1. **Общие положения**

*Цель пособия по выполнению контрольных заданий*

Целью пособия по выполнению контрольных заданий по дисциплине «Горюче-смазочные материалы» является:

1.Закрепление знаний по разделам дисциплины: производство ГСМ; эксплуатационные и физико-химические свойства авиационных топлив; основные свойства масел; свойства пластичных (консистентных) смазок; специальные жидкости.

2. Закрепление навыков работы с учебно-методической, научно-технической и эксплуатационно-технической документацией.

3. Контроль усвоения материала, предусмотренного разделами методических указаний по изучению дисциплины.

**2. Методические указания к выполнению контрольных работ**

В соответствии с учебной программой каждый студент выполняет одну контрольную работу, которая содержит пять вопросов по всем разделам курса. Первый вопрос рассматривает сырье, методы производства ГСМ и свойства различных групп углеводородов. Второй вопрос посвящен изучению топлив, третий и четвертый – изучению смазочных материалов – жидких и пластичных соответственно. В пятом вопросе проверяется освоение раздела о свойствах специальных жидкостей, применяемых в ГА.

Ответ на каждый вопрос контрольной работы должен отвечать следующим требованиям:

 обосновать то или иное рассматриваемое свойство со ссылкой на соответствующие закономерности, состав, условия;

включать аналитические или химические формулы и уравнения реакций, графические зависимости свойств или таблицы;

содержать схемы (например, при рассмотрении технологических схем), рисунки приборов (например, образования граничного слоя адсорбированных молекул ПАВ на поверхности);

содержать обоснование того или иного свойства или состава ГСМ на работу двигателя, узла, агрегата ЛА;

содержать подтверждение тех или иных показателей качества, утвержденных нормативными документами на указанное ГСМ.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради, на титульном листе которой должен быть указан шифр студента, фамилия, имя, отчество, адрес, курс, специальность и вариант задания.

Перед ответом на вопрос варианта контрольного задания необходимо сформулировать и выделить сам вопрос контрольной работы.

После ответа на последний вопрос в конце работы должен быть указан список использованной литературы и поставлена подпись.

После получения отрецензированной работы студент должен исправить ошибки или дополнить ответ в соответствии с замечаниями рецензента. При положительной рецензии преподаватель ставит «к защите» и исправленная или дополненная работа защищается студентом лично при сдаче курса преподавателю.

Варианты контрольных работ и порядок отыскания варианта КР указаны ниже.

После отработки лабораторного практикума и защиты контрольной работы студент сдает зачет по курсу горюче-смазочных материалов.

*2.1 Варианты контрольных работ*

Каждый студент выполняет вариант контрольной работы, соответствующий двум последним цифрам его шифра. В табл. 2.1 вариантов контрольных работ по вертикали, в левой крайней графе следует искать предпоследнюю, а сверху по горизонтали последнюю цифру шифра. Например: шифр 88462: последняя цифра – 2, а предпоследняя – 6. Значит, необходимо ответить на вопросы, стоящие в клетке на пересечении строки 6 и столбца 2 таблицы, а именно: №№ 31,95,121,165,207.

**Таблица 2.1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1,33101,143183 | 2,34102,144184 | 3,35103,145185 | 4,36,104,146186 | 5,37105,147187 | 6,38106,148188 | 7,39107,149189 | 8,40108,150190 | 9,41109,151191 | 10,42110,152192 |
| 1 | 11,43111,153193 | 12,44112,154194 | 13,45113,155195 | 14,46114,156196 | 15,47115,157197 | 16,48116,158198 | 17,49117,159199 | 18,50118,160200 | 19,51119,161201 | 20,52120,162202 |
| 2 | 21,53121,163203 | 22,54122,164204 | 23,55123,165205 | 24,56124,166206 | 25,57125,167207 | 26,58126,168208 | 27,59127,169209 | 28,60128,170210 | 29,61129,171211 | 30,62130,172212 |
| 3 | 31,63131,173213 | 32,64132,174214 | 1,65133,175215 | 2,67134,176216 | 3,67135,177217 | 4,68136,178218 | 5,69137,179191 | 6,70138,180220 | 7,71139,181183 | 8,72140,182184 |
| 4 | 9,73141,143213 | 10,74142,144186 | 11,75101,145187 | 12,76102,146188 | 13,77103,147189 | 14,78104,148190 | 15,79105,149191 | 16,80106,150192 | 17,81107,151193 | 18,82108,152194 |
| 5 | 19,83109,153195 | 20,84110,154196 | 21,85111,155197 | 22,86112,156198 | 23,87113,157199 | 24,88114,159200 | 25,89115,158201 | 26,90116,160202 | 27,91117,161203 | 28,92118,162204 |
| 6 | 29,93119,163205 | 30,94120,164206 | 31,95121,165207 | 32,96122,166208 | 1,97123,167209 | 2,98124,168210 | 3,99125,169211 | 4,100126,170212 | 5,33127,171213 | 6,34128,172214 |
| 7 | 7,35129,173215 | 8,36130,174216 | 9,37131,175217 | 32,96122,176217 | 32,96122,176218 | 1,97123,177219 | 12,40134,178220 | 13,41135,179187 | 14,42136,180188 | 15,43137,181189 |
| 8 | 17,45139,143191 | 18,46140,144192 | 19,47141,145193 | 20,48142,146194 | 21,49101,147195 | 22,50102,148196 | 23,51103,149197 | 24,52104,150199 | 25,53105,151198 | 26,54106,152200 |
| 9 | 27,55107,153201 | 28,56108,154202 | 29,57109155203 | 30,58110,156204 | 31,59,111,157205 | 32,60112,158206 | 15,61113,159207 | 16,62114,160208 | 17,63115,170209 | 20,70120,180210 |

