

УДК 614.849

## ПАРОФАЗНЫЙ АНАЛИЗ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТАХ

**Сергей Геннадьевич Аксенов**

доктор экономических наук, профессор

akseonov.s.g@gmail.com

**Владислав Александрович Семенов**

студент

Уфимский университет науки и технологий

г. Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье обозначена методика парофазного анализа горючих жидкостей, применяемой для исследования и предотвращения пожароопасных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса. Рассматриваются основные этапы анализа, включая изучение физико-химических свойств жидкостей, моделирование условий образования паров и оценку их воспламеняемости. На основе полученных данных предлагаются практические меры по снижению рисков аварий и повышению безопасности.

**Ключевые слова:** парофазный анализ, горючие жидкости, нефтегазовый комплекс, пожарная безопасность, воспламеняемость.

Объекты нефтегазового комплекса представляют собой сложные технические системы, характеризующиеся высокой концентрацией горючих веществ и повышенным уровнем риска возникновения аварийных ситуаций. Одной из ключевых причин пожаров и взрывов на таких объектах является испарение горючих жидкостей и образование легковоспламеняющихся паровоздушных смесей. Для предотвращения аварий и минимизации их последствий необходимо разрабатывать методики, позволяющие точно оценивать параметры паровой фазы горючих жидкостей в различных условиях.

Парофазный анализ горючих жидкостей становится важным инструментом для исследования пожароопасных ситуаций. Он позволяет определить концентрацию паров, их воспламеняемость, температурные границы воспламенения и другие критические параметры. В данной статье рассматривается методика парофазного анализа, ее теоретические основы, практическое применение и перспективы развития в контексте обеспечения безопасности объектов нефтегазового комплекса.

Горючие жидкости, такие как нефть, бензин, керосин и другие производные углеводородов, характеризуются высокой летучестью и способностью образовывать пары, которые могут воспламеняться при определенных условиях. Парофазный анализ направлен на изучение процессов испарения и диффузии этих жидкостей, а также на оценку их поведения в различных средах.

Основными факторами, влияющими на парофазное состояние горючих жидкостей, являются:

- температура окружающей среды;
- давление;
- состав жидкости (наличие примесей и добавок);
- наличие источников тепла или искр;
- скорость воздушных потоков.

При этом важно учитывать, что даже незначительные изменения условий могут привести к резкому изменению концентрации паров и их способности к воспламенению. Это делает парофазный анализ особенно актуальным для

объектов нефтегазового комплекса, где условия эксплуатации часто далеки от идеальных.

Методика парофазного анализа включает несколько этапов, каждый из которых направлен на получение точных данных о состоянии горючих жидкостей и их паров.

#### 1. Отбор проб и подготовка образцов

Первым шагом является отбор проб горючих жидкостей с объекта исследования. Пробы должны быть репрезентативными и соответствовать реальным условиям эксплуатации. Особое внимание уделяется учету температуры, давления и других параметров, которые могут повлиять на состав и свойства жидкости.

#### 2. Исследование физико-химических свойств

На этом этапе проводится анализ химического состава жидкости, включая определение содержания легких и тяжелых фракций, которые оказывают наибольшее влияние на процесс испарения. Используются методы газовой хроматографии, масс-спектрометрии и инфракрасной спектроскопии.

#### 3. Моделирование условий образования паровоздушных смесей

Для оценки поведения горючих жидкостей в реальных условиях применяются компьютерные модели и лабораторные установки. Моделирование позволяет воссоздать различные сценарии аварийных ситуаций, такие как утечки жидкости, повышение температуры или снижение давления. Это помогает определить критические значения концентрации паров, при которых возможно воспламенение.

#### 4. Экспериментальное исследование воспламеняемости

Экспериментальная часть методики включает проведение испытаний на воспламеняемость паровоздушных смесей. Для этого используются специальные установки, оснащенные датчиками температуры, давления и концентрации газов. Измеряются такие параметры, как нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения (НКПВ и ВКПВ), температура вспышки и минимальная энергия зажигания.

