

УДК 665.733

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ БЕНЗИНА АИ-95

Джаббарова Л.Ю.

Институт радиационных проблем НАН Азербайджана, Баку, e-mail: clala@mail.ru

Исследовано воздействие радиации на эксплуатационные характеристики топлива в статических условиях до и после облучения. Методы относились к определению радиационной стабильности и основаны на облучении продукта и последующем определении изменений, которые произошли в нем. В качестве объекта исследования использовались образцы бензинов АИ-95 и АИ-92, которые облучались на источнике гамма-излучения ^{60}Co при мощности дозы $P = 0,18 \text{ Гр/с}$ в интервалах поглощенных доз $D = 15\text{--}154 \text{ кГр}$. В результате при температуре окружающей среды ухудшаются эксплуатационные свойства бензина, увеличиваются вязкость, плотность бензина, количество ароматических и олефиновых углеводородов. Под воздействием ионизирующего излучения могут происходить как процессы поликонденсации, так и разрушение углеводородного топлива. Процессы, возникшие в связи с радиоллизом, могут продолжать развиваться в течение длительного времени после прекращения облучения. Радиационная стойкость моторных топлив определяется их физико-химическими свойствами, структурой. В топливах, содержащих большое количество ненасыщенных углеводородов, способность к коксованию увеличивается при хранении. Одной из важных характеристик топлива является вязкость. Вязкость изменяется тем сильнее, чем больше поглощенная доза ионизирующего излучения. Если вязкость выше допустимых пределов, работа оборудования подачи топлива будет нарушена. Отрицательный эффект при облучении топлив гораздо больше при высоких температурах, чем при комнатных.

Ключевые слова: бензин, радиоллиз, ионизирующее излучение

RESEARCH OF IMPACT OF IONIZING RADIATION ON HYDROCARBONIC COMPOSITION OF AI-95 GASOLINE

Dzhabbarova L.Yu.

Institute of Radiation Problems of ANAS, Baku, e-mail: clala@mail.ru

Investigated impact of radiation on operational characteristics of fuel in static conditions before and after irradiation. The methods applied to determination of radiation stability are based on radiation of a product and the subsequent determination of the changes which happened in it. Samples of AI-95 and AI-92 gasolines, which were irradiated at a source of gamma radiation of ^{60}Co at a dose rate of $P = 0.18 \text{ Gy/s}$ in the intervals of absorbed doses of $D = 15\text{--}154 \text{ kGy}$, were used as an object of study. As a result, when the ambient temperature deteriorates the performance properties of gasoline have worsened, the viscosity, the density of gasoline, the number of aromatic and olefin hydrocarbons increased. Under the influence of ionizing radiation, both polycondensation processes may occur and the destruction of hydrocarbon fuels. The processes that have arisen in connection with radiolysis may continue to develop for a long time after the cessation of irradiation. Radiation resistance of motor fuels is determined by their physico-chemical properties, structure. In fuels containing large amounts of unsaturated hydrocarbons, coking ability increases during storage. One of the important characteristics of fuel is viscosity. Viscosity changes more strongly the larger the absorbed dose of ionizing radiation. If the viscosity is higher than the allowable limits, the operation of the fuel supply equipment will be impaired. The negative effect at radiation of fuels is much more at high temperatures, than at room.

Keywords: gasoline, radiolysis, ionizing radiation

При выборе топлив для использования в условиях радиационного излучения необходимо изучить их радиационную стойкость, т.е. способность сохранять химические и физические свойства при гамма-радиоллизе. Очень важно сохранить стабильность реактивных топлив даже при малых дозах облучения. Основные требования, предъявляемые к топливам, очень схожи. Изменения вязкости, плотности и газообразование могут привести к неисправности гидравлического насоса. Исследовалось воздействие радиации на эксплуатационные характеристики бензина АИ-95 и АИ-92. Влияние радиационного излучения на нефтяные топлива ранее были представлено в работах [1–3].

Цель работы: изучение воздействия гамма-излучения на бензины АИ-95 и АИ-92.

