**Санация трубопроводов методом нанесения**

**цементно-песчаных покрытий**

***Введение***

Использование трубопроводов из металлических труб на протяжении долгих лет ведет к увеличению риска аварий на трубопроводах. Стальные трубы при контакте с водой подвержены коррозии, в результате которой, на внутренней поверхности трубы образуются отложения, препятствующие нормальной перекачке воды, требующие повышения напора и, соответственно, больших затрат электроэнергии.

Продолжительная коррозия приводит к последствиям в виде точечного или площадного уменьшения толщины стенки. Также вследствие процессов старения в соединениях трубопроводов, в их уплотняющих системах, или в результате внешнего воздействия, как повреждения, подвижки или сотрясения, могут возникать не герметичности и утечки в трубопроводных сетях. Последствия не герметичностей проявляются в виде повышенных издержек производства из-за понесенных убытков или в виде высоко затратных мероприятий по ликвидации заражения земляного грунта и подземных вод, вызванными негерметичными трубопроводами.

Помимо этой проблемы существует еще одна проблема – это качество питьевой воды, которая становиться непригодной к употреблению по санитарным нормам. Острой является задача увеличения долговечности труб, применяемых в коммунальном хозяйстве и теплоэнергетике, где срок их службы в зависимости от способа прокладки, условий эксплуатации, вида теплоизоляции и т. п. в 3—5 раз ниже нормативного. Это приводит к значительным потерям энергоресурсов и огромным затратам на ремонт и прокладку трубопроводов, в десятки раз превышающим стоимость применяемых при этом труб. В практической деятельности важно найти наиболее экономичный и практичный путь решения указанных задач, т. е. определить возможности создания безопасных условий для трубопроводов при наименьших затратах на их осуществление.

Если ранее для решения этих проблем применяли обычный ремонт или дорогостоящую замену труб, то на сегодняшний день используются технологии санации.

Эти технологии, являясь более дешевой альтернативой замене труб, позволяют работать без серьезных нарушений в дорожном движении, что в крупных городах может являться самым важным фактором при выборе методов производства работ.

***1.Технологическое описание метода***

Цементно-песчаные покрытия являются надежным средством ликвидации различного рода дефектов на внутренней поверхности стальных и чугунных труб, а также антикоррозионным материалом.

Работы проводятся путем нанесения цементно-песчаных покрытий на стальные и чугунные трубы независимо от давления воды.

Технология восстановления трубопроводов методом внутреннего цементно-песчаного покрытия является основным методом восстановления трубопроводов в мировой практике. Эта технология является удачной альтернативой дорогостоящей перекладки водопроводных сетей.

***1.1. Область применения метода***

Область применения метода ЦПП широка – диаметры санируемых трубопроводов могут быть от 150 до 1500 мм, диапазон наружных диаметров для санации стальных труб 76-2020 мм. причем величина давления в трубопроводе не ограничена. Технология внутренней цементно-песчаной облицовки труб эффективно применяется при восстановлении работоспособности (санировании) изношенных подземных стальных и чугунных трубопроводов хозяйственно-питьевого, горячего водоснабжения и напорной канализации для санирования старых, инкрустированных и корродированных труб, а также как защита от коррозии для новых труб и трубопроводов из стали и чугуна. Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий должны включать проведение подготовительных технических мероприятий, а также подготовку и приготовление компонентов смеси. Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий не производятся при установившейся среднесуточной температуре наружного воздуха менее 5 °С.

Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод. Он целесообразен при следующих видах повреждений:

* коррозионные обрастания
* абразивный износ

Неэффективен при:

* раскрытых стыках труб
* смещении труб в стыках
* деформации секций труб
* при разветвленной сети, включающей трубопроводы разного диаметра, т.к. при нанесении покрытий может произойти закупорка ответвлений (перемычек) с меньшими проходными сечениями

При этом толщина покрытия может составлять 3–13 мм в зависимости от типа трубопровода (сталь или чугун) и от диаметра.

* 1. ***Материалы***

Материалом являются жидкие цементно-песчаные растворы. Для приготовления смеси используется портландцемент М 500 и мелкозернистый кварцевый песок.

Технология подготовки компонентов смеси включает в себя следующие операции:

* просеивание песка и цемента через сито;
* затаривание в водонепроницаемые емкости.

