

## Метрологическое обеспечение сертификации авиационных масел

### Метрология и приборостроение

Джамаллы О.А.

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности*  
E-mail: dzhamally95@mail.ru

Рассматриваются основные сведения об авиационных маслах, устранение проблем, возникающих из-за низкого качества такого рода масел, проведение сертификационных испытаний, а также даётся информация о современных высококачественных маслах используемых в этой области.

*Ключевые слова:* авиационные масла, сертификация, двигатели, качество, современные стандарты, требования

#### Введение

В наше время представить транспорт без самолётов и вертолётов практически невозможно. Авиация прошла довольно долгий путь до достижения данного уровня развития. Революция в строении авиационных двигателей началась в двадцатом веке. В те времена основной задачей инженеров являлось обеспечение того, чтобы двигатели отработывали хотя бы короткий срок. Во время войны, несмотря на все возникшие проблемы в двигателях, самолёты справились со всеми боевыми задачами.

Безопасный полёт и высокое качество летательных аппаратов – эти два понятия играют огромную роль в современной авиации. Самолёты и вертолёты должны снабжаться надёжными двигателями. Так что же влияет на долговечность двигателей летательных аппаратов? Авиационные масла обеспечивают это свойство двигателей, а основной целью таких масел является смазка редукторов силовых установок и двигателей летательных аппаратов. Также они служат для предохранения деталей от износа и коррозии, для уменьшения трения и удаления твердых частиц из зоны трения. Поэтому применение авиационных масел, соответствующих требованиям современных стандартов, считается обязательным. Развитие авиационного двигателестроения дало возможность накопить достаточный опыт в работе с авиационными маслами. Наряду с этим наблюдалось повышение скоростей движения и нагрузки на трущиеся детали двигателей, а также увеличение теплового напряжения. Высокая термоокислительная и термическая стабильность, низкая агрессивность к конструкционным и уплотнительным материалам, хорошие пусковые и смазывающие свойства являются основными параметрами, которыми должны обладать современные авиационные масла. В этот список также относятся малая вспениваемость и высокая температура вспышки. На авиационное масло в двигателе воздействуют высокие температуры, а смазываемые детали остаются под большим давлением и подвергаются окислению кислородом. Конструктивные характеристики и тип двигателей напрямую определяют условия, в которых масла будут работать. Возможно, что находящийся в разных климатических условиях тот же самый двигатель будет смазан маслами разного качества. Это связано с тем, что для каждого авиационного двигателя требуется масло с различной, соответствующей этому двигателю вязкостью [3].

#### Постановка задачи

Как было сказано выше, авиационные масла должны обеспечивать, во-первых, хорошую смазку трущихся деталей, а во-вторых – предотвращать их износ. Имеются также не-

которые проблемы, возникающие в течение долгой работы масел, заключающиеся в том, что масла дают отложения, которые становятся причиной перегрева и загрязнения агрегатов, двигателей и приборов. Нетоксичность и малая огнеопасность также являются одними из основных требований предъявляемых к авиационным маслам. Авиационные масла условно можно разделить на разные области применения: масла, применяемые для поршневых двигателей; масла для турбовинтовых двигателей; масла для турбореактивных двигателей и масла для вертолётов. В отдельности турбореактивные и турбовинтовые двигатели считаются газотурбинными двигателями.

Нынешние газотурбинные двигатели имеют очень жесткие условия работы. К примеру, высокая температура достигающая 300°C, и большие частоты вращения турбин. При эксплуатации газотурбинных двигателей работа масел прежде всего зависит от количества тепла, которое отводится от поверхности трения деталей, а также характеризуется скоростью прокачивания этого масла через двигатель. В газотурбинных двигателях масло имеет температуру на входе от 20-50°C, а на выходе – зависит от теплонапряжённости этого двигателя, к тому же в двигателях такого вида масло подводится к узлам трения не только с целью смазки поверхностей трения, но и для того чтобы отвести от этих узлов тепло. Чтобы предотвратить перегрев масло должно подводиться к подшипникам, шлицевым соединениям, зубчатым колёсам и контактными уплотнителям. В радиально упорных шарикоподшипниках роторов газотурбинных двигателей наблюдается самый высокий уровень тепловыделения, связано это с тем, что они воспринимают осевую нагрузку, вследствие этого к ним подводится больше масла чем к другим элементам.

Как уже отмечалось выше, каждый двигатель требует масло с соответствующей вязкостью. В турбовинтовых двигателях масла более вязкие, что связано с использованием в двигателях редуктора воздушного винта, и для такого редуктора нужны масла с повышенной несущей способностью. Что касается турбореактивных двигателей, то тут применяют маловязкие масла. Рассмотрим каждый вид двигателя по отдельности.

