

УДК 547.912.66  
МРНТИ 61.51.29

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2020-3/1-53-56>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИСАДОК НА КАЧЕСТВО РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА

А.Ш. ЗАЙНУЛЛИНА<sup>1</sup>, А.В. ДРУЖИНИНА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан)

E-mail: zash1953@mail.ru

*Статья посвящена исследованию физико-химических свойств реактивного топлива и изучению влияния различных марок присадок на качество топлива. Были проведены анализы реактивного топлива марки «РТ», такие как кислотность, термоокислительная стабильность, температура начала кристаллизации, кинематическая вязкость. При проведении исследований были использованы различные марки антиокислительных, противодокристаллизационных, а также противоизносных присадок. Установлено, что присутствие присадок положительно сказывается на физико-химических характеристиках реактивного топлива.*

**Ключевые слова:** авиационное, реактивное топливо, присадки, физико-химические свойства, кислотность, низкотемпературные свойства топлива.

## ҚОСПАЛАРДЫҢ РЕАКТИВТІ ОТЫН САПАСЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

А.Ш. ЗАЙНУЛЛИНА<sup>1</sup>, А.В. ДРУЖИНИНА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан)

E-mail: zash1953@mail.ru

*Мақала реактивті отынның физика-химиялық қасиеттерін зерттеуге және отынның сапасына әр түрлі маркалы қоспалардың әсерін зерттеуге арналған. «РТ» маркалы реактивті отынға талдау жүргізілді, олар қышқылдық, термоқышқылды тұрақтылық, кристалданудың басталу температурасы, кинематикалық тұтқырлығы. Зерттеу жүргізу барысында тотығу, кристалдануға қарсы, тозуға қарсы телімдердің әртүрлі маркалары қолданылды. Қоспалардың болуы реактивті отынның физика-химиялық сипаттамаларына оң әсер ететіні анықталды.*

**Негізгі сөздер:** авиациялық, реактивті отын, қоспалар, физико-химиялық қасиеттері, қышқылдығы, отынның төмен температуралы қасиеттері.

## STUDY OF THE IMPACT OF ADDITIVES ON JET FUEL QUALITY

A.SH. ZAINULLINA<sup>1</sup>, A.V. DRUZHININA<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> «Almaty Technological University» JSC, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: zash1953@mail.ru

*The article is devoted to research of physico-chemical properties of jet fuel and study of influence of various grades of additives on fuel quality. Analyses of «PT» grade jet fuel were carried out, such as acidity, thermo-oxidative stability, crystallization start temperature, kinematic viscosity. Various types of anti-oxidative, anti-crystallizing, anti-wear additives were used in the research. It has been found that the presence of additives has a positive impact on the physico-chemical characteristics of the jet fuel.*

**Keywords:** aviation, jet fuel, additives, physical and chemical properties, acidity, low-temperature properties of fuel.

### **Введение**

Ежегодно во всем мире осуществляется около 50 миллионов авиарейсов. Рост авиаперевозок повлиял на спрос авиационного топлива. Общемировое потребление авиационного топлива в год составляет более 300 млн. тонн. Эти данные отражают масштабность потребления авиационного топлива в мире. Известно, что безопасность и надежность полета во многом непосредственно зависят от качества авиационного топлива. Авиационная промышленность работает над созданием новых моделей усовершенствованных моделей летательных аппаратов, что в свою очередь приводит к новым требованиям и задачам по отношению к качеству авиационного топлива, которые предстоит решать нефтеперерабатывающей промышленности.

В настоящее время проблема дальнейшего развития и проведение исследовательских работ по поиску эффективных присадок к авиационным двигателям, которые могут быть использованы для создания безопасности полетов воздушных машин в целом, является особо актуальной [1-3].

В настоящее время в качестве присадок для реактивного топлива используется ряд присадок различного назначения: противоизносные, антиокислительные, противоводокристаллизационные. В качестве наиболее популярных противоизносных присадок используются такие марки присадок, как Сигбол, Хайтек-580, дистиллированные нефтяные кислоты.

Антиокислительная присадка марки Агидол-1, а также жидкости «И», И-М, ТГФ, ТГФ-М используются как противоводокристаллизационные жидкости (ПВКЖ).

Незначительный ассортимент присадок, внедренных в эксплуатацию, объясняется очень жесткими требованиями по отношению к присадкам, и немаловажным моментом является тот факт, что проведение исследований и сами испытания требуют много времени и материальных затрат.

Введение присадок может улучшить одни показатели, но при этом негативно сказаться на других показателях. В этой связи присадка должна прежде всего оказывать положительное воздействие в малых количествах, но в то же время не ухудшать другие характеристики авиационного топлива. Кроме этого свойства присадки должны не изменяться в течение длительного времени не

только в чистом виде, но и прежде всего в топливе, в которое оно добавлено.

