

## **РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ТОРОВ**

**Зыков А.С.**

**Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук Шайхадинов А. А.**

***Сибирский федеральный университет***

Интенсивное развитие в России подземных трубопроводных сетей различного назначения, их огромная протяженность и высокий износ определяют большую потребность в ремонте таких трубопроводов. Применяемые в большинстве случаев траншейные способы ремонта не всегда эффективны, т. к. трудоемки, сопровождаются значительными денежными затратами и наносят ущерб окружающей среде. Использование в этом случае бестраншейных способов ремонта трубопроводов исключает указанные недостатки.

Из существующих в настоящее время способов бестраншейного ремонта трубопроводов наибольший интерес представляет способ, основанный на применении тороидальных средств, в виду их малой изученности, перспективности и универсальности. Такие тороидальные средства, в отличие от известной геометрической фигуры, называемой тор, вытянуты вдоль продольной оси, а их свободное пространство, прилегающее к этой оси, сомкнуто. Они являются полыми внутри и заполнены воздухом под определенным давлением. Тороидальные средства состоят из надувной резиновой камеры с клапаном и защитной, например, тканевой оболочки. Они движутся качением внутри трубопровода под действием разности давлений на его концах.

Эти тороидальные средства можно применять во многих операциях. В технологии бестраншейного ремонта трубопроводов с помощью торов этими операциями являются: 1) инспекция изношенного трубопровода; 2) его очистка; 3) нанесение защитного полимерного покрытия на внутреннюю поверхность; 4) контроль качества ремонта.

Качественная очистка внутренней поверхности трубопровода является необходимым условием для успешного осуществления операции нанесения покрытия. Из известных способов очистки трубопроводов от загрязнений, ржавчины и грата особое внимание стоит уделить механическим способам очистки скребками или щетками, в виду их простоты исполнения и использования.

Однако, несмотря на достоинства и универсальность скребков и щеток, их использование в трубопроводах со значительными загрязнениями приводит к застреванию и стопорению этих устройств или некачественной очистке. При этом снижается производительность технологии бестраншейного ремонта трубопроводов в целом. Так же к недостаткам очистки с помощью скребков можно отнести невозможность очистки внутренней поверхности трубопровода по всему его сечению. Очистка щетками помогает устранить этот недостаток, но, ими нельзя очистить трубопроводы с большим количеством ржавчины, а так же устранить такие дефекты, как грат.

С целью исключения этих недостатков была разработана конструкция скребка в виде цилиндрического корпуса 1, на котором установлены сменные пластинчатые ножи 2, расположенные по его окружности на равноудаленном расстоянии друг от друга (рис. 1). Скребок соединен с тором-тягачом 4 тросом 3. На корпусе скребка предусмотрены скосы, что позволяет проходить изгибы и повороты очищаемых участков трубопровода до 30 градусов. Движение скребка внутри трубопровода 5 осуществляется при помощи тора-тягача за счет разности давлений создаваемых на концах трубопровода. Скребок, срезая ножами загрязнения и дефекты на внутренней поверхности трубопровода, обеспечивает его более качественную очистку.

Для успешного преодоления имеющихся изгибов и поворотов трубопровода до 30 градусов необходимым условием является отношение длины тора-тягача к его диаметру. Эта величина должна быть не менее 3. При изгибах и поворотах трубопровода более 30 градусов целесообразно использовать гофрированный тор.

