

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра авиатопливообеспечения
и ремонта летательных аппаратов**
Е.А. Коняев, М.Л. Немчиков,

**ХИММОТОЛОГИЯ И
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГСМ**

ПОСОБИЕ

**по изучению дисциплины и
выполнению контрольных заданий**

*для студентов V курса
направления 162300
заочной формы обучения*

Москва-2015

ББК 052-082-32

К65

Рецензент канд. техн. наук М.Г. Голубева

Коняев Е.А., Немчиков М.Л.

К65 Химмотология и контроль качества ГСМ: пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольных заданий. - М.: МГТУ ГА, 2015. - 32 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Химмотология и контроль качества ГСМ» по учебному плану для студентов V курса направления 162300 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 27.02.2015 г. и методического совета 17.03.15 г.

Подписано в печать 02.04.2015 г.

Печать офсетная
1,86 усл.печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ № 1986/

1,64 уч.-изд. л.
Тираж 80 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20
Редакционно-издательский отдел
125493 Москва, ул. Пулковская, д.6а

© Московский государственный
технический университет ГА, 2015

1. Учебный план дисциплины.

Дисциплина «Химмотология и контроль качества ГСМ» изучается студентами V курса заочного факультета, обучающимися по специальности 162300 в объеме 60 часов. Аудиторные занятия 10 часов. В том числе: лекции 6 часов, лабораторные работы 4 часа. Каждый студент выполняет контрольное домашнее задание и сдает зачет.

2. Основные сведения по дисциплине.

2.1 Целевая установка.

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

От их качества в значительной степени зависит надежность, долговечность и экономичность эксплуатации воздушного судна и безопасность полетов.

В целом сочетание ГСМ, эксплуатации и узлов и агрегатов ЛА является предметом науки химмотологии, изучающей их взаимодействие и обеспечивающее безопасность эксплуатации ЛА.

Бакалавр-механик по эксплуатации воздушных судов и двигателей должен знать основные физико-химические свойства применяемых горюче-смазочных материалов, влияние этих свойств на эксплуатационные характеристики летательных аппаратов, уметь контролировать качество используемых ГСМ, понимать влияние химмотологических параметров на бесперебойную и надежную эксплуатацию авиационной техники, иметь представление о перспективных видах горюче-смазочных материалов, приходящих на смену традиционным в новых образцах авиатехники, эксплуатирующейся авиапредприятиями РФ.

2.2 Общие методические указания.

В соответствии с назначением применяемых горюче-смазочных материалов и спецжидкостей и их особенностей с точки зрения их химмотологических характеристик изучаемый материал разбит на два раздела:

- **первый раздел «химмотология авиационных топлив»** – включает в себя пять тем, в которых рассматриваются:

- Химмотология как прикладная техническая наука. Цели и задачи химмотологии.

- Анализ статистики отказов агрегатов топливной системы ЛА, связанных с качеством топлив и классификация двигателей авиационного и наземного транспорта.

- Требования к качеству топлив. Состав и свойства авиационных топлив, влияющие на их химмотологическое поведение в составе ЛА.

- Изменение эксплуатационных свойств топлив в процессе хранения и применения и приемы по регулированию этих показателей.

- Эксплуатационные свойства авиационных топлив, в том числе альтернативных.

- **второй раздел «химмотология авиационных смазочных материалов»** – включает в себя семь тем, в которых рассматриваются:

- Классификация смазочных материалов и требования к их качеству.

- Состав смазочных материалов, включая особенности их производства и исходного сырья (минеральные и синтетические).

- Изменение состава и качества масел в условиях хранения и применения, а также приемы, регулирующие эти параметры в условиях хранения с целью продления их эксплуатационной годности.

- Основы теории трения.

- Эксплуатационные характеристики смазочных материалов и методы контроля качества на предприятиях ГА.

- Номенклатура отечественных и импортных смазочных материалов.

- Показатели качества, взаимозаменяемость.

Каждый студент заочного факультета выполняет одну контрольную работу, состоящую из пяти вопросов по основным разделам курса.

В период сессии студент выполняет шесть лабораторных работ, включающих практическое освоение методов определения 5 – 6 показателей качества топлив и масел. При этом студенты пользуются методическими указаниями к лабораторным работам в теоретической части которых, дан подробный анализ изучаемой темы, а в практической части – описание приборов, аппаратуры, методики выполнения работ. Необходимо иметь ясное представление об эксплуатационном значении изучаемых показателей с отражением этого в выводах, завершающих отчет о выполнении работы.

Оформленную работу студент представляет преподавателю в виде отчета в лабораторном журнале и защищает его.

2.3 Программа и методические указания по изучению курса химмотологии авиационных ГСМ и контроля качества.

Тема: Общая характеристика ГСМ.

Программа

Терминология ГСМ. Классификация авиационных ГСМ. Влияние качества ГСМ на безопасность и регулярность полетов. Задачи авиационно-инженерной службы по обеспечению качества ГСМ, их экономии и рациональному использованию, охране окружающей среды.

Литература: [1] с.8-9; [3] с.41-42; 58-61; 69-70; [4] с.4-6; 286-302.

Методические указания.

Необходимо четко усвоить терминологию авиа ГСМ, назначение топлив, масел, взаимосвязь качества ГСМ с надежностью работы двигателей, агрегатов и узлов обслуживаемых систем.

Следует иметь в виду, что при контроле качества авиа ГСМ работники инженерно-авиационной службы, как правило, не в состоянии его улучшить, но они обязаны не допускать использование некондиционных авиа ГСМ, должны четко знать контрольные показатели, соответствие которым гарантирует качество используемых материалов. Понимать особенности отдельных сортов топлива для применения на конкретных типах двигателей с точки зрения безопасной эксплуатации авиатехники.

Все горюче-смазочные материалы в той или иной степени ядовиты и в зависимости от условий их применения могут оказывать вредное воздействие на организм человека и на окружающую среду. Поэтому необходимо знать правила техники безопасности при работе с авиа ГСМ, правила хранения и утилизации отходов авиа ГСМ, не ухудшающие состояние окружающей среды.

2.3.1 Авиационные топлива.

Общие технические требования к авиатопливам.

Тема 1 Производство авиационных топлив.

Программа

Краткая характеристика нефти, как основного источника сырья для получения авиационных топлив. Химический состав и классификация нефтей. Методы переработки нефти. Теоретические вопросы разделения сложных углеводородных смесей. Фракционная разгонка и ректификация, первичные и вторичные процессы нефтепереработки. Получение товарных топлив. Технологические методы улучшения свойств топлив. Товарные сорта реактивных топлив. Присадки к топливам. Взаимозаменяемость отечественных и зарубежных марок авиатоплив. Альтернативные методы получения топлив из каменного угля, газа, биотоплива, синтетические топлива. Перспективные виды авиатоплив.

Литература: [1] с.8-9; 58-64 [3] с.5-17; 32-41; [4] с.5-10.

Методические указания.

При изучении группового, химического и элементного состава нефти необходимо учитывать наличие в сырой нефти газообразных углеводородов, воды и минеральных примесей, от которых нефть очищают перед началом переработки. Следует обратить внимание на свойства, входящих в состав нефтей органических соединений содержащих серу, кислород, азот и другие элементы таблицы Менделеева.

При изучении методов переработки нефти необходимо обратить внимание на методы, повышающие качественные показатели товарной продукции, связанные с ее переработкой: каталитический крекинг, риформинг,

гидроочистку с использованием сложных катализаторов и водорода при высоких температурах и давлениях.

Рассматривая методы очистки топлив (щелочную, селективную, гидроочистку) необходимо обратить особое внимание на свойства меркаптановых соединений и способы их удаления из товарных топлив.

При изучении присадок, улучшающих эксплуатационные свойства топлив необходимо ясно представлять механизм их действия и химический состав.

Вопросы для самопроверки.

