

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ИРКУТСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(МГТУ ГА)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И МЕТОДОВ
ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ – 2015

СБОРНИК ТРУДОВ
VIII Региональной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
24-25 ноября 2015 г.

Том II

Иркутск – 2015

ББК 052-01
УДК 629.7
А-43

Редакционная коллегия

| | |
|------------------------|---|
| Ответственный редактор | Скрыпник Олег Николаевич, зам. директора Иркутского филиала МГТУ ГА по УНР, д.т.н., профессор. |
| Члены редколлегии – | Лежанкин Борис Валентинович, заведующий кафедрой АРЭО, к.т.н., доцент; Попов Владимир Михайлович, заведующий кафедрой АЭС и ПНК, к.т.н., доцент; Ходацкий Сергей Альбертович, заведующий кафедрой ЛА и Д, к.т.н., доцент; Волосов Евгений Николаевич, декан факультета сервиса на транспорте, д.и.н., доцент; Скулина Мария Игоревна, начальник О РИ и НР; Хапилина Лариса Николаевна, редактор; Тихова Анна Ивановна, специалист по УМР О РИ и НР. |

Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов ее эксплуатации – 2015. Сборник трудов VIII Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (24-25 ноября 2015 г): в 2-х т. – Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2015. – Т. II – 312 с.

ISBN 978-5-9902240-8-7

В сборнике представлены доклады VIII Региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов ее эксплуатации – 2015», заявленные в рамках работы секций «Летательные аппараты и авиационные двигатели», «Приложение естественных наук в гражданской авиации», «Приложение гуманитарных и социально-экономических наук и гражданской авиации».

Сборник предназначен для студентов и аспирантов авиационных специальностей, а также для широкого круга лиц, интересующихся современными проблемами гражданской авиации.

Сборник издается в авторской редакции.

Содержание

«ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

| | |
|---|----|
| Хоришко Р. А., Степанов С. А., Сафарбаков А. М. ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА СОПЛА ИМПУЛЬСНОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ИМПУЛЬСА СИЛЫ..... | 9 |
| Сизиков В. А., Барсуков А. Г. ИСТОРИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГА РФ..... | 13 |
| Бекишев А. С., Колгатин В. В., Сафарбаков А. М. МАРШЕВЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ..... | 17 |
| Чейпелин П. В., Кузнецов С. Г. ДОРАБОТКА СИГНАЛИЗАЦИИ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СТАРТЕРА СВ-78БА ВЕРТОЛЕТА Ми-8МТВ..... | 21 |
| Скоробогатов С. В., Алексеев И. А., Исаев А. И. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В КАМЕРНОМ СТЕНДЕ..... | 26 |
| Бураймах И. Д., Чичков Б. А. О ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ К ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВИАЦИОННЫХ ГТД..... | 33 |
| Шаяпов А. И., Идиатуллов З. Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ОТКАЗОВ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ..... | 36 |
| Пчельников А. В., Железнов А. А., Ханин Д. А., Хрянин В. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТИРАЕМОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ РЕМОНТНОМ ОКРАШИВАНИИ ДЛЯ УСЛОВИЙ СИБИРСКОГО РЕГИОНА..... | 39 |
| Плумер Е. А., Киренчев А. Г. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИХРЕЙ ВОЗДУХОЗАБОРНИКА..... | 42 |
| Настоящий К. Г., Барсуков А. Г. ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В АВИАЦИИ... | 49 |

| | |
|--|-----|
| Абрамов А. В., Бурнашев В. Е. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА В ТЕПЛОЗВУКРИЗОЛЯЦИИ ПЛАНЕРА СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ..... | 54 |
| Ходунаев А. Ю., Дроков В. Г. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ Д-30 КП НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО СПЕКТРОМЕТРА..... | 60 |
| Злобина Ю. П., Стройкин А. Н., Гареев А. М. КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ МОНТАЖА..... | 66 |
| Мянд В. А., Лодыгин А. А. ОСВОЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЛАНЕРА И ЕГО СИСТЕМ САМОЛЕТА АН-148 ПО ВСЕМ ФОРМАМ РЕГЛАМЕНТА... | 69 |
| Тройнин В. А., Фролов М. М., Нацубидзе С. А. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРИМЕНЕНИЕ..... | 75 |
| Попельнюк И. А., Стройкин А. Н., Гареев А. М. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И ПУТИ ЕГО РАЗВИТИЯ..... | 80 |
| Попельнюк И. А., Гареев А. М. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОЦЕНКИ ЧИСТОТЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА..... | 84 |
| Бекишев Р. С., Барсуков А. Г. ЗАРОЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ..... | 90 |
| Балдакшинов Ф. С., Караваев Ю. А. АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ШАССИ САМОЛЕТОВ..... | 93 |
| Белобородов В. С., Горовой М. А., Степанов С. А., Хоришко Р. А., Чокой В. З. ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР SPELLER-TSM ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ САМОЛЕТОВ AIRBUS A-320..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Жеребцов С. А., Кузнецов С. Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ СОКОНУСНОСТИ ЛОПАСТЕЙ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА Ми-8МТВ В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ..... | 109 |
| Стрельников А. Ю., Кузнецов С. Г. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И СРАВНЕНИЕ СИГНАЛИЗАТОРОВ СТРУЖКИ В СИЛОВОЙ УСТАНОВКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ТИПА МИ-8-МТВ ТВЗ-117ВМ И АН-140 ТВЗ-117 ВМА-СБН1..... | 116 |
| Ганиева А. Н., Идиатуллов З. Р. РЕМОНТ АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ..... | 123 |
| Усенко А. Н., Майрович Ю. И. КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В ИМПУЛЬСНОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТОПЛИВО- ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ИЗБЫТКА ВОЗДУХА, РАВНЫМ ЕДЕНИЦЕ..... | 125 |
| Нелипа А. Л., Агеев Д. В., Туров А. В., Ходацкий С. А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАМЕРА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ОБОЙМ МЕЖВАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ ГТД..... | 128 |
| Нелипа А. Л., Агеев Д. В., Туров А. В., Ходацкий С. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ СМАЗКИ МЕЖВАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ ГТД..... | 133 |
| Попов Д. В., Киренчев А. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПОЛЕ ШАГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ..... | 139 |
| Гаранин И. Н., Суздальцев И. В. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КАНАЛЬНОЙ ТРАССИРОВКИ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА..... | 143 |
| Савченко С. С., Нацубидзе С. А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ..... | 151 |
| Гумиров Э. В., Идиатуллов З. Р. ПРОГРАММЫ, РЕГЛАМЕНТ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ..... | 156 |

**СЕКЦИЯ
«ПРИЛОЖЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

| | |
|---|-----|
| Карабанов А. Д., Гайнуллина Н. Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ..... | 158 |
| Бобина Е. А., Гимадеева Л. А. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ БИОРЕЗОНАНСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПИЛОТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ..... | 161 |
| Ефремов Е. Ю., Животова А. В., Сычёва А. А., Витютин Е. А. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВС..... | 164 |
| Антипина А. С., Жарова Е. А. АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В АВИАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ..... | 168 |
| Бондарай А. А., Вайчас А. А. О ПОНЯТИИ МАССЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ..... | 172 |
| Казанцева А. И., Жарова Е. А. ВЛИЯНИЕ РАДИОВОЛН НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА..... | 180 |
| Куклин И. А., Вайчас А. А. КРОТОВЫЕ НОРЫ..... | 183 |
| Зиганшин Б. Р., Идиатуллов З. Р. ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА МАТРИЧНЫХ ИГР И МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ..... | 190 |
| Беркович У. В., Вайчас А. А. ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА НА СЛУЖБЕ АВИАЦИИ..... | 194 |
| Шипунова А. А., Шелковников В. Н. СОСЕДНИЕ ГАЛАКТИКИ МЛЕЧНОГО ПУТИ..... | 201 |
| Черныш Е. С., Бронникова Н. А. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ..... | 208 |
| Бондарь Д. Н., Курилова И. С. ЛАМПА ЧИЖЕВСКОГО..... | 219 |
| Паршин А. Ю., Моторный А. О., Кирпичёв П. А., Клейменова Т. Н. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АВИАУЧЁТА ЛОСЕЙ..... | 222 |

| | |
|--|-----|
| Хоришко Р. А., Хазанов Д. В. СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОДНОЧАСТОТНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС..... | 228 |
| Рыжиков Д. Е, Курников Д. Ю., Клеймёнова Т. Н. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ..... | 235 |

**СЕКЦИЯ
«ПРИЛОЖЕНИЕ ГУМАНИТАРНЫХ
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК
В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

| | |
|--|-----|
| Кайсарова М. В., Вишнякова А. А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ..... | 241 |
| Налабордина Е. В., Залуцкая Н. С. ЛИЗИНГ КАК МЕХАНИЗМ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕДПРИИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ..... | 248 |
| Глушенкова Е. В., Немчинов О. А. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ГРУЗОВЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК..... | 252 |
| Цыпкин Д. С., Мещерякова Л. Я. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ПЕРЕВОЗОК В ГА КАК ВОЗРОЖДЕНИЕ ЕДИНОГО КОММУНИКАТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА РФ..... | 257 |
| Иванова Т. Ю., Мейер О. С. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ..... | 262 |
| Меднякова Т. В., Меркульева А. И., Немчинов О. А. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ АВИАЦИОННОГО ТУРИЗМА..... | 270 |
| Румянцева О. В., Залуцкая Н. С. РАЗВИТИЕ ДЕЛОВОЙ АВИАЦИИ В РОССИИ..... | 276 |

| | |
|--|-----|
| Чумкусова М. Ю., Шутова Т. А. КВОПРОСУ О УПРАВЛЕНИИ РЕПУТАЦИОННЫМ РИСКОМ АВИАКОМПАНИИ..... | 282 |
| Николаева С. М., Николаев А. М., Николаев М. И. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПАРТНЁРСТВО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НАСЫЩЕННОЙ ОБЛАСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... | 287 |
| Нурписов А. А., Купрюхина Л. И. ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.. | 291 |
| Блинникова Е. Д., Купрюхина Л. И. ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 296 |
| Бартенев А. С., Карпова Л. И. И. И. СИКОРОСКИЙ – ПИОНЕР РОССИЙСКОГО САМОЛЕТОСТРОЕНИЯ..... | 303 |
| Именной указатель..... | 309 |

СЕКЦИЯ
«ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Председатель – к.т.н., доцент Ходацкий Сергей Альбертович
Секретарь – к.т.н., доцент Сафарбаков Андрей Мирсасимович

**ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА СОПЛА ИМПУЛЬСНОЙ КАМЕРЫ
СГОРАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ИМПУЛЬСА СИЛЫ**

Хоришко Р. А., Степанов С. А.

Сафарбаков А. М.
(научный руководитель)
safarbakov@yandex.ru

Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)

Сопло – это канал переменного поперечного сечения, предназначенный для разгона жидкостей или газов до определённой скорости и придания потоку требуемого направления. Принцип действия сопла основан на непрерывном увеличении скорости жидкости или газа в направлении течения от входного до выходного сечения. Для обеспечения течения жидкости (газа) необходим перепад давления с превышением его на входном сечении. Газосборное устройство камеры сгорания – это переходная часть жаровой трубы, начиная от центров последнего пояса основных воздухоподводящих отверстий до входного сечения соплового аппарата турбины.

В импульсной камере сгорания газосборное устройство представляет собой сужающееся устройство (сопло) и служит для подачи горячих газов к сопловым аппаратам газовой турбины.

Для определения влияния диаметра сопла на величину импульса силы выполнен термо-газодинамический расчет процесса горения. В процессе расчета изменялся только диаметр сопла. По результатам расчета получены зависимости расхода газа (рис. 1), парциального давления (рис. 2) и импульса силы (рис. 3) в зависимости от диаметра газосборного устройства импульсной камеры сгорания.

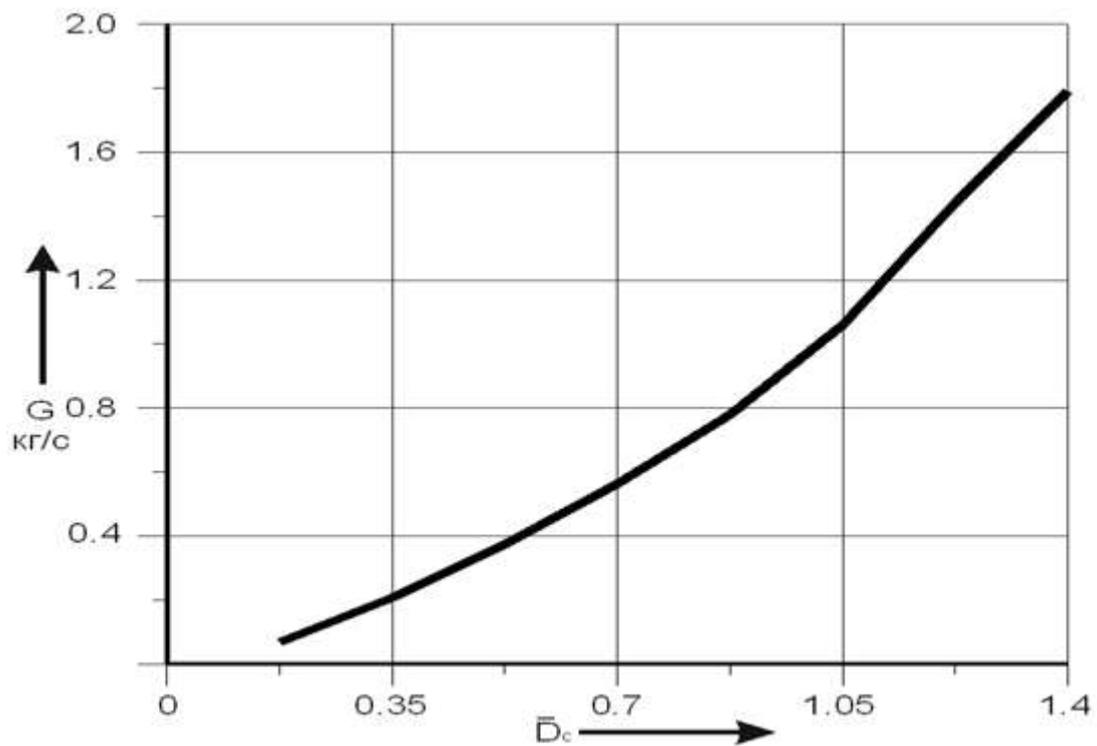


Рисунок 1 – Изменение расхода газа через сопло в зависимости от диаметра газосборного устройства

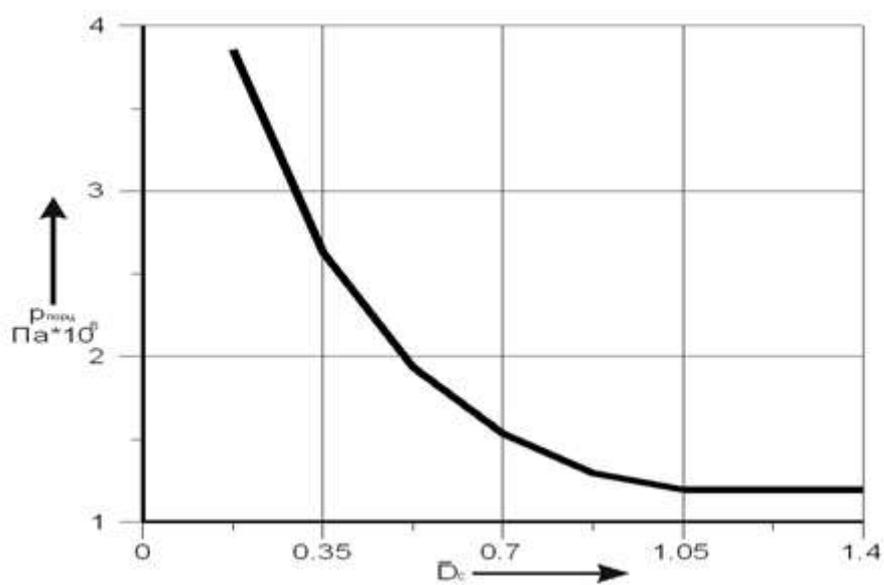


Рисунок 3 – Изменение импульса силы в зависимости от диаметра газосборного устройства

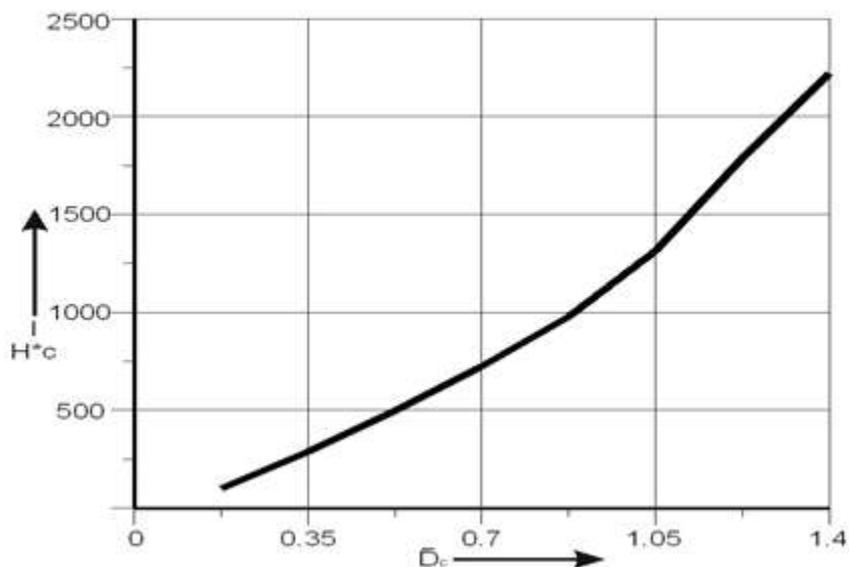


Рисунок 3 – Изменение импульса силы в зависимости от диаметра газосборного устройства

Анализ полученных зависимостей изменения расхода газа, парциального давления и импульса силы через сопло показывает, что с увеличением диаметра сопла происходит рост расхода газа и максимальных значений импульса силы, а парциальное давление уменьшается. Такое протекание зависимостей объясняется тем, что сопло является устройством, дросселирующим поток, и с увеличением диаметра сопла скорость истечения газов уменьшается.

Так же сопло импульсной камеры сгорания оказывает определяющую роль на реализацию термодинамического цикла. Если диаметр газосборного устройства равен диаметру камеры сгорания, то показатель политропы $n = 0$, а термодинамический цикл Гемфри фактически вырождается в термодинамический цикл Брайтона. Если закрыть сопло, то подвод теплоты будет происходить по изохоре, а показатель политропы $n = \infty$. На самом же деле, в процессе импульсного горения линия cz (рис. 4.) имеет наклон, угол наклона этой линии зависит от диаметра сопла и определяется показателем политропы.

