

РОБОТ, ИССЛЕДУЮЩИЙ ТРУБОПРОВОДЫ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ («РИТМ»)

Жирнова А.С.¹, Жирнов В.Ф.²

Научный руководитель: Журавлев А.Н.³

¹*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 15»;*

²*ООО Завод «Газпроммаш»;*

³*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов*

Ключевые слова: телеинспекция и дефектоскопия трубопроводов, робот-спасатель.

Аннотация. «РИТМ» позволит выявить проблемы трубопроводов (брак, коррозии, дефекты аварийных работ, незаконные врезки в трубопроводы) с помощью телеинспекции и дефектоскопии с указанием координат; обследовать помещения при ЧС при угрозе загазованности, взрывов (измерение уровня загазованности, радиации, температуры, двусторонняя связь с пострадавшими, транспортировка средств индивидуальной защиты и аптечки).

ROBOT, EXPLORING THE PIPELINE, MULTI-FUNCTIONAL («RHYTHM»)

Zhirnova A.S.¹, Zhirnov V.F.²

Scientific adviser: Zhuravlev A.N.³

¹*Municipal budgetary educational institution "Lyceum № 15»;*

²*LLC Plant "Gazprommash";*

³*Saratov State Technical University named by Gagarin Y.A.,
Saratov*

Keywords: TV inspection and pipeline flaw detection, rescue robot.

Abstract. "RHYTHM" will help in identifying pipeline problems (marriage, corrosion, defects in emergency work, illegal tie-ins in pipelines) by special TV inspections and flaw detection with indication coordinates. It can examine the premises in case of emergencies at threat of gas contamination, explosions (level measurement gas contamination, radiations, temperatures, two-way communication with victims, transportation of personal protective equipment and first aid kits)

Введение

В современном мире появилось большое разнообразие роботов, которые приходят на помощь человеку в различных сферах жизни. Роботы применяются в медицине, производстве, космосе, быту. Постепенно они становятся неотъемлемой частью жизни человека, облегчая выполнение сложных задач, порой превосходя человека по точности, по времени выполнения задач.

Строительство крупных городов требует проведения инженерных коммуникаций, таких как водоводы, теплотрассы и газопроводы. Для безопасной эксплуатации этих систем требуется постоянный контроль состояния трубопроводов. Кроме этого в результате чрезвычайных ситуаций возможны разрушения зданий (рис. 1), где под завалами могут находиться люди. Проект «РИТМ» создан для контроля за состоянием трубопроводов, а также

обследования завалов при ЧС и обеспечения связи с обнаруженными под завалами людьми, с доставкой им аптечки оказания первой помощи, а также контроля за уровнем загазованности и температуры в помещениях.

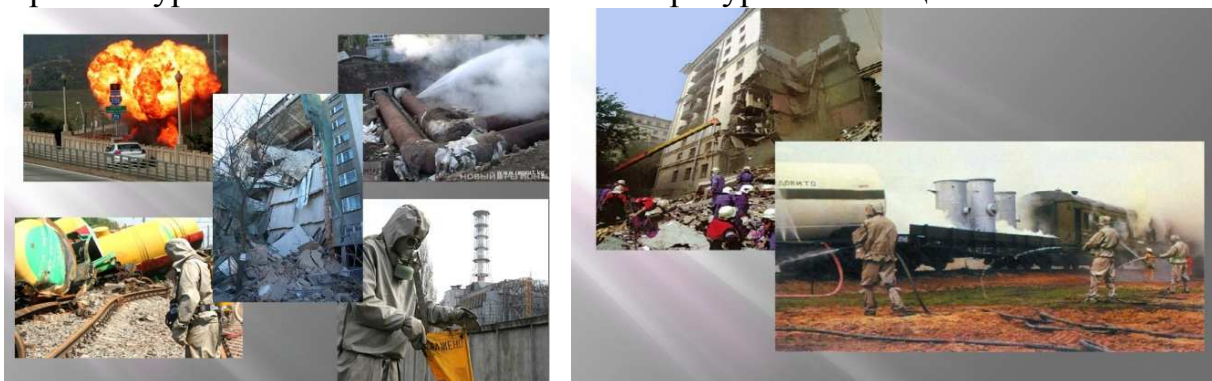


Рис. 1. Чрезвычайные ситуации

Цель – обследование трубопроводов, помещений под завалами в труднодоступных местах, а также с повышенной степенью опасности для здоровья и жизни людей.