Компоненты смеси должны отвечать следующим требованиям:

* Портландцемент – М500 (ГОСТ 10178-85) который не должен содержать комков и химических добавок, иметь густоту цементного теста не более 27% и период схватывания не ранее 60 мин. Удельная эффективная активность радионуклидов должна соответствовать 1-му классу по ГОСТ 30108-94. Не допускается смешивание цементов разных партий и марок, а так же использование вяжущего сроком хранения более 60 суток со дня отгрузки заводом изготовителем. Возможно наличие в составе вяжущего сертифицированных тонкомолотых минеральных добавок (до 10% массы цемента) для повышения физико-химических характеристик покрытия (водонепроницаемости и стойкости к вспучиванию).
* Песок – мелкозернистый кварцевый песок, фракционированный. (ГОСТ 8736-93, ТУ 39-1554-91). Должен иметь крупность зерен не более 1 мм; фракции с размером зерен 0,315….0,63 мм должны составлять не менее 70% массы песка, а фракции размером до 0,315 мм менее 3%. Содержание глинистых, илистых и пылевидных частиц не должно превышать 3% (по массе). Удельная эффективная активность радионуклидов должна соответствовать 1-му классу.
* Вода – должна соответствовать техническим условиям ГОСТ 23732-79 и иметь температуру +10…+30єС, а оптимальное соотношение твердых компонентов цемент-песок должно быть в пределах: по объему от 1:1 до 1:1,2 и по массе от 1:1,115 до 1:1,338. При этом водоцементное соотношение должно составлять 0,30….0,36.

Подготовленная к нанесению на внутреннюю поверхность трубопровода цементно-песчаная смесь должна быть хорошо перемешана и однородна. Её подвижность в течении всего времени должна быть в диапазоне 6,5…9,0 (по глубине погружения конуса согласно ГОСТ 5802-86). Перед нанесением на трубопровод смесь должна иметь температуру +10….25єС. [7]

***1.3 Обоснование метода применения***

***К достоинству*** метода нанесения цементно-песчаных покрытий можно отнести относительную простоту технического исполнения и низкую стоимость ремонтных работ, которая составляет около 30% стоимости нового строительства. После нанесения цементно-песчаного раствора трубопровод может быть пущен в эксплуатацию через 3-5 суток, т. е. технологический цикл процесса является относительно продолжительным. Покрытие сохраняется стабильным в течение длительного срока эксплуатации (50 лет). На основе своих микробиологических свойств, высокой прочности и связанной с этим сопротивляемости механическим нагрузкам, цементно-песчаное покрытие является идеальным материалом для систем водоснабжения.

*Применение этого метода обеспечивает:*

* Предотвращение коррозии внутренней поверхности трубопроводов
* Предотвращение минеральных отложений и биологических обрастаний
* Увеличение пропускной способности (улучшение гидравлических характеристик) действующих трубопроводов
* Тонкая и гладкая поверхность облицовки после ее затирки обеспечивает снижение гидравлического сопротивления и потерь напора в трубопроводах при незначительном уменьшении его внутреннего диаметра.
* Снижение потребления электроэнергии для транспортировки перекачиваемой воды
* Устранение утечек воды за счет герметизации свищей и неплотностей стыковых соединений
* Сохранение качества в процессе транспортировки по трубам питьевой и высококачественной технологической воды.

Главное защитное свойство цементного слоя состоит в способности предотвращать коррозию металла. Цементно-песчанный слой представляет собой пористую массу, чем выгодно отличается от других покрытий, где требования герметичности совсем иные. При постоянном контакте с водой в поры покрытия проникает вода, происходит реакция гидратации цемента с образованием раствора гидроокиси кальция (pH 12,6, среда щелочная). Сталь пассивируется за счет образования защитного слоя из окислов железа.

В таких условиях низколегированная сталь не корродирует. Как видим, к цементному камню требования абсолютного отсутствия пористости можно не применять. Известно, что некоторые виды железобактерий, например моллюск дрейсена, не живут в щелочной среде, и подобные обрастания на цементном покрытии не встречаются. Лабораторные опыты показывают, что даже если при нанесении цементного раствора в защитном слое и образовались трещины, то со временем они затягиваются образующимся при взаимодействии воды и цементного камня карбонатом кальция с достаточными прочностными характеристиками. Технология защиты труб цементно-песчаным раствором позволяет экономить на значительном снижении остаточной концентрации хлора в питьевой воде из-за сокращения потерь на сорбцию окислителя пористыми коррозионными обрастаниями по причине их полного отсутствия.

