

**Бестраншейные технологии
восстановления трубопроводов**

Техническое описание



**ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО
И ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Эффективные решения

для напорных трубопроводов

Содержание

	Страница		Страница
1. Почему необходимо восстанавливать трубопроводы?	2	5.3. Прочностные аспекты	18
1.1. Введение	2	5.3.1. Общие положения	18
1.2. Проблемы существующих трубопроводов	2	5.3.2. Применение труб для безнапорных трубопроводов	19
2. Как восстанавливать трубопроводы?	3	5.3.3. Применение напорных труб	19
2.1. Методы восстановления	3	5.4. Гидравлические аспекты	21
2.2. Методы реконструкции	3	6. Опыт применения	23
2.2.1. Нанесение покрытий	3	6.1. Протяжка пластиковой трубы внутри существующего трубопровода	23
2.2.2. Протяжка пластиковой трубы внутри существующего трубопровода	3	6.2. Compact Pipe	23
2.3. Методы бестраншейной замены	5	6.3. Compact SlimLiner	24
2.3.1. Разрушение трубопроводов	5	6.4. Wavin TS	25
2.4. Руководство по принятию решения	6	7. Библиография	26
3. Системы восстановления трубопроводов, предлагаемые компанией Wavin	7	7.1. Стандарты, требования и правила	26
3.1. Трубы Wavin для протяжки в существующем трубопроводе	7	7.2. Спецификации системы Wavin	26
3.2. Compact Pipe	9	7.3. Другие публикации	26
3.2.1. Описание и применение системы	9		
3.2.2. Ассортимент изделий	10		
3.2.3. Технические характеристики	11		
3.2.4. Оборудование	11		
3.2.5. Процесс установки	12		
3.3. Compact SlimLiner	14		
3.3.1. Описание и применение системы	14		
3.3.2. Ассортимент изделий	14		
3.3.3. Технические характеристики	14		
3.3.4. Оборудование	15		
3.3.5. Процесс установки	15		
3.4. Wavin TS	16		
3.4.1. Описание и применение системы	16		
3.4.2. Ассортимент изделий	16		
3.4.3. Технические характеристики	17		
4. Обеспечение качества	17		
4.1. Европейские стандарты	17		
4.2. Производственные стандарты Wavin	17		
5. Аспекты проектирования систем	18		
5.1. Состояние существующего трубопровода	18		
5.2. Аспекты установки	18		

1. Почему необходимо восстанавливать трубопроводы?

1.1. Введение

В индустриально развитых странах большинство домов подключено к системам трубопроводов. Однако, только в Европе от 25 до 40 процентов сетей находятся в плохом состоянии, создавая опасность для жизни людей и окружающей среды. Восстановление трубопроводов стало очевидной необходимостью.



Рис. 1. Трубопроводы стали важнейшей частью инфраструктуры

С повышением стоимости замены трубопроводов и дорожных работ в условиях увеличения интенсивности дорожного движения, бестраншейные технологии восстановления работоспособности трубопроводов являются желательным как с точки зрения экономичности, так и защиты окружающей среды.

В конце 60-х годов была внедрена первая технология реновации трубопроводов путём протаскивания гибкой пластиковой трубы внутри старого трубопровода. Она обеспечила новые варианты устранения утечек в соединениях и позволила эффективно прокладывать новую долговечную трубу внутри существующей. С тех пор произошло значительное развитие таких технологий, и появились новые методы восстановления с использованием пластиковых труб.

В Великобритании рытье траншей через дороги запрещается законом. Здесь около 80 процентов выпущенных полиэтиленовых труб применяется для бестраншейного восстановления существующих трубопроводов, либо бестраншейной замены (разрушение старых труб).

1.2. Проблемы существующих трубопроводов

В настоящее время регулярная проверка трубопроводов при помощи телевизионной инспекции является обычной практикой во многих странах. Не составляет проблемы даже проверка труб диаметром менее 100 мм.

Вопросы, связанные с существующими трубопроводами, могут быть обобщены следующим образом:

Водопроводы питьевой воды

Проблемы	Следствия
материал трубы (например, свинец)	вода плохого качества (вкус, цвет)
утечка	низкое давление
отложения	прекращение подачи из-за блокировки
коррозия	
разрывы	
сквозные повреждения	

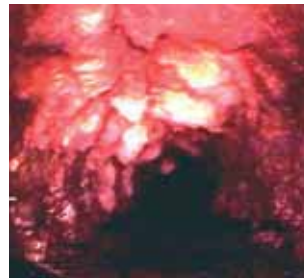


Рис. 2. Отложения в водопроводе питьевой воды

Газопроводы

Проблемы	Следствия
утечка	опасность взрыва
коррозия	снижение давления
разрывы трубы	



Рис. 3. Труба газопровода, сильно поврежденная коррозией

Канализация

Проблемы	Следствия
утечка через соединения	прекращение потока
повреждение корнями	попадание воды
отложения	загрязнение подземного слоя
образование осадков	затопление
продольные выпирания	разрушение дороги
несоосность	
уменьшение размеров	
коррозия и химическая	
коррозия	
трещины (структурные	
повреждения)	
разрушение	



Рис. 4. Структурные повреждения и отложения в канализационной трубе

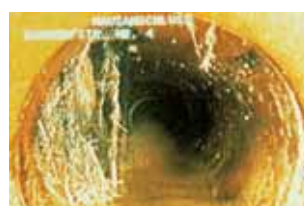


Рис. 5. Повреждение канализационной трубы корнями



Рис. 6. Сильно поврежденная канализационная труба

2. Как восстанавливать трубопроводы?

2.1. Методы восстановления

Когда проблемы ограничиваются наличием препятствий внутри трубы, для их решения используются различные методы очистки:

- гидродинамическая очистка под высоким давлением;
- роботы для резки;
- щеточные скребки;
- глубокие скребки и цепные скребки.



Рис. 7. Устройства для чистки - глубокий скребок (слева) и цепной скребок.

При наличии проблем, связанных со сквозными повреждениями, традиционными методами восстановления были либо ремонт участка, либо, при значительных повреждениях, раскапывание и полная замена участка трубопровода. В настоящее время существует много других способов восстановления, которые приведены на рисунке 8. Обновление путем бестраншейной протяжки пластиковой трубы и бестраншейная замена пластиковыми трубами, привлекают все больше внимания.

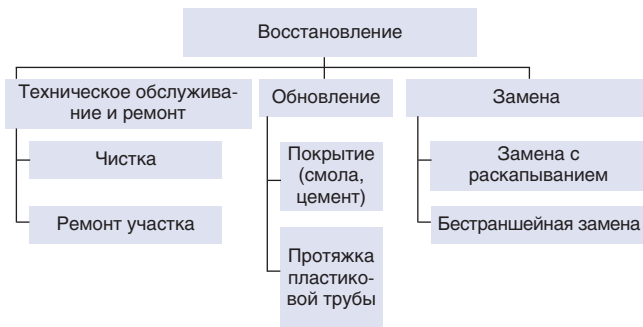


Рис. 8. Способы восстановления трубопроводов

Преимуществами реконструкции по сравнению с традиционными методами с раскапыванием является следующее:

- меньше неудобств для населения (транспорт, торговля);
- меньше вероятность повреждений кабелей и других коммуникаций;
- меньше ущерба природе и окружающей среде (деревья, водные пути);
- независимая организация работ (не требуется согласований с другими службами, связанными с подземными коммуникациями);
- экономия времени и средств.

Когда состояние старого трубопровода или его пропускная способность сильно ухудшаются (например, обвал), часто замене с раскапыванием альтернативы нет. Но когда имеется утечка через соединения или необходимо решать проблемы с коррозией, реконструкция и бестраншейная замена имеют очевидные преимущества: гораздо меньшие объемы земляных работ и время реконструкции. Это снижает вредное воздействие на окружающую среду и уменьшает неудобства для населения.

2.2. Методы реконструкции

2.2.1. Нанесение покрытий

Покрытие может наноситься для реконструкции водопроводов, состояние которых является приемлемым, однако требуется решить проблемы связанные с качеством воды. В зависимости от жесткости воды и требований к прочности, может наноситься либо цементное, либо эпоксидное покрытие. Цементное покрытие является более старой технологией, однако оно по-прежнему широко используется, например, в Германии, тогда как в Великобритании эпоксидная смола почти полностью заменила цемент. При использовании покрытия утечки не устраняются.

2.2.2. Протяжка пластиковой трубы внутри существующего трубопровода

Среди методов с использованием протяжки трубы (во всех случаях используются пластиковые трубы и элементы) наиболее популярными являются следующие:

- реконструкция цельной трубой; этот метод также известен как метод протяжки пластиковой трубы;
- реконструкция трубой, отвердевающей на месте;
- реконструкция плотноприлегающей трубой.

Протяжка гибкой пластиковой трубы

Вставка одной цельной трубы, изготовленной из отрезков полиэтиленовых труб, которые предварительно свариваются, а затем протаскиваются в трубопровод.

Пример: протяжка гибкой трубы из ПЭ100, производства Wavin.



Рис. 9. Протяжка гибкой пластиковой трубы

Реконструкция трубой, отвердевающей на месте

Протяжка эластичного рукава, пропитанного термоотверждаемой смолой. После отверждения смолы образуется жесткая оболочка.

Пример: Insituform, Phoenix.

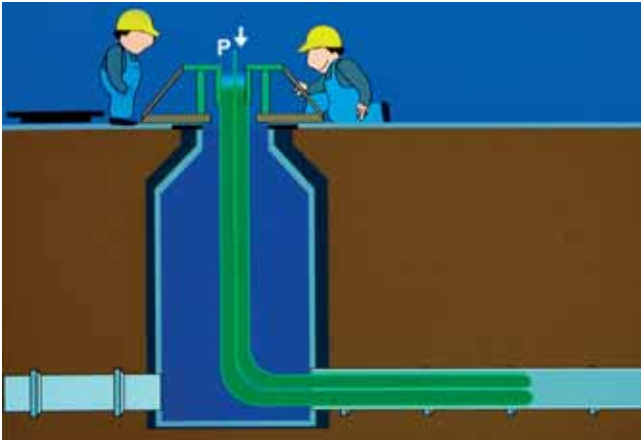


Рис. 10. Реконструкция трубой, отвердевающей на месте

Реконструкция плотноприлегающей трубой

Протяжка непрерывной пластиковой трубы (с уменьшенным поперечным сечением для облегчения установки). После установки сечение увеличивается для того, чтобы пластиковая труба плотно прилегла к существующей трубе. С середины 80-х годов было разработано много новых методов такого типа. Первое поколение включает методы с использованием труб, сечение которых уменьшается на месте установки.

(пример, Swagelining, Rolldown, Subline).

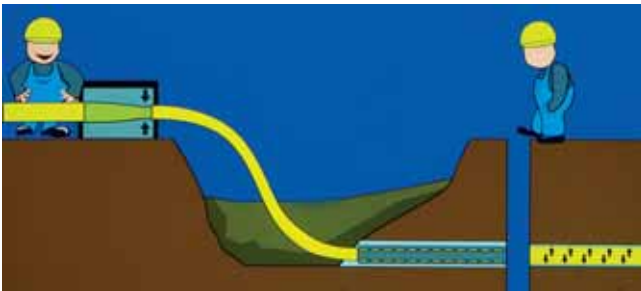


Рис. 11. Реконструкция плотноприлегающей трубой, формируемой на месте установки

Например, применение технологии Swagelining возможно для труб диаметром от 100 мм до 1000 мм и длиной до 1000 м.

Технология Subline - это процесс установки плотно прилегающей тонкостенной ПЭ трубы внутри существующего трубопровода с использованием запатентованного компанией Subterra метода сворачивания тонкостенных ПЭ труб, изготовленных из стандартных полимеров (к примеру ПЭ-80, ПЭ-100). При этом ПЭ труба проталкивается через формовочную машину для сгибания ее в заданную форму. Процесс выполняется при температуре окружающего воздуха с использованием простого толкателя с гидروприводом.

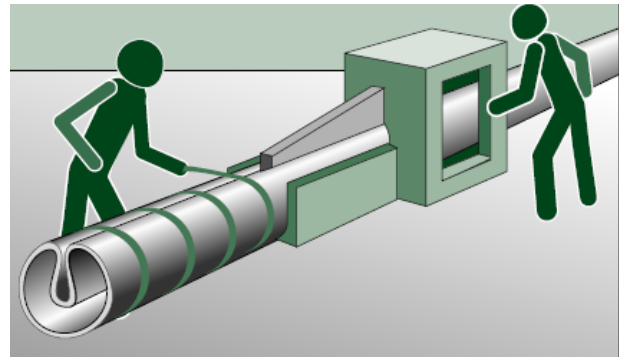


Рис. 12. Технология Subline

Сразу же после формовочной машины производится закрепление заданной формы с использованием временных удерживающих лент и проталкивание ПЭ трубы в форму Subline в существующую трубу (прямо из машины Subline, или другим способом в зависимости от условий на рабочей площадке). После затягивания трубы Subline в старую трубу герметизируются торцы трубы Subline и производится подача воды под давлением для того, чтобы разорвать удерживающие ленты и произвести разворачивание ПЭ трубы.

