



Глухов Борис Васильевич — доцент кафедры «Механизация путевых, погрузочно-разгрузочных и строительных работ» СГУПС. Родился в 1941 г. После окончания в 1963 г. РИИЖТа работал в Иркутском филиале НИИЖТа, а с 1970 г. в НИИЖТе — СГУПС. Б.В. Глухов — ведущий лектор по дисциплинам «Теория механизмов и машин» и «Детали машин». Ведет научно-методическую и научно-исследовательскую работу. Опубликовано более 70 работ.

Тематика научных работ: электроабразивное шлифование рельсовых сталей, процессы резания асбестового балласта, испытания рельсов на растяжение-сжатие, пневмоочистительная снегоуборочная машина, рельсошлифовальный поезд.



Клименко Виталий Петрович родился в 1982 г. После окончания в 2001 г. Челябинского института путей сообщения, филиала Уральского государственного университета путей сообщения, поступил в СГУПС. Активно участвовал в научно-исследовательской работе студентов в качестве разработчика, конструктора. Тематика научных исследований: определение механических напряжений в рельсах железнодорожного пути, модернизация пневмоснегоуборочной машины для перегонов ПСМ-П, модернизация рабочего оборудования рельсошлифовальных поездов.

Имеет около 10 опубликованных работ, участвовал в межвузовских конференциях с докладами, его работы отмечены дипломами СГУПС и администрации Новосибирской области.



Маслов Евгений Борисович в 1991 г. с отличием окончил факультет «Мосты и тоннели» НИИЖТа. С 1991 г. работал научным сотрудником НИИ «Ресурсосберегающие технологии и коррозия». В 1998 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Технология сухого формования внутренней цементно-песчаной облицовки стальных труб». С 2001 г. работает доцентом кафедры «Строительная механика» СГУПС. Занимается разработкой защитных покрытий для трубопроводов различного назначения (водоводов, коллекторов, газо-, нефтепроводов). Его технологии с успехом применяются на предприятии, специализирующемся на изоляции труб.

УДК 621.793:662.922.4

Б.В. ГЛУХОВ, В.П. КЛИМЕНКО, Е.Б. МАСЛОВ

УСТАНОВКА ПО НАНЕСЕНИЮ ПОКРЫТИЙ НА ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ МЕТОДОМ НАБРЫЗГА

В статье описаны два основных способа нанесения внутренней цементно-песчаной облицовки: центрифугирование и центробежный набрызг. Обосновывается техническая и экономическая целесообразность последнего метода.

В системе городских инженерных сооружений трубопроводный транспорт в наибольшей степени подвержен потерям от коррозии. В СССР и России стальные и чугунные водоводы традиционно производились без нанесения каких-либо защитных покрытий на их внутреннюю поверхность. Отставание темпов ремонта и замены трубопроводов от темпов их коррозионного износа привели к тому, что лишь треть трубопроводов находится в удовлетворительном состоянии.

Как показал отечественный и мировой опыт, надежность работы трубопроводов зависит от многих факторов, но прежде всего от состояния противокоррозионной защиты внутренней поверхности трубы, непосредственно контактирующей с водой. Внутренняя коррозия и обрастания значительно ухудшают качество воды, подаваемой потребителям.

Находящиеся в эксплуатации водопроводные и водоотводящие трубопроводы подвергаются как естественному старению, так и преждевременному износу, что требует их восстановления либо санации. Восстановление предполагает проведение ремонтных работ на всем протяжении поврежденного участка трубопровода, а санация — проведение пространственно ограниченных ремонтно-восстановительных работ на отдельных участках трубопроводов, включая сооружения и арматуру на сети (колодцы, задвижки и т.д.). В результате санации участку трубопровода придается требуемая механическая прочность, полное восстановление структуры (отсутствие дефектов по длине труб и в местах стыковок) и соблюдение проектной пропускной способности (установленных гидравлических параметров). В свою очередь, под восстановлением структуры трубопровода следует понимать ликвидацию дефектов:

- структурных, например, свищей, сквозных отверстий, микротрещин и других повреждений, которые провоцируют эксфильтрацию и инфильтрацию;
- вызванных некачественным монтажом труб при их укладке в траншеи, например, деформаций труб;
- вызванных временными факторами и неудовлетворительной эксплуатацией системы водоснабжения и водопроводных сетей, например, появлением ржавчины на внутренних стенках труб, биообрастаний, бугристых наростов в виде уплотненных окислов железа, марганца и извести, инородных включений, проникающих в трубопроводы при любом вмешательстве извне — сварке, ремонте и замене запорно-регулирующей арматуры и т.д.

Новые водопроводы экономически целесообразно прокладывать из предварительно обработанных труб с нанесением покрытий как на внутреннюю, так и на наружную поверхность.

