

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры
«Санитарно-технические системы»
«20» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
«Реновация работы сетей и сооружений водоснабжения и
водоотведения»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
08.03.01 – "Строительство"

с профилем
"Водоснабжение и водоотведение"

Форма(ы) обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-01-22

Тула 2022 год

Разработчик(и) методических указаний

Сальников Б.Ф., доцент, к.т.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №1

На современном этапе первой из основных задач экономики и создания развития нашей страны является разработка и осуществление на предприятиях продукции технологического перевооружения и реконструкции производства и сетей. Осуществление реконструкции сетей и сооружений одно из наиболее сложных инженерных задач.

Реконструкция – перестройка с целью усовершенствования. Применительно к сетям водоснабжения и водоотведения употребляется термин реновация, имеющее более широкий смысл.

Реновация – восстановление, реконструкция, модернизация трубопроводных коммуникаций различного назначения. При реновации сетей водоснабжения и водоотведения характерно применение бестраншейных технологий.

Реконструкция водопроводных насосных станций I подъема и поверхностных водоводов

Дальнейшее расширение мощности станции по истечении расчетного периода легко производится путем постепенной замены старых насосных агрегатов на более мощные, так как размер вдвое более мощного агрегата немного превосходит размер прежнего.

Имея в виду такую замену в будущем, следует во время постройки соответственно увеличить размера фундаментов зданий.

Кроме этого, при проектировании зданий станции следует предусматривать и возможность расширения здания в будущем.

В этом отношении неудобна круглая форма станции, так как она не дает возможности расширять здание.

При круглой форме здания необходимо предусмотреть запас площади для установки более мощных насосов при дальнейшем развитии водоснабжения.

Когда же возможности замены насосно-энергетического оборудования исчерпаны, осуществляется строительство дополнительных насосных станций I подъема с переключениями на напорных, а иногда и на всасывающих водоводах.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №2

Способы реновации трубопроводов систем подачи распределения водоснабжения и водоотведения.

В последние десятилетия в сфере строительства и реновации городских коммуникаций систем водоснабжения и водоотведения появилось направление, получившее название бестраншейной технологией. Следует различать термины “бестраншейная технология строительства трубопроводов” и “бестраншейная технология их реновации”. Под первым термином подразумевается строительство трубопроводов в свободном подземном пространстве без проведения земляных работ. Под вторым подразумевается ряд операций, позволяющих полностью восстановить существующий ветхий трубопровод или заменить его новым строго по трассе. В настоящее время в зарубежной и отечественной практике насчитывается более 20 основных методов бестраншейного восстановления трубопроводов. Однако, наибольшее распространение получили следующие:

Нанесение на внутреннюю поверхность трубопроводов защитных покрытий.

Протаскивание нового трубопровода в поврежденный старый с помощью специальных устройств.

Протаскивание гибкой, предварительно сжатой полимерной трубы внутрь старого трубопровода.

Использование гибких элементов из листового материала.

Использование гибкого комбинированного рукава (чулка), позволяющего формировать новую композитную трубу внутри старой.

Использование рулонной навивки (бесконечной профильной ленты) на внутреннюю поверхность старого трубопровода.

Нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутреннюю поверхность восстанавливаемого трубопровода.

При этом названные, как самостоятельные методы 3, 4, 5 в дальнейшем рассмотрении объединены, как метод сплошных покрытий.

Метод 6 назван методом спиральных оболочек. В приводимых далее классификациях “Внутренние защитные покрытия”. Принцип классификации внутренних защитных покрытий отличен от вышеприведенных классификаций тем, что первый метод в классификации в дальнейшем только “Набрызговые оболочки”, а все остальные виды не входят. Согласно современным международным классификациям внутренних защитных покрытий могут выполняться в виде:

А) Набрызговых оболочек; Б) Сплошных защитных покрытий;
В) Спиральных оболочек; Г) Точечных покрытий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №3

Способы реновации трубопроводов систем подачи распределения водоснабжения и водоотведения.

Набрызговые оболочки.