Задачи

1. Осуществить поиск по теме «Применение инновационных решений в производстве».
2. Узнать, какие роботы существуют для обследования и дефектоскопии трубопроводов.
2. Выявить плюсы и минусы существующих решений.
3. Создать робота, при помощи которого будет производиться контроль состояния трубопроводов на наличие коррозии, дефектов, незаконных врезок и т.п.
4. Сравнить существующих роботов для телеинспекции и дефектоскопии труб и модели роботов серии «РИТМ».

Описание проблемы

Во многих населённых пунктах существуют проблемы порывов трубопроводов. В результате этого наносится ущерб как городскому хозяйству, так и населению. Порывы трубопроводов (рис. 2) приводят к размыву грунта, разрушению транспортных магистралей, человеческим жертвам, остановке отопления в зимний сезон (рис. 3), порче транспортных средств (рис. 4), большим потерям воды и подтоплениям населённых пунктов (рис. 5).

При порывах нефте-, газо-, бензо-, аммиакопроводов существует опасность возникновения экологических катастроф.

Существующие роботы для телеинспекции (рис. 6-8) труб выполняют только одну операцию – видеосъёмку. Дефектоскопия труб проводится с участием высококвалифицированных специалистов и в некоторых случаях требуется громоздкое оборудование (рис. 9-15) [1-8].



Рис. 2. Порывы трубопроводов



Рис. 3. Ремонтные работы в зимний сезон



Рис. 4. Разрушение транспортных магистралей, порча транспортных средств



Рис. 5. Подтопление населённых пунктов

Методы решения проблемы

Телеинспекция трубопроводов

SIGMA – Система телеинспекции трубопроводов

Робот SIGMA (рис. 6) [1] – это управляемый оператором робот телеинспекции высокой проходимости с приводом на все колеса, с возможностью смены колес для эксплуатации в трубопроводах различного диаметра. Система разработана для телеинспекции подземных трубопроводов и коллекторов подачи и отвода воды диаметром от 150 до 3000 мм.



Рис. 6. SIGMA [1]



Рис. 7. Телекамеры РАМОЯАМО [2]

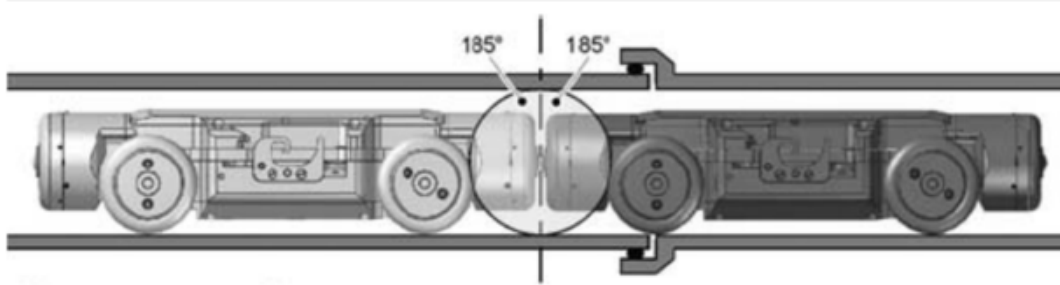


Рис. 8. Регистрация изображения установкой РАМСЖАМО [2]

Дефектоскопия трубопроводов

Импульсный вихретоковый дефектоскоп «Eddyfi Lyft»

«Eddyfi Lyft» (рис. 9) [4] – обновлённый высокопроизводительный прибор с технологией вихретокового контроля (РЭС). Настройки режимов его преобразователей достаточно гибки и поддерживают контроль толщин стенок труб до 38 мм, а толщина изоляции может достигать 152 мм и иметь сложную геометрию поверхности. Преобразователи имеют встроенные датчики пути. Импульсный вихретоковый дефектоскоп «Eddyfi Lyft» имеет защитные накладки на преобразователи для работы на нагретых поверхностях (до 120°C), а также поглотитель вибрации. Быстрое копирование всех файлов контроля на USB накопитель нажатием одной кнопки, антибликовый экран с высоким разрешением, отсек для аккумуляторов (на 6-8 часов работы).



