Омский летно-технический колледж гражданской авиации имени

А.В. Ляпидевского - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П.Бугаева»

(ОЛТК ГА - филиал ФГБОУ ВО УИ ГА)



**Авиационные топлива, пластичные смазки,**

**специальные жидкости, применяемые в летательных аппаратах**

Учебное пособие

Омск 2024.

Софин Н.Н. Авиационные топлива, пластичные смазки, специальные жидкости, применяемые в летательных аппаратах. Учебное пособие для курсантов специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей/Сост. Н.Н. Софин/ ОЛТК ГА – филиал ФГБОУ ВО УИ ГА. – Омск, 2024. – 270 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) СПО и предназначено оказать помощь курсантам дневной и заочной форм обучения при выполнении самостоятельных работ специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

В учебном пособии рассматриваются вопросы качества топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей, а так же основы их применения авиационной техникой.

Рецензент:

И.И. Мурашова, преподаватель ОЛТК ГА - филиала ФГБОУ ВО УИ ГА

© ОЛТК ГА - филиал ФГБОУ ВО УИ ГА, 2024

Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| **1) ОБЩИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВ, ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА** | 4 |
| 1. Классификация нефтяных топлив | 4 |
| 1. Способы получения топлив | 4 |
| 1. Общие свойства топлив | 5 |
| 1. Авиационные бензины | 10 |
| 1. Основные сорта топлив и взаимозаменяемость с зарубежными | 11 |
| **2) ОБЩИЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ, ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА** | 12 |
| 1. Способы получения авиамасел | 12 |
| 1. Назначение и функции смазочных масел | 12 |
| 1. Присадки к маслам | 12 |
| 1. Свойства масел | 13 |
| 1. Основные сорта минеральных масел | 14 |
| 1. Основные сорта синтетических масел | 15 |
| 1. Взаимозаменяемость масел с зарубежными | 15 |
| **3) КОНСИСТЕНТНЫЕ, ТВЁРДЫЕ И ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ** | 17 |
| 1. Классификация, назначения и требования к смазкам | 17 |
| 1. Свойства консистентных смазок | 17 |
| 1. Сорта консистентных смазок | 18 |
| **4) СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ** | 20 |
| 1. Марки гидрожидкостей | 21 |
| 1. Противообледенительные жидкости | 21 |
| 1. Моющие жидкости | 22 |
| 1. Спирты | 22 |
| 1. Дистиллированная вода | 22 |
| **5) КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АВИА ГСМ** | 23 |
| **6) ЗАПРАВКА ТОПЛИВОМ ВС** | 25 |
| **Рекомендуемые литературные источники информации** | 26 |

**Тема 1 «ОБЩИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВ, ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА»**

**1.1 Классификация нефтяных топлив**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | топливо | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| группа |  | Бензин | |  | реактивное | |  | дизельное | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| сорт |  | авиационные | автомобильные |  | для ВС с доз­ву­ко­вой скоро­стью полёта | для ВС со сверхзвуковой скоростью по­лёта |  | для быстроход­ных дизелей и судовых газо­вых турбин | для средне и малооборотных дизелей |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| марка |  | Б -70 , Б - 92, Б - 98/115,  неорас С 50/170 | АИ - 98, АИ - 95, АИ - 93, АИ - 80 |  | TС-1 PT | PT |  | Л З А | ДТ ДМ |
|  |  |  |  |  |  |  |  | Малосернистые | Сернистые |
|  |  | Зимний | Летний |  |  |  |  |

**1.2 Способы получения топлив**

Сырьём для получения авиатоплив является нефть. Основным способом получения топлива из нефти является:

- Прямая перегонка

- Деструктивная переработка (процесс крекинга).

1) ***Сущность прямой перегонки*** заключается в последовательном или одновременном нагревании всей массы нефти с разделением образующихся паров и последующей их конденсацией. При этом спо­собе получается в среднем 10-15% бензина, 15-20% керосина, 15-20% дизельного топлива и около 50% мазута. Но при этом способе получают дистилляты топлив, которые перед использованием на АД под­вергаются очистке с добавлением необходимых присадок. Эти топлива обладают низким антидетона­ционными свойствами. Этим способом получают топлива для ВРД Т-1, Т-2, ТС-1, РТ и Т-8.

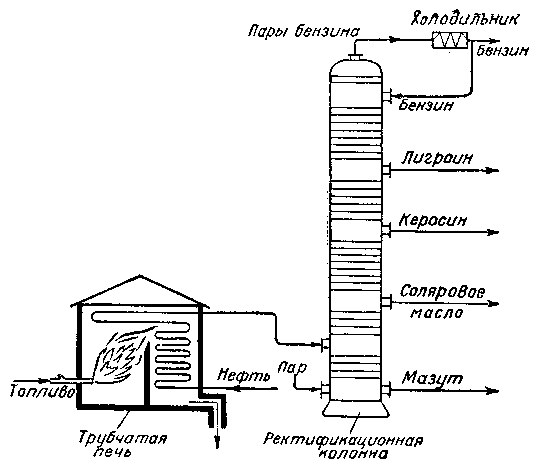


Рис.1. Прямая перегонка нефти

*2).* ***Сущность деструктивной переработки*** заключается в расщеплении молекул углеводорода хими­ческим способом. Было установлено, что под действием высоких температур и давлений тяжёлые угле­водороды превращаются в более лёгкие. Это процесс термического расщепления молекул получил на­звание ***Крекинг***, т.е. расщепление.

Существует 4 метода деструктивной переработки нефти:

1 – термический крекинг;

2 – каталитический крекинг;

3 – каталитический риформинг;

4 – алкилирование.

***Сущность термического крекинга*** – сырьё подвергается действию высоких t° (450 – 500°C), P = 2-3 кгс/см2, или при атмосферном давлении в присутствии катализатора алюмосиликат (Al2O320%+SiO280%) – получают авто и авиабензины.

***Сущность риформинга*** – нагревание фракций (бензиновых и керосиновых) до t° (500 - 520°C) при P = 50-70 кгс/см2 для получения высококачественных и высокооктановых авто и авиабензинов.

***При алкилировании*** к молекулам углеводородов присоединяются алкильные радикалы, в результате получают молекулы с определённой структурой, обеспечивающей требуемые свойства топлив.

***Гидрокрекинг*** – при t° 400 - 425°C и давлении технического водорода до 150 кгс/см2, значительно со­кращает содержание в топливе серы для получения реактивных топлив на сверхзвуковые ВС (для ВВС – Т-6, Т-8В).

В настоящее время применяют следующие 7 способов очистки светлых нефтепродуктов: щелочная, ки­слотная, адсорбционная, каталитическая, хлористым цинком, плумбитом натрия, гидроочистка и депа­рафинизация дизельных топлив карбамидом.

**1.3 Общие свойства топлив**

**1. Испаряемость** – является одной из важнейших эксплуатационных характеристик, влияющей на про­цессы смесеобразования, горения, возможность образования паровых пробок и испарения топлив че­рез дренажи баков. Испаряемость характеризуется 3-мя показателями:

а). *Скрытая теплота испарения* – это кол-во тепла в Ккал, необходимое для превращения 1 кг топлива в пар при постоянной t° (чем выше скрытая теплота испарения, тем ниже t° ТВС, что ведёт к ухудшению запуска АД).

б). *Фракционный состав* – это данные, характеризующие температурный интервал, в границах которого происходит выкипание топлива. Характерными точками фракционного состава являются:

- t° начала кипения; характеризуют способность топлива обеспечить быстрый и надёжный

- t выкипания 10% топлива. запуск и склонность к испарению через дренаж баков.

- t° ----“---- 50% ----“---- способность топлива обеспечить быстрый прогрев двигателя.

- t° ----“---- 90% ----“---- способность обеспечить приёмистую работ двигателя.

- t° ---“--- 97,5% ---“---- наличие в топливе тяжёлых фракций, создающих нагар.

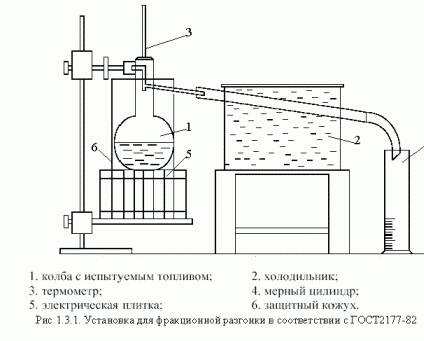


Рис.2. Схема установки для определения фракционного состава топлива

в. *Упругость насыщенных паров* – характеризует склонность топлива к образованию паровых пробок и разрыву струи, т.е. ***кавитации***. Возникновению кавитации способствуют:

- понижение Pс с подъёмом на высоту;

- местный подогрев топливной системы;

- большая скорость подачи топлива при малом радиусе изгиба т/проводов;

- попадание воздуха в т/проводы.

Кавитацию устраняется установкой подкачивающих насосов.

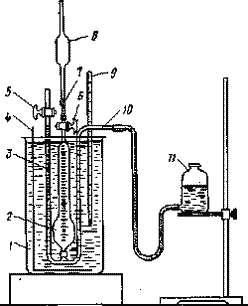
****

Рис.3. Прибор для определения давления насыщенных паров топлив:  
1-стакан; 2-бюретка; 3-барометрическая трубка; 4-мешалка; 5,6-краны; 7-резиновая трубка; 8-пипетка; 9-тер­мометр; 10-барометрическая трубка; //-уравнительная склянка.

**2. Теплота сгорания** – это кол-во тепла в Ккал, выделяющегося при полном сгорании 1л (1кг) топлива. Характеризует энергетическую возможность топлива и его экономическую эффективность, т.к. чем выше теплота сгорания топлива, тем больше дальность полёта ЛА.

