорогами, 90% для глубоких, превышающих 4 м траншей и 85% для всех остальных случаев, если технический проект не устанавливает иного.

Разборка возможной, установленной в траншеи опалубки должна производиться одновременно с засыпкой траншеи при соблюдении особой осторожности по причине возможного обвала стены траншеи.

3.6 ШИРИНА ЗАПОЛНЕНИЯ ПО ОБЕИМ СТОРОНАМ ТРУБОПРОВОДА

Ширина траншеи

Тип, ширина траншеи и укрепление ее стен зависят от расположения и гидрогеологических условий, а также от глубины траншеи и определяются техническим проектом.

Ширина траншеи должна предоставить достаточное пространство для нестесненного проведения монтажных работ и уплотнения грунта по обеим сторонам трубопровода. Рекомендуется принимать минимальную ширину траншеи по нижеприведенной таблице. В случае необходимости выполнения более широкой траншеи, ее максимальная ширина не должна превышать три внешних диаметра трубопровода.

МИНИМАЛЬНАЯ ШИРИНА ТРАНШЕИ

Номинальный диаметр DN (мм)	Минимальная ширина b' (мм)
≤300	200
300-900	300
900-1600	400
1600-2400	600
2400-3000	900

При устройстве трубопроводов из пластмасс чаще всего выполняются узкие траншеи: с вертикальными стенками с установкой распорочной опалубки или с откосными стенками без опалубки. Устраиваются также смешанные конструкции узких траншей в защитной зоне трубопровода и широкие с откосными стенками свыше них.

С учетом условий выполнения последующей обсыпки, опалубку стенок траншеи в защитной зоне трубы рекомендуется выполнять из досок шириной 10-15 см.

Снятие опалубки траншеи в зоне трубопровода следует делать одновременно с уплотнением обсыпки, вынимая по очереди доски до уплотнения очередного слоя грунта.

3.7 ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ НА НЕБОЛЬШОЙ ГЛУБИНЕ

При незначительном размере слоя над трубой или в случае небольшой глубины прокладки трубопровода, составляющей не больше 100 см, эластичные трубопроводы могут подвергаться деформации под влиянием динамических нагрузок, если грунт в засыпке не будет как следует уплотнен. В результате, если не будет выполнено нужное уплотнение, могут деформироваться податливые поверхности дорог. Поэтому для неглубоких трубопроводов (глубина прокладки меньше 1 м) под поверхностью дорог, фирма PipeLife рекомендует уплотнять грунт до 95% модифицированной величины метода Proctora для материала всей засыпки, начиная со дна по поверхность дороги, и использовать для засыпки грунт I или II категории.

3.8 ПОДБОР ТРУБ

Исходной точкой для подбора класса труб является величина прикрывающего слоя и класса внешней нагрузки (располагаются ли трубы под дорогами или вне их).

Для имеющегося расположения, грунтово-водных условий, нагрузок подбор необходимого класса труб осуществляется на основе статико-прочностных расчетов.

Трубы низкого давления

Канализационные трубы из PP можно использовать в различных грунтово-водных условиях. См. раздел по стабилизации трубопроводов из пластмасс, прокладываемых в земле.

В общих словах можно сказать следующее:

1. Трубы класса T (SN=8 кН/м^2) можно использовать под дорогами, независимо от класса нагрузок, на глубине с 1 по 6,6 м. Дополнительно необходимо каждый раз делать обсыпку так, как это было описано выше.
2. Трубы класса N (SN=4 кН/м^2) можно укладывать на глубинах с 1 по 5,5 м.
3. Трубы класса L (SN=2 кН/м^2) можно укладывать на глубинах с 1 по 4 м в зависимости от типа нагрузки и удельного веса засыпки.