Таблица 1. Диапазон применения технологии Subline

Внешний диаметр ПЭ трубы	Толщина стенок трубы (мм)					
	SDR 26	SDR 33	SDR 42	SDR 50	SDR 61	SDR 80
75	2,9					
100	3,8	3				
110	4,2	3,3				
125	4,8	3,8	3			
150	5,8	4,5	3,6	3		
160	6,2	4,8	3,8	3,2		
180	6,9	5,5	4,3	3,6	3	
200	7,7	6,1	4,8	4	3,3	
213	8,2	6,5	5,1	4,3	3,5	
225	8,7	6,8	5,4	4,5	3,7	
250	9,6	7,6	6	5	4,1	3,1
280	10,8	8,5	6,7	5,6	4,6	3,5
300	11,5	9,1	7,1	6	4,9	3,8
315	12,1	9,5	7,5	6,3	5,2	3,9
355	13,7	10,8	8,5	7,1	5,8	4,4
400	15,4	12,1	9,5	8	6,6	5
450	17,3	13,6	10,7	9	7,4	5,6
500	19,2	15,2	11,9	10	8,2	6,3
560	21,5	17	13,3	11,2	9,2	7
600	23,1	18,2	14,3	12	9,8	7,5
630	24,2	19,1	15	12,6	10,3	7,9
710		21,5	16,9	14,2	11,6	8,9
750		22,7	17,9	15	12,3	9,4
800		24,2	19	16	13,1	10
900			21,4	18	14,8	11,3
1000			23,8	20	16,4	12,5
1200				24	19,7	15
1400					23	17,5
1600					26,2	20

Применим для процесса Subline

Возможность применения зависит от структуры ПЭ полимера (требуется консультация WAVIN)

Второе поколение включает методы с использованием труб, сечение которых уменьшается на заводе (примеры, Compact Pipe, Compact SlimLiner).

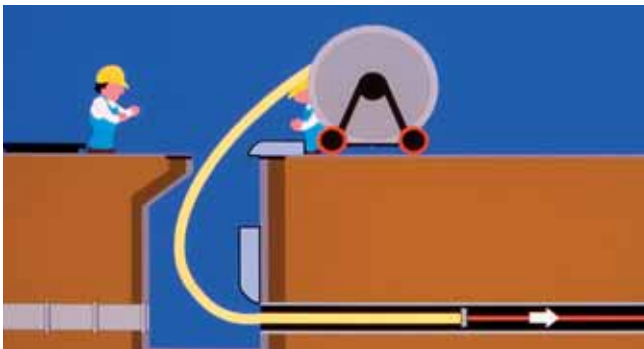


Рис. 13. Протяжка плотноприлегающих труб, формируемых на заводе.

Пластиковые трубы, используемые для реконструкции трубопроводов, не находящихся под давлением, таких как канализация и дренаж, как правило, считаются "независимыми", так как они проектируются для того, чтобы выдерживать внешние нагрузки (или их часть).

Пластиковые трубы, используемые для обновления напорных трубопроводов, по структуре классифицируются либо как "независимые", либо как "интерактивные" в соответствии с тем, как воспринимается окружающее напряжение на растяжение, связанное с наличием внутреннего давления.

Независимая труба способна выдерживать продолжительное внутреннее напряжение от давления, при этом она совершенно не имеет ограничений перемещений в радиальном направлении внутри старой трубы.

Интерактивная труба передает часть или все внутреннее напряжение от давления через радиальный контакт стенке существующей трубы, но сохраняет продолжительную способность закрывать любые отверстия, образовавшиеся в результате действия коррозии или отверстия в соединениях в системе существующего трубопровода.

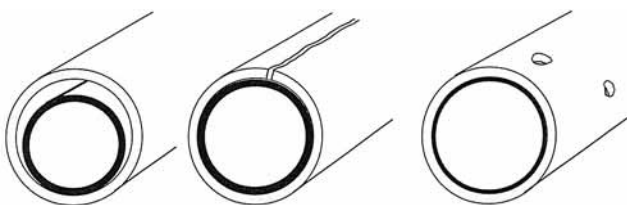


Рис. 14. Независимые и интерактивные методы реновации

При проектировании также должны учитываться кратковременные и продолжительные воздействия нагрузок, имеющих место при установке, для того чтобы во время монтажа не превышать определенных пределов.

Несмотря на то, что реконструкция с использованием пластиковых труб может решать проблемы целостности трубопровода и устранять утечки, обновленные трубы должны обеспечивать соответствующую пропускную способность. Поэтому первое, что нужно определить - это новую пропускную способность, которая требуется для восстанавливаемых труб, а не просто принять, что пропускная способность осталась неизменной.

Требуемая пропускная способность определяется на основе

минимального внутреннего диаметра пластиковой трубы, а максимальный наружный диаметр ограничивается существующей трубой.

При анализе пропускной способности могут быть приняты в расчет дополнительные преимущества гидравлической гладкости и непрерывности внутреннего слоя, которые обеспечиваются стенкой пластиковой трубы. Дополнительная информация о проектировании представлена в главе 5.

2.3. Методы бестраншейной замены

Когда требования к системе не позволяют применение методов реконструкции, например, из-за ограничений пропускной способности нового трубопровода, а замена необходима, старый трубопровод может быть заменен при помощи метода, который исключает раскапывание. Как правило, бестраншейная замена определяется как строительство нового трубопровода на линии существующего, причем новый трубопровод выполняет те же функции, что и старый.

2.3.1. Разрушение трубопроводов

Существующий трубопровод разрушается, и его части расталкиваются в стороны вместе с прилегающим грунтом при помощи специального наконечника, который, таким образом, формирует полость для установки нового трубопровода. Наконечником может служить пневматический молот, гидравлический расширитель или неподвижный конус, которые протягиваются через существующий трубопровод, и за которыми следует новая полиэтиленовая плеть такого же или большего размера. Для восприятия точечной нагрузки, полиэтиленовая труба предпочтительно должна иметь дополнительный жесткий упрочненный слой.



Рис. 15. Разрушение трубы

2.4. Руководство по принятию решения

Блок-схема на рис. 16 помогает лицам, отвечающим за принятие решения, сделать правильный выбор

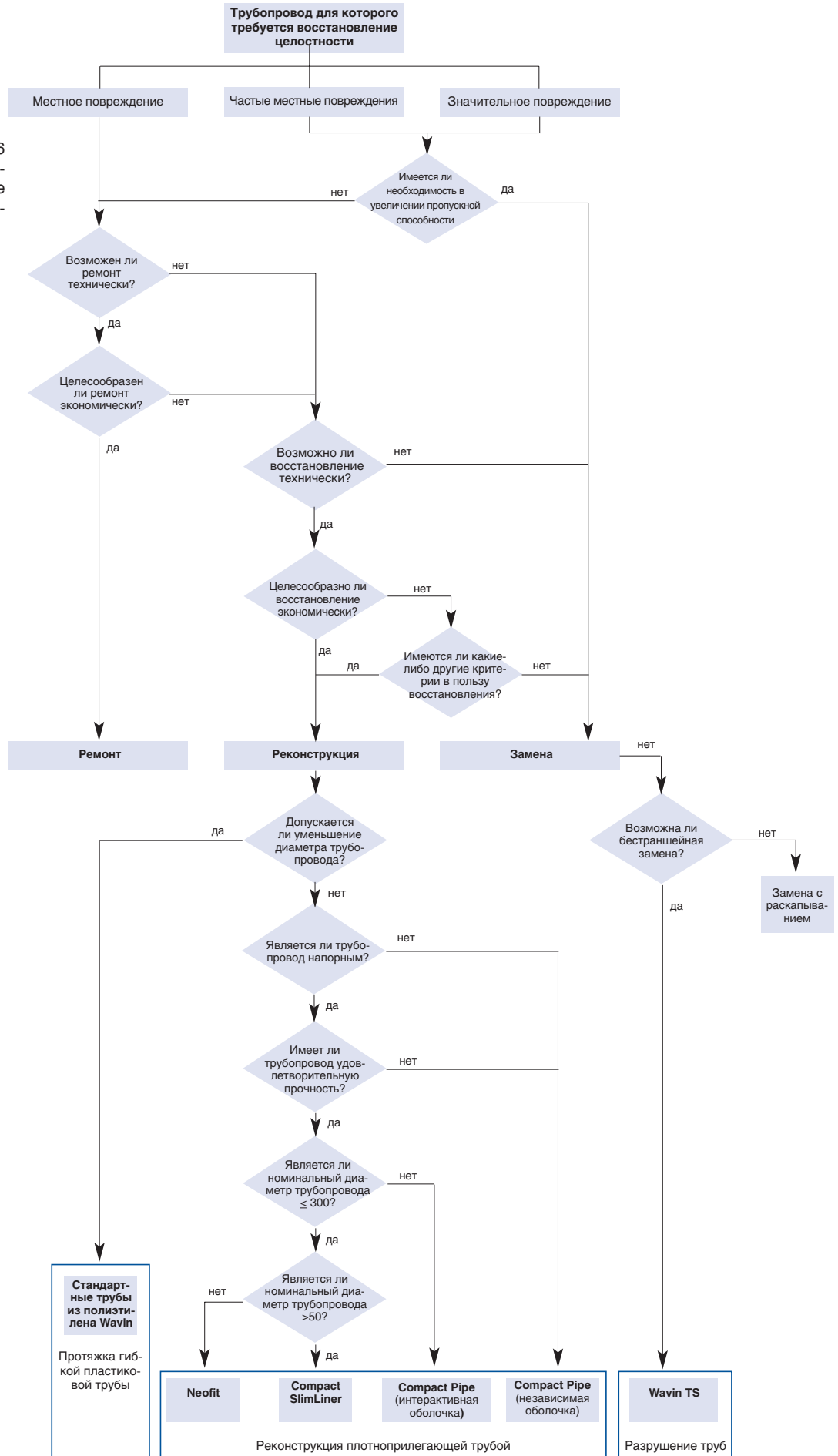


Рис. 16. Руководство по принятию решения

3. Системы восстановления трубопроводов, предлагаемые компанией Wavin

Для бестраншейного восстановления трубопроводов Wavin, будучи одним из первых разработчиков в отрасли в Европе, предлагает инновационные решения для устранения различных проблем на газовых, водопроводных, канализационных и промышленных трубопроводах. Для бестраншейных технологий восстановления трубопроводов можно использовать следующую продукцию, выпускаемую компанией Вавин:

- Стандартные ПЭ трубы - для протаскивания в существующей трубе без ее разрушения или с разрушением
- Wavin TS Трубы - с повышенным сопротивлением к разрушению (для монтажа в тяжелых условиях и протяжки с разрушением старого трубопровода, в особенности чугунных и бетонных труб).
- Compact Pipe и Compact Slim Liner - протяжка в существующем трубопроводе с плотным прилеганием, без разрушения

3.1. Трубы Wavin для протяжки в существующем трубопроводе

Протяжка целых плетей с использованием пластиковых труб Wavin стандартных размеров осуществляется с середины 60-годов. Изначально, поливинилхлоридные (ПВХ) трубы склеивали вместе, а затем протаскивали за один прием.

С конца 60-годов для этой цели использовались полиэтиленовые трубы.

Как материал, полиэтилен лучше всего подходит для такой операции благодаря его пониженному модулю упругости, обеспечивающему для трубной плети желаемую продольную гибкость.



Рис. 17. Восстановление трубопровода методом протаскивания ПЭ трубы в Великобритании

Длина отдельных труб зависит от возможностей транспортировки. Стандартная длина полиэтиленовых труб составляет 12 м (в некоторых странах 10 м). До диаметра 160 мм включительно трубы предлагаются в более длинных отрезках, которые поставляются в бухтах или намотанными на барабан.

Толщина стенки определяется прочностью, определяемой условиями в которых будет применяться труба (см. главу 5.3.), а также возможностями соединения. Фитинги для сварки труб требуют определенной минимальной толщины стенки.

Для протаскивания труб требуется входная траншея. Размер траншеи определяется диаметром и допустимым радиусом изгиба трубы, глубиной существующего трубопровода и окружающей температурой. По практическому правилу, размер траншеи, представленной на рис. 18, следует рассчитывать следующим образом:

Длина траншеи: $L = 8 \times H$ (м)

Ширина траншеи: $W = \text{наружный диаметр} + 1.0$ (м)

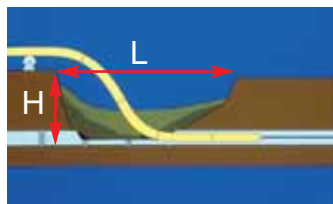


Рис. 18. Необходимый размер траншеи для восстановления трубопровода путём протаскивания гибкой пластиковой трубы

Труба, подлежащая восстановлению, должна быть прочищена и освобождена от всех посторонних предметов, которые могут мешать вставке трубной плети. Настоятельно рекомендуется выполнить проверку при помощи телевизионной инспекции или размерной протяжки (калибратора).



Рис. 19. Сварка встык полиэтиленовых труб

Трубная плеть формируется путем сварки встык отдельных труб.

В зависимости от толщины стенки трубы, каждая процедура сварки занимает от 30 до 60 минут. Подробные инструкции по сварке предоставляются по запросу.

Качество сварных швов проверяется при помощи визуального осмотра наплавленных валиков. Наплавленные валики на наружной поверхности могут препятствовать вставке, их рекомендуется удалять для предотвращения трудностей впоследствии. Удаление внутренних наплавленных валиков также может выполняться по требованию заказчика.

Плеть оснащается головкой для протаскивания, она может состоять либо из металлического наконечника, который прикручивается болтами к трубе, либо из полиэтиленовой заглушки с ушком для протягивания. Заглушка приваривается к ПЭ трубке встык.



Рис. 20. Металлический наконечник для протягивания (слева) и полиэтиленовая заглушка, приваренная встык к торцу трубы.

Вертлюг между протаскиваемым концом и канатом лебедки предотвращает перекручивание каната, обеспечивая таким образом увеличение его срока эксплуатации. Для облегчения протяжки и предотвращения повреждения при протягивании, под трубной плетью, лежащей на поверхности, размещаются валики. Протяжка осуществляется при помощи лебедки со скоростью протягивания до 15 м/мин.

На входе в существующий трубопровод устанавливаются направляющие. Для дальнейшего снижения усилия при протяжке рекомендуется применение смазки. Помощь может оказать даже смачивание обычной водой.