1. Каков элементный и групповой состав нефти?
2. Какие кислородсодержащие соединения входят в состав нефти?
3. Какие соединения серы входят в состав нефтей? Почему их присутствие нежелательно в составе авиатоплив?
4. Какие продукты получают при первичной переработке нефти?
5. В чем преимущество вторичных процессов переработки нефтей?
6. Почему в продуктах первичной переработки нефти присутствуют вредные соединения? Назовите их?
7. Что такое термический крекинг?
8. Чем отличается термический крекинг от каталитического?
9. При каких условиях проводят гидрокрекинг и как он влияет на качество товарного продукта?
10. Какие методы очистки топливных дистиллятов используются при получении реактивных топлив?
11. Что такое депарафинизация и как оно влияет на качество авиатоплива?
12. Какие присадки по целевому назначению добавляют к реактивным топливам и каков механизм их действия?
13. Как получают топлива из каменного угля и природного газа?
14. Что такое АСКТ и где они используются?
15. Что такое криотоплива? Их преимущества и недостатки?
16. Перспективы использования биотоплив в гражданской авиации? Преимущества и недостатки?
17. Совместимость и взаимозаменяемость отечественных и зарубежных авиатоплив?

Тема 2 Химмотология реактивных топлив.

Программа.

Что включает в себя понятие «химмотология» для реактивных топлив? Испарение и смесеобразование в камерах сгорания ГТД. Влияние состава реактивных топлив на скорость и полноту сгорания. Энергетические свойства топлив; их связь с характеристиками ГТД. Требования, предъявляемые к авиационным реактивным топливам. Основные физико-химические свойства реактивных топлив: испаряемость, вязкость, гигроскопичность,

низкотемпературные свойства, стабильность при транспортировке и хранении, термостабильность, коррозионные свойства, электризуемость и др. Влияние основных физико-химических свойств топлив на надежность работы авиационного ГТД. Пути улучшения эксплуатационных свойств реактивных топлив. Контроль качества топлив в подразделениях ГА.

Литература: [1] с. 7 – 29; 35 – 50; 53 – 56; [7] с.

Методические указания.

Горение в камерах сгорания в ГТД это самоподдерживающийся процесс быстрого окисления топлива, в ходе которого химическая энергия топлива превращается в тепловую. При этом происходит нагрев рабочего тела (воздуха) и значительное увеличение его объема, что способствует возрастанию работы расширения газов в турбине и реактивном сопле.

Химия горения заключается в протекании химической реакции окисления – восстановления, состоящей из целого ряда актов, связанных с переходом электронов от восстановителя к окислителю.

Рассматривая свойства реактивных топлив, необходимо ясно представлять особенности процессов смесеобразования и горения, знать факторы, влияющие на скорость и полноту сгорания, изучить основные физико-химические, эксплуатационные и экологические свойства топлив, такие как испаряемость, фракционный состав, водо- и газорастворимость и их зависимость от состава топлив и условий применения, коррозионные и нагарообразующие свойства, вязкость и прокачиваемость топлива, термостабильность, противоизносные свойства и чистоту топлив и т.д.

В процессе транспортировки и хранения топлив их свойства могут существенно изменяться. Поэтому топлива необходимо периодически контролировать и сравнивать их фактические свойства с нормами качества, приведенные в нормативных документах на товарную продукцию.

Вопросы для самопроверки.

1. Что включает в себя понятия химмотология и химмотологическая система?
2. Из каких звеньев состоит химмотологическая система?
3. Что понимается под процессом горения?
4. Что такое «фронт пламени» и «зона горения»?
5. Каким факторы оказывают влияние на стабилизацию горения в ГТД?
6. Что такое теплотворная способность топлив? Какие элементы периодической системы имеют максимальную теплотворную способность?
7. Как определяется фракционный состав топлива?
8. Что характеризуют характерные точки на кривой фракционной разгонки?
9. Какие факторы оказывают влияние на термостабильность авиационных топлив ?
10. Что такое термическая стабильность авиатоплив?

11. Какие виды коррозионных процессов протекают в топливной системе ЛА и двигателя?
12. Что такое газовая коррозия и каков ее механизм?
13. Что такое обратимая и необратимая гигроскопичность реактивного топлива?
14. Как борются с повышенным содержанием воды в реактивном топливе, в том числе и для предотвращения образования кристаллов льда и обмерзания топливных фильтров?
15. Какие методы используются для удаления воды из топлива?
16. Как определяется количественное и качественное наличие воды в авиатопливе?
17. Какие сорта топлив применяют для ГТД?
18. На основании каких документов делается заключение о пригодности топлива для заправки в ЛА?
19. Какие сорта топлив, применяющихся в гражданской авиации, наиболее коррозионноагрессивны и почему?

Тема 3. Топлива для поршневых двигателей.

Программа.

Требования, предъявляемые к авиационным бензинам. Химический и фазовый состав авиабензинов. Методы получения и оценка качества авиационных бензинов. Взаимозаменяемость различных марок бензинов, в том числе и зарубежного производства.

Зависимость мощности поршневых двигателей от свойств бензинов. Антидетонационные свойства бензинов и пути их повышения. Этиловая жидкость, другие антидетонаторы.

Литература: [6] с. 11-26; [4] с.108-121. [5] с. [8] Приложение 5.

Методические указания.

При изучении данной темы следует обратить внимание на особенности процессов смесеобразования и сгорания в поршневых двигателях. На основе этого сформулировать основные требования к бензинам по составу и свойствам, ознакомиться с методами получения и основными показателями качества товарных марок авиационных бензинов.

Следует четко представлять механизм детонационного горения и его отличия от нормального горения. Нужно изучить факторы, вызывающие детонацию в поршневом двигателе, способы оценки склонности топлив к детонационному сгоранию. Необходимо знать, что антидетонационные свойства топлив меняются в зависимости от состава топливо-воздушной смеси. Это вызывает необходимость определения антидетонационных характеристик как для бедных смесей (октановое число), так и на богатых (сортность). В связи с этим следует

изучить способы определения октанового числа и сортности, ознакомиться с методами повышения антидетонационных свойств бензинов.

Необходимо ознакомиться с составом и свойствами этиловых жидкостей и правилами обращения с этилированными бензинами в условиях эксплуатации, знать воздействие бензинов на окружающую среду и меры по уменьшению отрицательного влияния бензинов и продуктов их сгорания на окружающую среду.

Вопросы для самопроверки.

1. Рассмотрите групповой и химический состав авиационных бензинов и укажите интервал температур их выкипания?
2. Какие методы используются для получения бензинов из нефти?
3. Какими методами улучшают эксплуатационные свойства авиабензинов?
4. Что такое октановое число и сортность бензина?
5. Какие группы углеводородов имеют наибольшую склонность к детонации, а какие наименьшую? В чем суть явления детонации?
6. Из каких основных компонентов состоит этиловая жидкость? В чем заключается механизм ее действия?
7. Насколько этиловая жидкость увеличивает октановое число бензина?
8. Какие современные антидетонаторы вы знаете и в чем их преимущества?

2.3.2 Программа и методические указания по теме авиационные смазочные материалы.

Тема 1 Общая характеристика авиационных смазочных материалов.

Программа

Виды трения и смазки. Сухое трение. Граничное трение и смазка. Жидкостное трение. Элементы гидродинамической теории смазки. Классификация смазочных материалов по назначению, агрегатному состоянию, способам производства и составу.

Литература: [2] с. 5 – 20; 28 – 41; [3] с. 41 – 47; [4] с. 140- 147.

Методические указания.

При изучении данной темы студент должен освоить основные положения науки о трении и смазке контактирующих поверхностей, работающих узлов. Элементы гидродинамической теории смазки. Сущности жидкостного, граничного и сухого режимов трения, роль смазки в снижении потерь мощности на трение, износ и нагрев трущихся поверхностей.

Классификацию смазочных материалов следует проводить по назначению, природе исходных материалов, агрегатному состоянию и способам

производства. При изучении темы следует иметь в виду и другие функции масла, помимо их антифрикционного действия.

Вопросы для самопроверки.

