УДК 543.632.495+543.632.48

АНАЛИЗ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

ANALYSIS OF MICROELEMENT COMPOSITION OF OIL AND OIL PRODUCTS

Багишян Луиза Спартаковна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
listcom94@icloud.com

Зубова Александра Сергеевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
xameleon5523@gmail.com

Гузик Татьяна Владимировна
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный технологический университет
tanyag2005@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы анализа микроэлементов в нефти и нефтепродуктах. Их наличие может как положительно, так и отрицательно сказываться на качестве продукции, работе оборудования и экологической обстановке. Представлен анализ преимуществ и ограничений основных методик определения микроэлементов.

Ключевые слова: микроэлементный состав, нефть, нефтепродукты, физико-химические методы анализа, экологическая безопасность, качество продукции.

Bagishian Louise Spartakovna
Student,
Kuban State Technological University
listcom94@icloud.com

Zubova Alexandra Sergeevna
Student,
Kuban State Technological University
xameleon5523@gmail.com

Guzik Tatiana Vladimirovna
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Chemistry,
Kuban State Technological University
tanyag2005@mail.ru

Annotation. The article discusses the methods of analysis of trace elements in oil and petroleum products. Their presence can have both positive and negative effects on product quality, equipment performance, and environmental conditions. An analysis of the advantages and limitations of the main methods for determining trace elements is presented.

Keywords: trace element composition, oil, petroleum products, physico-chemical methods of analysis, environmental safety, product quality.

Микроэлементы нефти представляют собой химические элементы, концентрация которых в нефти не превышает 0,02–0,03 % от её массы. На сегодняшний день в нефти идентифицировано более 60 микроэлементов, преимущественно металлов, таких как ванадий, никель, железо, цинк, алюминий и др

Микроэлементный состав нефти существенно влияет на процессы ее переработки, определяя качество выпускаемой продукции, долговечность оборудования и экологические показатели. Для минимизации негативного воздействия микроэлементов необходимо использовать современные методы очистки нефти и устойчивые катализаторы, а также совершенствовать методы определения микроэлементов в нефти и нефтепродуктах. Понимание влияния микроэлементов позволяет повысить эффективность нефтеперерабатывающих производств и снизить их экологическую нагрузку.

Анализ микроэлементов в нефти – важная область геохимических исследований, предоставляющая ценную информацию о происхождении, миграции и накоплении нефти, а также о потенциальных проблемах при её добыче и переработке. Микроэлементы, присутствующие в нефти в концентрациях от единиц до сотен частей на миллион, представляют собой широкий спектр различных элементов. Их концентрации и соотношения зависят от множества факторов, в том числе от состава вмещающих пород, условий осадконакопления, а также от вторичных процессов [1].

Рассмотрим основные методы определения микроэлементов в нефти и нефтепродуктах.

Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) классический метод, основанный на измерении поглощения света атомами анализируемого элемента в газовой фазе. Перед анализом образец нефти подвергается минерализации (разложению) для перевода микроэлементов в растворимую форму. Полученный раствор анализируется с использованием пламенной или электротермической (графитовой) печи ААС.

Преимущества: относительно доступное оборудование и простая методика. Недостатками является необходимость предварительной минерализации, которая может привести к потерям некоторых элементов, а также чувствительность метода ограничена для ряда элементов, и он не всегда подходит для анализа сложных матриц [2].

Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) более чувствителен, чем ААС. Образец нефти также минерализуется, после чего раствор вводится в индук-

тивно связанную плазму аргона. В плазме атомы элементов возбуждаются и излучают свет на характерных длинах волн, интенсивность которого пропорциональна концентрации элемента.

Положительной стороной является высокая чувствительность и возможность одновременного определения множества элементов. Негативная – высокая стоимость оборудования по сравнению с ААС, необходимость квалифицированного персонала. Минерализация образца может быть сложной и приводить к потерям элементов [3].

М**асс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС)** один из самых чувствительных методов для определения микроэлементов в нефти. После минерализации образца ионы элементов, образующиеся в индуктивно связанной плазме, разделяются по массе в масс-анализаторе.

Преимущества: очень высокая чувствительность, возможность определения изотопного состава элементов, что полезно для выявления источников загрязнения.

К недостаткам относятся высокая стоимость оборудования, сложность методики и необходимость привлечения квалифицированного персонала. Кроме того, минерализация образца остается критически важным этапом, который может существенно повлиять на точность анализа [4].