Максимальное тянущее усилие зависит от применяемых полиэтиленовых труб (см. главу 5.2). Прилагаемое тянущее усилие регистрируется и вносится в отчет об установке.

Таблица 2. Ассортимент газовых труб для восстановления газопроводов низкого и среднего давления

Диаметр, мм	Номинальный диаметр для фланцевых соединений	Газовая труба ПЭ 80		Газовая труба ПЭ 100		Газовая труба Wavin TS	
		SDR 17,6	SDR 11	SDR 17,6	SDR 11	SDR 17	SDR 11
32	25	–	3.0	–	3.0	–	3.0
40	32	–	3.7	–	3.7	–	3.7
50	40	–	4.6	–	4.6	–	4.6
63	50	–	5.8	–	5.8	–	5.8
75	65	–	6.8	–	6.8	–	6.8
90	80	5.2	8.2	5.4	8.2	–	8.2
110	100	6.3	10.0	6.6	10.0	–	10.0
125	100	7.1	11.4	7.4	11.4	–	11.4
160	150	9.1	14.6	9.5	14.6	–	14.6
180	150	10.3	16.4	10.7	16.4	–	16.4
225	200	12.8	20.5	13.4	20.5	13.4	20.5

Таблица 3. Ассортимент труб для восстановления систем трубопроводов питьевого и технического водоснабжения

Диаметр, мм	Номинальный диаметр для фланцевых соединений	Труба для питьевой воды ПЭ 80		Труба для питьевой воды ПЭ 100		Труба для питьевой воды Wavin TS	
		SDR 11	SDR 11	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
20	15	1.9	–	–	–	–	–
25	20	2.3	–	–	–	–	2.3
32	25	3.0	–	–	3.0	–	3.0
40	32	3.7	–	–	3.7	–	3.7
50	40	4.6	–	–	4.6	–	4.6
63	50	5.8	–	–	5.8	–	5.8
75	65	6.8	–	–	6.8	–	6.8
90	80	8.2	5.4	8.2	–	8.2	–
110	100	10.0	6.6	10.0	–	10.0	–
125	100	11.4	7.4	11.4	–	11.4	–
140	125	12.7	8.3	12.7	–	12.7	–
160	150	14.6	9.5	14.6	–	14.6	–
180	150	16.4	10.7	16.4	–	16.4	–
200	200	18.2	11.9	18.2	–	18.2	–
225	200	20.5	13.4	20.5	13.4	20.5	–
250	250	22.7	14.8	22.7	14.8	22.7	–
280	250	25.4	16.6	25.4	16.6	25.4	–
315	300	28.6	18.7	28.6	18.7	28.6	–
355	350	32.2	21.1	32.2	21.1	32.2	–
400	400	36.3	23.7	36.3	23.7	36.3	–
450	500	40.9	26.7	40.9	26.7	40.9	–
500	500	45.4	29.7	45.4*	–	–	–
560	600	50.8	33.2	50.8*	–	–	–
630	600	57.2	37.4	57.2*	–	–	–

Таблица 4. Ассортимент труб для восстановления систем напорной и безнапорной канализации

Диаметр, мм	Номинальный диаметр для фланцевых соединений	Труба для канализации ПЭ 80		Труба для канализации ПЭ 100		Труба для канализации Wavin TS	
		SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
50	40	–	–	–	–	–	4.6
63	50	–	5.8	–	5.8	–	5.8
75	65	–	6.8	–	6.8	–	6.8
90	80	5.4	8.2	5.4	8.2	–	8.2
110	100	6.6	10.0	6.6	10.0	–	10.0
125	100	7.4	11.4	7.4	11.4	–	11.4
140	125	8.3	12.7	8.3	12.7	–	12.7
160	150	9.5	14.6	9.5	14.6	–	14.6
180	150	10.7	16.4	10.7	16.4	–	16.4
200	200	11.9	18.2	11.9	18.2	–	18.2
225	200	13.4	20.5	13.4	20.5	13.4	20.5
250	250	14.8	22.7	14.8	22.7	14.8	22.7
280	250	16.6	25.4	16.6	25.4	16.6	25.4
315	300	18.7	28.6	18.7	28.6	18.7	28.6
355	350	21.1	32.2	21.1	32.2	21.1	32.2
400	400	23.7	36.3	23.7	36.3	23.7	36.3
450	500	26.7	40.9	26.7	40.9	26.7	40.9
500	500	29.7	45.4	29.7	45.4*	–	–
560	600	33.2	50.8	33.2	50.8*	–	–
630	600	37.4	57.2	37.4	57.2*	–	–

*по заказу

В тех случаях, когда диаметр ПЭ трубы значительно меньше внутреннего диаметра существующего трубопровода, вокруг нее следует разместить изоляционный материал; это возможно только в тех случаях, когда канал существующей трубы является достаточно гладким.

После протягивания ПЭ трубы необходимо выполнить окончательные работы:

- цементирование межтрубного пространства;
- повторное подключение к ответвлениям или присоединительным трубопроводам.

Межтрубное пространство между старой и новой трубой обычно заполняется смесью на основе цемента. В тех случаях, когда межтрубное пространство является относительно небольшим, можно выполнять цементирование при помощи полиуретановой смеси на основе цемента. Цементирование обычно выполняется для закрепления новой трубы в необходимом положении, например, для предотвращения продольного движения трубы, и для упрочнения конструкции.

Цементный раствор может подаваться из верхней точки участка до нижней за счет существующего уклона трубопровода, или закачиваться из нижней точки вверх под давлением.

Во время цементирования труба подвергается следующим нагрузкам:

- выталкивающей силе; тяжелый раствор выталкивает трубу вверх, вызывая линейную нагрузку по всей длине сверху; в данном случае полезными могут оказаться позиционеры, обеспечивающие расположение новой трубы в центре относительно старой трубы;
- гидростатическому давлению снаружи, которое может вызвать сдавливание трубы.

Для того, чтобы этого не произошло, необходимо предпринять меры предосторожности. Подробное описание типов раствора, которые могут применяться, а также правильные способы его использования представлены Д. Штайном и другими [23].

Ответвления, как правило, подключаются снаружи, путем сварки встык отводов или приваркой сварных седел к ПЭ трубе. Подключение к ним осуществляется очень просто. В настоящее время также имеется возможность подключения изнутри с использованием резаков с дистанционным управлением и специальных профилей со шляпкой, привариваемых электросваркой к внутренней части полиэтиленовой трубы. Для этого обязательным является точное расположение ответвлений, а также наличие инструментов для прорезки отверстия в стенке трубы и растворе вокруг нее.

Для подключения к существующей сети подходят стандартные соединительные устройства, например, фланцевые соединения.

За многие годы применение метода протаскивания ПЭ трубы завоевало популярность, особенно при восстановлении поврежденных напорных трубопроводов. Это - быстрый, относительно простой и экономичный метод.

Однако, этот традиционный и простой метод имеет некоторые недостатки:

- снижение пропускной способности: диаметр новой трубы значительно меньше, чем существующей;
- необходимость рытья траншеи для протяжки плети;
- необходимость наличия пространства вокруг площадки для размещения плети перед протяжкой;

- изгибы по маршруту трубопровода; прохождение изгибов в существующем трубопроводе является проблематичным;
- цементирование создает проблемы при подключении (повторном подключении) ответвительных линий.

Данные недостатки привели к разработке методов Compact Pipe и Compact SlimLiner.

3.2. Compact Pipe

3.2.1 Описание и применение системы

Система Compact Pipe проявила себя как идеальная технология для бесстраншейного восстановления поврежденных водопроводов, канализации, газопроводов и промышленных трубопроводов, изготовленных из традиционных материалов, таких как чугун, сталь, бетон, керамика и асбестоцемент.



Рис. 21. Compact Pipe для обновления труб газопроводов, водопроводов и канализации

Особые преимущества системы Compact Pipe проявляются в тех случаях, когда трубопровод недоступен, либо в местах с оживленным дорожным движением, где рытье траншеи невозможно. Строительные работы ограничены небольшими котлованами в начале и конце трассы, которые могут даже не требоваться при восстановлении канализационных труб, поскольку могут использоваться существующие колодцы с люками.



Рис. 22. Для восстановления канализационных труб могут использоваться существующие колодцы

Во время экструзионного процесса круглая полиэтиленовая труба по всей длине складывается в С-образную форму. Таким образом, поперечное сечение уменьшается на 35 процентов, и труба может легко вставляться в восстанавливаемый трубопровод. После протяжки Compact Pipe возвращается в исходное состояние при помощи пара. Благодаря "эффекту памяти" полиэтилена, труба возвращается в исходное положение. Использование сжатого воздуха во время процесса охлаждения позволяет обеспечить плотный контакт ПЭ трубы с внутренней стенкой существующей трубы (плотное прилегание). Допуски внутреннего диаметра существующей трубы могут находиться в пределах до 7 процентов. Результатом данного метода плотного прилегания является структурно независимая труба со свойствами и сроком эксплуатации вновь установленной трубы.

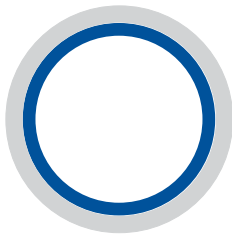


Рис. 23. Compact Pipe - из С-образной формы к плотному прилеганию

Допускаются следующие углы отклонений трубопроводов системы Compact Pipe:

Таблица 5. Допустимое изменение направления трубопровода

Тип изменения	Угол °	Минимальный радиус существующей трубы
изгибы и соединения	< 22.5°	без ограничений
изгибы	< 45°	5 x номинальный диаметр Compact Pipe
изгибы	< 90°	8 x номинальный диаметр Compact Pipe

Для восстановления канализационных труб, минимальный диаметр люков представлен в таблице 6:

Таблица 6. Минимальные требования для доступа через люк

Номинальный диаметр	Минимальный размер канализационных колодцев (см x см)
100 - 225	80 x 80 \varnothing <input type="checkbox"/>
250 - 500*	100 x 100 \varnothing <input type="checkbox"/>

* При номинальных диаметрах 450 и 500 горловина колодца должна удаляться.

При использовании системы Compact Pipe необходимо обеспечить, чтобы минимальное поперечное сечение существующей трубы было больше, чем сложенная Compact Pipe или головка для протаскивания. Критические места могут расширяться при помощи калибра или наконечника для разрушения трубы.

Уменьшение поперечного сечения в результате установки ПЭ трубы компенсируется отсутствием препятствий (таких, как проникновение корней и отложения) и более гладкой внутренней поверхностью. В большинстве случаев гидравлические характеристики и, таким образом, пропускная способность даже улучшаются (см. рис 49).

3.2.2. Ассортимент изделий

Compact Pipe выпускается с диаметрами в диапазоне от 100 до 500 мм. Для каждого диаметра предлагаются различные классы толщины стенки/SDR для удовлетворения различных конструктивных требований. Compact Pipe проектируется как независимая труба, способная самостоятельно выдерживать все нагрузки. Теоретически, после восстановления существующая старая труба может быть удалена.

Таблица 7. Ассортимент Compact Pipe

Номинальный диаметр*	Номинальная толщина стенки*			Диапазон восстанавливаемых диаметров (мм)		Максимальная длина (м)**	
	SDR 26	SDR 17,6	SDR 17	ПЭ 80	ПЭ 100	SDR 17	SDR 26
100	3.9	5.7	5.9	97-104	97-102	600	600
125			7.4	121-129	121-127	600	
150	5.8	8.6	8.9	145-155	145-152	600	600
175			10.3	170-182	170-179	600	
200	7.7	11.4	11.8	194-208	194-204	400	440
225			13.3	217-232	217-228	330	
250	9.7	14.2	14.8	241-258	241-253	330	400
280			16.2	280-300	280-294	250	
300	11.6	17.1	17.7	289-309	289-303	190	210
350	13.5	20.0	20.6	340-364	340-357	150	160
400	15.4	22.8	23.6	385-412	385-404	93	135
450	17.4	-	-	436-467	436-458	-	100
500	19.3	-	-	485-519	485-509	-	100

* Другие номинальные диаметры, SDR и типы полиэтилена предоставляются по требованию.

** В зависимости от класса SDR. При большей толщине стенки, максимальных длин нет в наличии.

Труба Compact Pipe наматывается на барабаны. Длина трубы на барабане зависит от ее номинального диаметра.

3.2.3. Технические характеристики

Материал

Трубы Compact Pipe изготавливается из обычных труб из ПЭ 80 и ПЭ 100.

Стойкость к химическому воздействию

Трубы Compact Pipe обладает стойкостью к бытовым стокам с рН между 2 (кислота) и 12 (щелочь). Для промышленных сточных вод необходимо учитывать данные о стойкости к химическому воздействию, публикуемые Wavin (получить данные можно на сайте www.wavin.de).

Цвет

Белый (непрозрачный) - для канализации и промышленного применения

Желтый / оранжевый - применение для газопроводов

Голубой - применение для водопроводов питьевой воды

Конструктивные особенности

Труба Compact Pipe представляет собой независимую трубную систему с качеством и эксплуатационными характеристиками обычных полиэтиленовых трубопроводов, построенных путем прокладки в траншее.

Для трубопроводов, не находящихся под давлением, как правило, применяются трубы с SDR 26 и 32 в зависимости от требуемой допускаемой нагрузки. Если допускаемая нагрузка должна быть очень высокой (например, из-за очень высокого уровня грунтовых вод), могут применяться трубы с SDR 17. Для напорных трубопроводов выбор материала и класса SDR зависит от рабочего давления и должен соответствовать международным стандартам ISO и CEN.

Более подробная информация приведена в главе 5.3.

Маркировка

Compact Pipe производства компании Wavin маркируется следующим образом: производитель, название изделия, применение, материал, номинальный диаметр, класс SDR, соответствие стандартам, дата производства, погонные метры, номер машины, код партии/материала.

