

КОНСТРУКЦИЯ КОЛЕСНОГО РОБОТА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПО ТРУБОПРОВОДУ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

студент группы 10309119 Костерев Д.А.

Научный руководитель: старший преподаватель Глембоцкий А.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Неотъемлемой и одной из самых важных составляющих инфраструктуры современной промышленности являются трубопроводные сети. Для их бесперебойного функционирования и сведения к минимуму аварийных ситуаций необходимы обслуживание, мониторинг состояния и ремонт трубопроводов, что является сложно реализуемой технически и достаточно затратной экономической задачей. Одним из вариантов решения указанной задачи является использование внутритрубных роботов, которые могут контролировать состояние трубопроводов, обнаруживать трещины, загрязнения, проводить достаточно простые ремонтные работы и т.д.

Особенностью обследования трубопроводов является выполнение внутритрубной диагностики в условиях переменности поперечного сечения. При движении мобильного робота в трубопроводе устройству приходится преодолевать различные препятствия путем изменения поведения на основе данных подсистемы датчиков робота. [1]

Рассмотрим подробнее каждый прецедент, что позволит сделать вывод о конструкции мобильного робота, предназначенного для диагностики трубопроводов. Иллюстрации прецедентов представлены на рисунке 1.

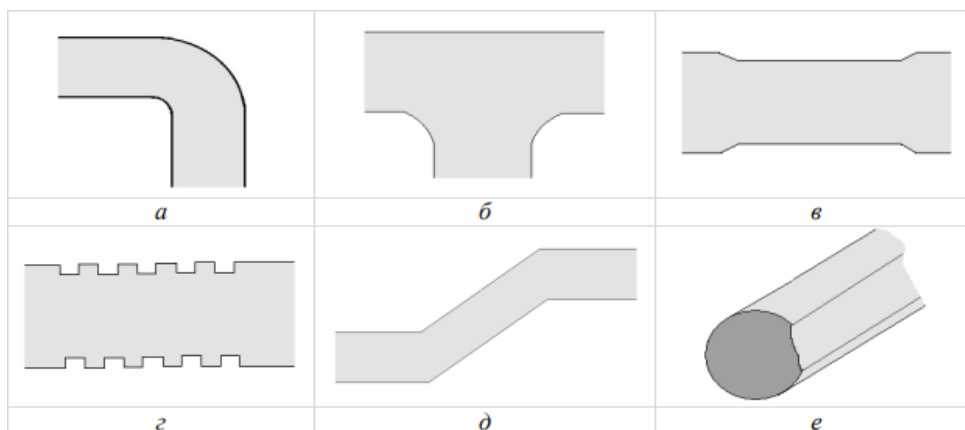


Рисунок 1 – Типичные ситуации (прецеденты):

а – повороты трубопровода; б – тройники; в – внутренние подкладки;
г – гофры; д – изменения наклона трубы; е – изменения формы трубы

1. Повороты трубопровода (рисунок 1, а). Для эффективного движения в трубопроводах с поворотами нужно учитывать, что в изгибах трубопровода невозможен контакт всех колес робота с внутренней поверхностью трубы. Траектории движения каждого колеса различны, что может вызвать перегрузку ведущей системы робота и оказать негативное влияние на стабильность перемещения в трубопроводах с большим количеством поворотов.

2. Тройники, отводы трубопровода (рисунок 1, б). Технология прохождения тройников аналогична прохождению поворотов трубопровода.

3. Сужения (увеличения) диаметра трубы: – внутренние подкладки, сварные швы (рисунок 1, в). Роботизированный комплекс должен обладать механизмом адаптации поджатия движителей для изменения своего внешнего радиуса и подстройки под текущий внутренний радиус трубопровода; – гофры (рисунок 1, г). В случае если размер колес много больше шага гофрированной трубы, адаптация поджатия движителей происходит согласно размеру внутреннего радиуса гофрированной трубы.