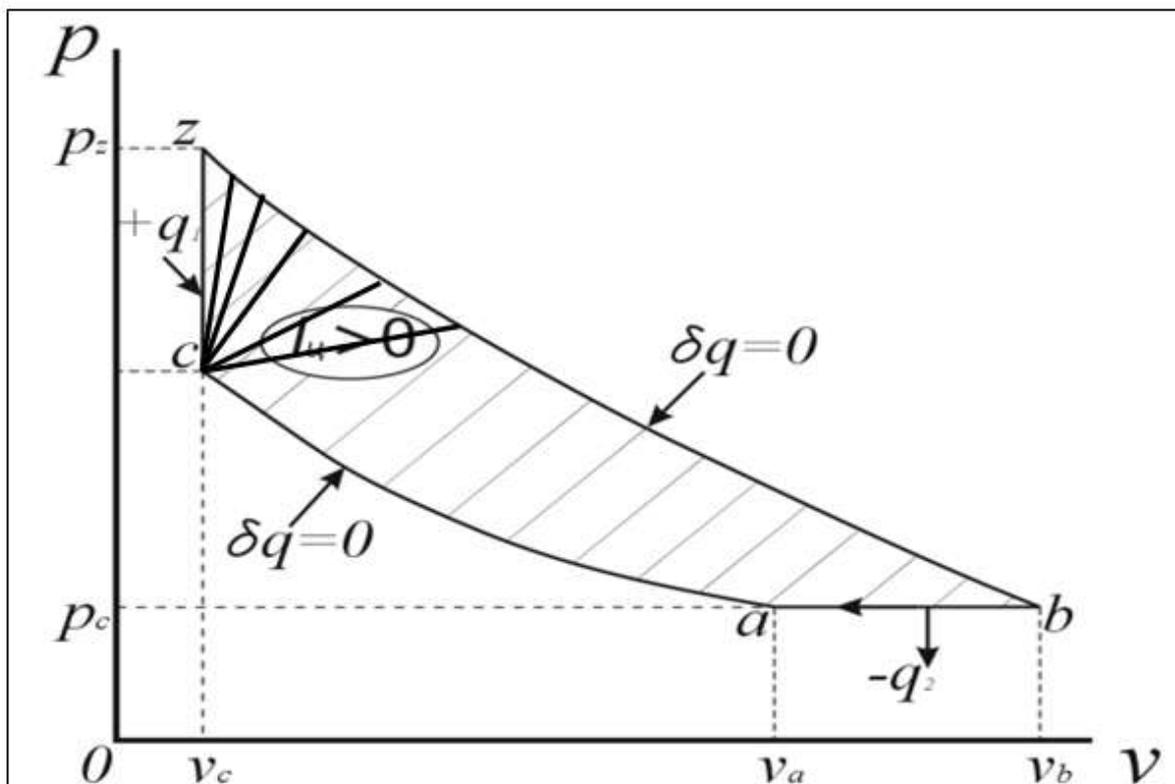


Рисунок 4 – Изменение термодинамического цикла Гемфри при изменении диаметра газосборного устройства

Знание полученных зависимостей расхода газа, парциального давления и импульса силы, в зависимости от диаметра газосборного устройства, позволяет управлять энергетическими возможностями импульсной камеры сгорания, что позволяет удовлетворять требованиям, закладываемым в техническом задании при проектировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобельков В. Н. Термодинамика и теплопередача / В. Н. Кобельков, В. Д. Улас, Р. М. Федоров. – Издание ВВИА им. Проф. Н. Е. Жуковского, 2004. – 315 с.
2. Нечаев Ю. Н. и др. Теория авиационных двигателей: учебник для Вузов ВВС / под ред. Нечаева Ю. Н. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского. – Ч.1. – 2006. – 312 с.

ИСТОРИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГА РФ

Сизиков В. А.

Барсуков А. Г.

(научный руководитель)

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

В статье на примере исторических фактов показаны объективные причины и условия создания в структуре ГА РФ специальных подразделений, впоследствии Службы авиационной безопасности, для борьбы с актами незаконного вмешательства в деятельность авиации. Излагаются основные исторические этапы развития и совершенствования структуры САБ.

Гражданская авиация, как вид транспорта, всегда была объектом повышенного внимания преступного мира. Исторически сложилось так, что эффективные и решительные меры по предотвращению актов незаконного вмешательства в деятельность авиации принимались как реакция на очередную кризисную ситуацию. Однако события последних лет: подрыв рейса PanAm 103 над Локерби в Шотландии и теракт 11 сентября 2001 г. в США – привели к серьезным усовершенствованиям стандартов безопасности.

Под авиационной безопасностью понимается состояние защищенности авиации от актов незаконного вмешательства в её деятельность.

Первый акт незаконного вмешательства и проявления терроризма относится к 1958 г., а случай захвата и угона воздушного судна – к 1931 г. (южная Америка). В СССР первая попытка угона самолета Ан-2 была предпринята 25.10.1958 г. в аэропорту Нижние Кресты (Якутская ССР)

Специалисты и историки в области авиационной безопасности отмечают три характерных фазы в развитии этой проблемы.

1. С 1948 г. по 1968 г. – фаза угонов самолетов, с целью избежания уголовного наказания, людьми, ранее совершившими преступления. Такой случай имел место в апреле 1948 г., когда экипаж и пассажиры были захвачены на внутреннем рейсе «Прага – Братислава». Самолет совершил посадку в оккупационной зоне США в ФРГ. Всего с 1931 по 1967 гг. было зарегистрировано 65 попыток захвата и угона, особенно в странах Американского континента.

2. С 1968 по 1994 гг. – политическая фаза. Она заключается в связи между политикой государства и терроризмом. Эту фазу называют

(с 1968 г.) началом «современного терроризма». Хотя захваты и угоны воздушных судов были ещё популярными актами (из 1033 актов незаконного вмешательства 88% приходилось на захваты и угоны), однако террористические организации стали использовать эти приёмы и взрывные устройства для привлечения внимания и оказания давления на государство с целью изменения его политики. Например: влиять на экономику страны; угрожать с целью вымогательства денег или освобождения своих коллег – заключенных; покинуть страну с политической подоплекой и т. д.

В июне 1985 г. террористы с целью бегства от наказания, заставили изменить курс борта TWA 847 из Афин в Бейрут, при этом 1 пассажир был убит. В этом же году – взрыв на борту самолета AirIndia. Особенный расцвет незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации наблюдался с 1970 по 1979 гг.: за 10 лет было зафиксировано более 700 случаев захвата и угона, погибло более 1100 человек, ранено более 1000, было зарегистрировано более 10 тыс. угроз в адрес воздушного транспорта. В СССР 15 октября 1970 г. отец и сын Бразаускасы угнали самолет в Турцию, убив бортпроводницу Н. Курченко и ранив двух членов экипажа. В 1974 г. была предпринята попытка захвата, с целью угона самолета Ту-134 в Тбилиси, в результате погибло 7 человек. В 1988 г. – захват Ту-154 семьей Овечкиных в Иркутске, погибло 9, ранено 19 человек, воздушное судно сгорело.

Эти события обусловили создание в Министерстве гражданской авиации СССР в 1973 г. Управления режима для комплексного решения задач по своевременному предупреждению и пресечению попыток угона воздушных судов и других преступных действий. За время существования этого Управления (с 1973 по 1991 гг.) было совершено более 300 актов незаконного вмешательства, 31 попытка захвата воздушного судна, одно нападение с захватом заложников на земле. Из 103 преступников, 32 были убиты, 33 ранены. Для создания Управления режима были поставлены задачи по разработке методик, нормативных документов по усилению охраны авиационной техники, воздушных судов и особо важных объектов, а также разработке тактико-технических требований к техническим средствам контроля и досмотра пассажиров, их багажа и грузов.

В 1978 г. в аэропортах появились первые образцы отечественной досмотровой техники в виде стационарных металлоискателей, а в 1990 г. – первые интроскопы. К началу 90-х г. почти все аэропорты СССР были оснащены досмотровой техникой, и тем самым контролю подвергались до 60% пассажиров.

В 1978 г. в аэропорту Внуково злоумышленники перерубили кабель подачи электропитания на приводные станции и маяки, тем самым парализовав деятельность аэропорта. В связи с этим случаем все объекты

радионавигации и связи были ограждены и снабжены охранной и пожарной сигнализацией.

В период с 1985 по 1987 гг. сотрудниками аэропортов СССР было выявлено 220 тыс. лиц, пытавшихся пронести на борт воздушного судна запрещенные вещества и предметы, было изъято 1200 ед. огнестрельного и 27 тыс. ед. холодного оружия, 1800 кг взрывчатых веществ, более 500 тыс. шт. различных боеприпасов, в т. ч. 241 граната и 57 снарядов.

После случая с семьей Овечкиных в марте 1988 г., в министерстве гражданской авиации СССР Управление режима было переименовано в Управление авиационной безопасности, а в аэропортах были созданы службы авиационной безопасности.

В «лихие» 90-е г. авиационная безопасность пережила негативные потрясения: из программ подготовки пилотов были исключены темы по данной проблеме, из-за чего летный состав утратил навыки по пресечению угонов и попыток угонов. Только за полгода с июня по декабрь 1990 г. было совершено 9 угонов, 1 нападение на экипаж и 33 попытки незаконного вмешательства. Попытки захвата и угона совершались в этот период в среднем дважды в неделю и даже дважды в день. В 1991 г. министерство гражданской авиации было ликвидировано и вошло как Департамент воздушного транспорта в структуру Министерства транспорта с отделом авиационной безопасности. Период с 1991 по 1993 гг. был самым сложным в деятельности данного отдела.

3. Фаза с 1994 г. называется «самолет как оружие нападения». Началом этой фазы считается захват алжирским террористом французского самолета, следующего рейсом из Алжира в Париж. Французские власти направили этот самолет в Марсель и с помощью спецназа успешно штурмовали его и спасли экипаж и пассажиров. Это заставило террористов изменить тактику – использовать воздушные суда для разрушения городов. Международная авиация стала полем боя, а воздушное судно – оружием.

11 сентября 2001 г. было захвачено 4 самолета, и 2 из них были умышленно направлены на здания Всемирного торгового центра в Нью-Йорке. Оба 11-этажных здания были разрушены, что привело к гибели более чем 2800 человек. Третий самолет был направлен на Пентагон в Вашингтоне.

Атаки террористов-самоубийц были направлены на то, чтобы погибая нанести максимальный вред. Фаза «3» считается наиболее опасной и сложной в период борьбы с терроризмом.

После событий 2001 г. были предприняты, в т. ч. в СССР, беспрецедентные меры по повышению авиационной безопасности. Однако очередные реформы в структуре Министерства транспорта РФ привели к тому, что в 2004 г. обеспечение авиационной безопасности было

возложено на Федеральную службу по надзору в сфере транспорта, многие структуры были упразднены, и службы авиационной безопасности, по сути, не существовало. Это, видимо, обусловило наличие в 2004 г. 609 угроз, в т. ч. минирование объектов – было возбуждено 495 уголовных дел, раскрыто 150 преступлений, выявлено 60 авторов анонимных сообщений об угрозах.

Решительных мер по повышению авиационной безопасности потребовали последствия теракта 24 августа 2004 г., когда с разницей в 3 мин были взорваны самолеты Ту-154 и Ту-134. В 2007 г. был принят Федеральный закон № 20-ФЗ «О транспортной безопасности», которым, в частности, вместо службы авиационной безопасности вводились 3 структуры: милиция, вневедомственная и ведомственная охрана Министерства транспорта. Однако это не решило проблему (трагедия в аэропорту Домодедово 24.01.2011 г.), т. к. эти структуры функционировали независимо друг от друга. Коренные изменения в обеспечении авиационной безопасности имели место после принятия Федерального закона «О защите деятельности ГА от актов незаконного вмешательства» и соответствующих авиационных правил. Было принято решение о составе группы досмотра в лице сотрудников службы авиационной безопасности и полиции, причём последние финансировались из средств аэропортов. Большое значение имела подготовка кадров для службы авиационной безопасности, были открыты соответствующие специализации в МГТУ ГА, СПГУ ГА, СП авиатранспортном колледже ГА, Красноярском и Иркутском АТК и др. Служба авиационной безопасности, получив нормативно-правовую базу, квалифицированных специалистов, улучшив техническое оснащение, превратилась в эффективную самостоятельную структуру по обеспечению авиационной безопасности. В 2013 г. Служба авиационной безопасности отметила своё 40-летие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авиационная безопасность: учебное пособие/ под ред. Ю. М. Волынского-Басманова. – 3-е изд., перераб.и доп. – М.: НУЦ АБИНТЕХ, 2009. – 692 с
2. Авиационная безопасность на службе ГА РФ 40 лет, в фотографиях, документах, воспоминаниях. – М., 2013 – 288 с.

МАРШЕВЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Бекишев А. С., Колгатин В. В.

Сафарбаков А. М.
(научный руководитель)
safarbakov@yandex.ru

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В настоящее время на космических станциях используются лишь коррекционные двигатели, которые позволяют лишь скорректировать траекторию полета, тогда как есть потребность в двигателях, которые смогли бы разгонять космический ЛА до необходимых скоростей и при этом имели высокую топливную экономичность. К таким двигателям можно отнести импульсный маршевый двигатель. Его конструкция компактна, обладает небольшой массой, высокими показателями расхода газа и импульса силы, а так же низким удельным расходом топлива.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существуют ракетные двигатели пяти типов [1, 3]:

- твердотопливные ракетные двигатели;
- жидкостные ракетные двигатели;
- гибридные ракетные двигатели;
- импульсные ракетные двигатели;
- ядерные ракетные двигатели.

Причем пятый тип двигателей (ядерный ракетный двигатель) не нашел применение. Ракетные двигатели могут быть как твердотопливными, так и жидкостными.

1 ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

В этих двигателях, в результате экзотермической химической реакции горючего и окислителя (вместе именуемых топливом), продукты сгорания нагреваются в камере сгорания до высоких температур, расширяясь, разгоняются в сверхзвуковом сопле и истекают из двигателя. Топливо химического ракетного двигателя является источником как тепловой энергии, так и газообразного рабочего тела, при расширении которого его внутренняя энергия преобразуется в кинетическую энергию реактивной струи. В твердотопливном двигателе горючее и окислитель хранятся в форме смеси твёрдых веществ, а топливная ёмкость

одновременно выполняет функции камеры сгорания. Твёрдотопливный двигатель и ракета, оборудованная им, конструктивно устроены гораздо проще всех других типов ракетных двигателей и соответствующих ракет, а потому они надёжны, дешёвы в производстве, не требуют больших трудозатрат при хранении и транспортировке, время подготовки их к пуску минимально.

2 ЖИДКОСТНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

В жидкостных ракетных двигателях горючее и окислитель пребывают в жидком агрегатном состоянии. Они подаются в камеру сгорания с помощью турбонасосной или вытеснительной системами подачи. Жидкостные ракетные двигатели допускают регулирование тяги в широких пределах и многократное включение и выключение, что особенно важно при маневрировании в космическом пространстве.

3 ГИБРИДНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Ракетный двигатель, использующий компоненты ракетного топлива в разных агрегатных состояниях – жидком и твёрдом.

Импульсные ракетные двигатели.

Импульсный воздушно-реактивный двигатель – вариант воздушно-реактивного двигателя. В ПуВРД используется камера сгорания с входными клапанами и длинное цилиндрическое выходное сопло. Горючее и воздух подаются периодически. Клапаны открываются, и в камеру сгорания поступает воздух и топливо [2], образуется воздушно-топливная смесь.

Смесь поджигается с помощью искры свечи зажигания. Образовавшееся избыточное давление закрывает клапан.

Горячие продукты сгорания выходят через сопло, создавая реактивную тягу и технический вакуум в камере сгорания.

4 ЯДЕРНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Реактивный двигатель, рабочее тело, в котором (например, водород, аммиак и др.) нагревается за счёт энергии, выделяющейся при ядерных реакциях (распада или термоядерного синтеза).

В последнее время появился патент на импульсный детонационный ракетный двигатель. Данный двигатель включает в себя: камеру сгорания с соплом Лаваля. Имеется баллон с горючей смесью. По трубопроводам из этого баллона горючая смесь, импульсами, подается в камеру сгорания. При помощи луча лазера смесь воспламеняется, при этом сопло, при помощи роторного механизма, находится в закрытом состоянии. После сгорания горючей смеси в камере сгорания поднимается давление

и температура, и роторный механизм открывает сопло Лавалья. Горячие газы истекают в окружающую среду, создавая импульс силы.

Впервые импульсный двигатель был разработан русским инженером Телешовым в конце 18 века.

Импульсный двигатель Телешова включает в себя цилиндрическую камеру сгорания с длинным цилиндрическим соплом меньшего диаметра. Передняя часть камеры соединена со входным диффузором, через который воздух поступает в камеру. Между диффузором и камерой сгорания установлен воздушный клапан, работающий под воздействием разницы давлений в камере и на выходе диффузора: когда давление в диффузоре превышает давление в камере клапан открывается и пропускает воздух в камеру. При сгорании смеси клапаны на входе автоматически закрываются, и давление в камере, повышается. Газы под давлением с большой скоростью вытекают из сопла, создавая силу тяги. К концу процесса истечения давление в камере сгорания падает ниже атмосферного, клапаны автоматически открываются и в камеру поступает свежий воздух, впрыскивается топливо; цикл работы двигателя повторяется.

Спроектирован импульсный двигатель, который включает в себя (рис. 1): емкость 17 с предварительно перемешанной рабочей горючей смесью топлива; камеру сгорания 2 с задней стенкой 1, соединенную трубопроводом 19 с емкостью 17 через обратный клапан 18 одностороннего движения топливной смеси в камеру сгорания 2.

Импульсный детонационный ракетный двигатель содержит также тяговое осесимметричное сопло 12, установленное на выходе камеры сгорания и содержащее канал в виде сопла Лавалья 12 (сужающийся 10 и быстро расширяющийся канал 11 в направлении истечения продуктов детонации) и устройство запирания в виде шарового крана 9, причем кран расположен в критическом сечении сопла 12 и может открывать и закрывать сопло. Шаровой кран открывается и закрывается при помощи электропривода.

Импульсная камера сгорания для ракетного двигателя содержит:

– фронтное устройство, выполненное в виде обратного клапана, включает в себя седло обратного клапана, тарелку клапана со штоком. Шток тарелки подпружинен для того, чтобы закрывать проход воздуха в жаровую трубу;

– жаровую трубу;

– сопло Лавалья.

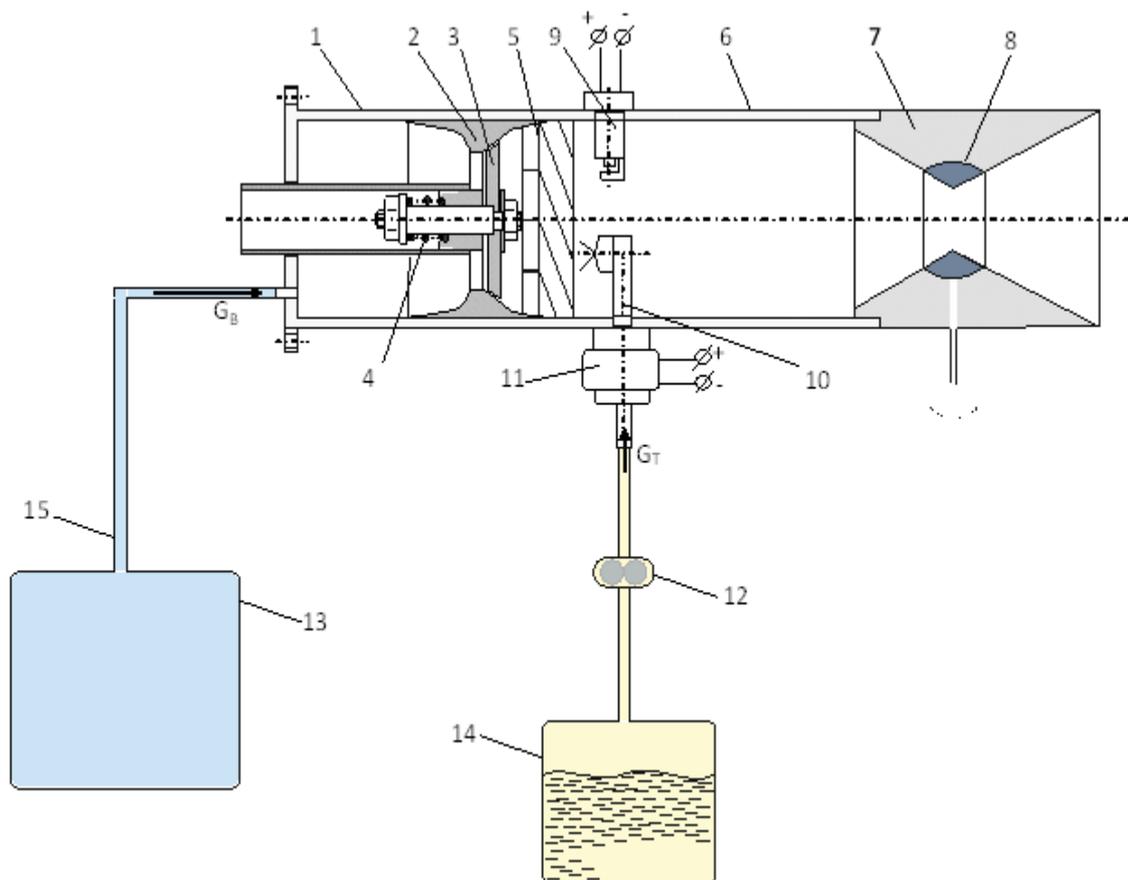


Рисунок 1 – Схема импульсного маршевого двигателя

При прохождении воздуха через профилированные отверстия в седле обратного клапана воздух соударяется с тарелкой обратного клапана. Тарелка является плохообтекаемым телом и следом за собой создает сильно турбулизированный поток. Следует учесть, что в данном случае воздух истекает в замкнутый объем безвоздушного пространства. Поэтому такое турбулентное течение будет существовать только до момента заполнения объема жаровой трубы. После заполнения этого объема воздухом турбулентность прекратится.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев Ю. Н. и др. Теория авиационных двигателей: учебник для вузов ВВС / под ред. Ю. Н. Нечаева. – Ч.1. – М.: изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2006.
2. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД / А. Лефевр. – М.: Мир, 1986. – 566 с.
3. Иноземцев А. А. Газотурбинные двигатели / А. А. Иноземцев, В. Л. Сандрацкий – ОАО «Авиадвигатель», Пермь, 2006.