Материалы и методы исследования

Бензины АИ-92 и АИ-95 по 100 мл в колбах облучали на гамма-источнике Co^{60} типа МРХ $\gamma\text{-30}$ мощностью дозы $P = 0,18 \text{ Гр/с}$ в интервалах поглощенных доз $D = 15\text{--}150 \text{ кГр}$. Были исследованы влияние радиационного излучения на изменение состава и некоторые эксплуатационные характеристики бензинов. Плотность определяли пикнометрами по ГОСТ 3900–85. Вязкость определяли по ГОСТ 33-66 вискозиметрами типа ВПЖ-2, соответствующими ГОСТу 10028-81. Йодные числа определялись на спектрометре BRUKER МРА. Октановые числа и другие характеристики бензина до и после облучения определялись аппаратом Zeltex ZX-440 XL (ZX-440XL – Near Infrared Gasoline/Diesel Fuel Analyzer. ZX-440 XL Анализатор жидких топлив использует очень точную, почти инфракрасную спектроскопию для обычного учредительного анализа.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Было исследовано влияние поглощенной дозы излучения на изменение вязкости и плотности бензинов АИ-92 и АИ-95 по истечению различного интервала времени после облучения. Структурирование физически проявляется в жидкостях в измене-

нии вязкости и плотности. Плотность исходного бензина АИ-92 $0,725 \text{ г/см}^3$. Ниже на рис. 1, а–в, приведены изменения плотности (а), вязкости (б) и йодных чисел бензина АИ-92 (с) до и после радиационного излучения при различных поглощенных дозах сразу после облучения, через 2 и 4 месяца после облучения.

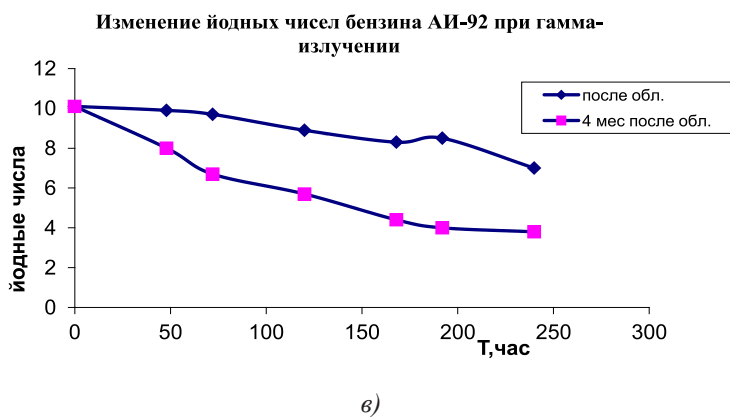
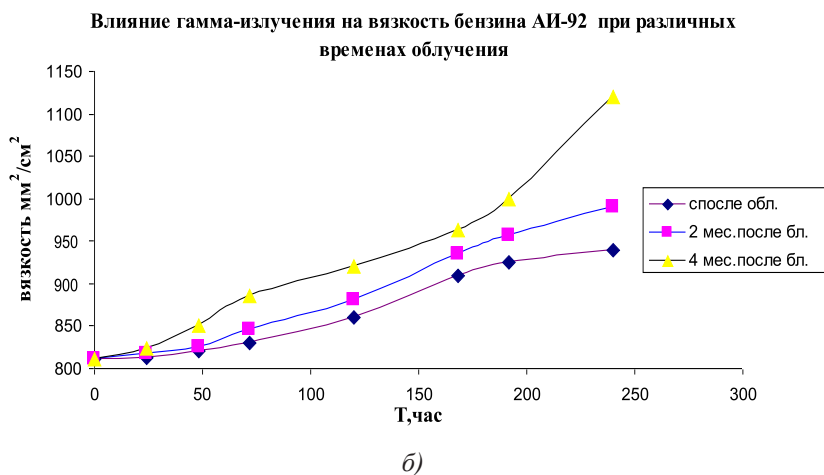
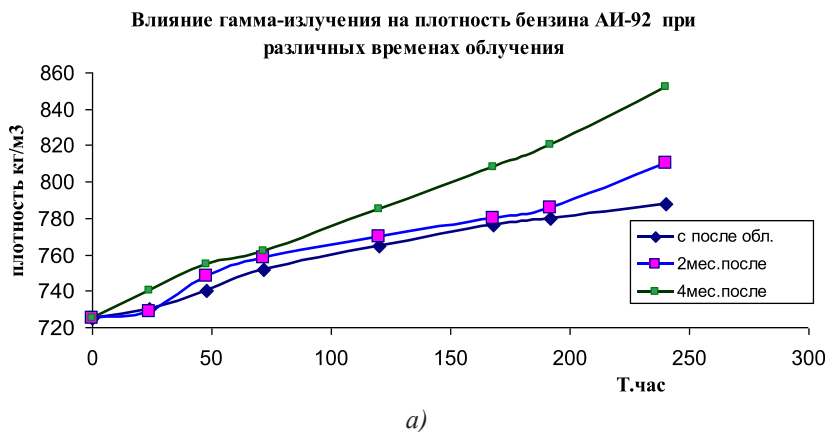


