

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И СПОСОБОВ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ НАНЕСЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Азеев А. А.

Научный руководитель – профессор Емелин В. И.

Сибирский федеральный университет

Разрозненность информации является одной из причин, препятствующих повсеместному использованию эффективных технологий бестраншейного ремонта трубопроводов, износ которых достиг катастрофических масштабов по всей России. Известны работы С. В. Храменкова, В. А. Орлова, В. И. Емелина, Р. М. Авдеева, В. Н. Белобородова, Л. Н. Ли, и А. А. Шайхадинова, посвящённые проблеме обобщения и систематизации информации в данной области. Так, например, существует множество классификаций всех известных способов бестраншейного ремонта. В частности классификация В. И. Емелина, Р. М. Авдеева и А. А. Шайхадинов может считаться наиболее содержательной. С целью дополнения её способами не подходящими под старый классификационный признак «по необходимости разрушения» предлагается ввести другой – «по возможности замены». За счёт этого появляется возможность вставить в известную классификацию бестраншейный способ введения новой трубы снаружи старой (рис. 1).

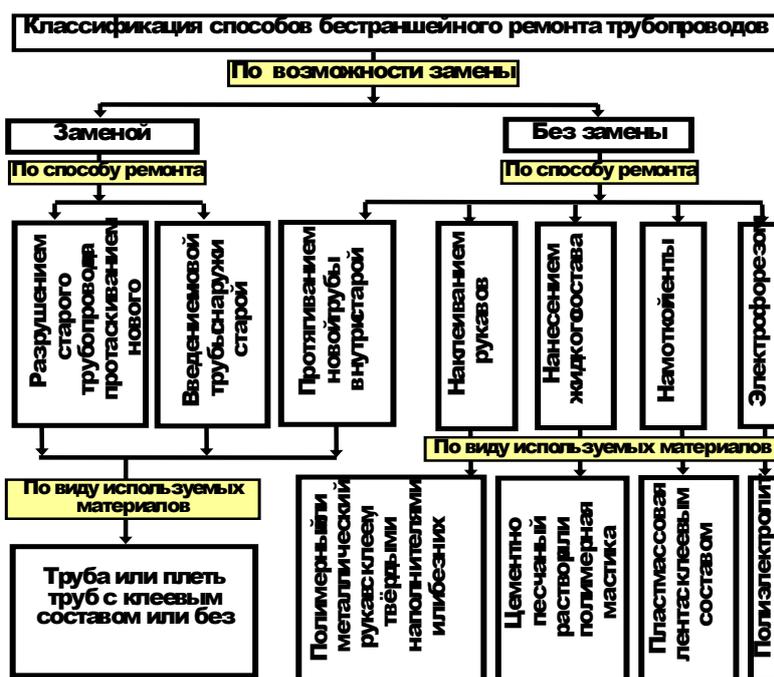


Рис. 1. Классификация способов бестраншейного ремонта трубопроводов

Как видно из рис. 1, указанными выше авторами был выделен способ бестраншейного ремонта трубопроводов комбинированным рукавом. Покрытие, получаемое этим способом, является композиционным и состоит из армирующей технической и полимерной матрицы на основе эпоксидных, полиэфирных и др. видов смол. Простота используемого оборудования, высокая культура производства работ и качество наносимого покрытия – неотъемлемые признаки способа комбинированного рукава. Доказательством перспективности этой технологии служит и то, что она пользуется в США наибольшей популярностью среди всех известных способов бестраншейного ремонта.

Понятно, что без учёта всего многообразия действующих зарубежных и отечественных аналогов невозможно качественное проектирование или оптимальный выбор оборудования и технологических схем ремонтных работ. Существующие схемы применения данного способа и виды оборудования, входящего в общий комплекс, не всегда в полной мере обоснованы и не учитывают использования возможных резервов. Известные классификации, поэтому нуждаются в расширении и уточнении.

С целью систематизации известной отечественной и зарубежной информации об оборудовании, подходящем для реализации бестраншейного ремонта с использованием комбинированного рукава, были выделены две основные схемы: прямой протяжкой (рис. 2, а) и выворотом данного рукава (рис. 2, б, в).