ДОРАБОТКА СИГНАЛИЗАЦИИ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СТАРТЕРА СВ-78БА ВЕРТОЛЕТА Ми-8МТВ

Чейпелин П. В.

Petr_vladimirovich93@mail.ru

Кузнецов С. Г.

(научный руководитель)

avia-uch@mail.ru

*Отделение технической эксплуатации
летательных аппаратов и двигателей
ЯАТУ ГА (колледж) – филиал СПбГУ ГА
(г. Якутск)*

В эксплуатации двигателя ТВ3-117 вертолета Ми-8МТВ имеют место быть инциденты: после закрытия клапана СВ-78БА и погасания табло «стартер работает» стартер от храповой муфты коробки приводов двигателя не отключался, что является опасным дефектом, который может привести к разрушению стартера, что, в свою очередь, может привести к возникновению пожара на воздушном судне. Сигнализации отключения стартера от храповой муфты не предусмотрено. В работе рассмотрена возможность введения сигнализации «опасные обороты стартера» в кабине пилотов, в случае возникновения данной неисправности.

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатационная эффективность двигателей вертолета Ми-8МТВ неразрывно связана с обеспечением их исправного состояния. Чем выше исправность, тем шире возможности вертолетов в условиях непрерывно возрастающей конкуренции на рынке авиационных работ. Специалистам, эксплуатирующим вертолет Ми-8МТВ, известно, сколько времени они простаивают из-за неисправностей двигателей. Возникновение неисправностей является неизбежным следствием физических закономерностей, вызванных неблагоприятным сочетанием действующих нагрузок и фактической прочности, специфических особенностей появления повреждений, а также процессов износа под влиянием внешних и внутренних факторов. С целью повышения эксплуатационной эффективности двигателя ТВ3-117ВМ (рис. 1) и обеспечения высокого уровня безопасности полетов вертолетов, по моему мнению, актуальна разработка и доработка сигнализации отключения СВ-78БА (рис. 2) вертолета Ми-8МТВ.

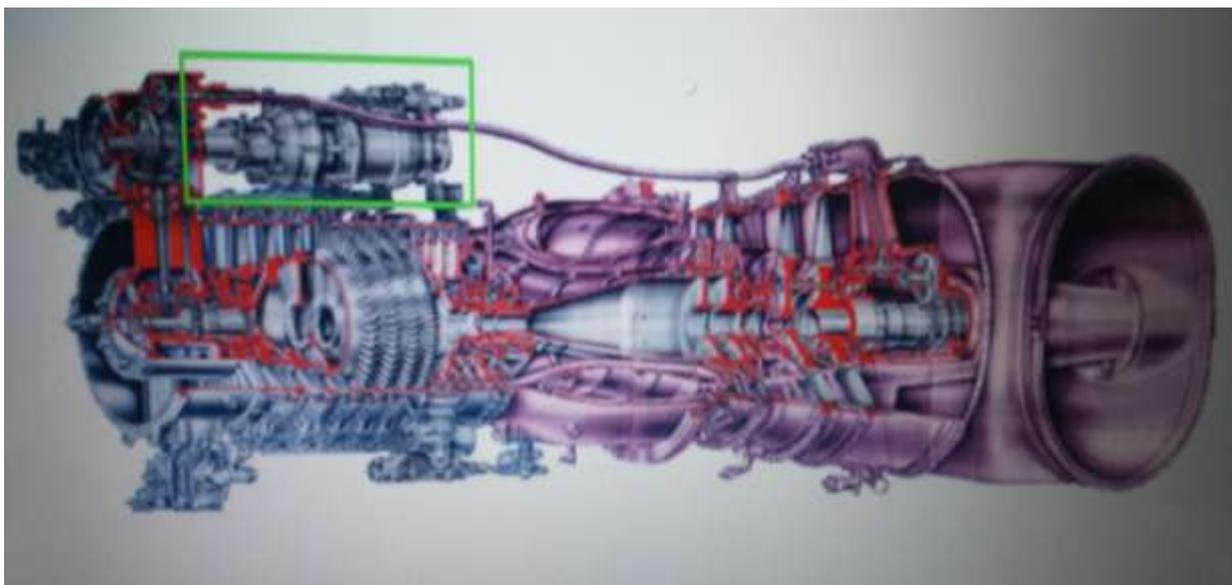


Рисунок 1 – Турбовальный двигатель ТВ3-117 ВМ



Рисунок 2 – Стартер воздушный СВ-78БА

1 ВОЗДУШНЫЙ СТАРТЕР СВ-78БА

Представляет собой активную одноступенчатую воздушную турбину с планетарным редуктором, воздушным клапаном и командным агрегатом (рис. 3).

Редуктор стартера в процессе работы смазывается маслом Б-3В (ЛЗ-240). Система смазки автономная, барботажем. Через верхнюю пробку в корпус заливается 120 см³ масла. Стартер крепится через переходник к заднему фланцу коробки приводов справа.

Командный агрегат предназначен для открытия воздушного клапана и поддержания постоянного давления воздуха перед турбиной стартера. В исходном положении воздушные клапаны стартеров закрыты пружинами. Сжатый воздух при работе АИ-9В на холостом ходу через центральное отверстие закрытой заслонки клапана перепуска КП-9В

подводится на вход воздушных клапанов. Через трубопровод и командные агрегаты воздух из этой полости попадает внутрь поршня, оставляя его в закрытом положении. Для обогрева клапанов воздух стравливается в атмосферу через отверстия.

При нажатии на кнопку «ЗАПУСК» подается напряжение на электромагнитный клапан, который закрывает тарельчатый клапан и разобщает полость перед поршнем с полостью внутри поршня, сообщая ее через жиклер с атмосферой. Воздушный клапан стартера начинает открываться, загорается табло «СВ работает». Автоматически срабатывает клапан перепуска на АИ-9В, прекращая перепуск воздуха в атмосферу и направляя его на раскрутку стартера. При превышении давления воздуха перед турбиной выше расчетного лабиринтная втулка перемещает шток и открывает доступ воздуха по обводному каналу из полости перед поршнем в его внутреннюю полость с большим сечением, чем сечение жиклера. Воздушный клапан прикрывается, устанавливая расчетное давление перед турбиной. При обесточивании электромагнитного клапана давление в полостях снаружи и внутри воздушного клапана выравнивается, и он закрывается. При превышении предельной частоты вращения стартер отключается центробежным выключателем.

Технические характеристики СВ-78БА:

| | |
|---|-------|
| – мощность, л.с..... | 30 |
| – максимальная частота вращения вала турбины стартера, об/мин..... | 46000 |
| – частота вращения выводного вала стартера, об/мин..... | 5160 |
| – частота вращения срабатывания датчика предельных оборотов турбины стартера, об/мин..... | 51500 |
| – вес, кг..... | 5,8 |

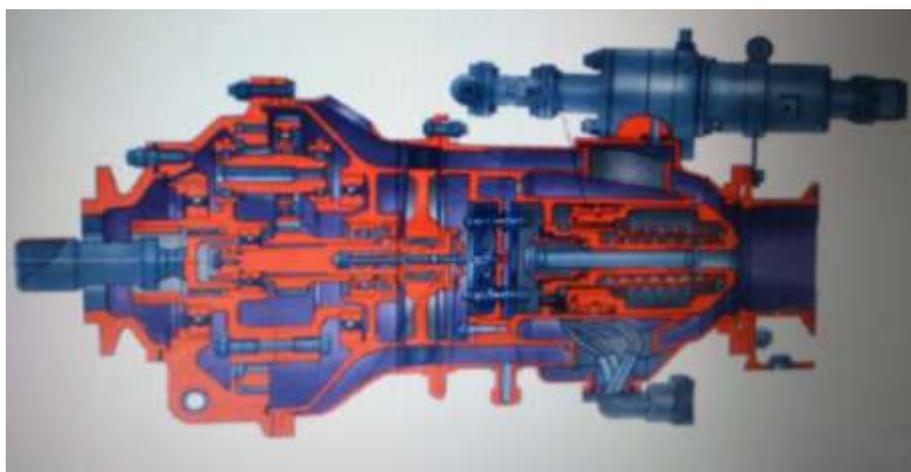


Рисунок 3 – СВ-78БА с воздушным клапаном и командным агрегатом

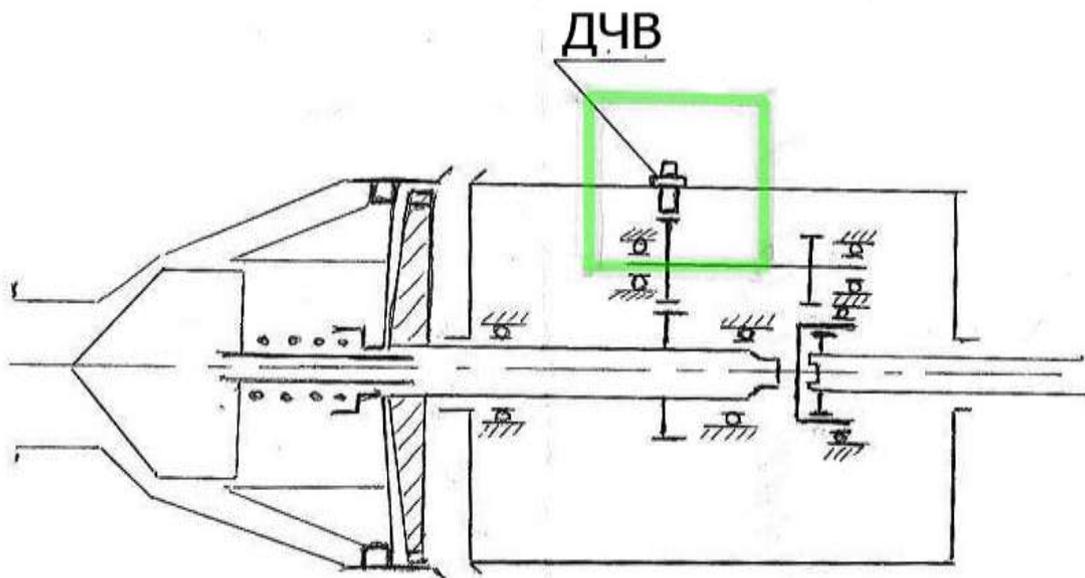


Рисунок 4 – ДЧВ установленный на редукторе СВ-78БА

2 ПРЕДЛАГАЕМАЯ ДОРАБОТКА СИГНАЛИЗАЦИИ СВ-78БА

На (рис. 4) изображен предлагаемый мой вариант доработки сигнализации СВ-78БА.

Принцип работы: на последней стадии запуска двигателя, когда обороты турбокомпрессора становятся выше оборотов выводного валика воздушного стартера, и при этом не произошло расцепления храповой муфты коробки приводов, начинается раскрутка турбины СВ-78БА и его редуктора. На этой стадии срабатывает индукционный датчик частоты вращения, установленный на редукторе воздушного стартера и получающий индукцию от шестерни первой ступени редуктора при достижении определенных оборотов, выше максимальных оборотов работы СВ-78БА, на редукторе воздушного стартера срабатывает индукционный датчик, который подает сигнал в кабину пилотов «опасные обороты СВ-78БА».

3 ИНДУКЦИОННЫЙ ДАТЧИК ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ (ДЧВ)

Датчик частоты вращения ДЧВ (рис. 5) предназначен для пропорционального преобразования частоты вращения шестерни редуктора в частоту электрических сигналов, выдаваемых по двум электрически несвязанным каналам.

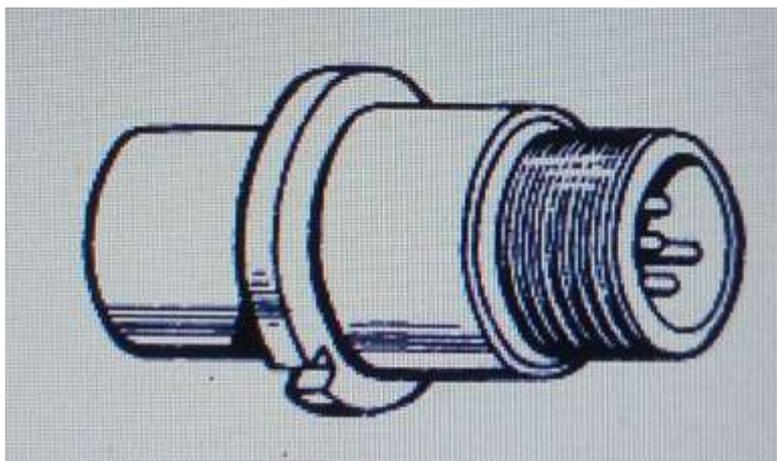


Рисунок 5 – Датчик частоты вращения (ДЧВ)

Принцип действия датчика заключается в индуктировании электрических импульсов напряжения в обмотке датчика за счет изменения сопротивления магнитной цепи при вращении индуктора, закрепленного под торцом датчика. Датчик работает совместно с индуктором, который является неотъемлемой частью воздушного стартера.

Датчик частоты вращения состоит из следующих основных узлов и деталей (рис. 6): 1 – катушка, 2 – корпус, 3 – колодка, 4 – магнит, 5 – изоляционная прокладка, 6 – крышка, 7 – футляр, 8 – заглушка.

Работа: при вращении индуктора, получающего вращение от турбины воздушного стартера, каждый из его зубьев, проходя в непосредственной близости от торца датчика, собранного на постоянном магните, изменяет магнитное поле, охватывающее витки катушки. В результате этого в катушке датчика индуктируются электрические импульсы напряжения, частота следования которых пропорциональна количеству зубьев индуктора и частоте вращения индуктора, а следовательно, частоте вращения вала турбины СВ-78БА.

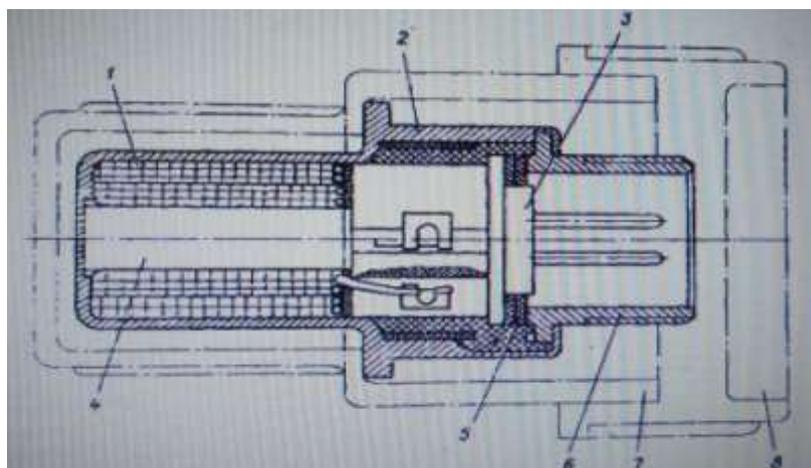


Рисунок 6 – Конструкция датчика частоты вращения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая мной доработка сигнализации воздушного стартера СВ-78БА значительно повышает:

- уровень безопасности полетов вертолета и эксплуатации его на земле;
- обнаружение неисправности при выходе из строя агрегата СВ-78БА;
- сохранение исправного состояния СВ-78БА;
- эксплуатационную эффективность двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вертолет Ми-8МТВ / В. И. А. Данилов, В. М. Занько, Н. П. Калинин, А. И. Кривко. Издательство НПФ «Бэстек-Авиа». Подписано в печать 01.08.2007.
2. Турбовальный двигатель ТВЗ-117. Руководство по технической эксплуатации. 078.00.5700 РЭ
3. ТВЗ-117. Руководство по технической эксплуатации. 077.11.02 Янв. 15/86.
4. Анализ надежности агрегатов и комплектующих изделий (систем ЛА и Д) вертолета Ми-8МТВ за 2014 год. ОАО Авиакомпания «Полярные авиалинии».

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В КАМЕРНОМ СТЕНДЕ

Скоробогатов С. В.¹, Алексеев И. А.²
¹*maestro.ru@mail.ru*, ²*alekseev_555@mail.ru*

Исаев А. И.
(Научный руководитель)

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Представлено описание различных методик, лежащих в основе измерения расхода воздуха в канале круглого сечения, а также метод их реализации на примере камерного стенда, расположенного в лаборатории теории двигателей кафедры ЛА и Д. Проведено обоснование конкретного выбранного способа, с указанием его преимуществ, недостатков и ограничений.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе проведения экспериментов, остро необходимой является потребность в точных, достоверных данных измерительных устройств. Ключевым показателем при организации топливовоздушной смеси в камере сгорания является коэффициент избытка воздуха α , характеризующий собой теплотворную эффективность данной смеси. Этот коэффициент, в свою очередь, формируется на основе соотношения между количеством подаваемого горючего и количеством воздуха, участвующего в создании ТВС. И эти параметры необходимо точно знать. Если массовый расход топлива определить довольно несложно, то с определением массового расхода воздуха возникают трудности, сопряженные с самой природой газовых сред.

1 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ПО ПЕРЕПАДУ ДАВЛЕНИЯ НА ДРОССЕЛЬНОЙ ШАЙБЕ

На начальном этапе мы отталкивались от теории сопла, позволяющей, зная ряд других параметров, определять массовый расход воздуха в канале. В данном случае, определение расхода воздуха осуществлялось по перепаду давления в суживающемся устройстве (дроссельной шайбе), которая размещалась в воздушной магистрали камерного стенда (рис. 1) в полном соответствии с требованиями ГОСТ 8.563.1-97 ГСИ [1]. Данный метод был выбран, потому что он является одним из наиболее распространенных и изученных [2]. Дроссельная шайба размещается в воздушной магистрали и создает в нем местное сужение. При протекании воздуха через шайбу (рис. 2) повышается скорость в суженном сечении по сравнению со скоростью потока до сужения.

При увеличении скорости увеличивается и кинетическая энергия, что влечет за собой уменьшение потенциальной энергии в суженном сечении. Соответственно и статическое давление в суживающемся устройстве будет меньше до него. То есть при протекании воздуха через дроссельную шайбу возникает перепад статического давления $\Delta p = p_1 - p_2$, который зависит от скорости потока и, соответственно, расхода вещества. Дроссельная шайба имеет свой коэффициент, присвоенный на заводе-изготовителе. Таким образом, можно определить расход вещества как:

$$G_B = K_{ш} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \Delta P} , \quad (1)$$

где $K_{ш}$ – коэффициент шайбы, ρ – плотность воздуха, ΔP – перепад давления на шайбе.

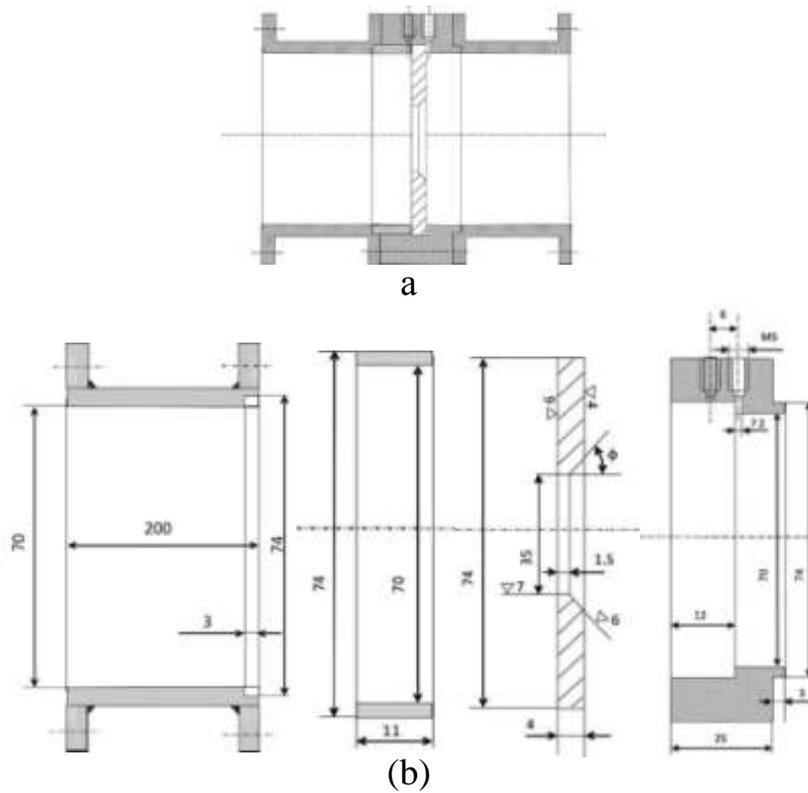


Рисунок 1 – Мерное устройство расхода воздуха с дроссельной шайбой: а – чертеж мерного устройства в сборе; б – детализированный чертеж мерного устройства

Однако, с целью предотвращения ошибок было принято решение уточнить коэффициент дроссельной шайбы путем ее тарировки по соплу, поскольку данный метод измерения расхода не подвергается сомнению.

