УДК 622.276
МРНТИ 52.47.19

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

АБЫЛКАСЫМ Д.Б., ПОЛУМОРДВИНОВ И.О.

Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: *Рассмотрены устройство и функции беспилотного летающего аппарата, оснащенного устройствами для определения места утечки в подземных магистральных трубопроводах.*
Функции беспилотных аппаратов могут базироваться на мониторинге целостности сетей, наблюдение за определенными отдельными участками, предварительная оценка безопасности проведения работ, а также охрана трубопроводов.

Ключевые слова: *дроны, утечка в магистральном трубопроводе, радиолокационный датчик, тепловизор, телевизионный датчик, экономические соображения*

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC METHODS FOR GAS PIPELINES BASED ON THE USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Abstract: *The device and functions of an unmanned aerial vehicle equipped with devices for determining the leak location in underground trunk pipelines are considered.*
The functions of unmanned aerial vehicles can be based on monitoring the integrity of networks, monitoring certain specific areas, a preliminary assessment of the safety of work, as well as pipeline protection.

Key words: *drones, leak in the main pipeline, radar sensor, thermal imager, television sensor, economic considerations*

ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ГАЗ ҚҰБЫРЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ ӘДІСТЕРІН ЖАСАУ

Аңдатпа: *Жер асты магистральдық құбырлардағы ағып кету орнын анықтауға арналған құрылғылармен жабдықталған пилотсыз ұшақтың құрылғысы мен функциялары қарастырылады.*
Пилотсыз ұшу аппараттарының функциялары желілердің тұтастығын бақылауға, белгілі бір аудандарды бақылауға, жұмыс қауіпсіздігін алдын ала бағалауға, сондай-ақ құбырларды қорғауға негізделуі мүмкін.

Түйінді сөздер: *дрондар, магистральдық құбырдағы ағып кету, радар сенсоры, жылу түсіргіші, теледидар сенсоры, экономикалық ойлар*

На территории Республики Казахстан пролегают более четырех с половиной тысяч километров магистральных газопроводов, а также более одной тысячи километров действующих нефтепроводов. Средний возраст данных трубопроводов составляет более 15 лет, что говорит о возможном наличии на данных местах утечек жидкости или газа, так как по результатам многочисленных обследований действующих трубопроводов, утечки в них начинаются после пятнадцати лет эксплуатации [1].

До последнего времени, при съемке, обнаружении и локализации утечек жидкости или газа из магистральных трубопроводов было невозможно проводить без использования специально обученных специалистов, т.е. требовалось присутствие человеческого фактора. Для уменьшения риска человеческих жизней, повышения качества, стоимости и времени при выполнении данных процессов во многих странах мира в нефтегазовой промышленности активно применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Однако, для казахстанских компаний использование технологий БПЛА для данных целей все еще остаются не реализованным [2].

С введением современных технологий в нефтегазовом комплексе дает возможность не только повысить качество работ, но и избежать непредвиденных проблем. Функции беспилотных аппаратов могут базироваться на мониторинге целостности сетей, наблюдение за определенными участками трубопроводных систем, предварительной оценки безопасности проведения работ, охране трубопроводов.

Для эффективного управления рисками и поддержания работоспособности магистральных трубопроводов в течение всего периода эксплуатации необходим постоянный мониторинг, техническое обслуживание и ремонт. Однако, трубопроводы, по большей части проходят по удаленным и труднодоступным районам со сложным рельефом и климатом. На сегодняшний день наиболее распространенным способом мониторинга трасс трубопроводов остается регулярное патрулирование пилотируемой авиацией и транспортными средствами высокой проходимости. Сегодня на смену традиционным способам мониторинга приходят беспилотные летательные аппараты (БПЛА). С их помощью появляется возможность проверять многокилометровые магистральные трубопроводы непосредственно с воздуха [3].