Теплота сгорания зависит от химического состава. Например, max массовая теплота сгорания у водо­рода (H) = 28900 Ккал/кг, а углерода (C) = 8080 Ккал/кг, авиационного бензина 10500 Ккал/кг, авиаци­онного керосина 10200 Ккал/кг.

Различают высшую и низшую теплоту сгорания и экспериментально определяют в калориметрах. У ТС – 1 = 10250 Ккал/кг, РТ = 10300 Ккал/кг – низкая теплота сгорания.

**3. Низкотемпературные свойства топлив** – характеризуют поведение топлива при низких t°нв и оцени­ваются по t° помутнения и по t° начала кристаллизации.

*- t° помутнения* – min низкая t°, при которой топливо начинает мутнеть вследствие выделения микро­скопических капелек воды, микро кристалликов льда и углеводородов.

*t° начала кристаллизации* – max низкая t°, при которой в топливе появляются первые кристаллы льда, видимые невооружённым глазом.

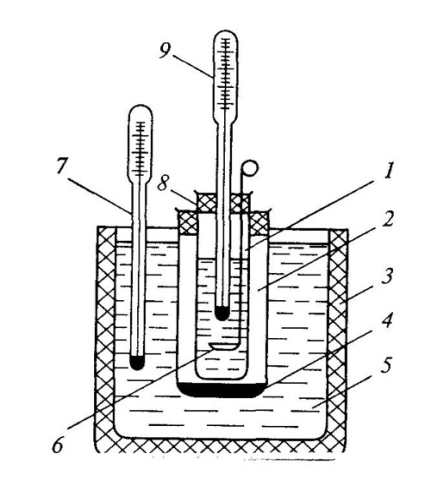
**

Рис.4. Прибор для определения тем­ператур помутнения и застывания топлива:

*1* - пробирка с испытуемым топливом; *2*- пробирка; *3*- кожух с термоизоля­цией; *4*- хлористый кальций; *5*- ох­лаждающая смесь; *6*- мешалка;  *8 -*пробка; 7-*9-*термометры.

Определение t° помутнения и начала кристаллизации производиться в приборе - пробирке с двойными стенками (2шт.). В одной эталонное топливо, в другой испытуемое, которое помещают в охладительную смесь (этиловый спирт и углекислота). При охлаждении, помешиваем мешалкой, периодически сравни­вая с эталонным. При появлении мути фиксируем t° помутнения, а затем t° кристаллизации. Например, с поднятием на высоту t°нв падает, что ведёт к охлаждению топлива. На H = 12 -15 км t°нв = 60°C, а t° топ­лива снижается до - 40°C. В космосе t°нв близка к абсолютному нулю 0°K (- 273°C). У ТС – 1 температура начала кристаллизации = - 55°C, а РТ = - 60°C.

**4. Огнеопасность** – характеризуется t° вспышки и t° воспламенения:

*- t° вспышки* – min t°, при которой пары топлива образуют с воздухом смесь, способную воспламениться от открытого огня (но не горит);

*- t° воспламенения* – min t°, при которой топливо загорается от открытого источника огня и продолжает горение после удаления источника.

**5. Коррозионные свойства.**

Коррозионная агрессивность обуславливает присутствие в топливах водорастворимых кислот и щело­чей, органических соединений кислот и сернистых соединений. Сернистые соединения отрицательно влияют на приемистость, стабильность, способность к борьбе с нагарообразованием. Чем меньше серы содержится в топливе, тем лучше. Однако, полное удаление серы приведёт к огромным затратам. По­этому существуют предельные нормы содержания неактивной серы. В авиабензине допускается до 0,05% серы, в автобензине до 0,15%, в дизельном топливе до 0,2%, в ТС-1 до 0,25%, РТ – до 0,1%.

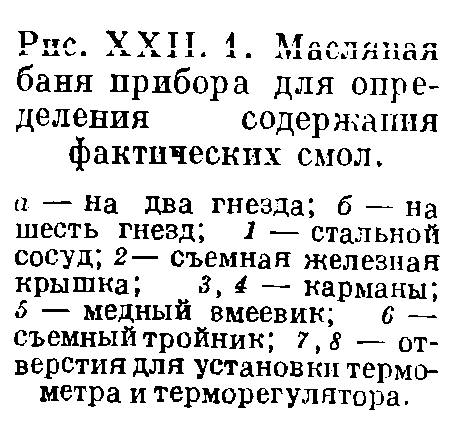
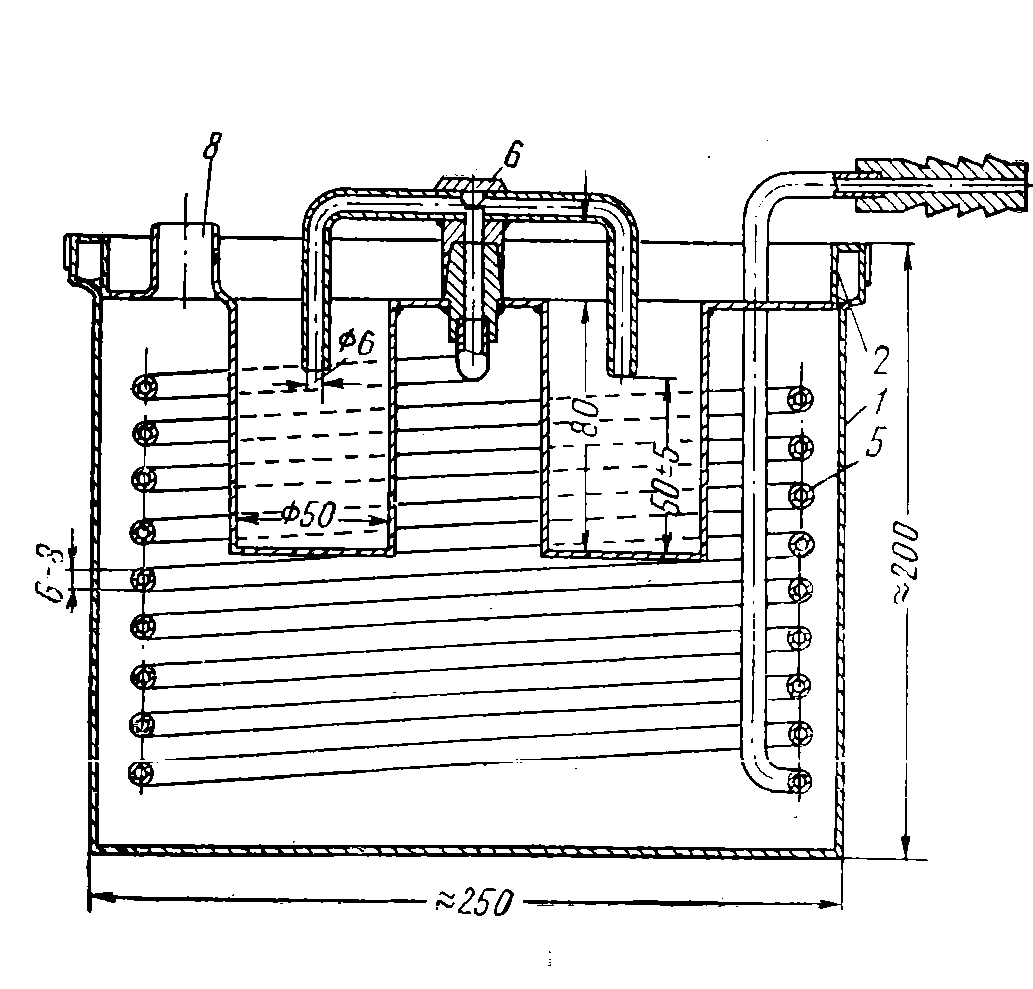
В лаборатории ГСМ общее содержание серы в топливе определяется путём его сжигания в спец лампе, а определение меркаптановой серы – потенциометрическим методом. Для определения активной серы есть метод испытанием на медной пластинке (которую выдерживают в топливе 3 часа и сравни­вают с эталонной). Топливо в норме, если не будет следов коррозии. Пример: при увеличении содер­жания серы в бензине от 0,05% до 0,1% износ поршневого АД возрастает в 1,5 – 2 раза.

**6. Стабильность** – характеризует способность топлив сохранять неизменными свои состав и свойства в процессе хранения, транспортировки и применения (подачи в КС АД). Стабильность оценивается по на­личию в нём фактических смол и по величине индукционного периода.

*Фактические смолы* – продукты, которые остаются в ёмкости после полного выпаривания из него топ­лива (прибор, метод Бударова).

*Индукционный период* – промежуток времени, в течении которого топливо можно хранить не опасаясь образования смол (для этого есть сроки хранения).

*Термическая стабильность* характеризует устойчивость топлива к образованию осадков (для сверхзву­ковых скоростей) под действием высоких t°. Наиболее опасна зона 140 - 190°C (прибор ЛСАРТ, метод Рожкова). Для повышения термической стабильности к топливам добавляют присадки.

****

**7. Плотность** – масса вещества, заключённая в единице объёма. Плотность топлив определяется трёмя методами: ареометром, гидростатическими весами и пикнометром. Плотность всякой жидкости, в т.ч. и топлива, изменяется с изменением (с ↑°C), ↓ и наоборот. Измеряется в кг/м3, чаще г/см3. Но на прак­тике часто имеют дело с безразмерной величиной – относительной плотностью.

*Относительная плотность нефтепродукта*  - это отношение её массы при t° определения к массе воды при 4°C, взятый в том же объёме. Плотность воды при 4°C принята за единицу. Относительность измеряют при t°=20°C и обозначают символом 420.

*Удельный вес* – вес единицы объёма, измеряется в H/м3.

*Относительный удельный вес* – отношение веса нефтепродукта при 20°C к весу чистой воды при 4°C в том же объёме. Обозначается d420.