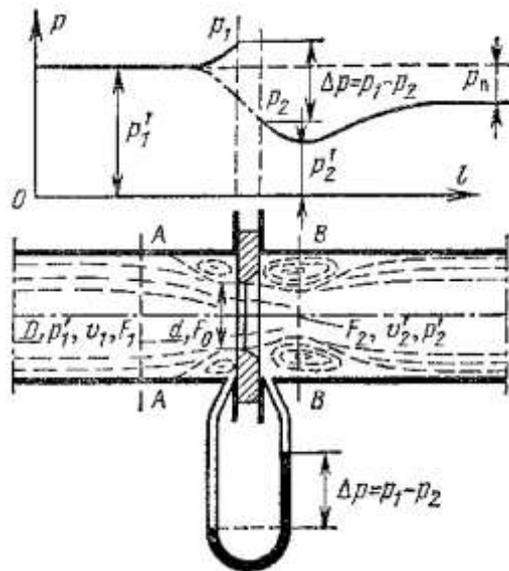


Рисунок 2 – Характер потока и распределение статического давления при установке в трубопроводе шайбы

В основе метода так же лежит перепад давления, где давление за соплом p_2 равно атмосферному.

Измерение перепада давления на шайбе осуществлялось с помощью спаренного датчика давления, соединенного через электронный блок с ПК, на котором, посредством специального программного обеспечения, выводилась информация в реальном времени. Для уточнения коэффициента шайбы была написана программа в среде MathCad, в которой производились необходимые вычисления.

Однако использование такого подхода давало значительные погрешности, подтвержденные экспериментальным путем. Кроме того, на камерном стенде присутствует второй канал, идущий параллельно первому, который необходимо задействовать для подвода холодного воздуха от компрессора с последующим его смешением непосредственно за областью горения в камере. Эта необходимость обусловлена температурными ограничениями оборудования, с помощью которого осуществляется забор воздуха для анализа эмиссии вредных веществ. Так как эти каналы создают различное гидравлическое сопротивление, невозможно точно определить соотношение объемов воздуха, поступающих в тот или другой канал при прочих равных условиях. Поэтому требовалось техническое решение, способное обеспечить точное измерение расхода воздуха в режиме реального времени.

2 ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА ВОЗДУХА

На сегодняшний день широкое распространение получили цифровые микроконтроллеры. Техпроцесс создания микросхем стал настолько тонким, что возникла возможность разместить полноценный компьютер на плату миниатюрных размеров. При этом такие устройства потребляют минимум энергии и, в то же время, позволяют выполнять даже довольно сложные вычисления и преобразования, подавая управляющие сигналы «налету», а за счет своей относительной дешевизны и массового распространения, они стали находить применение в очень широком спектре устройств, вытесняя более архаичные технологии. Одним из таких устройств являются вихревые преобразователи расхода.

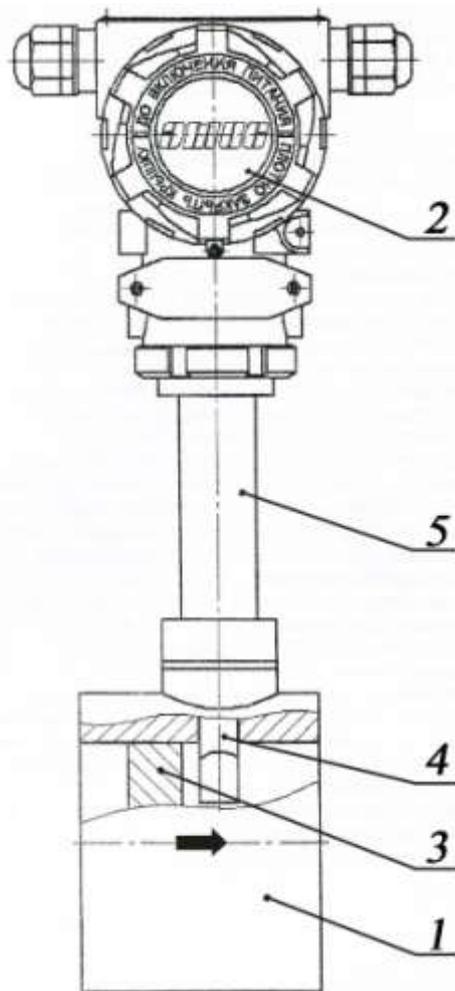


Рисунок 3 – Устройство полнопроходного преобразователя расхода: 1 – проточная часть; 2 – электронный блок; 3 – тело обтекания; 4 – чувствительный элемент; 5 – трубчатая стойка

Для решения задачи по определению расхода воздуха было принято решение – использовать вихревой преобразователь расхода «ЭМИС ВИХРЬ – 200» полнопроходного типа (рис. 3).

Полнопроходной преобразователь состоит из проточной части и электронного блока. Проточная часть представляет собой полый цилиндр, в поперечном сечении которого установлено тело обтекания. За телом обтекания расположен чувствительный элемент (сенсор). Электронный блок, в свою очередь, крепится на цилиндре проточной части с помощью трубчатой стойки. В этом блоке размещены электронные платы.

В преобразователе расхода реализован метод измерения расхода, основанный на измерении частоты вихрей [1]. В цилиндре проточной части установлено тело обтекания, которое вызывает образование вихрей в набегающем потоке измеряемой среды. Вихри распространяются попеременно вдоль и сзади каждой из сторон тела обтекания. Частота

срыва вихрей с тела обтекания пропорциональна скорости потока среды, а следовательно, пропорциональна и объемному расходу среды.

Эти завихрения вызывают колебания давления измеряемой среды по обе стороны крыла сенсора. Крыло передает пульсации давления на пьезоэлемент. Пьезоэлемент преобразует пульсации в электрические сигналы. Электронный блок формирует выходные сигналы преобразователя после усиления, фильтрации, преобразования и цифровой обработки сигнала. Далее, сигналы после конвертации в стандарт RS-232 посредством адаптера, подаются на ПК, где с помощью специального программного обеспечения выводятся на экран монитора.

Электронные преобразователи расхода обеспечивают заявленную точность только в случае должного выполнения всех условий по монтажу и подключению. В частности, при монтаже должны быть обеспечены требуемые длины входных и выходных прямолинейных участков трубопровода. Для снижения этих длин в канале размещается выпрямитель потока, позволяющий сократить длину входного участка до 8 диаметров устройства (рис. 4).

Однако длины участков по-прежнему оставались большими по отношению к общей длине канала. По этой причине камерный стенд требовалось значительно увеличить в длину, что влекло за собой переконфигурирование выхлопной трубы, перенос системы вытяжки и питания топливом из-за смещения области горения и целому ряду иных монументальных работ (рис. 5).

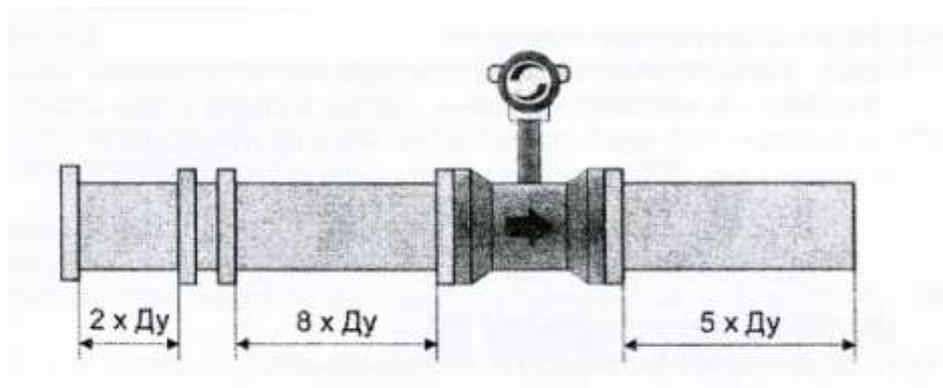


Рисунок 4 – Монтаж выпрямителя потока и преобразователя потока



а



б

Рисунок 5 – Конфигурация камерного стенда: а – с дроссельной шайбой; б – с вихревым преобразователем расхода

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно, интегрирование подобного оборудования в рабочую систему довольно трудоемкий процесс. Кроме того, реализация данного метода невозможна в сильно ограниченном пространстве. Однако этот метод позволит значительно упростить процесс измерения расхода воздуха в канале и ускорит воплощение новых инженерных идей с их последующим экспериментальным апробированием.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.563.1-97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения.
2. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: учебник / В. П. Преображенский. – М.: «Энергия», 1978. – 706 с.

О ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ К ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВИАЦИОННЫХ ГТД

Бураймах И. Д.
pathriachteg@yahoo.co.uk

Чичков Б. А.
b.a.ch@yandex.ru
(научный руководитель)

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Московский государственный технический университет
гражданской авиации
(г. Москва)*

В процессе эксплуатации авиационных двигателей (АД) выполняется регистрация параметрической и непараметрической информации [1]. На большинстве двигателей, эксплуатируемых современными авиакомпаниями, регистрируются такие параметры, как: вибрация роторов, температура газа турбины, расход топлива, температура масла и т. д. Объем параметрических данных с каждым полётом растёт и возникает проблема, связанная с обработкой данных диагностом.

В настоящее время, с учетом сложности описания всего многообразия связей между регистрируемыми параметрами, в условиях необходимости обработки больших массивов получены данные от АД. Следовательно, обосновано использование в процесс диагностирования АД аппарата на базе нейронных сетей [1].

Диагностирование АД, с помощью нейронных сетей (НС), является современным подходом, который дополняет другие методы диагностирования технического состояния АД в эксплуатации. Нейросетевые модели используются вместе с традиционным способом

моделирования, т. к. с их помощью можно моделировать нелинейные системы. В авиапредприятиях процесс диагностирования состояния АД происходит с помощью двух методов: тренд анализа по наработке и метод неразрушимого контроля [2]. Причины дефекта, или неисправности, не всегда можно обнаружить с их помощью. Тенденция в предвидении диагностических процедур в авиакомпаниях сейчас клонится к использованию новых способов, которые заранее обнаруживают неисправности, тем самым позволяют диагносту контролировать дальнейшее развитие дефекта или повреждений в АД. Представлено использование метода, обоснованного на фузи с- среднее (fuzzy C mean), а также на нейроматематических способностях современной ЭВМ, для которой был разработан алгоритм и построены графики для получения ценной информации о состоянии АД в эксплуатации [2].

Разработанный мною метод для диагностирования АД CF34-10 базируется на методе кластеризации полетных данных. В нем используется система оптимизации данных с применением с-среднее алгоритма, чтобы определить центр массы кластеров, полученных после обработки данных. После вычислительного процесса, результаты представлены на наглядном графике, где видна разница между кластерами от параметров исправного АД и кластерами от параметров неисправности. Метод Фузи с-среднее – есть метод кластеризации данных, в котором каждая точка (регистрируемых параметров) данных принадлежит к кластеру в некоторой степени, что задается классом членства. Этот метод был первоначально введен Джимом Бездеком в 1981 году для улучшения ранних методов кластеризации [3]. Кластерный анализ – это многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объекта и упорядочивающих объекты в сравнительно однородные группы.

Нечётких с-среднее:

$$J = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^l (m_{ij})^w d(v_i, x_j), \quad (1)$$

где $d(v_i, x_j)$ – Евклидово расстояние между j -м объектом; $x_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$ и i -м центром кластера (центроид), $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in})$; $w \in (1, \infty)$ – Коэффициент неопределенности.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ v_{c1} & v_{c2} & \dots & v_{cn} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$c \times n$ – матрица координат центров кластеров, центры рассчитываются по следующей формуле:

$$v_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^l (m_{ij})^w x_{jk}}{\sum_{j=1}^l (m_{ij})^w}, k = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Задача состоит в нахождении матрицы M , минимизирующей критерий J .

Для этого используется алгоритм нечётких s -среднее, в основе которого лежит метод множителей Лагранжа. Он позволяет найти локальный оптимум, поэтому для разных задач могут получиться разные результаты.

На первом шаге матрица принадлежности M , удовлетворяющая условиям, которые устанавливаются диагностом, генерируется случайным образом. Далее запускается итерационный процесс вычисления центров кластеров и пересчёта элементов матрицы степеней принадлежности:

$$m_{ij} = \frac{1}{(d_{ij})^{\frac{2}{w-1}} \sum_{k=1}^c \frac{1}{(d_{kj})^{\frac{2}{w-1}}}}, \text{ при } d_{ij} > 0 \quad (3)$$

и

$$m_{kj} = \begin{cases} 1, & k = i \\ 0, & k \neq i \end{cases} \text{ при } d_{ij} = 0. \quad (4)$$

Вычисления продолжаются до тех пор, пока матрица не станет меньше заранее заданного параметра остановки ε .

Алгоритм на базе нечёткой логики, можно использовать как средство, дополняющее другие уже существующие методы диагностирования, для получения достоверной информации о техническом состоянии АД, что позволяет диагностам выбрать эффективный способ для решения возникшего дефекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бураймах И. Д. О применимости нейросетевых алгоритмов к оценке технического состояния авиационных двигателей // Сборник трудов 12-ой международной конференции «Авиация и Космонавтика», 2013. – 647 с.
2. Бураймах И. Д. Применимости нейросетевых алгоритм к оценке технического состояния авиационных двигателей // сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Научные чтения по авиации, посвященные Н.Е. Жуковского», 2015. – 496 с.
3. Bezdek J.C. Pattern recognition with fuzzy objective functional algorithms. Plenum Press, New York, 1981.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ОТКАЗОВ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Шаяпов А. И.
almaz.proff@bk.ru

Идиатуллов З. Р.
(научный руководитель)

*Кафедра нанотехнологии в электронике
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева
(г. Казань)*

Гражданская авиация за все время существования накопила внушительный список происшествий и катастроф. Если на заре своего развития этот перечень включал в себя многочисленные и разрозненные данные о причинах авиационных происшествий, то в последние годы наметился переход к созданию общей теории безопасности полётов. Для количественной оценки уровня безопасности полётов воздушных судов используются статистические и вероятностные показатели причин авиационных происшествий. Должный анализ исследований появления отказов и повреждений изделий авиационной техники позволяет применять различные методы их эксплуатации, что, безусловно, положительно влияет на эксплуатацию летательных аппаратов. В современных реалиях достижение безопасности эксплуатации воздушных судов является первостепенной задачей для всех служб, причастных к авиации.

Данная тема особенно актуальна для студентов, обучающихся по программе подготовки специалистов в области технической эксплуатации транспортного радиооборудования. Отказы принято разделять на внезапные и постепенные. Внезапные отказы носят случайный характер и могут быть вызваны скрытыми производственными дефектами, некачественными материалами и ошибками, допущенными при конструировании, также могут появиться как следствие резких изменений внешних условий. По статистике такие отказы чаще всего возникают в начальный период работы. В отличие от них постепенные отказы появляются в результате длительности, а также наличия человеческого фактора в эксплуатации авиационной техники. Постепенные отказы являются закономерным и неизбежным результатом износа и старения комплектующих деталей и их материалов. Исходя из рассмотренных анализов исследований причин появления отказов и повреждений элементов сложных систем, повреждения и отказы авиационной техники можно классифицировать следующим образом:

Таблица 1 – Повреждения и отказы

| Конструкторские | Производственные | Эксплуатационные |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Недостатки конструкторских работ; – Недостатки расчетов на прочность; – Неправильный выбор материалов; – Функциональные недостатки. | <ul style="list-style-type: none"> – Дефекты материала; – Дефекты механической обработки; – Дефекты при плавке в изготовлении заготовок; – Дефекты сварки; – Дефекты термообработки; – Дефекты обработки поверхности; – Дефекты сборки. | <ul style="list-style-type: none"> – Старение материала; – Нарушение прочности; – Изнашивание; – Коррозия; – Нарушение режимов эксплуатации. |

Как видно из данной классификации, при эксплуатации авиационной техники приходится сталкиваться с большим многообразием причин отказов и неисправностей функциональных систем воздушных судов. Процесс однозначного классифицирования физической природы отказа не всегда успешен. Однако успешному решению проблемы безопасности полетов способствует то обстоятельство, что в конструкции летательного аппарата и его систем преобладают элементы и агрегаты механического типа, для которых свойственны процессы усталости, износа, старения, т. е. изделия, характеристики надежности которого существенно зависят от их наработки [3]. Все изделия, в зависимости от интенсивности отказов λ , можно разбить на две группы: к группе «А» относятся изделия, характеризующиеся тем, что, начиная с некоторой наработки τ_1 , интенсивность их отказов остаётся практически постоянной. Интенсивность отказов изделий, относящихся к группе «Б», наоборот, существенно возрастает с увеличением наработки больше τ_2 . Следовательно, для изделий группы «Б» целесообразно использовать метод технической эксплуатации до выработки ресурса (ТЭР). Как видно из рис. 1, такие агрегаты составляют всего 11% от общего числа. При ТЭР момент начала работ по техобслуживанию и ремонту устанавливается единым для всего парка однотипных элементов и регламентируется по наработке. Такие изделия имеют установленные ресурсы до первого ремонта, межремонтный и до списания. Для изделий группы «А» установление ресурсов нецелесообразно, т. к. оно не может повлиять на характеристики безотказности функциональных систем. Способом защиты таких изделий является их резервирование. В этих условиях целесообразно применять метод эксплуатации изделия до отказа (ТЭО), т. е. сняв с этих элементов ресурсные ограничения, эксплуатировать его до отказа, после чего проводить восстановление.

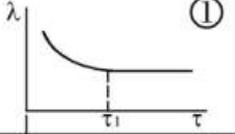
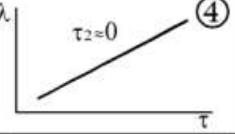
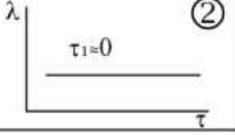
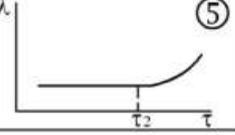
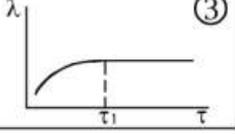
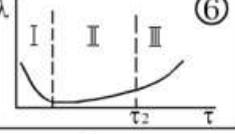
| Группа А | | Группа Б | |
|--|---------------------|---|---------------------|
| Вид зависимости $\lambda = f(\tau)$ | Доля агрегатов % | Вид зависимости $\lambda = f(\tau)$ | Доля агрегатов % |
|  <p>①</p> | 68 |  <p>④</p> | 5 |
|  <p>②</p> | 14 |  <p>⑤</p> | 2 |
|  <p>③</p> | 7 |  <p>⑥</p> | 4 |
| Всего | 89 | Всего | 11 |

Рисунок 1 – Зависимость интенсивности отказов изделий авиационной техники от наработки

Показатели надежности функциональных систем, а, следовательно, уровень безопасности полетов при этом не меняются, т. к. отказавший агрегат зарезервирован. Исследования показывают, что таких изделий большинство (89%) (рис. 1) [1].

Как видно из представленных зависимостей, в группе «А»: при $\tau > \tau_1$ $\lambda = const$; в группе «Б»: при $\tau > \tau_2$ λ возрастает с увеличением наработки.