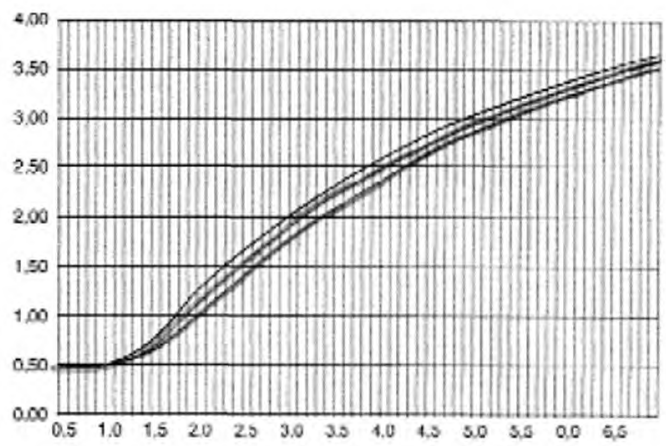
При подборе класса трубы и материала обсыпки следует руководствоваться экономическим расчетом и учитывать в проекте возможность использования родного грунта.

Для труб малого диаметра разница в цене между трубами различных классов весьма ощутима. Поэтому разумным решением может оказаться использование труб более низкого класса и одновременное устройство подобающего основания в грунте.

! Не следует использовать трубы класса L под дорогами, которые загружены машинами класса A.

Ориентировочные величины максимальной толщины прикрытия трубопроводов из PP в зависимости от класса трубы, класса нагрузок а/машинами при удельном весе засыпки γ=20 кН м^3, уплотнение обсыпки – 90% модифицированной величины метода Proctora.

Коэффициент транспортной нагрузки



1 – для дорог I и II категорий
2 – для дорог III, IV и V категорий
3 – для более высоких нагрузок

Глубина засыпки трубы

4.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ФОРМУЛЫ

Гидравлические расчеты трубопроводов определяют типоразмер труб, скорости потока, заполнения просвета, потери давления. Рассчитываются отдельные участки сети между узлами на основании заранее заданного потока. Расчеты осуществляются для устоявшегося ламинарного потока, т. е. интенсивность потока, потери давления, диаметр трубы, шероховатость внутренней поверхности неизменны по всей длине данного участка. Основой для расчета потока является формула:

$$Q = F \cdot v;\ F = (\Pi \cdot d^2) : 4$$

для круглого сечения

$$Q = (\Pi \cdot d^2 \cdot v) : 4$$

где: **Q** – расчетная скорость потока ($м^3/с$), **F** – площадь сечения ($м^2$), **v** – средняя скорость потока (м/с), **d** – внутренний диаметр трубы (мм)

Сопротивление движения на всей длине участка рассчитывается на основании удельной потери давления. Удельная потеря давления для замкнутых трубопроводов при устоявшемся турбулентном потоке рассчитывается па формуле Darcy-Weisbacha:

$$i = ((\Pi \cdot d^2) : 4) \cdot (v^2/2g)$$

где: **Q** – расчетная скорость потока ($м^3/с$), **F** – площадь сечения ($м^2$), **v** – средняя скорость потока (м/с), **d** – внутренний диаметр трубы (мм)

$$Q = (\Pi \cdot d^2 \cdot v) : 4$$ *для круглого сечения*

Коэффициент гидравлического сопротивления: () рассчитывается по формуле Colebrook'a-White'a:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2g\left(\frac{2{,}51}{R \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3{,}71 \cdot d}\right)$$

$$Re = (V \cdot d) : v$$

где: **i** – удельные потери от преодоления сопротивления трения соответствуют уклону дна во время протекания со свободным зеркалом жидкости или уклону линии давления во время протекания жидкости под давлением, (-); **d** – внутренний диаметр трубопровода (мм); **v** – средняя скорость потока (м/с), **g** – ускорение силы тяжести ($м/с^2$); λ – коэффициент линейного сопротивления; **Re** – число Рейнольдса; **N** – коэффициент кинематической вязкости ($м^2/с$) (для воды при температуре 10°C, v=1,308 · 10^{-5} м/с); **k** – коэффициент шероховатости

Для расчета интенсивности потока при неполном наполнении трубопровода используется формула Brettinga:

$$q_n/Q = 0{,}46 - 0{,}5 \cos(\pi \cdot (h_n : d)) + 0{,}04 \cos(2\pi \cdot (h_n : d))$$

где: **Q** – скорость потока при полном наполнении канала ($м^3/с$); q_n – интенсивность потока при неполном наполнении канала ($м^3/с$); **d** – внутренний диаметр канала (мм); h_n – высота частичного наполнения канала (м)

$$Q = F \cdot v;\ F = (\Pi \cdot d^2) : 4$$ *для круглого сечения*

$$Q = (\Pi \cdot d^2 \cdot v) : 4$$

где: **Q** – скорость потока ($м^3/с$); **F** – площадь сечения ($м^2$); **v** – средняя скорость потока (м/с); **d** – внутренний диаметр трубы (мм)

На практике гидравлические параметры трубопроводов редко рассчитываются по этим формулам. Чаще используются специальные графики и компьютерные программы.

