

УДК 621.45.04

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗОВ ТОПЛИВА НА НАЛИЧИЕ В НЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ИЗНАШИВАНИЯ

А.Н. КОЗЛОВ, М.Л. НЕМЧИКОВ, К.И. ГРЯДУНОВ, И.С. МЕЛЬНИКОВА

В статье приведены результаты эксперимента, подтверждающие возможность определения состояния насосных агрегатов средств топливообеспечения аэропортов.

**Ключевые слова:** отбор проб, авиационное топливо, АДК «Призма», частицы изнашивания.

В практике эксплуатации машин и механизмов широко применяются методы неразрушающего контроля. В гражданской авиации широко используются методы диагностирования состояния авиадвигателей по результатам многоэлементного спектрального анализа проб масла из маслосистемы. В данной статье приведены результаты оценки технического состояния насосных агрегатов, применяемых в оборудовании авиатопливообеспечения.

В основу настоящей работы положена вышеупомянутая методика диагностирования состояния двигателя с использованием рентгено-флюоресцентного энергодисперсионного анализатора АДК «ПРИЗМА». В качестве среды исследования выбрано авиатопливо ТС-1 с изменением процедуры анализа образцов осадка, выделенного из топлива в процессе его фильтрации через стандартные лабораторные фильтры, используемые в действующей методике.

Это, в свою очередь, потребовало использования нижеперечисленных стандартных методик:

- ASTM D 5452 «Стандартный метод испытания для определения содержания загрязнения в виде частиц в авиатопливах при помощи лабораторной фильтрации»;
- ASTM D 2276 «Стандартный метод испытания для определения содержания загрязняющей примеси в виде частиц в авиационном топливе путем отбора из трубопроводной линии»;
- ASTM D 5452-08 «Стандартный метод определения загрязнений авиационных топлив твердыми частицами с помощью лабораторной фильтрации»;
- ОСТ 1.4144 «Метод определения гранулометрического состава механических примесей в рабочих жидкостях. Метод анализа»;
- ГОСТ 17216 «Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей»;
- ГОСТ 10577 «Нефтепродукты. Метод определения содержания механических примесей».

Подобные комплексные оценочные испытания позволяют судить о состоянии эксплуатируемого оборудования в составе ТЗК.

В лаборатории химмотологии МГТУ ГА был проведен эксперимент, суть которого заключалась в опробовании методики идентификации частиц металлов, составляющих основу трущихся поверхностей насосных агрегатов, входящих в технологические схемы подготовки и заправки авиатоплива в воздушные суда.

Измерения проводились в серии проб, отобранных в одном из российских ТЗК в ходе инспекционной проверки (всего 19 проб) с различных точек оборудования технологической цепочки. Подготовка к измерениям и непосредственное определение проводилось в соответствии со штатной методикой, используемой при эксплуатации прибора. Объем каждой пробы составлял 60 мл.

Результаты эксперимента показаны в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента			
Номер пробы	Содержание Fe в пробах, г/т	Содержание Cr в пробах, г/т	Место отбора пробы
1	0,01	-	РВС-1000 №2 (приемный резервуар, кран слива отстоя)
2	0,02	-	РВС-1000 №3 (приемный резервуар, кран слива отстоя)
3	0,30	0,02	Пункт налива №2 (перед фильтром ФГН-120)
4	0,00	-	Пункт налива №2 (ННЗ)
5	0,00	-	Пункт налива №3 (перед фильтром ФГН-120)
6	0,02	-	Пункт налива №3 (после фильтра ФГН-120)
7	0,07	-	Пункт налива №3 (ННЗ)
8	0,00	-	АТЗ-18 №1 (ННЗ справа)*
8	0,03	-	АТЗ-18 №1 (ННЗ слева)
10	0,01	-	АТЗ-18 №2 (ННЗ справа)
11	0,07	-	АТЗ-18 №2 (ННЗ слева)
12	0,05	-	АТЗ-18 №2 (ННЗ справа)
13	0,00	-	ПЦ-13 №1 (кран слива отстоя)
14	0,13	-	ПЦ-13 №2 (кран слива отстоя)
15	0,15	-	ПЦ-13 №3 (кран слива отстоя)
16	0,16	-	ПЦ-13 №4 (кран слива отстоя)
17	0,23	-	ПЦ-15 №1 (кран слива отстоя)
18	0,04	-	АТЗ-18 №2 (кран слива отстоя)
19	0,15	-	АТЗ-18 №2 (кран слива отстоя)

