

К. А. Драпак, Р. В. Компанченко, В. А. Блинов, Н. Г. Шаронов

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ДИАГНОСТИКИ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

В статье рассмотрены некоторые способы диагностики газопровода на регазификационном терминале с целью определения внутренних источников опасности трубопровода. Описана система управления мобильным роботом, применяемым для автоматизации технологического процесса диагностики.

Ключевые слова: регазификационный терминал, промысловый трубопровод, мобильный робот, диагностика.

K. A. Drapak, R. V. Kompanchenko, V. A. Blinov, N. G. Sharonov

**AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF DIAGNOSTICS
OF FIELD PIPELINES USING A MOBILE ROBOT**

Volgograd State Technical University

The article discusses some ways to diagnose a gas pipeline at a regasification terminal, in order to determine the internal sources of danger of the pipeline. A mobile robot control system used to automate the diagnostic process is described.

Keywords: regasification terminal, field pipeline, mobile robot, diagnostics.

СПГ-терминал представляет собой специальный регазификационный комплекс, состоящий из причала, сливной эстакады, резервуаров для хранения, испарительной системы, установок обработки газов испарения из резервуаров и узла учета [1]. Для мониторинга и диагностики трубопроводов используются устройства,

задачей которых является повышение безопасности и надежности работы трубопроводов при их эксплуатации.

Повышение эффективности предприятий нефтегазовой индустрии во многом обусловлено введением автоматизации в эксплуатацию или модернизацию действующего оборудова-

ния роботизированными устройствами [2]. С целью поддержания эксплуатационных характеристик трубопровода и повышения пропускной способности проводится ряд мероприятий для оценки технического состояния промышленного трубопровода. При планирова-

нии периодичности контрольных мероприятий рекомендуется совмещать: контрольный осмотр, ревизию, внутритрубное инспектирование и экспертиза промышленной безопасности. В табл. 1 представлены основные контрольные мероприятия для диагностики трубопровода.

Таблица 1

Основные контрольные мероприятия для диагностики трубопровода

Мероприятия	Частота проведения
Контрольные осмотры	1 раз в год
Внутритрубное инспектирование	Не позднее чем 1 раз в год По производственной необходимости или не позднее чем через 5 лет
Ревизия (в зависимости от категории)	
1-я категория	1 раз в год
2-я категория	1 раз в два года
3-я категория	1 раз в четыре года
4-я категория	1 раз в восемь лет

В табл. 2 представлены рекомендуемые сроки службы для диагностики трубопровода

при проведении экспертизы промышленной безопасности.

Таблица 2

Рекомендуемые сроки службы для диагностики трубопровода при проведении экспертизы промышленной безопасности

Наименование трубопровода		Сроки службы по регионам РФ	
		Южный федеральный округ	Приволжский федеральный округ
Нефтегазо-сборные	Содержание сероводорода более 6 %	4	5
	Содержание сероводорода менее 6 %	8	10
Напорные	С содержанием смеси воды и нефти, а механических примесей более 3 %	8	10
	С содержанием смеси воды и нефти, а механических примесей менее 3 %	20	20
Газопроводы	от скважин до центральных пунктов сбора	10	10
	от центральных пунктов сбора до сооружений магистрального транспорта	20	20
Нефтепроводы внешнего транспорта		20	20
Трубопроводы с внутренним защитным покрытием		15	15

Для достижения экологической безопасности автоматизированной системы управления технологическим процессом роботизированного устройства, должны выполняться функции, целью реализации которых является предотвращение событий, связанных с нанесением вреда окружающей природной среде, и/или уменьшение их последствий, в том числе – контроль (мониторинг) параметров окружающей среды, автоматическая защита от выбросов

вредных или воспламеняющихся веществ, выявление утечек в трубопроводе, механических и коррозионных повреждений основного металла и сварных швов.