Срок службы водопроводных и водоотводящих трубопроводов зависит от материала, из которого он изготовлен. Например, стальные водопроводные трубопроводы должны эффективно эксплуатироваться в течение 20, а чугунные — 60 лет. Однако старение коммунальных сетей водоснабжения и водоотведения, снижение их пропускной способности может наступить и в более ранние сроки (через 5–10 лет после прокладки) из-за влияния отдельных или совокупности ряда следующих факторов: несоответствия материала труб условиям эксплуатации, нарушения условий прокладки трубопроводных систем в соответствующих грунтах, агрессивного характера вод, коррозии стенок, возможности накипеобразований (в случае эксплуатации трубопроводов горячего водоснабжения), биообрастаний и т.д.

В сетях городского водопровода наиболее характерными загрязнениями, осаждающимися на стенках труб, являются уплотненный осадок, окислы марганца и железа (в виде бугристых наростов), комплексные соединения на основе окислов железа и извести, инородные включения (кусочки древесины, мелкий щебень и т.д.). Наличие последних может свидетельствовать прежде всего о низком качестве очистки воды (в частности, в неудовлетворительном

удалении соединений железа и марганца), а также попадании посторонних предметов в трубопроводы при их прокладке или ремонте запорно-регулирующей арматуры. В водоотводящих сетях осадок может быть представлен как минеральными (шлак, песок), так и органическими веществами.

Основными видами повреждений (дефектов), вызывающих аварии на водопроводных сетях, являются: для стальных труб — сквозные проржавления, свищи (до 70 % по опыту Московского водопровода); для чугунных труб — нарушение герметичности раструбных соединений (до 12 %) и переломы труб (16 %). Преобладающее количество повреждений приходится на трубы малых диаметров (до 200 мм), что составляет около 75 % их общего количества. Главные причины повреждений водопроводных трубопроводов — износ труб, низкое качество материала, избыточные напоры, наружная и внутренняя коррозия, резкие сезонные перепады температуры и другие факторы.

Согласно международной классификации поврежденные трубопроводы подвергают восстановлению путем нанесения на внутреннюю поверхность стенки трубопровода:

- сплошных покрытий на основе цементно-песчаных растворов и эпоксидных смол;

- сплошных покрытий в виде гибких полимерных рукавов (оболочек, мембран, рубашек) или труб из различных материалов;

- сплошных покрытий из отдельных элементов на основе листовых материалов (гибкого полиэтилена или твердого стеклопластика);

- спиральных полимерных оболочек;

- точечных (местных) защитных покрытий.

Специальными требованиями предусмотрена внутренняя антикоррозионная защита стальных водопроводов [1]. Во всей системе защиты подземных металлических трубопроводов от коррозии наиболее эффективным и ответственным ее элементом является нанесение высококачественных покрытий, обуславливающих надежную работу сооружения в течение всего расчетного срока его службы.

Сплошные цементно-песчаные покрытия широко используются за рубежом уже более 40 лет, а первый опыт их применения в Москве относится к 1968 г., когда были проведены работы по защите стального водовода второго подъема с внутренним диаметром 1200 мм (3-й Краснопресненский водовод).

Цементно-песчаные покрытия на внутренних поверхностях водопроводных труб обеспечивают длительную и эффективную защиту от коррозии. Они обладают рядом преимуществ: цементные покрытия можно применять в трубопроводах питьевого водоснабжения, они не обрастают карбонатными отложениями и обеспечивают стабильность гидравлических характеристик. Срок службы труб с внутренней цементно-песчаной облицовкой составляет 50–70 лет.

Важной технологической задачей является поиск состава раствора, обеспечивающего неоплывающие покрытия. В отечественной практике в качестве исходных материалов для приготовления цементно-песчаного раствора используются портландцемент марок 400–500 (ГОСТ 1078–85), мелкозернистый кварцевый песок с модулем крупности 1,5, фракционированный по ГОСТ 8736–85 и ГОСТ 10268–80, и вода питьевого качества.

Стандартная технология подготовки компонентов смеси должна включать операции просеивания песка и цемента через сито и затаривания их в специальные емкости с плотно закрывающимися крышками. Максимальный размер зерен промытого кварцевого песка не должен превышать 1 мм, а фракций размером менее 0,14 мм должно быть не более 3 %, в то время как частиц размером от 0,4 до 1 мм — около 80 %. Оптимальное соотношение цемента и песка 1 : 1, водоцементное отношение 0,33–0,45. При этом цементно-песчаная смесь должна обладать пластичностью с осадкой конуса 8–12 см. Исследования кубиковой прочности показали, что в трехсуточном возрасте усилия на сдвиг составляют около 1 МПа. Это свидетельствует о возможности ввода в эксплуатацию трубопровода уже через трое суток после нанесения покрытия [2].