Например, Wavin, Compact Pipe, вода, ПЭ 100 (MRS 10),

Номинальный диаметр 300, SDR 17, DVGW AU 2109, 080403, 00103, 42, 067870.

Сертификаты

Compact Pipe имеет несколько национальных сертификатов, включая германский DVGW на восстановление водопроводов и газопроводов.

3.2.4. Оборудование

Система Compact Pipe состоит из следующих основных компонентов:

- прицеп для барабана;
- лебедка;
- парогенераторная установка с интегрированной панелью управления процессом;
- сепаратор конденсата;
- различные стандартные инструменты, оборудование и вспомогательные принадлежности.

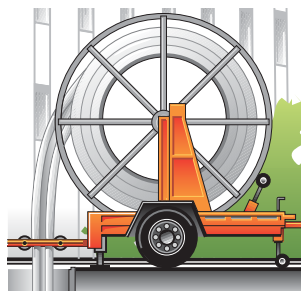


Рис. 24. Прицеп для барабана

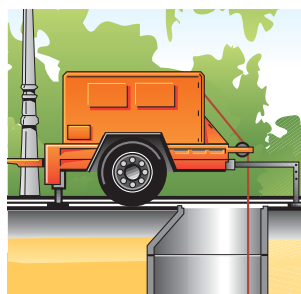


Рис. 25. Лебедка



Рис. 26. Парогенераторная установка с интегрированной панелью управления процессом

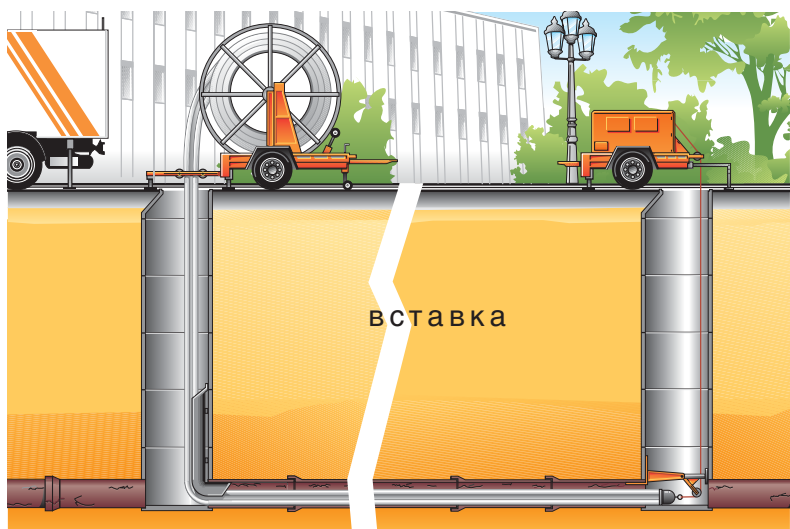


Рис. 27. Процесс установки Compact Pipe

Труба Compact Pipe поставляется на барабанах, которые могут устанавливаться на прицепах, разработанных специально для Compact Pipe. С них труба протягивается непосредственно в люк или колодец. Использование прицепа для барабана также рекомендуется на рабочей площадке. Допускается также применение другого оборудования при условии недопущения повреждения трубы.

Рекомендуется использование лебедки с тяговым усилием 10 тонн и автоматическим ограничением тягового усилия, которая может осуществлять протяжку в существующей трубе с максимальной скоростью 20 м/мин. Использование специальных вспомогательных вставок (направляющих) снижает тяговое усилие.

Парогенераторная установка - "сердце" системы - обеспечивает пар и сжатый воздух для процесса возвращения трубы в исходную форму. Основными компонентами являются парогенератор и водоочистная установка, которые установлены в передвижном 20 футовом контейнере. Во время возвращения трубы Compact Pipe в исходную форму (реверсии) температура внутри и снаружи обоих концов трубы, а также давление, постоянно измеряются; показания выводятся на дисплей оператора и регистрируются для последующего анализа.

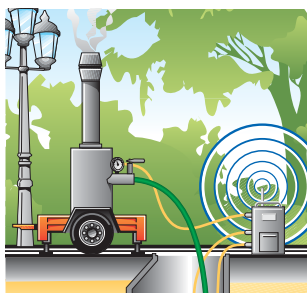


Рис. 28. Сепаратор конденсата

Пар и конденсат воды безопасно удаляются через конденсор. Это особенно важно при работе в жилых кварталах и на дорогах с оживленным движением для того, чтобы не создавать неудобства людям и обеспечивать безопасность дорожного движения.

Для установки Compact Pipe требуются стандартные инструменты, оборудование и вспомогательные принадлежности, такие как сварочное оборудование, труборасширитель и инструмент для вырезания отверстий.

3.2.5. Процесс установки

Земляные работы для протяжки трубы из Compact Pipe ограничиваются двумя небольшими входным и выходным котлованами. Для канализации могут использоваться существующие колодцы. Поэтому на рабочей площадке требуется немного места, и движение транспорта почти не ограничивается.



Рис. 29. Для восстановления канализации могут использоваться существующие колодцы

Подготовка существующего трубопровода к протяжке Compact Pipe может осуществляться как механическим методом, так и с помощью гидродинамической машины. При этом особых требований к качеству поверхности существующего трубопровода не предъявляется. Самое главное в прочистке - это убрать острые выступы и отложения, способные повредить ПЭ трубопровод в процессе его протяжки и реверсии (раскрытия).

Процедура выполнения работ:

1. Строительство входного и выходного котлованов или подготовка существующих колодцев или камер.
2. Телевизионная инспекция.
3. Протяжка трубы.
4. Подача пара в оболочку.
5. Труба "вспоминает" и приобретает свою изначальную форму с круглым поперечным сечением (эффект памяти формы).
6. Расширение и охлаждение трубы (возвращение в исходную форму) с использованием сжатого воздуха.
7. Оболочка плотно прилегает к стенке существующей трубы (плотное прилегание) и фиксируется.
8. Фиксация оболочки на концах при помощи приваривания электросваркой стандартной ПЭ трубы.
9. Повторное подключение существующего трубопровода.
10. Повторное подключение ответвлений.

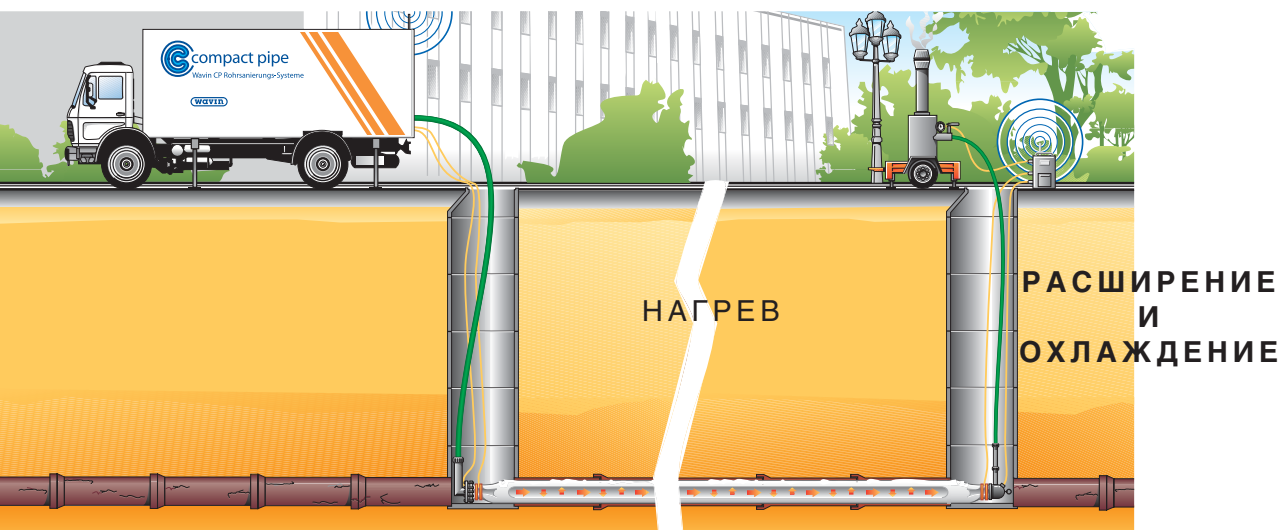


Рис. 27. Процесс установки Compact Pipe (продолжение)

Канализационные трубопроводы: концевые соединения

Между двумя концами труб Compact Pipe на дне колодца необходимо заново выставить днище колодца.

Канализационные трубопроводы: бестраншейный метод для соединения ответвлений

Существующие ответвления могут повторно подключаться к основной трубе, как с использованием метода с раскапыванием, так и бестраншейного метода. При использовании бестраншейного метода, резак с дистанционным управлением делает отверстие в трубе Compact Pipe в местах, где находятся ответвления. Плотность соединения может обеспечиваться при помощи фитинга в форме шляпы, который крепится при помощи электросварки к трубе Compact Pipe и выходит из оболочки в ответвление.

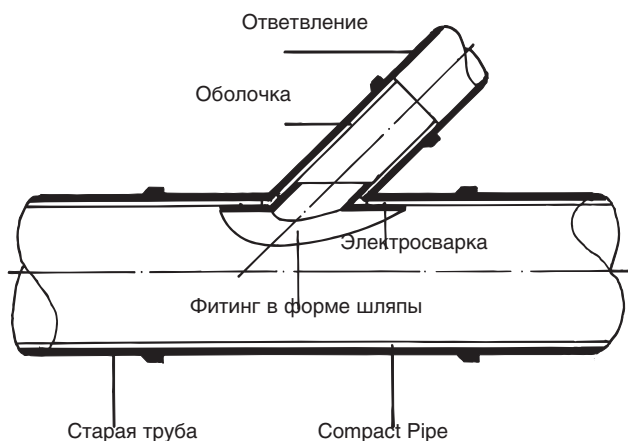


Рис. 30. Бестраншейный метод подсоединения ответвлений к канализационным трубам

Канализационные трубопроводы: метод с раскапыванием для соединения ответвлений

При использовании метода с раскапыванием соединительный элемент из полиэтилена приваривается электросваркой к трубе Compact Pipe. Дальнейшее соединение выполняется при помощи обычной арматуры.

Напорные трубопроводы: концевые соединения

Ремонтная муфта крепится с двух сторон

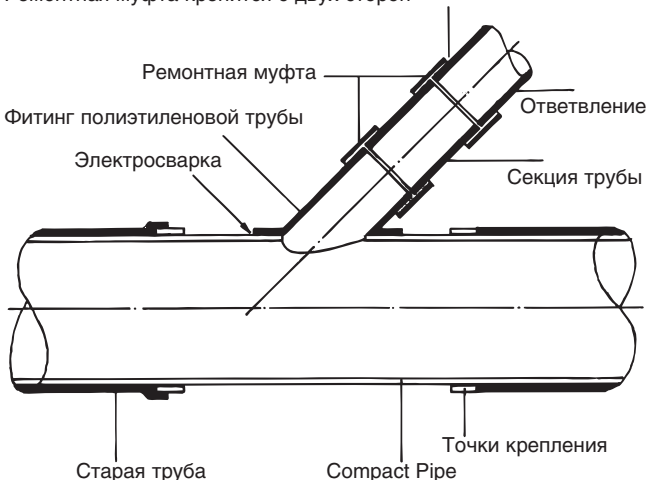


Рис. 31. Метод с раскапыванием для подсоединения ответвлений к канализационным трубам

Для соединения трубы Compact Pipe с существующими секциями труб в качестве соединительного элемента используется обычная полиэтиленовая труба соответствующего размера и величины SDR. Данный элемент из полиэтиленовой трубы соединяется с трубой Compact Pipe через обычные электросварные муфты. Если диаметр трубы Compact Pipe (например, номинальный диаметр 100) меньше, чем диаметр обычного участка из полиэтиленовой трубы (например, наружный диаметр 110), труба Compact Pipe должна быть растянута при помощи расширительного инструмента. В качестве альтернативы может применяться специально изготовленный переходный фитинг. Если труба Compact Pipe должна присоединяться к трубе не из полиэтилена или к трубе с сильно отличающимся наружным диаметром, лучше использовать фланцевое соединение. Данный метод также может применяться при установке вспомогательных компонентов, таких как задвижки.

Напорные трубопроводы: ответвления к потребителям

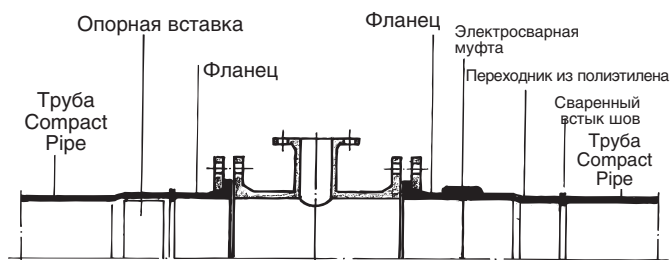


Рис. 32. Соединение концов труб в напорных трубопроводах

К напорным трубопроводам ответвления к потребителям подключаются при помощи метода с раскапыванием. Перед протяжкой секция старой трубы прорезается в нужном месте подключения ответвления. Если подключение линии выполняется после вставки оболочки, доступ к трубопроводу обеспечивается при помощи приспособления для вырезки отверстий. Сверху к трубе Compact Pipe электросваркой соединяется седельный отвод и подключается ответвление к потребителю.