***Проблемы данного метода:***

При интенсивной эксплуатации трубопровода может происходить *механическое* или *химическое* разрушение защитного слоя.

*Механическому* разрушению способствуют следующие факторы:

* избыточная проницаемость покрытий;
* появление трещин (в основном в следствии несоблюдения технологии приготовления и нанесения покрытия);
* эрозия.

*Химическое* разрушение может быть вызвано следующими причинами:

* воздействие различных кислот;
* воздействие газов (СО2; аммиак и т.п.);
* воздействие щелочей;
* биологическая коррозия с образованием сероводорода.

Данные обстоятельства необходимо принимать при принятии решения о реновации трубопровода, т.к. в совокупности может оказаться, что данная технология может быть нецелесообразна, и как итог не будет достигнута конечная цель проекта – восстановление прочностных показателей покрытия и гидравлических характеристик потока.

***2. Виды применяемых методов санации цементно-песчаным раствором***

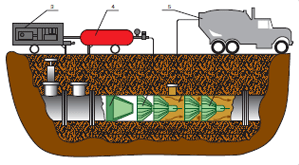
Для выполнения работ по санации трубопроводов методом нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) на внутреннюю поверхность труб используются три различные технологии:

* 1. ***Поршневой метод*** нанесения покрытия применяется для труб диаметром от 100 до 250 мм. При использовании данного метода работы можно производить из существующих колодцев, длина рабочего участка может достигать до 200 метров при неограниченном количестве стандартно выполненных отводов. Это не маловажно в условиях развитых коммуникаций и городской застройки. При производстве работ используется стандартное оборудование.

Для труб диаметром от 100 до 250мм возможность нанесение цементно-песчаного покрытия (ЦПП) на внутреннюю поверхность трубопроводов поршневым методом на трубы с любым количеством стандартно выполненных отводов протяженностью до 200метров с возможностью производить работы из существующих колодцев. При этом достигается не только антикоррозионная защиты внутренней поверхности трубы, но и герметизация свищей, т.е. устранение утечек

*Принцип поршневого метода нанесения заключается в следующем:*

Между двумя поршнями заливается раствор, после чего производится выстрел посредством компрессора. При этом наносится слой раствора от 2 до 4 мм. Нанесение цементно-песчаного покрытия (ЦПП) производится в несколько слоев для достижения необходимой толщины покрытия.



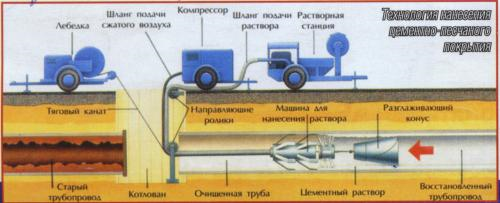
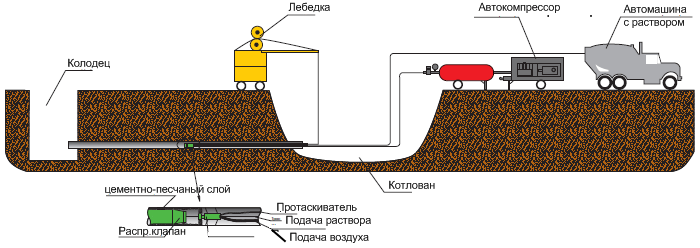
*Рисунок 1. Схема нанесения покрытия поршнями.*



*Рисунок 2. Труба после очисткии и после покрытия поршнями.*

* 1. ***Нанесение покрытия центробежным набрызгом*** применяется для труб диаметром более 300 мм. Цементно-песчаное покрытие наносится центробежным методом с помощью пневматической или электрической метательной головки облицовочного агрегата.