В поршневых двигателях условия работы масел тяжелые, причиной этому является высокая температура, создаваемая во внутренней части поршней, клапанов и в зоне поршневых колец. Масла марок МС-14, МС-20 предназначены для поршневых двигателей. Масло МС-14 предназначено для смазки осевых шарниров втулок винтов вертолётов и является маслом селективной чистки. Масло МС-20 – область применения этих масел поршневые двигатели самолётов, применяют также в составе смесей вместе с маслами МС-8, МС-8п в смазочных системах турбовинтовых двигателей в осевых шарнирах втулок винтов вертолётов. Также является маслом селективной чистки.

Условия работы смазочных масел в турбореактивных двигателях отличаются от условий работы масел в поршневых двигателях. Это различие, прежде всего, связано с конструктивными особенностями турбореактивных двигателей. Еще одним отличием является то, что смазочное масло в этих двигателях изолировано от камеры сгорания, её также называют зоной горения топлива. В отличие от поршневых двигателей, где трение – это трение скольжения, в турбореактивных двигателях это трение качения. Масла МК-8, МК-8п и МК-6 – ранее используемые авиационные масла и на данный момент они не производятся.

Применение масел с высокой вязкостью для турбовинтовых двигателей связано с наличием в них многоступенчатых зубчатых передач, которые в свою очередь работают при больших частотах вращения и передают большие усилия, поэтому и выдержать такую нагрузку могут только масла с высокой вязкостью.

Авиационные масла для вертолётов предназначены для смазки двигателей, шарниров втулок винтов и редукторов трансмиссии. К примеру, в вертолётах МИ-6 и МИ -10 применяются масла МС-8п и МС-8рк, а в вертолётах МИ-2 и МИ-8 – синтетическое масло Б-3В [3, 6].

Перед производителем авиационных масел стоит серьезная цель, заключающаяся в производстве масла, которое обеспечит долговременную работу авиационных двигателей. Ниже даётся перечень основных требований предъявляемых к авиационным маслам: возможно меньшая вязкость, но достаточная для создания надежного жидкостного слоя в зазорах при максимальной рабочей температуре, резкое возрастание вязкости с повышением давления, пологая вязкостно-температурная характеристика, низкая температура застывания, хорошая смазывающая способность и высокая нагрузочная прочность пленки, кроме этого отсутствие нестабильных составных частей, выделяющихся в виде отложений в

двигателе, отсутствие коррозионно-активных примесей и химически нестабильных составных частей, которые склонны к превращению в коррозионно-активные вещества, высокая температура вспышки, характеризующая стойкость против испарения и выгорания во время работы двигателя, а также низкая огнеопасность масла и физическая однородность, выраженная в отсутствии механических примесей и воды.

### Решение задачи

Используемые раньше авиационные масла уже не производятся, но были разработаны более современные масла, которые по своему составу намного превосходят масла производимые в те годы. Имеются несколько причин, по которым необходимо создать новые авиационные масла. Это низкое качество смазочных масел для газотурбинных двигателей и отсутствие масел работоспособных при температуре 225°C. Создание нового вида авиационного масла является одним из методов решения проблемы низкого качества работы авиационных двигателей. Для того чтобы создать новое масло, нужно осуществить несколько этапов. В этот перечень включены проведение лабораторных исследований для выбора наилучшего состава опытного масла, исследование уровня качества производства и проведение мероприятий по эксплуатации опытных масел, т.е. эксплуатация под наблюдением, использование опытного масла в авиационных аппаратах серийного выпуска и лётные испытания [2]. Технически совершенные минеральные масла сохраняют работоспособность до температуры 150°C включительно, но этого не хватает для самых современных газотурбинных двигателей, и поэтому необходимо применение синтетических масел работоспособных до температуры 200°C включительно. Приведём несколько примеров авиационных масел, применяемых в настоящее время.

Масло ВНИИ НП-50-1-4у высококачественное синтетическое диэфирное масло, предназначенное для турбореактивных двигателей самолётов. Масло содержит более эффективный ряд присадок, в таком случае термоокислительная стабильность масла повышается до 200°C с перегревом до 225°C, при этом сохраняются низкотемпературные (использование до -60°C) и другие эксплуатационные свойства [7]. Масло МН-7,5У унифицированное масло на нефтяной основе, имеет присадки. Масло заменило маслосмеси масел ВНИИ НП-7 и МН-7,5 и предназначено для турбовинтовых двигателей, с температурой на выходе из двигателя до 150°C [4]. Масло ЛЗ-240 разработано взамен масла Б-3В и предназначено для газотурбинных двигателей и редукторов вертолётов с температурой масла на выходе из двигателя 200°C. По сравнению с маслом Б-3В, масло ЛЗ-240 имеет повышенную термоокислительную способность [2].