В заключение хочется отметить, что знание характерных отказов изделий авиационной техники, способность их быстрого и верного определения, знания соответствующих методов эксплуатации крайне важны для повышения безопасности полетов. Поэтому при подготовке специалистов следует уделять большое внимание изучению характерных отказов изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чинючин Ю. М. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: учебное пособие / Ю. М. Чинючин, И. Ф. Полякова // М.: Изд. МГТУ ГА, 2004. – 159 с.
2. Чекрыжев Н. В. Анализ отказов и повреждений авиационной техники, влияющей на безопасность полетов Альманах современной науки и образования Тамбов: Грамота, 2013. – № 10 (77). – С. 177–180.
3. Александров В. Г. Техническая эксплуатация авиационной техники / В. Г. Александров, Б. В. Выржиковский, В. Г. Галенко, С. П. Ивлев, А. В. Майоров, В. В. Мырцымов, А. М. Пашестюк, П. А. Соломонов, Ф. Г. Янковский // М: Военное издательство, 1967. – 416 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТИРАЕМОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ РЕМОНТНОМ ОКРАШИВАНИИ ДЛЯ УСЛОВИЙ СИБИРСКОГО РЕГИОНА

Пчельников А. В.¹, Железнов А. А.², Ханин Д. А.³
¹*pchelaleksandr@mail.ru*, ²*azec50@mail.ru*, ³*hanin.d@mail.ru*

Хрянин В. Н.
(научный руководитель)

*Кафедра надежности и ремонта машин
Инженерный институт
Новосибирский государственный аграрный университет
(г. Новосибирск)*

В данной работе рассмотрены факторы, оказывающие влияние на долговечность лакокрасочных покрытий объектов, эксплуатируемых в условиях Сибирского региона, а также основные свойства, определяющие долговечность покрытий. При этом основное внимание уделено одному из важнейших свойств лакокрасочного покрытия – сопротивлению истираемости. Предложена конструкция устройства для испытания прочности покрытий к истиранию, позволяющая проводить испытания сразу для нескольких образцов, с возможностью применять различные истирающие материалы.

В наше время техника и оборудование различного назначения, требуют наличия определенных свойств лакокрасочного покрытия. Главным показателем, определяющим эти свойства, является долговечность – способность лакокрасочного покрытия противостоять внешним воздействиям, то есть оставаться неизменным при воздействии окружающей среды и различных неблагоприятных факторов. К неблагоприятным факторам относятся: перепады температур, ветровые нагрузки, попадание на поверхность различных смол и солей, для уборочных машин – технологическая обрабатываемая среда и, в том числе факторы, вызывающие напряжения в лакокрасочных покрытиях, которые могут быть непродолжительными, например, удар, или продолжительными, например, медленное растяжение или сжатие пленки и подложки [1]. Поэтому одной из главных задач при ремонтном окрашивании техники и оборудования является достижение максимальных показателей долговечности лакокрасочного покрытия, с целью снижения затрат на его ремонт, либо на восстановление разрушенных поверхностей.

Чтобы обеспечить надежную защиту металлических поверхностей, необходимо учитывать условия их эксплуатации и технологические

факторы. В одних климатических условиях важны одни свойства и не так необходимы другие, и наоборот. Особенности климата сибирского региона заключаются в том, что окрашенная поверхность подвергается большим температурным перепадам: летом отдельные окрашенные поверхности под воздействием прямых солнечных лучей могут прогреваться до $+75\text{ C}^\circ$, зимой охлаждаются до -50 C° , что вызывает напряжения внутри лакокрасочного покрытия и на самих металлических поверхностях, это приводит к растрескиванию и отслоению покрытия. Кроме того, на поверхность действуют ветро-снежные нагрузки, попадают различные горюче-смазочные материалы, смолы, соли и т. п. Вышеперечисленные неблагоприятные факторы могут приводить к повреждениям (растрескивание, расслаивание) лакокрасочного покрытия, что недопустимо для многих элементов техники и оборудования. Отсюда следует, что грамотная разработка технологии окрашивания позволит обеспечить надежную защиту и значительно продлить срок службы техники и оборудования различного назначения.

На начальной стадии разработки технологии ремонтного окрашивания принято проводить ряд испытаний для лакокрасочных покрытий, с целью – как можно точнее воспроизвести практические условия их применения и в дальнейшем обеспечить лакокрасочные покрытия необходимыми свойствами. Одними из самых важных свойств для лакокрасочных покрытий являются адгезия, сопротивление истираемости, эластичность, прочность при ударе и изгибе. При определении этих свойств с помощью различных испытаний необходимо определить способность покрытия противостоять неблагоприятным факторам. Как правило, используют ускоренные испытания, задачей которых является ускорить процессы разрушения испытываемых покрытий и предсказать момент их разрушения [1].

В настоящей статье более подробное внимание уделено одному из важнейших свойств лакокрасочного покрытия – сопротивлению истираемости – способности противостоять истирающим усилиям [2].

Анализ известных конструкций устройств для определения истираемости лакокрасочных покрытий показал, что у большинства устройств имеется существенный недостаток – невозможность проведения испытаний сразу для нескольких образцов, что существенно увеличивает время проведения испытаний. Кроме этого, недостатком ряда конструкций является невозможность использования при проведении испытания технологических материалов: стебли различных растений, зерно, солевые смеси и т. п. – в связи с чем, результаты испытания окажутся недостаточно приближены к эксплуатационным показателям.

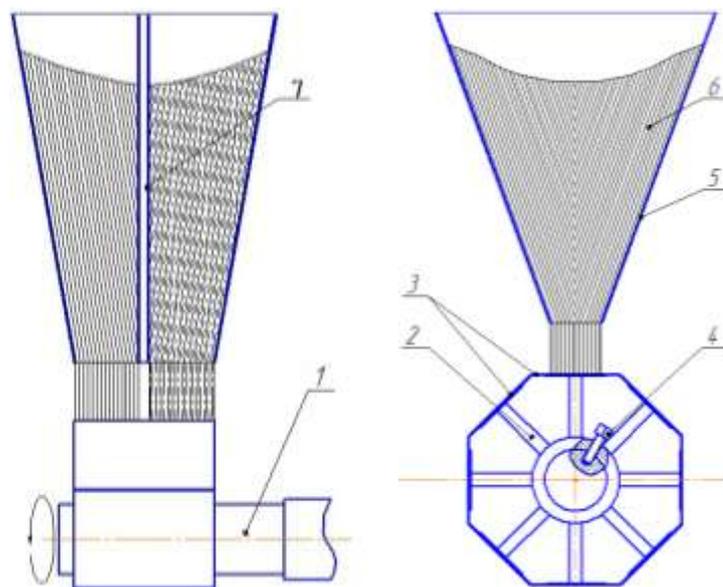


Рисунок 1 – Устройство для испытания прочности покрытий к истиранию. 1 – вращающийся вал; 2 – сепаратор; 3 – испытательные панели; 4 – болт; 5 – подающее устройство; 6 – истирающий материал; 7 – разделительная стенка

Проанализировав недостатки и преимущества существующих устройств, в Инженерном институте Новосибирского государственного аграрного университета разработана и предложена конструкция устройства, позволяющая проводить испытания сразу для нескольких образцов, с возможностью применять различные истирающие материалы при проведении испытаний (рис. 1).

Применение конструкции позволяет до пяти раз сократить время испытаний за счет возможности устанавливать на устройство несколько испытательных образцов. На предложенную конструкцию получен патент РФ №138561 на полезную модель.

Таким образом, при разработке технологического процесса ремонтного окрашивания, особое внимание следует уделять тщательному выбору лакокрасочных материалов, соответствующих технологическим и климатическим условиям эксплуатации техники и оборудования, что позволит достичь требуемых показателей необходимых свойств долговечности лакокрасочного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика. / Пер. с англ. под ред. Р. Ламбурна. – С.Пб.: Химия, 1991. – 512 с.

2. Истираемость [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://sirius-am.ru/istiraemost> (дата обращения 12.11.2015).
3. Карякина М. И. Испытания лакокрасочных материалов и покрытий / М. И. Карякина – М: Химия, 1988. – 272 с.
4. Фомин Г. С. Лакокрасочные материалы и покрытия: Энциклопедия международных стандартов / Г. С. Фомин – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 576 с.
5. Пчельников А. В. Исследование адгезионной прочности лакокрасочных покрытий при ремонтном окрашивании машин АПК [текст] / А. В. Пчельников, А. А. Железнов, В. Н. Хрянин, Д. А. Ханин // Материалы региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов (10 ноября 2014 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т., 2014. – С. 40–46.
6. Пчельников А. В. Исследование истираемости систем лакокрасочных покрытий, применяемых при ремонтном окрашивании технологических и транспортных машин АПК [текст] / А. В. Пчельников, А. А. Железнов, В. Н. Хрянин, Д. А. Ханин // Материалы региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов (10 ноября 2014 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т., 2014. – С. 46–53.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИХРЕЙ ВОЗДУХОЗАБОРНИКА

Плумер Е. А.

egor_plumer@mail.ru

Киренчев А. Г.

(научный руководитель)

antonkirenchev25@mail.ru

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

Описана актуальность задачи исследования вихреобразования под воздухозаборниками ВС. Приводятся результаты расчета линии тока стокового потока у подстилающей поверхности под ВЗ в поле силы Кориолиса. Даны результаты математических исследований стоковых течений под воздухозаборником. Представлена схема экспериментальной установки для исследования вихрей воздухозаборника. Описаны основные элементы установки, а так же ее назначение и преимущества.

Современное развитие авиационных воздушных судов (ВС) связано с использованием газотурбинных двигателей (ГТД), рабочим телом которых является воздух, забираемый из атмосферной среды. [1]. При работе ГТД на земле, на входе в силовую установку (СУ), формируется стоковое течение, характер которого во многом определен подстилающей поверхностью (ПП): аэродрома, земли, воды и др. Подстилающая поверхность обладает свойством тангенциального течения потока вдоль её плоскости. Следовательно, пространственное сходящееся стоковое течение под воздухозаборником (ВЗ) СУ приобретает режим активного торможения с поджатием струек тока и внешней завихренности окружающей среды. Плотность циркуляции γ вихрей внешней среды возрастает. Потенциальное течение стокового потока становится вихревым. Под ВЗ формируется ярко выраженный вихрь (рис. 1) от сбора внешней завихренности окружающей среды. Источниками этой завихренности являются атмосферные вихри (циклоны, атмосферные фронты, смерчи – торнадо) и их производные – мельчайшие вихри с вертикальной ориентацией продольной оси вращения. Вихри ВЗ являются миниатюрными аналогами смерчей, возникающих в воздушной среде при прохождении атмосферных фронтов. Наличие вихрей под ВЗ изменяет характер стокового течения в направлении увеличения скорости потока засасываемого воздуха. Возрастает газодинамическая нагрузка стокового потока на посторонние предметы (ПП), находящиеся в поле его течения. Мелкие ПП – камушки подстилающей поверхности, кусочки бетонного покрытия аэродрома, льда, снега, капли воды, песчинки и пыль увлекаются стоковым потоком в сторону входа в ВЗ, втягиваются в проточную часть СУ (ВЗ и ГТД) и оказывают силовое воздействие на элементы её проточной части. Такое явление вихревого воздействия потока на омываемые аэродинамические тела названо специалистами «вихревым засасыванием» [2, 4].



Рисунок 1 – Вихрь ВЗ при работе ГТД на аэродроме [AIRLINERS.NET]

Существует проблема познания рабочего процесса вихрей ВЗ, являющихся причиной вихревого засасывания ПП в проточную часть СУ при работе ГТД на земле и разрушения рабочих лопаток компрессоров и других силовых элементов двигателя. Забоины, вмятины, трещины, сколы пера лопаток рабочих колёс, превышающие допустимые нормы, вызывают досрочное снятие двигателей (ДСД) с эксплуатации, снижают безопасность полетов и наносят существенный ущерб авиационным предприятиям.

Решение указанной проблемы вихревого засасывания ПП в проточную часть СУ возможно в процессе дорогостоящих натуральных испытаний её ГТД в системе ВС, эксперимента изолированных воздухозаборника и ГТД на стендах. Наиболее экономичными методами исследования являются экспериментальные исследования моделей ВЗ над искусственно созданным экраном и математическое моделирование стоковых течений СУ с ГТД у подстилающей поверхности. Часто встречаемым способом сбора информации о вихрях ВЗ являются наблюдения за работой двигателей ВС на земле при прохождении дождевых атмосферных фронтов и при включении реверса тяги.

Экспериментальные методы исследования вихрей ВЗ, кроме экономии сил и средств, позволяют расширить диапазон направлений исследования вихрей и рабочего процесса вихреобразования в стоковом потоке, наведённом работой ГТД на земле. Например, предлагаемая экспериментальная установка позволяет вычлнить из интерференционного вихреобразования (ВО) ВЗ, низкорасположенного над землей, ВО от кориолисовой силы [3], генерируемой суточным вращением Земли.

Решение проблемы выделения кориолисова ВО под ВЗ заключается в вертикальном расположении модели воздухозаборника над ПП.

Прежде чем приступить к экспериментальным исследованиям, необходимо провести математическое моделирование исследуемого явления, которое послужит основой для создания экспериментальной установки.

Математическое решение данной задачи было проделано в 2–мерной постановке. Сначала в плоскости экрана ($z=0$) у точки мнимого стока (рис. 2) были смоделированы линии тока с учетом и без учета кориолисовой силы (рис. 3).

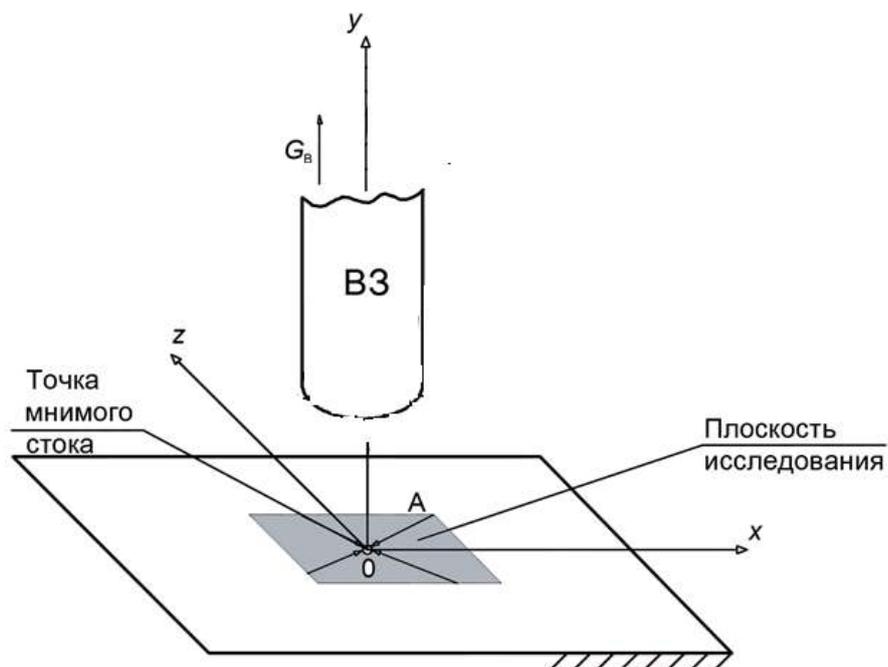


Рисунок 2 – Схема положения плоскостей исследования

На рис. 3 отчетливо видно, что под действием кориолисовой силы линии тока имеют форму спиралей Архимеда.

Далее были смоделированы линии тока под воздухозаборником в плоскости yOz . Из полученных результатов видно, что при наличии подстилающей поверхности (рис. 4) присутствует аккумулярующий эффект, при котором линии тока стягиваются в точку мнимого стока, что способствует образованию и визуализации вихря.

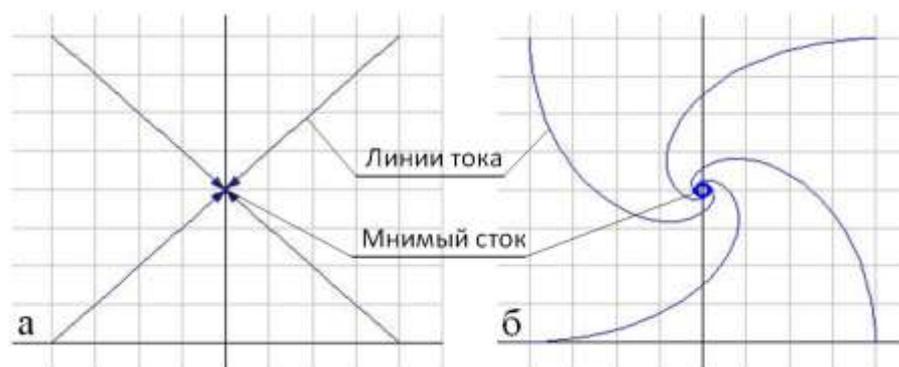


Рисунок 3 – Линии тока стокового течения у подстилающей поверхности: а – без учета кориолисовой силы; б – с учетом кориолисовой силы

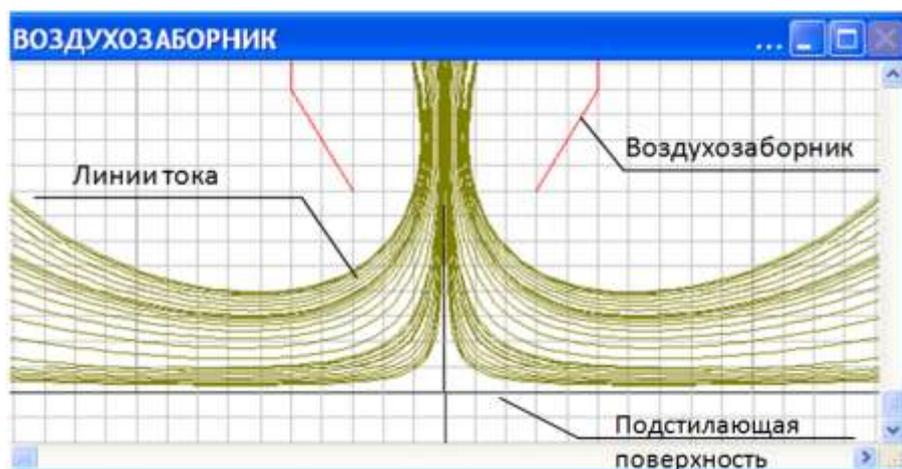


Рисунок 4 – Линии тока стокового течения под воздухозаборником с учетом наличия подстилающей поверхности (экрана)

При отсутствии подстилающей поверхности (рис. 5) линии тока незначительно стягиваются к краям воздухозаборника, но отсутствуют зоны высокой плотности – следовательно, видимых вихрей нет.

На образование вихря под ВЗ так же влияет высота воздухозаборника над поверхностью экрана. Поэтому далее моделировались линии тока под ВЗ при различной относительной высоте воздухозаборника – отношении высоты воздухозаборника к диаметру его входного сечения (рис. 6).

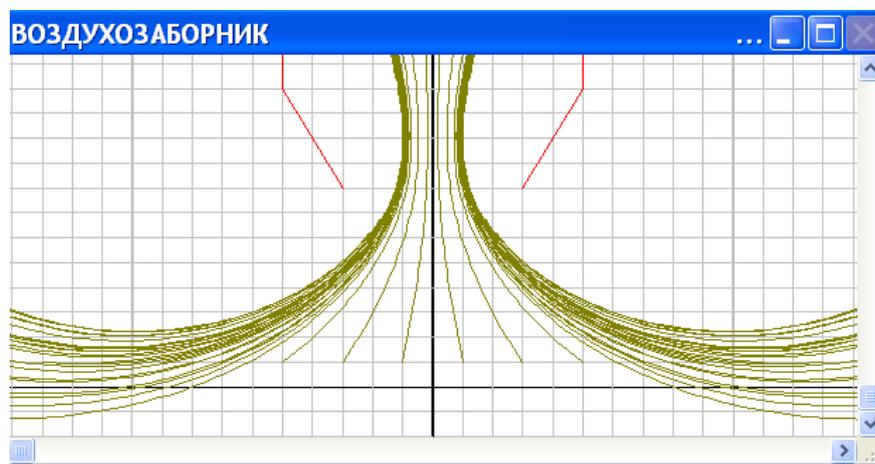


Рисунок 5 – Линии тока стокового течения под воздухозаборником без учета наличия подстилающей поверхности (экрана)

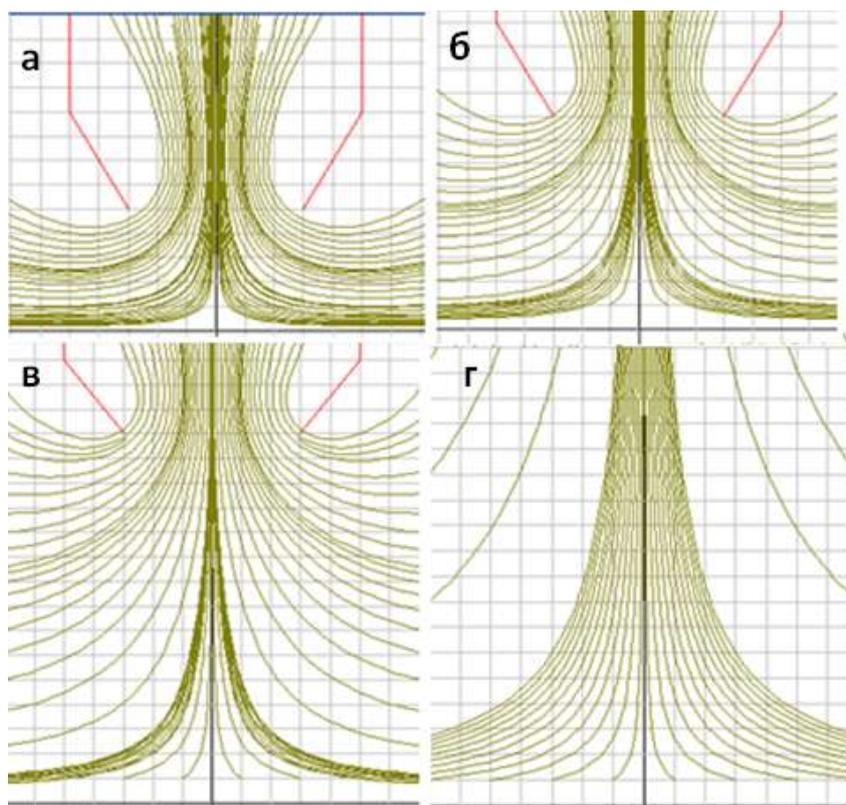


Рисунок 6 – Линии тока стокового течения под воздухозаборником при относительной высоте V_3 : а – 0,8; б – 1,5; в – 2,5; г – 6,5

По представленным результатам видно, что с увеличением высоты V_3 над подстилающей поверхностью плотность линий тока около точки мнимого стока уменьшается (рис. 6). Полученные результаты могут служить основой для проведения экспериментальных методов исследования. Из полученных данных ясно, что для исследования ВО под V_3 необходимо сконструировать установку с вертикально расположенным воздухозаборником, имеющим регулируемую высоту. Так же для образования вихрей необходимо наличие под V_3 подстилающей поверхности (экрана). В соответствии с заданными требованиями, создаем экспериментальную установку для исследования ВО под V_3 .

