

УДК 62-6

**Фаттахов Д.Р.**

студент магистрант кафедры техносферной безопасности Тюменского  
индустриального университета  
(г. Тюмень, Россия)

**Беккер Д.С.**

студент магистрант кафедры техносферной безопасности Тюменского  
индустриального университета  
(г. Тюмень, Россия)

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ГАЗА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ**

*Аннотация:* Статья посвящена вопросам промышленной безопасности на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС). Анализируются основные технологические риски и существующие системы обнаружения утечек газа. На основе обзора принципов работы и эксплуатационных характеристик обосновывается целесообразность внедрения УЗДУ в системы противоаварийной автоматики для повышения уровня безопасности персонала и объектов инфраструктуры.

*Ключевые слова:* АГНКС, газомоторное топливо, метан, промышленная безопасность, ультразвуковой детектор утечек, автоматическая система отключения, акустический контроль.

**Fattakhov D.R.**

Master's student of the Department of Technosphere Safety of Tyumen Industrial  
University (Tyumen, Russia)

**Becker D.S.**

Master's student of the Department of Technosphere Safety of Tyumen Industrial  
University (Tyumen, Russia)

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF GAS LEAK DETECTION AT AUTOMOTIVE GAS FILLING COMPRESSOR STATIONS**

*Abstract:* The article is devoted to the issues of industrial safety at automotive gas filling compressor stations (CNG stations). The main technological risks and existing gas leak detection systems are analyzed. Based on a review of the principles of operation and operational characteristics, the expediency of introducing UZDU into emergency automation systems is justified in order to increase the level of safety of personnel and infrastructure facilities.

*Keywords:* CNG stations, gas engine fuel, methane, industrial safety, ultrasonic detector.

## **Введение**

В последние годы в России наблюдается устойчивый рост интереса к газомоторному топливу как к экономически выгодной и экологичной альтернативе бензину и дизельному топливу. Только в 2024 году на заправки страны поступило 1,4 млрд кубометров сжатого природного газа, что привело к необходимости расширения сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

Однако, как и любой опасный производственный объект, АГНКС сопряжена с потенциальными рисками. Технологический процесс включает в себя сжатие, осушку, хранение и отпуск газа под высоким давлением (вплоть до 25 МПа). Высокое давление, циклические нагрузки и вибрация создают предпосылки для разгерметизации оборудования. В связи с этим вопросы идентификации опасностей и совершенствования систем безопасности на АГНКС приобретают особую актуальность.

**Анализ рисков и особенности эксплуатации АГНКС.** Основным поражающим фактором при авариях на газовых заправках является не столько токсическое воздействие газа, сколько высокая пожаровзрывоопасность метана. Его концентрационные пределы воспламенения в воздухе составляют от 5% до 15% по объему, что делает образование даже небольшого газового облака критически опасным. Особенность работы АГНКС заключается в том, что газ не просто хранится, но и активно перекачивается под высоким давлением, что увеличивает риск возникновения утечек в местах соединений (фланцы, резьбы, запорная арматура).

Наиболее характерными аварийными сценариями являются разрывы трубопроводов с образованием струйных факелов или «пожара колонного типа» в загроможденном пространстве. Такие аварии могут привести к катастрофическим последствиям: термическому поражению персонала и разрушению оборудования.

Существующая практика обеспечения безопасности в значительной степени опирается на регламенты, требующие участия оператора для идентификации аварии и перекрытия газа. Однако в условиях реальной аварии, сопровождающейся быстрым развитием поражающих факторов, человеческий фактор становится критическим уязвимым звеном.

**Традиционные методы обнаружения утечек и их ограничения.** На сегодняшний день основным методом контроля газовой среды на АГНКС является использование стационарных газоанализаторов. Эти приборы работают на принципе диффузионного или принудительного отбора проб и фиксируют концентрацию газа в воздухе. Они оснащаются различными типами сенсоров: электрохимическими, требующими периодической замены ( $\approx 2$  года), или более долговечными инфракрасными ( $\approx 5$  лет). К их преимуществам можно отнести высокую чувствительность и возможность непрерывного мониторинга. Однако они обладают рядом существенных недостатков:

1. Инерционность. Газоанализатор срабатывает только после того, как облако газа достигнет датчика и накопится до пороговой концентрации. В зависимости от интенсивности утечки и метеоусловий это может занять от 20 до 60 секунд.

