## Дисциплина «Применение горючего на авиационной технике и при проведении авиационных работ»

## Тема № 4. Пластичные смазки для техники, применяемой в гражданской авиации

### Занятие № 1. Пластичные смазки

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ

**Введение**

**Учебные вопросы:**

1. Назначение и состав ПС.
2. Условия применения и требования к качеству ПС.
3. Классификация и обозначение ПС.
4. Марки антифрикционных, консервационных и уплотнительных смазок.

**Заключение**

## Литература

**Основная:**
1.Применение горючего на авиационной технике и при проведении авиационных работ. Жидкие нефтяные топлива. Учебное пособие / составители М.А. Егоров, А.В. Калякин, Р.Р.Файзуллин – Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2014. - 168 с.
2.Химмотология горюче-смазочных материалов. Научно-техническое издание/ А.С. Сафонов, А.И.Ушаков. В.В.Гришин В.В. – Санкт-Петербург: «НПИКЦ», 2007. – 488 с.

**Дополнительная:**
1.Применение горючего на военной технике: учебник/Е.И.Гулин, А.Ф.Горенков, С.Н. Зайцев, и др. – М.: ВОЕННОЕ ИЗДАНИЕ, 1989. - 432 с.
2.Химмотология горючего. Учебное пособие: в 2 ч.Ч. 1 / А.Н.Литвиненко, Н.В. Логинов, Н.В. Волков, Р.Р.Файзуллин, А.В. Калякин и др.; Под ред. А.Н.Литвиненко. – Ульяновск: УВВТУ, 2005. С. 262 с.
3. Химмотология. Учебник / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи – М.: ХИМИЯ, 1986. - 366 с.

# 1. Назначение и состав ПС.

## Назначение и состав ПС.

**Пластичная смазка** - мазеобразный нефтепродукт или синтетический продукт отличающийся наличием структурного каркаса образованного частицами загустителя, в ячейки которого включено масло.

**Назначение:**

-снижение затрат энергии на трение;
-снижение износа трущихся поверхностей;
-консервация изделий;
-герметизация уплотнений и соединений;
-снижение шума и вибрации;
-предохранение открытых узлов трения от загрязнения, воздействия влаги и различных коррозионно-активных продуктов.

## Назначение и состав ПС.

**Преимущества ПС:**

- не вытекают под действием собственной массы из открытых узлов трения;
- более надежно предохраняют от загрязнений, влаги и различных коррозионно-агрессивных продуктов;
- снижают шум и вибрацию;
- применяются для смазки открытых и трудногерметизируемых узлов с ограниченным доступом и работающим длительное время без смены;
- применяются для консервации и уплотнения штуцеров, кранов и соединений;
- невысокая стоимость применения, несмотря на то, что стоимость ПС выше стоимости минеральных масел.

**Недостатки ПС:**

- удерживают во взвешенном состоянии металлические частицы износа и др. механические примеси;
- при нагревании быстро размягчаются, или наоборот, затвердевают, теряя пластичные свойства;
- ряд смазок затвердевают при охлаждении;
- смазки плохо отводят тепло.

## Назначение и состав ПС.

**Состав ПС**

-жидкая фаза (дисперсионная среда) 75...90%
-загуститель (дисперсная фаза) 10...25%
-наполнители
-присадки — Д (1...15%)
-стабилизатор

**ДС** - нефтяные масла;
-синтетические масла (у/в);
-кремнеорганич.жидкости;
-фтор- и фторхлоруглероды;
-сложные эфиры;
-полифеноловые эфиры;
-полиалкиленгликоли.