Особое свойство цементно-песчаных покрытий состоит в наличии как пассивного, так и активного защитного эффекта. Пассивный барьерный эффект достигается благодаря механической изоляции поверхности трубы слоем облицовки. Эффективность изоляции тем выше, чем плотнее структура материала покрытия.

Слой цементного раствора, однако, не является абсолютно водонепроницаемым, поэтому с течением времени часть воды проникает к стенкам трубы и, насыщаясь ионами Ca^{2+} и OH^- , приобретает щелочной характер. Как следует из диаграммы Пурбе, в области значений водородного показателя $\text{pH} = 11,8\text{--}13$ железо находится в пассивном состоянии [3]. При этом снижение скорости растворения металла настолько велико, что коррозия практически прекращается.

В мировой и отечественной практике существует два основных способа нанесения внутренней цементно-песчаной облицовки: центрифугирование и центробежный набрызг.

Технология центрифугированного нанесения покрытия в заводских условиях была разработана в США в 20-х гг. Суть метода состоит в следующем. В растворосмесителе принудительного перемешивания приготавливают цементно-песчаную смесь. Смесь загружают в ложковый питатель, который вводится в трубу, герметизируемую заглушками и приводимую во вращение с малой скоростью. Цементно-песчаная смесь наносится по всей длине трубы и распределяется в течение 3–4 мин. Затем скорость повышается до величины, соответствующей режиму уплотнения [4].

В 2005 г. по заданию НИИ «Ресурсосберегающие технологии и коррозия» авторы разработали оборудование стационарной установки для нанесения цементно-песчаного покрытия на внутреннюю поверхность труб диаметром 90...1600 мм методом центрифугирования [5]. Схема установки приведена на рис. 1.

В установке центробежное устройство содержит четыре привода, состоящих из электродвигателей, ременных и фрикционных передач. Четыре роликовых модуля 1 из шести — приводные. Труба 7 разгоняется до нужной скорости при помощи приводных фрикционных роликов. Траверса 2 с прижимными катками перемещается по колоннам 3 при помощи винтовых пар 5. Торцовые упоры 4 предохраняют трубы от осевого перемещения. Перемещение всего портала (колонн с траверсой) осуществляется при помощи тележек 6.

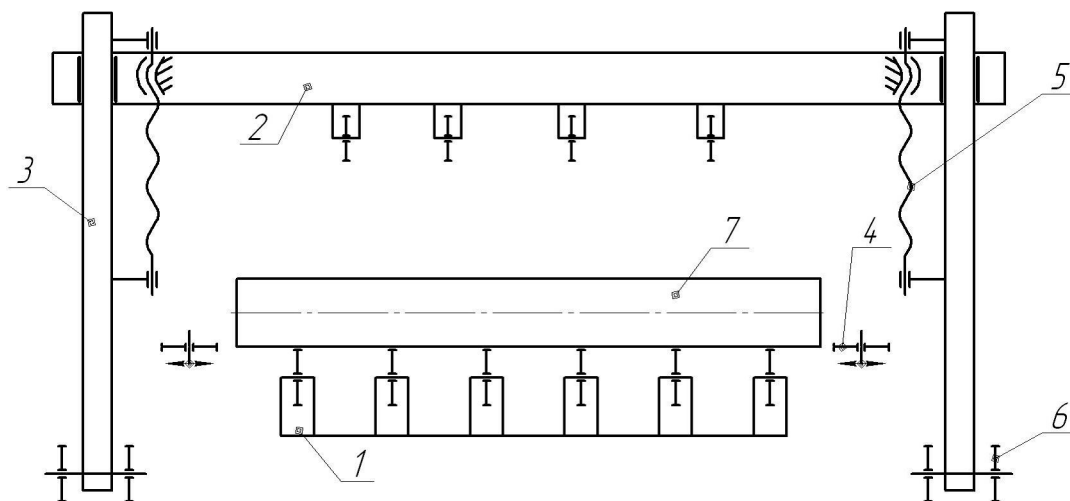


Рис. 1. Схема установки для нанесения цементно-песчаного покрытия методом центрифугирования:

- 1 — роликовый модуль; 2 — траверса; 3 — колонны; 4 — механизм осевой фиксации трубы;
5 — механизм изменения высоты траверсы; 6 — механизм передвижения колонн;
7 — обрабатываемая труба

Технология центрифугированного нанесения покрытий на основе цемента позволяет получать покрытия хорошего качества, однако имеет существенный недостаток — для уплотнения и разравнивания смеси необходима высокая частота вращения трубы, и при работе с трубами большего диаметра и большой длины значительно возрастает энерго- и металлоемкость данных установок.

Согласно современным требованиям частота вращения при распределении и уплотнении смеси для труб диаметром 200–1000 мм составляет 200–100 об./мин соответственно. Частота вращения при уплотнении для труб диаметром 200 мм составляет 600–1000 об./мин, для труб диаметром 1000 мм — 500 об./мин. При этом толщина покрытия для интервала диаметров 90–1500 мм составляет 3–10 мм с допуском +3 мм [1].