4. Изменение наклона трубы, вертикальные участки (рисунок 1, д). Чтобы исключить проскальзывание колес робота и обеспечить прохождение наклонных и вертикальных участков трубопровода, необходимо за счет увеличения силы давления колеса на трубу обеспечить высокий коэффициент трения между этими движителями и внутренней поверхностью трубопровода. [2]

5. Изменения диаметра и формы трубы – вмятины, овальности, сплющивания (рисунок 1, е). Основная сложность движения в данных ситуациях – сохранение управления при потере контакта с поверхностью одного или нескольких колес робота.

Проанализировав возможные ситуации движения внутри трубопровода, можно сделать вывод, что наилучшее конструкторское исполнение диагностического робота – использование колесного роботизированного комплекса с трехпорной лучеобразной кинематикой. Основным преимуществом данной конструкции перед традиционной для мобильных роботов мобильной конструкцией является преодоление наклонных и вертикальных участков трубопроводов.

В качестве роботизированной системы, служащей для перемещения дефектоскопического оборудования, используется робот, конструкция которого аналогична роботу, представленному на рисунке 2. [3]



Рисунок 2 – Конструкция роботизированной платформы

Робот состоит из трех частей: 1) основание робота, в передней части которого установлено устройство визуального контроля; 2) три одинаковых колесных модуля (блока), расположенных относительно друг друга под углом 120° ; 3) устройство визуального контроля, предназначенное для навигации робота внутри трубопроводов и осмотра трубопровода. Робот преодолевает повороты, изменяя скорость ведущих модулей. Механизм связи принимает участие в управлении роботом. Это позволяет производить необходимый контакт колес каждого ведущего модуля со стенами трубопроводов так, чтобы робот мог эффективно преодолевать встречающиеся в трубопроводе повороты.

Конструкция колесных модулей, представленная на рисунке 3, разработана таким образом, чтобы обеспечить необходимую тяговую силу и гибкость в управлении. Три колесных модуля прикреплены концами опор к каркасу.

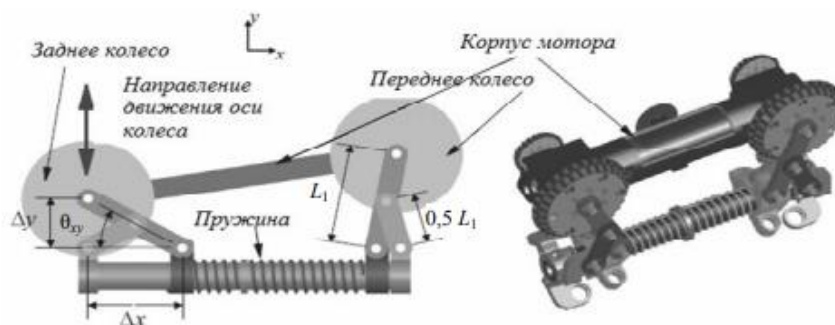


Рисунок 3 – Конструкция колесных модулей

Такая конструкция обеспечивает множество преимуществ при движении по горизонтальным и вертикальным участкам труб, при преодолении сужений, клапанов, изгибов и т. д.

Заключение: внутритрубные дефектоскопы активно применяются в наше время, в т.ч. и с другой конструкцией. Также, следует отметить, что «доставка» датчиков на место проведения анализа это только половина успеха. В совокупности с этим необходимо разработать методики и алгоритмы обработки данных.

Разработанное устройство имеет возможность доработки путём добавления датчиков магнитного поля для более углубленного анализа трубопроводов, колёса на магнитах, ультразвуковые датчики для контроля сварных швов и т.д.

Литература

1. Голубкин, И.А. Универсальная сенсорная подсистема мобильного колесного робота / И. А. Голубкин, И. А. Щербатов. – Астрахань : АГТУ, 2010. – 35с.
2. Systems analysis of gas pipeline inspection by mobile robot / L&L Publishing. – Titusville, Fl, 2013.
3. Differential-drive in-pipe robot for moving inside urban gas pipelines / IEEE Transactions on Robotics. – 2005.