

УДК 621.45.04

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ И МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ В НИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

М.Л. НЕМЧИКОВ, Е.А. КОНЯЕВ, А.Н. КОЗЛОВ, К.И. ГРЯДУНОВ

В статье приведены результаты исследований состава и концентрации механических примесей с разных слоев штатного фильтроэлемента Fuel monitor фирмы Velcon марки CDF 230 F, снятого с топливозаправщика, с целью оценки эффективности его работы и возможности прогнозирования ресурса технологического оборудования с использованием рентгенофлуоресцентного анализатора АДК «Призма».

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

В последнее время на кафедре АТОиРЛА МГТУ ГА проводятся поисковые работы по подбору и отработке методики мониторинга состава загрязнений в авиационном топливе в разных точках технологической цепочки его хранения и заправки в условиях ТЗК с целью оценки состояния и прогнозирования ресурса оборудования ТЗК.

Проводилась оценка содержания металлических частиц в пробах топлива, отобранных с разных точек технологической цепочки ТЗК, путем фильтрации 50 мл отобранной пробы топлива через фильтр «Владипор» и ее анализа на установке АДК «Призма», позволяющим достоверно определять концентрации присутствующих в пробах металлов с точностью до 1 г/т.

Результаты этих экспериментов показали, что имеется возможность оценки состава мехпримесей по их концентрациям и составу в отобранной пробе топлива и изменения этих концентраций в процессе эксплуатации. Данный подход может обеспечить контроль за состоянием технологического оборудования ТЗК. Результаты работы изложены в статье [1].

К недостаткам этой процедуры следует отнести трудности отбора представительной пробы топлива для последующего объективного анализа. Это обстоятельство оказывает значительное влияние на результаты проведения измерений и достоверность выводов.

В данной работе предложен следующий подход оценки состава мехпримесей в топливах ТЗК. Предложено измерять концентрации механических примесей, накапливающихся в штатных фильтромониторах, эксплуатирующихся в составе топливо заправщика.

Для оценки возможности определения содержания мехпримесей на фильтроэлементах был использован топливный фильтромонитор фирмы Velcon марки CDF 230 F (фильтрация снаружи – внутрь), представленный на рис. 1, снятый с топливозаправщика. С фильтра была снята верхняя защитная сетка и проведены надрезы по глубине слоев фильтрующего материала (целлюлоза и стеклоткань) (рис. 2). Вырезанные с разных слоев образцы (рис. 3) проанализированы на АДК «Призма» по стандартной методике. Результаты измерений приведены в табл. 1–3 и на рис. 4.



Рис. 1. Фильтроэлемент Velcon марки CDF 230 F



Рис. 2. Разобранный фильтроэлемент



Рис. 3. Образцы, вырезанные с разных слоев фильтроэлемента

Таблица 1

**Результаты анализа в концевой части фильтра с топливозаправщика на АДК «Призма»**

Слой	Содержание элементов, у.е.м.						
	Ti	Fe	Zn	Ca	V	Mn	Sn
Внешний (1)	0,14	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,70	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,80	0,91	4,40	5,00	0,30	0,00	0,00
4	1,80	2,50	5,00	7,60	0,81	0,10	0,00
5	2,50	1,50	6,10	7,80	1,10	0,10	1,00
6	1,60	0,70	4,60	2,60	0,70	0,00	0,00

Таблица 2

**Результаты анализа центральной части фильтра с топливозаправщика на АДК «Призма»**

Слой	Содержание элементов, у.е.м.						
	Ti	Fe	Zn	Ca	V	Mn	Sn
Внешний (1)	1,80	0,60	4,60	5,90	0,80	0,10	0,90
2	0,40	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,50	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
6	2,30	1,50	6,40	2,60	1,00	0,10	0,00
7	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 3