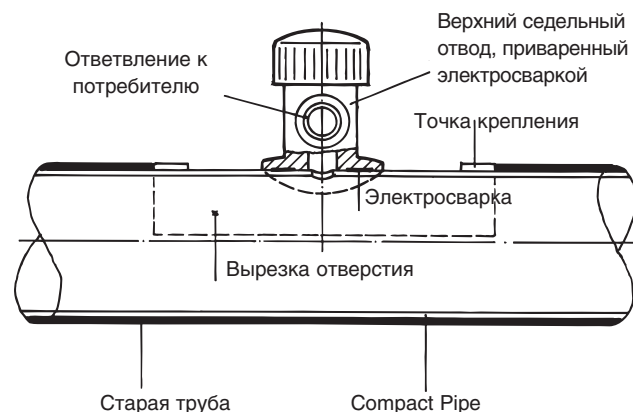


Рис. 33. Ответвление к потребителю от напорных трубопроводов

3.3. Compact SlimLiner

3.3.1 Описание и применение системы

Compact Slimliner является экономичной системой из тонкостенных полиэтиленовых труб для бестраншейного восстановления напорных трубопроводов с номинальным диаметром от 75 до 300 мм. Она представляет собой оптимальное решение для таких трубопроводов, которые являются механически прочными, но имеют незначительные повреждения (например, маленькие отверстия, утечку через соединения). Пропускная способность значительно увеличивается благодаря минимальному уменьшению диаметра и гладкому каналу. И, что еще более важно для водопроводов, потребитель получает здоровую и чистую воду.



Рис. 34. Compact Slimliner

При изготовлении тонкостенная полиэтиленовая оболочка складывается так, что сечение принимает С-образную форму и оборачивается защитной пленкой. Благодаря уменьшенному диаметру, она легко и быстро протягивается через существующую восстанавливаемую трубу. Во время протяжки пленка защищает трубу от царапин. При использовании “холодного” процесса Compact SlimLiner расширяется под воздействием давления, подаваемого внутрь трубы до тех пор, пока она плотно не приляжет к существующей трубе. Оборудование для нагрева не требуется.

Благодаря хорошо зарекомендовавшему себя полиэтилену и сложной технологии плотного прилегания, трубы, восстановленные при помощи Compact SlimLiner, имеют срок эксплуатации не менее 100 лет. Общая стоимость установки является очень низкой. Compact SlimLiner устанавливается без дорогостоящего специального оборудования. Один рабочий день является более чем достаточным для полного восстановления одного отрезка, включая все подсоединения.

3.3.2. Ассортимент изделий

Трубы Compact SlimLiner выпускаются с диаметрами в диапазоне от 75 до 300 мм. Благодаря малой толщине стенки (обычно SDR = 51) труба представляет собой интерактивную оболочку, для которой по причинам прочности требуется существующая труба. Однако, благодаря малым отверстиям, образовавшимся в результате коррозии и утечкам через соединения, нагрузки могут восприниматься самой трубой Compact SlimLiner.

Таблица 8. Ассортимент Compact SlimLiner

Номинальный диаметр	Номинальная толщина стенки	Диапазон диаметров	Стандартная длина на барабане
[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
75	2.8	69 – 76	1000
100	2.8	93 – 102	1000
150	3.1	142 – 157	600
200	4.1	191 – 210	600
250	5.1	241 – 260	400
300	6.2	279 – 307	400

Другие диаметры и(или) толщина стенки предоставляются по заявке.

Фитинги

Специально для восстановления трубопроводов Wavin разработал Compact Endfitting (компактный концевой фитинг). Они изготавливаются для всех размеров труб Compact SlimLiner (см. таблицу 8).

Соединительные патрубки для подключения отводов изготавливаются двух размеров - 3/4 дюйма и 1 дюйм.



Рис. 35. Концевой фитинг и патрубок для подключения

3.3.3. Технические характеристики

Материал

Труба Compact SlimLiner изготавливается из полиэтилена.

Цвет

Труба Compact SlimLiner выпускается черного цвета. Защитная пленка выпускается голубой и белой (в полосу).

Стойкость к химическому воздействию

При использовании для промышленного применения необходимо учитывать данные о химической устойчивости, публикуемые Wavin (получить данные можно на сайте www.wavin.de).

Маркировка

Труба Compact SlimLiner производства Wavin маркируется следующим образом: производитель, название изделия, применение, материал, номинальный диаметр, класс SDR, дата производства, длина, номер машины, код партии/материала.

Например, Wavin, Compact SlimLiner, вода, ПЭ 80 (MRS 8.0), номинальный диаметр 150, SDR 51, =100403=, 00103, =34=067856

Сертификаты

Compact SlimLiner имеет несколько национальных сертификатов.

3.3.4. Оборудование

По сравнению с Compact Pipe, Compact SlimLiner является относительно простой системой реконструкции трубопровода, которая не требует сложного оборудования. Кроме стандартного имеющегося оборудования, такое как лебедка и водяной насос, требуется всего лишь несколько специальных устройств:

Прицеп для барабана

Compact SlimLiner поставляется на барабанах, которые могут размещаться на специальных прицепах. С них пластиковая труба протягивается непосредственно в трубопровод.

Водяной насос или компрессор для реверсии

В трубу Compact SlimLiner подается давление водяным насосом или компрессором.

Комплект инструментов для монтажа арматуры

Комплект Compact SlimLiner включает инструменты для монтажа как концевых соединений, так и патрубков для подключения.

3.3.5. Процесс установки

Земляные работы при реконструкции методом Compact SlimLiner ограничиваются двумя маленькими входным и выходными котлованами. Поэтому на рабочей площадке требуется немного места, и движение транспорта почти не нарушается.

При использовании метода Compact SlimLiner к состоянию восстанавливаемого трубопровода не предъявляются высокие требования. Как и в методе Compact Pipe, подготовка существующего трубопровода к протяжке может осуществляться как механическим методом, так и с помощью гидродинамической машины. Самое главное в прочистке - это убрать острые выступы и отложения, способные повредить ПЭ трубопровод в процессе его протяжки и реверсии.

Compact SlimLiner протягивается в существующую трубу со скоростью 20 м в минуту. В зависимости от условий трубопровода, за один прием можно протянуть до 600 метров.



Рис. 36. Только небольшие входные и выходные котлованы нужны для установки Compact SlimLiner.

Во входном и выходном котлованах труба Compact SlimLiner отрезается по длине таким образом, чтобы конец трубы, выходящий за пределы существующей трубы, расширился во время процесса реверсии на максимальную длину, и совместился со старой трубой. Затем начинается процесс реверсии (раскрытия).

Труба Compact SlimLiner с помощью обычных струбцин пережимается по краям. Для подачи давления в трубу врезается специальный патрубок. Раскрытие трубы происходит под рабочим давлением от 2-х до 4-х атмосфер (в зависимости от диаметра трубы и температуры окружающего воздуха). Для полного раскрытия трубы необходимо поддерживать давление не менее 30 минут.



Рис. 37. Compact SlimLiner расширена с использованием "холодного" процесса

Соединения

Поскольку стенка трубы Compact SlimLiner является тонкой, соединения на торцах и боковых отводах выполняются при помощи фитингов с цанговым зажимом.

Концевой фитинг состоит из полиэтиленового корпуса, тонкостенный конец которого вставляется в установленную трубу Compact SlimLiner, а другой конец имеет размер трубы с SDR 11. Труба Compact SlimLiner соединяется механически при помощи сжатия стальной цилиндрической втулки снаружи и стальной конической втулки изнутри фитинга. Встроенное резиновое уплотнение и зажимное кольцо обеспечивают плотность и прочность соединения. Выступающий конец фитинга может соединяться со стандартными полиэтиленовыми трубами обычной электросварной муфтой или сваркой встык. Также к нему можно приварить патрубок для фланцевого соединения с запорной арматурой.



Рис. 38. Соединение Compact SlimLiner с существующим трубопроводом при помощи концевой фитинга.

Седельный отвод для врезки в трубопровод устроен таким образом, что ПЭ труба прижимается специальным латунным грибком к корпусу существующей трубы, образуя герметичное соединение

Верхняя часть соединения выполнена из полиэтилена.



Рис. 39. Подключение отвода с использованием компактного патрубка

3.4. Wavin TS

3.4.1. Описание и применение системы

Wavin TS - это коэкструдированная трехслойная труба с внутренним и наружным защитными слоями из особо прочного материала XSC 50 на основе ПЭ 100, и среднего слоя, выполненного из ПЭ 100 (внутренний и наружный слои составляют 25 процентов общей толщины стенки каждый). Три слоя являются интегрированными и не могут быть разделены механически. Наружный слой предотвращает от повреждения в виде царапин во время протаскивания, внутренний слой защищает от появления микротрещин или трещин внутри трубы от точечных нагрузок, которые вызываются обломками старого трубопровода.

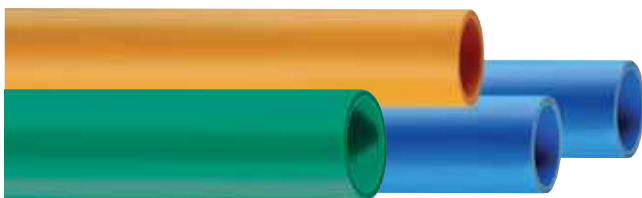


Рис. 40. Wavin TS для напорных труб для транспортировки газа, питьевой воды и сточных вод

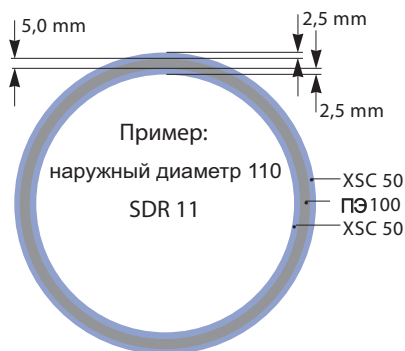


Рис. 41. Конструкция трубы Wavin TS

Наряду с другими применениями, эта труба пригодна для восстановления напорных газопроводов, водопроводов и канализации с разрушением старых труб.

3.4.2. Ассортимент изделий

Таблица 9. Ассортимент изделий Wavin TS

Номинальный диаметр	Труба для канализации Wavin TS		Труба для питьевой воды Wavin TS		Газовая труба Wavin TS	
	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
32	-	-	-	2.9	-	2.9
40	-	-	-	3.7	-	3.7
50	-	-	-	4.6	-	4.6
63	-	5.8	-	5.8	-	5.8
75	-	6.8	-	6.8	-	6.8
90	-	8.2	-	8.2	-	8.2
110	-	10.0	-	10.0	-	10.0
125	-	11.4	-	11.4	-	11.4
140	-	12.7	-	12.7	-	-
160	-	14.6	-	14.6	-	14.6
180	-	16.4	-	16.4	-	16.4
200	-	18.2	-	18.2	-	-
225	13.4	20.5	13.4	20.5	13.4	20.5
250	14.8	22.7	14.8	22.7	-	-
280	16.6	25.4	16.6	25.4	-	-
315	18.7	28.6	18.7	28.6	-	-
355	21.1	32.2	21.1	32.2	-	-
400	23.7	36.3	23.7	36.3	-	-
450	26.7	40.9	26.7	40.9	-	-

Wavin TS поставляется длиной 12 м или в бухтах.



Рис. 42. Wavin TS также используется для метода с разрушением труб

При помощи метода разрыва труб существующий трубопровод может быть заменен новым полиэтиленовым трубопроводом такого же или даже большего диаметра. В отличие от традиционной замены при помощи раскапывания, в данном случае требуются только два котлована на каждой стороне заменяемого участка трубопровода для входа и выхода машины для разрушения труб. Торпедообразное устройство для разрыва труб ударного действия протаскивается и (или) проталкивается, разрушая существующий трубопровод. Как правило, за один проход может разрушаться до 100 м трубопровода и более.

Так как материал существующего трубопровода разламывается и раздвигается в стороны, имеется потенциальная опасность повреждения других подземных трубопроводов и (или) кабелей. Для оценки опасности повреждения требуются точные данные о подземных коммуникациях.

Несмотря на то, что метод с разрушением труб используется для различного применения, включая замену канализации, в целом можно утверждать, что его использование ограничено напорными трубопроводами номинальным диаметром 100 + 300, и в связи с этим, применяется для центров городов. Однако, в некоторых случаях, применение данного метода возможно и для больших размеров.

Для операций по разрыву на рынке предлагается два типа устройств для разрушения труб:

- машины с пневматическим приводом;
- машины с гидравлическим приводом.

Для обоих типов лезвия в передней части машины не только разрушают трубы, но и способны справиться с соединениями, трубными муфтами и ответвлениями.

Разрушению могут подвергаться любые трубопроводы: чугунные, стальные, бетонные, керамические, а также трубы из ПВХ.

3.4.3. Технические характеристики

Материал

Наружный диаметр от 90 до 450 мм - внутренний и наружный защитные слои изготовлены из XSC 50, средний слой изготовлен из ПЭ 100.

Трубы диаметром 32 - 75 мм, а также диаметром большим 450 мм, изготавливаются целиком из полиэтилена XSC 50.

Цвет

Защитные слои ярко-синего цвета (питьевая вода), желтого цвета (газ) или темно-зеленого цвета (сточные воды), средний слой черного цвета (питьевая вода и сточные воды) или оранжевого (газ).

4. Обеспечение качества

4.1. Европейские стандарты

Организация европейских стандартов CEN разрабатывает стандарты для реконструкции существующих трубопроводов.

- Словарь терминов, классификации и указания по проектированию - EN 13689;
- Системные существующие или разрабатываемые стандарты для подземной реконструкции при помощи пластиковых труб; для каждого трубопровода нормы уже есть или разрабатываются:
 - для безнапорных канализационных сетей - EN 13566;
 - для сетей водоснабжения - prEN 14409;
 - для сетей газоснабжения prEN 14408.
- Функциональные требования по восстановлению/реконструкции представлены в:
 - для безнапорных канализационных сетей - EN 752-5, EN 12889 и EN 13380;
 - для сетей водоснабжения - prEN 805;
 - для сетей газоснабжения prEN 12007-4.