Данная статья посвящена изучению воздействия присадок на различные свойства реактивного топлива.

### **Объекты и методы исследования**

В настоящей работе изучено влияние различных присадок на физико-химические свойства реактивного топлива. Проведены сравнительные анализы нефтепродуктов в отсутствии и в присутствии присадок.

В качестве объекта исследования является образец реактивного топлива марки РТ. В качестве присадок использованы антиокислительные присадки: марка Агидол-1, бисфенол, фенил-  $\alpha$ -нафталин; противоводокристаллизующие присадки марок: «И», «И-М», ТГФ-М; противоизносные присадки: Hitec-580, «К».

Влияния присадок на свойства реактивного топлива изучали с привлечением физико-химических методов испытания, которые строго регламентированы государственными стандартами. Для изучения влияния присадок на топливо были исследованы следующие показатели:

1. Кислотность (ГОСТ 5985-79);
2. Термоокислительная стабильность (ГОСТ 11802-88);
3. Температура начала кристаллизации (ГОСТ 5066-91);
4. Кинематическая вязкость (ГОСТ 33-2016).

### **Результаты и их обсуждение**

В работе предварительно были изучены основные физико-химические характеристики реактивного топлива, марки «РТ».

Проведенные комплексные исследования основных физико-химических показателей реактивного топлива марки «РТ» показали, что оно по всем показателям соответствует нормам ГОСТа.

Одним из самых эффективных путей улучшения физико-химических показателей реактивного топлива является применение различных присадок.

Однако, не существует универсальной присадки, одновременно оказывающей влияние на различные показатели всех видов реактивного топлива. Исходя из этого, присадки подразделяются на следующие виды:

1. Присадки объемного действия:
  - а. Антиокислители. Антиоксиданты;
  - б. Деактиваторы металлов.

с. Противодокристаллизующие жидкости.

2. Присадки поверхностного действия:

- а. Противоизносные;
- б. Антикоррозийные;
- с. Коагулирующие и диспергирующие;
- д. Антиэлектростатические.

С целью изучения влияния присадок на свойства реактивного топлива были изучены следующие виды присадок: антиокислитель-

ные, противодокристаллизующие, противоизносные.

Исследованы следующие марки антиокислительных присадок: «Агидол-1», бисфенол, фенил- $\alpha$ -нафталин. Концентрация присадок была выбрана в пределах 0,003% - 0,002% (мас. доля). Результаты исследования влияния антиокислительных присадок на свойства реактивного топлива марки «РТ» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных марок антиокислительных присадок на кислотность и содержание растворимых смол в топливе

Физико-химические показатели	Без присадки	С присадкой марки «Агидол-1»	С присадкой бисфенол	С присадкой фенил- $\alpha$ -нафталин
Кислотность, мг КОН/100 см <sup>3</sup>	0,5	0,2	0,4	0,3
Содержание растворимых смол, мг на 100 см <sup>3</sup>	28	15	19	17

Сравнение данных по изучению влияния антиокислительных присадок, приведенных в таблице 1, позволило сделать вывод о том, что добавление присадки марки «Агидол-1» приводит к уменьшению кислотности базового топлива в 2,5 раза, с 0,5 до 0,2 мг КОН/100 см<sup>3</sup>, а также уменьшает содержание растворимых смол практически в 1,9 раз, с 28 до 15 мг на 100 см<sup>3</sup>.

Использование присадки фенил- $\alpha$ -нафталин привело к понижению кислотности в 1,7 раз, с 0,5 до 0,3 мг КОН/100 см<sup>3</sup>, а также позволяет снизить содержание растворимых смол практически в 1,7 раз, с 28 до 17 мг на 100 см<sup>3</sup>.

Присадка бисфенол в ряду изученных присадок показала наихудший результат. Применение присадки бисфенол позволила

понизить кислотность только на 20%, с 0,5 до 0,4 мг КОН/100 см<sup>3</sup>, а также в меньшей степени снизила содержание растворимых смол (в 1,47) раз, с 28 до 19 мг на 100 см<sup>3</sup>.

Таким образом, сравнительный анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что присадка марки «Агидол-1» показала наилучшие результаты и позволила почти в 2 раза улучшить данные физико-химические свойства реактивного топлива.

В качестве противодокристаллизационных присадок были изучены следующие марки присадок: «И», «И-М», ТГФ-М. Концентрация присадок была выбрана в пределах, рекомендуемых производителем, - 0,1 - 0,3% (мас. доля). Данные по результатам исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний базового топлива в присутствии и в отсутствии противодокристаллизующих присадок марок: «И», «И-М», «ТГФ-М».