**ДФ** (по природе загустителя)
- мыльные;
- неорганические;
- органические.
- углеводородные

## Назначение и состав ПС.

**Мыльные смазки.** Мыла - это соли высших жирных кислот и гидроокисей Ме. Наиболее часто используются стеариновая, оксистеариновая, лауриновая, пальмитиновая кислоты.
Гидроксиды металлов: Li, Na, K, Ca, Mg, Zn, Ba, Pb, Ag.
Широко используются кальциевые,натриевые, литиевые и алюминиевые смазки.
**Ca** - смазки до $70^0$C; высокие водостойкость, защитные и ПИ свойства, ТОС, водостойки, но в ряде случаев гигроскопичны.
**Na** – смазки: лучшая ТОС, чем у Ca - смазок; 110 - $130^0$C, водостойкость.
**Li** - смазки до + $120^0$C и выше, нерастворимы в $H_2O$.
**Al** – смазки; водостойкость и при контакте с морской водой.

**Углеводородные смазки** (парафины, церезины, петролатум). Дешевые, водостойкость и защитные свойства. Консервационные.

**Органические смазки** (орг. продукты, пигменты, производные мочевины, полимеры), высокая ТОС ($250^0$C...$300^0$C Pg - смазка).

**Неорганические смазки** (силикагелевые Si - смазки), высокая ТОС и стойки к агрессивной среде, хорошие защитные и ПИ свойства.

## Назначение и состав ПС.

**Наполнители** - порошкообразные неорганические вещества, добавляют для придания смазкам особых свойств (механической прочности, устойчивости к высоким температурам и сильным окислителям). Обладают одновременно и загущающей способностью.
Распространение получили наполнители, которые характеризуются низкими коэффициентами трения: графит, дисульфид молибдена, слюда, тальк, нитрит бора, сульфиды некоторых металлов, асбест, оксиды цинка, алюминия, олова, бронзы и латуни.

**Стабилизаторы** добавляют для предотвращения расслаивания смазок (ПАВ: глицерин, вода, спирт, жирные кислоты, некоторые мыла, щелочи, нефтяные смолы).

**Присадки** добавляются для улучшения эксплуатационных свойств (противоизносные, противозадирные, антифрикционные, защитные, антикоррозионные, антиокислительные).

## 2. Условия применения и требования к качеству ПС.

## Условия применения и требования к качеству ПС.

**Основными факторами, определяющими условия применения пластичных смазок различного назначения, являются: конструкция узла трения (подшипники качения и скольжения, зубчатые, червячные, винтовые и другие передачи); температура (от минус 70 $^0$С до плюс 300 $^0$С и выше); скорость относительного перемещения трущихся деталей (от 10 мин $^{-1}$ до 10000 мин $^{-1}$); нагрузка (от 2 до 20000 МПа); чистота и влажность окружающей среды; контакт с конструкционными материалами и др.**

**Антифрикционные смазки должны отвечать следующим требованиям:**
**предотвращать изнашивание трущихся деталей;**
**обеспечивать снижение затрат энергии на трение;**
**сохранять свой состав и свойства;**
**прочно удерживаться в узлах трения и не сбрасываться с быстродвижущихся деталей;**
**обладать водостойкостью, защитной способностью против воздействия коррозионных продуктов внешней среды;**
**не коррозировать металлы.**

## Условия применения и требования к качеству ПС.

**Требования к качеству консервационных смазок:**

обладать высокой адгезионной способностью, обеспечивающей их прилипание к поверхности и удержание на ней;

предотвращать диффузию влаги, коррозионно-активных газов и жидкостей через слой смазки с металлами;

обладать способностью нейтрализовать кислые продукты, образующиеся при окислении смазок;

быть стабильными и не содержать веществ, вызывающих коррозию металлов.

**Требования к качеству уплотнительных смазок:**

не разрушаться и не вытекать из уплотнений под действием нагрузок, при повышении температуры и влиянии других факторов;

не изменять своих свойств в условиях хранения и применения в уплотнительных устройствах.