Работы при этом производятся из существующих камер или котлованов размером 1,5 – 2 метра. Восстановлению подлежат только прямые участки, длиной не более 120 метров. Для нанесения покрытия используется специализированная техника и оборудование. Данный метод хорошо известен и применяется в мире уже несколько десятилетий.[3]



*Рисунок 3.Схемы нанесения покрытия центробежным набрызгом.*

*Принцип центробежного метода нанесения заключается в следующем:*

Агрегат протаскивают внутри трубопровода с помощью троса и лебедки. На уже очищенный участок трубопровода наносится цементно-песчаное покрытие. После установки на конце санируемого участка трубопровода разбрызгивающего устройства при помощи лебёдки облицовочная головка протягивается с постоянной скоростью в обратном направление. Нанесение раствора происходит при помощи разбрызгивающей головки с электрическим или пневматическим приводом. Одновременно покрытие разглаживается специальным конусом (расправляющий клапан), толщина наносимого слоя раствора зависит от диаметра трубы и колеблется в пределах от 3 до 12 – 16 мм. По окончании работ проводится контрольный осмотр трубопровода, имеющий целью убедится в качественном нанесении покрытия. Длина санируемого участка зависит от диаметра и конфигурации трубопровода и может достигать 240 м.[6]



*Рисунок 4. Рисунок 5.*

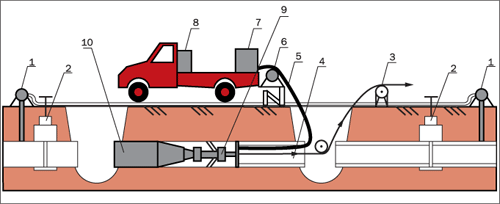
*Центробежная головка в сборе. Покрытие нанесённое центробежным набрызгом.*

* 1. ***Нанесения ЦПП методом центрифугирования***

Суть метода состоит в том, что в предварительно очищенный механическим способом участок трубопровода вводится разбрызгивающее устройство, которое протягивается через трубопровод при помощи лебедки. В устройство равномерно подается цементно-песчаная смесь и посредством вращения головки устройства набрызгивается на стенки старого трубопровода.

Такая операция может быть проведена несколько раз для достижения требуемой толщины стенки. Максимальная длина участка составляет около

250 м и ограничивается только длиной рабочих тросов и рукавов подачи воздуха и раствора. Наличие в трубопроводе углов поворота более 11°, опусков, подъемов делает невозможным прохождение рабочего органа и устройств прочистки. В данном случае необходимо дополнительное вскрытие трубопровода, что является недостатком указанного метода.[2]



*Рисунок 6. Схема на трубопроводы малого диаметра*

*1 – насос для временного отвода сточной жидкости; 2 – временный запорный орган (задвижка); 3 – лебедка; 4 – подлежащий обработке трубопровод; 5 – трубопровод транспортировки раствора; 6 – дозировочный насос для цементного раствора; 7 – емкость для цементного раствора; 8 – электрошкаф; 9 – разбрызгивающее устройство; 10 – обработанный участок трубы.*

По окончании производства работ металлический трубопровод принимает многослойную конструкцию, внутренняя поверхность которого выполнена из гладкого тонкостенного бетона. Контроль за процессом нанесения оболочек состоит в измерении толщины защитного слоя и проверки качества шлифования.

***3.Очистка трубопроводов***

Перед нанесением цементно-песчаного покрытия проводится очистка внутренней поверхности трубы с помощью специальных скребковых устройств.

Технологии очистки:

• Механическая очистка.

• Очистка под высоким давлением.

• Гидравлическая очистка.

***Механическая очистка***

 Механические аппараты, использующие спираль или штанги, применяются чаще всего для аварийной и профилактической прочистки сетей, и перед телеинспекцией.

Для подготовки трубопроводов к санации применяются протаскиваемые лебедкой скребки и щетки соответствующего диаметра. Достоинствами этого способа очистки являются:

• минимальный объем подготовительных работ,

• экологическая чистота и невысокая стоимость оборудования.

Существует ряд засоров, с которыми быстро и эффективно можно справиться только этим методом, например корни деревьев.

Механическая очистка проводится специальными приспособлениями

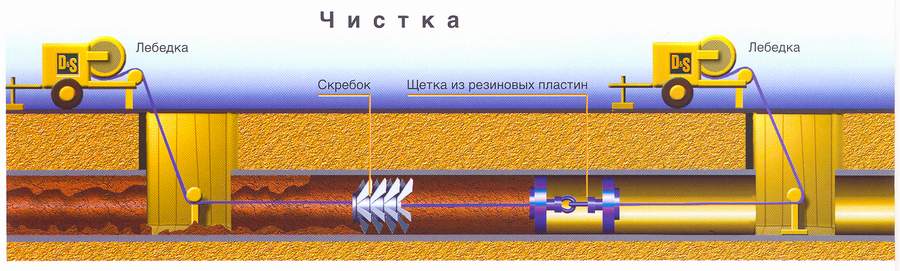
* «ерши»
* резиновые пыжи

Осуществляется ручным способом для труб диаметром более 600 мм.