Более подробная информация представлена в главе 7.

Национальные организации по стандартам следующих стран обязаны принимать европейские стандарты на уровне национальных и отменять противоречащие им существующие национальные стандарты: Австрии, Бельгии, Чешской Республики, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Греции, Исландии, Ирландии, Италии, Люксембурга, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Португалии, Испании, Швеции, Швейцарии и Великобритании. Вероятно, что в ближайшем будущем к ним присоединятся другие страны.

Одной из новых концепций для стандартов реконструкции является дифференциация двух состояний трубы:

- этап "П" - труба после изготовления;
- этап "У" - труба после установки.

Применение дифференциации введено в связи с тем, что в зависимости от используемого метода реконструкции для пластиковых материалов может понадобиться значительная доработка на месте установки. Это относится к установке оболочки при помощи плотно прилегающих труб.

Это означает, что характеристики готовых изделий (различные геометрические, механические и физические свойства) фактически необходимо будет проверять на трубах на этапе "У" в дополнении к проверке соответствующих характеристик компонентов на этапе "П".

Это создает проблему потому, что нежелательно брать пробы из только установленных труб; это будет означать применение разрушающего контроля со значительным повреждением только что установленной трубы. Установка для моделирования, находящаяся в лаборатории по контролю качества, демонстрирует, что система способна соответствовать требованиям на этапе "У".

Соединения

Wavin TS имеет те же самые параметры сварки, что и трубы ПЭ 100. Трубы и фитинги могут соединяться сваркой встык или электросварными фитингами.

Сертификаты

Wavin TS имеет одобрения для применения для питьевой воды или газа от нескольких национальных органов, таких как DVGW или OVGW.

В установке для моделирования "установленные" образцы находятся в условиях, включающих все соответствующие воздействия, которые могут влиять на характеристики законченных изделий. Примеры соответствующих воздействий включают такие параметры установки как температура и давление.

4.2. Производственные стандарты Wavin

Wavin поставляет изделия, соответствующие национальным и международным стандартам. В случае реконструкции, когда доработка на месте установки оказывает значительное воздействие на качество готового изделия, в специальных спецификациях - Wavinorms (нормы Wavin) - описываются характеристики и требования к испытаниям:

- Wavinorm 302 "Compact Pipe для применения в безнапорных системах";
- Wavinorm 303 "Compact Pipe для применения под давлением; часть W, применение для воды; часть G, применение для газа";

Среди прочего в данных спецификациях описываются:

- требования для соединительных материалов (например, плотность, термическая стабильность, скорость показатель текучести);
- геометрические, механические и физические требования к трубам и фитингам (например, размеры, гидростатическое внутреннее давление, способность "памяти");
- периодичность типовых испытаний и испытания при выпуске партии.

Системы Wavin регулярно подвергаются комплексным испытаниям. Результаты предоставляются по требованию. Примеры испытательного оборудования показаны на рисунках с 43 по 46.



Рис. 43. Испытательное оборудование для комплексного испытания материалов



Рис. 44. Испытание памяти Compact Pipe (испытание на этапе "П").



Рис. 45. Моделирование установки трубы Compact Pipe в лаборатории



Рис. 46. Гидравлическая опрессовка (испытание на этапе "У").

5. Аспекты проектирования систем

Для применения в системах дренажа и канализации, водоснабжения и газопроводах функциональные требования и рекомендации приведены в EN 752-4, EN 805 и EN 12007-4, соответственно:

Причинами для восстановления могут являться:

- необходимость устранения контакта между стенкой трубы и жидкостью для предотвращения взаимного повреждения (например, внутренняя коррозия или загрязнение воды);
- необходимость ликвидировать утечку; либо для предотвращения поступления грунтовой воды, либо для предотвращения утечки транспортируемой жидкости;
- механические повреждения трубопровода;
- неудовлетворительные гидравлические характеристики трубопровода.

Выбор соответствующей системы восстановления зависит от того, каким эксплуатационным параметрам не соответствует труба и почему это несоответствие имеет место.

Затем могут быть выделены следующие критерии проектирования:

1. Состояние существующего трубопровода.
2. Аспекты установки.
3. Аспекты механической прочности.
4. Гидравлические аспекты.

В целом, каждая система восстановления имеет свои собственные предельные параметры применения. Аспекты экономичности каждой системы необходимо оценивать в рамках процесса проектирования.

5.1. Состояние существующего трубопровода

Для проектировщика нужны:

- а) общая информация о существующем трубопроводе, по меньшей мере:
 - вид трубы;
 - размеры;
 - характеристики жидкости.
- б) информация об эксплуатационных качествах, на которые влияет состояние существующего трубопровода, по меньшей мере:
 - геометрические особенности (например, несоосность);
 - препятствия для потока (например, отложения, проникновение корней, выступы в местах ответвления);
 - прочностные дефекты (например, трещины и коррозия).
- в) информация о состоянии рабочей площадки, которая может оказать влияние на установку, по меньшей мере:
 - доступ к трубопроводу (например, глубина, интенсивность дорожного движения, другие подземные коммуникации);
 - строительные ограничения (например, грунтовые воды, длина секций, боковые соединения и потребность в обходном трубопроводе).

5.2. Аспекты установки

Во время установки необходимо предпринимать меры предосторожности для предотвращения чрезмерного растяжения трубы. Тянущее усилие ограничивается значением, определяемым по следующей формуле:

где:

$$F \leq \pi/4 \cdot (d_u^2 - d_i^2) \cdot \sigma_t \quad (1)$$

F = максимальное тянущее усилие (Н)

σ_t = допустимое напряжение растяжения (МПа)

d_u = номинальный наружный диаметр трубы (мм)

d_i = номинальный внутренний диаметр трубы (мм)

Значения допустимого напряжения растяжения зависят от материала (см. таблицу 10).

Таблица 10. Допустимые напряжения растяжения в зависимости от материала

Материал	Напряжение растяжения (МПа)
ПЭ 80	8,0
ПЭ 100	10,0

Для стандартных диаметров труб из полиэтилена допустимые тянущие усилия представлены в таблице 11. В зависимости от конфигурации головки для протягивания могут устанавливаться более низкие предельные значения.

Таблица 11. Допустимые тянущие усилия в зависимости от материала и геометрической формы, при 20 °С

Тип полиэтилена	SDR	Тянущее усилие (кН) для диаметра трубы (мм)								
		100	150	200	250	300	350	400	450	500
ПЭ 80	32	8	17	31	48	69	94	122	154	191
	26	9	21	37	59	84	114	149	188	232
	17,6	14	30	54	84	122	165	215	272	337
ПЭ 100	11	21	47	83	130	187	254	333	413	520
	32	10	21	38	59	86	115	152	193	239
	26	12	26	47	73	105	143	185	235	290
	17	17	39	70	109	156	213	278	351	435
	11	26	58	104	162	234	318	416	527	650

В зависимости от применяемого метода должны учитываться другие аспекты установки. В таких случаях представитель организации, занимающейся установкой, выполняет указания, приведенные в соответствующей инструкции по установке.

5.3. Прочностные аспекты

5.3.1. Общие положения

Основным критерием для труб, используемых при восстановлении существующих трубопроводов, является способность выдерживать нагрузки, как внутренние, так и внешние, в процессе эксплуатации.

По сравнению с трубами, прокладываемыми непосредственно в земле при традиционном траншейном методе, нагрузки, действующие на пластиковую трубу, отличаются в связи с тем, что новая пластиковая труба устанавливается без нарушения равновесия между существующей трубой и окружающим ее грунтом. Из-за этого, нагрузка от грунта и транспорта, как правило, имеет значительно меньшее значение и проектировщику следует уделять больше внимания воздействию давления грунтовых вод совместно с отрицательным внутренним давлением (вакуум).

5.3.2. Применение для безнапорных трубопроводов

Пластиковая труба, применяемая для восстановления канализационных и других трубопроводов, не находящихся под давлением, должна иметь независимую кольцевую жесткость, обеспечивающую прочность.

Системы Compact Pipe, Wavin TS и обычная полиэтиленовая труба представляют собой независимую новую трубную систему с качеством и прочностными характеристиками обычного полиэтиленового трубопровода, проложенного в открытой траншее.

В рабочем проекте должны использоваться соответствующие методы расчетов, как описано, например, в немецкой ATV A127 и M127 [19, 20]. В них подробно рассчитываются различные виды нагрузок, например, нагрузка от грунта и транспорта, давление грунтовых вод, опора со стороны от существующей трубы (в зависимости от плотности прилегания оболочки).

Применение данных методов расчетов позволяет вывести следующие практические правила:

- если существующий трубопровод окружен устойчивым, прочным грунтом, при глубине укладки менее 5 м и при уровне грунтовых вод менее 4 м над трубой, надежное и долговременное решение (>50 лет) обеспечивается при помощи трубы из **ПЭ 80 с SDR 26**.
- если в существующем трубопроводе обнаружены более серьезные повреждения, требуется более толстая труба - **ПЭ 80 с SDR 17**. Труба данного типа, как правило выдерживает давление грунтовых вод до 10 м над трубой.

5.3.3. Применение напорных труб

Как описано в пункте 2.2.2. настоящего Технического описания, с прочностной точки зрения различаются **независимые и интерактивные** трубы.

Независимые напорные трубы, такие как Compact Pipe, способны самостоятельно выдерживать все возникающие внутренние нагрузки на протяжении всего расчетного срока эксплуатации без использования существующего трубопровода в качестве радиальной опоры. Они также обеспечивают кольцевую жесткость и способность сопротивления внешним нагрузкам.

Интерактивные напорные трубы, такие как Compact SlimLiner, не способны самостоятельно выдерживать все возникающие внутренние нагрузки на протяжении всего расчетного срока эксплуатации, в связи с чем для них в качестве радиальной опоры используется существующий трубопровод. В частности, интерактивная труба передает всю или часть внутренней нагрузки стенке существующей трубы, но сохраняет продолжительную способность перекрывать любые отверстия, образовавшиеся в результате воздействия коррозии или отверстия в местах соединения существующего трубопровода.

Внутреннее давление

Для напорных труб выбор материала и класса SDR зависит от рабочего давления в соответствии с международными стандартами EN 1555 и EN 14401.

Основой для проектирования является соотношение между внутренним давлением с одной стороны и геометрическими характеристиками с другой:

$$\text{формула Барлоу } P = 20 * \sigma / (\text{SDR}-1) \quad (2)$$

$$c \quad \sigma = \text{MRS} / c$$

где: P = рабочее давление (МПа);
SDR = стандартное отношение размеров;
 σ = тангенциальное напряжение в стенке трубы (МПа);
MRS = минимальная требуемая прочность (МПа);
c = расчётный коэффициент запаса.

Данная зависимость может быть использована для работы с таблицей 12:

Таблица 12. Максимальное рабочее давление для различных применений

Характеристики трубы		Максимальное рабочее давление (бар)	
Тип полиэтилена	SDR	Вода / промышленное применение	Газ
		c = 1.25*	c = 2.0*
ПЭ 80 (MRS 8)	26	5.1	3.2
	17,6	8.0	4.8
	11	12.8	8
ПЭ 100 (MRS 10)	26	6.4	4
	17	10	6
	11	16	10

*минимальное значение в стандартах EN

Если материал трубы подвержен воздействию температуры большей, чем 20 °С, допустимые давления должны быть снижены. В таблице 13 приведены коэффициенты снижения для применения при более высоких температурах, как указано в EN 12201 для ПЭ 80 и ПЭ 100.

Таблица 13. Влияние температуры на допустимое давление

Температура	Коэффициент снижения
20 °С	1,00
30 °С	0,87
40 °С	0,74

* Для других температур между каждой ступенью допускается интерполяция.

Примечание. Если температура составляет ниже 20 °С, применяются повышающие коэффициенты допустимых давлений, но это как правило не делается, так как считается, что в этом случае увеличивается коэффициент запаса для допустимого давления.

Опасность смятия

Опасность смятия в результате воздействия внешних нагрузок, в частности давления грунтовых вод, для напорных труб является крайне низкой. То же самое, что говорилось для безнапорных трубопроводов (см. предыдущие страницы) справедливо и здесь, однако трубы, как правило, являются трубами не ниже класса SDR 26 и имеют даже лучшее прилегание, чем в безнапорных трубопроводах (лучшая поддержка от существующей трубы).

В данном случае очень важным является тот факт, что напорная труба находится под внутренним давлением большую часть срока эксплуатации, что обеспечивает дополнительное противодействие возможному смятию.

Любой риск смятия из-за внутреннего отрицательного давления также является очень низким, как показано в главе 5.4., в которой обсуждается вопрос "гидравлического удара".

Перекрытие щелей и отверстий

Как упоминалось в начале настоящей главы, интерактивные напорные трубопроводы, такие как Compact SlimLiner, используют прочность существующей трубы и передают ей нагрузки от внутреннего давления.

Расчет интерактивных труб для восприятия внутреннего давления является уместным только в том случае, когда необходимо перекрывать значительные щели (например, открытые соединения) или отверстия (например, точечную коррозию).

Расчетные графики перекрытия щелей и отверстий были составлены на основе ряда опытов и анализа методом конечных элементов. Из них может выводиться допустимое давление как функция SDR для перекрытия щелей и размера отверстия/толщины стенки для перекрытия отверстий, соответственно.

Примечание: на рисунках 47 и 48 показаны варианты для давления 24 бара.