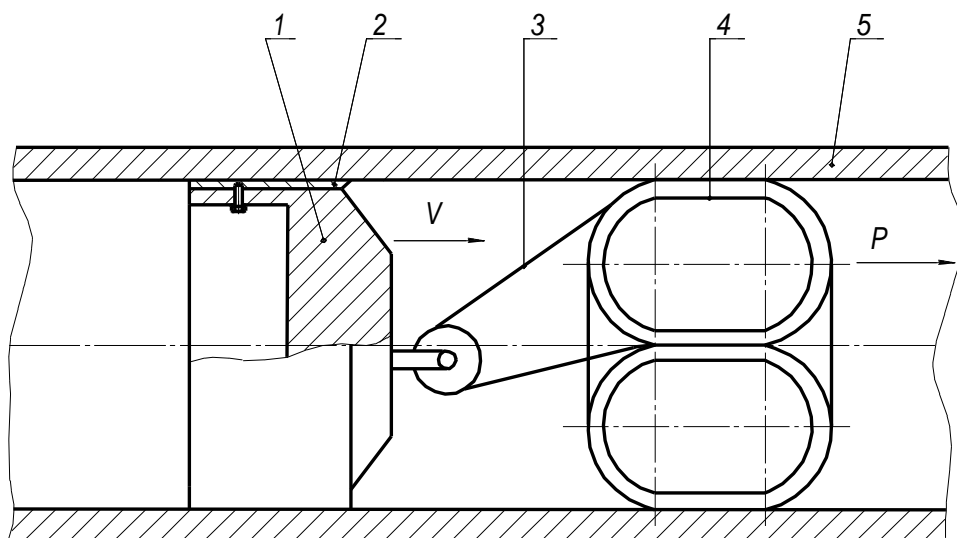


Рис. 1. Очистка трубопровода с помощью предлагаемого скребка и тора: 1 – корпус скребка; 2 – пластинчатый нож; 3 – трос; 4 – тор-тягач; 5 – очищаемый трубопровод

Операция нанесения защитного полимерного покрытия с помощью торов осуществляется следующим образом: в трубопровод помещаются два тора с дальнейшим заполнением пространства между ними полимерной мастикой (например, эпоксидной смолой) (рис. 2). Затем на концах трубопровода создается разность давлений под действием, которого торы приходят в движение вместе с находящейся между ними жидкостью, смачиваются ею, и оставляют на внутренней поверхности трубопровода след, являющийся при его отверждении покрытием.

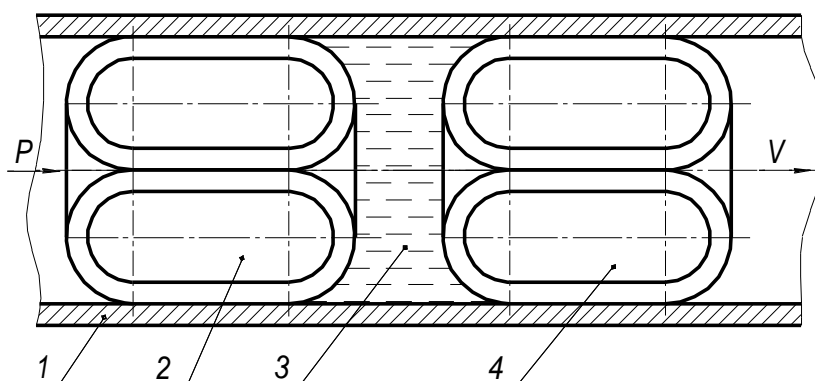


Рис. 2. Нанесение защитного покрытия на внутреннюю поверхность трубопровода: 1 – ремонтируемый трубопровод; 2, 4 – торы; 3 – полимерная мастика

В данной операции время отверждения полимерной мастики может составлять от 12 до 24 часов в зависимости от условий окружающей среды и толщины нанесенного покрытия. При этом стекание мастики в процессе отверждения под действием сил тяжести с верхних участков трубы может привести к дефектам в виде застывших капель, что повышает гидравлическое сопротивление трубопровода и необходимое давление на движение транспортируемой внутри трубопровода жидкости.