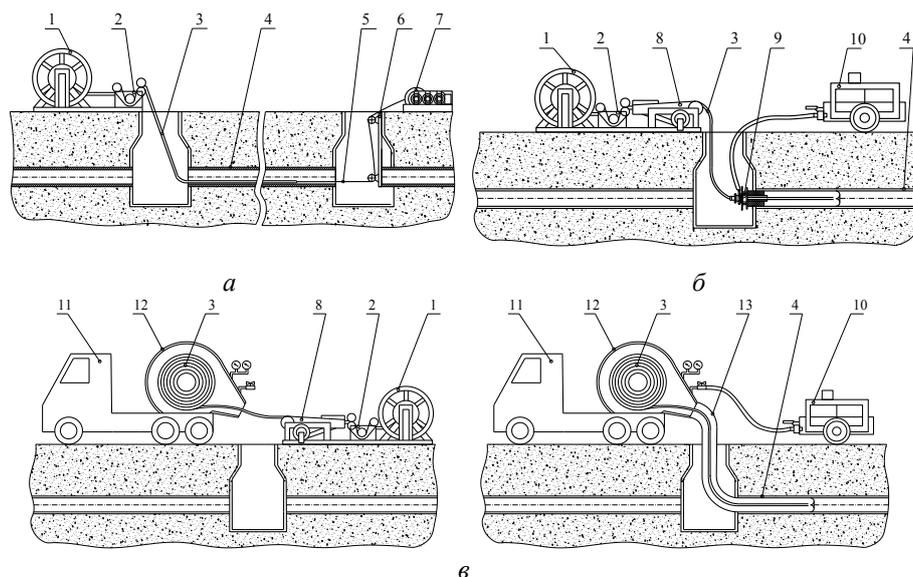


Рис. 2. Конструктивно-технологические схемы бестраншейного ремонта трубопроводов нанесением полимерного композиционного покрытия: а – пропитка и протяжка рукава лебёдкой; б – пропитка и сквозной выворот рукава давлением воздуха; в – несквозной ввод рукава с использованием реверсивной камеры (слева – пропитка и ввод рукава в барабан реверсивной камеры, справа – ввод рукава в трубопровод); 1 – барабан с армирующей основой в виде тканевой оболочки; 2 – ванна с пропиточным полимерным составом; 3 – комбинированный рукав в составе тканевой оболочки и плёночного рукава; 4 – ремонтируемый трубопровод; 5 – канат; 6 – обводные блоки; 7 – тяговая лебёдка; 8 – устройство для изготовления комбинированного рукава; 9 – реверс-машина для сквозного выворота рукава; 10 – компрессор; 11 – автомобиль; 12 – реверс-машина для несквозного выворота рукава; 13 – пролайнер.

Известно, что прямая протяжка находит применение при восстановлении относительно коротких прямолинейных участков и использовании толстостенных рукавов по схеме ввода за один проход. Выворот рукава обеспечивает более высокое качество расправления комбинированного рукава по стенкам трубопровода, а следовательно, и его ремонта при наличии в нем отводов, изгибов. Вместе с тем, применение выворота становится более затруднительным с уменьшением диаметра трубы.

Рабочими средами для прижатия, а также выворота рукава, нашедшими наибольшее практическое применение являются: вода и сжатый воздух. Использование воды затруднительно, например, в полевых условиях. Кроме того, при полимеризации покрытия вода не лучший вариант, так как она хуже нагревается, что негативно отражается на общей производительности всего процесса.

На основании анализа достоверных источников установлено наличие нескольких схем ремонта трубопроводов способом комбинированного рукава, расширенная классификация которых представлена на рис. 3.

Выбор схем ремонта зависит от параметров подлежащего ему объекта, требований к качеству и срокам проведения работ. Для восстановления относительно целых участков трубопроводной сети целесообразно применять однопроходный ввод рукавов

небольшой толщины, как с помощью прямой протяжки, так и выворота, в зависимости от длины захватки. При ремонте участков, существенно утративших целостность и несущую способность, находит применение либо многопроходный ввод относительно тонких, либо однопроходный ввод достаточно толстых рукавов. Выполнение операций с их совмещением и без совмещения открывает существенные резервы повышения производительности процесса.



Рис. 3. Классификация схем бестраншейного ремонта трубопроводов способом нанесения композиционного покрытия с использованием комбинированного рукава.

Анализ разновидностей оборудования, применяемого в этой технологии ремонта, удобно вести с учётом двух основных схем выворота рукава: сквозной и несквозной (рис. 4). Отличие сквозного выворота рукава от несквозного заключается в том, что в первом случае рукав, выворачиваясь, проходит через реверсивную установку (машину) как бы насквозь (рис. 2, б). Установки, обеспечивающие сквозной выворот, как правило, обладают меньшими габаритами (в случае использования сжатого воздуха), вместе с тем, они неспособны обеспечить достаточные давления из-за значительных потерь через герметизирующий элемент, который также имеет тенденцию отжимать клеевой состав из рукава. Существенным же недостатком камер для реализации несквозного выворота (рис. 2, в) является невозможность совмещения пропитки и ввода, что успешно реализуется установками другого типа.