АСМО-200 новейшее синтетическое авиационное масло (вязкость 5 мм<sup>2</sup>/с при 100°C), предназначенное для смазки газотурбинных двигателей и редукторов вертолётов, имеющее работоспособность до 200°C. В состав масла входит пакет многофункциональных присадок. Преимуществом масла АСМО-200 является отсутствие выпадения альтакса, коррозии на меди, улучшенная термоокислительная способность, образование осадков в малом количестве и т.д. По трибологическим характеристикам такое масло имеет преимущество наряду с синтетическими маслами ASTO 500 и Ascender. Как показали результаты испытаний, масло АСМО-200 удовлетворяет требованиям спецификаций MIL-PRF 23699/F STD и MIL-PRF23699/F HTS.

ВАСМО-225 тоже является новейшим высокотемпературным синтетическим маслом (вязкость 4 мм<sup>2</sup>/с при 100°C), произведённым на основе эфиров полиолов и предназначенным для смазки высокотеплонагруженных газотурбинных двигателей и редукторов вертолётов. Это масло работоспособно при температурах 220–240°C и выше. ВАСМО-225 имеет преимущество над аналогичным TN-400. По результатам испытаний ВАСМО-225 отвечает основным требованиям спецификации MIL-PRF-7808 [4, 8].

Авиационное масло ВТ-301-М пришло на смену синтетического масла ВТ-301, полученного на основе кремнийорганической жидкости. После добавлений новейшей антиокислительной присадки максимальная рабочая температура повысилась до 280 °C. Данное авиационное масло применяется для газотурбинных двигателей с высокой теплонапряжённостью [5].

Учитывая увеличение мощностей и повышение ресурса работы двигателей, масла необходимо было усовершенствовать, что непосредственно влияло на их состав. Решение этой задачи обеспечивало добавление присадок – соединение содержащее серу и фосфор в

виде производных эфиров дианофосфорных кислот. Также существуют моющие и диспергирующие присадки, приводящие вещества нерастворимые в масле в состояние суспензии и удерживающие их во взвешенном состоянии, не давая им увеличиваться и оседать, а также разрыхляющие и смазывающие отложения с поверхности деталей. Присадки такого рода влияют на процессы окисления масел, направляя их в сторону образования растворимых в масле соединений. Такие присадки широко применяются в составе современных авиационных масел. Беззольные полимерные присадки также получили широкое применение в последние годы. Таким образом, использование присадок является одним из методов решения проблемы низкого качества работы авиационных двигателей [3].

Для того чтобы более точно получить оценку авиационного масла, нужно проводить сертификационные испытания, которые должны проводиться в испытательных аккредитованных лабораториях в соответствии с ГОСТ 2517 [1]. Учитывая, что сырьем для получения авиационных масел является нефть, необходимо построить предприятия и оснастить их новейшим оборудованием, которое обеспечит получение авиационных масел соответствующих всем требованиям современной авиации.

### **Заключение**

Рассмотрены основные методы повышения качества авиационных масел. Использование предложенных методов помогает получить авиационные масла высокого качества, свойства которых удовлетворяют требованиям современных стандартов. А проведение сертификации таких масел на основе полученного документа позволяют применять масла в новейших авиационных двигателях. Данный факт также непосредственно влияет на метрологическое обеспечение в сфере сертификации авиационных масел.

### **Литература**

1. ГОСТ 21743 – масла авиационные технические условия.
2. Ежов В.М. Разработка расчётно-экспериментального комплекса для создания смазочных и гидравлических масел нового поколения для авиационной техники – М.: Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И.Баранова, 2017. – 203 с.
3. Коняев Е.А., Немчиков М.Л. Химмотология авиационных масел и гидравлических жидкостей. – М.: МГТУГА, 2008. – 81 с.
4. Отечественные смазочные масла для авиационных газотурбинных двигателей: проблемы и перспективы. // Журнал «Двигатель». – 2012, № 5 (83). – 4 с.
5. [www.expert-oil.com](http://www.expert-oil.com).
6. [www.miscom.ru](http://www.miscom.ru).
7. [www.tupolevservis.ru](http://www.tupolevservis.ru)
8. [www.snp-gsm.ru](http://www.snp-gsm.ru)

### **Xülasə**

**Camallı O.A.**

### **Aviasiya yağlarının sertifikatlaşdırılmasının metroloji təminatı**

Aviasiya yağları haqqında əsas məlumat, bu növ yağların keyfiyyətinin aşağı olması səbəbindən yaranmış problemlərin aradan qaldırılması, sertifikasiya sınaqlarının keçirilməsi, həmçinin bu sahədə istifadə olunan müasir yüksək keyfiyyətli yağlar haqqında da məlumat verilmişdir.

*Açar sözlər:* aviasiya yağları, sertifikatlaşdırma, mühərriklər, keyfiyyət, müasir standartlar, tələblər

### **Summary**

**Dzhamally O.A.**

### **Metrological support of certification of aviation oils**

The basic information about aviation oils, the elimination of problems arising from the poor quality of this type of oils, the conduct of certification tests, as well as information about modern high-quality oils used in this area, are considered.

*Key words:* aviation oils, certification, engines, quality, modern standards, requirements.