Зарубежный и отечественный опыт показывает, что по своим технико-экономическим показателям наиболее предпочтительным является метод центробежного набрызга [4]. Данный метод применяют для бестраншейного восстановления (санации) и для обработки внутренней поверхности труб в стационарных условиях.

Участок, подвергаемый облицовке при бестраншейном восстановлении, показан на рис. 2.

Минимальная толщина защитного слоя определяется диаметром и материалом труб, а требуемая — сроком их эксплуатации, толщиной стенок и физическим состоянием (износом). Требуемая толщина защитного слоя достигается устанавливаемой ранее скоростью передвижения агрегата в трубе при постоянных значениях производительности насоса, подающего цементный раствор, и скорости вращения центробежной головки. Толщина цементно-песчаного покрытия в зависимости от диаметра трубы (200–1400 мм) составляет 8–16 мм [6]. Минимальная толщина слоя цементно-песчаной оболочки для стальных и чугунных труб в зависимости от их диаметра составляет 3–10 мм с допуском 1,5–3 мм.

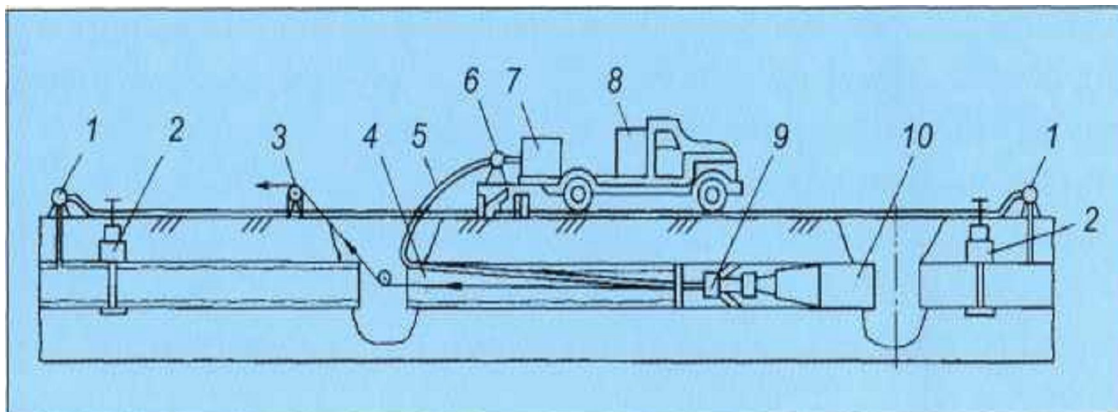


Рис. 2. Схема нанесения цементно-песчаного покрытия методом центробежного набрызга при санации трубопровода малого диаметра:

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 — электрокаф; 9 — разбрызгивающее устройство; 10 — обработанный участок трубы

Область применения метода восстановления путем нанесения цементно-песчаных покрытий: стальные и чугунные трубы диаметром 150–1500 мм независимо от давления воды. Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод. Применение метода эффективно при следующих видах повреждений: трещины (мелкие, умеренные — продольные, поперечные и винтообразные), коррозионные обрастания, абразивный износ, свищи (небольшие); неэффективно — при раскрытых стыках труб, смещении труб в стыках и деформации секций труб.

Работы по бестраншейному восстановлению трубопроводов нанесением цементно-песчаных покрытий должны включать подготовительные технические мероприятия, подготовку и приготовление компонентов смеси. В свою очередь, подготовительные мероприятия при санации должны заключаться в проведении следующих операций:

раскопке двух котлованов (стартового и финишного при санации трубопроводов среднего и большого диаметра) с вырезкой лазов (на погонную длину трубопровода 5 м в среднем 4...5: на прямых участках — 2...3, сложных — 6...7) или использованием существующих колодцев (при санации трубопроводов малых диаметров) со снятием гидрантов, фасонных частей и установкой (снятием) заглушек; технологические операции должны заканчиваться обязательным водоотливом (откачкой воды из трубопровода);

определении протяженности технологических захваток (максимальная длина технологической захватки между колодцами 230 м), которая диктуется длинами стандартных рабочих тросов и рукавов подачи раствора и воздуха и не зависит от диаметра трубопровода; в случае непреодолимых для прохождения прочистными снарядами и облицовочными агрегатами препятствий (вертикальные подъемы и спуски, местные углы поворота трассы в плане и профиле более 11°) необходимо дополнительное вскрытие трубопроводов (устройство лазов) независимо от расположения колодцев в пределах установленной ранее технологической захватки.

