

значениях коэффициентов  $f$  и  $y$  величина  $P_T$  входит в правую и левую части формулы. (15). Тогда техническая производительность определяется в результате решения квадратного уравнения.

### **Литература**

1. Левчиков А.А. Совершенствование технологии бестраншейного строительства глубокого закрытого дренажа на деградированных орошаемых землях с высоким уровнем грунтовых вод. – В кн. Наукоемкие технологии в мелиорации.- М.: ВНИИА, 2005. с 509...511.
2. Землеройные машины непрерывного действия ВНИИЗеммаш, Издательство «Тема». СПб, 2000 г. - 324 с.
3. Гумбург Г.В. Исследование основных процессов при узкотраншейном строительстве дренажа в зоне осушения. – Дис. На соиск. Уч. степени к.т.н.- М. : ВНИИГиМ, 1973. 205 с.
4. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керов И.П. Машины для земляных работ. Учебное пособие для вузов. М, «Машиностроение», 1975. 424 с.

УДК 628.15 + 626.8

## **РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ БЕСТРАНШЕЙНЫМ МЕТОДОМ**

**В.Н. Белобородов, А.Н. Ли**

ФГУП СибНИИГиМ, Красноярск, Россия

Создание эффективной и надежной закрытой оросительной сети на мелиоративных системах является важнейшим техническим и экологическим мероприятием, направленным на рациональное использование водных ресурсов и предотвращение подтопления, заболачивания и засоления окружающих земель.

В начале «перестройки» в мелиоративной отрасли находилось более 90 тыс. км оросительной сети и около 21 тыс. км водопроводной сети, из которых основную долю составляли стальные трубопроводы. Если учесть, что закрытая оросительная сеть является дорогостоящим объектом, становится ясной важность для отрасли, надежность ее функционирования.

В целях повышения эксплуатационной надежности и долговечности мелиоративных трубопроводов необходимо обеспечить антикоррозионную защиту стальных труб. При этом особое значение приобретает использование новых технологий и полимерных материалов при строительстве и реконструкции трубопроводов.

В Англии, Германии, Франции, Италии, Дании, США и других странах накоплен значительный опыт по реконструкции подземных трубопроводов бестраншейными методами. Они позволяют существенно сократить сроки строительных работ, исключить на 80–90% разрытие территорий, получить большую экономию металлических труб, горюче-смазочных и строительных материалов.

Зарубежный и отечественный опыт использования полимерных рукавов, при восстановлении трубопроводов, показывает их эффективность и надежность.

Анализ существующих методов изоляции внутренней поверхности труб рукавными полимерными материалами выявил ряд проблем, связанных с изготовлением тканевого рукава, способом ввода рукава в трубу и с качеством приклейки рукава к внутренней поверхности трубопровода.

Изготовление специальных рукавов соответствующих внутреннему диаметру труб требует значительных капиталовложений.

Введение рукава в трубу известным способом под давлением требует изготовления специальных крупногабаритных, металлоемких герметичных камер.

Для решения данных проблем нами разработаны новые способы оклеечной изоляции внутренней поверхности трубопроводов, которые могут быть использованы, как при строительстве новых трубопроводов, так и при восстановлении вышедших из строя в процессе эксплуатации.

Бестраншейный метод, разработанный в СибНИИГиМ, отличается тем, что пропитка тканевого рукава эпоксидным составом и совмещение его с полиэтиленовым рукавом осуществляется в процессе ввода в трубопровод. Что обеспечивает визуальный контроль за пропиткой тканевого рукава и расходом состава, который доливается в процессе пропитки. Данный метод позволяет создать в трубопроводе многослойное покрытие - новую армированную полимерную трубу, превосходящую по многим физико-механическим показателям стальную (рис. 1).