Рис. 1. Изменения плотности (а), вязкости (б) и йодных чисел бензина АИ-92 (в) до и после радиационного излучения при различных поглощенных дозах сразу после облучения, через 2 и 4 месяца после облучения

Из рис. 1, а–в, видно, что по мере увеличения поглощенной дозы плотность и вязкость бензина АИ-92 увеличиваются. Как показатель наличия в нефтепродуктах непредельных углеводородов нормируется йодное число. В условиях наших экспериментов йодные числа топлива уменьшаются. На рис. 2, а, б, представлены данные анализа исходного бензина АИ-95 на аппарате ZX-440 XL.

Method	Value	Unit	Δv
Ethanol	<0.8	m%	
ETBE	0.46	m%	96.183
TAME	1.5	m%	96.183
Benzene	0.58	m%	
Total Aromatics	38.6	m%	99.210
Total Oxygen	1.4	m%	98.806
Total Olefines	9.6	m%	98.776

а)

Method	Value	Unit	Δv
Total Olefines	9.6	m%	98.776
MDN	84.0		99.214
RON South Africa	95.3		98.938
IBP	35.3	°C	98.467
T10	58.2	°C	99.275
T50	100.5	°C	98.452
T90	165.2	°C	99.133

б)

Рис. 2. Данные анализа исходного бензина АИ-95 на аппарате ZX-440 XL

На рис. 3, а–в, представлены данные анализа облученного бензина АИ-95 при поглощенной дозе $D = 78$ кГр на аппарате ZX-440 XL.

На рис. 4, а, б, представлены данные анализа на аппарате ZX-440 XL облученного бензина АИ-95 при поглощенной дозе $D = 53$ кГр после 4-месячного хранения.

Method	Value	Unit	Δv
Ethanol	<0.8	m%	
ETBE	0.23	m%	96.325
TAME	1.6	m%	96.325
Benzene	0.59	m%	
Total Aromatics	38.8	m%	99.338
Total Oxygen	1.4	m%	98.813
Total Olefines	9.5	m%	98.781

а)

Method	Value	Unit	Δv
Total Olefines	9.9	m%	98.811
MDN	84.0		99.334
RON South Africa	95.2		98.977
IBP	35.7	°C	98.559
T10	57.5	°C	99.403
T50	100.7	°C	98.561
T90	164.5	°C	99.225

б)

Method	Value	Unit	Δv
RON South Africa	95.2		98.949
IBP	35.2	°C	98.514
T10	54.5	°C	99.323
T50	100.9	°C	98.525
T90	162.5	°C	99.151
FBP	197.7	°C	99.434
DVPE	52082	Pa	98.537

в)

Рис. 3. Данные анализа облученного бензина АИ-95 при поглощенной дозе $D = 78$ кГр на аппарате ZX-440 XL

Method	Value	Unit	Δv
Total Olefines	15.2	m%	99.230
MON	76.7		96.341
RON South Africa	93.5		99.320
IBP	36.8	°C	96.271
T10	45.3	°C	98.324
T50	104.5	°C	96.714
T90	174.3	°C	98.284

а)

Method	Value	Unit	Δv
RON South Africa	93.5		99.320
IBP	36.8	°C	96.271
T10	45.3	°C	98.324
T50	104.5	°C	96.714
T90	174.3	°C	98.284
FBP	178.5	°C	98.335
DVPE	<40000	Pa	98.596