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 7. Установка включает источник стокового течения в виде компрессора низкого давления, обладающего большим секундным массовым расходом всасываемого воздуха. Ротор компрессора приводится во вращение от электрического силового привода (электродвигателя). Подстилающую поверхность моделирует плоскость рабочего стола, расположенная в плоскости горизонта на умеренном расстоянии от корпуса компрессора. Забор воздуха окружающей среды осуществляется по средствам модели V_3 , соединенной с входом в компрессор системой трубопроводов цилиндрического сечения и уголковыми поворотными коленами.

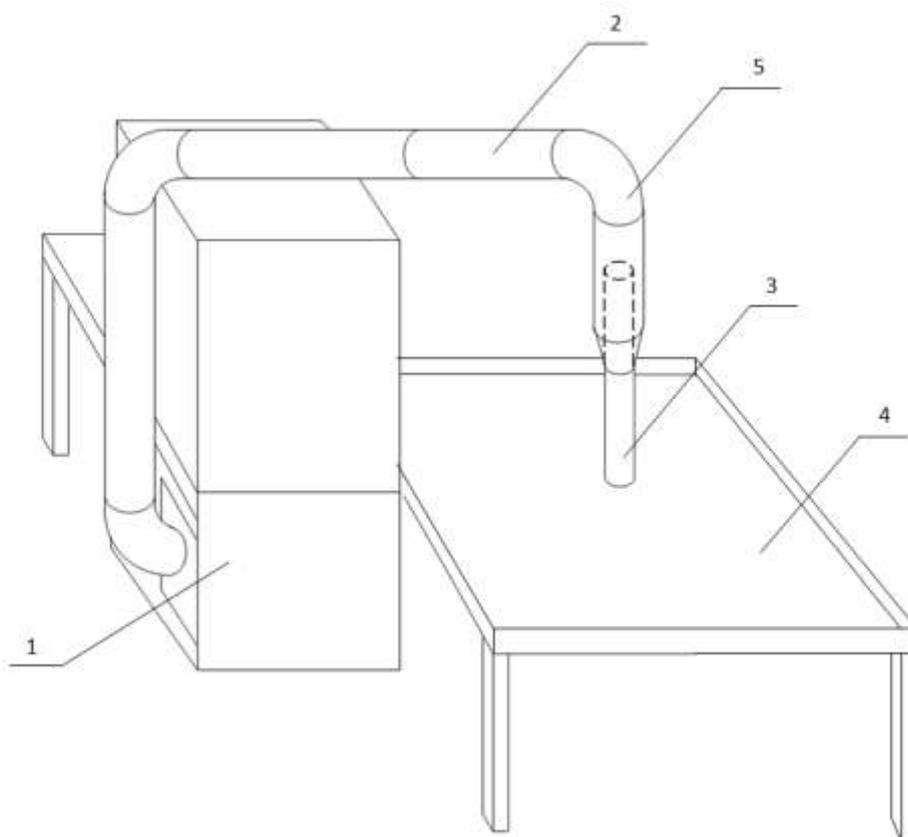


Рисунок 7 – Схема установки: 1 – турбовоздуходувка с электродвигателем; 2 – воздуховод; 3 – воздухозаборник; 4 – экран; 5 – поворотная часть

Узел крепления модели ВЗ к трубопроводу имеет поворотную часть с плавным безотрывным течением потока. В нем предусмотрена возможность регулирования высоты расположения входа в ВЗ над экраном. Модель ВЗ обеспечена телескопическим соединением для регулировки высоты расположения входа в ВЗ над рабочим столом.

В процессе эксперимента осесимметричная компоновка ВЗ исключает интерференционные вихревые воздействия на стоковый поток путем диаметральной взаимокompенсации. В таком случае, источником ВО на входе в модель ВЗ будет кориолисова сила, отклоняющая поток в северном полушарии вправо от направления его движения.

Представленная экспериментальная установка для моделирования кориолисова ВО на входе в ВЗ позволяет:

- снизить затраты на исследования (в сравнении с натурными и стендовыми экспериментами);
- исследовать «чистое» воздействие кориолисовой силы на стоковое течение без учета интерференционных вихревых сил;

– исследовать влияние на ВО под ВЗ ряда различных факторов – высоты ВЗ, его формы и диаметра, наличия различных посторонних объектов в поле работы ВЗ;

– визуализировать линии тока над поверхностью экрана и сравнить их с результатами, полученными методом математического моделирования;

– измерить скорость потока над поверхностью экрана с помощью термоанемометра и построить вихревые характеристики тангенциальной скорости для различных условий исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев Ю. Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. – Часть 1. – М.: Машиностроение, 1977. – 312 с.
2. Даниленко, Н. В. Теория вихрей перед воздухозаборниками самолетов при работе газотурбинных двигателей на аэродроме [монография] / Н. В. Даниленко, П. М. Кривель, С. В. Пахомов, А. М. Сафарбаков, М. М. Федотов. – Изд. 2 (дополн.). ISBN 978-5-8038-0685-1. –Иркутск: МГТУ ГА (Ирк. фак-т), 2011. – 350 с.
3. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для вузов / С. М. Тарг. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 416 с.
4. Белоцерковский С. М. Отрывное и безотрывное обтекание тел потоком идеальной несжимаемой жидкости / С. М. Белоцерковский, М. И. Ништ. – М.: Наука, 1978.

ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В АВИАЦИИ

Настоящий К. Г.

Барсуков А. Г.

(научный руководитель)

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

На основе анализа влияния различных факторов на аварийность в авиации в статье показано значение человеческого фактора в обеспечении безопасности полетов на различных исторических этапах становления и развития авиации.

История зарождения авиации начинается с мифологических фактов, былин, сказок о попытках людей преодолеть силу земного притяжения. Икар, как писал один из историков авиации: «... первым взмыл в воздух на крыльях, указав человечеству путь в небо, и первым упал на землю, указав будущим пилотам путь на тот свет». О том, что движение человека может приносить жертвы, высказался пионер американской и мировой авиации Э. Рикенбакер: «Человек находится в безопасности тогда, когда он полностью неподвижен..., движение неумолимо влечет за собой возможность несчастных случаев и это есть цена, которую мы платим за движение».

За сто с небольшим лет существования, авиация, как средство передвижения по воздуху, добилась выдающихся успехов в обеспечении безопасности полетов. Международная организация гражданской авиации ИКАО этот факт засвидетельствовала выводом о том, что в XXI веке авиация ведущих стран стала одним из самых безопасных видов транспорта.

За годы своего существования и развития, авиации приходилось преодолевать различные барьеры «небезопасности», например, в 20–30 гг. XX века – флаттер, 40–50 гг. – звуковой, а в 60–70 гг. – тепловой барьеры. Кроме этого, большое влияние на безопасность полетов оказывала низкая надежность авиационной техники (технический барьер). Во второй половине XX века к барьерам, делающим авиационную систему, добавился барьер в виде личностного, а затем человеческого факторов.

В настоящее время 70–80% авиационных происшествий обусловлено человеческим фактором, однако было бы неверным сравнивать данный факт с сегодняшним днем, т. к. учение о человеческом факторе уходит своими корнями в конец XIX века – начало XX века. Это было связано с началом массовой эксплуатации различного транспорта и стали иметь место первые антропогенные аварии и катастрофы. Ошибочные действия человека-оператора обусловили появление понятия «личного фактора», как сферу врожденных и приобретенных качеств личности, сферу волевых и эмоциональных свойств субъекта, черт его характера и темперамента, задатков и способностей, физического и умственного развития конкретного человека, которые можно связать с причиной конкретного происшествия. Первые годы эксплуатации трамваев за рубежом показали, что не все желающие могут стать водителями этого транспортного средства. Есть люди, которым легко дается процесс управления, но нередко встречаются и такие, кто с трудом осваивает эту профессию. Немецкий психолог К. Марбе, изучая роль личностного фактора в травматизме в 20-х гг. XX века разработал концепцию влияния личности на профессиональную деятельность. Были выявлены «нуллеры» – лица, не имевшие ни одного несчастного случая и «унфелеры» – несчастники,

люди, фатально подверженные травмам, авариям и катастрофам. Особенно заметен этот вывод для лётчика воздушного судна. Одним из первых Н. Е. Жуковский в 1910 году высказал мысль о том, что личностные характеристики летчика связаны с его профессиональной надежностью, а в 1918 г. известный русский лётчик Н. А. Яцук сделал вывод о том, что «стиль летания» – это вовсе не природное свойство гениального лётчика, а результат обучения с учётом его психофизиологических возможностей. Наличие взаимосвязи между авиационными происшествиями и особенностями личности лётчика нашли отражение в Первой мировой войне, когда на одного сбитого в бою летчика приходилось 7-10 погибших в катастрофах.

Для учета личного фактора в обеспечении безопасности полетов во многих авиационных державах создается система профессиональной подготовки летных кадров, в которую входят: психологи, врачи, педагоги и т.д. Это делается для решения двух задач: выявить качества, необходимые лётчику и разработать методики эффективного лётного обучения. В связи с этим совершенствуются система профессионального отбора в лётные школы и медицинское сопровождение состояния их здоровья. В России в 1911 г. была введена врачебно-лётная экспертиза, а в 1912 г. было принято решение об обязательном учёте индивидуально-психологических особенностей человека в полете. Был установлен возрастной ценз для летающих на аэростатах – 58 лет, на аэропланах – 45 лет, причем последние по достижении 35 лет должны были обследоваться через каждые два года. В авиapolках инструкторы-лётчики обучались по специальным программам, стали издаваться инструкции, специальная литература. Например, учебное пособие «Памятка лётчику» (1912 г.) Руднева Е. В., статьи Нестерова П. Н. в газетах «Утро России», «Московский листок» (1914 г.) о выполнении «мертвой петли» на различных аэропланах. Крутень Е. Н. стал автором «Наставления лётчику-истребителю», Арцеулов К. К. – методики вывода аэроплана из штопора. Известный лётчик-легенда Громов М. М. писал: «Для того чтобы летать надежно, очень нужно знать, как управлять самолетом, но ещё важнее знать как управлять собой».

В 20–30 гг. XX века зарождаются новые науки: «Авиационная психология», «Авиационная инженерная психология». Автор термина «психология авиации» профессор Образцов В. Н. в статье «Победа над страхом» писал: «Я смею думать, что психология авиации может дать немало практических результатов и будет широко способствовать воспитанию духовной и физической личности авиаторов».

Однако установившееся мономнение о том, что причиной всех бед в авиации являются личностные качества летчиков, уже в 30-е гг. было подвергнуто сомнению, а затем и отрицанию. Оказывается, что причины

происшествий могут скрываться не только в личностных особенностях летчиков, но и в несовершенстве средств их деятельности – воздушного судна (кабина самолета, наличие инструментальной информации, температура и т. д.), неудовлетворительной организации режима труда и отдыха, нерациональным содержанием и сочетанием физической и умственной работы. Именно неудовлетворительные условия делают лётчика заложником, провоцируют его на ошибочные действия. Например, по воспоминаниям американского авиатора А. Жординоффа, для определения скорости полета аэроплана, при отсутствии указателя, он определял её с помощью ушей, настроенных на звук растяжек крыльев аэроплана.

Системный подход к решению проблемы безопасности полетов, обусловленной ошибочными действиями человека, позволил разделить «вину» и «беду» лётчиков и ввести термин «человеческий фактор». Термин был сформулирован как результат перевода и сокращения выражения «human factor sengineering» (буквально – техника человеческих факторов – США). Концепция человеческого фактора была обусловлена необходимостью деления нестандартных действий специалиста, связанных с его негативными характеристиками и обусловленных недостатками в компонентах авиационной системы. В статье «Комфорт в самолете как средство повышения боеспособности» один из основоположников учения о человеческом факторе Добротворский Н. М. писал: «Нам необходимо теперь добиться, чтобы все устройства и оборудование самолета было сделано так, чтобы средний лётчик смог полностью использовать даваемые самолетом возможности». Необходимость сочетания свойств человека с объектом его труда, средой обитания получила название «эргономика» (греч. *ergon* – работа, *nomis* – закон). В СССР в 20–30 гг. предлагался термин «эргология», в США данная наука имеет название «Исследование человеческих факторов», в ФРГ – «антропотехника».

Концепция человеческого фактора получила развитие и в связи с повышением надежности авиационной техники, что обусловило перераспределение «вклада» опасных факторов в аварийность гражданской авиации. «Техническая» эра сменилась в конце XX века на эру «человеческого фактора». Под человеческим фактором иногда понимают как ошибочные действия лётчика, специалиста с возложением тем самым всей вины и ответственности за случившееся, без объяснения причин ошибочных действий.

Более предпочтительными и вызывающими уважение являются определения, данные ИКАО: «Человеческий фактор – это наука о людях в той обстановке, в которой они живут и трудятся, об их взаимодействии с машинами, процедурами, окружающей обстановкой, о взаимодействии

людей между собой», а также предлагаемое отечественным специалистом Козловым В. В.: «Человеческий фактор – это учение об эффективном и безопасном функционировании авиационной системы, в основе которой лежит гармонизация взаимодействия трёх её компонентов: лётчика, воздушного судна и среды, путём учета возможностей и ограничений, присущих лётчику и при создании каждого из них».

Необходимо дополнить, что роль человеческого фактора сказывается на деятельности всего авиационного персонала, лиц, проектирующих и изготавливающих авиационную технику. Таким образом, человеческий фактор сегодня стал проблемой № 1 в снижении аварийности авиационного транспорта. Бывший директор Федерального авиационного управления США Д. Энджен в 1986 г. сказал: «Мы затратили более 50 лет на создание оборудования, которое сейчас можно считать вполне надежным. Теперь пришло время работать с людьми».

Осознание необходимости обучения персонала основам человеческого фактора привело к тому, что ИКАО включила данное требование в перечень требований к подготовке персонала при выдаче ему свидетельств (сертификата).

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов В. В. Человеческий фактор: от рождения до извращения // Журнал «Авиапонорама», 2014. – № 4(106).
2. Козлов В. В. Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации. – М: Полиграф, 2002. – 280 с.
3. Овчаров В. Е. Человеческий фактор» в авиационных происшествиях: методические материалы. – М: Полиграф, 2005. – 80 с.
4. Шишкин В. Г. Проблемы безопасности полётов: «Человеческий фактор». Иваново, 2000. – 224 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА В ТЕПЛОЗВУКРИЗОЛЯЦИИ ПЛАНЕРА СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Абрамов А. В.
abramoff93@inbox.ru

Бурнашев В. Е.
(научный руководитель)

*Отделение технической эксплуатации
летательных аппаратов и двигателей
ЯАТУ ГА (колледж) – филиал СПбГУ ГА
(г. Якутск)*

Любые материалы, используемые в авиастроении рано или поздно устаревают, однако альтернативные варианты уже придуманы и производятся. Работа посвящена исследованию перспектив использования базальтового волокна в качестве теплоизолирующих и звукопоглощающих элементов воздушных судов. Кратко рассмотрено производство, классификация. Проведено сравнение характеристик базальтового волокна и используемых сейчас материалов для утепления и звукоизоляции салонов. Исследованы особенности структуры базальтовых волокон такие, как: удельная прочность, термическая и химическая стойкость, термо- и звукоизоляционные характеристики.

ВВЕДЕНИЕ

В конструкции современных летательных аппаратов предъявляют высокие и жёсткие требования по теплозвукоизоляции и внутреннему комфорту салонов. Авиапромышленность всегда находится в поисках более современного и лучшего качества минеральных материалов для этих целей. Для этого в данной работе рассмотрены термохимические свойства, прочностные и влагостойкие качества базальтового волокна, а также другие его преимущества перед другими минеральными волокнами.

1 ПРОИЗВОДСТВО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА

Современные темпы усиления воздействия производства на природу и человека требуют активации работ по созданию новых экологически чистых материалов для теплоизоляции и звукоизоляции. Наибольший интерес представляет базальтовое волокно, получаемое из природных минералов путем их расплава и последующего преобразования в волокно без использования химических добавок. Спрос на него в настоящее время превышает предложение. Это объясняется более высокими потребительскими качествами базальтового волокна перед аналогами –

изделиями из шлаковаты и стекловаты. Базальтовое волокно производят из горных пород, близких по химическому составу: базальта, базанитов, амфиболитов, габродиабазов или их смесей. Производство базальтовых волокон основано на получении расплава базальта в плавильных печах и его свободном вытекании через специальные устройства, изготовленные из платины или жаростойких металлов.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА

Существует два основных типа базальтового волокна – штапельное и непрерывное. Одним из наиболее важных параметров штапельного базальтового волокна является диаметр отдельных волокон. В зависимости от диаметра волокна делят: на микротонкие, диаметром менее 0,6 мкм; ультратонкие, 0,6–1,0 мкм; супертонкие, 1,0–3,0 мкм; тонкие, 9–15 мкм; утолщенные, 15–25 мкм и грубые – диаметром 50–500 мкм. Диаметр волокон существенно влияет на важнейшие свойства изделий из него: теплопроводность, звукопоглощение, плотность и др. В зависимости от диаметра, волокно используется для различных целей.

Супертонкое волокно используется для изготовления прошивных теплозвукоизоляционных и звукопоглощающих изделий, многослойного нетканого материала, теплоизоляционного вязально-прошивного материала, длиномерных теплоизоляционных полос и жгутов (БТШ-8, БТШ-20, БТШ30), мягких теплоизоляционных гидрофобизированных плит, фильтров и др. Специальная термическая обработка базальтовых супертонких волокон позволяет получить микрокристаллический материал со свойствами, отличающимися от обычных волокон. Микрокристаллические волокна превосходят обычные по температуре применения на 200°С, по кислотостойкости – в 2,5 раза, а гигроскопичность их в 2 раза ниже. Основным преимуществом этого вида базальтового волокна является отсутствие усадки при его эксплуатации. Из микрокристаллического волокна изготавливают высокотемпературоустойчивые теплоизоляционные материалы, плиты, а также фильтры для фильтрации агрессивных сред при высоких температурах. Базальтовое супертонкое волокно (БСТВ) получают двумя методами. Первый – дуплекс процесс, когда первоначально вытягиваются из расплава базальта, через фильтры первичные волокна диаметром 250–350 мкм. Они впоследствии раздуваются высокоскоростным газовым потоком при температуре выше 1600°С в супертонкие. Второй способ – это раздув сжатым воздухом струи расплава, при этом температура расплава должна быть не менее 1500°С. Вторым способом БСТВ получается более коротким и менее технологичным, но из него невозможно производить весь ассортимент продукции.