**3. Вопросы к контрольным работам**

*3.1. Нефтепереработка и производство нефтепродуктов ассортимента авиаГСМ*

1. Охарактеризуйте основные задачи инженерно-авиационной службы в обеспечении контроля кондиционности авиаГСМ, заправляемых в баки ВС, и укажите основные меры техники безопасности.
2. Дайте аргументированное обоснование использования нефти как основного сырья для получения авиатоплив и альтернативных источников энергии (угля, горючих сланцев, биотоплива, АСКТГ) для заправки баков ВС и наземной техники.
3. Рассмотрите элементный и групповой состав нефти, укажите строение молекул и основные физико-химические свойства парафиновых, нафтеновых, олефиновых и ароматических соединений, входящих в состав нефти.
4. Охарактеризуйте строение молекул и основные физико-химические свойства гетероатомных соединений, входящих в состав нефти (кислород, азот и серосодержащих веществ), и обоснуйте необходимость их удаления в процессе производства авиационных топлив из нефтяных фракций.
5. Охарактеризуйте химический состав и свойства газообразных углеводородов, входящих в состав нефти, необходимость и методы их удаления в процессах нефтепереработки при производстве авиатоплив.
6. Опишите первичные процессы переработки нефти.
7. Опишите вторичные процессы переработки нефти и необходимость их проведения для получения авиатоплив, в том числе и каталитические.
8. Что понимается под фракционной разгонкой и ректификацией? Опишите принцип действия ректификационной колонны.
9. Получение топлив из природного газа.
10. Приведите аргументированное обоснование вредности наличия сернистых, азотистых и других гетероатомных соединений в топливных и масляных фракциях нефти и укажите методы их удаления.
11. Что такое прямая перегонка нефти? Рассмотрите схему установки для первичной переработки нефти и укажите основные фракции и температурные интервалы их выкипания.
12. В чем заключается и с какой целью проводится процесс вакуумной дистилляции фракций нефти?
13. Опишите щелочную очистку топливных и масляных фракций нефти, полученных в процессе первичной нефтепереработки. Укажите отрицательные стороны щелочной очистки нефтяных фракций.
14. Рассмотрите методы удаления меркаптанов из топливных и масляных фракций нефти в процессе производства товарных авиаГСМ.
15. Рассмотрите кислотный метод очистки нефтяных фракций в процессе производства товарных продуктов. Перечислите его положительные и отрицательные стороны. Какими методами очистки пользуются вместо него в настоящее время?
16. Что понимается под «крекингом» нефти и в чем состоит его принципиальное отличие от простой перегонки. Какие типы крекинга используются в настоящее время при производстве авиаГСМ?
17. Рассмотрите основные принципы гидроочистки нефтяных фракций и сформулируйте необходимость применения этих приемов при производстве товарных авиаГСМ.
18. Что такое каталитический крекинг? Для каких целей он применяется? Каковы основные параметры процесса? Перечислите основные типы катализаторов и сформулируйте, для чего они нужны.
19. Что такое каталитический риформинг? Сформулируйте основные преимущества использования этого процесса. Какое сырье используется при каталитическом риформинге и каковы получаемые продукты?
20. Что такое гидрокрекинг? Для чего проводится этот процесс, каковы его основные технологические параметры? Какое сырье применяется при его проведении? Какие химические превращения протекают при этом?
21. Получение биотоплив. Их преимущества и недостатки.
22. Рассмотрите дополнительные методы облагораживания топливных дистиллятов нефти и приведите аргументированное обоснование целесообразности применения этих процессов (введение присадок, азотирование топлива) при получении реактивных топлив.
23. Рассмотрите методы селективной очистки масляных фракций при производстве базовых минеральных масел. Охарактеризуйте физико-химические основы процесса и укажите часто применяемые селективные растворители.
24. Сформулируйте основные преимущества и недостатки криогенных перспективных топлив для использования в ГА.
25. Сформулируйте основные преимущества и недостатки применения сжиженных углеводородных газов в качестве перспективного авиатоплива.
26. Рассмотрите гидрогенизационные способы производства нефтяных минеральных базовых масел. Перечислите основные технологические параметры проведения этих процессов.
27. Перечислите основные типы сырья для производства синтетических масел. В чем их преимущества и недостатки?
28. Рассмотрите строение и свойства олефиновых соединений, присутствующих в базовых минеральных маслах, и дайте аргументированное обоснование необходимости их удаления из товарных продуктов.
29. Рассмотрите технологические процессы производства реактивных топлив ТС-1 и РТ, а также их отличие от топлива Jet А-1.
30. Охарактеризуйте основные методы получения бензинов, применяемых в авиации, укажите их групповой состав и основные физико-химические свойства входящих в их состав классов углеводородов.
31. Рассмотрите методы повышения выходов реактивных топлив при переработке нефти.
32. Укажите механизм действия вязкостных, антиокислительных и противоизносных присадок для повышения качества и улучшения эксплуатационных характеристик базовых минеральных масел.