# 3. Классификация и обозначение ПС

## Классификация, наименование и обозначение ПС.

**Обозначение состоит из пяти буквенных и цифровых индексов, расположенных в следующем порядке и указывающих:**
**-группу (подгруппу) в соответствии с назначением смазки,**
**-загуститель,**
**-рекомендуемый (условный) температурный интервал применения,**
**-дисперсионную среду,**
**-консистенцию смазки.**

**По назначению (области применения):**
**-антифрикционные, снижающие трение и износ в механизмах;**
**-консервационные, защищающие металлические изделия от коррозии;**
**-уплотнительные, герметизирующие зазоры в оборудовании и механизмах;**
**-канатные, используемые для смазывания стальных канатов.**

## Классификация, наименование и обозначение ПС.

| Группа | Основное назначение | Подгруппа | Индекс | Применение |
|---|---|---|---|---|
| Антифрик-ционные | Предназначены для снижения износа и трения скольжения сопряженных деталей | Общего назначения для обычных температур (солидолы) | С | Узлы трения с рабочей температурой до 70 $^0$С |
| | | Общего назначения для повышенных температур | О | Узлы трения с рабочей температурой до 110 $^0$С |
| | | Многоцелевые | М | Узлы трения с рабочей температурой от минус 30 до плюс 130 $^0$С в условиях повышенной влажности среды. В достаточно мощных механизмах сохраняют работоспособность до минус 40 $^0$С и ниже |
| | | Термостойкие | Ж | Узлы трения с рабочей температурой 150 $^0$С и выше |
| | | Морозостойкие | Н | Узлы трения с рабочей температурой минус 40 $^0$С и ниже |
| | | Противозадирные и противоизносные | И | Подшипники качения при контактных напряжениях выше 2500 МПа и подшипники скольжения при удельных нагрузках выше 150 МПа. Содержат противозадирные присадки или твердые добавки |

## 3. Классификация, наименование и обозначение ПС.

| Группа | Основное назначение | Подгруппа | Индекс | Применение |
|---|---|---|---|---|
| Антифрик-ционные | Предназначены для снижения износа и трения скольжения сопряженных деталей | Химически стойкие | Х | Узлы трения, имеющие контакт с агрессивными средами (кислотами, щелочами, галогенами и их соединениями, аминами, углеводородами и т. д.) |
| | | Приборные | П | Узлы трения приборов и точных механизмов |
| | | Редукторные (трансмиссионые) | Т | Зубчатые и винтовые передачи всех видов |
| | | Приработочные (дисульфидмолиб-деновые, графитные и др. пасты) | Д | Сопряженные поверхности с целью облегчения сборки, предотвращения задиров и ускорения приработки |
| | | Узкоспециализиров анные (отраслевые) | У | Узлы трения, смазки для которых должны удовлетворять дополнительным требованиям, не предусмотренным в вышеперечисленных подгруппах (прокачиваемость, эмульгируемость, искрогашение и т. п.). Для преимущественного применения в отдельных отраслях техники (автомобильные, железнодорожные, индустриальные и др.) |

## Классификация, наименование и обозначение ПС.

| Группа | Основное назначение | Подгруппа | Индекс | Применение |
|---|---|---|---|---|
| Антифрик-ционные | Предназначены для снижения износа и трения скольжения сопряженных деталей | Брикетные | Б | Узлы и поверхности скольжения с устройствами для использования смазки в виде брикетов |
| Консервацион-ные | Предназначены для предотвращения коррозии металлических изделий и механизмов при хранении, транспортировании и эксплуатации | | З | Металлические изделия и механизмы всех видов, за исключением стальных канатов и случаев, требующих использования консервационных масел или твердых покрытий |
| Канатные | Предназначены для предотвращения износа и коррозии стальных канатов | | К | Стальные канаты и тросы, органические сердечники стальных канатов |
| Уплотнительные | Предназначены для герметизации зазоров, облегчения сборки и разборки арматуры, сальниковых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений любых, в том числе вакуумных систем | Арматурные<br>Резьбовые<br>Вакуумные | А<br>Р<br>В | Запорная арматура и сальниковые устройства<br>Резьбовые соединения<br>Подвижные и разъемные соединения и уплотнения вакуумных систем |