Трубы из PP Pragma®

k=0,25 мм – для передающего трубопровода без боковых ответвлений, или при небольшом их количестве (график № 7),

k=0,4 мм – для передающих трубопроводов с боковыми ответвлениями и дополнительным оборудованием (с учетом локальных сопротивлений на изгибах, тройниках и т. п. (график № 8 для труб Pragma®).

4.2 УКЛОНЫ, СКОРОСТИ ПОТОКА И НАПОЛНЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Уклоны и минимальные скорости

Согласно СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» наименьшие уклоны трубопроводов и каналов следует принимать в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод.

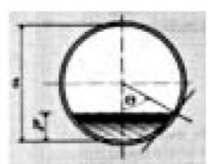
Наименьшие уклоны трубопроводов для всех систем канализации следует принимать для труб диаметрами: 150 мм – 0,008, 200 мм – 0,007.

В зависимости от местных условий при соответствующем обосновании для отдельных участков сети допускается принимать уклоны для труб диаметром: 200 мм – 0, 005, 150 мм – 0, 007.

Уклон присоединения от дождеприемников следует принимать 0,02.

Важным требованием, которое нужно учитывать при подборе уклонов трубопроводов, является обеспечение в сети условия самоочищения, т. е., нужно добиться таких минимальных скоростей, которые не допустят образования на дне трубопровода отложений.

Твердые частицы, – например, песок, – могут скапливаться на дне канала вплоть до его полного перекрытия, согласно углу трения частиц.



$h_n/d = 1/2\,(1 - \cos\theta)$

где: h_n – высота заполнения канала (м); d – внутренний диаметр (мм)

Если $\theta = 35^\circ$ (соответствующий угол трения для твердых частиц, содержащихся в стоке), тогда:

$h_n/d = 0{,}1$

Скорости, которые обеспечивают самоочищение трубопровода при полном его заполнении, не должны быть меньше, чем: $V_{соч}$ = 0,8 м/с в фекальной канализации, $V_{соч}$ = 0,6 м/с в дождевой канализации,

$V_{соч}$ = 0,8 м/с в общей канализации.

Рекомендуемые (для определения уклонов) скорости не должны приниматься в качестве неизменных. Они зависят от диаметра канала (должны возрастать по мере увеличения диаметра).

Чтобы данное условие было выполнено, минимальные уклоны трубопроводов вычисляются по следующей формуле:

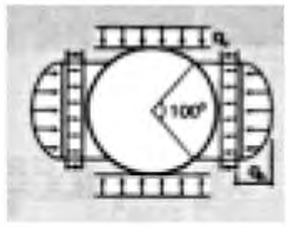
$i_{мин} = 1/d$

где: d – внутренний диаметр (м)

Минимальный гидравлический уклон, который обеспечивает самоочищение канала, можно выразить как сопротивление трения между стенкой данного сечения и протекающим потоком.

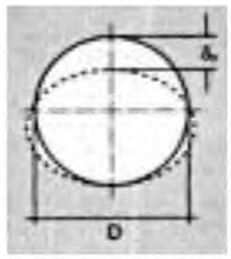
Минимальный гидравлический уклон вычисляется по формуле для среднего касательного натяжения «т»:

$$\mathbf{\tau = y \cdot R \cdot i}$$



где: **y** – удельный вес стоков (кг/м^3); **R** – гидравлический радиус (м); **i** – гидравлический уклон (%)