Плотность имеет значение при определении весового кол-ва горючего в ёмкостях. Чем выше плотность, тем ниже расход. Этим самым повышается высотность и скорость полёта. Зная t°, при которой была оп­ределена плотность, можно привести её к стандартной t° (+20°C):

420 =4t + Ѵ (t°-20), где:

4t – плотность испытуемого продукта при t° испытания;

t° - температура испытания, °C;

Ѵ (гамма) – коэффициент, показывающий изменение плотности при изменении t° на 1°C, который бе­рётся из таблиц.

Например: 420 ТС-1 и РТ не менее 0,775 г/см3. Т-1 = 0,8, Т-2 = 0,755, Т-6 = 0,840, Т-8 = 0,785.

**8. Зольность** – характеризует степень очистки топлив от минеральных веществ. *Зола* – это минеральный остаток, который остаётся в ёмкости после полного выпаривания из неё топлива и прокаливания оста­точных продуктов до постоянного веса. Пример: зольность любого авиа керосина не более 0,003%.

**9. Йодное число –** характеризует химическую активность топлива, т.е. способность топлива вступать в химическую реакцию. Йодным числом называется кол-во грамма йода, присоединяющегося к 100г топ­лива и вступающего в химическую реакцию с непредельными углеводородами. Пример: йодное число, грамм йода на 100 грамм топлива: для ТС-1 не более 3,5, РТ не более 0,5.

****

**10. Кинематическая вязкость.** Измерение вязкости основано

на закономерностях истечения жидкости через капилляр под действием силы притяжения Земли (гидростатич. напора), внося поправку на t° (чем t°, тем ↑ вязкость).

Для измерения вязкости используют вискозиметры (5 видов),

но в основ­ном вискозиметр Пинкевича или прибор ВПЖ-2,

в единицах измерения сантистокс (сСт). Пример:

кине­матическая вязкость при t° 20°C у ТС-1, РТ не < 1,25 сСт;

при t° - 40°С у ТС-1 не > 8 сСт, РТ не > 16 сСт.

Рис.6. Прибор для определения кинематической вязкости:

1-термометр; 2-мешалка; 3-вискозиметр; 4-электроплитка; 5-капилляр;

6-термостат; 7 - водяная баня; 8-отводная трубка.

**11. Механические примеси** – весьма опасны, т.к. приводят к быстрому износу деталей топливной аппа­ратуры, забивают систему питания и вызывают нарушение подачи топлива в двигатель. Примеси опре­деляются при сливе топлива в стеклянную тару визуальным осмотром при вращении тары. Однако не­вооружённым глазом можно обнаружить лишь частицы, размер которых min 40-50 мкм. Существует ко­личественно – весовой способ обнаружения примесей (через беззольный и мембранный фильтры). По­лученные мех. примеси взвешивают и выражают в %. Содержание мех. примесей в топливе < 0,005% принимают за отсутствие таковых. Наличие воды и мех. примесей в авиа керосинах ***не допускается.***

**12. Вода в топливе (гигроскопичность)** – способность топлива поглощать пары воды из воздуха назы­вается *гигроскопичностью*. Вода в топливе может находиться в свободном, эмульсионном и раство­рённом состояниях. Наличие воды в топливах недопустимо, т.к. при низких t° образуются кристаллы льда, способные нарушить подачу топлива в двигатель. Кроме того, вода является одной из причин коррозии топливных агрегатов. Эмульсии воды с топливом очень трудно обнаружить и удалить из топ­лива. При резком изменении t° керосина от 20°C до 0°C из каждой тонны может выделиться до 60гр воды в виде мелких капель размером 10-40 мкм. Главная опасность эмульсионной воды – может вы­звать обмерзание фильтров. Содержание воды, растворенной в топливе, уменьшается при снижении атмосферного давления, т.е. при подъёме на высоту. В товарных керосинах концентрация воды состав­ляет 0,002 – 0,008% и в редких случаях достигает 0,02%. Содержание воды качественно (визуально) оп­ределяется при сливе отстоя в стеклянную ёмкость и вращением данной ёмкости (40 -50 мкм).

В ГА разработана методика экспресс – анализа мех. примесей и воды в топливе прибором ПОЗ – Т. Прибор обладает чувствительностью к воде – 0,001%, к мех. примесям – 0,0001%. Принцип действия прибора основан на том, что испытуемое топливо приходит через индикаторный элемент – двойной слой аналитической ленты НЭЛ – 4, пропитанной водо-чувствительными слоями. (шприц – дозатор с индикаторным устройством, которое запирается). Если в топливе имеется свободная вода, то она реа­гирует с указанными слоями и даёт сине-голубой отпечаток на нижнем слое аналитической ленты, про­питанной красной солью. Мех. примеси осаждаются на правом белом слое аналитической ленты, про­питанной солью сернокислого железа, дают отпечатки определённой интенсивности, которую сравни­вают с эталонными и определяют по ним содержание мех. примесей.

**13. Электризация топлив при заправке.** Заправка сопровождается накоплением статических зарядов в объёме топлива, что может привести к воспламенению, взрыву и пожару.

*Электролизация* – комплекс физических и химических процессов, приводящих к разделению в про­странстве зарядов противоположных знаков или накоплению зарядов одного знака.

Заряды статического электричества в топливах *образуются из-за:*

1 – трения жидкого топлива о твёрдую поверхность трубопровода, стенки резервуара и фильтров;

2 – трения частиц топлива между собой при прохождении топлива через среду других жидкостей;

3 – прохождения сквозь паровоздушное пространство капель воды, снежинок и т.п.

Чем больше скорость перекачки, тем сильнее электризуется топливо.

***Проводимые мероприятия:***

1 – тщательно заземлять все перекачивающие средства, трубопроводы, напорные и приёмные шланги и резервуары, цистерны;

2 – не допускать налива топлива падающей струёй и разбрызгивания или распыления;

3 – не допускать перемешивания топлива с воздухом, паром или газом и мех. примесями;

4 – стараться заполнять резервуары с min возможной скоростью.

Для уменьшения электризации в топливо вводят антистатические присадки типа алкилсалицалат хрома. Присадка ASA – 3 (фирма Shell) вводиться в топливо в объёме 0,0001%. Также применяют АСХ – КИИГА.

**14. ПВК жидкости.** Противо-водо-кристаллизационные жидкости, предупреждают образование кри­сталлов льда в топливе, находящемся в баках ВС. При изменении t° и влажности окружающего воздуха, растворённая в топливе вода выделяется в виде эмульсии, а также частично занимает пространство над и под топливом. Вместе с водой из топлива выделяется часть ПВК жидкости, препятствуя образованию кристаллов льда в топливе.

*Широко применяют следующие ПВК жидкости:*

- «И» (этилцеллозольв);

- «ТГФ» (тетрагидрофурфуриловый спирт);

- «И-М» и «ТГФ-М» (1+1 с метанолом).

***Нормы добавления ПВК жидкости в топливо*** устанавливаются в зависимости от типа ВС, t° воздуха у земли в порту вылета, продолжительности полёта и района страны. Учитывая допуски точности кон­трольно – измерительной аппаратуры, а также погрешности дозаторов, устанавливаются пределы со­держания ПВС жидкости в топливе:

0,1 + 0,05% (все типы ВС, кроме, \* с +5°C и ↓, а за Полярьем - круглый год);

0,2 +(-) 0,02% (вертолёты на ледоколах, все ВС – литер «А» и «ОК», кроме Ту-154, Ил-62М);

0,3 +(-) 0,03% (только Ту-154 всех модификаций и Ил-62М за Полярьем и литера «А» и «ОК»).

\* - кроме Як-40, Як-42, Ту-154, Ил-62, Ил-76, Ил-114.

В топливо для самолётов Ил-96-300, Ту-204, Ил-86 и вертолёт Ка-126 ПВК жидкости не добавляют..

***Примечание****.* Временное помутнение керосина с ПВК жидкость после её введения (не > 30 минут) не является браковочным признаком.

**1.4 Авиационные бензины.**

Получают с помощью прямой перегонки нефти или каталитического крекинга с добавлением антидето­национных компонентов, красителя и антиокислителя.

- Буква «Б» - авиабензин.

- Цифры (цифра в числителе) – октановое число, т.е. показатель его детонационной стойкости на обед­нённой смеси (α = 0,95 ÷ 1,05%).

*Октановое число*  - это % содержания изооктана в эталонной смеси с гептаном, детонирующим при тех же условиях, что и испытуемое топливо. (изооктан C8H18 + гептан C7H16).

Октановые числа определяются моторным методом на одноцилиндровых установках ИТ9-2М или УИТ-65 путём изменения степени сжатия. Стойкость изооктана к детонации условно принята за 100 ед., а нормального гептана – за ноль. Смешивая их в различных пропорциях, получают топливные эквива­ленты от 0 до 100 – шкалу октановых чисел. Например: Б-70 – октановое число 70 означает, что топливо детонирует так же, как смесь 70% изооктана и 30% гептана. Октановое число характеризует детонаци­онную стойкость бензина применительно к крейсерским режимам двигателя.

- Число в знаменателе характеризует сортность топлива.

*Сортность топлива* – это число, показывающее, на сколько % можно увеличить мощность двигателя при работе на данном топливе, по сравнению с работой на техническом изооктане (без антидетона­тора). Сортность определяют путём испытания на установке ИТ9-1. При постоянной степени сжатия и α = 0,6 ÷ 0,7 до начала детонации и затем сравнивают с эталонным топливом. Эталоны выше 100 полу­чают путём добавки к изооктану различных количеств антидетонатора – тетраэтилсвинца (ТЭС). ТЭС до­бавляют в бензины в количестве 2,5 ÷ 3,3 г/кг. Например: Б = 91/115. Сортность 115 показывает, что на этом бензине мощность двигателя на 15% больше, чем на чистом изооктане. Чем выше сортность бен­зина, тем лучше его антидетонационные свойства на богатой смеси.