## Обозначение типов загустителей

| Загуститель | Индекс | Загуститель | Индекс |
|---|---|---|---|
| Мыло | М | Органические вещества | О |
| Алюминиевое | Ал | Пигменты | Пг |
| Бариевое | Ба | Полимеры | Пм |
| Кальциевое | Ка | Уреаты | Ур |
| Литиевое | Ли | Фторуглероды | Фу |
| Натриевое | На | Неорганические вещества | Н |
| Свинцовое | Св | Глины (бентонитовые и др.) | Би |
| Цинковое | Ци | Сажа | Сж |
| Комплексное | Км | Силикагель | Си |
| Смесь мыл | $М_1 – М_2$ | Углеводороды твердые | Т |

## Обозначение типа дисперсионной среды и твердых добавок

| Дисперсионная среда | Индекс |
|---|---|
| Нефтяное масло | н |
| Синтетические углеводороды (алкилароматические, изопарафиновые и др.) | у |
| Кремнийорганические жидкости | к |
| Сложные эфиры | э |
| Галогенуглеродные жидкости | ж |
| Фторсилоксаны | ф |
| Перфторалкилполиэфиры | а |
| Прочие масла и жидкости | п |
| Твердые добавки | |
| Графит | г |
| Дисульфид молибдена | д |
| Порошки | |
| свинца | с |
| меди | м |
| цинка | ц |
| Прочие твердые добавки | т |

## Индексы класса консистенции смазки

| Пенетрация при 25 $^0$С по ГОСТ 5346-78 | Индекс класса консистенции | Пенетрация при 25 $^0$С по ГОСТ 5346-78 | Индекс класса консистенции |
|---|---|---|---|
| 445…475 | 000 | 220…250 | 3 |
| 400...430 | 00 | 175…205 | 4 |
| 355…385 | 0 | 130…160 | 5 |
| 310…340 | 1 | 85…115 | 6 |
| 265…295 | 2 | Ниже 70 | 7 |

## Примеры обозначений:

**СКа 2/8 – 2** - буква «С» обозначает смазку общего назначения для обычных температур (солидол); «Ка» - загущена кальциевым мылом; $^2/_8$ - предназначена для применения при температурах от минус 20 до 80 $^0$С; отсутствие индекса дисперсионной среды - приготовлена на нефтяном масле; «2» - пенетрация 265…295 при 25 $^0$С.

**УНа 3/12 э-3** - буква «У» обозначает узкоспециализированную смазку; «На» - загущена натриевым мылом; $^3/_{12}$ - предназначена для применения при температурах от минус 30 до плюс 120 $^0$С; «э» - приготовлена на сложном эфире; «3» - пенетрация 220…250 при 25 $^0$С.

**КТ 6/5 к-г 4** - буква «К» обозначает канатную смазку; «Т» - загущена твердыми углеводородами; $^6/_5$ - предназначена для применения при температурах от минус 60 до 50$^0$С; «к» - приготовлена на кремнийорганической жидкости; «г» (после тире) - содержит твердую добавку графит; «4» - пенетрация 175…205 при 25$^0$С.

# 4. Марки антифрикционных, консервационных и уплотнительных смазок.

## Марки антифрикционных, консервационных и уплотнительных смазок.

### Антифрикционные смазки.

**Смазки общего назначения для обычных температур (солидолы)** используют как многоцелевые смазки с учетом ограниченного диапазона температуры применения (до 65…70 $^0$С) в узлах и агрегатах автомобилей, тракторов, подъемно-транспортных машин, станков, насосов, компрессоров и т.д.
**Марки:** Солидол С (СКа 3/7-2), Пресс-солидол С (СКа 4/5-1), Солидол Ж (СКа 3/6-2), Пресс-солидол Ж (СКа 3/6-0), Смазка графитная (УСсА) (СКа 2/6-г3)).