2. Зависимость от внешних факторов. Эффективность работы газоанализаторов сильно зависит от направления и силы ветра. При сильных порывах газовое облако может быть унесено от места установки датчика, что приведет к запаздыванию сигнала или его отсутствию.

3. Техническое обслуживание. Традиционные датчики требуют периодической калибровки и замены чувствительных элементов (сенсоров), что увеличивает эксплуатационные расходы. Например, калибровка может проводиться 1 раз в 6 месяцев.

Эти недостатки делают газоанализаторы недостаточно эффективным инструментом для предотвращения аварий на ранней стадии, особенно на открытых площадках с активной вентиляцией.

**Ультразвуковые детекторы утечек** как альтернативное решение. Альтернативным и более эффективным подходом к обнаружению утечек на объектах высокого давления является применение ультразвуковых детекторов (УЗДУ). Принцип их действия основан на физическом явлении: при истечении газа под высоким давлением через отверстие возникает турбулентность, которая генерирует акустические волны в ультразвуковом диапазоне (25–100 кГц). Человеческое ухо эти звуки не воспринимает, но они легко фиксируются специальными датчиками.

Ключевым отличием УЗДУ от традиционных газоанализаторов является то, что они реагируют на сам источник истечения газа, а не на его облако. Это дает им ряд неоспоримых преимуществ:

1. Высокое быстродействие. Ультразвуковой детектор срабатывает практически мгновенно (менее 1 секунды), так как звук распространяется со скоростью, значительно превышающей скорость диффузии газа.

2. Независимость от метеоусловий. Ветер и вентиляция не влияют на способность датчика улавливать ультразвуковой шум от утечки, так как звук переносится не потоками воздуха, а является волной.

3. Низкие эксплуатационные затраты. УЗДУ не требуют калибровки и не имеют чувствительных элементов, которые нужно регулярно заменять, что снижает стоимость их владения. Кроме того, существуют портативные ультразвуковые течеискатели, которые используются для регулярного технического обслуживания и позволяют персоналу быстро и точно находить места утечек.

Подводя итог, можно сказать, что развитие рынка газомоторного топлива в России диктует необходимость внедрения самых современных систем безопасности на объектах заправочной инфраструктуры. Традиционные методы контроля концентрации газа, основанные на газоанализаторах, не в полной мере отвечают требованиям быстродействия и надежности, особенно при сценариях с высокоскоростным истечением газа. Ультразвуковые детекторы утечек, благодаря своему принципу действия, обеспечивают молниеносное обнаружение аварии и не зависят от внешних условий. Интеграция УЗДУ в системы противоаварийной автоматики АГНКС с функцией автоматического отключения позволяет минимизировать время выброса газа и, как следствие, кардинально снизить тепловую нагрузку при возможном воспламенении, практически исключая риск тяжелого поражения персонала и обеспечивая новый уровень промышленной безопасности.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Текст]. — М., 1997.
2. СТО Газпром 2-2.3-351-2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» [Текст]. — М.: ОАО «Газпром», 2009.
3. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 530 «Об утверждении федеральных

- норм и правил в области промышленной безопасности „Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива“» [Текст].
4. Обзор систем контроля и безопасности на газовых заправках [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [shelf.group](http://shelf.group) (дата обращения: 09.04.2026).
  5. Gas leak detection - Wikipedia [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org) (дата обращения: 09.04.2026).
  6. МКС EN 50724:2023. Ультразвуковые детекторы утечки газа [Текст]. — 2023.
  7. Gasonic Surveyor. Ультразвуковой детектор утечки газа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.cis-controls.ru](http://www.cis-controls.ru) (дата обращения: 09.04.2026).
  8. Observer i Ultrasonic Gas Leak Detector. MSA Safety [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [sg.msasafety.com](http://sg.msasafety.com) (дата обращения: 09.04.2026).
  9. About Ultrasonic Gas Leak Detectors. Emerson US [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.emerson.com](http://www.emerson.com) (дата обращения: 09.04.2026).
  10. Газоанализатор автоматический стационарный ГАНК-4С Ех [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [granat-e.ru](http://granat-e.ru) (дата обращения: 09.04.2026).