

УДК 621.89+665.6

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЬНОЙ ЧАСТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ОТСТАИВАНИЯ АВИАТОПЛИВА И МАСЕЛ

А.Н. ТИМОШЕНКО, К.И. ГРЯДУНОВ

Статья представлена доктором технических наук, профессором Коняевым Е.А.

Рассматриваются вопросы выбора критериев модельной частицы загрязнения для математического описания процесса отстаивания авиатоплива и масел.

Ключевые слова: авиационное топливо, отстаивание, механические примеси, модель седиментации.

Механические примеси способны привести к нарушению топливопитания авиадвигателя вплоть до полного его прекращения. Эти отказы могут носить внезапный характер. Тяжесть последствий отказов систем авиадвигателя от воздействия механических примесей является причиной нормирования промышленной чистоты авиатоплива. Ожидаемые условия эксплуатации воздушных судов включают промышленную чистоту авиатоплива в качестве эксплуатационного фактора. С целью обеспечения нормы промышленной чистоты авиатопливо в обязательном порядке подвергается очистке перед применением в ВС. Обязательной технологической операцией в составе технологического процесса подготовки авиатоплива является его отстаивание. Еще одно название этого процесса – седиментация.

Скорость и соответственно время оседания частиц механических примесей зависит от плотности, вязкости и температуры авиатоплива, а также от плотности, размера и формы самих частиц. Однако в нормативной документации гражданской авиации установлена фиксированная продолжительность отстаивания независимо от физических параметров авиатоплива и механических примесей – 4 часа на один метр уровня авиатоплива, налитого в резервуар. Фиксированный норматив продолжительности отстаивания может оказаться как недостаточным для очистки авиатоплива, так и избыточным.

Актуальным для эксплуатации мог бы стать переход от фиксированного норматива к так называемому расчетному методу определения продолжительности отстаивания, основанному на использовании модели седиментации механических примесей в авиатопливе в зависимости от параметров авиатоплива и частиц механических примесей.

Этот метод широко используется в других отраслях производства. При этом модели седиментации разрабатываются для конкретных технологических условий. Общее в моделях то, что расчет силы сопротивления основан на решении системы уравнений Навье-Стокса для движения шара в жидкости.

Характерный состав механических примесей в авиатопливе различен и зависит от способа его транспортировки, состояния емкостей транспортных средств и резервуаров, природно-климатической зоны, ветровой нагрузки и других факторов. Некоторые виды характерного состава механических примесей представлены рис. 1.

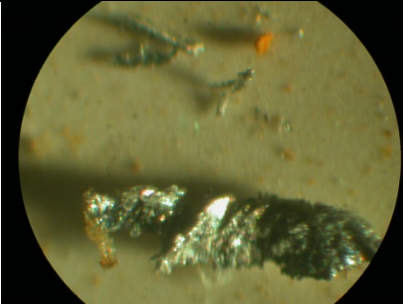
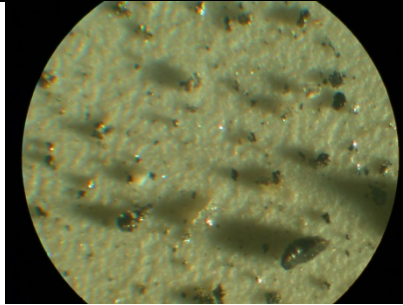
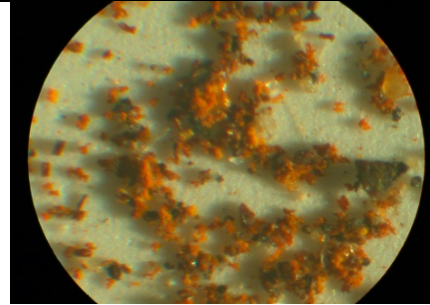
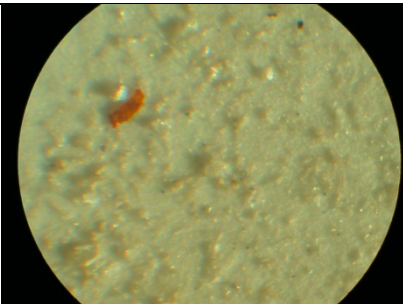
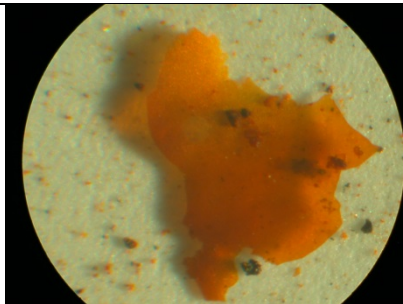
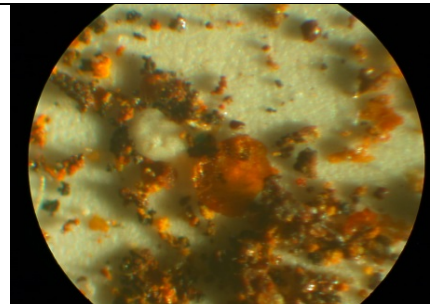
		