**1.5 Основные сорта топлив и взаимозаменяемость с зарубежными.**

На всех типах ВС с ГТД допущены к применению на АД и ВСУ АТ РФ топливо ТС-1 и РТ. Разрешается заправка и дозаправка ТС-1 или РТ отдельно или смешивая в любых пропорциях, только необходимо следить за t° кристаллизации:

- при t° кристаллизации не выше - 60°C разрешается применять без ограничений во всех климат. зонах.

- при t° кристаллизации не выше - 50°C применять без ограничений до t° у земли не ниже - 45°C во всех климатических зонах, кроме зоны 11.

- при t° кристаллизации не выше - 50°C в зоне 11 разрешается заправлять ВС при t° у земли не ниже - 30°C в течении 24 часов до вылета (при прилёте в такой аэропорт, если время вылета > 24 часов, топ­ливо нужно слить и залить с t° кристаллизации - 60°C).

На самолётах АН-2 и его модификации с ПД и вертолёте Ка-26 применяют авиатопливо – бензин Б-91/115. Применение Б-92 оговаривается спец документацией. Топливо ТС-1 и РТ взаимозаменяемы с топливами: РТ, ТС-1 Болгария; ТС-1 Германия; RP-1 Китай; ТРС-1 Куба; PSM-2 Польша; Т-1, Jet A-1 Румыния; PL-4-5 Чехия и Словения; СМ-1 Югославия; все остальные топлива капиталистических стран:

Avtur Англия, ETF-650; Jp-1 Франция; Jp-5 США, Avcu 4-1, Kerosene type Jet A-1 по спецификации DERD 2494 Ангола, Алжир, с ограничением (по износу уплотнений) до 350 часов; Jet A-1 Индия и Turbo A-1 Перу до 200 часов.

Б-91/115 – зелёного цвета, содержащий ТЭС до 2,3 г/кг. Б-70 – бесцветный, без ТЭС. СБ-78 – смесевой бензин (заводской или смешивают на службе ГСМ). 25% Б-91/115 + 75% Б-70 для вертолётов Ка-26.

*Топливо РТ получают* с помощью прямой перегонки с каталитической гидроочисткой. Является взаи­мозаменяемым с топливом ТС-1. Разрешается заправка и дозаправка ВС любым из этих топлив и их смесями. Топливо РТ обладает повышенной по сравнению с ТС-1 термо-окислительной стабильностью. Для улучшения противоизносных свойств в него введена противоизносная присадка. А для повышения стабильности в условиях хранения присадка ИОНОЛ. Предназначено для дозвуковых и сверхзвуковых ВС.

**Тема 2 «ОБЩИЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ, ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА»**

**2.1 Способы получения авиамасел**

После перегонки (переработки) нефти различными способами, получают топлива и мазут. Основным способом переработки мазута на смазочные масла является *фракционная перегонка*, при этом из более легко кипящих фракций мазута получают маловязкие смазочные масла, получившие общее название *дистиллятных*. После отгона из мазута дистиллята, в остатке получаю *гудрон* или *полугудрон*, которые используют для получения высоковязких смазочных масел, которые называются остаточными.

Для получения готовых масел необходимо освободить масляный подпродукт от вредных примесей. Для этой цели пользуются следующими видами очистки:

1 – *Кислотно-щелочная* – заключается в обработке масляного полупродукта серной кислотой с после­дующей нейтрализацией щелочью;

2 – *Кислотно-контактная* – заключается в обработке масляного полупродукта серной кислотой с по­следующей очисткой её отбеливающей землёй (способом контактного фильтрования).

3 – *Селективная* – заключается в обработке масляного полупродукта селективными (избирательными) растворителями, которые обладают свойством извлекать вредные примеси, не оказывая никакого влияния на сырьё в целом (типа МС). Затем депарафинизация, гидроочистка, компаудерование.

**2.2 Назначение и функции смазочных масел.**

Смазочные масла уменьшают износ деталей и снижают потери мощности на трение, отводят тепло от трущихся поверхностей, удаляют продукты износа металлов и загрязнения из зазоров между деталями. Они обеспечивают большее уплотнение между деталями и защищают поверхности от коррозии.

Масла должны отвечать требования:

1). Иметь оптимальную вязкость, хорошие вязкостные способности и противоизносные свойства;

2). Обладать противо-окислительной стабильностью и хорошими антикоррозийными свойствами;

3). Не испаряться, не вспениваться, быть высококачественными и чистыми (не содержать механических примесей и воды).

**2.3 Присадки к маслам**

Последний этап получения товарных масел, это смешивание компонентов (компаундирование) и до­бавление присадок. Добавление присадок – наиболее простой и дешёвый способ улучшения их экс­плуатационных качеств.

*Различают присадки:*

1 – вязкостные – повышающие вязкость и улучшающие их вязкостно-температурные свойства;

2 – депрессорные – понижающие t° застывания;

3 – антиокислительные;

4 – противокоррозионные;

5 – противоизносные – улучшающие смазочные свойства;

6 – противопенные – понижающие поверхностное натяжение, тем самым препятствующие образова­нию пены;

7 – моющие – не допускающие образования на деталях АД отложений типа нагара, лака и т.д.;

8 – многофункциональные – несколько присадок вместе, улучшающие несколько функций.

**2.4 Свойства масел**

**1. Вязкость** – свойство жидкости оказывать сопротивление при перемещении одной её части относи­тельно другой, т.е. это характеристика внутреннего трения между частицами жидкости. От её величины зависят надёжность работы АД, износ его деталей и быстрота запуска, прокачиваемость масла по сис­теме смазки. Различают динамическую, кинематическую и условную вязкость.

За единицу кинематической вязкости принят стокс (Ст), причём 1 Ст = 1см2/с = 10-4 м2/с = 100 сСт (санти­стокс) и определяется с помощью вискозиметра типа ВПЖ-1 или 2, ВНЖ, ВПЖМ и Пинкевича.

С повышением t° вязкость уменьшается и наоборот. Чем меньше масло меняет свою вязкость в зависи­мости от t°, тем более высокими эксплуатационными качествами оно обладает. Одними из улучшаю­щих вязкость методов является добавление присадок.

**2. Маслянистость** (липкость) – способность масла образовывать на твёрдых смазываемых поверхностях адсорбированный слой, препятствующий контакту 2-хх трущихся поверхностей.

О масленности масла судят по величине коэффициента трения и по прочности масляной плёнки, обра­зовавшейся на поверхности металла.

**3. Стабильность** – способность противостоять внешнему воздействию и не изменять свой состав и свой­ства при хранении и применении. Срок хранения на складе при t° 18 - 20°С – до 5 лет.

В процессе эксплуатации масла в АД стабильность ухудшается, и образуются отложения:

- *нагары* – откладываются на стенках КС, клапанах, свечах, днище поршня;

- *лаки* – на поршне в зоне поршневых колец, а также на юбке и внутренних стенках поршней. В ГТД – вдоль беговой дорожки подшипников;

- *осадки* – мазеобразные сгустки, которые откладываются на стенках картера, в шейках коленвала, на фильтрах и в маслопроводах.

**4. Плотность** – определяется так же, как и плотность топлив (ареометром), при этом густые масла раз­решается разбавлять керосином 1x1.

**5. Огнеопасность** - t° вспышки и t°воспламенения (определяется, как у топлив).

**6. Содержание воды** – в маслах не допускается, т.к. ухудшаются смазывающие свойства, усиливаются коррозионное действие и вспениваемость, ускоряются процессы окисления. Если вода попала в масло, то её удаляют путём отстаивания при t° 60° - 80°C и сливе отстоя. Затем выпаривают, нагревая масло до t° 105° - 110°C. Содержание воды в масле определяют методом потрескивания (качественный метод), а также с помощью прибора ПОЗ-Т. Количественное содержание воды в масле определяют с помощью спец колбы, растворяя масло с бензином и нагревая, и подсчитывают процентное содержание воды.

**7. Содержание механических примесей** (пыль, песок, продукты износа и т.д.). Попадают в масло извне при нарушении правил хранения, транспортирования и эксплуатации АД. Приводят к износу деталей и могут вывести АД из строя. Поэтому в свежих маслах мех. примеси должны отсутствовать.

Качественно можно определять визуально на свет в стеклянной ёмкости, тёмные и вязкие масла пред­варительно разбавляют бензином или прибором ПОЗ-Т. Количественное содержание мех. примесей в маслах определяют весовым способом, пропуская через сухой взвешенный фильтр (бумажный), затем его высушивают, взвешивают и вычисляют в процентах.