**Результаты анализа концевой части фильтра с топливозаправщика на АДК «Призма»**

Слой	Содержание элементов, у.е.м.						
	Ti	Fe	Zn	Ca	V	Mn	Sn
Внешний (1)	1,60	0,70	4,30	5,10	0,80	0,10	0,90
2	0,70	0,05	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
6	2,20	3,40	6,40	2,80	1,00	0,00	0,80
7	0,30	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00

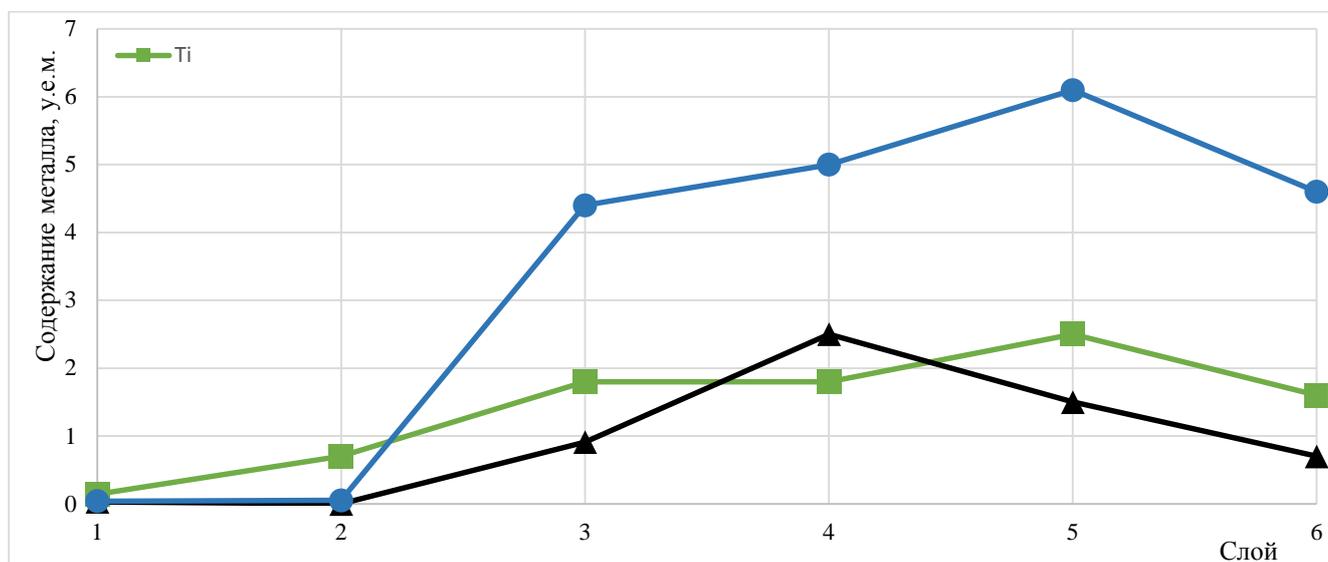


Рис. 4. Распределение металлов по слоям фильтроэлемента в концевой части

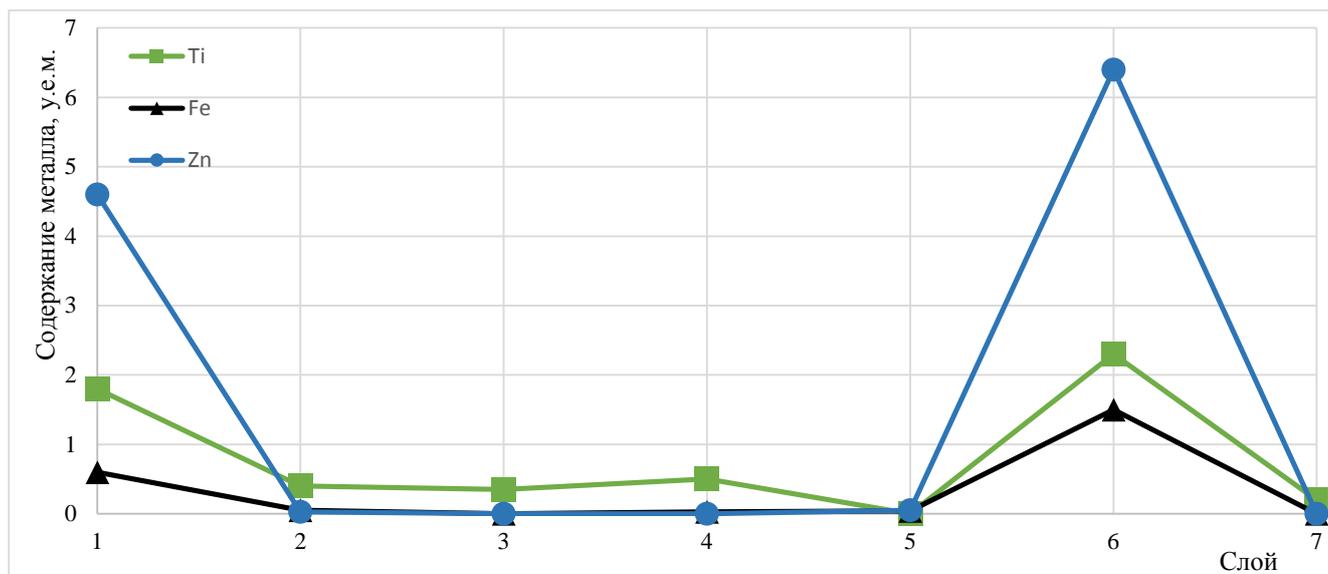


Рис. 5. Распределение металлов по слоям фильтроэлемента в центральной части

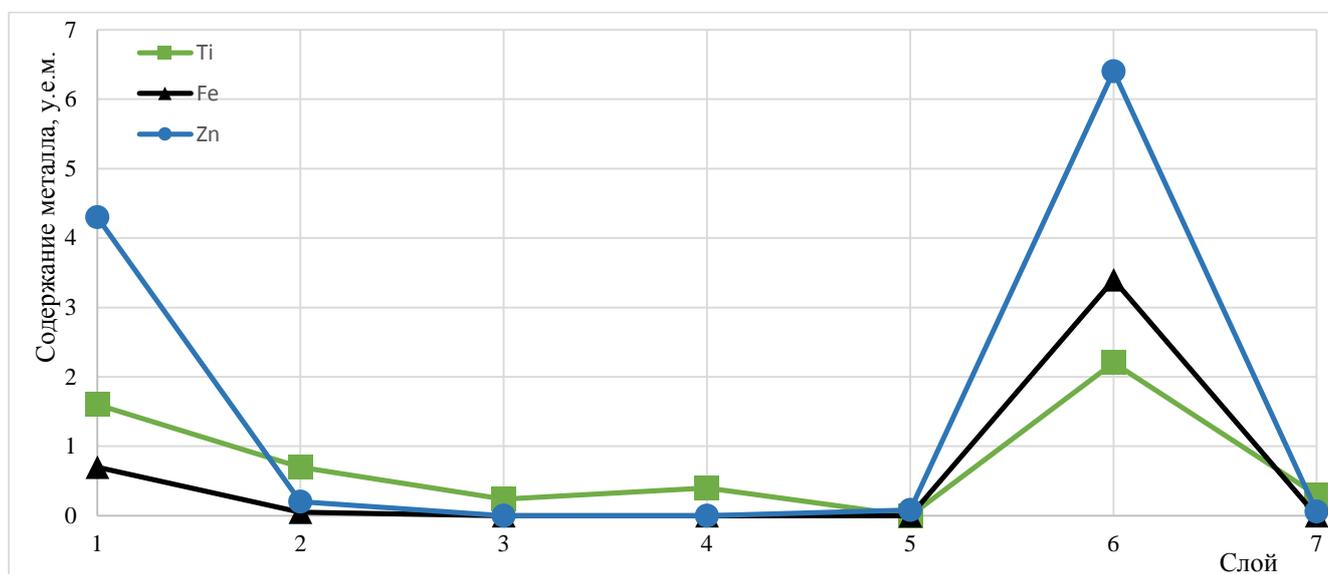


Рис. 6. Распределение металлов по слоям фильтроэлемента в концевой части

Из приведенных данных видно, что такой подход к оценке состава мехпримесей позволяет более подробно отследить их присутствие в авиатопливе. Кроме того, по полученным результатам можно судить не только о составе мехпримесей, но и о емкости и эффективности поглощения мехпримесей разными по составу слоями фильтроэлемента и разными типами фильтроэлементов.

Из проведенных анализов ясно, что фильтр работает эффективно, адсорбируя в слоях бумаги содержащиеся в топливе металлы. В слоях ваты (стеклоткани) адсорбция металлов в разы меньше. По составу примесей можно заключить, что основную часть обнаруженных примесей составляют Ca, Zn, Fe и Ti. Их присутствие можно косвенно объяснить попаданием внешних атмосферных частиц (Ca), а