*3.2. Свойства авиационных топлив*

1. Дайте определение понятий «физико-химические», «эксплуатационные», «химмотологические», «экологические» и «экономические» свойства авиаГСМ и укажите взаимосвязь между этими понятиями на примере авиатоплив.
2. Энергетические свойства топлив. Теплотворная способность топлив. Зависимость теплотворной способности топлив от химического и группового состава топлив. Влияние ее на дальность и продолжительность полета ЛА.
3. Теплотворная способность парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов (массовая и объемная). Зависимость теплотворности топлив от группового состава и температур кипения компонентов топлива.
4. Теплотворная способность горючих для поршневых и реактивных двигателей ЛА. Экспериментальные и теоретические методы расчета теплотворности горючих.
5. Теплотворная способность горючих для поршневых и реактивных двигателей. Пути повышения теплотворности горючих.
6. Плотность авиационных топлив. Сформулируйте понятия абсолютной и относительной плотности. Рассмотрите влияние химической природы и строения углеводородов топлив на их плотность.
7. Рассмотрите понятие плотности и укажите взаимосвязь топлив с энергетическими характеристиками.
8. Плотность, объем и масса авиатоплив. Влияние температуры на эти показатели и их практическое значение для эксплуатации авиатехники. Методы определения плотности топлив.
9. Рассмотрите взаимосвязь теплотворной способности топлив с их химическим и фракционным составом и покажите изменение теплотворности топлив при изменении температуры кипения топлив.
10. Испаряемость авиатоплив. Ее основные показатели. Влияние испаряемости топлив на высотные характеристики ЛА и полноту сгорания топлив.
11. Основные показатели, характеризующие испаряемость топлив. Кривая фракционной разгонки авиатоплив, характерные точки на кривой фракционной разгонки авиатоплив и их эксплуатационное значение.
12. Испаряемость авиатоплив. Факторы, влияющие на испаряемость и методы определения показателей испаряемости. Влияние испаряемости на смесеобразование и характеристики горения авиатоплив в двигателях.
13. Кривая фракционной разгонки топлив. Влияние испаряемости на смесеобразование, полноту сгорания и пусковые свойства авиатоплив.
14. Испаряемость авиатоплив. Основные показатели, характеризующие испаряемость. Влияние температуры и давления на потери топлива и возникновение кавитационного режима работы топливных насосов в условиях высотных полетов ЛА.
15. Испаряемость авиатоплив. Влияние испаряемости на высотные и пусковые характеристики ЛА, «приемистость» двигателя и полноту сгорания топлива. Методы борьбы с возможным образованием паровых пробок в топливной системе ЛА.
16. Испаряемость топлив. Влияние температур начала кипения, температур перегонки 10%, 50% и 98% на склонность топлива к образованию нагара в реактивных двигателях. Эксплуатационное значение нагарообразования в двигателях.
17. Испаряемость топлив. Температура вспышки как косвенный фактор определения испаряемости топлив. Влияние испаряемости на пожаро- и взрывобезопасность топлив и меры борьбы с этими явлениями.
18. Испаряемость топлив. Летучесть топлив и методы определения ее. Влияние летучести на потери топлива, возникновение кавитационных явлений при работе насосов. Возникновение паровых пробок в топливной системе ЛА, возникновение пожаров. Методы борьбы с кавитацией и потерями топлива в процессе полета ЛА.
19. Вязкость авиатоплива. Методы ее определения. Влияние вязкости топлив на работу топливной системы ЛА и двигателя.
20. Вязкость авиатоплив. Влияние группового химического состава топлив на текучесть и фильтруемость топлив. Увеличение давления распыла топлива при низкой температуре и полноту сгорания.
21. Вязкость авиатоплив и ее зависимость от группового химического состава, степени чистоты топлива и температуры. Влияние вязкости топлива на прокачиваемость и полноту сгорания топлив.
22. Динамическая и кинематическая вязкость топлив и методы ее определения. Зависимость вязкости от температуры и чистоты топлив. Влияние вязкости на противоизносные свойства топлив, распыл и полноту его сгорания в двигателе.
23. Вязкость авиатоплив. Зависимость вязкости от строения молекул углеводородов топлива. Текучесть авиатоплив и ее влияние на работу топливной системы ЛА и АД.
24. Растворимость воды в топливах (гигроскопичность) и зависимость ее от химической природы компонентов, их процентного содержания в топливах, фракционного состава, температуры и давления. Влияние растворимости воды на работу топливной системы ЛА и АД.
25. Обратимая и необратимая растворимость воды в топливах. Зависимость растворимости воды в топливах от состава топлива, температуры, влажности и давления в надтопливном пространстве баков ЛА и влияние ее на работу топливной системы ЛА и АД.
26. Растворимость воды в топливах. Закон Генри. Причины, вызывающие растворение воды в топливах, и факторы, влияющие на выделение растворенной воды в виде отдельной фазы. Эксплуатационное значение растворимости воды в реактивных топливах.
27. Растворимость воды в топливах. Влияние температуры, давления в надтопливном пространстве баков ЛА и продолжительности полета ЛА на выделение воды в виде отдельной фазы и влияние ее на работу топливной системы и безопасность полета ЛА.
28. Зависимость растворимости воды в топливах от содержания в нем ароматических соединений, увеличения влажности воздуха и температуры топлива. Влияние повышенной растворимости воды в топливах на работу топливной системы ЛА и АД.
29. Растворимость воды в топливах и причины ее выделения в свободном состоянии. Допустимые нормы свободной воды в топливе, заправляемом в баки ВС.
30. Растворимость воды в топливе. Методы контроля наличия воды в топливе (качественные и количественные) и механизм их работы. Влияние растворенной воды на надежность работы топливной системы и безопасность полета ЛА.
31. Физико-химические методы борьбы с замерзанием эмульсионной и свободной воды в реактивных топливах. Рассмотрите механизм действия противоводокристаллизационных присадок и их эксплуатационное значение для обеспечения безопасности полетов.
32. Растворимость воды в топливах и влияние ее на низкотемпературные и коррозионные свойства топлив. Опишите механизм действия противоводокристаллизационных присадок – жидкости «И» и «И-М».
33. Растворимость воды в топливах. Влияние растворенной воды на низкотемпературные и коррозионные свойства топлив. Опишите методы борьбы с образованием кристаллов льда в топливах, используя особые конструкции топливных фильтров.
34. Рассмотрите механизм действия противоводокристаллизационных присадок «И» и «И-М» и обоснуйте необходимость контроля ее содержания в топливе.