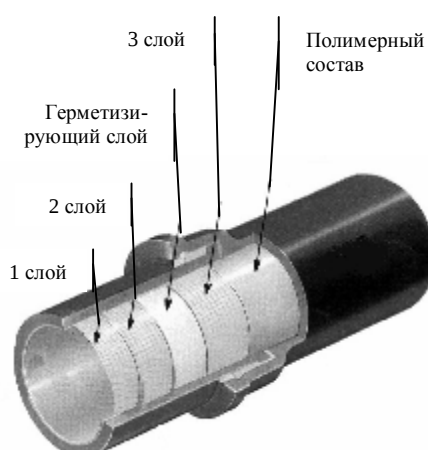


Рисунок 1 - Конструкция покрытия восстановленного трубопровода

Трубопроводы из полимерных материалов не нуждаются в катодной защите от коррозии; устойчивы к динамическим нагрузкам, не теряют свою работоспособность при низких температурах.

Тканевый рукав, как армирующая основа, изготавливается из прочной не гниющей ткани, например капрона (Артикул 56035). В качестве клеящего пропиточного состава нами использовались полимерные композиции на основе эпоксидных смол, отличающиеся высокими физико-механическими свойствами.

Все работы проводятся с применением комплекта специальных устройств и агрегатов, разработанных в лаборатории «Изотор» ФГУП «СибНИИГиМ».

Технология восстановления трубопроводов, включает следующие операции:

1. Опорожнение трубопровода от воды и протаскивание каната с помощью тора-разделителя;
2. Сушку внутренней поверхности трубопровода путем продувки подогревателем воздуха 8Г27К;
3. Механическую очистку внутренней поверхности трубопровода скребками и поршнями «Доркомтехника»;
4. Обеспыливание внутренней поверхности трубопровода путем одновременной продувки с протаскиванием через трубопровод металлической щетки;
5. Телеинспекцию;
6. Пропитку и ввод рукава в трубопровод;
7. Выдержку под давлением до 0,04 МПа;
8. Прогрев трубопровода подогревателем воздуха 8Г27К;
9. Удаление полиэтиленового рукава;
10. Телеинспекцию.

После сброса воды из трубопроводов, при недостаточных уклонах, остаются отдельные участки с водой в местах прогибов. Для удаления остатков воды из трубопровода и протаскивания каната с последующей протяжкой троса от лебедки нами использовались торы-разделители, обеспечивающие герметизацию в поперечном сечении трубы и перекачивание без пробуксовки, включающие: тороидальную резиновую камеру с вентилем и крышку из прочной ткани (рис. 2).

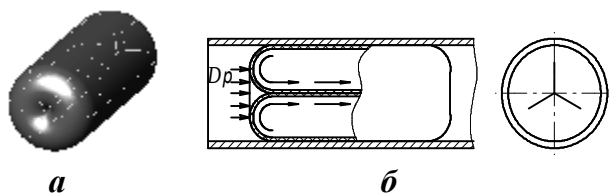


Рисунок 2 – Конструкция тора-разделителя:  
а) общий вид, б) схема движения в трубопроводе

Совместно с ЦЗЛ Красноярского шинного завода были разработаны технические условия и технологический регламент на изготовление тороидальных резиновых камер в заводских условиях.

При выборе материала тороидальных резиновых оболочек учитывалась их работа в контакте со средами полярного характера, содержащих органические растворители класса кетонов (ацетон, циклогексан и др.) при температуре окружающей среды от 0 до + 45 °С и давлении 0,05-0,1 МПа.

Испытания торов-разделителей “на отказ” показали их высокую надежность и долговечность. Одним тором-разделителем было пройдено более восьми километров трубопровода, при этом были обнаружены незначительные повреждения крышки, а тороидальная резиновая камера находилась в хорошем состоянии.

Для опорожнения трубопровода от остатков воды, канат пропускают через запорное устройство в заглушке, затем через середину тора-разделителя и ко-

нец оставляют в начале трубопровода, а канат с технологической лебедки, с помощью тора-разделителя, протаскивают через трубопровод (рис. 3).