Использование набрызгового метода (при нанесении цементно-песчаных покрытий) необходимо рассматривать как антикоррозионную изоляцию внутренней поверхности трубопроводов. Одним из первых защитных материалов трубопроводов набрызговых методов были красочные покрытия и битумные изоляция (асфальтировка). В 50—60-е гг. прошлого века были предприняты попытки применения в качестве ремонтного покрытия пластмассовой крошки, напыляемой на внутреннюю поверхность подземных трубопроводов, однако данный метод из-за сложности технологии не получил широкого распространения, несмотря на разнообразие предложенных защитных материалов.

В настоящее время цементно-песчаные покрытия, тем не менее, постепенно уступают место новым полимерным материалам в виде тонких оболочек, плетей труб, отдельных коротких трубных модулей, рулонных навивок и др. Цементно-песчаные покрытия используют в основном для внутренней облицовки стальных (реже чугунных) трубопроводов систем водоснабжения наружным диаметром 76—2020 мм, однако их применение не исключено и в системах водоотведения (в напорных трубопроводах). Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий выполняются методами центрифугирования или центробежного набрызга.

Нанесение ЦПП.

Метод целесообразен при таких видах повреждений как:

коррозионные обрастания;

абразивный износ;

Метод неэффективен при:

раскрытых стыках труб;

смещении труб в стыках;

деформации секций труб;

сильном абразивном износе

Так как не обеспечивает повышению несущей способности труб.

Такие покрытия обеспечивают за счет адгезии надлежащее сцепление с металлом. Обладая высоким прочностными характеристиками имеет хорошие гидравлические показатели наравне с сроком службы трубопровода. Нанесение цементно-песчаных покрытий на внутренние

стенки трубопроводов с целью восстановления их работоспособности может выполняться методом центрифугирования или центробежного набрызга с использованием или без использования разглаживающих устройств при диапазоне наружных диаметров стальных трубопроводов 76-2020 мм.

Технология нанесения ЦПП.

Внутренняя поверхность трубопровода перед нанесением ЦПП должна быть очищена. Допускается на поверхности стальных труб слой плотной ржавчины толщиной не более 0,05 мм (измеряется магнитным толщиномером). При этом наличие воды в трубопроводе не допускается.

В свою очередь, подготовительные работы должны заключаться в проведении следующих операций:

- раскопке двух котлованов (стартового и финишного) с вырезкой лазов (при необходимости) или использованием колодцев со снятием гидрантов, фасонных частей и установкой (снятием) заглушек; технологические операции должны заканчиваться обязательным водоотливом (откачкой воды из трубопровода);
- определении протяженности технологических захваток, которая диктуется длинами стандартных рабочих тросов и рукавов (подачи раствора и воздуха), а также техническими характеристиками растворонасоса и не зависит от диаметра трубопровода.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №4

Способы реновации трубопроводов систем подачи распределения водоснабжения и водоотведения.

Сплошные полимерные покрытия.

На восстановленные трубопроводы систем водоснабжения и водоотведения могут наноситься внутренние защитные покрытия (оболочки, мембраны, рукава), которые наряду с полной герметичностью стенок обеспечивают их высокое сопротивление динамическим нагрузкам, то есть восстанавливают несущую способность трубопровода.

Введение в трубопровод и закрытие в нем оболочек может достигнуть либо протаскиванием бесшовным покрытием на всю длину ремонтного участка между двумя колодцами с последующим прижиманием его специальным грузом в форме баллона и подачей под давление горячего воздуха или водяного пара, либо постепенным введением на ремонтный участок скрученной в рулон оболочки в виде чулка (лайнера) с прижатием ее к стенке давлением жидкости. В результате процесса полимеризации происходит затвердевание сплошной защитной оболочки. Особого внимания из известных с технического зрения заслуживают следующие технологии:

- а) Технология протаскивания сплошных полимерных покрытий “Феникс” (Phoenix);
- б) Нанесение гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой;
- в) Использование двух сплошных бесшовных рукавов, отвержденных ультрафиолетовым излучением;
- г) Использование комплексных полимерных рукавов.