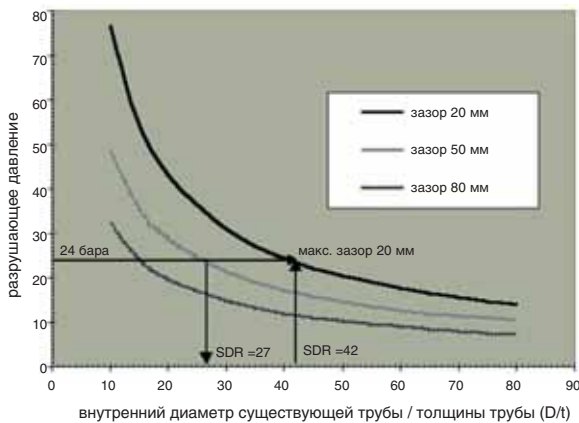


Рис. 47 Продолжительная (50 лет) способность перекрытия щелей для интерактивных труб из ПЭ 80.

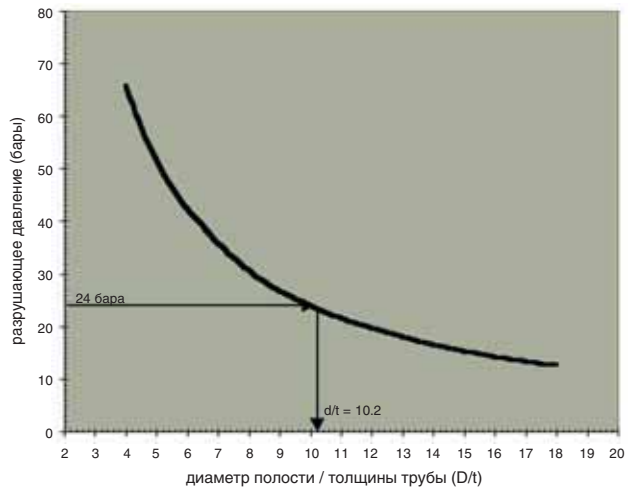


Рис. 48 Продолжительная (50 лет) способность перекрытия отверстий для интерактивных труб из ПЭ 80.

Диаграммы на рисунках 47 и 48 действительны для всех типов плотно прилегающих труб, когда труба не была растянута чрезмерно. Если имеет место чрезмерное растяжение, рекомендуется снизить значение давления для трубы перекрывающей щели и отверстия.

Таблица 14. Понижающие коэффициенты для перекрытия щелей и отверстий при чрезмерном расширении плотно прилегающей трубы.

Расширение [%]	Понижающий коэффициент [-]
0 – 3	1.0
3 – 10	2.0

5.4. Гидравлические аспекты

При восстановлении трубопровода, конечно же, ликвидируются утечки и обеспечивается герметичность. Кроме этого, необходимо обеспечивать соответствующую гидравлическую пропускную способность.

Гидравлическая пропускная способность

Для выбора наиболее экономичного метода реконструкции необходимо определить требуемую гидравлическую пропускную способность.

Для расчетов потока в трубопроводах используются следующие формулы:

$$Q = v \cdot \pi/4 \cdot D_i^2, \quad (3)$$

где: Q = пропускная способность или расход [m^3/c]

v = скорость потока [m/c]

D_i = внутренний диаметр трубы [m].

$$Re = v \cdot D_i / \mu \quad (4)$$

где: μ = кинематическая вязкость жидкости [m^2/c]

Формула

$$i = \lambda \times \frac{1}{2g} \times \frac{v^2}{D_i} \quad (5)$$

где: i = потеря давления на метр [m/m], или: $\times 100$ (%)

λ = коэффициент трения [-]

g = гравитационная константа [m/c^2]

Коулбрук / Уайт:

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log \left[\frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{(3.71 \times D_i)} \right] \quad (6)$$

где: k = шероховатость стенки трубы [m]

Значения k , зависящие от материала, приведены в таблице 15.

Таблица 15. Шероховатость стенки трубы трубопроводов

Материал трубы	K (мм)
труба из термопластика	0,01
гладкая асбестоцементная труба	0,02
новая стальная труба, новая труба из преднапряжённого бетона	0,05
асбестоцементная труба, новая оцинкованная стальная труба	0,10
стальная труба, незначительно поврежденная коррозией, глиняная труба	0,20
стальная труба, поврежденная коррозией, труба с цементным покрытием	
новая чугунная труба, гладкая бетонная труба	0,50
бетонная труба, стальная труба, значительно поврежденная коррозией, чугунные трубы с небольшим налетом ржавчины	1,00
стальная труба, сильно поврежденная коррозией, поврежденная бетонная труба, чугунная труба, сильно поврежденная коррозией	2,00
стальная труба, очень сильно поврежденная коррозией, сильно проржавевшие чугунные трубы	5,00

При проектировании следует учитывать дополнительные преимущества гидравлической гладкости и непрерывности внутренней поверхности пластиковой трубы.

Изменение пропускной способности в результате вставки плотно прилегающей трубы (допускается зазор 2% и $k = 0,01$) представлено на следующем графике для различных значений стандартного отношения размеров по отношению к шероховатости существующей трубы.

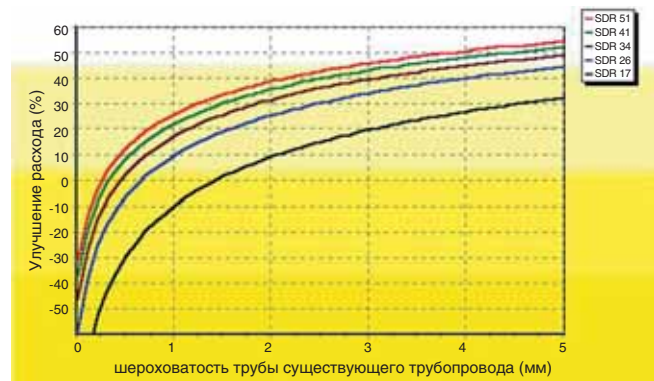


Рис. 49. Улучшение потока для плотно прилегающих полиэтиленовых труб по сравнению с существующим трубопроводом как функция шероховатости старой трубы

Из графика видно, что:

- вставка пластиковой трубы в чугунные трубы ($k = 2$ мм), сильно поврежденные коррозией, при помощи тонкостенной Compact Pipe с SDR 17 обеспечивает увеличение расхода на 10%;
- вставка пластиковой трубы в бетонные канализационные трубы ($k = 1$ мм) при помощи Compact Pipe с SDR 26 также обеспечивает увеличение расхода на 10%;
- вставка пластиковой трубы в трубопровод с цементным покрытием ($k = 0,5$ мм) при помощи Compact SlimLiner с SDR 51 обеспечивает увеличение расхода на 14%;
- для Compact SlimLiner (SDR 51) показано, что расход увеличивается уже тогда, когда шероховатость существующего трубопровода составляет только 0,25 мм.

Оказывается, что в большинстве случаев уменьшение внутреннего диаметра (две толщины стенки + зазор) легко компенсируется более гладким каналом и чаще всего имеет место увеличение расхода.

Значения, показанные на рисунке 49, относятся к трубе, включая соединения и т.д. Трубопроводы с муфтами показывают значительно более высокие значения k , чем те которые приведены выше. Когда в такие трубопроводы вставляется сплошная пластиковая труба без соединений, разница между значением k старой системы и значением k новой системы становится еще более значительной.

Гидравлический удар

Эффект, который должен учитываться при проектировании восстановления напорных трубопроводов, - это возможное возникновение гидравлического удара. Этот феномен имеет место при внезапном закрытии задвижки, что вызывает прохождение волны сжатия через трубопровод с последующим образованием отрицательного давления.

Сама волна сжатия проходит с очень большой скоростью (зависит от материала трубы), например, для полиэтиленовых труб ~ 300 м/с и стальных труб ~ 1200 м/с.

Пик волны сжатия зависит от материала и жесткости трубы и может иметь значительное влияние на конструкцию. Пики давления из-за гидравлического удара можно рассчитать следующим образом:

формула Жуковского:

$$\Delta p = 1 / (\sqrt{\rho \times (1/K + Sp)}) \times \Delta v / g \tag{7}$$

- где: Δp = пик давления (МПа)
- ρ = плотность воды = 1000 (кг/м³)
- K = жесткость воды = 2000 (Мпа)
- Sp = характеристика жесткости трубы
- Δv = падение скорости до 0 (м/с)
- g = гравитационная константа (м/с²)

характеристика жесткости трубы:

$$Sp = (1 - \nu^2) / \{E_p \cdot (D_i / e)\} \tag{8}$$

- где: V = Пуассоново число;
- E_p = изменение эластичности трубы (МПа);
- D_i = внутренний диаметр трубы (мм);
- e = толщина стенки трубы (мм)

Использование данных формул для различных типов труб позволяет составить следующий график:

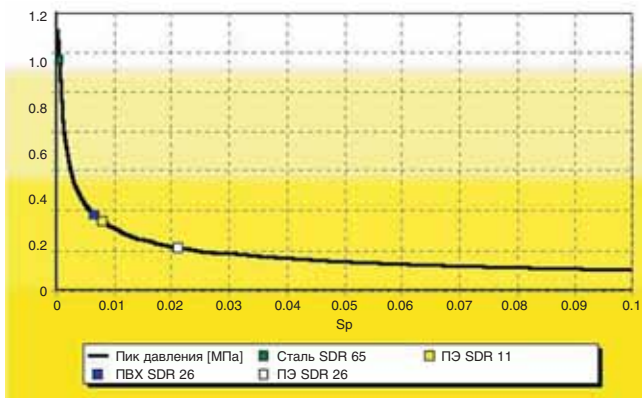


Рис. 50. Пик давления (МПа) из-за гидравлического удара

График показывает, что закрытие задвижки мгновенно приводит к пикам давления, которые могут быть значительными для относительно тонкостенных стальных труб: $\Delta p = 12$ бар. С другой стороны, он показывает, что для полиэтиленовых труб данные пики не являются высокими, например, для полиэтиленовых труб с SDR 26: $\Delta p = 2$ бара, и это всего лишь на доли секунды. Отрицательное давление, которое возникает после волны сжатия, должно устанавливаться для всех труб на - 0,8 баров. Также в этом случае, крайне короткое время, когда существует повышенное давление, все равно предотвращает повреждение трубы.

Деформация

В частности, в случае реновации существующей системы канализации, которая имеет трещины, иногда возникают вопросы о воздействии деформации на количество жидкости, вытекающей из трубопровода. Данный эффект может быть проанализирован, но для этого случая требуются сложные расчеты внутреннего периметра по формуле, содержащей полный эллиптический интеграл второго вида. При выполнении расчетов может быть установлено, что воздействие является минимальным, для 10%-ной средней деформации трубы снижение пропускной способности составляет только 2,36% .

Степень заполнения

Улучшение пропускной способности для безнапорных канализационных систем означает, что степень заполнения изменится (станет ниже), в результате чего аккумулирующая способность увеличится.

Самоочистка

Эта способность зависит от уклона и шероховатости трубы. Значение k пластиковой трубы является в любом случае лучше, чем у традиционной трубы, в связи с чем эффект самоочистки улучшается.

Истирание

Очевидно, износ зависит от транспортируемой жидкости, наличия твердых включений, а также от материала трубы. Исследования показали, что пластиковые трубы, и, в частности, трубы из полиэтилена, демонстрируют очень хорошие результаты по сравнению с трубами из традиционных материалов.

В таблице 16, представляющей собой выдержку из публикации Янсона (см. [27] в разделе 7 “Библиография”) и содержащей средние результаты нескольких тестов, показаны разница и улучшенное сопротивление истиранию/износу в результате вставки полиэтиленовой трубы в существующий трубопровод.

Таблица 16. Истирание

Материал	Удельное истирание [мм]	Истирание по отношению к полиэтилену
полиэтилен	0.17	
ПВХ	0.75	4,4 x
сталь	1.72	10 x
чугун	2.09	12 x
глина	4.31	23 x
бетон	15.90	94 x
асбестоцемент	17.28	102 x

Стойкость к химическому воздействию

Полиэтиленовые трубы, такие как Compact Pipe, Compact Slimliner и Wavin TS обладают стойкостью к сточным водам из жилых и общественных зданий с pH между 2 (кислота) и 12 (щелочь). Для промышленных сточных вод необходимо обращаться к данным о стойкости к химическому воздействию, представленным на сайте www.wavin.de.

6. Опыт применения

6.1. Восстановление трубопровода методом протяжки пластиковой трубы внутри существующего трубопровода

Водопровод в Тансталле, Великобритания

Общая длина: 3800 м, 24 дюйма. (DN 600)

Проблема: чугунный магистральный трубопровод, служивший 100 лет, проходящий через несколько сел и обеспечивающий водой 56000 потребителей, имел несколько разрывов труб. В дальнейшем точечная коррозия стала основной проблемой (накопление оксидов, извести и т.д.), вызывающей снижение пропускной способности и проблемы с качеством воды.

Решение: ПЭ 100 номинальным диаметром 500 x 29,7 с SDR 17, поставляемая трубами длиной 18 м.

Отличительная черта: рекордная длина в 1300 м, проложенная за один проход; вся работа завершена в течение всего 5 недель.



Рис. 51. Протяжка пластиковой трубы из ПЭ в Тансталле, Великобритания

Водопровод в Рава Мазовлеца, Польша

Общая длина: 1486 м, номинальный диаметр 400.

Проблема: утечки в стальном магистральном трубопроводе, проходящем через частные земли и части охраняемого леса.

Решение: ПЭ 100 номинальным диаметром 355 x 21,1 с SDR 17.

Отличительные черты: высокий уровень грунтовых вод.

Водопровод в Роттердаме, Нидерланды

Общая длина: 1520 м, номинальный диаметр 1220.

Проблема: бетонный трубопровод с цементным покрытием с утечками, вызывающими проседание трубопровода и разрушение катодной защиты, вызывающей увеличение коррозии.

Решение: ПЭ 100 номинальным диаметром 900 x 53,3 с SDR 17.

Отличительные черты: городской магистральный водопровод, заканчивающийся в его центре; работа не мешала движению транспорта и коммерческой деятельности.