Температурные характеристики, °С	Без присадки	С присадкой марки «И»	С присадкой марки «И-М»	С присадкой марки «ТГФ-М»
Температура начала кристаллизации, °С	-55	- 56	-57	-56

Сопоставление данных, полученных в присутствии различных марок противодокристаллизующих присадок, приведенных в таблице 2, говорит о том, что все марки оказывают примерно одинаковое влияние.

Так, по эффективности противодокристаллизационные жидкости «И» и «ТГФ-М» оказались аналогичны. Добавление данных присадок к базовому топливу приводит к снижению температуры кристаллизации на 1°С. Лучшей в ряду изученных является

противодокристаллизационная жидкость «И-М», присутствие которой позволило уменьшить температуру замерзания на 2 °С.

Улучшение противоизносных свойств гидроочищенных топлив является важной и актуальной проблемой, которая решается добавлением противоизносных присадок. Желательно, чтобы присадки не повышали кислотности топлива после ее добавления, и не оказывали какого-либо отрицательного влияния на материалы топливной системы. В качестве

Таблица 3 – Влияние противоизносных присадок различных марок на кинематическую вязкость и кислотность базового топлива

Физико-химический показатель	Без присадки	С присадкой «К»	С присадкой «Hitek-580»
Кинематическая вязкость мм <sup>2</sup> /с	1,25	1,46	1,39
Кислотность мг КОН/100 см <sup>3</sup>	0,5	0,7	0,5

На основании данных, приведенных в таблице 3, можно сделать вывод о том, что присадка марки «К» положительно влияет на противоизносные свойства топлива, но при добавлении этой присадки увеличивается кислотность с 0,5 до 0,7 мг КОН/100 см<sup>3</sup>. Учитывая это, целесообразно использовать присадку «Hitek-580», в связи с тем, что она не оказывает влияние на повышение кислотности. Немаловажную роль в выборе в пользу присадки «Hitek-580» является тот факт, что данная присадка имеет меньшую себестоимость.

#### Заключение

Исследование кислотности и термоокислительной стабильности показало, что лучшей из представленных присадок является присадка «Агидол-1». В ряду изученных противодокристаллизационных жидкостей наилучшие результаты показала жидкость «И-М». Исследование кинематической вязкости топлива марки РТ показано, что присадка марки «К» увеличила показатель кинематической вязкости с 1,25 мм<sup>2</sup>/с до 1,46 мм<sup>2</sup>/с. Данные цифры говорят о том, что присадка положительно влияет на противоизносные свойства топлива. Однако, присадка «К» отрицательно влияет на кислотность нефтепродукта. Присадка «Hitek-580» увеличила показатель кинематической вязкости с 1,25 мм<sup>2</sup>/с до 1,39 мм<sup>2</sup>/с. При этом, присутствие при-

присадок были исследованы присадки марок: Hitek-580 и «К». Концентрация присадок взята в количестве, рекомендуемой производителем, - 0,001–0,004 % (мас. доля).

В качестве противоизносных присадок были исследованы присадки марок Hitek-580 и «К».

Результаты исследования влияния противоизносных присадок на свойства реактивного топлива марки «РТ» приведены в таблице 3.

различных марок на кинематическую вязкость и

сладки не приводит к увеличению кислотности топлива.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинина А.В. Исследование физико-химических свойств авиационного топлива. / Материалы МНК студентов и молодых ученых «Фараби ЭЛЕМИ», Алматы, Казахстан, 6-9 апреля 2020 г. – С. 9.
2. Федоров Е.П. Перспективы развития топлив для авиатехники с газотурбинными двигателями. // Журнал «Двигатель», Издательство: Редакция журнала «Двигатель». – Москва, 2015. – С.8.
3. Лихтерова Н.М. Проблема оценки противоизносных свойств современных отечественных реактивных топлив.// Журнал «Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации», № 206.- Москва, 2014. –С.37.

#### REFERENCES

1. Druzhinina A.V. Issledovanie fiziko-khimicheskikh svoistv aviatsionnogo topliva. / Materialy MNK studentov i molodykh uchenykh «Farabi ЭЛЕМИ», Almaty, Kazakhstan, 6-9 aprelya 2020 g. – S. 9 (in Russian)
2. Fedorov E.P. Perspektivy razvitiya topliv dlya aviatekhniki s gazoturbinnymi dvigatelyami. // Zhurnal «Dvigatel'», Izdatel'stvo: Redaktsiya zhurnala «Dvigatel'». – Moskva, 2015. – S.8 (in Russian)
3. Likhterova N.M. Problema otsenki protivoinosnykh svoistv sovremennykh otechestvennykh reaktivnykh topliv.// Zhurnal «Nauchnyi vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoi aviatsii», No 206.- Moskva, 2014. –S.37 (in Russian)