Такое устройство представляет из себя беспилотный летательный аппарат, оснащенный лазерным сканером, а также с установленной на нем камерой, который при облете определённой зоны магистрального трубопровода, записывает и отображает контролируемую область в режиме реального времени. Оператор БПЛА наблюдает за состоянием трубопровода с безопасного места и при обнаружении дефекта принимает решение о производстве соответствующих работ. Кроме того, БПЛА хорошо зарекомендовали себя на мировом рынке геоинформационных услуг. Применение БПЛА для мониторинга магистральных нефтепроводов способствует повышению экономической эффективности и снижению экологических рисков [4].

Сочетание визуальных и тепловизионных камер с использованием БПЛА позволяет обнаружить ряд потенциально опасных проблем, прежде чем они приведут к серьезным последствиям и большим затратам. Данная технология дает возможность выявлять в режиме реального времени самые маленькие утечки, которые способны с течением времени нанести значительный ущерб экологии [5].

Использование аэровизуального аппарата позволяет обнаружить утечки перекачиваемой среды не только в горизонтальных трубопроводах, но и в высоких вертикальных конструкциях, обследовать газопроводы в труднодоступных условиях, например, в болотистой и лесной местности [6].

Также одной из особенностей использования аэровизуального аппарата является возможность проводить мониторинг на территории заводов, газоперекачивающих и газозаправочных станциях и других объектах газового хозяйства. БПЛА для определения утечек оснащен лазерным сканером и тепловизионной камерой, которая чувствительна к изменению температуры в грунте. Детектор, установленный на летательном аппарате, позволяет обследовать объекты и находить места утечек с определенной высоты, фиксируя на картах места найденных утечек при помощи встроенного GPS-навигатора, синхронизируя полученные данные с программным обеспечением, установленным у оператора системы.

Преимущества использования БПЛА для определения мест утечек перекачиваемой среды:

– дешевизна эксплуатации;
– простота транспортировки;
– возможность монтажа на любой носитель;
– инспекция загазованности по заданному маршруту;
– простой экспорт данных для отчётности;
– от 1 до 5 часов полёта от одной батареи питания;
– координаты и концентрации газа в местах утечки выводятся на персональный компьютер оператора в режиме реального времени;
– определить незаконную врезку в трубопровод;
– контроль перекачки;
– определение места образования гидратов или пробок;
– выявление участков с нарушением технического состояния объекта, например: разрывы, трещины, коррозийные зоны, повреждение гидроизоляции и теплоизоляции;
– наблюдение и контроль за состоянием природной среды на всей протяженности трассы магистрального трубопровода (состояние опасных геологических процессов, зон подтоплений, коррозионно-опасных сред, промерзающих и оттаивающих грунтов и др.);
– анализ участков с подводным переходом магистрального трубопровода;
– ранжирование участков по степени опасности, выделение участков для первоочередного диагностического исследования.

Выполнение вышеуказанных задач осуществляется благодаря использованию нескольких видов съемки. Видеосъемка производится с помощью видеокамеры, установленной на беспилотном аппарате. Она применяется для наиболее оперативного визуального обследования территории вдоль трассы магистрального нефтепровода. Фотосъемка имеет преимущество над обычной видеосъемкой ввиду более высоко разрешения. Посредством специальной спектрометрической обработки снимка можно обнаружить наличие коррозии трубопровода. Тепловизионная съемка позволяет вести наблюдение в условиях ограниченной видимости и в темное время суток. Она дает возможность выявить утечки нефти и присутствие посторонних в охраняемых зонах. Сочетание различных видов съемки позволяет наиболее полно оценить состояние объекта.

Принцип работы БПЛА показан на рисунке 1 [7].