**Смазки общего назначения для повышенных температур** предназначены для применения при температурах от минус 30 до 110 $^0$С в разнообразных узлах трения, в подшипниках качения и скольжения, в шарнирах, опорах и др.
**Марки:** Смазка 1-13 (ОНа - Ка 2/11-3), Консталин (ОНа - 2/11-3), Смазка ВНИИ НП-242 (УЛи 3/11-д3), Смазка АМ карданная (УНа 2/10-2), Смазка автомобильная (ОНа - Ка 3/10-2),

**Многоцелевые смазки** называют иногда многофункциональными, или универсальными.
**Марки:** Литол-24 (МЛи 4/12-3), Литол-24(рк) (МЛи 4/13-3), Алюмол, СВЭМ (ВНИИ НП-288) (НЛи 5/123-3) .

## Марки антифрикционных, консервационных и уплотнительных смазок.

### Антифрикционные смазки.

**Авиационные смазки:** «Эра» (ВНИИ НП-286М) (УЛи 6/12 уо), «Атланта» (ВНИИ НП-254) (ИЛи 6/15 уэ-см1), «Сапфир» (ВНИИ НП-261) (УкКа-Пг 5/15 уэ-г1), ВНИИ НП-281 (НкНа 6/12 у1), Свинцоль - 01 (ИЛи 6/9 – с1), Свинцоль-02 (УЛи 5/9-с 0), СТ (НК-50).

**Термостойкие смазки** применяют в агрегатах и механизмах двигателей, подшипниках электромашин, подшипниках колес шасси, некоторых соединениях и герметичных выводах, тяг управления самолетом и двигателем, червячных и винтовых передачах, шлицевых соединениях, рабочие температуры которых превышают 150 $^0$С.
**Марки:** ЦИАТИМ-221 (ЖкСа 6/15 к-2), ВНИИ НП-207 (ЖкКа 6/18к-у3), ВНИИ НП-231 (ЖСж 6/25к-1), ВНИИ НП-219, ПФМС-4с (Жг 3/30к).

**Морозостойкие смазки** предназначены для механизмов, в которых при низких температурах (до минус 60 $^0$С) смазки обычного типа (солидолы, Литол-24 и др.) могут не обеспечивать нормальную работу.
**Марки:** Лита (НЛи - Т 5/10-2), Зимол (МЛи 5/13-т3), ГОИ-54п (НТ 4/5-3).

**Химически стойкие** пластичные смазки применяются для смазки и герметизации различных узлов, работающих в контакте с агрессивными жидкостями и парами, реже для защиты металлических поверхностей от агрессивных сред.
**Марки:** ЦИАТИМ-205 (ХТ 6/5-5), ВНИИ НП-279 (ХСи 5/5 у 1), ВНИИ НП-282 (ХСи 5/15а 3), Смазка № 8 (ХФу 4/5 ж3), Смазка фторуглеродная 3ф

## Марки антифрикционных, консервационных и уплотнительных смазок.

### Антифрикционные смазки.

**Приборные смазки** предназначены для приборов, счетно-решающих и точных механизмов.

**Марки:** ОКБ - 122-7 (ПТ-Ли 6/12 кн-4), ВНИИ НП-274н (ПЛи 8/13 к-2), ВНИИ НП-223 (П-кНа 4/15 у-1), ВНИИ НП-228 (П-кНа 4/15 ну-1), ВНИИ НП-260 (П-кНа 5/18-1),

### Консервационные смазки

Основное назначение консервационных смазок состоит в предохранении металлических изделий, машин и оборудования от коррозионного воздействия внешней среды, т. е. от атмосферной коррозии.

**Марки:** Пушечная (ПВК) (ЗТ 5/5-5), АМС-1 (УАл 0/7-1), АМС-3 (УАл 0/7-3), ВТВ-1 (вазелин технический волокнистый).

**Канатные:** канатная 39 У и Торсиол-55.

### Уплотнительные смазки

Предназначены для надежной герметизации зазоров и щелей оборудования, уплотнения подвижных и неподвижных узлов трения машин и механизмов. Они нашли широкое применение в различных областях техники - в вакуумном оборудовании, в запорной арматуре, для смазки резьбовых соединений и т. д.

**Марки:** Бензоупорная (Ацн 1/4 п-7), Замазка 33к-3У (ААл-Т 4/5-7).