Для исключения указанных недостатков предложено приспособление, которое позволит равномерно распределить полимерную мастику по всему сечению трубопровода, а так же ускорить отверждение нанесенного покрытия в несколько раз. Данное приспособление размещается в трубопроводе 4. Оно состоит из алюминиевого корпуса 2, на котором установлен тор-уплотнитель 3, закрепленный фланцами для предотвращения его соскальзывания (рис. 3). Приспособление соединено тросом с тором-тягачом 1. На корпусе установлены направляющие в виде роликов 5, расположенных под наклоном к двум плоскостям. Такое расположение роликов обеспечивает вращение приспособления при его поступательном движении. При этом устраняются места наплывов, защитное покрытие разглаживается и равномерно распределяется по всему сечению трубопровода. Для ускорения процесса отверждения полимерной мастики на корпусе предлагаемого приспособления закреплены ультрафиолетовые лампы 6.

Предлагаемое приспособление для раскатывания и ускоренного отверждения полимерного покрытия необходимо применять не ранее, чем через 30–60 минут после нанесения полимерной мастики (в зависимости от условий окружающей среды, типа и толщины слоя покрытия) во избежание возникновения дефектов от движения направляющих роликов на не отвержденном покрытии.

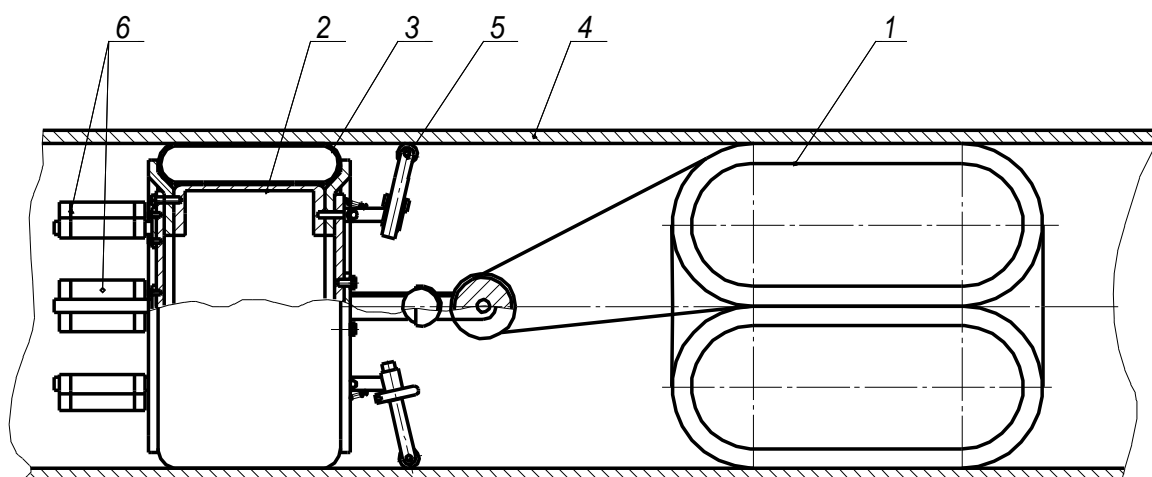


Рис. 3. Приспособление для раскатывания и ускоренного отверждения полимерного покрытия: 1 – тор-тягач; 2 – корпус; 3 – тор-уплотнитель; 4 – трубопровод; 5 – направляющий ролик; 6 – ультрафиолетовые лампы

В случае непредусмотренного возникновения дефектов (застывших капель) после отверждения покрытия для их устранения (срезания) можно дополнительно использовать скребок (рис. 1).

Итак, в результате проведенной работы было предложено следующее оборудование для реализации технологии бестраншейного ремонта трубопроводов с помощью торов:

1. Скребок в виде цилиндрического корпуса и сменных пластинчатых ножей, установленных по его окружности на равноудаленном расстоянии друг от друга для более качественной очистки трубопровода от загрязнений, ржавчины или грата.

2. Приспособление для раскатывания и ускоренного отверждения полимерного покрытия, на котором установлены ультрафиолетовые лампы и направляющие в виде роликов, расположенных под наклоном к двум плоскостям, обеспечивая вращение приспособления при его поступательном движении.