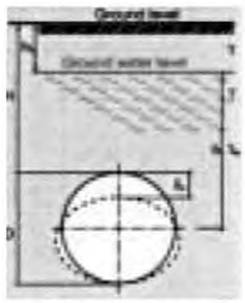
Действительное касательное натяжение τ_0 вычисляется по формуле: $\mathbf{\tau_o = y \cdot R \cdot i \cdot k_1}$



где: **R** = d/4 для круглых, полностью заполненных труб; $\mathbf{k_1}$ – поправочный коэффициент, $k_1 = f(h_n/d)$; **d** – внутренний диаметр (мм); k_1 – принимается по кривой – R_n/R из графика № 4

отсюда: $\mathbf{\tau_o = y \cdot i \cdot (d/4) \cdot (R_n/R)}$

После некоторых преобразований данной формулы и ввода значения **т** минимальный гидравлический уклон будет вычисляться по следующей формуле: $\mathbf{i_{мин} = \tau_o \cdot (4/g) \cdot (d \cdot (R_n/R))^{-1}}$



Для дождевых стоков:

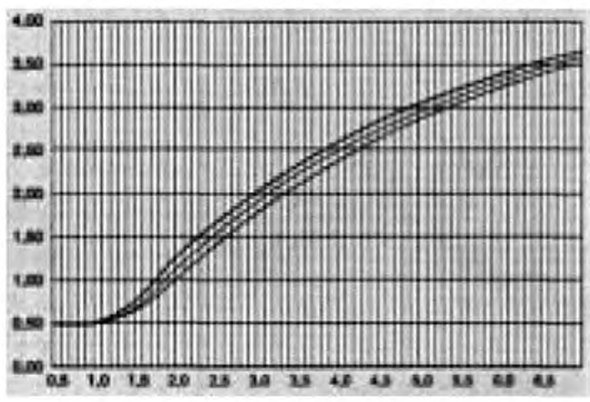
Условие исполняется, если $\tau_0 \geq 1{,}5$ Па для дождевых стоков; $\tau_0 \geq 2$ Па для бытовых стоков

$$\mathbf{i_{мин} = 0{,}612 \cdot 10^{-3} \cdot (d \cdot (R_n/R))^{-1}}$$

Для бытовых стоков

$$\mathbf{i_{мин} = 0.815 \cdot 10^{-3} \cdot (d \cdot (R_n/R))^{-1}}$$

Уклон и максимальные скорости



Максимальные допустимые уклоны трубопроводов зависят от ограничения максимальных допустимых скоростей потока стока. Это связано с вытиранием материала стенки трубы, особенно в нижней ее части, там, где стоки несут с собой большое количество песка и прочих твердых частиц. Многочисленные исследования труб из полимеров подтвердили достаточно большую их устойчивость на стирание и коррозию, которые значительно превышают устойчивость бетонных, керамических и ж/бетонных труб. Износ труб из пластика в результате транспортировки взвеси, содержащей песок, составляет 0,5 мм за 100 лет эксплуатации.

Несмотря на большую устойчивость пластмассовых труб, износ стенок в результате воздействия абразива и коррозии должен учитываться при проектировании канализационных систем. Фирма PipeLife рекомендует, чтобы максимальные скорости не превышали 0,5 м/с. Соответствующие этой скорости уклоны зависят от диаметра трубы и принятого наполнения. Ориентировочные величины уклонов трубопроводов приводятся в таблице.

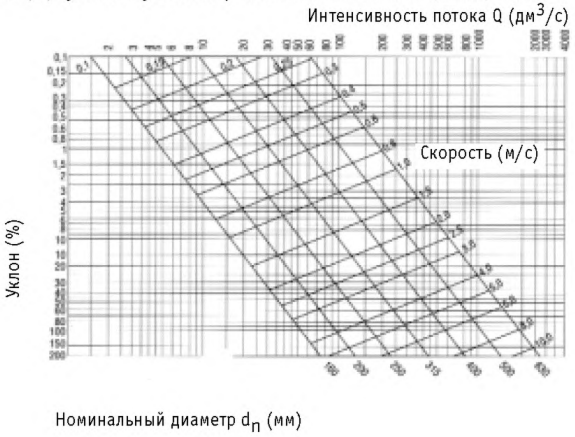
УКЛОНЫ ТРУБОПРОВОДОВ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ МАКСИМАЛЬНЫХ ДОПУСТИМЫХ СКОРОСТЯХ