Кроме того, существует показатели зольности, коксуемости, t застывания, коррозии, содержания ки­слот и щелочей и др.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатель | АМГ-10 (ми­неральное) | Air Shell Fluid-4 | НГЖ-4 (4У) - син­тетическое |
| 1 | Очищенная нефтяная фракция | 210°-300°С до 90% | 210°-310°C до 90% | эфир фосфорной кислоты |
| 2 | Загуститель | винипол до 10% | алкилмета крилат 8% | вязкостная при­садка |
| 3 | Антиокислитель | нафтол 0,5% | присадка 2% | присадка |
| 4 | Противоизносная присадка | нет | 0,50% | нет |
| 5 | Антикоррозийная присадка | нет | нет | есть |
| 6 | Вязкость при 50°C, сСТ, не < | 10 | 10 | 9 |
| 7 | t° застывания, °C, не ↑ | -70 | -70 | -65 |
| 8 | t° вспышки, °C, не ↓ | 92 | 92 | 165 |
| 9 | Цвет | красный | красный | от фиолетового до синего |
| 10 | Плотность, не > | 0,85 | 0,85 | 1,08 |
| 11 | Кислотное число, мг КОН на 1 гр жидко­сти, не > | 0,05 | 0,05 | 0,08 |
| 12 | Рабочий диапазон t°С | от -60° до 55°C | от -60° до 55°C | от -55° до 125°C |
| 13 | Содержание %: - мех. примесей; - воды | < или = 0,003 отсутствие | < или = 0,003 отсутствие | < или = 0,1 отсут­ствие |
| 14 | Взаимозаменяемость с зарубежными | DTD-585 (Англия); MIL-H-5606A(B) (США); 3GP-26A (Ка­нада); FHS-1, FH-S1 (Франция); OM-IS (международное) | | Sky Drol-500A(B); Оронит-8200 |

**2.5 Основные сорта минеральных масел**

Для смазки поршневых АД применяют остаточные минеральные масла с высокой смазочной способно­стью. Буквы и число обозначают следующее: М – моторное; С и К – способ очистки (селективная или ки­слотная); Цифры – min вязкость при 100°C в сСт.

**МС-20** – масло моторное селективной очистки вязкостью 20 сСт при 100°C. Вырабатывают из грознен­ских, бакинских, эмбенских нефтей, смесей волгоградских и некоторых казахстанских нефтей. В нём практически не содержится сернистых соединений и пониженное число кислотности. Но у него неудов­летворительные низкотемпературные свойства, т.к. t° застывают при t° = - 18°C. Работоспособность его от - 10° до + 140°C. Применяется в маслосистеме двигателя АШ-62ИР самолёта Ан-2 и М14В26 вертолёта Ка-26, в шарнирах винтов всех вертолётов, кроме Ми-26, а также в составе маслосмесей (с маслами МК-8П и МС-8П – это СМ-4,5, СМ-8 и СМ-11,5).

**МС-14** – масло селективной очистки вязкостью 14 сСт при t° = 100°С. Применяют в шарнирах винтов вер­толётов Ми-2, Ми-6, Ми-8, Ми-10 с t° застывания - 30°C, а также в составе маслосмеси СМ-10 (75% МС-14 + 25% ДОС) до tнв - 40°C, где ДОС – присадка диоктилсебацината.

**МС-8П** – масло селективно-фенольной очистки вязкостью 8 сСт при t°С из сернистых нефтей с добавле­нием присадок. Работоспособность в диапазоне t° от -25°C до +150°C, с t° застывания -55°C. Применя­ется в маслосистеме СУ и ВСУ самолётов Ил-86, 76, 62; Ту-134, 154; Ан-30. Только в ВСУ самолётов Як-40, вертолёта Ми-6, 10, В-3. В составе маслосмеси СМ-4,5 в СУ самолётов Ан-12, Ан-24, 26, 28.

СМ-4,5 (75% МС-8П, МК-8П + 25% МС-20);

СМ-8 (50% \_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_ +75% \_\_\_”\_\_\_);

СМ-11,5 (25% \_\_\_\_”\_\_\_\_ +75% \_\_\_”\_\_\_);

**МС-8РК** – рабоче-консервационное масло на базе МС-8П с добавлением ингибитора коррозии. Исполь­зуется для тех же целей, что и масло МС-8П, не уступает ему по эксплуатационным показателям и зна­чительно превосходит по консервационным характеристикам. При консервации маслосистем АД срок составляет: для МК-8П – 3 мес., МС-8П – 1 год, МС-8РК – до 8 лет.

**2.6 Основные сорта синтетических масел**

*Синтетические масла* – это не углеводородные масла на основе сложных эфиров – диэфиров, имею­щие более высокую вязкость и более низкую t° застывания, меньшие испаряемость и огнеопасность, чем нефтяные масла. Однако они более агрессивны по отношению к изделиям из маслостойкой резины (вызывают набухание и размягчение резиновых прокладок, шлангов и др.)

**ВНИИНП-50-1-4Ф(У)** – синтетическое диэфирное с присадками светло-прозрачного цвета вязкостью 3,2 сСт при 100°С с t° застывания -60°C. Применяется в АД с t°м на выходе до 175°C в качестве резервного (при применении основного масла ИПМ-10). С буквой «У» обладает > высокой термо-окислительной способностью.

**ИПМ-10** – синтетическое углеводородное с присадками, светло-прозрачного цвета вязкостью 3сСт при 100°C и t° застывания -50°C. Применяется на большом числе ГТД с t°м на выходе до 200°C, а также в авиа турбохолодильниках (АТХ), таких как Ил-96-300, ТХУ Ил-86, Ил-62, ТХУ Ил-76, 114; полностью Ту-204, Як-42, Ан-14, вертолёт Ми-26, ТХУ Ту-154, 134, Ан-12, 24, 26, 30. Можно использовать для недлительной консервации.

**Б-3В** – синтетическое масло, на основе сложных эфиров и жирных кисло с присадками. Прозрачное, от светло-жёлтого до коричневого цвета вязкостью 5 сСт при 100°C с t° застывания -60°C. Широко приме­няется в ГТД СУ и ВСУ самолётов Ил-114, вертолётов Ми-6, ВСУ Ми-8 МТВ, Ка-32, СУ Ми-8, Ми-2, само­лётов Л-410, 610 и ВСУ Як-40. Также в некоторых редукторах вертолётов с tм на выходе до 200°C. Обла­дает высокими смазывающими свойствами, но имеет существенный недостаток – выпадение в осадок противозадирной присадки при низкой t°нв в результате окисления с последующим растворением осадка в масле при t°м = 70° - 90°C. Планируется сократить производство и заменить маслом ЛЗ-240.

**ЛЗ-240** – основа как у Б-3В, прозрачное, от светло-коричневого до красно-коричневого цвета вязкостью 4,8 сСт при 100°C и t° застывания -58°C. Промышленное производство с 1987г. Взамен масла Б-3В.

Применяются зарубежные аналоги нашим маслам (Turbo nicol , Castrol).

**2.7 Взаимозаменяемость масел с зарубежными**

1). Марки авиамасел, допущенных к применению с 1993г. на АД, ВСУ и ТХУ приведены в таблице 2 «Ру­ководства ГСМ Пр.№ДВ-126 стр.15.

2). На АД ПС-90А аналогом масла ИПМ-10 является масло Castrol-4000.

3). При эксплуатации вертолётов Ми-2, 8 разрешается использовать в системах смазки масло Castrol-98 взамен Б-3В. Причём переход от одного к другому и обратно разрешается без промывки м/системы, но при полном сливе отработанного.

4). Аналогом масла МС-8П является Турбоникойл-321, а масла ИПМ-10 – масло Турбоникойл-210A.

5). Авиамасло ВНИИНП-50-1-4Ф, допущенное к применению как резервное для АД НК-8-24, Д-30 и НК-8-4, запрещается дозаливать к основному.

*Распоряжение ГСГА №24.10-68 ГА от 13.03.2002г.*

1). На основании бюллетеня №Н4-323БЭ-Г от 25.04.96г. разрешить применять масло «Турбоникойл-306» (TN-306) фирмы «Нико» в изделиях АТ;

2). В баки м/системы двигателя АИ-24 заливается не маслосмесь, а масло СМ-4,5, МН-7,5У или TN-306.

3). Смешивать масла СМ-4,5, МН-7,5У, ТН-306 не допускается;

4). Для самолётов Ан-24, 26, 30 в турбохолодильнике, РУ-19, применят масло ИПМ-10 ил TN-210A.

*Распоряжение ГСГА №24.11-333 ГА от 28.03.03г.*

В связи с прекращением производства масла Б-3В с 1984г. допущено масло Castrol-98. С 1996г. по со­глашению между фирмами «Castrol» и «Нико» началось производство масла «Турбоникойл-98». ГОС­НИИ ГА, ЦИАМ, ВИАСМ провели испытания, на которых TN-98 оказалось лучше, чем Б-3В и несколько превосходит Castrol-98. С 28.01.97г. применяется на АТ (Ми-8, Ми-8МТВ, др. модификациях и ВСУ АИ-9).

**Тема 3 «КОНСИСТЕНТНЫЕ, ТВЁРДЫЕ И ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ»**

**3.1. Классификация, назначение и требования к смазкам**

Консистентные смазки приготовляются путём введения в смазочные масла (нефтяные или синтетиче­ские) спецтвёрдых мелкодисперсных загустителей (мыл), ограничивающих текучесть масла. Использу­ются в узлах трения, где жидкая смазка не удерживается или её трудно подвести.

*По назначению подразделяются на:*

1). *Антифрикционные* – для снижения потерь на трение и уменьшения износов трущихся деталей;

2). *Защитные* (против коррозии);

3). *Уплотнительные* (для создания уплотнения между деталями);

4). *Фрикционные* – для повышения трения между поверхностями;

5). *Дисперсирующие* – для улучшения приработки поверхностей.

*Классифицируются по:*

1). *Агрегатному состоянию*–жидкие, полужидкие, пластичные, твёрдые (порошки, плёнки, покрытия).

2). *t° плавления* (низкоплавкие, среднеплавкие, тугоплавкие).

3). *Отношению смазок к воде* (водостойкие – гидрофобные и неводостойкие – гидрофильные).

4). *Типу масляной основы* – изготовлены из минеральных масел, на силиконах или синтетических масел и их смесях.

5). *Типу загустителя* – углеводородные, мыльные, пигментные, силикогелевые, бентонитовые, поли­мерные и др.

6). *Типу наполнителя* – графитовые, молибденитовые, смешанные.

7). *Металлическому основанию мыла* – натриево-кальциевые, литиевые, цинковые, бариевые, алюми­ниевые, свинцовые и т.п. (их смеси).