3 ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА

Комплексные исследования характеристик БВ и материалов на их основе позволили определить следующие основные преимущества базальтовых волокон перед другими типами волокон и материалов.

1. Относительно высокая удельная прочность волокон на разрыв, существенно превышающая эти показатели для металла (в 2–2,5 раза) и стекловолокна из Е-стекла (1,4–1,5 раза). В табл. 1 представлены данные по удельной прочности непрерывных базальтовых волокон на разрыв.

Таблица 1 – Удельная прочность волокон в зависимости от их диаметра

| Диаметр элементарных волокон, мкм | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 9.0 | 11.0 |
|---|-----|-----|-----|-----|------|
| Удельная прочность элементарных волокон на разрыв, кг/мм ² | 215 | 210 | 208 | 214 | 205 |

2. Высокая коррозионная и химическая стойкость к воздействию агрессивных сред: растворов солей, кислот, щелочей. В табл. 3 представлены данные по химической стойкости базальтовых волокон.

Таблица 3 – Химическая стойкость волокон к основным агрессивным средам

| Тип образца НБВ | H ₂ O | 0.5 н NaOH | 2 н NaOH | 2 н HCl |
|-----------------|------------------|------------|----------|---------|
| № 1 | 99.63 | 98.3 | 92.8 | 76.9 |
| № 2 | 99.7 | 98.9 | 90.7 | 49.9 |
| № 3 | 99.6 | 94.6 | 83.3 | 38.8 |

Как видно из табл. 3 базальтовые волокна обладают уникальной химической стойкостью в растворах щелочей. Это свойство базальтовых волокон открывает широкие перспективы их применения для конструкций, работающих при воздействии влаги, растворов солей, химических и щелочных сред.

3. Высокая термическая стойкость базальтовых волокон. В табл. 4. представлены данные по термической стойкости базальтовых волокон.

Таблица 4 – Термическая стойкость волокон при высоких температурах

| Температура °С | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 |
|---|------|------|------|------|------|
| Исходная удельная прочность (кг/мм ²), 100% | | | | | |
| № 1 234 | 98.7 | 88.7 | 58.9 | 38.4 | 25.0 |
| № 2 240 | 99.0 | 89.0 | 61.0 | 39.0 | 27.0 |
| № 3 254 | 100 | 90.0 | 65.0 | 38.8 | 28.6 |

Таким образом, на основе базальтового волокна можно изготавливать материалы, которые могут работать под воздействием высоких температур. Теплоизоляционные изделия из базальтовых волокон на основе неорганических связок могут применяться при температурах от -200°C до 700°C .

4. Высокие термо- и звукоизоляционные характеристики. Данные по теплопроводности материалов из супертонкого базальтового волокна с диаметром элементарных волокон 1–3 мкм представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Теплопроводность базальтового материала при перепаде температуры 50°C

| | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Удельная плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$ | 20 | 30 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 |
| Коэффициент теплопроводности, $\text{ккал}/\text{м}^{\circ}\text{C}$ | 0.0405 | 0.0375 | 0.0345 | 0.0340 | 0.0360 | 0.0380 | 0.041 |

В табл. 6 представлены данные по звукоизоляционным характеристикам материалов из супертонкого базальтового волокна с диаметром элементарных волокон 1–3 мкм.

Таблица 6. Коэффициенты звукопоглощения базальтового материала

| | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Плотность материала $\rho=15 \text{ кг}/\text{м}^3$, толщина материала 30 мм, величина зазора между материалом и изолируемой стенкой 0.0 мм | | | |
| Диапазон частот, Гц | 100–300 | 400–900 | 1200–7000 |
| Нормальный коэффициент звукопоглощения | 0.05–0.15 | 0.22–0.75 | 0.85–0.93 |
| Плотность материала $\rho=15 \text{ кг}/\text{м}^3$, толщина материала 30 мм, величина зазора между материалом и изолируемой стенкой 100 мм. | | | |
| Диапазон частот, Гц | 100–200 | 300–900 | 1200–7000 |
| Нормальный коэффициент звукопоглощения | 0.15 | 0.86–0.99 | 0.74–0.99 |

5. Высокая стойкость и долговечность к знакопеременным нагрузкам. Профильные пластики – прутки на основе непрерывных базальтовых волокон после многих лет эксплуатации (более 9 лет) под воздействием знакопеременных нагрузок практически не имеют следов усталостных разрушений – трещин и других признаков разрушения.

6. Высокая совместимость с другими материалами: металлами, пластмассами, пластиками. Это открывает широкую перспективу использования материалов из базальта в непосредственном контакте со всеми используемыми в авиации материалами.

7. При промышленном производстве базальтовых волокон на основе новых технологий их стоимость равна и даже меньше стоимости стекловолокна. При этом, соотношение качества, эксплуатационных характеристик и цены у базальтовых волокон самое высокое по сравнению со стекло- и углеродными волокнами. Стекловолокно не обладает теми характеристиками, присущими БВ, а углеродные волокна во много раз более дорогие.

4 СРАВНЕНИЕ БАЗАЛЬТОВОГО МАТЕРИАЛА С СЕЙЧАС ИСПОЛЬЗУЮЩИМИСЯ МАТЕРИАЛАМИ В ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Температурный интервал применения базальтовых волокон составляет от -260 C до $+900\text{ C}$, в то время как стеклянных от -60 C до $+450\text{ C}$. Применение БВ не ограничено применением только для салона, но и благодаря высокой термостойкости можно использовать, как заменитель стекловолокна в теплоизоляционном тракте в горячих частях тракта двигателя, это уменьшит потери тепловой энергии двигателя и увеличит тяговые характеристики реактивного двигателя.

Гигроскопичность базальтовых волокон $0,2-0,3\%$, стеклянных – от $10-20\%$. Выпускаемые промышленностью стеклянные волокна (материал «URSA», материал «Изовер» и плита «Роквул»), особенно нейтрального состава, во влажном воздухе значительно адсорбируют влагу, что ухудшает их физико-технические свойства и долговечность при эксплуатации и со временем приводит к разрушению волокон.

Базальтовые же волокна имеют низкую, не изменяющуюся во времени гигроскопичность ($0,2-0,3\%$), что обусловлено его химическим составом. Низкая не возрастающая во времени гигроскопичность базальтовых волокон обеспечивает стабильность теплофизических характеристик при длительной эксплуатации.

Базальтовые волокна обладают высокой химической стойкостью и относятся к первому гидролитическому классу и по кислото-, щелоче- и паростойчивости значительно превосходят стеклянные волокна.

Таблица 7 – Химическая устойчивость грубого волокна (потеря веса в %, после 3-часового кипения)

| | Базальтовое волокно | Волокно из стекла «URSA», «Изовер» и «Роквул» |
|--------------------|---------------------|---|
| в H ₂ O | 1,6 | 6,2 |
| 2n NaOH | 2,75 | 6,0 |
| 2n HCl | 2,2 | 38,9 |

Прочность базальтовых волокон, благодаря высокому модулю упругости, на 35–40% выше прочности стеклянных волокон – волокна более эластичны.

Таблица 8 – Прочностные характеристики волокон

| Свойства | Базальтовое волокно | Волокно из стекла «URSA», «Изовер» и «Роквул» |
|---|---------------------|---|
| Диаметр элементарного волокна, мкм | 7-17 | 6-17 |
| Плотность, кг/куб. м | 2600-2800 | 2540-2600 |
| Модуль упругости, кг/кв. мм | 9100-11000 | До 7200 |
| Остаточная прочность при растяжении (термообработки), % | | |
| При 20°С | 100 | 100 |
| 200°С | 95 | 92 |
| 400°С | 82 | 52 |

А также материалы из базальтовых волокон:

- имеют значительно больший ресурс эксплуатации по сравнению с материалами из стеклянных волокон;
- химически устойчивы к воздействию агрессивных сред и пара;
- не накапливают радиацию.

Волокна из супертонкого базальтового волокна прочно скрепляются между собой силами естественного сцепления. В минвате и стекловате для склейки волокон используются фенолформальдегидные и карбомидные смолы, концентрация паров которых в воздухе рабочей зоны должна строго контролироваться.

Утеплители из базальтового супертонкого волокна не выделяют токсичных веществ, экологически чисты по сравнению с такими как: плита «URSA», «Изовер», «Роквул», «Изовул», «Изорок», П-175, ППЖ-200 и мн. др., имеющих в своем составе вредные для здоровья человека канцерогенные связующие вещества фенол и формальдегид.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теплозвукоизоляция является основным вспомогательным элементом в конструкции ЛА. От неё зависят комфорт и удобство пассажиров, персонала и лётного экипажа, а также надёжность самолётной конструкции. Из всего вышеизложенного следует, что заменив теплозвукоизоляционный материал альтернативой из базальта, будут заметно улучшены многие характеристики, такие как: низкий уровень шума в салоне, большой ресурс планера, панелей, экономия тепла,

качества полёта. Наиболее эффективный способ сокращения потерь тепловой энергии – это качественная изоляция. Независимо от используемых конструктивных и технологических решений, обязательным условием для устройства теплоизоляции является применение лёгких, долговечных и безвредных утеплителей. Базальтовое волокно не уступает материалам, применяемым сейчас в авиастроении для утепления и звукоизоляции салонов, а где-то даже в несколько раз превосходит их характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ржевская С. В. *Материаловедение: учеб. для вузов / С. В. Ржевская – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Университетская книга, Логос. – 71 с.*
2. Бобров Ю. Л. *Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов / Ю. Л. Бобров – М.: Стройиздат, 1987. – 168 с.*
3. *Анализ продукции, предоставленный ОАО «САХАБАЗАЛЬТ». – г. Покровск, 2010.*

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ Д-30 КР НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО СПЕКТРОМЕТРА

Ходунаев А. Ю.
dead7simple@gmail.com

Дроков В. Г.
(научный руководитель)

*Кафедра электроники твердого тела
Иркутский государственный университет
(г. Иркутск)*

В статье представлен способ формализации диагностических данных на основе нечеткой логики для использования в автоматизированных системах. Использование функций принадлежности при оценке значения параметра позволяет оценить не только факт наступления какого-либо события, связанного с параметром, но и степень его выполнения. Эта особенность позволяет оценивать присутствие признаков различных дефектов в данных. В качестве примера приводится попытка диагностики дефекта роликоподшипника первой турбины в авиационном двигателе Д-30КП.

ВВЕДЕНИЕ

В НИИ прикладной физики Иркутского госуниверситета разработан сцинтилляционный спектрометр, который позволяет из аналитической навески пробы масла объемом 1 мл в течение 10 минут получить следующую информацию одновременно по восьми элементам (Ag, Al, Cr, Cu, Fe, Mg, Ni, V):

- содержание элемента в пробе масла, находящегося в растворенном виде и (либо) в виде частиц размером менее 2 мкм, Ср (г/т);
- содержание элемента, находящегося в пробе масла в виде частиц износа размером от 2 до 60 мкм, Сч (г/т);
- средний размер частиц износа каждого измеряемого элемента, D (мкм);
- элементный состав частиц, т. е. состав элементов каждой отдельной частицы;
- общее количество зарегистрированных частиц, содержащих данный элемент, N (см-3);
- количество «простых» частиц износа, состоящих из одного элемента Nпр (см-3);
- количество «сложных» частиц, состоящих из двух и более элементов Nсл (см-3) = N - Nпр;
- количество составов «сложных» частиц.

При помощи сцинтилляционного спектрометра анализируются образцы масла с различных точек двигателя, смыв продуктов изнашивания с маслофильтра.

Достоверность диагностики оператором двигателей Д-30КП, по результатам анализа сцинтилляционного спектрометра, составляет более 90% [1].

Однако вследствие сложностей, связанных с наличием большого числа параметров и сложным характером связи между параметрами и наличием дефекта, достоверность диагностики сильно зависит от человеческого фактора. С целью уменьшения влияния человеческого фактора, проводятся попытки автоматизации принятия диагностического решения.

1 ФОРМАЛИЗАЦИЯ

Диагностика двигателя предполагает решение следующих задач:

- определение состояния двигателя. Установление факта наличия дефекта;

– локализация дефектного узла двигателя. Определение конкретного дефекта;

– подготовка рекомендаций эксплуатанту. Можно ли продолжать эксплуатацию двигателя с данным дефектом и как долго?

Алгоритм проверки протокола оператором возможно формализовать при помощи нечеткой логики. Оператор сравнивает параметры протокола анализа со средними значениями для исправного двигателя. Если дефект, который возможно выявить при помощи сцинтилляционного анализа, имеется в двигателе, то параметры в протоколе будут повышенными. Конкретному дефектному узлу будет соответствовать определенный набор параметров.

В рамках нечеткой логики, для каждого параметра выбираются лингвистические термы. Лингвистический терм представляет собой описание состояния параметра в терминах, понятных человеку. Соответствие числового значения параметра лингвистическому терму задается числом от 0 до 1 при помощи функции принадлежности.

Для параметров протокола была выбрана линейная функция принадлежности, с начальной точкой, равной среднему значению параметра и максимумом в 3 стандартных отклонения для состояния «ПРЕВЫШЕН»:

$$\mu_{P_i} = \begin{cases} P_i > \langle P_i \rangle + 3\sigma \rightarrow \mu_{P_i} = 1 \\ P_i < \langle P_i \rangle + 3\sigma \rightarrow \mu_{P_i} = \frac{P_i - \langle P_i \rangle}{3\sigma} \rightarrow \mu_{P_i}[\text{ПРЕВЫШЕН}] = 0..1, \end{cases} \quad (1)$$

где σ – стандартное отклонение параметра, $\langle P_i \rangle$ – среднее значение параметра по выборке.

Граница в 3 стандартных отклонения выбрана, исходя из соображений, что конкретный параметр имеет нормальное распределение. В общем же случае главное условие – это соответствие значения функции принадлежности конкретного параметра лингвистическому терму. Например, ванадий в исправном двигателе встречается очень редко, и потому функция принадлежности для ванадия по состоянию ПРЕВЫШЕН имеет дискретный вид:

$$\mu_V = \begin{cases} V > 0 \rightarrow \mu_V = 1 \\ V = 0 \rightarrow \mu_V = 0 \end{cases} \rightarrow \mu_V[\text{ПРЕВЫШЕН}] = 0..1. \quad (2)$$

На рис. 1 изображен качественный вид линейной функции принадлежности.

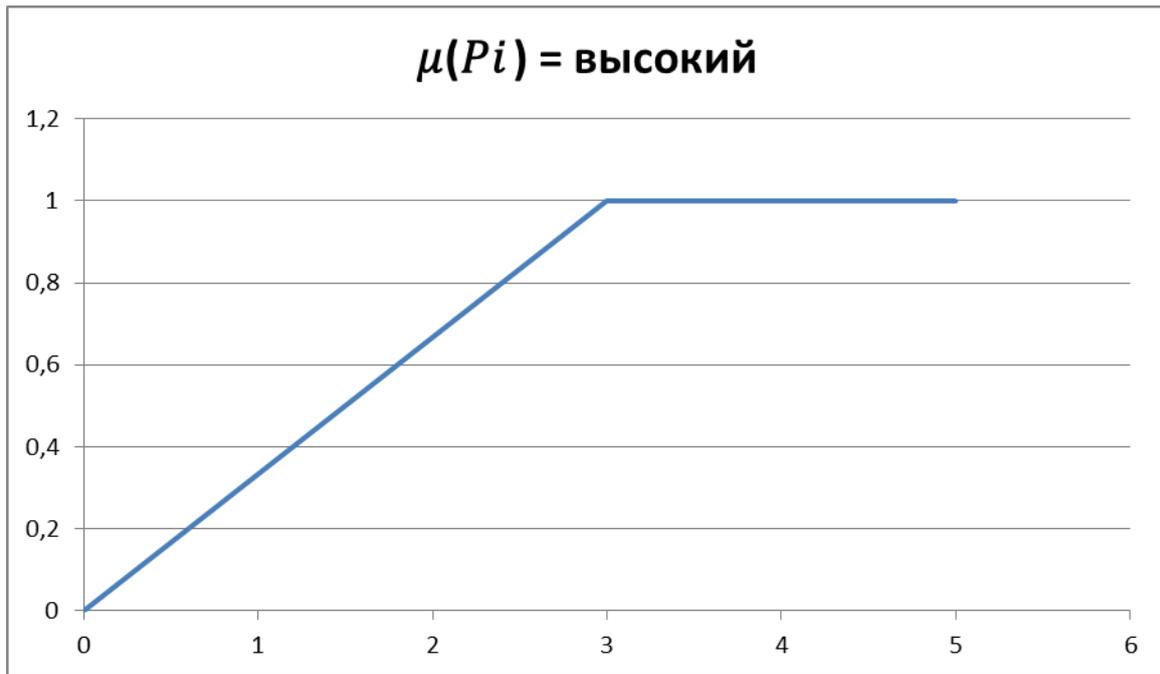


Рисунок 1 – Качественный вид линейной функции принадлежности в относительных единицах, кратных σ с начальной точкой в 0

Таким образом, значение $\mu(P_i)$ выражает истинность логического выражения «параметр P_i – превышен».

Наличие конкретного дефекта можно охарактеризовать при помощи логического выражения:

$$\mu_{\text{ДЕФЕКТ}_j} = \text{ЕСЛИ } P_i \text{ [ПРЕВЫШЕН] И } P_{i+1} \text{ [ПРЕВЫШЕН] И ...} \quad (3)$$

Что соответствует «Если каждый из параметров, характеризующих дефект P_i – превышен, то дефект проявился». Истинность данного выражения можно определить, выбрав минимальную меру принадлежности среди P_i :

$$\mu_{\text{ДЕФЕКТ}_j} = \min (\mu_{P_{ij}}). \quad (4)$$

Определив меру принадлежности каждого из известных дефектов и выбрав из них наибольшую, мы определим, какой именно дефект проявился:

$$\mu_{\text{ДЕФЕКТ}} = \max (\mu_{\text{ДЕФЕКТ}_j}). \quad (5)$$

Тогда, полное логическое выражение для диагностики будет:

$$\mu_{\text{ДЕФЕКТ}} = \mu_{\text{ДЕФЕКТНЫЙ}} \text{ И } (\mu_{\text{ДЕФЕКТ}_j} \text{ ИЛИ } \mu_{\text{ДЕФЕКТ}_{j+1}} \text{ ...}). \quad (6)$$

2 ПРОВЕДЕНИЕ ОЦЕНКИ

Для проверки диагностических гипотез была составлена выборка из 150 протоколов анализа образцов, снятых с исправных двигателей и 36 с двигателей, наличие дефекта в которых было подтверждено заводской разборкой.

Для определения наличия дефекта в двигателе был использован интегральный диагностический параметр «модуль вектора D по количеству частиц 7 элементов» [2]. Параметр имеет нормальное распределение.

При диагностике контрольной выборки при помощи этого параметра был получен следующий результат:

Таблица 1 – Оценка состояния двигателей при помощи интегрального диагностического параметра

| Выборка | Удовлетворяют условию | |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| | μ (ДЕФЕКТНЫЙ) > 0.5 | μ (ДЕФЕКТНЫЙ) = 1 |
| Исправные двигатели | 9 из 150 | 0 из 150 |
| Дефектные двигатели | 36 из 36 | 34 из 36 |

Далее, была произведена попытка определить конкретный дефект на примере дефекта роликоподшипника 1-й турбины.

В качестве параметров, характеризующих дефект, были выбраны параметры, среднее значение которых для протокола дефектного двигателя превышало таковые для исправного на 3 стандартных отклонения. При более строгом подборе, это должны быть такие параметры, которые гарантированно проявляют себя каждый раз при данном дефекте.

Таблица 2 – Список параметров для идентификации дефекта роликоподшипника ТВД

| Параметр | Состав |
|---------------------------------|-----------|
| Количество сложных частиц | -Fe-Cu-Ag |
| | -Cr-Fe |
| | -Cu-Ag |
| | -Cr-Fe-Cu |
| | -Cr-Ni-Ag |
| | -Fe-Cu |
| | -Fe-Ag |
| Концентрация серебра в частицах | -Ag |
| Количество частиц ванадия | -V |

При тестировании данного набора параметров на выборке из 16 протоколов с известным дефектом ТВД, был получен следующий результат:

Таблица 3 – Оценка наличия дефекта ТВД при помощи нечеткой логики

| Удовлетворяют условию | Количество |
|---|------------|
| $\mu(\text{ДЕФЕКТНЫЙ}) = 1$ И $\mu(\text{Дефект ТВД}) > 0.85$ | 14 из 16 |
| $\mu(\text{ДЕФЕКТНЫЙ}) = 1$ И $\mu(\text{Дефект ТВД}) = 1$ | 9 из 16 |

В 90% случаев дефект определяется нестрого, и в примерно в 60% случаев дефект определяется строго. Строгая оценка соответствует прямому сравнению значений параметров с заданными границами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершающим шагом будет составление списка параметров вида (табл. 2) для каждого известного дефекта, расчет меры принадлежности для каждого из них и выбор из них максимальной, соответствующей наиболее вероятному дефекту.