также процессами вымывания Zn с внутренней поверхности трубопроводов, коррозионными процессами (Fe), а также компонентами защитных внутренних покрытий (Ti). Наличие в некоторых слоях фильтроэлементов Mn и Sn требует дополнительных уточнений, а источником V может служить сама нефть, в которой этот элемент присутствует в следовых концентрациях.

Применение в качестве размерности условных единиц массы (у.е.м.) объясняется неопределенностью по количеству топлива, прокачанного в процессе работы данного фильтроэлемента. Требуется уточнения и отношение площади исследуемого образца к общей площади

фильтроэлемента. При определенной заинтересованности эксплуатантов оборудования, эти расчеты легко могут быть выполнены.

## ВЫВОДЫ

1. По результатам анализов фильтроэлементов на наличие в них металлов имеется возможность оценить как состояние фильтроэлементов, использующихся на топливозаправщиках, так и состояние технологического оборудования ТЗК.

2. Имеется возможность организовать отбор представительных проб при проведении мониторинга технологического оборудования ТЗК.

3. Очевидна целесообразность проведения дальнейших работ в данном направлении с целью отработки методики проведения испытаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка возможности диагностирования технических средств топливообеспечения по результатам анализа топлива на наличие в нем металлических частиц изнашивания / А.Н. Козлов, М.Л. Немчиков, К.И. Грядун, И.С. Мельникова // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 217. С. 54–56.