8). *Областям применения* – авиационные, автомобильные, железнодорожные, морские, артиллерий­ские, индустриальные, приборные и т.п.

**3.2 Свойства консистентных смазок**

**1. Предел прочности (текучести)** - это сила, приложенная к смазке, при которой она подобно вязкой жидкости потечёт, отнесённая к единице площади сдвига слоёв [грамм-сила/см2]. Для различных сма­зок колеблется в пределах от 1 до 30 грс/см2. Измерение на приборе – пластомере К-2.

**2. Вязкость** – в отличие от вязкости масел, зависит от скорости сдвига слоёв смазки, причём с ростом градиента скорости сдвига dѴ/dn уменьшается до определённой величины и дальше ведёт себя как жидкость. Вязкостные свойства консистентных смазок определяются их вязкостно – температурной и вязкостно – скоростной характеристиками. Для измерения вязкости консистентных смазок служит ка­пиллярный вискозиметр АКВ-2.

**3. Теплостойкость** – т.е. отношение к t°**,** контролируется по t° каплепадения и t° сползания, характери­зует собой верхний температурный предел применимости (↓ 65°C – низкоплавкие, 65°-100°C - средне­плавкие, ↑ 100°C – тугоплавкие). t° сползания объекта около 20°C ниже t° каплепадения. Для тех сма­зок, которые применяются для защиты от коррозии , добавляют присадки, выравнивая t° сползания с t° каплепадения.

**4. Пенетрация** – характеризует структурно – механические свойства консистентных смазок (густота, сте­пень мягкости). Определяется по глубине погружения конуса весом 150г за 5 секунд прибором Пенет­рометром.Авиа смазки при t°20°C имеют число пенетрации от 170 до 360 единиц. При длительном хранении пенетрация ухудшается.

**5. Стабильность** – способность сохранять все свои свойства при хранении и применении. Стабильность:

- *механическая* – способность разжиматься под влиянием механического воздействия (перемеши­ваться) и вновь загустевать после его прекращения – явление ТИКСОТРОПИИ;

- *коллоидная* – способность сохранять неизменно свою структуру и не выделять жидкое масло (явление выделения жидкого масла – СИНЕРЕЗИС);

- *химическая* – способность противостоять изменениям химического характера при взаимодействии с кислородом, т.е. ОКИСЛЕНИЮ.

**6. Антикоррозийные свойства.** Консистентные смазки не должны выше нормы (по ГОСТ) содержать веществ, способных вызвать коррозию смазываемых поверхностей.

**7. Содержание мех. примесей и воды.** Мех. примеси, вызывающие абразивный износ трущихся по­верхностей в смазках не допускаются. Необходимо соблюдать условия хранения, применения, без по­падания в них загрязнений. Но в некоторых смазках (кальциевых) допускается содержание мех. приме­сей (с допуском по ГОСТ). Содержание песка в консистентных смазках не допускается. Вода не допуска­ется или ограничивается стандартом (кальциевые), т.к. она ухудшает их смазывающую способность и способствует процессу коррозии. % содержания определяется тем же методом, как и у масел.

**3.3 Сорта консистентных смазок**

***1. Антифрикционные*** – узлы управления ВС и АД, узлы крепления шасси, подшипники, колёса элек­троагрегатов и приборов.

**ЦИАТИМ-201 (УТВМА)** – универсальная тугоплаво-влагостойкая, морозоустойчивая, активированная от светло-жёлтого до тёмно-жёлтого цвета. Работоспособна в диапазоне t° от -60° до +90°C. Пенетрация при 25°C-270-320, t° каплепадения 175°C. При повышенных tнв склонна к синерезису. Хранить в про­хладном помещении в мелкой таре, чтобы масло не выжималось под давлением вышележащих слоёв смазки. Заменитель - ЭРА, ЗИМОЛ, ЛИТА.

**НК-50 (СТ – самолётная тугоплавкая)** – подшипники колёс ВС, шлицы втулок ВВ самолётов, клапанный механизм поршневого АД. Чёрный цвет с зеленоватым оттенком. Работоспособна от -15° до 180°C, вре­менный перегрев до +200°C. Недостаток – у НК-50 при повышенной влажности набухает, размягчается и сползает с деталей, а при низких t° затвердевает и скалывается. Заменитель – ВНИИНП-261(САПФИР).

**ВНИИНП-261(САПФИР)** – подшипники колёс ВС. Работоспособна от -40° до 150°C, временный перегрев до +200°C.

**ЦИАТИМ-221** – подшипники электроагрегатов, электромашин. Работоспособна от -60° до 150°C. Заме­нитель – ВНИИНП-207 (до -40°C) и ЦИАТИМ-221С (до 150°C).

**ОКС-122-7** – подшипники электромашин. Работоспособна от -40° до 100°C. Заменитель ЦИАТИМ-202, ОКБ-122-7-5.

**ТС гип –** гипоидное масло для смазки редукторов и трансмиссий вертолётов (смесь смолки и маловяз­кого веретённого дистиллята с добавкой 0,5% депрессатора – присадки, ↓ t°заст). Вязкость при 100°C 20-32 сСт, t°заст -20°C. Зимой применяют маслосмесь СМ-9 (2/3 ТС гип + 1/3 АМГ-10) или маслосмесь 50/50 (50% ТС гип + 50% АМГ-10). Всесезонное.

**ВНИИНП-25** – шарнирное масло (смесь диэфирного и нефтяного масел с присадками), вязкость при 100°C не < 9,8 сСт, t°заст -54°C. Работоспособна при t° от +40° до -50°C. Применяется зимой в шарнирах втулок НВ и РВ (с 98г прекращён выпуск из-за войны в Чечне).

**СМ-12** – маслосмесь в ОШ втулки НВ Ми-8 при t°нв  от +5° до -25°C до 100 часов.

**ВО-12** – всесезонное масло для ОШ втулок НВ и РВ вертолётов Ми-2, 8, 8МТВ, 6, 10. Диапазон t°нв от-50°C до +50°C с временным ограничение до 300 часов.

***2. Защитные (консервационные).***

**Пушечная (ПВК)** – для наружной консервации. Работоспособна от -50° до +50°C. От светло-коричневого цвета тёмно-коричневого. Заменитель – ГОИ-54П, Солидол С, ВТВ-1.

**К-17** – (смесь МС-20 и трансформаторного масла Т-1500 с присадками). Жидкая смазка для внутренней и наружной консервации АД и его агрегатов. Примечание: разрешается применять масло МК-8п для внутренней консервации топливной системы и её агрегатов вертолёта Ми-8.

***3. Уплотнительные.***

**БУ** – бензостойкая уплотнительная, для уплотнения и герметизации соединений топливной, масляной и гидросистем. От светло-коричневого до тёмно-коричневого цвета. Работоспособна от - 10°C до + 40°C.

***4. Приборные.***

**132-08** – смесь синтетической и минеральной смазки для подшипников приборов. Вязкость при 20°C 47-55 сСт, t°заст - 70°C.

**МН-60У** – часовое низкотемпературное.

***5. Для резьбы свечей.***

**(70% МС-20 + 30% С-1)** – для предупреждения пригорания резьбы свечей зажигания на поршневых АД. Тщательно перемешать перед нанесением. С-1 –беззольный графит.

***6. Пасты.***

**ПФМС-4С** (полифенилметилсилоксиновая) – авиационные узлы большого трения. Работоспособна от - 30° до 300°C, кратковременно до 400°C.

**ВНИИНП-225** – подвижные и неподвижные резьбовые соединения. Работоспособна от - 60° до 250°C (алюминиевые сплавы), от - 60° до 350°C (легированные стали), от - 40°C до 300°C (малооборотные узлы трения). Заменитель ВНИИНП-232.

**Тема 4. «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ»**

**4.1 Марки гидрожидкостей**

**АМГ-10** – авиационное масло гидравлическое с вязкостью 10 сСт при t° 50°С (минеральное). Получают загущением керосиногазойлевой фракции вязкостной присадкой ВИНИПОЛ. Вызывает набухание и разъедание кожи и немаслостойких сортов резины. При длительной эксплуатации уменьшается вяз­кость при достижении 8 сСт. Масло заменяют.

Наиболее распространённой минеральной г/жидкостью за рубежом является жидкость «Аэро Шелл Флюид – 4». Имеет обозначения ДТД-585 (Англия), MJL-E-5606 AиB (США), 3GP-26A (Канада), FHS-1 (Франция), OM-15 (международное). Все они идентичны АМГ-10, разрешается их дозаправлять. Рабо­чий диапазон t° от - 60° до 55°C.

*Приказ ФАС 29.06.98г. по ГСМ №25-2-71-25:*

1) НПП ПЛАСМА возобновила производство НК-50 и ЦИАТИМ-201.

2) На НПЗ прекращён выпуск с 1.06.98г. АМГ-10.

3) Начата эксплуатация г/жидкости Hydraulic Oil FH-51, которое можно смешивать с АМГ-10. Контроль­ная эксплуатация самолётов – 600 ч., вертолётов – 300 ч. (с отборами проб). Входной контроль через 100 ч. из штатных точек г/системы по 300-400 см3. В случае отказов агрегатов, их отправляют на завод, а пробы в ГОСНИИ ГА ГСМ.

4) Прекращён выпуск масла ВНИИНП-25 (грозненская нефть). В ОШ втулок НВ и РВ применять МС-20, МС-14 и смесь СМ-10 и СМ-12.

**НГЖ-4 (4У)** – синтетическая фосфорорганическая жидкость. Рабочий диапазон t° от -55° до +125°C. До­вольно агрессивна к прокладкам и шлангам. Имеет t° самовоспламенения – 650° - 670°C, медленно го­рит в пламени. Взаимозаменяема с маслом Skydrol 500-A (B).