К достоинству метода можно отнести относительную простоту технического исполнения и низкую стоимость ремонтных работ, которая составляет около 30 % стоимости нового строительства. Тонкая и гладкая поверхность облицовки после ее затирки обеспечивает снижение гидравлического сопротивления и потерь напора в трубопроводах при незначительном уменьшении его внутреннего диаметра. После нанесения цементно-песчаного покрытия трубопровод может быть пущен в эксплуатацию через 3–5 сут, т. е. технологический цикл процесса является относительно продолжительным. Покрытие сохраняется стабильным в течение длительного срока эксплуатации (50 лет).

Цементно-песчаные покрытия являются надежным средством ликвидации различного рода дефектов на внутренней поверхности стальных и чугунных труб, а также противокоррозионным материалом, однако не могут быть использованы для восстановления сильно разрушенных трубопроводов.

Основным элементом установки для нанесения покрытий методом центробежного набрызга является вращающаяся облицовочная головка, в которой благодаря центробежным силам цементный раствор набрызгивается на внутреннюю поверхность трубы и одновременно, с помощью вращающихся подпружиненных лопаток, разглаживается [7].

Эффективность работы такого центробежного метателя определяется, с одной стороны, угловой скоростью, внутренними и наружными диаметрами, числом и конфигурацией лопаток, с другой — равномерностью поступления и физическими параметрами раствора. Рабочие параметры метателя непосредственно зависят от диаметра облицовываемого трубопровода [4].

Установлено, что наилучшие результаты получаются при использовании центробежного метателя, имеющего 18–24 лопатки с зубчатыми кромками и частотой вращения 120–140 об./с. Наилучшее разглаживание достигается при закругленных, статически сбалансированных лопатках, вращающихся с частотой 0,8–1,2 об./с и усилием прижима 2–2,5 кг, диаметр головки 100–250 мм, диаметр трубы для подачи раствора от 50 до 100 мм, число щелей для разбрызгивания раствора 18–24, ширина щелей от 3 до 8 мм [2].

В 1981 г. были проведены обследования трубопроводов с внутренней цементно-песчаной облицовкой в пяти областях УССР, находящихся в эксплуатации в течение пяти лет. Обследования производились путем вырезки участков труб и их осмотра. В результате обследования было отмечено, что разрушений, отслоений и других дефектов цементно-песчаное покрытие не имеет.

В 1986 г. был проведен осмотр трубопровода оросительных систем диаметром 325 мм, находящегося в эксплуатации 10 лет. Система орошения работает под давлением 0,6–1,0 МПа с опорожнением на зимний период. Осмотр вырезанного образца показал, что внутреннее цементно-песчаное покрытие разрушений и отслоений не имеет. Толщина покрытия по периметру составляет 4 мм. На поверхности покрытия никаких отложений нет. Поверхность металла под покрытием имеет светло-серый цвет без видимых признаков коррозии. Усадочные трещины закальматированы веществом, по цвету незначительно отличающимся от цвета покрытия. На поверхности металла в зоне трещин коррозионных процессов не наблюдается. Бухтение при простукивании отсутствует [4].

В 1979 г. трест ц 12 проложил в Сормовском районе г. Горького опытный участок водовода из стальных труб диаметром 1420 мм с внутренней облицовкой цементно-песчаным бетоном, выполненной по технологии центрифугирования в базовых условиях. После вскрытия и натурного обследования этих труб через 8 лет эксплуатации на участке их стыковки с незащищенными трубами было обнаружено, что внутренняя поверхность незащищенных труб подверглась интенсивному воздействию железобактерий, эти участки труб потеряли до 30 % своей пропускной способности. Участок протяженностью 200 м из облицованных труб имел чистую гладкую бетонную поверхность без каких-либо следов коррозии или загрязнения.

Снятие защитного слоя цементно-песчаного бетона показало полное отсутствие коррозии на внутренней защищенной поверхности стальной трубы. Песчаный бетон имел высокую прочность, надежное сцепление с металлом, хорошие гидравлические показатели, не изменившиеся за период службы водовода [4].

Необходимо отметить, что технологии облицовки уложенных трубопроводов не всегда можно практически применить, так как в реальных условиях всегда имеется ряд ограничивающих факторов: искривление трубопровода, переменный диаметр, толстый слой прочных отложений на внутренней поверхности труб и др.

Для нанесения цементно-песчаного покрытия на внутренние поверхности металлических труб в стационарных условиях методом центробежного набрызга разработано необходимое технологическое оборудование. Его основной рабочий орган — облицовочный агрегат. Его конструктивная схема представлена на рис. 3.