Внутритрубная диагностика может осуществляться разными типами мобильных роботов. Передвижения мобильного робота внутри трубы может быть осуществлено с помощью различного типа движителей – колесного, гусеничного, «стено-нажимного», шагающего,

«ползущего», винтообразного типа [3; 4]. В зависимости от требований технического задания наибольшее предпочтение выделяют роботам колесного типа и внутритрубным инспекционным снарядам. Главными техническими ограничениями для диагностики трубопровода является оптимальная (определяемая требованиями приборного комплекса диагностики) скорость перемещения устройства, а также маневренность, обеспечивающая движение по искривленным участкам трубопровода. При этом существенным недостатком диагностики трубопровода посредством использования внутритрубных снарядов является потеря контакта с поверхностью.

Рассматривается задача разработки мобильного робота с двигателем колесного типа, включающего: управляющий модуль, датчики сбора и обработки информации, исполнительные устройства для диагностики трубопровода и интерфейс, обеспечивающий обмен данными между несколькими устройствами.

Функционально рассматриваемый мобильный робот состоит из следующих основных компонентов: управляющий модуль, на который поступают команды от оператора, блока управления приводами; навигационное и запоминающее устройство, предназначенное для записи в память робота данных о реальном положении роботизированного устройства.

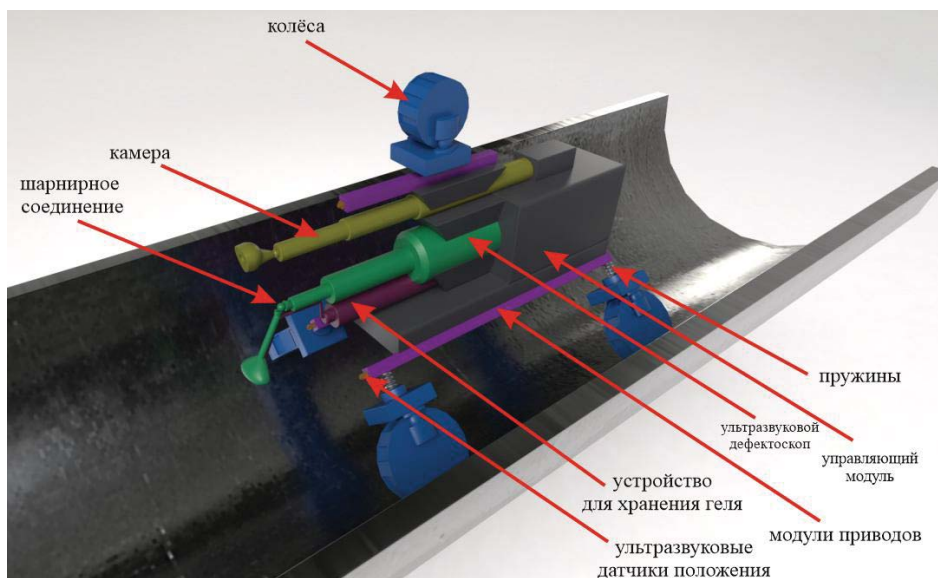


Рис. 1. Схематичное изображение роботизированного устройства

На рис. 1 представлено схематичное изображение роботизированного устройства.

Данная система включает в себя классическую трехуровневую автоматизированную систему управления технологическим процессом роботизированного устройства. На нижнем уровне АСУ ТП находятся датчики и исполнительные устройства, которые обеспечивают сбор технических параметров процесса при диагностике газопровода.

На среднем уровне решаются задачи автоматического управления и записи данных посредством сетевого микроконтроллера и запоминающего устройства. Основными функциями

данного уровня является сбор информации, хранение и обработка данных. На основе анализа полученных данных осуществляется управление исполнительными механизмами.

С помощью беспроводной связи происходит передача информации на автоматизированное рабочее место оператора, где происходит оптимизация режима работы. На мониторе оператора визуализируется технологическое состояние обследуемого объекта.

На рис. 2 представлена автоматизированная система управления технологическим процессом роботизированного устройства.