1. Назначение масла в авиационном двигателе.
2. Что понимается под статическим и динамическим трением?
3. Что понимается под трением качения и скольжения?
4. Что такое жидкостное, граничное и сухое трение?
5. В чем заключаются основные положения гидродинамической теории смазки?
6. Какие факторы влияют на граничное трение?
7. Как классифицируются смазочные материалы по назначению, виду исходного сырья, агрегатному состоянию и области применения?

Тема 2 Жидкие смазочные материалы. Требования к ним, сырье, способы получения и области применения.

Программа

Условия работы жидких смазочных материалов в авиационной технике. Основные требования, предъявляемые к маслам. Сырье, способы получения и очистки минеральных масел. Синтетические масла.

Условия работы масел в газотурбинных, турбовинтовых и поршневых двигателях. Смазывающая способность масел, стабильность, коррозионные, вязкостные, противоизносные и противозадирные свойства масел. Механизм действия вязкостных, противоизносных, антиокислительных, антипенных и противозадирных присадок. Масла для ГТД, ТВД и ПД для вертолетов. Трансмиссионные, приборные и консервационные масла. Состав, свойства и их применение в гражданской авиации. Старение масел в двигателях и методы оценки остаточного ресурса, замена масел по состоянию. Отработанные масла; восстановление качества отработанных масел.

Литература: [2] с. 27 – 63; [3] с/ 42 – 58; [4] с. 140 – 147; 169 – 210.

Методические указания.

Исходным сырьем для получения минеральных смазочных материалов являются тяжелые нефтяные фракции, выделяемые во вторичных процессах нефтепереработки при вакуумной дистилляции мазутов. Необходимо усвоить методы получения и очистки базовых масел от нежелательных компонентов, вызывающих коррозию, образованию смолистых соединений и твердых отложений.

Рассматривая синтетические смазочные материалы необходимо ясно представлять их преимущества и недостатки в сравнении с минеральными.

При изучении физико-химических и эксплуатационных свойств масел необходимо обратить внимание на взаимосвязь наблюдаемых свойств с химическим составом и условиями работы масла в узлах трения.

С целью улучшения эксплуатационных свойств жидких масел в них вводятся различные присадки, придающие им улучшенные функциональные свойства.

Наиболее широкое применение получили следующие типы присадок: моющие, вязкостные, антипенные, противоизносные, противозадирные, депрессорные, антиокислительные и антикоррозионные и др. виды функциональных присадок.

Для понимания роли присадок в обеспечении продления ресурса работы пар трения необходимо изучить механизм их действия, состав и физико-химические свойства.

Для расширения практических навыков следует изучить свойства товарных марок минеральных и синтетических масел; иметь представление о взаимозаменяемости отечественных и зарубежных сортов масла.

Для осуществления практических навыков работ по обслуживанию масляных систем ЛА студент должен освоить приемы расчета финальной вязкости маслосмесей, применяемых в авиатехнике и расчета такого важного эксплуатационного показателя как индекс вязкости масел.

Расчет вязкости смеси масел.

На практике периодически возникает необходимость смешивать масла разной вязкости для получения маслосмеси с заданным значением кинематической вязкости. Для решения этой задачи на первом этапе в лабораторных условиях готовят образец маслосмеси заданной кинематической вязкости из имеющихся товарных масел. При подтверждении расчетных результатов практическим измерением кинематической вязкости заливают рассчитанное количество исходных товарных масел в емкость для смешения так, чтобы компонент смеси с меньшей вязкостью оказался в нижней части мешалки, а более вязкий сверху. Перемешивают содержимое мешалки циркуляцией с помощью насоса до достижения одинаковой плотности в верхнем, среднем и нижнем слое маслосмеси в мешалки, а затем определяют вязкость маслосмеси по ГОСТ 33-2000. Процесс смешения проводят при температуре 60 – 80°C.

Количество компонентов для получения маслосмеси заданной вязкости проводят по формуле:

$$v_{см} = \frac{q_1 v_1 + q_2 v_2 - k(\Delta_{v_1 - v_2})}{q_1 + q_2}$$

Где $v_1 > v_2$

$\gamma_{см}$ – вязкость маслосмеси;

$\nu_1 q_1$ – вязкость и содержание в смеси компонента А (%);

$\nu_2 q_2$ - вязкость и содержание в смеси компонента Б (%);

коэффициент К находят по таблице

	Преобладает меньшая вязкость				Преобладает большая вязкость				
	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/20	20/80	10/90
k	6,7	13,1	17,9	22,1	25,5	27,9	28,2	25	17

Индекс вязкости – эмпирический безразмерный показатель для оценки зависимости вязкости масел от температуры. Чем выше численное значение индекса вязкости, тем меньше зависимость вязкости от температуры и тем более пологая ВТХ масла. Иными словами высокоиндексные масла сохраняют свою работоспособность в широком интервале температур без потерь эксплуатационных характеристик, обеспечивающих нормальное функционирование узлов трения.

Расчет индекса вязкости масел осуществляется путем определения кинематической вязкости испытуемых образцов при температурах 40 и 100°С и последующих расчетов по методикам, изложенным ниже.

Если кинематическая вязкость нефтепродуктов при 100 °С ниже или равна 70 мм²/с, значения, соответствующие L и D , определяют по таблице 4 приложения 1.

Если значения в таблице 4 отсутствуют, но находятся в диапазоне таблицы, их рассчитывают методом линейной интерполяции.

Если кинематическая вязкость нефтепродуктов при 100 °С выше 70 мм²/с, L и D вычисляют по формулам:

$$L = 0,8353 Y^2 + 14,67 Y - 216; \quad (1)$$

$$D = 0,6669 Y^2 + 2,82 Y - 119, \quad (2)$$

где L - кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 0, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт, мм²/с;

Y - кинематическая вязкость при 100 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого требуется определить ($D = L - H$), мм²/с;

H - кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 100, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт, мм²/с.

. Индекс вязкости (VI) нефтепродукта вычисляют по формулам:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100; \quad (3)$$

$$VI = \frac{L-U}{D} \cdot 100, \quad (4)$$

где U - кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого требуется определить ($D = L - H$), мм²/с.

Пример расчета VI

Кинематическая вязкость нефтепродуктов при 40 °С равна 73,30 мм²/с, при 100 °С - 8,86 мм²/с.

По таблице 3 (интерполяцией) $L = 119,94$; $D = 50,476$.

Полученные данные подставляют в формулу (4) и округляют до целого числа

$$VI = \frac{119,4 - 73,30}{50,476} \cdot 100 = 92,40 ;$$

$$VI = 92 .$$

Примечание - Если результат выражен целым числом с пятью десятичными, его округляют до наиболее близкого четного числа. Например, 89,5 должно быть округлено до 90. Значения $L /D/ H$ берут из таблицы приведенной в приложении I. Альтернативным, более простым, но менее точным методом оценки является графический метод определения ИВ, суть которого изложена в приложении II. Знакомство с обеими методами предусмотрено при выполнении контрольной работы каждым студентом.

Вопросы для самопроверки.

1. Что общего и в чем принципиальные различия кислотной и селективной очистки базовых минеральных масел? Какие соединения при этом удаляются и для чего?
2. В чем преимущества и недостатки синтетических масел по сравнению с минеральными?
3. Перечислите основные компоненты синтетических масел.
4. Какие факторы оказывают влияние на смазывающую способность масел?
5. Что характеризует вязкостно-температурные характеристики масел?
6. Какие методы улучшения вязкостно-температурных характеристик вы знаете?
7. Что такое индекс вязкости масел и что он характеризует?
8. В чем причина вспениваемости масел и какие методы борьбы с нею используются при изготовлении масел?
9. Опишите механизм действия основных типов функциональных присадок, входящих в состав масла?
10. Чем отличаются режим работы масел в ГТД, ТВД и ПД?

2.4 Лабораторные работы.

В соответствии с программой курса число учебных часов, отведенное для проведения лабораторного практикума недостаточно для полного

комплексного исследования и всесторонней оценки физико-химических свойств товарных марок ГСМ, но достаточно для получения основных представлений о методах испытаний авиа ГСМ в лабораторных условиях.

