

## ТЕХНОЛОГИЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА КРИВОЛИНЕЙНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ТОРОВ

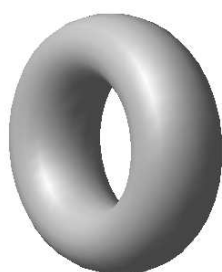
Зыков А.С.

Научный руководитель – доцент Шайхадинов А.А.

*Сибирский федеральный университет*

Интенсивное развитие трубопроводного транспорта, огромная протяженность (17 млн. км) и высокий износ (50–70 %) в России эксплуатируемых трубопроводов определяют большую потребность в их ремонте. Применяемые в большинстве случаев траншейные способы ремонта трубопроводов малоэффективны, т. к. трудоемки и дороги. Использование бестраншейных способов ремонта позволит исключить эти недостатки. Из существующих в настоящее время способов бестраншейного ремонта трубопроводов наибольший интерес представляет способ, основанный на использовании торообразных средств, в виду их малой изученности и перспективности.

Изучаемый тор отличается от обычного, имеющегося в нашем представлении тора как геометрической фигуры (рис. 1, *а*) тем, что он вытянут в длину, выполнен полым, заполнен воздухом, имеет эластичную камеру и гибкую неэластичную покрышку, а его продольное отверстие сомкнуто (рис. 1, *б*). Применение такого тора основано на его способности перекрывать поперечное сечение трубопровода (рис. 2) и передвигаться в нем качением под действием разности давлений воздуха на его концах (рис. 3). При движении, тор, выворачиваясь, катится, а не скользит, что существенно снижает потери на трение.



*а*



*б*

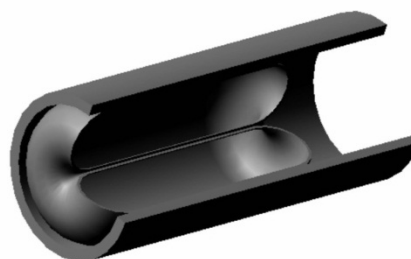


Рис. 2. Торообразное средство и труба в разрезе

Рис. 1. Тор: *а* – в виде геометрической фигуры;  
*б* – в виде торообразного средства

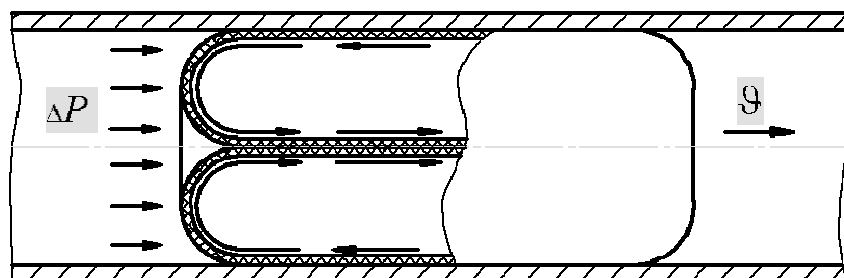


Рис. 3. Схема движения торообразного средства качением под действием разности давлений  $\Delta P$

При помещении двух таких торообразных средств в трубопровод с последующим заполнением пространства между ними полимерной мастикой (например, эпоксидной смолой) и созданием на концах трубопровода разности давлений, торы приходят в движение вместе с находящейся между ними жидкостью, смачиваются ею и оставляют на внутренней поверхности трубопровода след, обеспечивая тем самым нанесение защитного полимерного покрытия (рис. 4).

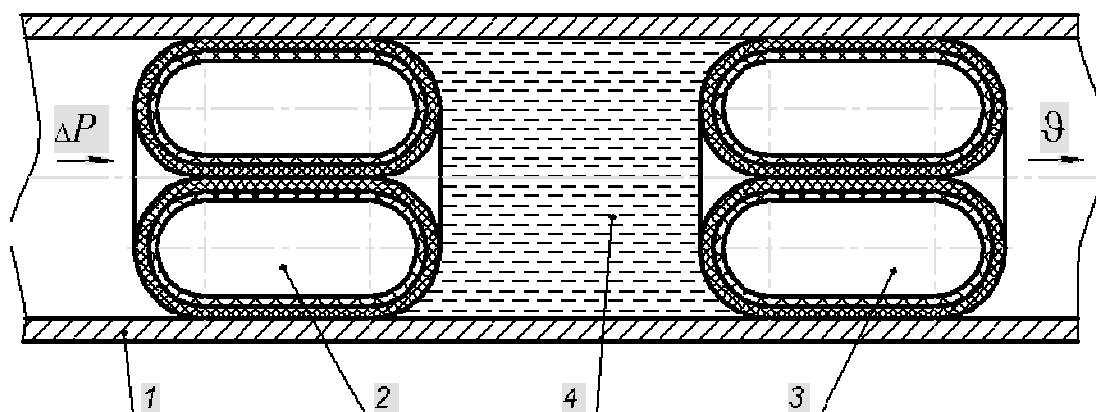


Рис. 4. Нанесение защитного покрытия на внутреннюю поверхность трубопровода: 1 – ремонтируемый трубопровод; 2, 3 – торообразные средства; 4 – полимерный состав

В результате проведенного литературно-патентного обзора и его анализа было выяснено, что торы обладают высокой универсальностью и помимо нанесения покрытия внутри труб при их бестраншейном ремонте могут использоваться во многих назначениях для выполнения разнообразных функций различных отраслей промышленности, в быту и в культуре: съемники, подъемники, смесители, двигатели, кристаллизаторы, устройства для нанесения покрытий, протягивания тросов, прокладки трубопроводов, транспортирования грузов, образования отверстий в грунте, измельчения материала, удаления, разделения и перекачивания жидкостей, очистки водоемов и решения других технических задач.

