

УДК 543.061

## КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗИДОВ В УГЛЕВОДОРОДАХ

**Николай Викторович Бучилин**

кандидат технических наук, доцент

isk115599@rambler.ru

**Иван Павлович Криволапов**

кандидат технических наук, доцент

ivan0068@bk.ru

**Сергей Юрьевич Щербаков**

кандидат технических наук, доцент

Scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Разработка методов аналитического определения азидов в углеводородах и бензине является актуальной задачей. Присутствие азидов в бензине приводит к увеличению октанового числа. В настоящей работе рассмотрен метод качественного определения азидов на основе их реакции йодом с образованием йодидов и молекулярного азота. Показано, что объём выделяющегося в результате реакции азота зависит от соотношения йода и азидов в аналитической пробе.

**Ключевые слова:** азиды, азид натрия, аналитическое определение азидов, качественный анализ

Нефтепродукты представляют собой смесь предельных и непредельных углеводородов с примесями серо- и азотсодержащих неорганических и органических веществ, а также минеральных солей. Бензин не является исключением. Примеси, присутствующие в бензине, представляют опасность коррозионного воздействия на детали бензо-машин [1-3]. Также многие примеси снижают детонационную стойкость бензина. К таким примесям, снижающим детонационную стойкость, относятся азиды [4-6].

Неорганические азиды представляют собой соли азотистоводородной кислоты  $\text{HN}_3$ , и таким образом, содержат анион  $(-\text{N}=\text{N}^+=\text{N}^-)$ . Азиды щелочных металлов при нагревании разлагаются на металл и газообразный азот, что способствует образованию микровзрывов при горении бензина в двигателях внутреннего сгорания [7-9].

Настоящая работа посвящена рассмотрению метода качественного определения азидов щелочных металлов в углеводородах и бензине в частности.

Массу реагентов определяли на электронных весах «Госметр» ВЛ-324. Объём газообразного азота, выделяющегося в результате реакции, определяли капиллярным методом.

Для эксперимента брали смесь предельных углеводородов со средним молекулярным составом  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , содержащую следы азиды натрия. Азид натрия был растворён в воде путём интенсивного механического перемешивания воды с углеводородами. С целью повышения концентрации азиды в водном растворе полученный раствор был упарен до десятикратной потери массы.

Ход определения азиды: в пробирку объёмом 5 мл вносили 4 капли концентрированного раствора азиды натрия, который затем разбавляли в 6 раз дистиллированной водой до получения 1,5 мл разбавленного раствора азиды. К раствору прикапывали аптечный спиртовой раствор йода. Спиртовая и водная фазы не смешиваются и имеют чёткую границу раздела, поэтому реакция взаимодействия йода с азидом практически не идёт. При интенсивном

взбалтывании пробирки фазы начинали смешиваться, и происходило вспенивание с обесцвечиванием раствора йода.

Реакция азидов натрия с йодом описывается следующим уравнением:



Данное химическое превращение может быть использовано для полуколичественного определения азидов. Определение может быть основано на измерении объёма выделяющегося в результате реакции азота [10-11]. По стехиометрическим расчётам при полном реагировании йода массой 0,015 мг (3-5 капель) с избытком азидов натрия выделится 4,25 мл азота (при н.у.).

Экспериментальное определение реально выделяющегося газа в зависимости от массы йода при реакции с 1 мл концентрированного раствора азидов натрия показано на рисунке 1.