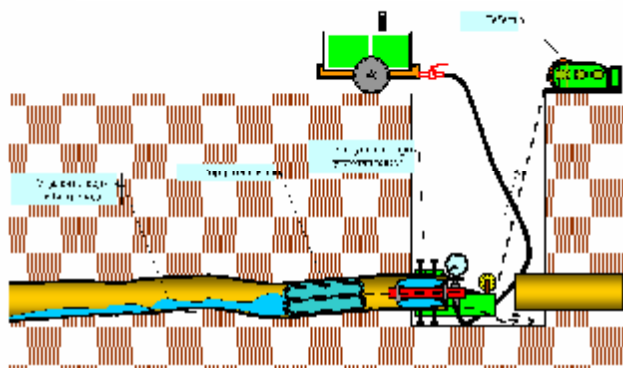


Рисунок 3 - Схема опорожнения трубопровода от воды и протаскивание каната

Для удаления влаги и просушки внутренней поверхности трубопровода используются высокопроизводительные калориферы, например подогреватель воздуха 8Г27К.

Очистка внутренней поверхности трубопровода производится скребками и поршнями «Дорком-техника» или методом гидродинамической очистки.

Обеспыливание внутренней поверхности трубопровода выполняют, одновременно с продувкой и протаскиванием металлической щетки (рис. 4).

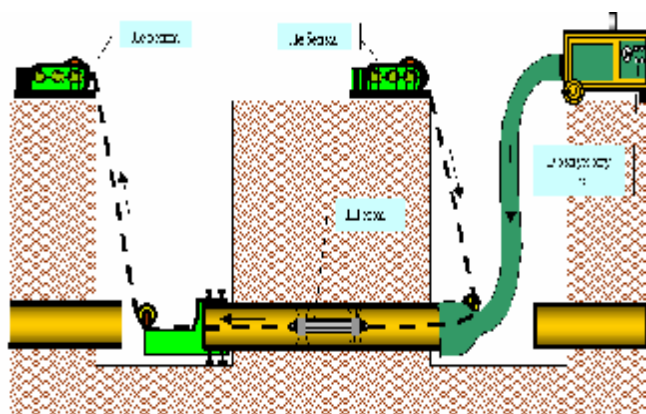


Рисунок 4 - Схема обеспыливания внутренней поверхности трубопровода

Следующим этапом, перед оклейкой внутренней поверхности трубопроводов, является телеинспекция, пропуск через трубопровод тележки, оснащенной видеокамерой. После очистки и продувки восстанавливаемого участка производят расстановку оборудования для оклейки внутренней поверхности трубопровода (рис. 5).

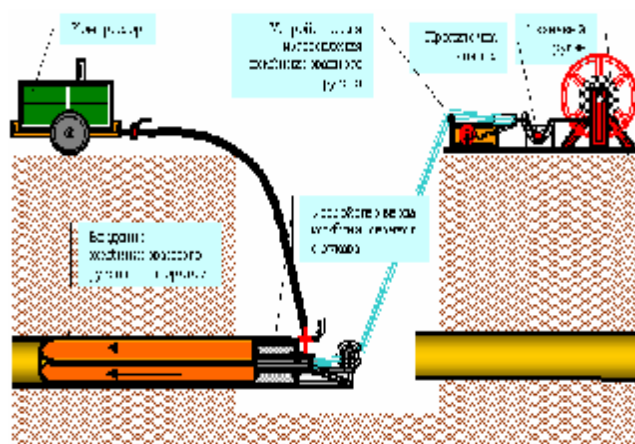


Рисунок 5 – Схема пропитки и ввода рукава в трубопровод

Восстановление трубопровода выполняется в следующей последовательности: тканевый рукав, соответствующий диаметру и длине восстанавливаемой трубы, пропускают через ванну с клеем, затем через устройство для изготовления комбинированного рукава.