Однако, несмотря на универсальность и достоинства торообразных средств, их использование при ремонте трубопроводов, имеющих значительные повороты и изгибы, приводит к застреванию торов и временной остановке ремонтных работ до устранения этой нештатной ситуации, тем самым, снижая производительность процесса ремонта в целом.

С целью исключения этого недостатка была разработана конструкция торообразного средства для бестраншейного ремонта трубопроводов, способная проходить значительные повороты и изгибы. Предлагаемое торообразное средство для перемещения в криволинейных трубопроводах 1 состоит из гибкой защитной крышки 2, выполненной из прочной технической ткани (лавсан, чефер, полиамид), внутри которой располагается резиновая камера 3, наполняемая через ниппель воздухом или другой газовой средой. На поверхности тора на одинаковом расстоянии друг от друга установлены бандажи 4, выполненные в виде колец (ободьев) из технической ткани, которые перетягивают тор в местах их размещения, создавая гофры (рис. 5). Рекомендуемый диаметр бандажей равен 80 % диаметра тора. При большем диаметре бандажей снижаются значения углов изгибов и поворотов трубопроводов, которые способен проходить гофрированный тор, а при меньшем диаметре – ухудшается способность торообразного средства перекачиваться,

что увеличивает требуемую разность давления, необходимую на его движение, а также вероятность буксования тора.

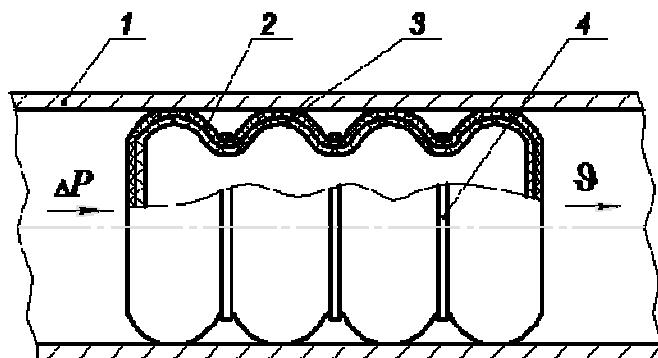


Рис. 5. Гофрированный тор для перемещения в криволинейных трубопроводах: 1 – трубопровод; 2 – защитная тканевая покрывка; 3 – резиновая камера; 4 – бандажи

По аналогии с операцией нанесения защитного полимерного покрытия на внутреннюю поверхность прямолинейных трубопроводов (рис. 4) при использовании двух гофрированных торообразных средств можно осуществлять данную операцию в криволинейных трубопроводах (рис. 6).

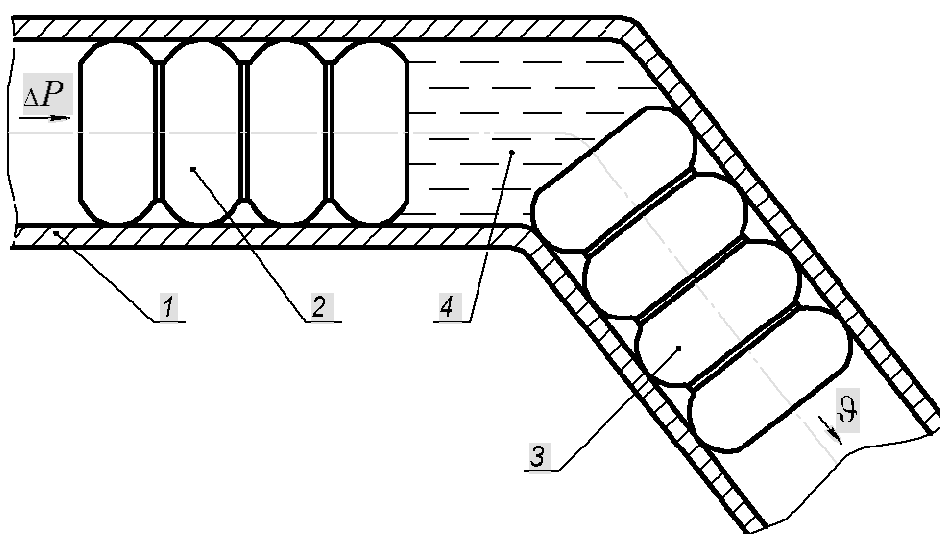


Рис. 6. Нанесение защитного покрытия на внутреннюю поверхность криволинейного трубопровода: 1 – ремонтируемый криволинейный трубопровод; 2, 3 – гофрированные торообразные средства; 4 – полимерный состав

В целом, технология бестраншейного ремонта трубопроводов с помощью торообразных средств, состоит из четырех основных операций: диагностирование исходного состояния старого трубопровода, его очистка, нанесение защитного покрытия и контроль качества восстановленной коммуникации. При ремонте криволинейных трубопроводов предлагаемые гофрированные торы могут быть использованы во всех этих операциях.

Итак, в результате проведенной работы была разработана конструкция гофрированного торообразного средства и технология бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов с изгибами до 90 градусов. Это достигнуто за счет того, что на поверхности тора на одинаковом расстоянии друг от друга установлены бандажи, выполнен-

ные в виде колец из технической ткани, которые перетягивают тор в местах их размещения, создавая гофры и увеличивая значения углов изгибов и поворотов трубопроводов, которые способен проходить предлагаемый тор.