35. Растворимость воды в топливах и ее влияние на низкотемпературные свойства и надежность прецезионных пар (золотников) топливорегулирующей аппаратуры.
36. Растворимость воды в топливах и ее влияние на низкотемпературные и коррозионные свойства топлив. Укажите нормы противоводокристал-лизационных присадок «И» и «И-М», которые топливо должно содержать в зависимости от типа ЛА и продолжительности полета.
37. Растворимость воды в топливах и ее влияние на работу топливной системы ЛА. Опишите методы качественного и количественного контроля за содержанием воды в авиатопливах.
38. Растворимость газов в углеводородах. Зависимость растворимости газов в топливах от природы компонентов топлива, давления и температуры. Эксплуатационное значение растворимости газов в топливах и влияние на надежность работы топливной системы и безопасность полетов ЛА.
39. Растворимость газов в авиатопливах. Факторы, влияющие на растворимость газов. Выделение растворенных газов в полете ЛА и влияние этого на безопасность полетов.
40. Влияние растворимости кислорода воздуха в топливах на процесс окислительного уплотнения углеводородов топлива. Пределы взрываемости углеводородных смесей в надтопливном пространстве баков ЛА и образование газовых пробок в топливной системе ЛА.
41. Состав и структура нагаров в поршневых и реактивных авиадвигателях. Факторы, влияющие на нагарообразование в двигателях. Эксплуатационное значение образования нагаров в двигателях.
42. Нагарообразование в двигателях. Влияние нагарообразования на потерю мощности, калильное зажигание и перебои в работе свечей зажигания поршневого двигателя.
43. Нагарообразование в реактивных двигателях. Влияние фракционного и химического состава топлива, конструктивных и эксплуатационных факторов на нагарообразование. Методы оценки нагарообразующих свойств реактивных топлив.
44. Влияние состава и свойств топлив на нагарообразование в реактивных двигателях. Способы снижения нагарообразования в ГТД и методы оценки нагарообразующих свойств топлив.
45. Нагарообразующая способность топлив и излучательная способность пламени. Дымление реактивных двигателей. Методы оценки склонности реактивных топлив к дымлению и отложения нагара в ГТД.
46. Склонность реактивных топлив к образованию отложений. Зависимость образования отложений от свойств топлив и методы оценки (фактические смолы, термическая стабильность, иодное число, перепад давления на фильтрах и т.д.)
47. Нагарообразование в реактивных двигателях. Влияние химического и фракционного состава, наличие микрозагрязнений в топливе, конструктивных и эксплуатационных факторов на нагарообразование. Методы оценки нагарообразующей способности топлив.
48. Электризация авиатоплив. Механизмы образования статического электричества в топливах. Факторы, влияющие на электризацию топлив, эксплуатационное значение, методы борьбы с электризацией топлив и ее влияние на безопасность полетов.
49. Термическая стабильность топлив и методы ее оценки. Влияние природы углеводородов топлив на термостабильность, наличие в топливе растворенного кислорода, олефиновых соединений и каталитическое воздействие конструкционных материалов топливной системы ЛА и АД.
50. Стабильность авиабензинов. Факторы, влияющие на термическую стабильность авиабензинов. Методы оценки термостабильности авиабензинов и влияние ее на работу поршневого двигателя.
51. Термическая стабильность реактивных топлив. Влияние состава и материалов конструкции топливной системы ЛА и АД на термостабильность топлив. Методы оценки термической стабильности реактивных топлив в статических и динамических условиях ( в том числе и метод JF TOT ). Способы повышения термической стабильности реактивных топлив.
52. Детонация и сущность ее протекания в поршневом двигателе. Влияние химического состава бензинов, избытка воздуха и конструкционных факторов на детонацию в двигателе. Методы борьбы с детонацией (конструкционные и физико-химические) в поршневых двигателях.
53. Причины и механизмы протекания детонационного горения топлив в поршневом двигателе. Методы борьбы с возникновением детонационного сгорания топлив.
54. Детонация и причины ее возникновения. Методы оценки детонационных свойств авиабензинов при работе на бедных топливо-воздушных смесях. Как отражается детонационная стойкость авиабензинов в их маркировке? Какие марки авиабензинов применяются в ГА?
55. Детонация в поршневых двигателях. Антидетонаторы и механизм их действия.
56. Детонация. Причины возникновения и признаки детонационного горения топлива в двигателе. Методы оценки детонационной стойкости авиабензинов при работе двигателя на богатой топливо-воздушной смеси.
57. Детонация и признаки ее протекания в поршневом двигателе. Октановое число и сортность авиабензинов, методы оценки. Маркировка авиабензинов, основные свойства и цвет применяемых в ГА бензинов.
58. Детонация в поршневом двигателе. Основные факторы, оказывающие влияние на возникновение детонационного сгорания топлива в двигателе. Антидетонаторы и механизм их действия.
59. Загрязненность авиатоплив. Причины загрязнения топлив и факторы, влияющие на увеличение содержания микроорганизмов в топливе. Меры по борьбе с загрязненностью в реактивных топливах в процессе эксплуатации авиационной техники.
60. Коррозионные свойства топлив и методы оценки этих свойств. Влияние коррозионно-активных компонентов реактивных топлив на работу топливной системы ЛА и АД.
61. Жидкофазная коррозия (химическая и электрохимическая). Механизм протекания жидкофазной коррозии, ее влияние на надежность и долговечность авиатехники.
62. Жидкофазная биохимическая коррозия топливной системы ЛА. Причины возникновения биохимической коррозии ЛА. Признаки ее протекания и методы борьбы с ней. Влияние на работу топливной системы и долговечности ЛА.
63. Газовая (высокотемпературная) коррозия высокотемпературного тракта реактивного двигателя. Условия и механизм протекания газовой коррозии. Влияние высокотемпературной коррозии на прочность деталей высокотемпературного тракта реактивного двигателя и безопасность полетов.
64. Противоизносные свойства топлив. Механизм действия противоизносных присадок, вводимых в реактивное топливо.
65. Низкотемпературные свойства топлив. Методы оценки низкотемпературных свойств и прокачиваемости топлив по топливной системе ЛА.
66. Экологические свойства топлив и продуктов их сгорания. Меры техники безопасности при работе с авиационными топливами.
67. Хранение, транспортировка, контроль качества и техника безопасности при работе с авиационными топливами.
68. Пути экономии авиатоплив за счет улучшения технического обслуживания и ремонта авиатехники, правильной организации полетов.