Щётки или «ерши» с металлическими или резиновыми вставками при помощи лебёдки протягиваются через трубопровод до полной её очистки и уничтожают инкрустацию и отложения. Приспособления, последовательно соединённые с пыжами, транспортируются от одного конца трубы и принимаются на другом. Для осушения трубопровода при санации через трубу протягивается поролоновый пыж, главным образом при помощи компрессора, нагнетающего воздух с одной стороны трубопровода.[4]



*Рис 7. Скребок для механической очистки.*



*Рисунок 8. Схема механической очистки трубопровода.*

***4.Технологические особенности санации***

Работы по нанесению ЦПП включают проведение подготовительных технических мероприятий, в том числе, подготовку и приготовление компонентов смеси.

***Подготовительные работы заключаются в проведении следующих операций:***

* раскопка двух котлованов (стартовый и финишный) с вырезкой лазов (при необходимости) или использованием существующих колодцев со снятием фасонных частей, гидрантов и пр. Технологические операции должны заканчиваться обязательным водоотливом (откачкой воды из трубопровода);
* диагностика технического состояния трубопровода;
* определение протяженности технологических захваток (диктуется длинами стандартных рабочих тросов и рукавов, техническими характеристиками растворонасоса);
* очистка поверхности трубопровода.

В случае непреодолимых для прохождения прочистными снарядами и облицовочными агрегатами препятствий (вертикальные подъемы и опуски, местные углы поворота трассы в плане и по вертикали и другие препятствия, в том числе свищевые клинья, болты и т.д.) необходимо дополнительное вскрытие трубопроводов (устройство лазов) независимо от расположения колодцев в пределах установленной ранее технологической захватки и замена их предварительно облицованными элементам, в том числе фасонными частями.

Нанесение защитных покрытий в труднодоступных местах производится вручную на месте или в стационарных условиях с последующей перекладкой труб.

Нанесенные цементно-песчаные покрытия должны соответствовать следующим основным требованиям:

* покрытие должно быть сплошным, поверхность заглаженной (допускаются борозды или гребни с отклонением по глубине до 1,0 мм при выполнении требований по толщине слоя);
* набор прочности ЦПП до 70% должен проходить при температуре покрытия +5….+30єС, влажности 90….100%;
* покрытие на любом участке санированного трубопровода должно иметь среднюю плотность не менее 2200 кг/м3 и прочность на сжатие в возрасте 3 сут. – 30 МПа (70% R28), 7 сут. – 35 МПа (80% R28), и 28 сут. – 45 МПа (100% R28 по ГОСТ 26633-91 и СНиП 82-02-95).

Непосредственно после санации трубопровода должны производится маркировка и регистрация выполненных работ по ТУ, согласованным с заказчиком (эксплуатирующей организацией) в установленном порядке.

После маркировки для равномерного схватывания цемента по всей длине трубопровода он должен подвергаться гермитизации в пределах захватки путем плотной заделки обоих мест вскрытия полиэтиленовой пленкой. Перед сдачей санированного трубопровода в эксплуатацию производится его промывка и дезинфекция.

Следует отметить, что минимальная толщина защитного слоя определяется минимальным диаметром и материалом труб, а требуемая – возрастом труб, толщиной ее стенок и физическим состоянием (износом и повреждениями). Выбранная толщина защитного слоя достигается определенной скоростью передвижения агрегата (метательной головки) в трубе при постоянных значениях производительности насоса, подающего цементный раствор, и скоростью вращения метательной головки.[7]

***Контроль качества*.**

Контроль качества санации состоит из контроля качества внутренней защитной изоляции и проведения приемо-сдаточных испытаний.