Студенты заочного отделения выполняют определение четырех показателей качества ГСМ характеризующих их химмотологическое поведение в составе топливной и масляной системы ЛА, задание на которые выдается преподавателем. С теоретической частью лабораторных работ и методиками выполнения испытаний студент знакомится по методическим указаниям [7]. Обычно студент заочного факультета выполняет следующие работы:

1. Определение механических примесей в авиатопливе.
2. Определение содержания воды ТС-1.
3. Определение температуры помутнения топлива ТС-1.
4. Определение кинематической вязкости авиамасла МС-8п.

3. 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. Вторым вопросом посвящен изучению топлив, третий и четвертый – изучению смазочных материалов. 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, утвержденными нормативными документами на указанное в вопросе 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 химмотология и контроль качества ГСМ.

3. Варианты контрольных работ.

Каждый студент выполняет вариант контрольной работы, в соответствии со своим порядковым номером в экзаменационной ведомости, который выдает куратор группы или преподаватель.

Контрольная работа; вариант №1.

I. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Как влияет попадание остатков биотоплива на состояние топливной системы самолета?.

2. Меры обеспечения пожарной и взрывобезопасности при эксплуатации фильтров тонкой очистки топлив.

Факторы, снижающие стабильность топлива; методы поддержания стабильности.

II. Плотность топлив:

1. На сколько процентов изменится объем и масса топлива, заправляемого в бак самолета при изменении температуры окружающей среды от $+20^{\circ}\text{C}$ до -20°C ? Плотность топлива $0,785 \text{ г/см}^3$ при 20°C

2. Плотность топлива по паспорту $\rho_{20}=778 \text{ кг/м}^3$. При измерении ареометром плотность топлива составила $\rho_t=790 \text{ кг/м}^3$. Определить температуру топлива при измерении.

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания пропана C_3H_8 , энтальпия которого равна $i_T = -4,65 \text{ КДж/кг}$.

2. Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, энтальпия которого $i_T = -6,08 \text{ КДж/кг}$. Сравнить ее с низшей теплотой сгорания керосина.

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Подсчитать скорость оседания частицы загрязнения, установленную нормативом приказа № 126 ДВТ ГА. Какой размер (радиус) капли воды плотностью 1000 кг/м^3 удовлетворяет этому нормативу. Принять $\rho_{\text{ТС-1}} = 780 \text{ кг/м}^3$.

V. Контрольные вопросы:

1. Пожаровзрывоопасность топлив: показатели, методы определения.

2. Фазы состояния воды в топливе; причины появления эмульсионной воды.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 9,0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.
2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:
–измеренная вязкость при 40°C – 15,5 мм²/с; при 100°C – 3,5 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.
3. Преимущества и недостатки синтетических масел по сравнению с минеральными.

Контрольная работа; вариант №2.

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Перечислите основные причины летных происшествий, связанных с качеством авиационного топлива.
2. Опишите методы борьбы с микробиологическими загрязнениями при хранении авиатоплив в условиях жаркого климата.
3. Проанализируйте сравнительные достоинства и недостатки авиатоплив ТС-1 и Jet-A1

II. Плотность топлив:

1. Плотность авиакеросина при температуре 20°C равна 785 кг/м³. Вычислить плотность этого же керосина при температуре - 30°C.
2. При проведении контрольных испытаний плотности топлива в ТЗК обнаружилось расхождение результатов анализа с паспортными данными топлива в сопроводительных документах. Как действовать в подобных обстоятельствах?

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания метана CH₄, энтальпия которого равна $i_T = -4,65$ КДж/кг.
2. Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта C₂H₅OH, энтальпия которого $i_T = -6,08$. Сравнить ее с низшей теплотой сгорания керосина.

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Подсчитать скорость оседания частицы загрязнения, установленную нормативом приказа № 126 ДВТ ГА. Какой размер (радиус) капли воды плотностью 1000кг/м³ удовлетворяет этому нормативу. Принять $\rho_{\text{г}} = 800$ кг/м³.

V. Контрольные вопросы:

1. Горельные характеристики топлив методы определения.
2. Фазы состояния воды в топливе; причины появления эмульсионной воды.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 11,0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.
2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:
–измеренная вязкость при 40°C – 16.5 мм²/с; при 100°C – 3,7 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.
3. Индекс вязкости топлив. Его смысл. Как он влияет на крутизну ВТХ масла?

Контрольная работа; вариант №3.

I. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Меры по снижению электризации топлив при подготовке и заправке топлив в баки ВС. Антистатические присадки.
2. Низкотемпературные свойства топлив: характеристики, влияющие факторы.
3. Факторы, влияющие на легкость запуска авиационного ПД при низких температурах.
4. Причины коррозии баков ВС. Меры защиты.

II. Плотность топлив:

1. Температура авиационного керосина Т-1 с номинальной плотностью $\rho_{20}=800$ кг/м³ поднялась на 10°С. На сколько увеличится объем топлива в баке ВС, если исходный объем (до нагрева) составлял 26 м³.

III. Теплота сгорания:

1. Сколько воды выделяется (конденсируется) при сгорании 1 кг керосина?
2. Сравнить удельную массовую N_m и объемную N_v теплоты сгорания газообразного и жидкого водорода.
 - Газообразный водород: $N_m=120$;
 - плотность газообразного водорода: $\rho=0,0846$ кг/м³ ;
 - жидкий водород ($t=20$ К) $N_m=116$ кг/м³ ;
 - плотность жидкого водорода ($t=20$ К): $\rho=70,8$ кг/м³ .

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Подсчитать скорость оседания частицы загрязнения, установленную нормативом приказа № 126 ДВТ ГА от 1992 г.

V. Контрольные вопросы:

1. Причины образования смолистых осадков и их последствия для работы топливорегулирующей аппаратуры (ТРА).
2. Растворимость воды в топливе: закон Генри.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 11.0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.
2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:
 - измеренная вязкость при 40°С – 20,5 мм²/с; при 100°С – 4.1 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.

Контрольная работа; вариант №4.

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Состав загрязнений в невырабатываемых (застойных) зонах баков ВС.
2. Фазы состояния воды в топливе. Растворимость воды в топливе. Формула Генри.
3. Причины залипания золотниковых пар топливорегулирующей аппаратуры ГТД. Последствия.

II. Плотность топлив:

1. Уровень керосина в вертикальном цилиндрическом резервуаре составлял утром 12 м, считая от дна резервуара. Определить, насколько изменится этот уровень днем, когда средняя температура жидкости увеличится на 6°C .

2. Возможные причины переполнения баков ВС и проливов топлива на стоянке.

III. Теплота сгорания:

Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, энтальпия которого $i_T = -6,08$.

2. Определить удельную объемную теплоту сгорания H_V углерода. $H_{и} = 32,8$; $\rho = 2250 \text{ кг/м}^3$; у керосина: $H_{и} = 43,37$; $\rho = 800$. Сравнить H_V углерода и керосина. Что мешает использованию углерода в качестве авиатоплива?

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Используя выражение (15) (см. методичку) определить скорость оседания V_0 для частицы загрязнения размером $r_z = 10 \text{ мкм}$ ($0,01 \text{ мм}$). Исходные данные: $\gamma_T = 1,2 \text{ сСт}$; $\rho_z = 2,4 \text{ г/см}^3$ (кварц); $\rho_T = 0,800 \text{ г/см}^3$.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: $9,8 \text{ мм}^2/\text{с}$, если у вас есть товарные масла с вязкостью $7,5$ и $20 \text{ мм}^2/\text{с}$.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

– измеренная вязкость при 40°C – $20,5 \text{ мм}^2/\text{с}$; при 100°C – $4,3 \text{ мм}^2/\text{с}$. Сравните расчетный и графический результаты.

Контрольная работа вариант №5.

I. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

Источники загрязнений топлива внешнего и внутреннего происхождения.

2. Причины засорения (отказа) топливных фильтров тонкой очистки.

3. Назначение и механизм действия ПВКЖ «И-М» при снижении температуры топлива.

II. Плотность топлив:

Температура авиационного керосина ТС-1 с номинальной плотностью $\rho_{20} = 775 \text{ кг/м}^3$ опустилась на 18°C . На сколько % увеличилась его плотность?