*3.3. Основные свойства жидких смазочных материалов*

1. Основные понятия о трении и смазке. Виды трения. Сухое трение.
2. Трение между смазываемыми поверхностями. Механизм граничной смазки. Влияние химического состава масел, температуры, давления, природы металла на прочность граничного слоя смазки и коэффициент трения между поверхностями.
3. Жидкостное и полужидкостное трение. Элементы гидродинамической теории смазки. Факторы, влияющие на жидкостную смазку, температурная зависимость потерь на трение при жидкостной смазке трущихся поверхностей.
4. Основные требования, предъявляемые к минеральным маслам. Нефтяные дистиллятные (маловязкие) и остаточные (высоковязкие) масла, методы их получения, основные свойства и области применения в ГА.
5. Химические свойства нефтяных масел для авиационных двигателей. Влияние основных групп углеводородов и неуглеводородных соединений на физико-химические и эксплуатационные свойства масел и образование граничного слоя смазки.
6. Минеральные (нефтяные) масла, их получение и методы очистки масляных фракций нефти. Характеристика основных групп веществ, удаляемых из базовых масел в процессе их очистки и производства. Маркировка авиационных нефтяных масел (дать расшифровку).
7. Основы для производства синтетических масел. Их преимущества и недостатки. Перечислите основные продукты нефтехимического синтеза, применяемые в качестве основ синтетических масел.
8. Синтетические масла. Почему в современной авиации они находят все более широкое применение? Их преимущества и недостатки. Как следует учитывать особые свойства синтетических масел в условиях эксплуатации систем современных ЛА, в том числе и на территории России, с учетом климатических особенностей района эксплуатации?
9. Вязкость моторных масел. Природа вязкости и ее зависимость от химического состава и температуры. Вязкостно-температурная характеристика и индекс вязкости масел.
10. Вязкостно-температурная характеристика масел и способы ее улучшения. Механизм действия вязкостных присадок, их химическая природа. Возможности совместимости минеральных основ с синтетическими присадками в маслах.
11. Закон Ньютона о внутреннем трении жидкостей. Зависимость напряжения сдвига для ньютоновских жидкостей и реальных жидких масел. Причины аномалий вязкости жидкостей.
12. Смазывающая способность жидких масел. Рассмотрите влияние химического состава масел и температуры на прочность граничного слоя смазки и смазывающую способность жидких смазочных материалов.
13. Смазывающие свойства масел. Антифрикционные и противоизносные свойства масел. Факторы, влияющие на противоизносные свойства масел.
14. Антизадирные свойства масел. Механизм антизадирного действия компонентов масел и противозадирных присадок. Эксплуатационное значение противозадирных свойств масел.
15. Смазывающая способность масел. Роль величины граничного слоя смазки на смазывающую способность масел. Противоизносные и противозадирные присадки. Механизм их действия. Явление облитерации и влияние ее на работу авиационных двигателей.
16. Термическая стабильность моторных масел. Факторы, влияющие на термостабильность. Методы оценки стабильности масел и ее эксплуатационное значение.
17. Стабильность масел. Образование продуктов окислительного уплотнения масел в системах смазки АД и влияние их на температуру масла, надежность и долговечность работы смазываемых деталей, узлов и агрегатов АД.
18. Окисляемость масел. Механизм окисления масел и влияние на работу узлов трения агрегатов ЛА и АД.
19. Термические свойства масел. Факторы, оказывающие влияние на термические свойства масел. Методы их оценки. «Моторная испаряемость» масел, «рабочая фракция», «лак».
20. Моющие свойства масел. Механизм моющего действия масел. Методы улучшения этих свойств и экспуатационное значение при работе узла трения.
21. Термоокислительная стабильность масел. Присадки, повышающие термостабильность, и механизм их действия. Эксплуатационное значение термостабильности масел.
22. «Маслянистость» или смазывающая способность масел. Присадки, повышающие маслянистость, и механизм их действия. Влияние маслянистости на режим работы узлов отдельных деталей и агрегатов маслосистемы самолета и авиадвигателя.
23. Вспениваемость моторных масел. Механизм образования пены. Антипенные присадки. Механизм их действия и эксплуатационное значение пенообразования в маслосистеме ЛА.
24. Вспенивание масел. Образование пен, их строение и влияние компонентов масел на устойчивость пены. Антипенные присадки. Их природа и эксплуатационное значение пенообразования.
25. Коррозионные свойства масел. Антикоррозионные присадки. Их природа, механизм действия и эксплуатационное значение коррозионных свойств масел.
26. Контрольные показатели моторных масел. Методы их оценки. Эксплуатационное значение.
27. Основные особенности работы масел в поршневом двигателе. Требования, предъявляемые к маслам в связи с особенностями смазки ПД, и изменение свойств масла в условиях эксплуатации. Вертолетное редукторное синтетическое масло ВО-12. Его состав, физико-химические свойства и преимущества перед использованием других сортов редукторного масла.
28. Товарные марки масел для поршневых двигателей. Сырье и способы производства масел. Основные физико-химические и эксплуатационные свойства.
29. Условия работы масла в ТРД. Особенности смазки ТРД и основные требования, предъявляемые к маслам для ТРД.
30. Товарные марки масел для ТРД. Их состав, способы производства, физико-химические и эксплуатационные свойства.
31. Особенности смазки турбовинтовых двигателей. Основные требования к маслам для ТВД. Товарные марки и свойства масел для ТВД.
32. Масла для турбовинтовых двигателей. Сырье, физико-химические и эксплуатационные свойства компонентов маслосмесей для ТВД и их эксплуатационные свойства.
33. Условия работы масла в турбовинтовом двигателе. Особенности смазки. Состав и методы получения маслосмесей для ТВД. Синтетическое масло ЛЗ-240. Его свойства и область применения.
34. Условия работы масла в турбовинтовом двигателе. Состав и способы производства синтетических масел ВНИИ НП 50-1-4ф; ВНИИ НП 50-1-4у; ИПМ-10 и их зарубежные аналоги, применяемые в ГА.
35. Требования, предъявляемые к маслам для узлов трансмиссий вертолета. Товарные марки трансмиссионных масел отечественного и зарубежного производства. Их состав, физико-химические и эксплуатационные свойства.
36. Основные свойства трансмиссионных масел, методы их производства и возможности применения при низких температурах окружающей среды. Синтетическое масло Б-3В, область его применения, преимущества и недостатки его эксплуатации. Возможность использования вместо него масла ЛЗ-240, его преимущества перед маслом Б-3В. Современные отечественные и зарубежные аналоги.
37. Синтетические масла ИПМ-10, ПТС-225 и их зарубежные аналоги. Состав, область применения, физико-химические и эксплуатационные свойства.
38. Масла МС-20 и МС-20С. Сырье, методы производства, физико-химические и эксплуатационные свойства. Зарубежные аналоги.
39. Смазывающие и противозадирные свойства масел для ТВД. Методы оценки качества. Влияние химического состава и физико-химических свойств на смазывающие и противозадирные характеристики.
40. Вязкостные и термоокислительные свойства синтетических масел для ТРД. Влияние химического состава и физико-химических свойств масел ВНИИ НП 50-1-4ф; ВНИИ НП 50-1-4у; ИПМ-10 на указанные свойства. Приведите зарубежные аналоги этих масел.
41. Кремнийорганические (силиконовые) и фторуглеродные масла, применяемые в авиации. Их химический состав, методы производства и основные физико-химические свойства. Преимущества и недостатки их эксплуатации на объектах ГА.
42. Внутренняя консервация авиадвигателей. Ее цели и особенности. Требования к рабоче-консервационным маслам. Марки масел для внутренней консервации.