Полимерное покрытие Phoenix/Феникс.

По этой технологии внутренняя поверхность трубопроводов армируется специальным рукавом, изготовленным из полиэфирных и нейлоновых нитей, пропитанных полиэтиленом. Наиболее эффективна для санации внутренней поверхности изношенных сетей систем водоснабжения, обеспечивая при этом механическую прочность и герметичность восстанавливаемого трубопровода.

На Московском водопроводе работы по санации данным методом с использованием оборудования германской фирмы «Пройсаг Вассер унд Рортехник ГмбХ» ведутся с 1995 г. Суть данного метода санации

трубопроводов заключается в закреплении у торцов и протягивании бесшовного полимерного рукава в полость трубы на всю длину ремонтного участка с плотной фиксацией его внутренней оболочки к внутренней поверхности трубопровода с помощью предварительно нанесенных клеевых составов (эпоксидной смолы) и давления воздуха или пара. Воздушный поток от компрессора обеспечивает выворот и продвижение оболочки по длине трубопровода, а термообработка приводит к быстрому твердению клеевых составов. В состав оборудования для проведения санации трубопроводов по технологии «Феникс» входят: установка для гидравлической очистки внутренней поверхности трубопровода с давлением около 1000 МПа; установка «Феникс» с реверсивной машиной и парогенератором; передвижная мастерская с пескоструйной установкой для очистки внутренней поверхности трубопровода; пылепоглотитель для удаления загрязнений путем создания вакуумного разряжения; компрессор, барабан (бобина) с чулком и устройства для прочистки; телевизионное оборудование для контроля качества прочистки трубопровода и качества санации. Метод нанесения сплошного полимерного покрытия применяется для стальных и чугунных труб диаметром 150-900 мм.

Полимерное покрытие в виде гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой.

Использование гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой. Этот метод восстановления водоотводящих сетей основан на применении полимерной облицовки из элементов продольного сечения, образующих при соединении друг с другом внутреннюю защитную оболочку трубопровода. Метод разработан германской фирмой «Trolining». Технология нанесения защитного покрытия состоит в протягивании из колодца через дефектный участок трубопровода гибких и высокопрочных полиэтиленовых заготовок, соединяемых внутри трубопровода с помощью экструзионной сварки. Для плотной фиксации облицовки к внутренней поверхности трубопровода в кольцевую полость между стенкой трубы и облицовкой инъецируется цементирующий материал, а в трубопровод нагнетается вода, которая распрямляет облицовку и прижимает ее к стенкам.

Полимерное покрытие в виде двухслойных бесшовных рукавов, отвержденных ультрафиолетовыми лучами.

Полимерное покрытие выполняют из стойкого к механическим термическим нагрузкам бесшовного рукава, который вводится в установленный трубопровод не последовательно сплошными, а

единовременно в виде предварительно сжатой конструкции, внутри которой между прилеганием к друг друг слоями есть клеевой состав.

Полимерное покрытие в виде комплекса полимерных рукавов (“чулок”).

Использование гибкого комбинированного рукава (чулка). Сущность этого метода восстановления состоит в образовании внутри ремонтного участка трубопровода новой композитной тонкостенной трубы, обладающей достаточно самостоятельной несущей способностью при минимальном снижении диаметра действующего трубопровода.

Для реализации метода внутрь ветхого трубопровода через смотровые колодцы пропускают комбинированный рукав, представляющий собой пропитанный термореактивным связующим армирующий материал (стеклоткань, синтетический войлок). Затем во внутреннюю герметичную оболочку комбинированного рукава под давлением подается теплоноситель (пар, горячая вода), который расправляет рукав, прижимает его к внутренней поверхности трубопровода и полимеризует связующее, образуя новую композитную трубу. Выворот и продвижение комбинированного рукава в трубопроводе можно осуществлять с помощью гибкого элемента (троса), жидкой или газовой среды, подаваемой под давлением, а также совместным использованием обоих способов.