III. Теплота сгорания:

Определить низшую теплоту сгорания керосина, имеющего $[СТ] = 0,86$ и $[НТ] = 0,14$, энтальпия керосина $i_T = -1,7$.

Определить удельную объемную H_V теплоту сгорания керосина: $H_{и} = 43,37$; $\rho = 800$.

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

. Используя выражение (15), см. методичку по ПЗ, определить скорость оседания V_0 для частицы загрязнения размером $r_z = 10 \text{ мкм}$ ($0,01 \text{ мм}$).

Исходные данные: $\gamma_T = 1,2 \text{ сСт}$, $\rho_z = 6,8 \text{ г/см}^3$ (оксид железа), $\rho_T = 0,800 \text{ г/см}^3$.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 10.5 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.
2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:
 - измеренная вязкость при 40°C – 21.8 мм²/с; при 100°C – 4,5 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.
3. Вязкостно-температурные характеристики масел: эксплуатационные ограничения по вязкости.

Контрольная работа; вариант №6.

1. Анализ топливной системы авиационного ГТД:

1. Влияние содержания ПВКЖ «И-М» на надежность работы агрегатов топливной системы ГТД.
2. Методы предотвращения образования льда на топливных фильтрах тонкой очистки.
3. Последствия отказа топливного насоса низкого давления, установленного в расходном баке.

II. Плотность топлив:

Уровень керосина в вертикальном цилиндрическом резервуаре составлял утром 9 м, считая от дна резервуара. Определить, насколько изменится этот уровень днем, когда средняя температура жидкости увеличится на 7°C.

III. Теплота сгорания:

Определить низшую теплоту сгорания метана CH₄, энтальпия которого равна $i_T = -4,65$ КДж/кг.

Сравнить удельную массовую N_m и объемную N_v теплоты сгорания газообразного и жидкого водорода.

Газообразный водород: $N_m = 120$;

-плотность газообразного водорода: $\rho = 0,0846$.

Жидкий водород (T=20K) $N_m = 116$;

-плотность жидкого водорода (t=20K): $\rho = 70,8$.

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

Используя выражение (16) из методички определить радиус частицы загрязнения гз, удовлетворяющей нормативу отстаивания, установленному приказу № 126 ДВТ ГА от 1992 г.

Исходные данные: $\gamma_T = 1,2 \text{ сСт}$, $\rho_z = 2,4 \text{ г/см}^3$ (песок), $\rho_T = 0,800 \text{ г/см}^3$.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 11.5 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.
2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:
 - измеренная вязкость при 40°C – 18.0 мм²/с; при 100°C – 3,9 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.

Контрольная работа; вариант №7.

I. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Источники загрязнений топлива внешнего и внутреннего происхождения.
2. Причины засорения (отказа) топливных фильтров тонкой очистки.
3. Назначение и механизм действия ПВКЖ «И-М» при снижении температуры топлива.

II. Плотность топлив:

Температура авиационного керосина ТС-1 с номинальной плотностью $\rho_{20}=775$ кг/м³ опустилась на 18°C. На сколько % увеличилась его плотность?

III. Теплота сгорания:

Определить низшую теплоту сгорания керосина, имеющего $[C_T]=0.86$ и $[H_T]=0,14$, энтальпия керосина $i_T=-1,7 \frac{МДж}{кг}$

Определить удельную объемную N_V теплоту сгорания керосина: $N_H=43,37$; $\rho=800$ кг/м³ .

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

. Используя выражение (15) , см. методичку по ПЗ, определить скорость оседания V_o для частицы загрязнения размером $r_z= 10$ мкм (0,01 мм).

Исходные данные: $V_T=1,2$ сСт, $\rho_z=6,8$ г/см³ (оксид железа),

$\rho_T=0,800$ г/см³ .

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 12,0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

–измеренная вязкость при 40°C – 28.0 мм²/с; при 100°C – 5.0 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.

3. Вязкостно-температурные характеристики масел: эксплуатационные ограничения по вязкости.

Контрольная работа; вариант №8

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Состав загрязнений в невырабатываемых (застойных) зонах баков ВС.
2. Фазы состояния воды в топливе. Растворимость воды в топливе. Формула Генри.
3. Причины залипания золотниковых пар топливорегулирующей аппаратуры ГТД. Последствия.

II. Плотность топлив:

Уровень керосина в вертикальном цилиндрическом резервуаре составлял утром 12 м, считая от дна резервуара. Определить, насколько изменится этот уровень днем, когда средняя температура жидкости увеличится на 6°C.

Возможные причины переполнения баков ВС и проливов топлива на стоянке.

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта C_2H_5OH , энтальпия которого $i_T = -6,08 \frac{МДж}{кг}$.

2. Определить удельную объемную теплоту сгорания H_V углерода.

$H_{и} = 32,8$; $\rho = 2250$; у керосина: $H_{и} = 43,37 \frac{МДж}{кг}$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$. Сравнить H_V углерода и керосина. Что мешает использованию углерода в качестве авиатоплива?

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Используя выражение (15) (см. методичку) определить скорость оседания V_0 для частицы загрязнения размером $r_3 = 10 \text{ мкм}$ ($0,01 \text{ мм}$). Исходные данные: $\gamma_T = 1,2 \text{ сСт}$, $\rho_3 = 2,4 \text{ г/см}^3$ (кварц); $\rho_T = 0,800 \text{ г/см}^3$.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: $11,5 \text{ мм}^2/\text{с}$, если у вас есть товарные масла с вязкостью $7,5$ и $20 \text{ мм}^2/\text{с}$.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

– измеренная вязкость при 40°C – $49,0 \text{ мм}^2/\text{с}$; при 100°C – $7,6 \text{ мм}^2/\text{с}$. Сравните расчетный и графический результаты.

3. Особенности смазки авиационного ПД: анализ нагрузок в парах трения, применяемые масла.

Контрольная работа; вариант №9.

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Возможные причины переполнения баков ВС и проливов топлива на стоянке.

2. Причины засорения (отказа) топливных фильтров тонкой очистки.

3. Приемный контроль качества топлива в баках ВС.

II. Плотность топлив:

Температура авиационного керосина ТС-1 с номинальной плотностью $\rho_{20} = 775 \text{ кг/м}^3$ опустилась до -10°C . Подсчитайте плотность топлива при этой температуре.

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания углерода: $[СТ] = 1$, $[HT] = 0$. Энтальпия $i_T = 0$. Определить H_V углерода. $H_{и} = 32,8 \frac{МДж}{кг}$; $\rho_c = 2250 \text{ кг/м}^3$;

2. Сравнить H_V углерода и керосина. Что мешает использованию углерода в качестве авиатоплива? У керосина: $H_{и} = 43,37$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

. Подсчитать размер частицы загрязнения, отвечающей нормативной скорости оседания (4 часа на 1 метр уровня). Исходные данные: $\gamma_T = 1,2 \text{ сСт}$, $\rho_3 = 2,4 \text{ г/см}^3$ (песок), $\rho_T = 0,800 \text{ г/см}^3$.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 13,0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

–измеренная вязкость при 40°C – 28.0 мм²/с; при 100°C – 5,5 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.

Контрольная работа; вариант №10.

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Причины засорения топливных фильтров тонкой очистки герметиком.

2. Испаряемость топлив: кривая фракционной разгонки, эксплуатационное значение характерных точек кривой (t_0 , t_{10} , t_{50} , t_{90} , t_{98}).

3. Методы предотвращения кавитации в топливной системе.

II. Плотность топлив:

Температура авиационного керосина ТС-1 с номинальной плотностью $\rho_{20}=775$ кг/м³ опустилась до -40°C. Подсчитайте плотность топлива при этой температуре.

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта C₂H₅OH, $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$, энтальпия которого $i_T = -6,08$.

2. Определить H_V бериллия: $H_i = 66,6$ $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$, $\rho = 1855$ кг/м³ , $i_T = 0$. Сравнить H_V бериллия и керосина.