б)

Рис. 4. Данные анализа на аппарате ZX-440 XL облученного бензина АИ-95 при поглощенной дозе $D = 53$ кГр после 4-месячного хранения

Как видно из таблиц на рисунках, меняются все характеристики бензина после облучения, особенно по истечению некоторого времени. Радиационная стойкость органических материалов определяется их физико-химическими свойствами, строением. Течение процессов в топливах зависит от температуры и поглощенной дозы излучения. Отрицательный эффект при облучении топлив гораздо больше при высоких температурах, чем при комнатных [3]. Топлива должны обладать способностью поглощать ионизирующую энергию без незначительной ионизации, не сопровождающейся значительным изменением состава топлива. Все углеводороды жирного ряда мало устойчивы к действию излучения. При воздействии ионизирующего излучения на моторные топлива происходит их радиационное окисление, в результате чего изменяется химическая стойкость органических материалов [4, 5]. Под действием радиоактивных излучений происходит одновременно полимеризация, ведущая к увеличению молекулярного веса и их расщеплению. В результате воздействия ионизирующего излучения образуются электроны и возбужденные молекулы [6]. К настоящему времени опубликовано большое количество работ, посвященных изучению действия ионизирующих излучений на различные углеводороды, минеральные и синтетические масла и смазки [7–9], что позволило установить общие закономерности радиолитического разложения органических материалов.

Выводы

При радиолитическом разложении бензина на гамма-источнике Co^{60} при мощности дозы $P = 0,18$ Гр/с в интервалах поглощенных доз от 15–154 кГр, при комнатной температуре увели-

чивается вязкость, плотность, количество ароматических и олефиновых углеводородов, снижаются начальные температуры вспышки и др. характеристики бензина. Под влиянием облучения, особенно при высоких температурах, непредельные углеводороды быстро окисляются и полимеризуются. Процессы, возникшие в связи с радиолитическим разложением, еще долго развиваются после прекращения облучения. Это приводит к изменению состава и качества топлива, приводящего к ухудшению эксплуатационных свойств бензина.

Список литературы

- Jabbarova L.Y., Mustafayev I.I. Researches of Impact of Ionizing Radiation on Some Characteristics of Diesel Fuel. Journal of Energy, Environmental & Chemical Engineering. USA. 2017. Vol. 2. Issue 4. P. 41–45.
- Джаббарова Л.Ю., Мустафаев И.И., Меликова С.З. Влияние радиационного излучения на нефтяные топлива // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 7–2. С. 239–243.
- Джаббарова Л.Ю., Мустафаев И.И. Высокотемпературный радиолитический разложение дизельного топлива // Прикладная спектроскопия. 2018. Т. 85. № 4. С. 634–638.
- Филатов И.Е., Первова М.Г. Исследование продуктов взаимодействия импульсного пучка электронов с жидкими углеводородами и галогенопроизводными методом хроматомасс-спектропии // Горение и плазмохимия. 2011. Т. 9. № 3. С. 227–232.
- Денисов А.В., Дубровский В.Б., Соловьев В.Н. Радиационная стойкость минеральных и полимерных строительных материалов. М.: Изд. МЭИ, 2012. 384 с.
- Ибадов Н.А., Сулейманов Б.А., Гурбанов М.А., Абдуллаев Э.Т., Аббасова Д.Р. Радиолитическое разложение полиароматических углеводородов в органических растворителях // Альтернативная энергетика и экология. 2009. № 5 (73). С. 22–26.
- Пономарев А.В., Першуков В.А., Смирнов В.П. Перспективы применения электронных пучков в переработке углеводородов газа и нефти // Ядерная физика и инженеринг. 2014. Т. 5. № 11–12. С. 1001.
- Ponomarev A.V., Holodkova E.M, Ershov B.G. Electron-beam synthesis of fuel in the gas phase. Radiation Physics and Chemistry. 2012. V. 81. Issue 9. P. 1440–1444.
- Пономарев А.В., Цивадзе А.Ю. Преобразование газообразных алканов в жидкие при электронном облучении // Доклады Академии наук. 2006. Т. 411. № 5. С. 652–658.