Основные преимущества метода протаскивания комбинированного рукава — простота и доступность технологии и оборудования для ее реализации, высокое качество и долговечность защитного покрытия, возможность ремонта достаточно изношенных трубопроводов (независимо от материала изготовления) в широком диапазоне их диаметров и длин. С помощью пластикового комбинированного рукава можно восстанавливать круглые, овальные и специальные профили труб.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №5

Способы реновации трубопроводов систем подачи распределения водоснабжения и водоотведения.

Сплошное металлическое покрытие в виде рукавов из нержавеющей стали.

Технология восстановления изношенных трубопроводов рукавом из нержавеющей стали разработана в ООО «НПО САМОС» и используется на объектах ремонта и реконструкции Московского водопровода с 2001 г.

Рукав из нержавеющей стали (РНС) поставляется на компактных катушках (бобиных) в виде сваренной по краям двухслойной ленты с наружным покрытием из специального термоплавкого клеевого состава и ворсистого синтетического материала (полиэфирного иглопробивного волокна), предотвращающего слипание прилегающих слоев во время хранения и транспортировки катушек. Кроме того, ворсистый материал обеспечивает дополнительную несущую способность восстановленной трубопроводной системы после операций протягивания рукава внутрь подлежащего реновации трубопровода, тепловой диффузии клея через него к внутренней стенке старой трубы и последующего затвердевания. Рукав из нержавеющей стали (в виде фольги толщиной 0,2— 0,4 мм) имеет сертификат соответствия № РОСС 1Ш-АЯ12- Н02627 № 0246149 и гигиеническое заключение Минздрава РФ № 77.0106.224. Т.29648.10.0 от 09.10 2000 г. Технология работ по реализации метода не требует рытья котлованов или траншей благодаря ширине рукава, обеспечивающей его свободный проход через люк смотрового колодца. Начальными этапами производства работ являются очистка внутренней поверхности восстанавливаемой трубы с помощью специальных устройств и нанесение на нее тонкого слоя клея. Затем рукав протягивают в восстанавливаемый трубопровод из стартового колодца в финишный с помощью лебедки. Непосредственно перед операцией протягивания рукаву с помощью формующего устройства придают U-образный профиль. После достижения торцом рукава финишного колодца и установки там герметизирующего зажима (штуцера) и заглушки в стартовом колодце рукав раздувают сжатым воздухом под давлением 0,2 МПа с помощью компрессора. В результате сплюснутый рукав распрямляется и плотно прилегает к внутренней поверхности восстанавливаемого трубопровода. Затем рукав приклеивается к стенке восстанавливаемой трубы с помощью автоматически продвигающегося

внутри рукава со скоростью 0,5—1 м/мин расширяющего дорна с газовой горелкой, обеспечивающей температуру в месте контакта около 180°C. В заключение торцы рукава в стартовом и финишном колодцах сваривают с промежуточными муфтами, соединяемыми противоположным концом с фланцами трубопроводной арматуры (задвижками). Используемые для протягивания рукава механизмы и оборудование позволяют за одну проходку проводить восстановление стальных трубопроводов длиной до 200 м.

Ленточное покрытие.

Использование рулонной навивки (бесконечной профильной ленты) на внутреннюю поверхность старого трубопровода. Для реновации безнапорных водоотводящих трубопроводов могут применяться методы «Ribloc» и «Expanda-Pipe». Они позволяют облицовывать внутреннюю поверхность трубопроводов поливинилхлоридной лентой. Для этого в колодце устанавливается специальный станок, осуществляющий несколько функций: нанесение (навивку) бесконечной ленты по внутреннему диаметру трубопровода, ее крепление; заливку клеющей смолы; проталкивание образовавшегося каркаса из ПВХ внутрь ремонтного участка трубопровода, расширение каркаса для его фиксации на восстанавливаемом сооружении. После процесса наматывания оставшееся свободное кольцевое пространство между восстанавливаемой трубой и новым каркасом заполняется специальным раствором и уплотняется трамбовкой для повышения статической прочности.