Контроль качества включает в себя:

* визуальный осмотр (при диаметре трубопровода более 900 мм) и телеинспекцию с помощью видеокамер (при диаметре менее 800 мм). Данный осмотр позволяет выделить усадочные трещины, отслоения облицовки, вздутие, пустоты и прочие дефекты, подлежащие ликвидации ручным или механизированным способом с повторным нанесением покрытия;
* измерение толщины защитного слоя путем использования механического способа – прокол специальным щупом неотвердевшего покрытия или ультрозвуковых и электромагнитных толщиномеров;
* измерение механической прочности покрытия (через 72 ч после нанесения раствора); прочность образца (кубика) на сжатие (или на изгиб) должна составлять не менее 22,5 МПа. Проверка прочностных свойств должна производится как минимум однократно при каждом нанесении покрытия;
* гидравлические испытания, т.е. натурные измерения расходов воды и давлений (в том числе, для определения истинного значения коэффициента гидравлического трения).[7]

***5.Телеинспекция***

Работы по санации и восстановлению трубопроводов независимо от применяемого метода в обязательном порядке должны предваряться комплексному диагностическому инспекционному контролю трубопровода и его эффективной прочистке. Проведение данных работ является неотъемлемой частью технологии санации. Контроль проводится до и после санации (для оценки качества работ). Внутренняя инспекция с целью диагностики состояния водопроводных трубопроводов большого диаметра предусматривает визуальный контроль, а малых диаметров – телеконтроль специальными роботами. Предварительный телевизионный контроль внутренней поверхности трубопровода позволяет точно определить объем работ и выявить дефекты трубопровода.

Роботы представляют собой перемещающиеся внутри трубопровода транспортные модули на колесном ходу или салазках, на которых располагается телекамера, а также ремонтные головки (например, заделочная, или бандажная). Управляются роботы по кабелю длиной до 150 м. аппаратура управления и пост оператора находятся в специальном микроавтобусе. Здесь же располагаются кабельный барабан, подъемники, устройства очистки и связи, генератор, бортовой компьютер, видеосистема и прочее оборудование. Робот полностью герметичен и способен работать в частично заполненных водой трубопроводах, что дает ему преимущества перед другими средствами диагностики.

Инспекция трубопроводов осуществляется цветной телекамерой с высокой разрешающей способностью, которая дает богатую информацию о состоянии сети. Телекамера способна обнаружить даже небольшие трещины и течи, засоры и посторонние предметы, определить точное местоположение и характер дефекта, состояние трубопровода вокруг дефекта. Видеосъемка может производиться круглосуточно и независимо от погодных условий.

Обнаруженные в результате телеинспекции дефекты могут быть сгруппированы в две основные категории:

- дефекты структурные (микротрещины, вызывающие локальную эксфильтрацию и инфильтрацию, продольные и круговые трещины, нарушение стыковых соединений в результате старения труб и т.д. );

- дефекты, вызванные некачественным монтажом труб (например, прокладкой с малым уклоном) и неудовлетворительной эксплуатацией (деформация, образование ржавщины, биорастений и наносов на внутренней поверхности труб, проникновение корней деревьев внутрь трубопроводов, преждевременное разрушение материала труб и защитных оболочек из-за агрессивного воздействия грунтов и т.д.)[1]

**Для диаметров труб 75-300** мм используется телеинспекционная проталкиваемая система GEN-EYE («Видеоглаз»), General Pipe Cleaners (рис 9).

Она состоит из:

**-Видеокамеры**

**-Видеопруток**

**-Командный блок**

**-Цифровой поисковый локатор. Трассоискатель.**



# *Рис.9. Телеинспекционная система Gen-Eye GL («Видеоглаз GL»).*



# *Рис. 10.* ***Переносная система INSPECTOR GENERAL***

**Для диаметров труб более 300 мм** используется роботизированный телеинспекционный комплекс CUES с функцией лазерного профилирования и трассировки (рис. 10).

Система включает камеру, транспортер, управление освещением и инструменты диагностики, смонтированные на общем портативном модуле с простым управлением. Центр управления питанием устройства Inspector General представляет из себя цветной ЖК дисплей вывода со встроенными инструментами диагностики диагональю 230 мм, встроенную систему получения данных и микрофоном.[5]

***6. Используемые оборудование и материалы***

Нанесение цементно-песчаных покрытий на внутренние стенки трубопроводов выполняется методом центробежного набрызга с использованием разглаживающих устройств. Расчет производим на 100 м трубопровода для санирование внутренней поверхности трубопроводов цементно-песчаным раствором диаметром Dу 400 мм толщиной слоя 7 мм, глубина заложения трубопровода 2 метра.