Диаметр трубы (мм)	Уклон (%)
200	23,0
250	16,7
300	13,2
400	9,0
500	6,7
600	5,2
700	4,2
800	3,7
900	3,0
1000	2,7

ГРАФИКИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

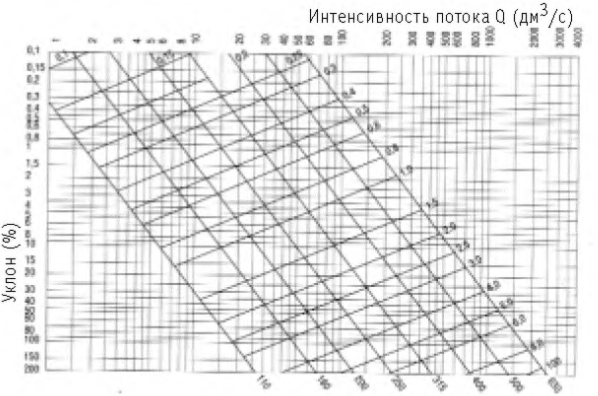
ГРАФИК № 7

Подбор гидравлических параметров для канализационных труб Pragma® из PP по формулам Darcy-Weisbach/Coolebrook-White для k=0,25 мм, темп. °C



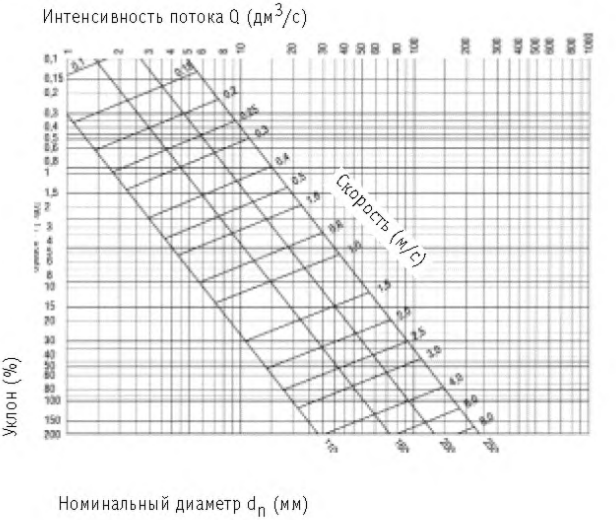
ГРАФИКИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

ГРАФИК № 8
Подбор гидравлических параметров для канализационных труб Pragma® из PP
по формулам Darcy-Weisbach/Coolebrook-White
для k=0,40 мм, темп. 10°C,



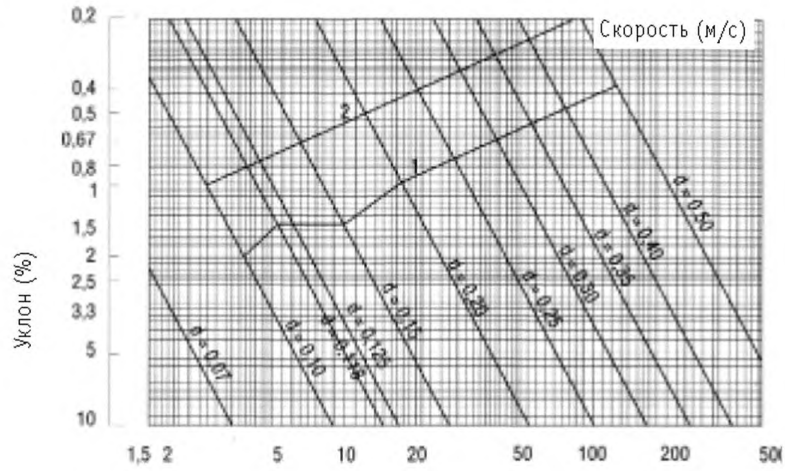
ГРАФИКИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

ГРАФИК № 9
Для определения диаметров ребристых труб Pragma® из PP
по формулам Darcy-Weisbach/Coolebrook-White
для k=0,25 мм, темп. 10°C,



ГРАФИКИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

ГРАФИК № 10 Для определения размеров горизонтов и подключений каналов бытовой канализации по формулам Chezy для k=1,0 мм, темп. 10°C, при наполнении h/d=0,5

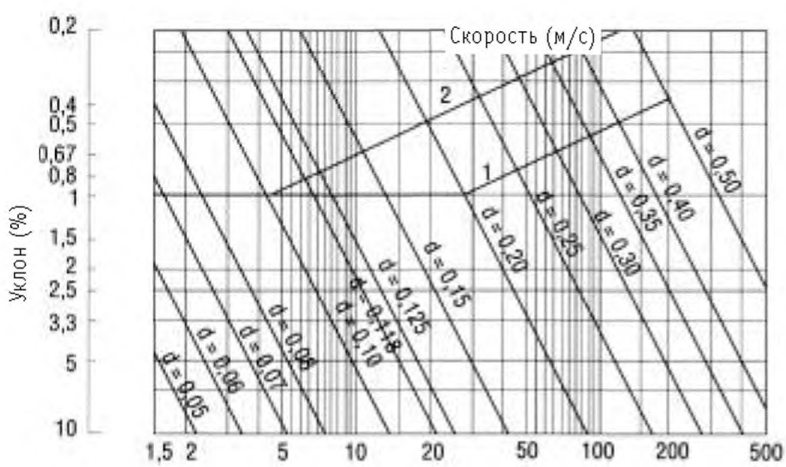


Расчетная интенсивность потока q_s (дм^3/с)

1 – верхнее ограничение для трубопроводов в зданиях
2 – верхнее ограничение для наружных трубопроводов по PN-92/B-01707-4

ГРАФИКИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

ГРАФИК № 11 Для определения размеров горизонтов и подключений каналов ливневой канализации по формулам Chezy для k=1,0 мм, темп. 10°C, при наполнении h/d=0,7

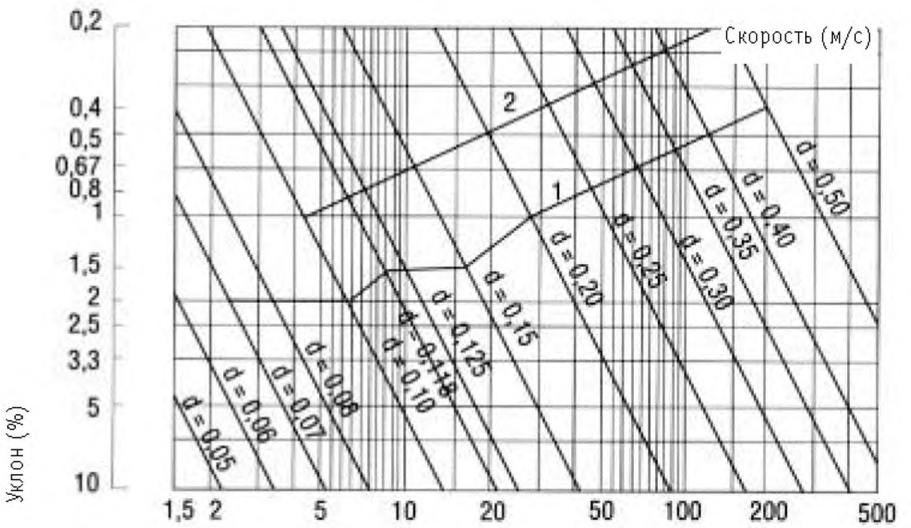


1 – верхнее ограничение для трубопроводов в зданиях
2 – верхнее ограничение для наружных трубопроводов по PN-92/B-01707-5

Расчетная интенсивность потока q_s (дм^3/с)

ГРАФИКИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

ГРАФИК № 12 Для определения размеров горизонтов и подключений каналов общей канализации по формулам Chezy для k=1,0 мм, темп. 10°C, при наполнении h/d=0,7



Расчетная интенсивность потока qs (дм3/с)

1 – верхнее ограничение для трубопроводов в зданиях

2 – верхнее ограничение для наружных трубопроводов по PN-92/B-01707-6

gost.e-ecolog.ru