По технологии «Panel Lok», разработанной фирмой «Camit Ltd» (Австралия), для наматывания применяется специальная профилированная лента из ПВХ, которая имеет снаружи Т-образные рифления. Рифления увеличивают структурную поверхность и обеспечивают механическое сцепление с цементным раствором, инъектируемым между обделкой и стенкой восстанавливаемого трубопровода. Профилированную ленту можно применять для круглых, овальных и прямоугольных сечений трубопроводов диаметром от 900 мм, обладающих достаточной несущей способностью.

При использовании некоторых модификаций метода рулонной навивки функционирование трубопровода может не прекращаться.

Материалы для точечного ремонта трубопроводов.

Данный тип покрытий характерен для ликвидации одиночных (точечных) сквозных, в том числе периферийных, трещин, вызванных подвижкой грунта (например, при проведении вблизи трасс земляных работ, воздействии на трубопроводы сверхнормативных нагрузок от дорожного движения, землетрясений и т.д.), а также местной коррозией стенок трубопроводов. Покрытия для точечного ремонта могут также использоваться в качестве герметичных соединений отдельных труб

при реализации различных способов бестраншейного восстановления сетей.

Местные повреждения, явившиеся причиной химической эрозии стенок трубопроводов, могут развиваться очень быстро и приводят к преждевременному выходу трубопровода из строя. Данные статистики показывают, что такого рода повреждения составляют около 10% длины трубопровода.

Покрытия для местного ремонта могут поставляться в виде: жидких растворов, твердеющих после операций нанесения на поврежденные поверхности; растворов полужидкой консистенции; волокнистых материалов с пропиткой смолами (полиэфирными, эпоксидными и полиуретановыми); профильных резиновых уплотнителей; гильз из нержавеющей стали; эластичных рукавных заготовок; трубчатых вкладышей и т.д.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ №6

Реализация технологии бестраншейной реконструкции трубопроводов, путем протягивания в них полимерных труб (без разрушения и с разрушением старых)

Бестраншейная технология протягивания полимерной (полиэтиленовой) трубы внутри стального изношенного трубопровода (без его разрушения) разделяется на два вида:

протягивание обычной круглой трубы, после чего диаметр восстанавливаемого трубопровода уменьшается;

протягивание профилированной (профильной) трубы, поперечное сечение которой временно уменьшено и которая восстанавливает свою первоначальную форму, обеспечивая при плотном прилегании к внутренней поверхности изношенного трубопровода незначительное уменьшение его диаметра.

При производстве работ по восстановлению ветхих трубопроводов способом протягивания в них полиэтиленовых труб необходимо руководствоваться СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», СП-40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов», СНиП III-8-76 «Земляные сооружения».

Для восстановления ветхих подземных трубопроводов систем водоснабжения (напорной канализации) методом протягивания должны применяться трубы из полиэтилена ПЭ 80 с SDR 9, 11 и 13,6 и ПЭ 100 с SDR 11, 13,6 и 17, соответствующие ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена» (SDR — стандартное отношение наружного диаметра трубы к толщине стенки). Поступающие на строительную площадку партии полиэтиленовых труб и заготовок должны иметь паспорта или сертификаты завода-изготовителя.

Восстановление напорных трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения протягиванием полиэтиленовых труб должно осуществляться специализированными строительно-монтажными организациями, предприятиями и фирмами, имеющими лицензию на право проведения строительных работ, оснащенными необходимым оборудованием для очистки изношенного трубопровода, протягивания, сварки и монтажа полиэтиленовых труб и располагающими обученным персоналом.

Работы должны выполняться по утвержденному проекту при обязательном контроле организации-заказчика, на которую возложен технический надзор и приемка, а в дальнейшем эксплуатация восстановленных трубопроводов. Персонал организаций, ведущих

строительство, технадзор, приемку работ и эксплуатацию пластмассовых трубопроводов, должен пройти обучение по специальным программам.

Входной контроль труб, фасонных частей и оборудования осуществляется представителями технадзора, заказчика и строительно-монтажной организацией, допущенной к выполнению работ по реконструкции ветхих подземных трубопроводов