***Для этого подобран следующий набор оборудования и материалов:***

*Машины и механизмы*

* Драглайном с вместимостью ковша 0,4
* Бульдозер БП-362
* Кран автомобильный грузоподъемностью 10 т
* Роботизированный телеинспекционный комплекс CUES с функцией лазерного профилирования и трассировки.
* Лебедки и ерши.
* Компрессор "ATLAS COPCO"
* Насосы для водопонижения и водоотлива 4 кВт
* Электростанция "Хонда"
* Промывочная машина "СКАНИЯ П112"
* Установка для отсасывания "SISU"
* Комплекс оборудования облицовочной пневмомашины DNL-3
* Аварийная мастерская на базе автомобиля "Мерседес"
* Автомобиль бортовой 10 т

*Материалы:*

* Песок кварцевый 0,64 м



* Портландцемент общестроительного назначения безусадочный М 500 0,84 т
* Вода 258,9 м3

***7.Калькуляция***

Нормы на облицовку внутренней поверхности трубопроводов цементно-песчаным раствором учитывают промывку трубопроводов протяженностью 50 м в течение рабочей смены.  
 Нормы включают полный комплекс работ на санацию с учетом перемещения оборудования с участка на участок. Технология производства работ предусматривает работу по санации трубопроводов протяженностью 100 м с трех котлованов.

***Состав работ:***

01. Монтаж комплекса механизмов на заранее подготовленных площадках.

02. Подготовка комплекса к работе.

03. Подключение и отключение агрегата для промывки и растворного узла к источнику водоснабжения.

04. Телевизионное инспекционное обследование трубопровода до начала работ.

05. Прочистка трубопровода ершами с помощью 2 лебедок.

06. Промывка трубопроводов машиной "СКАНИЯ" с откачкой машиной "SISU".

07. Погрузка драглайном шлама на автомобили самосвалы с отвозкой на городскую свалку.

08. Телевизионное инспекционное обследование трубопровода после промывки с одновременной сушкой трубопровода.

09. Протягивание тросов, лебедки, кабелей в ремонтируемый участок.

10. Приготовление растворной смеси из кварцевого песка, цемента перекачкой в бункер облицовочной машины.

11. Установка рабочих параметров на растворном узле и лебедке.

12. Контроль и обслуживание насосной установки.

13. Нанесение внутреннего облицовочного слоя с протаскиванием облицовочного агрегата лебедкой.

14. Телевизионное обследование после операции санирования.

15. Контроль нанесения ЦПП.

16. Отсоединение электрокабеля и шлангов от тягового троса. Укладка шлангов.

17. Промывка и очистка шлангов, смесительной установки после завершения работы.

18. Демонтаж комплекса механизмов с погрузкой и перевозкой на следующий участок работ.[8]

***Калькуляция затрат труда Таблица 1***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Обоснование ЕНиР | Описание работ и условий производства | Объем работ | | Трудозатраты чел.ч. | | Состав звена | | |
| Ед.изм | Кол-во | На 1 ч-ка | На весь объем | Профессия | Разряд | Численность |
| 1 | Е-2-1 | Разработка грунта котлована драглайном с вместимостью ковша 0,4 м3 | 100м3 | 1,5\* 1,5\*2\*3/100=0,135м3 | 2,9 | 0,135\* 2,9=0,392 | Машинист | 6 | 1 |
| 2 | Е-9-2 | Монтаж комплекса механизмов краном автомобильным грузоподъемностью 10 т | 1 установка | 1 | 14 | 14 | Монтажники | 6  4  3 | 1  1  1 |
| 3 | Е-9-2 | Телевизионное инспекционное обследование трубопровода до начала работ | 1м | 300 | 0,39 | 117 | Монтажник  Оператор | 3  - | 1  1 |
| 4 | Е-9-2 | Прочистка трубопровода ершами с помощью 2 лебедок | 100м3 | 0,42\*3,14/4\*100=12,56м3 | 1,6 | 0,2 | Монтажник наружных трубопроводов  Машинист | 5  3 | 1  2 |
| 5 | Е-9-2 | Промывка трубопровода промывочной машиной на базе автомобиля "Мерседес" | 1 установка | 1 | 41 | 41 | Монтажник наружных трубопроводов  Машинист | 4  3  2  3 | 1  1  2  2 |
| 6 | Е-2-1 | Погрузка драглайном шлама на автомобиль бортовой с отвозкой на городскую свалку | 100м3 | 0,42\*3,14/4\*100=12,56м3 | 2,8 | 0,352 | Машинист | 6  3 | 1  1 |
| 7 | Е-9-2 | Нанесение внутреннего облицовочного слоя спротаскиванием облицовочного агрегата лебедкой | 100м2 | 2\*3,14\*0,2\*100=125,6м2 | 3 | 377,13 | Машинист растворонасоса  Машинист | 3  3 | 1  1 |
| 8 | Е-9-2 | Демонтаж оборудования | 1 установка | 1 | 14 | 14 | Монтажники | 6  4  3 | 1  1  1 |
| 9 | Е-9-2 | Гидравлическое испытание | 1м | 100 | 0,37 | 37 | Монтажник наружных трубопроводов | 5  3 | 1  1 |
| 10 | Е-2-1 | Засыпка котлована бульдозером | 100м3 | 1,5\* 1,5\*2\*3/100=0,135м3 | 0,43 | 0,058 | Машинист | 6 | 1 |