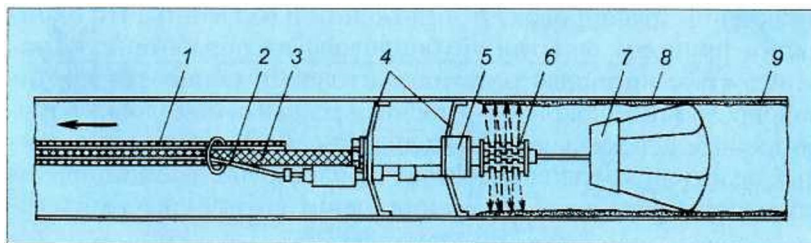


Рис. 3. Конструктивная схема облицовочного агрегата:

1 — рабочий трос; 2 — рукав подачи воздуха; 3 — рукав подачи раствора; 4 — центрирующее устройство; 5 — метательная головка; 6 — лопастное колесо; 7 — заглаживающий конус; 8 — покрытие с шероховатой поверхностью; 9 — заглаженное покрытие

Облицовочный агрегат имеет в качестве основных элементов метательную головку 5 с центрирующим устройством 4, заглаживающее устройство 7, обеспечивающее выравнивание наносимого слоя, а также заглаживание его поверхности. К метательной головке цементно-песчаный раствор и сжатый воздух подводятся соответствующими рукавами 3 и 2. Протаскивание облицовочного агрегата внутри трубы может осуществляться с помощью троса и лебедки либо выдвигной штанги.

На рис. 4 представлен детальный разрез метательной головки, разработанной германской фирмой Нидунг (Германия) для облицовки трубопроводов диаметром 300 и 400 мм.

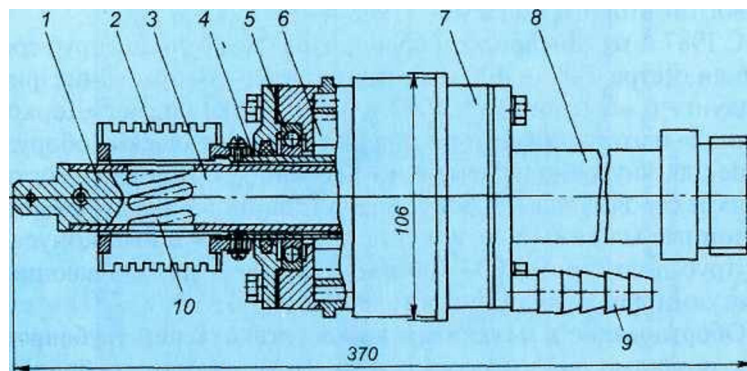


Рис. 4. Головка метательная:

1 — пробка с хвостовиком для присоединения заглаживающего устройства; 2 — колесо лопастное; 3 — полый вал; 4 — втулка; 5 — подшипник передний; 6 — лопатка; 7 — корпус; 8 — патрубок подачи раствора; 9 — штуцер рукава подачи воздуха; 10 — наклонные прорезы полого вала

Работа головки состоит в следующем. В пневморотационный двигатель головки воздух от компрессора подается по рукаву через штуцер 9. Воздействуя на лопатку 6, он вращает втулку 4, опирающуюся на передний и задний подшипники. В это время от растворонасоса по рукаву через патрубок 8 подается цементно-песчаный раствор в полый вал 3 и выдавливается через его наклонные прорезы 10. Далее раствор попадает на гребенчатые радиальные пластины лопастного колеса, прикрепленного к втулке и вращающегося вместе с ней, и равномерно с большой радиальной скоростью разбрызгивается по периферии.

По технологии нанесения цементно-песчаного покрытия на внутреннюю поверхность трубы обработка производится на обратном ходе облицовочного агрегата, т.е. он предварительно, опираясь на центрирующее устройство, заводится через всю трубу к ее дальнему торцу и, двигаясь в обратном направлении, осуществляет нанесение покрытия.

Длина обрабатываемых труб может достигать 12 м, поэтому процесс установки облицовочного агрегата в трубе при использовании лебедки с тросом перед началом нанесения покрытия сопряжен с некоторыми неудобствами: необходимо «протолкнуть» его через всю трубу, когда он соединен с тросом, либо прокинуть трос через трубу и присоединить его к агрегату с ее противоположного торца.

Спроектировано оборудование для организации работы участка в следующей последовательности:

- трубы одного диаметра и длины с помощью мостового крана формируются в пакеты шириной не более 2,5 м и высотой не более трех ярусов (в соответствии со СНиП 2.04.02–84) и закрепляются в них с помощью технологических стяжек;
- пакеты с трубами укладываются на постамент (для удобства работы персонала участка и ограничения верхнего габарита трубы больших диаметров укладываются на низкий, а малых — на высокий постаменты — рис. 5);
- проводится нанесение покрытия на внутренние поверхности труб всего пакета;
- пакет снимается с постамента и транспортируется к месту сушки покрытия.

Для обработки труб разных диаметров (от 150 до 2500 мм) используются облицовочные агрегаты трех типоразмеров.