*3.4. Свойства пластичных (консистентных) смазок*

1. Консистентные (пластичные смазки). Основные понятия и состав смазок. Влияние природы загустителя, химического состава и свойств жидкой фазы на структурообразование смазки.
2. Тонкая и грубая структура смазок. Форма и размер частиц твердой фазы. Зернистая, волокнистая и гладкая структура смазок и роль непрерывного структурного каркаса в свойствах смазок.
3. Пластичные смазки. Их состав и основные отличия от жидких масел. Влияние твердой и жидкой фаз на формирование свойств смазок.
4. Консистентные смазки. Влияние высокой степени структурирования твердой фазы, ее природы, размера и формы частиц на эксплуатационные свойства пластичных смазок.
5. Пластичные смазки. Дисперсная и дисперсионная фазы, наполнители и присадки. Обратимость процессов разрушения и восстановления структурного каркаса смазок.
6. Классификация пластичных смазок по назначению, типу загустителя, условиям применения. Обоснуйте необходимость применения пластичных смазок, исходя из условий работы узла трения и свойств пластичных смазок.
7. Пластичные смазки. Мыльные смазки. Кальциевые мыльные смазки (солидолы). Роль воды в кальциевых смазках. Методы повышения рабочей температуры кальциевых смазок.
8. Мыльные пластичные смазки. Литиевые смазки. Химический состав и влияние природы загустителя на эксплуатационные свойства. Смазки ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-203, их состав, свойства, применение в ГА.
9. Структурно-механические (реологические) свойства смазок. Методы оценки прочностных характеристик смазок.
10. Пластичные смазки. Мыльные смазки. Сырье, химический состав твердой фазы и методы получения смазок.
11. Структурно-механические (реологические) свойства смазок. Прочностные свойства смазок. Факторы, влияющие на прочностные характеристики пластичных смазок.
12. Пластичные смазки. Их состав, свойства и назначение компонентов смазки. Коллоидная стабильность смазок. Методы ее оценки.
13. Пластичные смазки. Их состав, свойства и назначение компонентов. Мыльные алюминиевые смазки. Влияние природы загустителя и жидкой фазы на структуру и эксплуатационные свойства смазок.
14. Мыльные алюминиевые смазки. Химическая природа дисперсионной фазы и дисперсной среды. Влияние твердой и жидкой фаз на эксплуатационные свойства. Смазка АМС-3, свойства и области применения.
15. Пластичные смазки. Химическая стабильность смазок и методы ее оценки. Факторы, влияющие на химическую стабильность смазок.
16. Пластичные смазки. Химическая стабильность смазок и методы ее оценки. Связь термической стабильности с ее составом.
17. Натриевые мыльные смазки (консталины), их состав, методы производства и свойства. Влияние твердой и жидкой фаз на эксплуатационные свойства. Применение натриевых смазок в авиации.
18. Комплексные мыльные смазки. Их состав и отличия от обычных мыльных смазок. Смазка ЦИАТИМ-221, ее состав, свойства и применение в ГА.
19. Пластичные смазки. Испаряемость пластичных смазок и ее влияние на эксплуатационные характеристики и работу узлов трения.
20. Пластичные смазки. Их структура и реологические свойства. Методы оценки вязкостных свойств смазок.
21. Пластичные смазки. Их состав и свойства. Влияние валентности катиона, состава и строения аниона мыльных смазок на формирование структуры и реологические свойства пластичных смазок.
22. Пластичные смазки. Механическая стабильность смазок. Тиксотропные превращения и их влияние на эксплуатационные свойства смазок в узлах трения.
23. Пластичные смазки. Методы улучшения противоизносных и противозадирных свойств пластичных смазок.
24. Пластичные смазки. Роль основных компонентов смазок в формировании структурно-механических и физико-химических свойств.
25. Пластичные смазки. Смазывающая способность и методы улучшения противоизносных и противозадирных свойств пластичных смазок.
26. Пластичные смазки. Коллоидная стабильность и температура каплепадения смазок и эксплуатационное значение этих показателей.
27. Пластичные смазки. Неорганические загустители смазок. Смазка ВНИИ НП-261. Состав, свойства и применение в ГА.
28. Углеводородные смазки (вазелины). Их состав, свойства и производство. Защитная смазка ПВК (улучшенная), состав, свойства, применение в ГА.
29. Приборные смазки. Смазки семейства ОКБ. Их состав, свойства, применение в ГА.
30. Приборные смазки, особенности их применения и основные свойства. Области применения в ГА.
31. Графитные и бензостойкие смазки. Их состав и применение в ГА.
32. Высокотемпературные смазки. Их назначение и роль компонентов в формировании свойств. Смазка ВНИИ НП-261 (Сапфир), ее состав и области использования в ГА.
33. Пластичные смазки. Смазка Эра (ВНИИ НП-286М). Состав, свойства и область применения в ГА.
34. Антифрикционные пластичные смазки. Их состав и свойства. Области применения в ГА.
35. Углеводородные смазки (вазелины). Их состав, свойства и производство. Защитная смазка ПВК (улучшенная), состав, свойства, применение в ГА.
36. Графитные смазки и бензостойкие смазки. Их состав и применение в ГА.
37. Твердосмазочные пленки и покрытия. Механизм их действия. Паста ПФМС-4с. Свойства и применение в ГА.
38. Пластичные смазки. Защитная смазка АМС-3. Состав, свойства, области применения в ГА
39. Пластичные смазки. Смазки общего назначения ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-203. Состав, свойства, области применения в ГА.
40. Пластичные смазки. Рассмотрите возможную взаимозаменяемость отечественных и импортных пластичных смазок в агрегатах и узлах авиатехники ГА.