Механические примеси, состоящие преимущественно из крупной стальной стружки	Механические примеси, состоящие преимущественно из мелкой стальной стружки	Механические примеси, состоящие преимущественно из окиси железа
		
Механические примеси, состоящие преимущественно из кварца	Механические примеси, состоящие преимущественно из частиц лакокрасочного покрытия	Механические примеси смешанного состава (окись железа, кварц, металлическая стружка, частицы лакокрасочного покрытия)

Рис. 1. Состав механических примесей в авиатопливе

За время отстаивания, рассчитанное с помощью модели седиментации, из авиатоплива должны быть гарантированно удалены все опасные для авиадвигателя частицы механических примесей.

То есть, модель седиментации предназначена для определения физической детерминированной границы безопасности между чистым и загрязненным авиатопливом. При продолжительности отстаивания равной или большей расчетной все опасные частицы должны удаляться из авиатоплива. При продолжительности отстаивания меньшей расчетной опасные частицы могут в нем оставаться.

Таким образом, в модели в виде параметров модельной частицы механических примесей должны быть учтены параметры самых медленно седиментирующих опасных частиц.

Наиболее опасные виды отказов возможны по причине заклинивания золотника (плунжера) из-за его перекоса вследствие попадания абразивных частиц. Этот механизм отказа определяет требования к абразивным свойствам модельной частицы, т.е. определяет требования к твердости и размеру частицы.

Твердость частицы должна превышать твердость поверхности сопрягаемых деталей прецизионных пар.

Максимальные размеры частиц не должны превышать значений зазоров прецизионных пар топливорегулирующей автоматики, т.е. номинальной толщины фильтрации топливных фильтров на входе в авиадвигатель, как это определено в Нормах летной годности: «перед основным насосом каждого двигателя должен быть предусмотрен фильтр с толщиной очистки, соответствующей руководству по эксплуатации двигателя» (п. 7.1.4.1) [1]. Сведения о толщине фильтрации фильтров на входе в насосы высокого давления ряда отечественных реактивных двигателей сведены в таблицу.

Таблица

Тонкость фильтрации фильтров низкого давления
некоторых типов отечественных турбореактивных двигателей

Тип двигателя	Тип фильтра	Тонкость фильтрации, мкм	
		номинальная	абсолютная
НК-8-2У	82.654.000	12	16
Д-30 КУ-2 Д-30 КП-2 Д-30 КУ-154 2 сер	350.003В	12	16
НК-86	8Д2.966.697-07	16	25
ПС-90	8Д2.966.697 РЭ	16	25

Минимальной скоростью седиментации (при равных размерах) обладают частицы с минимальной плотностью.

Скорость оседания частиц зависит также от их формы.

Таким образом, модельная частица механических примесей в авиатопливе для описания процесса седиментации должна одновременно удовлетворять критериям, приведенным на рис. 2.



Рис. 2. Критерии выбора модельной частицы для описания процесса седиментации

Требованиям к модельной частице механических примесей для описания процесса отстаивания удовлетворяет частица кварца.

Критериями достаточности отстаивания авиатоплива от механических примесей должно быть удаление в процессе отстаивания частиц кварца (модельных частиц), размеры которых превышают норматив, установленный в Нормах летной годности. Анализ данных о номинальной тонкости фильтрации фильтров низкого давления отечественных авиадвигателей позволил определить этот размер - 12 мкм.

Критерии достаточности отстаивания авиатоплива позволяют оценить завершенность процесса отстаивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единые нормы летной годности гражданских транспортных самолетов стран-членов СЭВ (ЕНЛГ – С). - М.: ЦАГИ, 1985.

CONTAMINATION PARTICLE PARAMETERS CHOICE CRITERIONS FOR AVIATION FUEL AND OIL SEDIMENTATION MODELING

Timoshenko A.N., Gryadunov K.I.

Model contamination particle choice criterions questions for aviation fuel and oil sedimentation modeling are observed.

Key words: aviation fuel, sedimentation, contamination, sedimentation model.

Сведения об авторах

Тимошенко Андрей Николаевич, 1958 г.р., окончил МИИГА (1981), заместитель директора ЦС ГСМ ГосНИИ ГА, автор 25 научных работ, область научных интересов – эксплуатация воздушного транспорта, обеспечение качества авиационных ГСМ.

Грядунов Константин Игоревич, 1986 г.р., окончил МГТУ ГА (2008), аспирант МГТУ ГА, автор 14 научных работ, область научных интересов – эксплуатация летательных аппаратов, диагностирование пар трения ГТД.