## 5. Оценка рисков и разработка рекомендаций

На основе полученных данных проводится оценка рисков возникновения пожароопасных ситуаций. Разрабатываются рекомендации по предотвращению аварий, включая меры по контролю за состоянием оборудования, использование систем раннего обнаружения утечек и внедрение технологий снижения концентрации паров.

Практическое применение методики парофазного анализа охватывает несколько направлений:

### 1. Проектирование и строительство объектов нефтегазового комплекса

Результаты анализа позволяют инженерам учитывать особенности поведения горючих жидкостей при проектировании технологических процессов и выборе материалов. Например, можно определить оптимальные параметры вентиляции для снижения концентрации паров в рабочих зонах.

### 2. Мониторинг состояния оборудования

При эксплуатации объектов нефтегазового комплекса важно регулярно проверять состояние трубопроводов, резервуаров и другого оборудования на предмет утечек. Парофазный анализ помогает выявить потенциальные источники опасности до того, как они приведут к аварии.

### 3. Разработка систем безопасности

На основе данных парофазного анализа создаются системы автоматического контроля и предупреждения. Например, газоанализаторы могут быть настроены на обнаружение критических концентраций паров и подачу сигнала тревоги.

### 4. Обучение персонала

Специалисты, работающие на объектах нефтегазового комплекса, должны быть обучены распознаванию признаков пожароопасных ситуаций и действиям в случае их возникновения. Методика парофазного анализа предоставляет научную базу для таких тренингов.

Современные технологии открывают новые возможности для совершенствования методики парофазного анализа. Одним из перспективных

направлений является использование беспилотных устройств (дронов) для мониторинга состояния объектов и обнаружения утечек. Дроны могут быть оснащены газоанализаторами и тепловизорами, что позволяет оперативно получать данные о концентрации паров и температурных аномалиях.

Методика парофазного анализа горючих жидкостей является важным инструментом для исследования аварийных пожароопасных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса. Она позволяет точно оценивать параметры паровой фазы, прогнозировать риски возникновения пожаров и взрывов, а также разрабатывать эффективные меры по их предотвращению. Практическое применение методики охватывает все этапы жизненного цикла объектов — от проектирования до эксплуатации.

Будущее данной области связано с внедрением инновационных технологий, таких как беспилотные устройства и системы искусственного интеллекта, которые позволят повысить точность и оперативность анализа. Таким образом, методика парофазного анализа становится неотъемлемой частью современной системы обеспечения безопасности объектов нефтегазового комплекса.

### **Список литературы:**

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. 2022. №9. С. 41-43.
2. Алексеев С.Г. Температура вспышки. Часть IV. Дескрипторный метод расчета // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 5.
3. Дементьев Ф.А., Красильников А.В. Метод парофазного газохроматографического анализа светлых нефтепродуктов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2018. С. 77-83.
4. Евдокимова Н.Г. Оценка современного состояния и направлений развития нефтеперерабатывающей промышленности России // Вестник экономики и менеджмента. 2017. № 2. С. 39-44.

5. Сагдатуллин А.М. Анализ энергоемкости и потребления электроэнергии по технологическим процессам в нефтегазовой отрасли // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. 2014. Т. 12. № 1. С. 71-77.

**UDC 614.849**

**VAPOR PHASE ANALYSIS OF COMBUSTIBLE LIQUIDS TO  
PREVENT ACCIDENTS AT OIL AND GAS FACILITIES**

**Sergey G. Aksenov**

doctor of economics, professor

akseonov.s.g@gmail.com

**Vladislav Al. Semenov**

student

Ufa University of Science and Technology

Ufa, Russia

**Annotation.** The article describes a method of vapor-phase analysis of flammable liquids used to investigate and prevent fire hazards at oil and gas facilities. The main stages of the analysis are considered, including the study of physico-chemical properties of liquids, modeling of vapor formation conditions and assessment of their flammability. Based on the data obtained, practical measures are proposed to reduce the risk of accidents and improve safety.

**Keywords:** vapor phase analysis, combustible liquids, oil and gas complex, fire safety, flammability.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 21.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 21.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.