При этом, тканевый пропитанный клеем рукав, оказывается внутри полиэтиленового рукава. Далее концы рукавов совмещают, и пропускают через затвор вводного устройства, выворачивают их на



Рисунок 6 – Вводное устройство конструкции СибНИИГиМ



Рисунок 7 – Введение рукава в трубопровод

изнанку и расправляют по периметру на внешней стороне вводного устройства (рис. 6).

Затем вводное устройство вставляют в начало трубопровода и раскачивают тор-уплотнитель сжатым воздухом до 0,15 МПа, для прижатия концов рукава к внутренней стенке трубы и герметизации входа в трубопровод.

Совмещенные рукава с выворотом вводятся в трубопровод (рис. 7).

После отверждения полимерного клеящего состава и приклеивания тканевого рукава к внутренней поверхности восстанавливаемого трубопровода, с помощью каната, полиэтиленовый рукав с выворотом вытягивается в начало трубопровода, сматывается в рулон и хранится до следующего использования, либо утилизируется.

Заключительным этапом работ является телеинспекция восстановленного участка трубопровода.

При выполнении работ исполь-

зуются полимерные материалы, входящие в "Перечень материалов и реагентов, разрешенных ГК СЭН РФ к применению в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения" утв. 23.10.92г. № 01-19/32-11 и письмо ЦГСЭН Красноярского края № 52 от 2.03.92г.

#### **Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели:**

- Диапазон диаметров изолируемых труб - от 100 до 1000 мм;
- Длина восстанавливаемых участков - до 100 и более м;
- Расход пропиточного - клеящего состава – 2 - 3,5 кг/м<sup>2</sup>;
- Расход ткани – 2 - 3 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;
- Расход полиэтиленовой пленки – 1 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;
- Сметная стоимость восстановления трубопровода – от 3000руб/п.м.

Внедрено:

Ду-300 – 640п.м. на Есаульской ОС; Ду-219 – 400п.м. в Дивногорске; Ду-159 – 200п.м. в Дивногорске; Ду-273 – 60п.м. в Домодедово-Москве (под взлетной полосой); Ду-800 – 160п.м. в Канске; Ду-300 – 70п.м. Саяногорске (под а/м

дорогой); Ду-159 – 300п.м. на ст. Красноярск-Восточный (7 участков между ж/д путями).

Отечественная бестраншейная технология, разработанная в ФГУП «СибНИИГиМ», представлялась на ВВЦ в г. Москве и на Красноярской ярмарке, а также сетевом семинаре-совещании ОАО «РЖД» (21-23 июня 2006г).

Новизна разработок по этой тематике подтверждена тремя авторскими и девятью патентами на изобретения.

Достоинством представленных технологий является использование и применение отечественного оборудования и материалов. В отличие от существующих зарубежных аналогов, стоимость восстановительных работ по новым технологиям в 2-3 раза ниже, при этом отпадает необходимость в строительстве специальных заводов по изготовлению рукавов, и закупке оборудования за рубежом.

Работы по восстановлению трубопроводов представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 - Фрагменты восстановления трубопроводов

### Литература

1. Матвеев А.М., Лисконов А.Г., Шумилов В.Н. Пассивная защита стальных трубопроводов в мелиоративном строительстве РСФСР. М: "Росоргтех-водстрой" 1990.
2. Храменков С. В., Примин О. Г., Орлов В. А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей М.: "ТИМР", 2000-179с.
3. Белобородов В.Н., Ли А.Н., Савченко В.Т. Технология оклеечной изоляции внутренней поверхности трубопроводов. Мелиорация и водное хозяйство, № 4,1999, М. С.42-44.
4. Белобородов В.Н., Ли А.Н., Савченко В.Т. Отечественная бестраншейная технология восстановления трубопроводов. РОБТ, № 8, 2004, М. С.5-10.
5. Белобородов В.Н., Ли А.Н., Кулигин В.Д., Гайчук А.А., Пимонов Е.В. Восстановление трубопроводов по методу СибНИИГиМ. РОБТ, № 8, 2005, М. С.15-16.