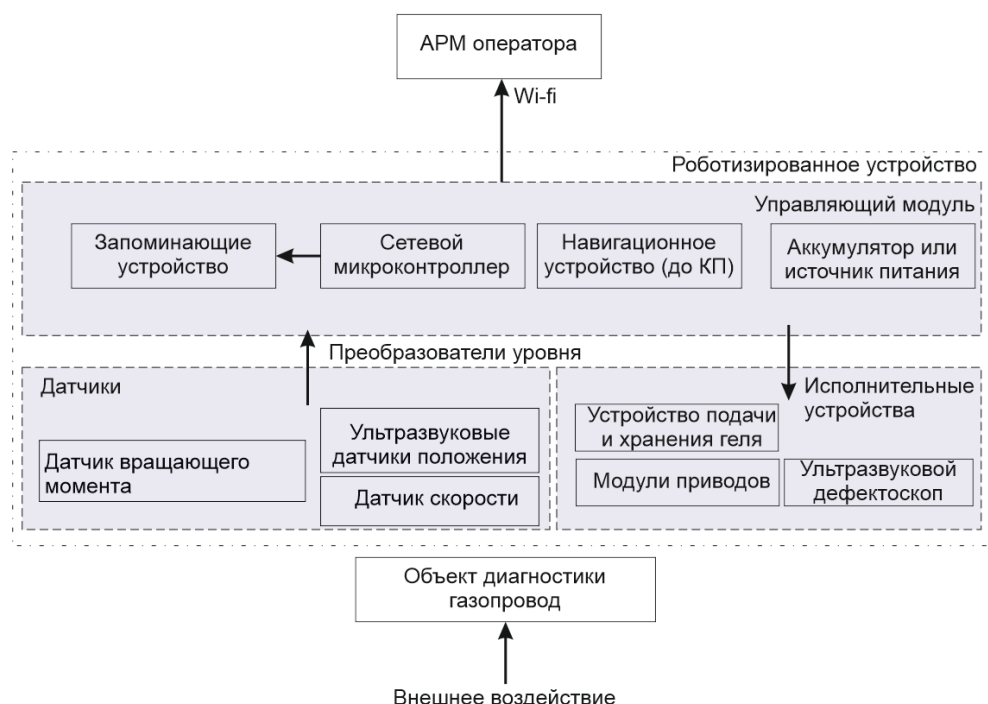


Рис. 2. Автоматизированная система управления технологическим процессом роботизированного устройства

Роботизированное устройство для применения на трубопроводе, основанное на решении задач предиктивной аналитики позволит дать оценку надежности роботизированного оборудования при наличии рисков на газоперерабатывающих предприятиях, в частности на трубопроводе. Определив пути повышения производительности и безопасности конкретных систем, можно сформировать условия для полной автоматизации операций, минимизировав риски обслуживающего персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Драпак, К. А. Архитектура автоматизированной системы мониторинга технического состояния СПГ-терминалов / К. А. Драпак, Е. Г. Крылов, Н. В. Козловцева // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 1(260) / ВолгГТУ. – 2022. – С. 56–59. – DOI 10.35211/1990-5297-2022-1-260-56-59. – EDN EMPLWY.
2. Драпак, К. А. Проблемы внедрения роботов как высокондежных автоматизированных систем на передовых комплексах нефтегазовой отрасли / К. А. Драпак // XXVI Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области : сб. матер. конф., Волгоград, 16–28 ноября 2021 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2022. – С. 227–228. – EDN DGVZEU.
3. Егоров, И. Н. Применение мобильных роботов при внутритрубной диагностике трубопроводов с переменным поперечным сечением / И. Н. Егоров, Д. А. Кадхим // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2011. – № 3. – С. 73–83.
4. Ворочаева, Л. Ю. Классификационные признаки роботов, перемещающихся по трубам / Л. Ю. Ворочаева, С. И. Савин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2018. – № 3. – С. 89–100.