\* - гаражный номер АТЗ

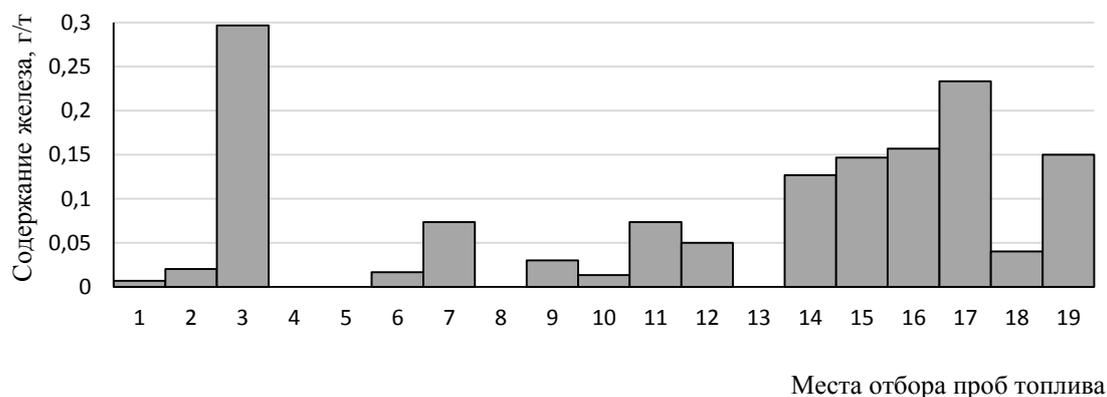


Рис. 1. Содержание железа в пробах авиатоплива

Результаты эксперимента показывают, что в большинстве проб присутствуют примеси частиц металла (в основном железа).

Оценивая полученные результаты, можно сделать заключение, что в пробах 3, 14-17 и 19 концентрация частиц Fe значительно выше, чем в остальных пробах, а в пробе 3 обнаружена небольшая концентрация частиц Cr. Все эти пробы (за исключением пробы 3) отобраны из кранов или зон слива отстоя. Измеренные концентрации в данных пробах колеблются в интервале 0,13 – 0,3 г/т, тогда как в остальных пробах эта величина не превышает значения 0,07 г/т. В целом можно говорить о удовлетворительном состоянии насосного оборудования, применяемого в данном ТЗК.

Для окончательной отработки методики анализа и отбора проб необходимо провести дополнительные испытания, позволяющие сделать статистическую оценку полученных результатов.

Особое внимание следует обратить на выбор точек отбора проб с целью обеспечения их представительности.

Система отбора проб должна обеспечивать наиболее полный сбор диагностической информации и может быть реализована различными способами. При этом отбор проб не должен создавать помех потоку топлива и отвечать всем требованиям к проектированию топливозаправочного оборудования. Конструктивные решения должны разрабатываться на местах. Например, возможно введение байпасов, специальных фильтроэлементов с тонкостью фильтрации 2-5 мкм. Данная тонкость фильтрации позволит отслеживать начало разрушения конструктивных элементов (гранулометрические анализы указывают на то, что при наличии большого количества частиц размером 1-5 мкм имеет место начало разрушения – «приработка дефекта», а при увеличении размеров частиц до 30 мкм и более имеется разрушение конструктивных элементов [1; 2]). С целью диагностирования оборудования данные фильтроэлементы осматриваются с определенной периодичностью.

Подводя итоги, можно сделать предварительный вывод о полезности внедрения подобных методов контроля оборудования ТЗК с целью повышения безопасности полетов ЛА как составной части комплексной методики, применяющейся в настоящее время для оценки состояния оборудования ТЗК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заславский Ю.С., Артемьева В.П. *Новое в трибологии смазочных материалов*. М.: Нефть и газ, 2001. 480 с.
2. Костецкий Б.И., Носовский И.Г., Караулов А.К. *Поверхностная прочность материалов при трении*. Киев: Техника, 1976.

#### FUEL SUPPLY TECHNICAL EQUIPMENT DIAGNOSTICS POSSIBILITY ASSESTMENT BY FUEL ANALISYS RESULTS ON METAL WEAR PARTICLES PRESENCE IN IT

Kozlov A.N., Nemchikov M.L., Gryadunov K.I., Melnikova I.S.

The article presents an experiment results, confirming airport fuel pumps condition determination possibility.

**Keywords:** sampling, aviation fuel, ADK «Prizma», wear particles.

#### REFERENCES

1. Zaslavskij Ju.S., Artem'eva V.P. *Novoe v tribologii smazochnyh materialov*. M.: Neft' i gaz. 2001. P. 480. (In Russian).
2. Kosteckij B.I., Nosovskij I.G., Karaulov A.K. *Poverhnostnaja prochnost' materialov pri trenii*. Kiev: Tehnika. 1976. (In Russian).

#### Сведения об авторах

**Козлов Александр Николаевич**, 1945 г.р., окончил МИНХ и ГП им. Губкина (1968), доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов МГТУ ГА, автор более 50 научных работ, область научных интересов – диагностика авиационных ГТД, авиационная химмотология топлив и масел.

**Немчиков Михаил Львович**, 1948 г.р., окончил МХТИ им. Менделеева (1972), доцент кафедры авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов МГТУ ГА, автор более 50 научных работ, область научных интересов – диагностирование авиационных ГТД, авиационная химмотология топлив и масел.

**Грядунов Константин Игоревич**, 1986 г.р., окончил МГТУ ГА (2008), инженер кафедры авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов МГТУ ГА, автор 16 научных работ, область научных интересов – эксплуатация летательных аппаратов, диагностирование пар трения ГТД.

**Мельникова Ирина Сергеевна**, окончила Дзержинский политехнический институт (2006), сотрудник ЦСавиаГСМ ГосНИИ ГА, автор 3 научных работ, область научных интересов – диагностика авиационных ГТД, авиационная химмотология топлив.