***9. Правила техники безопасности и организация работ***

* Машинисты и рабочие, обслуживающие механизмы и выполняю­щие работы по санации, должны пройти специаль­ный инструктаж.
* При работе с электрическим оборудованием необходимо соблюдать основные правила электробезопасности.
* При подключении растворонасоса и смесителя к электросети необходимо руководствоваться «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий».
* Рабочее место и проходы вокруг нагнетательных, механизмов должны быть свободны от посторонних предметов.
* При работе ме­ханизмов запрещается их очищать, смазывать и ремонтировать при включенном двигателе, а также начинать и продолжать работу в случае обнаружения неисправности.Все механизмы должны быть надежно заземлены.
* Перегибать шланги, по которым транспортируется раствор, за­прещается.
* При опускании в котлованы оборудования необходимо соблюдать аккуратность. Если в откосах котлована возникли трещины, угрожающие обвалом, необходимо до начала работ ликвидировать опасное положение.
* Зона вокруг котлованов обеспечивается ограждением на расстоянии 1 метра с каждой стороны, а также на расстоянии 10 метров необходима установка предупреждающих знаков, для избегания несчастных случаев с возможным травмированием людей. В пределах ограждения не допус­каются другие работы, кроме предусмотренных.
* Для безопасности рабочих в вечернюю смену необходима организация освещения, которое устраивается с помощью аккумуляторных батарей и ламп дневного света.
* Для рабочих необходимо предусмотреть санитарные био-узлы.
* Правильное и удобное расположение оборудования и механизмов обеспечит безопасную и продуктивную работу. Необходимо предусмотреть свободные подъезды к котлованам.

***Литература и источники:***

1. http://line.od.ua/article12.html

2. http://www.vskcenter.ru/trenchless/59

3. http://no-dig.com.ua/ru\_tehno\_son\_nabruzgovue.php

4. http://www.dial-progress.ru/library-item.phtml?id=10

5. http://www.zevs-r.ru/works/w4.html

6. http://www.ingmar.su/solve

7. http://www.greenpeak.ru/main/technologies.html?id=30

### 8. Письмо «О введении дополнительных территориальных элементных сметных норм и единичных расценок на работы по санированию внутренней поверхности трубопроводов машиной облицовочной». Санкт-Петербург. 9 ноября 2000года №2005-11П323

***Содержание:***

Введение……………………………………………………………………

1.Технологическое описание метода……………………………………..

1.1. Область применения метода…………………………………………

1.2. Материалы………………………………………………………………

1.3.Обоснование метода применения……………………………………

2. Виды применяемых методов санации цементно-песчаным раствором……

2.1.Поршневой метод……………………………………………………………

2.2.Нанесение покрытия центробежным набрызгом…………………………

2.3.Нанесения ЦПП методом центрифугирования…………………………

3.Очистка трубопроводов…………………………………………………………

4.Технологические особенности санации……………………………………

5.Телеинспекция………………………………………………………………..

6.Используемые оборудование и материалы……………………………………..

7.Калькуляция………………………………………………………………….....

8. Календарный график производства работ…………………………………..

9. Правила техники безопасности и организация работ…………………….

Литература и источники………………………………………………………