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – метод, основанный на измерении характеристического рентгеновского излучения, возникающего при облучении образца рентгеновскими лучами. РФА может использоваться для анализа как жидких, так и твердых образцов нефти (например, асфальтенов) и не требует предварительной минерализации. Однако чувствительность метода может быть ограничена для некоторых элементов. Метод является быстрым и неразрушающим, а также позволяет анализировать различные типы проб. Однако чувствительность метода может уступать другим методам, таким как ААС, ИСП-АЭС или ИСП-МС, особенно при определении легких элементов. Кроме того, матричные эффекты могут оказывать влияние на результаты анализа [5].

Нейтронно-активационный анализ (НАА) – высокочувствительный метод основан на облучении образца потоком нейтронов, в результате чего ядра некоторых элементов становятся радиоактивными. Излучение радиоактивных изотопов регистрируется, и его интенсивность используется для определения содержания элементов. НАА не требует минерализации образца, отличается высокой чувствительностью и возможностью определения множеством элементов. Данный метод требует дорогостоящего оборудования, специальных мер безопасности из-за использования радиоактивных материалов, а также занимает много времени для выполнения анализа [6].

Определение микроэлементов в нефти является сложной аналитической задачей, требующей применения различных методов, выбор которых диктуется конкретными целями исследования, типом нефти, требуемой точностью анализа и доступностью оборудования.

Выбор оптимального метода определяется компромиссом между требуемой чувствительностью, пропускной способностью, стоимостью анализа и доступностью оборудования. Независимо от выбранного метода, точность и достоверность результатов анализа сильно зависят от правильности отбора проб, тщательности подготовки проб и квалификации аналитиков, что подчеркивает важность соблюдения стандартизированных методик и контроля качества на всех этапах анализа. В целом, сочетание нескольких методов, дополняющих друг друга по чувствительности и возможностям, обеспечивает наиболее полную и достоверную информацию о микроэлементном составе нефти, что критически важно для решения широкого круга геохимических, технологических и экологических задач.

Список литературы:

1. Нукенов Д.Н. Металлы в нефтях, их концентрация и методы извлечения : монография / Д.Н. Нукенов, С.А. Пунанова, З.Г. Агафонова // Институт геологии и разработки горючих ископаемых-Минэнергетики и РАН. – М., 2001. – С. 16, 33, 38.

2. Чернышова О.В. Использование метода атомно-адсорбционной спектрометрии в анализе лекарственных средств, пищевых продуктов и других образцов / О.В. Чернышова, Р.А. Родионова // Вестник фармации. – 2006. – № 3 – С. 1–8.

3. Ивлев С.И. Атомно-эмиссионный анализ: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физико-химические методы анализа» для студентов IV курса, обучающихся по направлению 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики» / С.И. Ивлев, В.И. Соболев Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 26 с.

4. URL : https://tracelement.blogspot.com/p/blog-page_04.html?m=1 (дата обращения 23.03.2025).

5. Черноруков Н.Г. Теория и практика рентгенфлуоресцентного анализа. Электронное учебно-методическое пособие / Н.Г. Черноруков, О.В. Нипрук. – Н. Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2012. – 57 с.

6. URL : https://onf.pnpi.nrcki.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=31&catid=14&Itemid=148 (дата обращения 23.03.2025).

List of references:

1. Nukenov D.N. Metals in oil, their concentration and extraction methods : a monograph / D.N. Nukenov, S.A. Punanova, Z.G. Agafonova // Institute of Geology and Development of Fossil Fuels, Ministry of Energy and the Russian Academy of Sciences. – M., 2001. – P. 16, 33, 38.

2. Chernyshova O.V. The use of atomic adsorption spectrometry in the analysis of medicines, food products and other samples / O.V. Chernyshova, R.A. Rodionova // Bulletin of Pharmacy. – 2006. – № 3 – P. 1–8.

3. Ivlev S.I. Atomic emission analysis: guidelines for laboratory work in the course «Physico-chemical methods of analysis» for fourth-year students studying in the direction 240501 «Chemical technology of materials of modern energy» / S.I. Ivlev, V.I. Sobolev Tomsk Polytechnic University. – Tomsk : Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2014. – 26 p.

4. URL : https://tracelement.blogspot.com/p/blog-page_04.html?m=1 (date of application 23.03.2025).

5. Chernorukov N.G. Theory and practice of X-ray fluorescence analysis. Electronic educational and methodical manual / N.G. Chernorukov, O.V. Nipruk. – N. Novgorod : Nizhny Novgorod State University, 2012. – 57 p.

6. URL : https://onf.pnpi.nrcki.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=31&catid=14&Itemid=148 (date of application 23.03.2025).