Рис. 9. «Eddyfi Lyft» [4]



Рис. 10. ПВ-48 [5]



Рис. 11. Профилимер многоканальный [5]

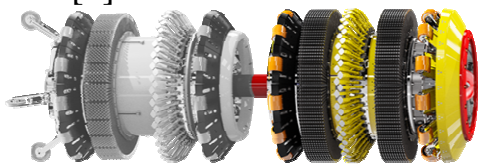


Рис. 12. Дефектоскоп ДМТ MFL [6]



Рис. 13. Дефектоскоп ДМТТ TFL [6]

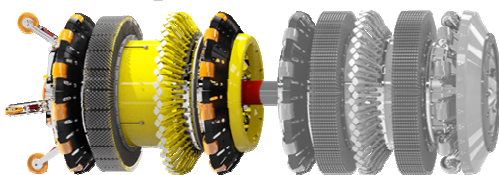


Рис. 14. Интроскоп MFL+ [6]

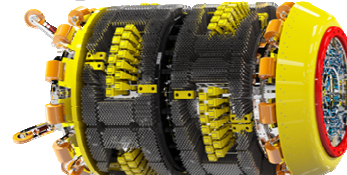


Рис. 15. Магнитоакустический дефектоскоп [6]

Авторское решение проблемы

Проект «РИТМ»

Предлагается совместить несколько видов обследования и дефектоскопии в одном работе, используя современные технологии. В частности: используя лазерный дальномер с точностью измерения ±0,05 мм можно измерить сечение

трубопровода, а также обнаруживать некоторые дефекты сварочных швов (подрезы, прожоги, кратеры и т.п.) [9] и незаконные врезки в трубопроводе. Обнаружению выше указанных дефектов поможет также видеокамера, установленная на роботе. Кроме этого, предлагается установить на роботе вихретоковый дефектоскоп, действующий по принципу дефектоскопа «Eddyfi Lyft»[4], позволяющего измерять толщину стенки трубопровода, а также обнаруживать дефекты сварочных швов и измерять глубину коррозии трубопровода, как с внутренней, так и с наружной стороны. Высокая стоимость дефектоскопа окупится за счёт предотвращения аварий на трубопроводах за сравнительно короткое время, благодаря высокой скорости и качеству обследований трубопроводов. Кроме этого, робот позволит производить автоматический контроль сварочных швов и состояние трубопровода, с указанием расположения и вида обнаруженных дефектов на трубопроводе с помощью нейронных сетей. Также робот будет иметь меньшие габариты и вес по сравнению с уже существующими, что упростит использование его в полевых условиях.

Установив на роботе видеокамеру с двусторонней радиосвязью, датчиком движения и функцией ночного видео, лазерный дальномер, сигнализаторы загазованности и лазерный пирометр, нужно обследовать с помощью этого робота труднодоступные помещения в завалах при ЧС. С помощью видеокамеры можно провести визуальный осмотр помещения, состояние перегородок и перекрытий, установить двустороннюю связь с обнаруженными людьми. Лазерный дальномер поможет узнать объем данного помещения. Сигнализаторы загазованности помогут рассчитать количество кислорода в помещении и необходимость в устройстве дополнительной вентиляции. Лазерный пирометр поможет узнать температуру перегородок и перекрытий (при необходимости), а также температуру тела обнаруженных под завалом людей. Одновременно в кузове робота можно положить индивидуальную аптечку. Считаем, что это может помочь в сохранении жизни пострадавших людей.

На производстве роботы можно применять для обследования сварочных швов на изделии в труднодоступных местах, а также обследовать трубопроводы и оборудование в помещениях, где существует опасность для здоровья и жизни людей, в частности, используя дефектоскоп, работающий по принципу дефектоскопа «Eddyfi Lyft» [4] и современные теплоизолирующие материалы, можно обследовать высокотемпературные паропроводы высокого давления в рабочем режиме, не снижая в них давление.