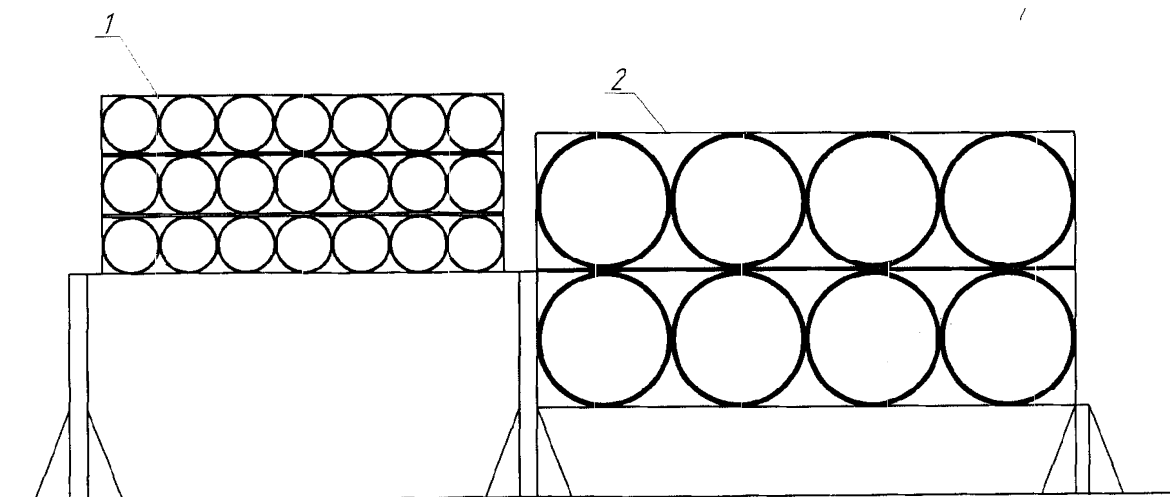


Рис. 5. Постаменты:

1 — пакет труб малого диаметра; 2 — пакет труб большого диаметра

Для обеспечения заданной толщины покрытия для трубы каждого диаметра необходимо осуществить различную подачу облицовочной головки и регулирование расхода цементно-песчаного раствора. Последнее осуществляется с помощью изменения производительности растворонасоса, а для манипулирования облицовочным агрегатом в вертикальной и горизонтальной плоскостях сконструировано универсальное для всех обрабатываемых типоразмеров труб оборудование (рис. 6).

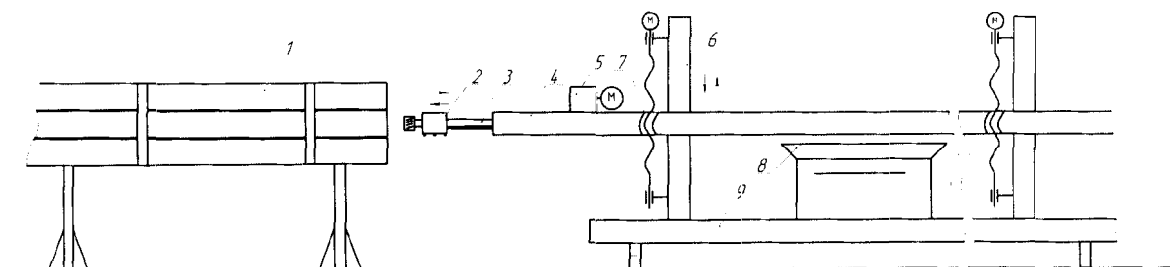


Рис. 6. Схема оборудования:

1 — пакет труб на постаменте; 2 — облицовочный агрегат; 3 — штанга; 4 — коробчатая направляющая; 5 — привод фрикционного ролика; 6 — стойка; 7 — передача винт — гайка; 8 — пульт управления; 9 — рама тележки

Оно представляет собой стальную штангу 3 длиной около 12 м сложного сечения: верхняя ее часть Т-образная, а нижняя — трубчатая — через нее в облицовочную головку подается цементно-песчаный раствор. На конце штанги с помощью резьбового соединения закрепляется облицовочный агрегат 2. Штанга располагается внутри коробчатой направляющей 4 на роликовых опорах, подведенных под «полки» Т-образной части сечения. Такое расположение дает возможность осуществления подачи штанги с облицовочным агрегатом в горизонтальной плоскости. Подача осуществляется посредством привода 5, установленного на коробчатой направляющей. Он включает в себя электродвигатель, открытую зубчатую передачу и фрикционный ролик, который контактирует с верхней плоскостью сечения штанги и при своем вращении сообщает ей поступательное движение (рис. 7).