*3.5.Специальные жидкости*

1. Условия работы жидкостей в гидравлической системе ЛА и основные требования, предъявляемые к гидравлическим жидкостям систем ЛА.
2. Назначение жидкостей для гидросистем ЛА. Основные требования, предъявляемые к ним. Основные источники сырья для производства гидрожидкостей и их свойства.
3. Назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к гидравлическим жидкостям. Краткая характеристика минеральных и синтетических гидравлических жидкостей для ЛА.
4. Гидравлические жидкости. Методы улучшения вязкостных и противо-износных свойств гидрожидкостей и механизм действия загущающих присадок к этим жидкостям.
5. Сырье, основные физико-химические и эксплуатационные свойства жидкости АМГ-10. Ее состав, свойства компонентов и особенности применения в ГА. Ее зарубежные аналоги.
6. Жидкость АМГ-10. Ее состав, методы производства, назначение компонентов. Вязкостные и антиокислительные присадки, входящие в состав жидкости АМГ-10 и механизм их действия. Ее зарубежные аналоги.
7. Минеральные гидравлические жидкости. Основные положительные свойства и недостатки их применения в ГА. Зарубежные аналоги.
8. Жидкость АМГ-10. Ее состав, свойства и области применения в ГА. Методы улучшения эксплуатационных свойств гидрожидкостей.
9. Гидравлическая жидкость Aero Shell Fluid-4. Ее состав и свойства. Область применения. Дайте сравнительную характеристику жидкости АМГ-10 и Aero Shell Fluid-4. Оцените возможности их взаимозаменяемости.
10. Гидравлические жидкости. Какова роль вязкостных присадок в их составе.
11. Гидравлические жидкости на основе эфиров фосфорной кислоты. Преимущества и недостатки таких жидкостей по отношению к минеральным.
12. Гидравлические жидкости. Обоснуйте переход от минеральных гидрожидкостей к синтетическим в современных типах ЛА.
13. Сравните свойства традиционных минеральных и негорючих гидрожидкостей последнего поколения отечественного и зарубежного производства. Основные физико-химические и эксплуатационные свойства отечественной гидрожидкости НГЖ-5у и зарубежных аналогов Scydrol и Hydjet 4A+.
14. Обледенение ЛА на земле и в воздухе. Метеоусловия, способствующие обледенению. Методы борьбы с обледенением ЛА.
15. В чем заключается процесс обледенения ЛА на земле. Факторы, влияющие на образования льда. Методы борьбы с обледенением на земле. Их положительные и отрицательные стороны.
16. Обледенение ЛА на земле и в воздухе. Физико-химические методы борьбы с обледенением. Приведите состав антифризов. Какие новые технологии используют для продления срока действия противообледенительных жидкостей?
17. Обледенение ЛА на земле и в воздухе. Основные требования, предъявляемые к жидкостям для борьбы с обледенением ЛА на земле. Рассмотрите механизм действия противообледенительных жидкостей.
18. Физико-химические основы применения противообледенительных жидкостей. Значение антиобледенительной обработки ЛА для обеспечения безопасности полетов в ГА.
19. Охарактеризуйте свойства, механизм действия, а также методы применения антиобледенительных жидкостей последнего поколения для борьбы с обледенением ЛА.
20. Рассмотрите механизм действия и охарактеризуйте состав и методы применения противообледенительной жидкости «Арктика». Перечислите меры техники безопасности при работе с ней. Обоснуйте недостатки ее применения в сравнении с жидкостями нового поколения.
21. Обледенение ЛА на земле и в воздухе. Какие жидкости и методы их применения используются для борьбы с обледенением ЛА в ГА? С чем связана необходимость тщательной обработки жидкостью узлов механизации крыла ЛА?
22. Охарактеризуйте состав, свойства и рассмотрите научные основы и механизм действия противообледенительной жидкости «Арктика 200». Перечислите меры техники безопасности при работе с ней.
23. В чем заключается процесс обледенения ЛА? Какие факторы способствуют образованию корки ледяного слоя на поверхности ЛА? Рассмотрите физико-химические основы применения антиобледенительных жидкостей и требования, предъявляемые к ним.
24. Антифризы. Основные научные положения, лежащие в основе механизма действия противообледенительных жидкостей.
25. Основные виды загрязнений ЛА и АД, встречающиеся в процессе эксплуатации и при разборочно-сборочных ремонтных работах. Обосновать проведение моечных работ и применение различных моющих жидкостей для удаления загрязнений.
26. Обосновать необходимость применения специальных моющих жидкостей для мойки планера ЛА и силовых установок в процессе эксплуатации авиатехники, исходя из природы загрязнений.
27. Обосновать необходимость применения товарных марок моющих жидкостей для очистки наружной поверхности планера ЛА и силовых установок в процессе эксплуатации. Как связаны между собой проведение моечных работ и экономия топлива?
28. Эксплуатационные загрязнения ЛА и АД. Рассмотрите факторы, определяющие моющие свойства жидкостей.
29. Какие жидкости применяются для мойки внутренних помещений самолета? Охарактеризуйте состав, свойства и принципы моющего действия жидкостей.
30. Какие жидкости применяются для мойки винтомоторной установки (ВМУ) летательного аппарата? Рассмотрите природу жидкостей для мойки и природу загрязнений ВМУ, учитывая наличие продуктов уплотнительного окисления масел, нагаров и т.п.
31. Рассмотрите состав и свойства жидкостей, предназначенных для удаления углеродистых отложений на деталях двигателя и для промывки воздушно-масляного радиатора от смолистых отложений и укажите, чем обусловлено моющее действие жидкостей.
32. Моющие составы АЭРОЛ-1 и эмульсии 2-ОКМ, их состав, свойства и применение в ГА. Меры техники безопасности при работе с ними.
33. Основные требования, предъявляемые к моющим жидкостям. Смывки для удаления масляных, нитроцеллюлозных и полихлорвиниловых лакокрасочных покрытий ЛА. Охарактеризуйте их состав, свойства, механизм моющего действия и методы применения в ГА.
34. Смывка АФТ-1, ее состав, назначение компонентов и применение в ГА. Техника безопасности при работе со смывкой.
35. Состав, назначение компонентов и моющее действие креолина и жидкости ЭКМ. Рассмотрите основы моющего действия жидкостей, учитывая природу загрязнений и свойства жидкостей.
36. Рассмотрите состав, назначение компонентов и моющее действие жидкостей для мойки съемных частей планера от загрязнений при низких температурах.
37. Рассмотрите свойства фенола, дихлорэтана, алифатических углеводородов, ацетона, простых и сложных эфиров в качестве моющих средств для удаления смолистых соединений с поверхности ЛА и АД.
38. Дайте обоснование необходимости проведения моечных работ для удаления эксплуатационных и технологических загрязнений при эксплуатации и ремонте авиатехники. Рассмотрите состав, назначение и применение моющего вещества СТ-2 в ГА.