В настоящее время на основе дисилоксанов за рубежом используется жидкость «ОРОНИТ 8200».

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатель | АМГ-10  (ми­неральное) | Air Shell Fluid-4 | НГЖ-4 (4У) - син­тетическое |
| 1 | Очищенная нефтяная фракция | 210°-300°С до 90% | 210°-310°C до 90% | эфир фосфорной кислоты |
| 2 | Загуститель | винипол до 10% | алкилмета крилат 8% | вязкостная при­садка |
| 3 | Антиокислитель | нафтол 0,5% | присадка 2% | Присадка |
| 4 | Противоизносная присадка | Нет | 0,50% | Нет |
| 5 | Антикоррозийная присадка | Нет | нет | Есть |
| 6 | Вязкость при 50°C, сСт, не < | 10 | 10 | 9 |
| 7 | t° застывания, °C, не ↑ | -70 | -70 | -65 |
| 8 | t° вспышки, °C, не ↓ | 92 | 92 | 165 |
| 9 | Цвет | Красный | красный | от фиолетового до синего |
| 10 | Плотность, не > | 0,85 | 0,85 | 1,08 |
| 11 | Кислотное число, мг КОН на 1 гр жидко­сти, не > | 0,05 | 0,05 | 0,08 |
| 12 | Рабочий диапазон t°С | от -60° до 55°C | от -60° до 55°C | от -55° до 125°C |
| 13 | Содержание %: - мех. примесей; - воды | < или = 0,003 отсутствие | < или = 0,003 отсутствие | < или = 0,1 отсут­ствие |
| 14 | Взаимозаменяемость с зарубежными | DTD-585 (Англия); MIL-H-5606A(B) (США); 3GP-26A (Ка­нада); FHS-1, FH-S1 (Франция); OM-IS (международное) | | Sky Drol-500A(B); Оронит-8200 |

**4.2 Противообледенительные жидкости**

При эксплуатации ЛА в условиях низких t°нв на поверхностях (крыльях, фюзеляже, оперении и т.п. ) воз­можны конденсация воды из воздуха и её замерзание. Обледенение ЛА может происходить как в по­лёте, так и на земле во время стоянки. При обледенении ЛА нарушается плавность обтекания его час­тей, снижается тяга СУ, ухудшаются лётные характеристики, уменьшается вертикальная скорость набора высоты, снижается потолок и max скорость полёта, увеличивается расход топлива и потребная мощ­ность (тяга) для полёта на заданной скорости.

В качестве ПОЖ, используемой в полёте для предупреждения обледенения частей ЛА (стёкол, фонаря кабины пилотов, ВВ и т.д.) применяется этиловый спирт и его смеси с глицерином и водой, а также жидкость ЭАФ. Для борьбы с обледенением на земле применяют жидкость АРКТИКА, АРКТИКА - 200.

**ЭАФ** – эфирно-альдегидная фракция, является отходом производства этилового спирта (90% этилового спирта + 10% эфиров, альдегидов, сивушных масел, метилового спирта, бензина Б-70 и зелёного ки­слотного красителя). t° замерзания -70°C. Применение чистой ЭАФ для борьбы с обледенением ЛА на земле ЗАПРЕЩАЕТСЯ! В крайних случаях разрешается удалять обледенение горячей водой (40°-50°C) с опрыскиванием чистым или разбавленным водой ЭАФ. Из-за высокой гигроскопичности применяется редко. ЭАФ прозрачная, жёлтоватого цвета.

**АРКТИКА** – 52% водного раствора этиленгликоля с добавкой эмульгатора ОП-7 или ОП-10 для повыше­ния стачивающей способности и антикоррозийных свойств. АРКТИКА прозрачная, бесцветная или светло-жёлтого цвета, без запаха, не огнеопасна и не содержит механических примесей. t° замерзания -37°C. Не разрушает ЛКП, резиновые уплотнения, полотняную обшивку и остекление кабин. Жидкость наносят с помощью распыливающих форсунок. Для удаления льда нагревают до 90°C. Для профилак­тики образования льда, защищаемые части ЛА обрабатывают холодной жидкостью. При многократном нагревании не теряет своих свойств.

**АРКТИКА – 200** – водный раствор более высокой концентрации этиленгликоля с противокоррозионной присадкой и загустителем. Имеет более высокую вязкость, чем АРКТИКА. Так же подогревают до 80°-95°C, но предварительно разбавляют водой (100 частей жидкости + 70 частей воды до tнв -30°C, 100 ч.ж. + 30 ч.в. до -50°C). t° замерзания такого раствора -55°C.

Применение ПОЖ с помощью спецмашин осуществляется ИАС АТБ. В случае верхней заправки ВС топ­ливом, обработку ПОЖ производить после заправки, т.к. обшивка будет скользкой.

С 2001г. применяются международные ПОЖ – «OCTAFLO EF» и ПОЖ «OCTAFLO EG» - сертифицированы в ГосНИИ ГА, допущены к применению на всех типах ВС.

- применять до tнв не ниже -44°C;

- обязательно смесь с водой от 70x30 (-56°) до 20x80 (7°C) нагревается до t° = 60°C;

- цвет прозрачный красно-оранжевый;

- t° застывания -52°C;

- запрещается смешивать с другими ПОЖ;

- время действия (от 5 мин до 45 мин) – в зависимости от вида обледенения.

**4.3 Моющие жидкости**

Применяемые моющие составы по назначению делятся на составы для:

- очистки деталей ПД при ремонте;

- удаления нагара с деталей ГТД при ремонте;

- удаления смолистых отложений наружной мойкой АД;

- очистки наружных поверхностей ЛА;

- очистки оборудования кабин и санузлов ЛА.

Для очистки деталей ПД применяют **КРЕОЛИН**, **ЭКМ** и **крезольную жидкость**.

Для очистки наружной поверхности планера при + t°нв применяют **АЭРОЛ-1**, мыльную эмульсию и эмульсию **2-ОКМ.**

Для промышленно-технических целей, удаления загрязнений с АД применяют **НЕФРАС-С50/170** и бен­зин **Б-70**.

Для удаления незначительных масляных загрязнений с планера применяют смеси **Б-70 с МК-8**, **ЭАФ** с водой или Б-70 с керосином.

Моющий состав для очистки оборудования кабин с дезинфицирующими свойствами и приятным запа­хом, не опасный для людей – это жидкость **ПРОГРЕСС**.

Моющий состав для санузлов – жидкость **СТ-2** прозрачно–голубого цвета, токсична и агрессивна к ме­таллам.

Кроме того, **УАЙТ-СПИРИТ** – для лакокрасочных работ, **АЦЕТОН** – для обезжиривания деталей и раз­бавления лакокрасочных материалов.

*1). Распоряжение ДПЛГ ГВС и ТР ГА ГСГА МТ РФ от 06.04.2001г. №24.10-85ГА о применении техниче­ских моющих средств (ТМС)* – препарата **«Демос»** (Россия) для самолётов Ту-134, 154, Ил-62, 76, 86, Як-40, 42, для:

- обеззараживания санузлов самолётов;

- наружной мойки самолётов;

- внутренней уборки.

2). \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ *от 17.05.2001г. №24.10-108ГА о применении ТМС - авиацион­ного туалетного дезодоранта* ***«Honey Bee 50»*** *(Великобритания)* перед полётом и в полёте, влива­ется в унитаз 10мл и производится смыв - на тех же самолётах.

3). \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ *от 17.05.2001г. №24.10-109ГА о применении ТМС - авиацион­ного туалетного дезодоранта* ***«Honey Bee Deodorant Pak 44»***(голубой порошок в водорастворимых пакетиках). Устраняет туалетные запахи – на тех же самолётах.

**4.4 Спирты**

При ТОиР АТ, проведении анализов авиа ГСМ, для предупреждении обледенения ВС применяются эти­ловые спирты:

- ректификат из пищевого сырья, ГОСТ 5962;

- технический марки «А», ГОСТ 17299;

- синтетический очищенный, ГОСТ 11547;

- ректифицированный технический высшего и 1-го сорта, ГОСТ 18300;

- головная фракция (ранее жидкость ЭАФ), ОСТ 18-121-73;

- гидролизный абсолютированный ТУ5.9-108-73.

**4.5 Дистиллированная вода**

Согласно РТЭ самолётов АН-24 и Л-410УВП дистиллированная вода меняется в системе впрыска воды в АД при повышении t°нв. Заправляется в баки системы впрыска, должно соответствовать требованиям ГОСТ 6709. Выдача дистиллированной воды производиться службой ГСМ.

**Тема 5. «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АВИА ГСМ»**

Современные ЛА требую высокой чистоты ГСМ, а так же соответствия их физико-химических показате­лей требованиям технических стандартов. Обеспечение безопасной работы ЛА во многом осуществля­ется надёжным контролем за качеством ГСМ, который должен производиться систематически на раз­личных этапах применения ГСМ с момента их приёма в аэропорту до заправки в ЛА.

При подготовке авиа ГСМ к выдаче в системы ВС «Руководством по ГСМ» (с 1993г.) устанавливаются следующие виды контроля: входной, приёмный, складской и аэродромный.

1). ***Входной контроль***– производится при приёмке на склад АП каждой партии АГСМ, поступающего от изготовителя (поставщика) любым видом транспорта.

2). ***Приёмный контроль*** – производится после окончания приёма продукта и каждого долива резер­вуара продуктом другой партии (определение физико-химических показателей). По результатам при­нимается решение о пригодности продукта к выдаче с оформлением анализа пригодности из данного резервуара (сроком на 1 год для топлив и масел, и 6 месяцев для ПВК жидкостей).