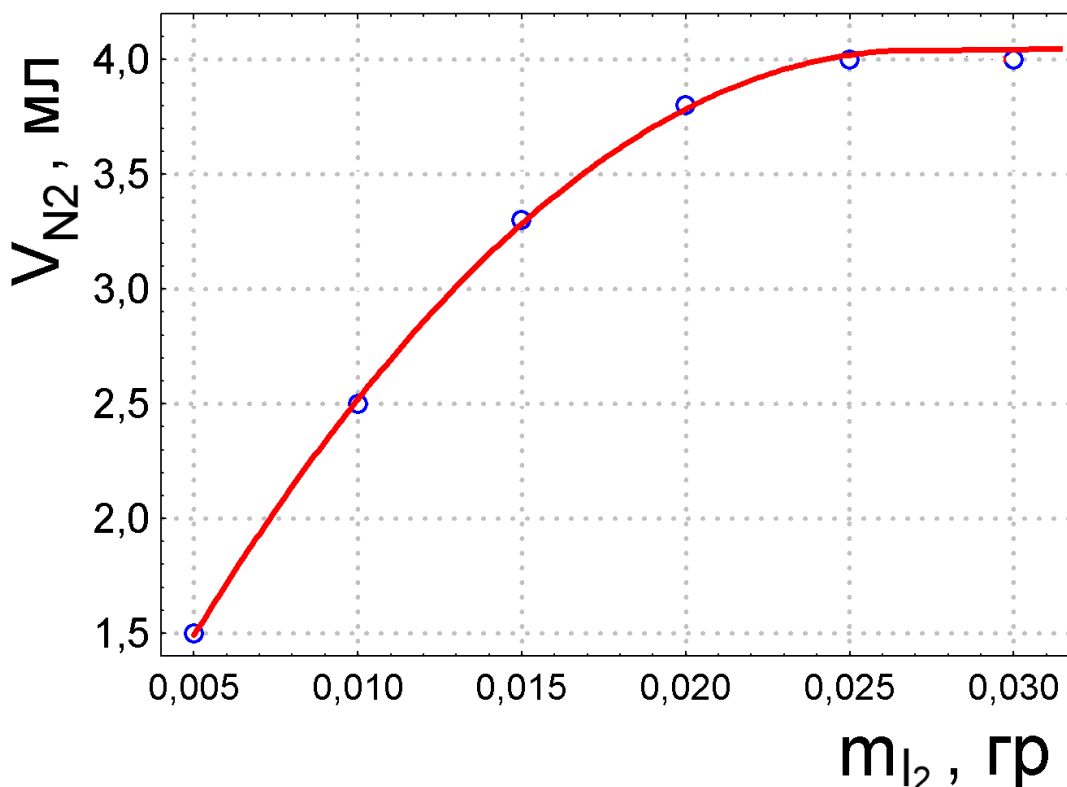


Рисунок 1. Влияние массы йода (гр) на объём выделяющегося в результате реакции азота (мл)

Как видно из рисунка, объём выделяющегося газообразного азота достигает максимума в 4,0 мл при массе йода в растворе 0,025 гр (25 мг). При меньших массах йода происходит практически линейное уменьшение объёма выделяющегося азота. Поэтому для полной нейтрализации азидов натрия требуется 25 мг йода. По стехиометрии следует, что масса азидов натрия в 1 мл упаренного раствора составляет 12,80 мг.

По силе азидводородная кислота сравнима с уксусной кислотой. Азид – достаточно слабый анион и вытесняется йодом быстро. Использование данной реакции с целью качественного определения азидов в углеводородах основано на том факте, что очень немногие вещества реагируют с йодом с выделением газа. Подавляющее большинство восстановителей содержат элементы в низших степенях окисления, и с йодом идут реакции присоединения самого йода, либо кислорода из воды с одновременным образованием йодоводорода.

#### Список литературы:

1. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 448 с.
2. Коломиец А.А., Манаенков К.А., Найденов А.А. Оценка показателей надежности автотранспортных средств // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 47
3. Щербаков С.Ю., Криволапов И.П., Стрельников Д.И., Коробельников А.П. Характеристика методов проведения анализа риска // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 253.
4. Бучилин Н.В., Басаргин О.В., Варрик Н.М., Луговой А.А. Особенности спекания высокопористых керамических материалов на основе системы  $Al_2O_3$ – $MgO$  // Неорганические материалы. 2020. Т. 56. № 4. С. 438-445.
5. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Моделирование распространения загрязняющих веществ, образующихся в результате работы источников выброса // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 1.

6. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Кинетика ингибирования процессов горения угля // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.
7. Картечина Н.В., Макова Н.Е., Шацкий В.А., Дорохова А.М. Информационная модель учета сельскохозяйственной техники // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 40
8. Строкова Я.А., Клименко Н.Н. Комплексная щелочно-щелочноземельная активация гранулированного доменного шлака // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 4. С. 130-132.
9. Чиркин С.О., Картечина Н.В., Рубанов В.А. Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.
10. Торицына В.Н., Картечина Н.В., Яшина Т.К., Васильев В.П. Реализация проектов машинного обучения и искусственного интеллекта // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-наукоград РФ. 2021. С. 224-225.
11. Бобрович Л.В., Андреева Н.В., Картечина Н.В., Никонорова Л.И., Пчелинцева Н.В. Повышение точности определения вариационно-статистических характеристик и оценки различий в исследованиях // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3 (29). С. 69-75.

UDC 543.061

## QUALITATIVE DETERMINATION OF AZIDES IN HYDROCARBONS

**Nikolai V. Buchilin**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

isk115599@rambler.ru

**Ivan P. Krivolapov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ivan0068@bk.ru

**Sergey Yu. Sherbakov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The development of methods for the analytical determination of azides in hydrocarbons and petrol is an urgent task. The presence of azides in petrol leads to an increase of the octane number. In this paper, we consider a method for the qualitative determination of azides based on their reaction with iodine to form iodides and molecular nitrogen. It is shown that the volume of nitrogen released as a result of the reaction depends on the ratio of iodine and azide in the analytical sample.

**Keywords:** azides, sodium azide, analytical determination of azides, qualitative analysis.

Статья поступила в редакцию 01.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 22.03.2024.

The article was submitted 01.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.