## EVUALATING FILTER ELEMENT OPERATION EFFICIENCY AND MONITORING CONTENT IN THEM MECHANICAL IMPURITY FROM AVIATION FUEL

**Nemchikov M.L., Konyaev E.A., Kozlov A.N., Gryadunov K.I.**

The article provides the research results of the mechanical impurity composition and concentration from the different layers of standard filter element Fuel monitor Velcon CDF 230 F, removed from the fueller in order to evaluate its operation efficiency and equipment resource forecasting capabilities of X-ray fluorescence analyzer ADC "Prizma".

**Key words:** aviation fuel, filters, ADC "Prizma", the particles of wear.

## REFERENCES

1. **Kozlov A.N., Nemchikov M.L., Grjadunov K.I., Mel'nikova I.S.** Ocenka vozmozhnosti diagnostirovaniya tehniceskikh sredstv toplivoobespechenija po rezul'tatam analiza topliva na nalichie v nem metallicheskih chastic iznashivaniya. Nauchnyj vestnik MGTU GA. 2015. № 217. S. 54–56.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Немчиков Михаил Львович**, область научных интересов – диагностика авиационных ГТД, авиационная химмотология топлив и масел.

**Коняев Евгений Алексеевич**, доктор технических наук, профессор.

**Козлов Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент.

**Грядун Константин Игоревич**, область научных интересов – эксплуатация летательных аппаратов, диагностирование пар трения ГТД.