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

. Определить размер капли воды, отстаивание которой удовлетворяет нормативу: 4 часа на 1 м взлива.

Принять $\rho_3 = 1$ г/см³ (вода); $\rho_T = 0,800$ г/см³; $\gamma_T = 1,2$ сСт.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 13.6 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

–измеренная вязкость при 40°C = 35.0 мм²/с; при 100°C = 5.0 мм²/с . Сравните расчетный и графический результаты.

3. Условия работы пар трения в ТВД: применяемые масла.

Контрольная работа; вариант №11

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

1. Состав загрязнений в невырабатываемых (застойных) зонах баков ВС.

2. Фазы состояния воды в топливе. Растворимость воды в топливе. Формула Генри.

3. Причины залипания золотниковых пар топливорегулирующей аппаратуры ГТД. Последствия.

II. Плотность топлив:

1. Уровень керосина в вертикальном цилиндрическом резервуаре составлял утром 10 м, считая от дна резервуара. Определить, насколько изменится этот уровень днем, когда средняя температура жидкости увеличится на 12°C.

2. Возможные причины переполнения баков ВС и проливов топлива на стоянке.

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта C_2H_5OH , $\frac{МДж}{кг}$ энтальпия которого $iT = -6,08$.

2. Определить удельную объемную теплоту сгорания H_V углерода. $H_i = 32,8$; $\rho = 2250 \text{ кг/м}^3$; у керосина: $H_i = 43,37$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$. Сравнить H_V углерода и керосина. Что мешает использованию углерода в качестве авиатоплива?

IV. Седиментация МП в авиатопливе: .

1. Используя выражение (15) (см. методичку) определить скорость оседания V_o для частицы загрязнения размером $r_z = 10 \text{ мкм}$ (0,01 мм). Исходные данные: $\gamma_T = 1,2 \text{ сСт}$, $\rho_z = 2,4 \text{ г/см}^3$ (кварц); $\rho_T = 0,800 \text{ г/см}^3$.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 14.0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

–измеренная вязкость при 40°C = 35.0 мм²/с; при 100°C = 6.0 мм²/с .

Сравните расчетный и графический результаты.

2. 3. Особенности смазки авиационного ПД : анализ нагрузок в парах трения, применяемые масла.

Контрольная работа; вариант №12.

1. Анализ топливной системы авиационного ГТД:

1. Причины засорения топливных фильтров тонкой очистки смолами.

2. Причины засорения топливных фильтров тонкой очистки льдом.

3. Назначение и механизм действия ПВКЖ «И-М» при снижении температуры топлива.

II. Плотность топлив:

1. Температура авиационного керосина Т-1 с номинальной плотностью $\rho_{20} = 800 \text{ кг/м}^3$ опустилась на 8°C. На сколько % увеличилась его плотность?

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания метилового спирта CH_3OH , $\frac{МДж}{кг}$ энтальпия которого $iT = -7,45$.

2. Определить удельную объемную теплоту сгорания H_v бора: $H_i=58,6$ $\frac{МДж}{кг}$, $\rho=2300\text{кг/м}^3$, $iT=0$. Какие препятствия для использования бора (или бороводорода) в ГА?

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Подсчитать скорость оседания частицы загрязнения, установленную нормативом приказа № 126 ДВТ ГА от 1992 г.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 14,0 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

–измеренная вязкость при 40°C = 19.9 мм²/с; при 100°C = 4.1 мм²/с .

Сравните расчетный и графический результаты.

Контрольная работа; вариант №13.

1. Анализ топливной системы ВС и авиационного ГТД:

Источники загрязнений топлива внешнего и внутреннего происхождения.

Аэродромный контроль качества топлива в баках ВС.

Факторы, снижающие стабильность топлива; методы поддержания стабильности.

II. Плотность топлив:

Плотность керосина при температуре 20°C равна 775 кг/м³. Вычислить плотность этого же керосина при температуре - 40°C.

Плотность топлива по паспорту $\rho_{20}=775$ кг/м³. При измерении ареометром плотность топлива составила $\rho/=790$ кг/м³. Определить температуру топлива при измерении.

III. Теплота сгорания:

1. Определить низшую теплоту сгорания метана CH₄, энтальпия которого равна $iT= -4,65$ КДж/кг.

2. Определить низшую теплоту сгорания этилового спирта C₂H₅OH, энтальпия которого $iT=-6,08$ КДж/кг . Сравнить ее с низшей теплотой сгорания керосина.

IV. Седиментация МП в авиатопливе:

1. Подсчитать скорость оседания частицы загрязнения, установленную нормативом приказа № 126 ДВТ ГА. Какой размер (радиус) капли воды плотностью 1000кг/м³ удовлетворяет этому нормативу. Принять $\rho_T=800$ кг/м³.

V. Масла

1. Рассчитайте количество компонентов 100 кг маслосмеси с заданной вязкостью: 14.5 мм²/с, если у вас есть товарные масла с вязкостью 7,5 и 20 мм²/с.

2. Рассчитайте значение индекса вязкости масла:

–измеренная вязкость при 40°C = 18.0 мм²/с; при 100°C = 3,9 мм²/с .

Сравните расчетный и графический результаты.

3. 3.Преимущества и недостатки синтетических масел по сравнению с минеральными.

4. Приложения

Приложение I

Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H
2,00	7,994	1,600	6,394	3,30	18,18	3,971	14,21
2,10	8,640	1,746	6,894	3,40	19,12	4,196	14,93
2,20	9,309	1,898	7,410	3,50	20,09	4,428	15,66
2,30	10,00	2,056	7,944	3,60	21,08	4,665	16,42
2,40	10,71	2,219	8,496	3,70	22,09	4,909	17,19
2,50	11,45	2,390	9,063	3,80	23,13	5,157	17,97
2,60	12,21	2,567	9,647	3,90	24,19	5,415	18,77
2,70	13,00	2,748	10,25	4,00	25,32	5,756	19,56
2,80	13,80	2,937	10,87	4,10	26,50	6,129	20,37
2,90	14,63	3,132	11,50	4,20	27,75	6,546	21,21
3,00	15,49	3,334	12,15	4,30	29,07	7,017	22,05
3,10	16,36	3,540	12,82	4,40	30,48	7,560	22,92
3,20	17,26	3,753	13,51	4,50	31,96	8,156	23,81
4,60	33,52	8,806	24,71	10,7	165,8	74,42	91,40
4,70	35,13	9,499	25,63	10,8	168,5	75,86	92,65
4,80	36,79	10,22	26,57	10,9	171,2	77,33	93,92
4,90	38,50	10,97	27,53	11,0	173,9	78,75	95,19
5,00	40,23	11,74	28,49	11,1	176,6	80,20	96,45
5,10	41,99	12,53	29,46	11,2	179,4	81,65	97,71
5,20	43,76	13,32	30,43	11,3	182,1	83,13	98,97
5,30	45,53	14,13	31,40	11,4	184,9	84,63	100,2
5,40	47,31	14,94	32,37	11,5	187,6	86,10	101,5
5,50	49,09	15,75	33,34	11,6	190,4	87,61	102,8
5,60	50,87	16,55	34,32	11,7	193,3	89,18	104,1
5,70	52,64	17,36	35,29	11,8	196,2	90,75	105,4
5,80	54,42	18,16	36,26	11,9	199,0	92,30	106,7
5,90	56,20	18,97	37,23	12,0	201,9	93,87	108,0
6,00	57,97	19,78	38,19	12,1	204,8	95,47	109,4
6,10	59,74	20,57	39,17	12,2	207,8	97,07	110,7
6,20	61,52	21,38	40,15	12,3	210,7	98,66	112,0
6,30	63,32	22,19	41,13	12,4	213,6	100,3	113,3

Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H
6,40	65,18	23,03	42,14	12,5	216,6	101,9	114,7
6,50	67,12	23,94	43,18	12,6	219,6	103,6	116,0
6,60	69,16	24,92	44,24	12,7	222,6	105,3	117,4
6,70	71,29	25,96	45,33	12,8	225,7	107,0	118,7
6,80	73,48	27,04	46,44	12,9	228,8	108,7	120,1
6,90	75,72	28,21	47,51	13,0	231,9	110,4	121,5
7,00	78,00	29,43	48,57	13,1	235,0	112,1	122,9
7,10	80,25	30,63	49,61	13,2	238,1	113,8	124,2
7,20	82,39	31,70	50,69	13,3	241,2	115,6	125,6
7,30	84,53	32,74	51,78	13,4	244,3	117,3	127,0
7,40	86,66	33,79	52,88	13,5	247,4	119,0	128,4
7,50	88,85	34,87	53,98	13,6	250,6	120,8	129,8
7,60	91,04	35,94	55,09	13,7	253,8	122,6	131,2
7,70	93,20	37,01	56,20	13,8	257,0	124,4	132,6
7,80	95,43	38,12	57,31	13,9	260,1	126,2	134,0
7,90	97,72	39,27	58,45	14,0	263,3	128,0	135,4
8,00	100,0	40,40	59,60	14,1	266,6	129,8	136,8
8,10	102,3	41,57	60,74	14,2	269,8	131,6	138,2
8,20	104,6	42,72	61,89	14,3	273,0	133,5	139,6
8,30	106,9	43,85	63,05	14,4	276,3	135,3	141,0
8,40	109,2	45,01	64,18	14,5	279,6	137,2	142,4
8,50	111,5	46,19	65,32	14,6	283,0	139,1	143,9
8,60	113,9	47,40	66,48	14,7	286,4	141,1	145,3
8,70	116,2	48,57	67,64	14,8	289,7	142,9	146,8
8,80	118,5	49,75	68,79	14,9	293,0	144,8	148,2
8,90	120,9	50,96	69,94	15,0	296,5	146,8	149,7
9,00	123,3	52,20	71,10	15,1	300,0	148,8	151,2
9,10	125,7	53,40	72,27	15,2	303,4	150,8	152,6
9,20	128,0	54,61	73,42	15,3	306,9	152,8	154,1
9,30	130,4	55,84	74,57	15,4	310,3	154,8	155,6
9,40	132,8	57,10	75,73	15,5	313,9	156,9	157,0
9,50	135,3	58,36	76,91	15,6	317,5	158,9	158,6
9,60	137,7	59,60	78,08	15,7	321,1	161,0	160,1

Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	$D = (L - H)$			Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	$D = (L - H)$		
	L	H	H		L	H	H
9,70	140,1	60,87	79,27	15,8	324,6	163,0	161,6
9,80	142,7	62,22	80,46	15,9	328,3	165,2	163,1
9,90	145,2	63,54	81,67	16,0	331,9	167,3	164,6
10,0	147,7	64,86	82,87	16,1	335,5	169,4	166,1
10,1	150,3	66,22	84,08	16,2	339,2	171,5	167,7
10,2	152,9	67,56	85,30	16,3	342,9	173,7	169,2
10,3	155,4	68,90	86,51	16,4	346,6	175,8	170,7
10,4	158,0	70,25	87,72	16,5	350,3	178,1	172,3
10,5	160,6	71,63	88,95	16,6	354,1	180,3	173,8
10,6	163,2	73,00	90,19	16,7	358,0	182,5	175,4
16,8	361,7	184,7	177,0	25,8	779,7	443,0	336,7
16,9	365,6	187,0	178,6	26,0	790,4	449,8	340,5
17,0	369,4	189,2	180,2	26,2	801,6	457,2	344,4
17,1	373,3	191,5	181,7	26,4	812,8	464,4	348,4
17,2	377,1	193,8	183,3	26,6	824,1	471,8	352,3
17,3	381,0	196,1	184,9	26,8	835,5	479,1	356,4
17,4	384,9	198,4	186,5	27,0	847,0	486,6	360,5
17,5	388,9	200,8	188,1	27,2	857,5	492,9	364,6
17,6	392,7	203,0	189,7	27,4	869,0	500,6	368,3
17,7	396,7	205,3	191,3	27,6	880,6	508,3	372,3
17,8	400,7	207,7	192,9	27,8	892,3	515,9	376,4
17,9	404,6	210,0	194,6	28,0	904,1	523,5	380,6
18,0	408,6	212,4	196,2	28,2	915,8	531,2	384,6
18,1	412,6	214,8	197,8	28,4	927,6	538,8	388,8
18,2	416,7	217,3	199,4	28,6	938,6	545,7	393,0
18,3	420,7	219,7	201,0	28,8	951,2	554,5	396,6
18,4	424,9	222,2	202,6	29,0	963,4	562,3	401,1
18,5	429,0	224,7	204,3	29,2	975,4	570,1	405,3
18,6	433,2	227,2	205,9	29,4	987,1	577,6	409,5
18,7	437,3	229,7	207,6	29,6	998,9	585,3	413,5
18,8	441,5	232,3	209,3	29,8	1011	593,4	417,6
18,9	445,7	234,7	211,0	30,0	1023	601,6	421,7

Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H
19,0	449,9	237,3	212,7	30,5	1055	622,3	432,4
19,1	454,2	239,8	214,4	31,0	1086	643,2	443,2
19,2	458,4	242,3	216,1	31,5	1119	664,5	454,0
19,3	462,7	245,0	217,7	32,0	1151	686,0	464,9
19,4	467,0	247,6	219,4	32,5	1184	708,0	475,9
19,5	471,3	250,2	221,7	33,0	1217	730,2	487,0
19,6	475,7	252,9	222,8	33,5	1251	752,8	498,1
19,7	479,7	255,2	224,5	34,0	1286	776,8	509,6
19,8	483,0	257,8	226,2	34,5	1321	799,9	521,1
19,9	488,6	260,9	227,7	35,0	1356	823,4	532,5
20,0	493,2	263,7	229,5	35,5	1391	847,2	544,0
20,2	501,5	268,5	233,0	36,0	1427	871,2	555,6
20,4	510,8	274,4	236,4	36,5	1464	896,5	567,1
20,6	519,9	279,8	240,1	37,0	1501	921,8	579,3
20,8	528,8	285,3	243,5	37,5	1538	946,8	591,3
21,0	538,4	291,3	247,1	38,0	1575	972,3	603,1
21,2	547,5	296,8	250,7	38,5	1613	998,3	615,0
21,4	556,7	302,6	254,2	39,0	1651	1024	627,1
21,6	566,4	308,6	257,8	39,5	1691	1052	639,2
21,8	575,6	314,1	261,5	40,0	1730	1079	651,8
22,0	585,2	320,2	264,9	40,5	1770	1106	664,2
22,2	595,0	326,4	268,6	41,0	1810	1133	676,6
22,4	604,3	332,0	272,3	41,5	1851	1162	689,1
22,6	614,2	338,4	275,8	42,0	1892	1191	701,9
22,8	624,1	344,5	279,6	42,5	1935	1220	714,9
23,0	633,6	350,3	283,3	43,0	1978	1250	728,2
23,2	643,4	356,6	286,8	43,5	2021	1280	741,3
23,4	653,8	363,3	290,5	44,0	2064	1310	754,4
23,6	663,3	369,0	294,4	44,5	2108	1340	767,6
23,8	673,7	375,7	297,9	45,0	2152	1371	780,9
24,0	683,9	382,1	301,8	45,5	2197	1403	794,5
24,2	694,5	388,9	305,6	46,0	2243	1434	808,2
24,4	704,2	394,8	309,4	46,5	2288	1466	821,9

Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	L	$D = (L$ $- H)$	H
24,6	714,9	401,9	313,0	47,0	2333	1498	835,5
24,8	725,7	408,8	317,0	47,5	2380	1530	849,2
25,0	736,5	415,6	320,9	48,0	2426	1563	863,0
25,2	747,2	422,4	324,9	48,5	2473	1596	876,9
25,4	758,2	429,5	328,8	49,0	2521	1630	890,9
25,6	769,3	436,6	332,7	49,5	2570	1665	905,3
50,0	2618	1699	919,6	60,5	3734	2496	1238
50,5	2667	1733	933,6	61,0	3792	2538	1254
51,0	2717	1769	948,2	61,5	3850	2579	1270
51,5	2767	1804	962,9	62,0	3908	2621	1286
52,0	2817	1839	977,5	62,5	3966	2664	1303
52,5	2867	1875	992,1	63,0	4026	2707	1319
53,0	2918	1911	1007	63,5	4087	2751	1336
53,5	2969	1947	1021	64,0	4147	2795	1352
54,0	3020	1984	1036	64,5	4207	2858	1369
54,5	3073	2022	1051	65,0	4268	2382	1386
55,0	3126	2060	1066	65,5	4329	2927	1402
55,5	3180	2098	1082	66,0	4392	2973	1419
56,0	3233	2136	1097	66,5	4455	3018	1436
56,5	3286	2174	1112	67,0	4517	3064	1454
57,0	3340	2213	1127	67,5	4580	3110	1471
57,5	3396	2253	1143	68,0	4645	3157	1488
58,0	3452	2293	1159	68,5	4709	3204	1506
58,5	3507	2332	1175	69,0	4773	3250	1523
59,0	3563	2372	1190	69,5	4839	3298	1541
59,5	3619	2413	1206	70,0	4905	3346	1558
60,0	3676	2454	1222				

В случае, если ИВ выше 100, то расчет ИВ проводят следующим образом:

Индекс вязкости VI вычисляют по формулам:

$$VI = \{[(\text{anti log } N) - 1] / 0,00715\} + 100; \quad (5)$$

$$N = (\log H - \log U) / \log Y, \quad (6)$$

где U и Y - кинематические вязкости при 40 и 100°С соответственно для испытуемых нефтепродуктов;

H - кинематическая вязкость при 40 °С нефтепродукта с индексом вязкости 100, обладающего той же кинематической вязкостью при 100 °С, что и испытуемый нефтепродукт. Значение H определяют по таблице 4. Если кинематическая вязкость нефтепродукта при 100 С выше 70 мм²/с, H вычисляют по формуле

$$H = 0,1684 Y^2 + 11,85 Y - 97. \quad (7)$$

5.1.2. Примеры расчета VI

1) Кинематическая вязкость нефтепродукта при 40 °С равна 22,83 мм²/с, при 100 °С - 5,05 мм²/с.

По таблице 3 (интерполяцией) $H = 28,97$, полученные данные подставляют в формулу (6).

$$N = \frac{\log 28,97 - \log 22,83}{\log 5,05} = 0,14708.$$

Полученное значение подставляют в формулу (5) и округляют до целого числа

$$VI = \frac{(\text{anti log } 0,14708) - 1}{0,00715} + 100 = \frac{1,40307 - 1}{0,00715} + 100 = 156,37;$$

$$VI = 156.$$

2) Кинематическая вязкость нефтепродукта при 40 °С равна 53,47 мм²/с, при 100 °С - 7,80 мм²/с.

По таблице 3: $H = 57,31$.

Полученные данные подставляют в формулу (6).

$$N = \frac{\log 57,31 - \log 53,47}{\log 7,80} = 0,03376.$$

Полученные значения подставляют в формулу (5) и округляют до целого числа.

$$VI = \frac{(\text{anti log } 0,03376) - 1}{0,00715} + 100 = \frac{1,08084}{0,00715} + 100 = 111,31;$$

$$VI = 111.$$

Примечание - Если результат выражен целым числом с пятью десятичными, его округляют до наиболее близкого четного числа. Например, 115,5 должно быть округлено до 116.

Приложение II

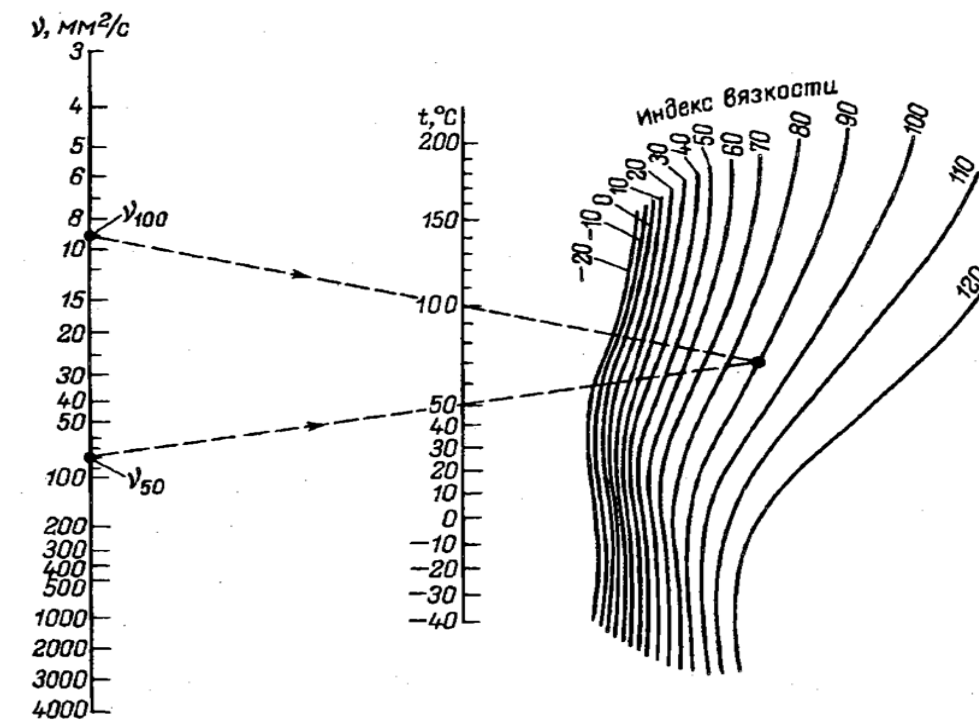


Рис. 2.14. Диаграмма определения ИВ графическим методом.

Порядок определения: соединить значение кинематической вязкости при 100°C со шкалой температур и продолжить линию до кривых вязкости; соединить значение кинематической вязкости при 40°C со шкалой температур и продолжить линию до кривых вязкости. На пересечении прямых отсчитать значение ИВ.

5. Литература

1. Коняев Е.А., Немчиков М.Л., Голубева М.Г. Химмотология реактивных топлив. Издательство РИО МГТУ ГА 2010.
2. Коняев Е.А., Немчиков М.Л. Химмотология авиационных масел и гидравлических жидкостей. Издательство РИО МГТУ ГА 2008.
3. Коняев Е.А., Голубева М.Г. Авиационные горюче-смазочные материалы. Издательство РИО МГТУ ГА 2003
4. Аксенов А.Ф. Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости. М.: Транспорт, 1970
5. Приказ 126
6. Козлов А.Н. Немчиков М.Л. Основы топливообеспечения аэропортов ГА. Издательство РИО МГТУ ГА 2007
7. Е.А. Коняев, М.Л. Немчиков, К.И. Грядун, Т.М. Маслова. Химмотология и контроль качества авиационных ГСМ. Пособие по выполнению лабораторных работ. Издательство РИО МГТУ ГА, 2014.
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.

6. Электронные средства информации по дисциплине.

1. www.rosma.ru
2. www.neftemir.ru
3. www.aviamaslo.ru
4. www.aga-automag.ru
5. www.rg.ru/2008/03/05

Электронный адрес кафедры.

7. 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, среднеспособных 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; ГТД – газотурбинный двигатель; ТРД – турбореактивный двигатель;

ТВД – турбовинтовой двигатель; ПД – поршневой двигатель; ПВКЖ – противоводокристаллизационная жидкость.

Содержание

1. Учебный план дисциплины.....	3
2. Основные сведения по дисциплине.....	3
2.1 Целевая установка.....	3
2.2 Общие методические указания.....	3
2.3.1 Авиационные топлива.....	5
2.3.2 Программа и методические указания по теме авиационные смазочные материалы.....	9
2.4 Лабораторные работы.....	13
3. Варианты контрольных работ.....	15
4. Приложения.....	25
5. Литература.....	31
6. Электронные средства информации по дисциплине.....	32
7. Терминология и понятийный аппарат дисциплины.....	
32	