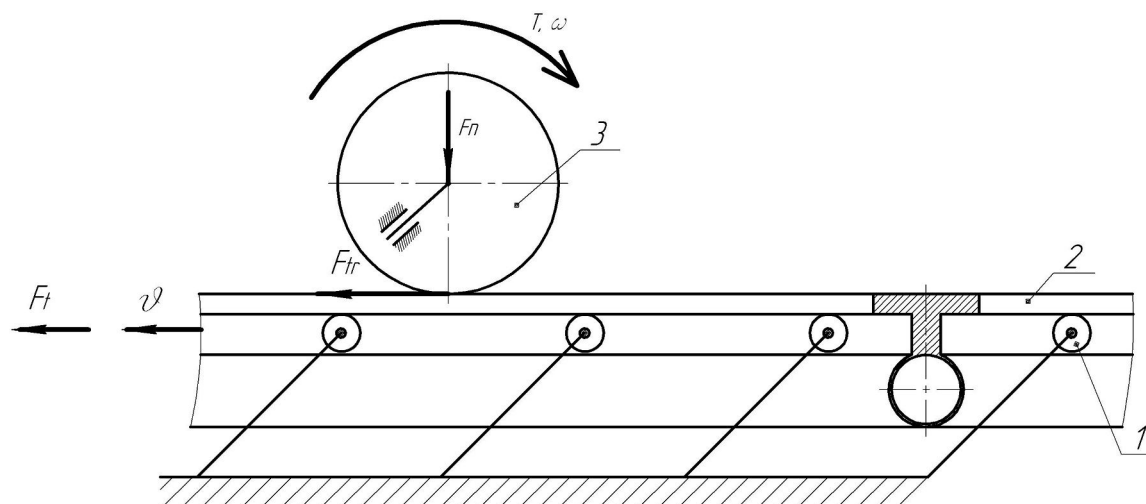


Рис. 7. Схема фрикционной передачи:

1 — опорный ролик штанги; 2 — штанга; 3 — фрикционный ролик

Изменение подачи в широких пределах осуществляется с помощью частотного преобразователя, изменяющего частоту тока питающей двигатель сети. Частотный преобразователь запрограммирован на необходимые значения выходной частоты тока для обеспечения подач при обработке труб всех диаметров, что облегчает работу оператора — ему необходимо лишь выбрать на пульте управления режим (запрограммированный на определенный диаметр трубы).

Изменение подачи в широких пределах осуществляется с помощью частотного преобразователя, изменяющего частоту тока питающей двигатель сети.

Частотный преобразователь запрограммирован на необходимые значения выходной частоты тока для обеспечения подач при обработке труб всех диаметров, что облегчает работу оператора — ему необходимо лишь выбрать на пульте управления режим (запрограммированный на определенный диаметр трубы).

Коробчатая направляющая опирается на две подъемные опоры (на рисунке не показаны), расположенные на стойках 6. Перемещение подъемных опор по стойкам реализовано передачами винт — гайка 7. Опоры сконструированы таким образом, что позволяют разгрузить винты от изгибающих усилий. Скорость приводов передач также регулируется частотным способом. Стойки закреплены на раме тележки, имеющей возможность перемещаться по рельсам в направлении, перпендикулярном осям труб в пакете. На настиле тележки расположен пульт оператора. Цементно-песчаный раствор подается в трубчатое сечение штанги через рукав от растворонасоса агрегата для приготовления и подачи раствора. Сжатый воздух для привода лопастного колеса облицовочной головки подается от компрессора через пневматический рукав, часть которого закреплена на трубчатой составляющей сечения штанги.

Выводы

1. Из всех существующих видов покрытий внутренней поверхности труб цементно-песчаная облицовка является наиболее эффективной и относительно недорогой антикоррозионной защитой.

2. Экономически целесообразным является метод центробежного набрызга.

3. Антикоррозионную обработку внутренней поверхности трубы выгодно осуществлять в стационарных условиях и укладывать трубопровод со сваркой отдельных труб в плеть, применяя известные технологии по защите внутренней поверхности труб в местах сварных швов.

Литература

1. *СНиП 2.04.02–84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 45 с.
2. Яновский Ю.Г. Исследование и разработка способа восстановления и сохранения пропускной способности водоводов цементно-песчаной облицовкой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1980. 20 с.
3. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Пассивность и защита металлов от коррозии. М.: Наука, 1965. 208 с.
4. Рейзин Б.Л., Стрижевский И.В., Шевелев Ф.А. Коррозия и защита коммунальных водопроводов. М.: Стройиздат, 1979. 400 с.
5. Глухов Б.В., Клименко В.П., Маслов Е.Б. Промышленная установка по нанесению цементно-песчаного покрытия на внутреннюю поверхность металлических труб // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2005. Вып. 12. С. 162–167.
6. *Пособие* по защите внутренней поверхности стальных труб от коррозии (к СНиП 2.04.02–84). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 16 с.
7. Зильберберг С.Д., Кузин Д.А. Антикоррозионная защита внутренней поверхности стальных труб // Передовой опыт в строительстве. Сер. Механизация строительства, эксплуатация и ремонт строительной техники. 1987. Вып. 2. С. 16–21.