3). ***Складской контроль*** – производится через 6 месяцев хранения топлив и масел и через 3 месяца хранения ПВК жидкостей в данном резервуаре. При удовлетворительных результатах на действующем анализе пригодности делается отметка с указанием даты проверки.

4). ***Аэродромный контроль*** – подтверждает подготовленность к выдаче на заправку пригодного к при­менению продукта из ёмкости конкретного заправочного средства (ТЗ, МЗ и др.) и из расходного резер­вуара. При удовлетворительных результатах оформляется ***контрольный талон*** окончания формы, разрешающий заправку ВС определённой марки АГСМ. Срок годности контр. Талона – до окончания расходования продукта из резервуара, но не более срока действия анализа пригодности.

По решению руководителя службы ГСМ, при несоблюдении условий хранения, несоблюдении регла­ментных сроков обслуживания и др. нарушениях, контроль качества может производиться досрочно.

При обнаружении несоответствия качества АГСМ поступивших на склад при входном контроле, по за­явке АП производится ***арбитражный контроль***, который выполняет ГосНИИ ГА, выдавая арбитражный анализ с заключением об условиях применения продукта.

Пробы авиа ГСМ из систем и агрегатов ВС отбираются для определения уровня их чистоты и качества, полноты выполнения регламентных работ по ТО и подготовленности систем и агрегатов к эксплуатации. Причём отбор проб производится тех. составом ИАС с привлечением при необходимости службы ГСМ.

***Объёмы проб для лабораторных анализов:***

- авиа керосин, бензин – не менее 1,5 дм3 (1,5л);

- остальные ГСМ – не менее 0,7 дм3.

Для проверки уровня чистоты топлив и масел объём пробы должен составлять 0,5-0,8 дм3. Отбор проб АГСМ должен производиться в тару (посуду), подготовленную лабораторией ГСМ АП.

Контрольный талон хранится в кармане (ящике) ТЗ, МЗ, ЗА или заправочной колонки ЦЗС.

Визуальный контроль чистоты АГСМ в ТЗ, МЗ, ЗА и ЦЗА производится в пробах, отбираемых по требова­нию экипажа из отстойников ТЗ или наконечника (пистолета).

Контроль содержания воды в пробе топлива, слитого из ТЗ или баков ВС производится с помощью ин­дикатора свободной воды (согл. ук. 803/4 от 25.11.83г. введено с 1.06.84г., дополняет ук. 247У).

Для идентификации топлива в отстое в случае отсутствия линии раздела фаз и в других сомнительных случаях в банку можно добавить несколько кристаллов марганцево-кислого калия. При наличии в банке только топлива кристаллы осядут на дно, при наличии воды – слой окрасится.

При обнаружении в слитом отстое (чистый керосин или с ПВКЖ ) воды, кристаллов льда или помутне­ния, необходимо произвести слив отстоя до появления чистого, прозрачного керосина. Если появления чистого керосина добиться не удалось, решается вопрос о допуске ВС к эксплуатации, сливе керосина из баков или дозаправки керосином с ПВКЖ И-М или ТГФ-М. Принимается совместно специалистами лётной, ИАС и службы ГСМ.

При сливе отстоя из баков ВС керосина с ПВК И-М или ТГФ-М помутнение топлива не является брако­вочным признаком. При этом не должно быть видно мех. примесей, кристаллов льда и отстоявшего ан­тифриза (смеси компонентов ПВКЖ и воды). Дополнительный слив мутного керосина с ПВКЖ И-М или ТГФ-М не производится.

При поступлении ВС в АП с З-И или АРЗ, ИАС необходимо произвести:

1). Проверку чистоты топлива в пробах, отобранных из всех точек слива ВС;

2). Промывку топливных фильтров на ВС при поступлении, через каждые 50 ч., в течении первых 300 ч. налёта и далее в соответствии с РТО.

Ответственность за подготовку систем ВС к приёму АГСМ, своевременный слив отстоя и оценку полноты слива, отбор проб из систем ВС (в соответствии с РТО), сохранность качества АГСМ в системах и агрега­тах ВС несёт ИАС.

За сохранность качества г/жидкости в УПГ-300, как составной части ВС, несёт ИАС.

**Тема 6. «ЗАПРАВКА ТОПЛИВОМ ВС»**

**- Водитель:** по команде ИТП (экипажа) устанавливает ТЗ от крайне плоскости ВС на расстояние не < 5 м, ставит его на ручник, включает дизель, заземляет ТЗ с аэродромным заземлителем, устанавливает стрелки счётчиков литров на ноль, предъявляет контрольный талон.

**- Заправщик (а/техник, б/механик, б/инженер):** зафиксировать ТЗ колодками; гибким тросом вырав­нить потенциал между ТЗ и ВС; вместе с водителем размотать раздаточные рукава ТЗ и осмотреть их на целостность; коснуться раздаточным пистолетом ВС на расстоянии не < 1,5 м от заправочной горло­вины, вставить пистолет в горловину топливного бака (при необходимости взять стремянку); открыть клапан наконечника, дать команду на заправку.

**- Водитель:** получив разрешение на заправку ВС, открывает задвижку и включает насос, постепенно увеличивая обороты. При верхней заправке (типа Ан-2), подаёт пистолет заправщику и принимает его обратно, страхует подъём и спуск заправщика по стремянке. По окончании заправки прекращает по­дачу топлива, производит отсос топлива из рукавов, выключает насос, закрывает задвижки, снимет по­казания счётчиков, сообщает их заправщику (для оформления требования Ф-1 ГСМ), отсоединяет и убирает трос заземления ТЗ.

**- Заправщик:** отсоединяет пистолет и трос выравнивания эл. потенциала; вместе с водителем убирает и наматывает рукава на барабаны; убирает из под ТЗ передние колодки и укладывает их на ТЗ.

При обливании ТЗ или ВС топливом, обнаружении паров топлива внутри ВС или другой опасности по­жара (возгорания), заправщик обязан прекратить заправку (слив) топлива и отключить эл. питание, от­соединить рукава от ВС и вызвать пожарно-спасательный расчёт аэродрома (или пожарную охрану ближайшего населённого пункта), удалить ТЗ от ВС на расстояние не < 75 м, удалить топливо с поверх­ности ВС.

При разливе топлива на землю, отбуксировать ВС на другое МС, предварительно покрыв огнетушащей пеной, убрать пролитое топливо с помощью воды, опилок, песка и ветоши.

**Заправка с пассажирами на борту:** производиться с разрешения КВС, при этом:

- предупредить пассажиров о запрете включения освещения, пользовании открытым огнём, курении;

- включить табло «Не курить», открыть двери основных трапов и не загромождать их;

- б/проводники находятся у дверей, поддерживают связь с водителем ТЗ и экипажем в кабине пилотов.

- при возникновении пожароопасной ситуации пассажиры должны быть эвакуированы, а заправка пре­кращена. В процессе заправки на МС должны быть первичные средства пожаротушения, вблизи дежу­рить пожарный автомобиль с боевым расчётом.

# Перечень рекомендуемых учебных изданий

1. Руководство по технической эксплуатации складов и объектов горюче-смазочных материалов предприятий гражданской авиации № 9/И от 27 июля 1991 г.
2. Руководство по приему, хранению, подготовке к выдаче на заправку и контролю качества авиационных горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей в предприятиях воздушного транспорта российской федерации, приказ 17 октября 1992 г. № ДВ-126.
3. Наставление по службе горюче-смазочных материалов на воздушном транспорте российской федерации (НГСМ-РФ-94) 1 ноября 1991г.
4. Приложение № 4 к Правилам перевозок жидких грузов наливом в вагонах-цистернах и вагонах бункерного типа для перевозки нефтебитума порядок определения массы нефти и нефтепродуктов в вагонах-цистернах расчетным способом.
5. Приказ ФСВТ РФ от 18 апреля 2000 г. № 89 Об утверждении Федеральных авиационных правил Сертификационные требования к организациям авиатопливообеспечения воздушных перевозок. (в ред. Приказов Минтранса РФ от 13.08.2007 № 118, от 24.06.2009 № 101).
6. Письмо Федерального агентства воздушного транспорта от 5 февраля 2013 г. № 03.10-7 "Рекомендации по противообледенительной обработке воздушных судов".
7. ГОСТ Р 56401-2015. Правила проведения работ по допуску к применению горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей для авиационной техники.
8. Методические рекомендации по анализу качества горюче-смазочных материалов в гражданской авиации / М-во гражд. авиации. - М.: Воздуш. трансп., 1987-. - 22 см.
9. Баранец, Ю.Г. Определение потребности авиапредприятия в ГСМ и СЖ на год. Планирование поставки авиатоплива. Методические указания по выполнению курсовой работы./ Ю.Г.Баранец, И.В. Константинов. УВАУГА (И). 2015 г.
10. Баранец, Ю.Г. Введение в специальность: учеб. Пособие /сост. Ю. Г. Баранец. – Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2013. – 151 с.
11. Грядунов, К.И. Химмотология и контроль качества ГСМ. Авиационные топлива: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ./ К.И. Грядунов, Т.М. Маслова. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 56 с.
12. Коняев, Е.А., Авиационные горюче-смазочные материалы: учебное пособие/ Е.А. Коняев, Немчиков М. Л. – М.: МГТУ ГА, 2013. -80 с. 11 табл., 11 ил., лит. 9 наим. SBN 9785-86311-874-1.
13. Литвинов, А.А. Основы применения горюче-смазочных материалов в гражданской авиации: учебник для вузов/ А.А. Литвинов. – М.: Транспорт, 1987.
14. Рыбин, Н.П. Авиационные смазочные материалы и спецжидкости/ Н.П. Рыбин. – М.: МИИГА, 1985.
15. Сырбаков, А.П. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие / сост. А.П. Сырбаков, М.А. Корчуганова; Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 159 с.