**4.Электронные средства информации по дисциплине**

1. www. rosma.ru
2. [www.neftemir.ru](http://www.neftemir.ru)
3. [www.aviamaslo.ru](http://www.aviamaslo.ru)
4. [www.aga-automag.ru](http://www.aga-automag.ru)
5. www.rg.ru/2008/03/05

Электронный адрес кафедры

rlaiad@mstuca.aero

**5. Терминология и понятийный аппарат дисциплины**

На воздушных судах гражданской авиации используются двигатели, работающие на углеводородных топливах, а для их нормального функционирования применяются минеральные и синтетические масла, гидравлические жидкости и консистентные смазки, изготавливающиеся на основе компонентов, получаемых в процессах нефтепереработки и нефтехимического и химического синтеза, что в совокупности и **называется авиационными горюче-смазочными материалами.**

**Химмотология** определяет требования к уровню качества ГСМ для обеспечения заданной надежности машин и механизмов и сохранения их технических характеристик в условиях эксплуатации.

Основной задачей химмотологии является установление устойчивых количественных связей между качеством ГСМ и надежностью техники, в которой они используются.

**Классификация топлив** осуществляется с учетом объектов их применения по следующим признакам:

## по назначению:

а) для двигателей с искровым зажиганием (бензин);

б) для двигателей с воспламенением от сжатия (дизельное топливо);

в) для газотурбинных двигателей (газотурбинное топливо);

г) для котельных агрегатов (топочный, флотский, мартеновский мазут);

д) для маломощных отопительных установок, среднемощных сельскохозяйственных теплогенераторов (печное топливо, керосин);

по сырьевому источнику (нефтяное, из альтернативного сырья);

по технологии получения (прямогонное, вторичных процессов).

**Главным назначением смазки** любого механизма является уменьшение износа трущихся деталей и уменьшение мощности, которая затрачивается на это. Кроме этого смазывающие материалы отводят тепло от нагретых узлов двигателя, предохраняют детали машин от коррозии, очищают пространство между трущимися поверхностями от продуктов износа, механических примесей и т.д.

**Основные сокращения**, принятые в данных методических указаниях:

ГА – гражданская авиация; ЛА – летательный аппарат; АД – авиационный двигатель; ВС- воздушное судно; ГТД – газотурбинный двигатель; ТРД – турбореактивный двигатель; ТВД – турбовинтовой двигатель; ПД – поршневой двигатель; ПВКЖ – противоводокристаллизационная жидкость.

**Литература**

1. Коняев Е.А., Немчиков М.Л., Голубева М.Г. Химмотология реактивных топлив. – М.: МГТУ ГА, 2010.
2. Коняев Е.А., Немчиков М.Л. Химмотология авиационных масел и гидравлических жидкостей. – М.: МГТУ ГА, 2008.
3. Коняев Е.А., Голубева М.Г. Авиационные горюче-смазочные материалы. - М.: МГТУ ГА, 2003.
4. Аксенов А.Ф. Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости. - М.: Транспорт, 1970.
5. Руководство по приему, хранению, подготовке к выдаче на заправку и контролю качества авиационных ГСМ и специальных жидкостей в предприятиях воздушного транспорта РФ. - М.:Транспорт, 1993.
6. Козлов А.Н., Немчиков М.Л. Основы топливообеспечения аэропортов ГА. – М.: МГТУ ГА, 2007.
7. Коняев Е.А., Козлов А.Н. Горюче-смазочные материалы: пособие по выполнению лабораторных работ. – М.: МГТУ ГА, 2005.
8. Технический регламент о требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту. Введен в действие Постановлением правительства Российской Федерации №118 от 27 февраля 2007 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Общие положения…………………………………………………… | 3 |
| 2. | Методические указания к выполнению контрольных работ…….. | 3 |
| 2.1 | Варианты контрольных работ……………………………………… | 4 |
| 3. | Вопросы к контрольным работам………………………………….. | 5 |
| 3.1 | Нефтепереработка и производство нефтепродуктов ассортимента авиаГСМ……………………………………………………………… | 5 |
| 3.2 | Свойства авиационных топлив…………………………………….. | 7 |
| 3.3 | Основные свойства жидких смазочных материалов……………… | 12 |
| 3.4 | Свойства пластичных (консистентных) смазок…………………… | 15 |
| 3.5 | Специальные жидкости…………………………………………….. | 18 |
| 4. | Электронные средства информации по дисциплине……………… | 20 |
| 5. | Терминология и понятийный аппарат дисциплины………………. | 21 |
|  | Литература…………………………………………………………… | 22 |
|  |  |  |
|  |  |  |