Использование БПЛА аэровизуального мониторинга магистральных трубопроводов,

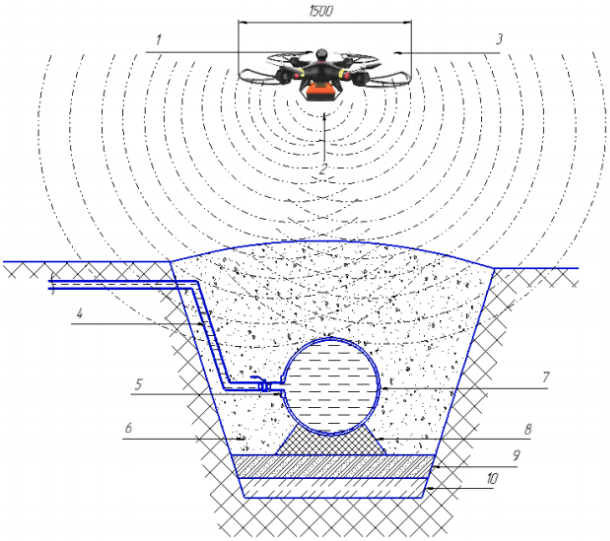

Рис. 1 – Принцип работы БПЛА
1 – камера; 2 – лазерный сканер; 3 – квадрокоптер; 4 – отвод; 5 – врезка; 6 – грунт; 7 – трубопровод; 8 – основание под трубопровод; 9 – подсыпка; 10 – основание для траншеи

в том числе для аэрофотосъемки, имеет ряд преимуществ по сравнению с остальными беспилотными и пилотируемыми летательными аппаратами, в особенности для съемки небольших площадных (точечных) и линейных объектов с высоким пространственным разрешением, при этом БПЛА, в отличие от вертолета, более стабилен в полете, дешевле и проще в ремонте, имеет меньше механических узлов, менее подвержен механическим воздействиям, легче в управлении. Важнейшим преимуществом БПЛА является отсутствие перегрузок, возникающих, например, во время таких экстремальных этапов полета БПЛА самолетного типа, как взлёт с катапульты или посадка на парашютной системе посадки/спасения.

Однако, несмотря на большие перспективы использования гражданских БПЛА, в том числе, для нужд аэрофотосъемки, развитие их рынка на сегодняшний день тормозится отсутствием нормативно-правовой базы для их интеграции в единое воздушное пространство, эта проблема не решена полностью ни в одной стране мира [8].

Выводы

1. Надежность, сохранность и дальнейшее развитие трубопроводного транспорта и всей нефтегазовой отрасли невозможно без применения дистанционного мониторинга с использованием, в частности, беспилотных летательных аппаратов, которые хорошо зарекомендовали себя на мировом рынке геоинформационных и других услуг.

2. Использование технологий БПЛА предлагает более эффективный способ мониторинга магистральных трубопроводов, что дает возможность не прекращать транспортировку, чтобы принять меры. Такой подход ограничивает ущерб окружающей среде, сохраняет сельскохозяйственные угодья и экономит своим клиентам финансовые затраты на восстановительных работах с течением времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Увеличение мощности магистрального газопровода «Казахстан-Китай» (Первый участок) – Т. III; Книга 2-Технологические решения. Пояснительная записка; AGP(C)L–BD–E–PL-RE-0001-000-0. – Алматы, 2007.
2. Увеличение мощности магистрального газопровода «Казахстан-Китай» (Первый участок) – Т. III; Книга 1-Общая пояснительная записка; Линейная часть AGP(C)L–BD–E–PL-RE-0001-002-0. – Алматы, 2007.
3. Технологический регламент по безопасной эксплуатации нитки «С» линейной части магистрального газопровода «Казахстан-Китай»; Держатель подлинника: ТОО «Азиатский газопровод. – Алматы, 2007.
4. Проект «Увеличение мощности магистрального газопровода «Казахстан-Китай» (Первый участок)»; Временный технологический регламент на производство пусконаладочных работ и ввод в эксплуатацию объектов нитки «С» МГ «Казахстан-Китай». – Алматы, 2007.
5. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. [Электронный ресурс] URL:http://www.racurs.ru/page=681 – Загл. с экрана (дата обращения:06/08/2014)
6. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 376 с.
7. Кузенкова Г. В. ВВЕДЕНИЕ в экологический мониторинг: учебное пособие. – Н.Новгород: НФ УРАО, 2002. – 72 с.
8. Современный комплексный мониторинг - надежный инструментарий для повышения эффективности и безопасности горных работ. – Москва: НГ, 2005. – 48 с.