6.2. Compact Pipe

Напорный водопровод в Москве, Россия

Общая длина 280 м (две нитки по 140 м), номинальный диаметр 200 мм

Проблема: коррозия и утечка существующего водопровода для транспортировки питьевой воды.

Решение: Compact Pipe из ПЭ 100 с SDR 17.

Отличительные черты: первый проект по технологии Compact Pipe в России, во время производства работ был совершен обход коллектора теплотрассы диаметром 800 мм. Автомобильное движение по прилегающим улицам не прерывалось.



Рис. 52. Compact Pipe в Москве, Россия

Водопровод в Байонн, Франция

Общая длина: 600 м, номинальный диаметр 250.

Проблема: коррозия и утечка через соединения двойного чугунного трубопровода для транспортировки питьевой воды в историческом мосту.

Решение: Compact Pipe ПЭ 100 с SDR 17.

Отличительные черты: потребовалось только три небольших колодца для выполнения всего процесса вставки оболочки. Препятствий для движения транспорта на мосту не создавалось.



Рис. 53. Compact Pipe в Байонн, Франция

Канализация в Вильдеманне, Германия

Проблема: негерметичный расположенный на глубине 1,5 м в реке глиняный канализационный трубопровод номинальным диаметром 200, вызывающий значительный приток воды: объем "жидкости" в 5 раз больше нормального приходилось направлять на очистную установку.

Решение: Compact Pipe ПЭ 80 номинальным диаметром 200 с SDR 26.

Отличительные черты: во время реверсии Compact Pipe уровень воды в колодцах поднялся до 1,2 м над концом трубы. Даже несмотря на то, что температура этой воды была всего лишь 5 °С Compact Pipe вернулась в начальное положение превосходно, полностью уплотнив линию и предотвратив, таким образом дальнейшее поступление в систему канализации речной воды.



Рис. 54. Compact Pipe в Вильдеманне, Германия

Газопровод в Падуа, Италия

Общая длина: 8,4 км, номинальный диаметр 200, 300 и 400.

Проблема: утечки в стальных и чугунных трубах. Трубопровод находился в историческом центре.

Решение: Compact Pipe ПЭ 80 с SDR 26.

Отличительные черты: успешная вставка плотно прилегающей оболочки в трубопровод с очень малыми радиусами изгибов в очень стесненных условиях.



Рис. 55. Compact Pipe в Падуа, Италия

Промышленный трубопровод в Будапеште, Венгрия

Общая длина: 29,2 км, номинальный диаметр 150, 200, 250, 400.

Проблема: Коррозия трубопровода системы пожаротушения на нефтеперерабатывающем заводе. В целях безопасности трубопровод должен быть восстановлен очень быстро

Решение: Compact Pipe ПЭ 100 с SDR 17.

Отличительные черты: несколько изгибов под углом 90° в трубопроводе номинальным диаметром 400.



Рис. 56. Compact Pipe в Будапеште, Венгрия

Напорный канализационный трубопровод во Вроцлаве, Польша

Общая длина: 8,8 км, номинальный диаметр 400 и 500.

Проблема: коррозия и утечка через соединения двойного чугунного трубопровода для транспортировки питьевой воды в историческом мосту

Решение: Compact Pipe ПЭ 80 с SDR 26.

Отличительные черты: переходы через реку, высокая глубина покрытия и много изгибов под углом 45° по маршруту трубопровода; реконструкция была выполнена всего лишь за 4 месяца.

Водопровод в Беруме, Норвегия

Общая длина: 5,2 км, номинальный диаметр 150 и 200.

Проблема: коррозия основного трубопровода водоснабжения в пригороде Осло.

Решение: Compact Pipe ПЭ 100 с SDR 17.

Отличительные черты: холодные погодные условия во время установки (температура окружающего воздуха до -15 °С).



Рис. 57. Compact Pipe в Беруме, Норвегия

Самотёчный канализационный трубопровод в Хеертлене, Нидерланды

Общая длина: 500 м, номинальный диаметр 600/400 и 450/300 яйцевидного профиля.

Проблема: поврежденная канализация в оживленном торговом центре.

Решение: Compact Pipe ПЭ 80 номинальным диаметром 350 и 500 с SDR 32.

Отличительные черты: первое восстановление яйцевидных канализационных труб большого диаметра путем использования плотноприлегающих полиэтиленовых труб.



Рис. 58. Compact Pipe в Хеертлен, Нидерланды

Газопроводы в Мадриде, Испания

Общая длина: 9 км, номинальные диаметры от 150 до 400.

Проблема: коррозия и (или) желание переделать линии с низкого на среднее давление.

Решение: Compact Pipe, ПЭ 80 с SDR 26 и ПЭ 100 с SDR17.

Отличительные черты: минимальный объем земляных работ, изгибы с длинным поворотом до 180° на секцию, маленькая площадка.



Рис. 59. Compact Pipe в Мадриде, Испания

Газопроводы в Абу Даби, Объединенные Арабские Эмираты

Общая длина: 600 м номинальными диаметрами 150, 250 и 400.

Проблема: проникновение соленой грунтовой воды в канализацию и ирригационный трубопровод.

Решение: Compact Pipe, ПЭ 80 с SDR 17 и ПЭ 100 SDR 17.

Отличительные черты: очень высокие глубины прокладки со значительным поступлением воды.



Рис. 60. Compact Pipe Абу Даби, Объединенные Арабские Эмираты

6.3. Compact SlimLiner

Напорный трубопровод в Москве, Россия

Общая длина 2500 м на 6 разных объектах в Москве, номинальный диаметр 315 мм

Проблема: коррозия и утечка существующего водопровода для транспортировки питьевой воды.

Решение: Compact SlimLiner из ПЭ 100 с SDR 51.

Отличительные черты: Невысокая стоимость оборудования, удобство монтажа через существующие колодцы, благодаря простоте применения эта технология всё шире используется как в Москве, так и в регионах России.



Рис. 61. Compact SlimLiner в Москве, Россия

Водопровод в Эштергоме, Венгрия

Проблема: коррозия.

Решение: Compact SlimLiner номинальным диаметром 100, ПЭ 80 с SDR 36.

Отличительные черты: крутые уклоны дороги, колодцы доступа малого размера.



Рис. 62. Compact SlimLiner в Эштергоме, Венгрия

Водопровод в Ополониза, Польша

Проблема: асбестоцементный трубопровод с утечками.

Решение: Compact SlimLiner номинальным диаметром 150, ПЭ 80 с SDR 51.

Отличительные черты: минимальный объем земляных работ, стесненные условия на площадке.



Рис. 63. Compact SlimLiner Ополониза, Польша

Водопровод в Касселе, Германия

Проблема: коррозия и утечки в чугунном трубопроводе.

Решение: Compact SlimLiner номинальным диаметром 250, ПЭ 80 с SDR 51.

Отличительные черты: трубопровод, расположенный под автомобильной дорогой с 4 полосами.



Рис. 64. Compact SlimLinerв Касселе, Германия

6.4. Wavin TS

Газопровод в Poznań, Польша

Проблема: нарушение герметичности соединений 80-летнего чугунного газопровода DN 150.

Решение: разрыв трубы с заменой при помощи труб TS номинальным диаметром 180 со SDR 11 (увеличение диаметра).

Отличительные черты: очень быстрая установка без снижения пропускной способности.



Рис. 65. Разрушение трубы с заменой при помощи труб Wavin TS в Познани, Польша

Водопровод в Bad Mergentheim, Германия

Проблема: необходимость реконструкции водопровода с трубами из серого чугуна, без остановки передвижения пассажирского транспорта.

Решение: разрушение с заменой при помощи труб TS номинальным диаметром 110 со SDR 11 (увеличение диаметра).

Отличительные черты: быстрая замена трубопровода без уменьшения пропускной способности и без помех для дорожного движения.

Водопровод в Naiger, Германия

Проблема: необходимость реконструкции водопровода, построенного в 70-ых годах из чугуна с шаровидным графитом плохого качества.

Решение: разрушение трубы с заменой при помощи труб TS номинальным диаметром 125 со SDR 11 (увеличение диаметра).

Отличительные черты: быстрая замена трубопровода без уменьшения его пропускной способности и без помех для дорожного движения.

7. Библиография

7.1. Стандарты, требования и правила.

- 1) EN 752-5 "Дренажные и канализационные системы вне зданий", часть 5 "Восстановление".
 - 2) EN 805 "Водоснабжение. Требования к системам и компонентам вне зданий".
 - 3) EN 1295-1 "Структурное проектирование подземных трубопроводов при различных условиях нагрузок". Часть 1. "Общие требования".
 - 4) prEN 1295-2 "Структурное проектирование подземных трубопроводов при различных условиях нагрузок". Часть 1. "Подробная информация о принятых методах".
 - 5) EN 1555-2 "Пластиковые системы труб для газоснабжения. Полиэтилен. Часть вторая. Трубы".
- EN 12201-2 "Пластиковые системы труб для водоснабжения. Полиэтилен. Часть вторая. Трубы".
- 6) EN 12007-4 "Системы газоснабжения. Трубопроводы для максимального рабочего давления до и включая 16 баров. Часть 4. Конкретные функциональные рекомендации по обновлению".
 - 7) EN 12889 "Бестраншейное строительство и испытание дренажных и канализационных систем".
 - 8) EN 13380 "Общие требования для компонентов, используемых для обновления и ремонта дренажных и канализационных систем вне зданий".
 - 9) EN 13689 "Руководство по классификации и проектированию пластиковых трубных систем, используемых для обновления".
 - 10) EN 13566-1 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных безнапорных дренажных и канализационных сетей. Часть 2. Общие положения".
 - 11) prEN 13566-2 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных безнапорных дренажных и канализационных сетей. Часть 2. Вставка оболочки при помощи сплошных труб".
 - 12) EN 13566-3 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных безнапорных дренажных и канализационных сетей. Часть 3. Вставка оболочки при помощи плотно прилегающих труб".
 - 13) EN 13566-4 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных безнапорных дренажных и канализационных сетей. Часть 4. Вставка оболочки при помощи труб, обрабатываемых на месте установки".
 - 14) prEN 14409-1 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных сетей водоснабжения. Часть 1. Общие положения".
 - 15) prEN 14409-3 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных сетей водоснабжения. Часть 3. Вставка оболочки при помощи плотно прилегающих труб".
 - 16) prEN 14408-1 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных сетей газоснабжения. Часть 1. Общие положения".

- 17) prEN 14408-3 "Пластиковые трубные системы для обновления подземных сетей газоснабжения. Часть 3. Вставка оболочки при помощи плотно прилегающих труб".
- 18) ISO/TR 11295 "Методы восстановления трубопроводных систем путем использования пластиковых труб и арматуры".
- 19) ATV-A127, Статический расчет канализационных коллекторов
- 20) ATV-M127-2, Статический расчет санации канализационных коллекторов и канализационных трубопроводов с операциями облицовки и монтажа.

7.2. Спецификации системы Wavin

- 21) Wavinorm 302 "Compact Pipe для применения в безнапорных системах".
- 22) Wavinorm 303 "Compact Pipe для применения под давлением; часть W, применение для воды; часть G, применение для газа".

7.3. Другие публикации

- 23) Stein, D./Niederehe, W., "Instandhaltung von Kanalisationen", Berlin, 1999.
- 24) Kunststoffrohrverband e. V. (KRV), "Druckverlust-Tabellen", Bonn, 1991.
- 25) Elzink W.J./Schuurmans J., "Lining with Plastics Pipes-Experiences from Europe", Trenchless Asia, ISTT Conference, Singapore, 1995.
- 26) Boot, J.C./Guan, Z.W./Toropova, I.L., "Structural design of thin-walled polyethylene pipe linings for water mains", Pla-stiesPipes IX, Gdńe, 1995
- 27) Janson, L. "Plastics pipes for water supply & scwagedisposal", Stockholm, 1999
- 28) Elzink, W.J., "Compact Pipe - Close-fit lining with PE pipes" ENEG, Lisbon, 2001
- 29) Elzink, W.J., "The need for rehabilitation" Plastics Pipes XI, Munich, 2001
- 30) Wryblewska, A./Kwietniewski, M./Roszkowski, A., "Development of the pipeline market in Poland illustrated by Compact Pipe" Plastics Pipes XI, Munich, 2001
- 31) Alferník, F., "Soil-pipe interaction: a next step in understanding and suggestions for improvements for design methods" Plastics Pipes XI, Munich, 2001
- 32) Elzink, W.J., "Quality assurance of Close-fit Liners" Trenchless Egypt, ISTT Conference, Cairo, 2001
- 33) Hamjediers, I., "Gelungene Compact-Slimliner-Premiere", #RInternational, Essen, 03/2003.

**Бестраншейные технологии
восстановления трубопроводов****Техническое описание****Бестраншейные технологии
восстановления трубопроводов**

является частью широкого спектра систем, обеспечивающих эффективные решения для частного и промышленного строительства.

Компания Вавин предлагает:

- Системы ПЭ, ПВХ напорных трубопроводов
- Электросварные фитинги для систем газо- и водоснабжения
- Системы ПВХ трубопроводов для наружной канализации
- Системы ПВХ, ПП трубопроводов для внутренней канализации
- Системы водоснабжения, отопления и обогрева полов
- Future K1 (PEX/Al/PE)
- Водосточные системы
- Дренажные системы
- Инспекционные колодцы Ø 315-1250 мм
- Локальные очистные сооружения (септики)
- AVK: задвижки, фланцы, комплектующие изделия

По вопросу получения технической информации и консультаций о продукции «Вавин» обращайтесь в офисы ООО «Вавин Рус» в Москве и С.-Петербурге, а также к региональным представителям.

Поскольку политикой компании «Вавин» является непрерывное совершенствование продукции, компания оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию, материалы и технические характеристики без уведомления.