Практическая часть

Модельные испытания проекта

Испытания моделей роботов «РИТМ» (рис. 16) и «РИТМ 2» (рис. 17) происходили в реальных условиях производства на изделиях, выпускаемых заводом, на прямолинейных участках трубопровода диаметром 300-600 мм, длиной до 10 метров. Модели роботов проводили видеосъемку внутренней поверхности трубопровода и сканирование внутреннего сечения трубопровода имитатором лазерного дальномера. Одновременно проводилась проверка уровня СО в обследуемом трубопроводе. Испытания проходили на одном из ведущих

предприятий г. Саратова, производящих оборудование для Газпрома, под наблюдением специалистов завода и получили одобрительные отзывы, о чём свидетельствуют результаты модельных испытаний моделей роботов «РИТМ» и «РИТМ 2». Роботом произведена качественная оценка дефекта в трубопроводе. Подтвердились предположения о расположении и причине дефекта. По результатам модельных испытаний были составлены акты предварительных испытаний. Данные акты указывают на возможность применения роботов «РИТМ» и «РИТМ 2» на производстве даже в модельном исполнении (из набора LEGO mindstorms education EV3) и о том, что образцы соответствуют требованиям техзадания.



Рис. 16. «РИТМ»

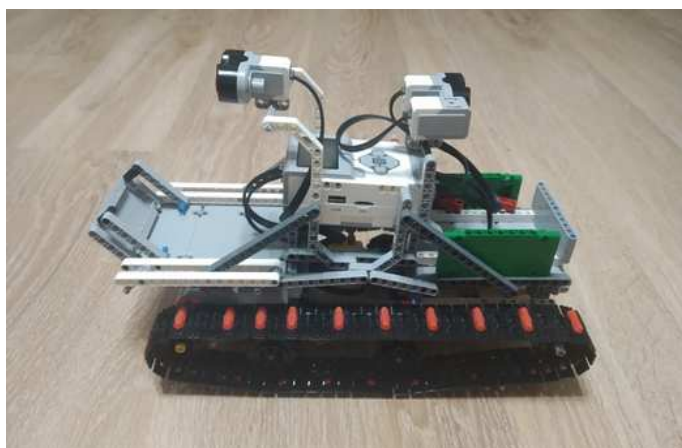


Рис. 17. «РИТМ 2»

Вывод

Существующие системы телеинспекции и внутритрубной диагностики трубопроводов выполняют только одну операцию. При этом для внутритрубной дефектоскопии труб необходимо несколько этапов подготовки. Предлагаем

совместить все перечисленные операции в один прогон. Робот «РИТМ» будет одновременно проводить как видеосъёмку, так и сканирование внутреннего сечения трубопроводов, обнаружение незаконных врезок и неровностей, а также измерение толщины стенок и состояние сварочных швов, при этом измеряя глубину коррозии в трубопроводах.

На основе, проведённых исследований, считаем, что проект «РИТМ» будет превосходить существующие методы внутритрубной диагностики трубопроводов.

Список литературы

1. <https://taris.ru/teleinspekziya-truboprovodov/robot-sigma>
2. https://bstudy.net/677487/tehnika/obsledovanie_diagnostika_sostoyaniya_truboprovodov_setey_v_odootvedeniya
3. https://m.pergam.ru/catalog/nondestructive_testing/eddy_current_testing/vihretokovyj-defektoskop.htm
4. https://m.pergam.ru/catalog/nondestructive_testing/eddy_current_testing/vihretokovyj-defektoskop.htm
5. <http://www.aprodit.ru/Aprodit-PVM-ru.html>
6. <http://www.npcvtd.ru/services/vnutritrubnaya-diagnostika/>
7. <https://stavropol-tr.gazprom.ru/press/proekt-azbuka-proizvodstva/vnutritrubnaya-diagnostika/>
8. <https://vistaros.ru/stati/teleinspektsiya-truboprovodov/oborudovanie-dlya-teleinspektsii-truboprovodov-i-skvazhin.html>
9. <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/defekty-i-kontrol-kachestva-svarnykh-soedineniy/>

Сведения об авторах:

Жирнова Анна Сергеевна – ученица 8 «В» класса, МБОУ Лицей №15, г. Саратов;
Жирнов Валерий Филаретович – слесарь, ООО Завод «Газпроммаш», г. Саратов;
Журавлев Александр Николаевич – к.т.н., доцент, СГТУ им. Гагарина Ю.А., г.Саратов.