Рис. 4. Классификация реверсивных установок для выворота комбинированного рукава.

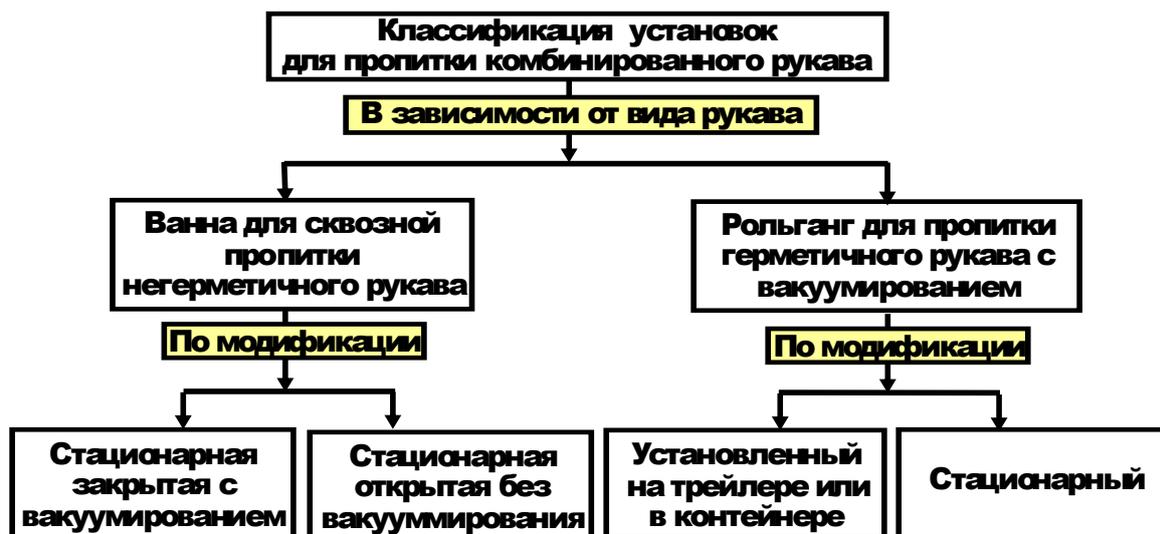


Рис. 5. Классификация установок для пропитки комбинированного рукава.

Конструктивные отличия пропиточных установок заключаются в их возможности вести пропитку рукавов, имеющих и не имеющих герметичное лакирование термопластичным покрытием (рис. 5). Перспективность использования негерметичных рукавов подчеркивается следующими доводами. Во-первых, по конструкции подобные рукава проще, в некоторых модификациях они представляют собой несшитое спиралеобразное полотнище из прочной полиамидной ткани. Данное обстоятельство частично исключает требование стандарта США F 1216-09 к эластичности и возможности расширения рукава в радиальном направлении с целью его плотного прилегания ко всем неровностям и изгибам трубопровода. Во-вторых, простота конструкции рукавов позволяет их изготавливать без специального оборудования, отечественных аналогов которого не существует, что существенно ускорит внедрение данной технологии ремонта. Поэтому в качестве оборудования для пропитки такого рукава могут использоваться разработанные СибНИИГиМ ванна с валками и установка с вакуумной камерой для наружной пропитки, а для совмещения тканевой оболочки с плёночным рукавом – установка для изготовления комбинированного рукава, разработанные СибНИИГиМ. В качестве оборудования для ввода негерметичного комбинированного рукава возможно использование реверсивной камеры и гидрозатвора, также разработанного СибНИИГиМ, так как они не отжимают клеевой состав. При этом, наиболее перспективной для нанесения покрытий с многослойной армирующей основой является реверсивная камера, ввиду меньшей габаритности (см. рис. 2, в).

Таким образом, составленные классификации позволят решать проблемы, связанные с проектированием оборудования и технологических схем его применения с учётом возможных резервов повышения эффективности процесса. На основании представленных классификаций выделен вариант способа комбинированного рукава с использованием негерметичной несшитой спиралеобразной полиамидной оболочки, использование которой позволит упростить конструкцию рукава.