Дальнейшее совершенствование системы включает:

- расширение набора состояний для параметров;
- более точный выбор функций принадлежности для параметров;
- более точное логическое определение зависимости набора параметров и наличия конкретного дефекта. Вероятно, корректным ходом будет можно определить для одного дефекта несколько наборов параметров с разным вкладом индивидуальных параметров;
- решение проблемы перекрытия нескольких дефектов.

В качестве преимуществ такой системы можно выделить простоту исполнения, прозрачность, возможность работы при недостатке точной информации, что является типичной ситуацией в диагностике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техсправка №44-517141. Двигатели Д-30КП/КУ/КУ-15, имевшие неисправности узлов и агрегатов, омываемых маслом при контроле сцинтилляционным методом за период 2000–2007 гг. – ОАО НПО «Сатурн» – г. Рыбинск – 2008 – С. 18.
2. Иноземцев А. А. Состояние и перспективы развития спектральной трибодиагностики авиационных газотурбинных двигателей / А. А. Иноземцев, В. Г. Дроков, В. В. Дроков, А. Д. Казмиров, А. Е. Калошин – Контроль. Диагностика. – 2012. – № 9. – С. 20–28.

КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ МОНТАЖА

Злобина Ю. П.¹, Стройкин А. Н.²
¹yulya_zlobina11@mail.ru, ²iap.ssau@gmail.com

Гареев А. М.
(научный руководитель)

*Кафедра эксплуатации авиационной техники
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
(г. Самара)*

В статье рассмотрены модели объектов гидравлического комплекса оборудования авиационной техники для проектирования технологических операций их монтажа. Рассмотрен ряд общих понятий и определений, которые связаны с созданием информации для процессов производства оборудования. Проанализирована роль инженерно-технического персонала в технологических процессах монтажа элементов гидравлического комплекса оборудования. Предложены пути повышения эффективности организации технологического процесса монтажа и снижения его трудоемкости.

Как показали исследования, современный этап развития гидравлического комплекса оборудования авиационной техники (ГКО АТ) и повышение эффективности его применения существенно связаны с эффективностью форм организации процессов технического обслуживания, которые в свою очередь связаны с кадровым обеспечением этих процессов. В этих условиях создание форм организации процессов монтажа ГКО АТ в большинстве случаев их реализации отражается на структуре рабочих мест и участков, требование к которым определяется структурой и функциями объектов монтажа, а также человеческим фактором (ЧФ).

Следовательно, создание систем производства ГКО АТ должно, прежде всего, базироваться на таких центральных для общей теории систем, как: организованность, информации и цели. В системах производства ГКО, где осуществляется принятие решений, а также исполнительные элементы осуществляют сложные операции монтажа в «человеко-машинных комплексах», создание и функционирование как узлов, так и исполнительных элементов системы производства базируются

на передаче, переработке и преобразовании информации для монтажа, контроле и принятии решений о состоянии объекта производства.

Введем ряд общих понятий и определений, которые связаны с созданием информации для процессов производства ГКО АТ [1]. Под объектом (О) будем понимать некоторую целостность (т. е. обособленный фрагмент действительности или автономное образование), которая обладает присущими только ей свойствами на фоне свойств среды и на фоне своей структуры (образующих объект частей и связей между ними). Любой объект, как реальность, существует только в определенной среде, как внутренняя граница в этой среде. И объект и среда – взаимообусловленные сущности, устанавливаемые в процессе перехода от одной к другой.

Среда – внешняя по отношению к объекту система, не обладающая ни однородностью, ни целостностью. Среда имеет определенный набор свойств на фоне находящихся в ней различных объектов, включает в себя эти объекты, но не сводится к последним.

Употребляемые утверждения являются обобщенными, то есть теоретическими моделями как объекта, так и среды.

Переход от теоретических моделей к практическим представляет собой детализацию обобщенных утверждений. В случае производства ГКО АТ мы реализуем своеобразный путь – от реальной природы объектов к теоретическому обобщению (познанию), и от этого обобщения к формулируемой специалистом действительности, в нашем случае – монтаж реальных объектов или систем [2]. Этому формированию должны предшествовать практические модели его действий.

Создание практических моделей представляет собой не что иное, как перевод обобщенных утверждений на язык практики – язык конкретных применений. Следовательно, создание практических моделей – есть проектирование ситуаций, для которых справедливы соответствующие обобщенные утверждения.

В настоящее время наименее изученными для производства АТ являются организованность процессов монтажа, иерархия результатов, полнота информации и её автономность, а также отношения между специалистом и объектами, участвующими в процессе монтажа, на базе которых формируются рабочие места инженерно-технического персонала (ИТП) [2].

Для решения задач проектирования процессов монтажа объектов ГКО АТ дадим общее определение объекту проектирования, который должен быть создан для разрешения определенной проблемы, возникшей или выделенной и одном из фрагментов действительности. В системе производства ГКО АТ в качестве одного из важнейших объектов проектирования (ОП), выступают технологические операции получения

информации о параметрах объекта (О), которые, как правило, реализуются ИТП. Особенности его участия слабо отражены в технологических процессах, состоящих из спроектированных операций в рамках формализма объектов монтажа, полученных при использовании в качестве базовых положений комбинаторной топологии.

Первоначально при создании любого нового объекта инженерного проектирования, когда границы спектра областей его возможного использования только выявляются, и поэтому он, в общем случае, оказывается функционально не полностью определенным (ненасыщенным), эффективность оценивается исключительно составом и значениями некоторых свойств назначения, определяемых с участием специалиста, т. е. лица, принимающего решение.

Спектр методов синтеза, анализа, оценки, интерпретации логико-математических моделей различных объектов ГКО АТ, в том числе моделей ТП, непрерывно расширяется, в то время как ЧФ остаётся вне сферы их реализации.

Решение задач о поведении ИТП в достаточно узкой сфере монтажа ГКО АТ так же, как и в случае общих постановок, требует разработки формальных, в некотором смысле фундаментальных понятий, для разработки моделей и методов синтеза ТП и деятельности персонала, охватывающих, в совокупности, такие ее важные свойства, как: иерархическая структурность, логическая и операционная сложность, пространственно-временной и вероятностный характер, многоплановость и развернутость осуществления.

В свою очередь, решение этих проблем требует развития теоретических основ анализа и синтеза целеустремленной деятельности, что, в свою очередь, диктует необходимость разработки формальных представлений о формировании, анализе и синтезе моделей такой деятельности. Следует отметить, что опыт решения значительного числа прикладных задач в области формализации поведения человека, в частности ИТП, связан с анализом структуры распознаваемых ситуаций (событий), выбором способа действий. Все это требует разработки формальных методов представлений для целей разработки и исследования моделей проектирования ТП монтажа и систем их реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков В. Н. Модели и методы управления организационными системами / В. Н. Бурков, В. А. Ириков. – М.: Наука, 1994. – 270 с.
2. Катыврев И. Я. Проектирование гражданских самолетов: теории и методы. / И. Я. Катыврев, М. С. Неймарк и др. / Под ред. Г. В. Новожилова – М.: Машиностроение, 1991. – 672 с.

ОСВОЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЛАНЕРА И ЕГО СИСТЕМ САМОЛЕТА АН-148 ПО ВСЕМ ФОРМАМ РЕГЛАМЕНТА

Мянд В. А.

Лодыгин А. А.

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В данной статье рассмотрены проблемы освоения самолета Ан-148 в Иркутской авиакомпании «Ангара». Рассмотрена проблема обучения инженерно-технического состава и предложен путь решения этой проблемы. Также кратко освещен сам самолет Ан-148, описан его планер и системы, перечислены виды технического обслуживания и их периодичность. В заключение представлен разработанный в моей дипломной работе учебно-методический тренажер по освоению технического обслуживания планера и его систем самолета Ан-148 по всем формам регламента.

Ан-148 является отличным региональным узкофюзеляжным самолетом, идеально подходящим для эксплуатации в России. Он позволяет производить посадки на необорудованных грунтовых аэродромах длиной более 1600 метров, что дает возможность летать в любых направлениях Сибири.

На данный момент основной авиакомпанией, эксплуатирующей самолеты Антонова, является ОАО «Ангара». Её парк составляет 5 самолетов, с средним налетом примерно 150 часов в месяц. Этот самолет позволил открыть новые направления, особенно в северной части России, например, прямой рейс Иркутск – Мирный, что позволило сократить пассажирам значительные средства.

Но эксплуатация Ан-148 начиналась с большими отклонениями от графика полетов. Из-за слабой подготовки ИТП и «сырого состояния» техники, первый год после закупки самолетов, увенчался 0 часов производственного налета.

После продолжительного освоения техники и обучения инженерно-технического персонала, которое проходит в г. Санкт-Петербурге в ГТК «Россия», самолеты, наконец, начали эксплуатироваться исправно и приносить доход авиакомпании. Но это был очень долгий и затратный путь.

В связи с расширением парка самолетов Ан-148 в ближайшие годы, будет расти и необходимость в новых обученных кадрах. Дипломной работой

предлагается создать на базе Иркутского филиала МГТУ ГА учебно-методический класс с внедрением в него учебно-методического комплекса – «Тренажер по освоению технического обслуживания планера и его систем самолета Ан-148 по периодическим формам регламента».

Ан-148 – семейство самолётов, предназначенное для перевозки от 60 до 80 пассажиров, багажа и почты на расстояние до 4000 км.

В зависимости от практической дальности и количества перевозимых пассажиров самолет может изготавливаться в нескольких моделях:

Таблица 1 – Виды самолетов Ан-148

| Модель | Классность | Количество мест, чел. | Дальность полета, км |
|-------------|------------|-----------------------|----------------------|
| Ан-148-100А | Э | 70 | 2500 |
| | Э | 75 | 2200 |
| | Э | 80 | 1900 |
| | С | 68 | 2600 |
| | С | 73 | 2300 |
| Ан-148-100В | Э | 70 | 3900 |
| | Э | 75 | 3600 |
| | Э | 80 | 3300 |
| | С | 68 | 4000 |
| | С | 73 | 3700 |
| Ан-148-100Е | Э | 70 | 5160 |
| | Э | 75 | 5100 |
| | Э | 80 | 4800 |
| | С | 68 | 5190 |
| | С | 73 | 5130 |

где Э – экономический класс, С – смешанный класс.

Экипаж самолета состоит из летного экипажа и обслуживающего экипажа.

Летный экипаж включает: командира воздушного судна (КВС) и второго пилота (2П); обслуживающий экипаж: старшего бортпроводника (СБП) и бортпроводника (БП).

Самолет представляет собой свободнонесущий высокоплан с двумя трехвальными турбореактивными двухконтурными двигателями Д-436-148, расположенными впереди на пилонах под крылом, и одним вспомогательным двигателем АИ-450МС, установленным в специальном негерметизированном отсеке в хвосте фюзеляжа.

Структура форм ТО

Техническое обслуживание состоит из оперативного и периодического видов ТО.

Оперативное ТО состоит из «Транзитной» (Т), «Суточной» (Е), «Недельной» (W) форм.

Форма Т выполняется:

- перед каждым полетом, если не требуется выполнение формы Е или W;
- перед вылетом, если продолжительность стоянки самолета после выполнения ТО по формам Т, Е, W составляет от 12 часов до 5 суток;
- перед полетом после выполнения периодического ТО;
- при очередных заправках топливом в процессе учебно-тренировочных полетов.

Форма Е выполняется:

- один раз в двое суток в базовом или конечном аэропорту, если не требуется выполнения более сложной формы ТО;
- в базовом или конечном аэропорту по окончании запланированных на текущие сутки полетов при налете не менее 5 часов с момента выполнения предыдущей формы Е или W;
- при подготовке самолета к полету после простоя более 5 суток, если самолет не становится на хранение;
- перед полетом, после выполнения специального ТО;
- после контрольного облета самолета.

Форма W выполняется в базовом или конечном аэропорту:

- один раз в 15–20 суток регулярной эксплуатации (при выполнении хотя бы одного полета в сутки), если не требуется выполнять очередное периодическое ТО. Указанный срок может быть увеличен на количество нелетных суток, но не должен превышать 30 календарных суток;
- перед полетом после хранения;
- перед началом эксплуатации самолета после поступления его с завода-изготовителя.

В структуру ТО также входят работы:

- по обеспечению вылета (ОВ);
- по встрече (ВС);
- по обеспечению стоянки (ОС).

Работы по обеспечению вылета (ОВ) выполняются непосредственно перед каждым вылетом самолета.

Работы по встрече (ВС) выполняются непосредственно после посадки самолета. Работы по обеспечению стоянки (ОС) выполняются при:

- передаче самолета в цех периодического ТО или на хранение;
- перемещении самолета на другую стоянку;
- продолжительности стоянки до ближайшего вылета более 2 часов.

Периодическое ТО

Работы периодического ТО объединены в формы (базовые и кратные им), выполняемые по наработке, или календарным срокам службы, или летным циклам (полетам).

Для функциональных систем самолета, их изделий и оборудования, включает базовые формы:

- форма А – выполняется через каждые 750 часов налета;
- форма С – выполняется через каждые 36 месяцев или 7500 часов.

Для планера самолета, силовых элементов и критических мест конструкции периодическое ТО включает формы:

– форма S А. Выполняется через каждые 300 посадок или 6 месяцев. Если 300 посадок достигается ранее, чем 750 часов налета, допускается совмещать выполнение формы S А с формой А;

– форма S С. Выполняется через каждые 36 месяцев или 3000 посадок.

Отсчет налета и календарного срока ведется с начала эксплуатации самолета. Периодическое ТО по календарному сроку может выполняться при очередной форме W оперативного или очередной форме периодического ТО по налету. При назначении очередной формы периодического ТО по календарному сроку время нахождения самолета на хранении учитывается и входит в календарный срок очередной формы ТО, а также общий срок службы самолета.

Тренажер по освоению технического обслуживания планера и его систем самолета Ан-148 по периодическим формам регламента

Одной из главных существующих проблем по простоям воздушного судна на земле является поиск и устранение замечаний обнаруженных экипажем ВС или при выполнении форм технического обслуживания.

Существующие методы поиска и устранения неисправности предполагают изучение схемы по техническому описанию той или иной системы и при последовательном исключении возможных неисправностей с помощью технологических указаний обнаруживается и устраняется

отказ. На это затрачивается большое количество времени, а находящиеся ВС на земле приносят значительные убытки.

Предлагаемый тренажер позволит сократить время поиска и устранения отказов и неисправностей систем в несколько раз, а следовательно, коэффициент исправности ВС значительно возрастет, что позволит использовать самолет по его прямому назначению.

Ориентировочно на поиск неисправности в настоящее время затрачивается от нескольких часов до суток. Так, отказ работы запорного клапана подачи горячего воздуха в магистраль СКВ с помощью тренажера будет обнаружен в течение 3–5 минут, кроме того, предлагаемый дипломной работой тренажер значительно сократит время подготовки технического персонала на качественное обслуживание новой авиационной техники.

Структура «Тренажера по освоению технического обслуживания планера и его систем самолета Ан-148 по всем формам регламента» представлена на рисунке 1 и подразделяется на следующие пункты:

- 1) «О самолете» – «О самолете Ан-148» – при нажатии программа переходит в файл pdf с общими сведениями и характеристиками самолета;
- 2) «Структура периодических форм ТО» – при нажатии программа переходит в файл pdf с информацией о формах ТО и их периодичности;
- 3) кнопки «ТО конструкции планера» и «ТО функциональных систем и силовых установок» позволяют переходить в соответствующие меню, показанные на рис. 2 и 3.



Рисунок 1 – Главное меню

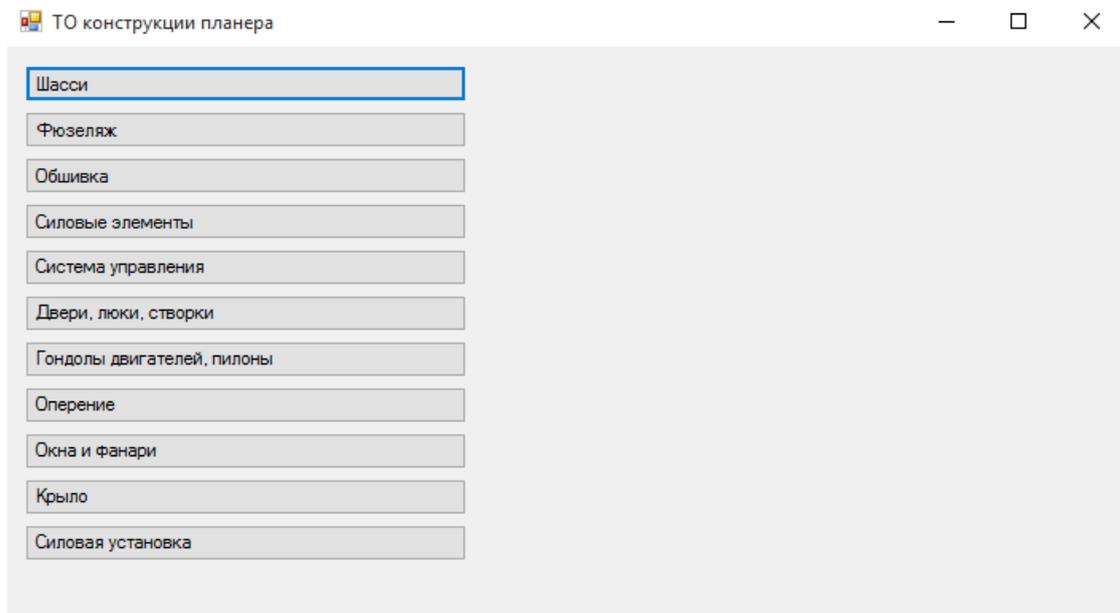


Рисунок 2 – Окно меню «ТО конструкции планера»

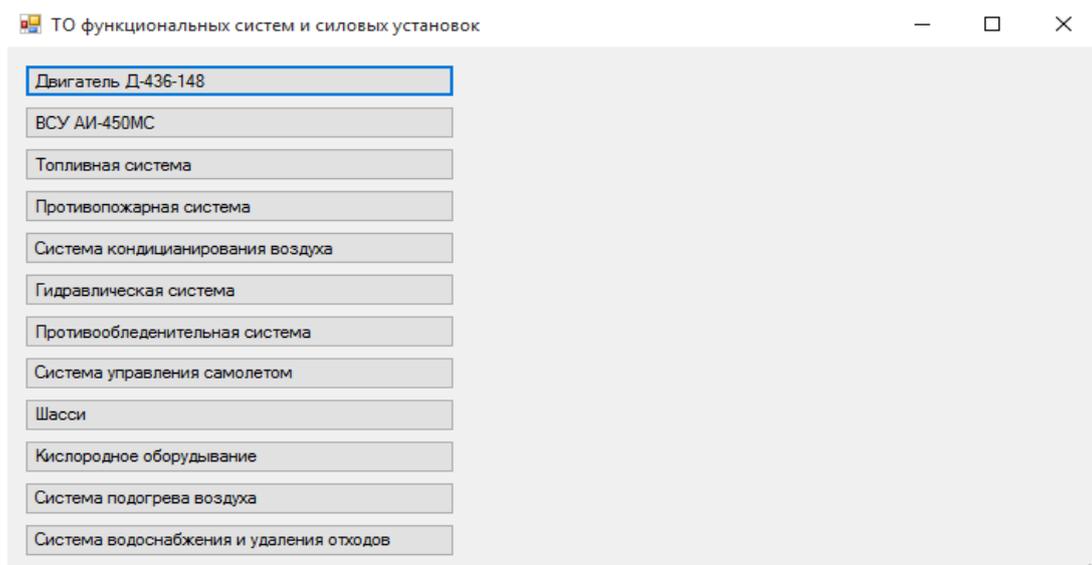


Рисунок 3 – Окно меню «ТО функциональных систем и силовых установок»

В этих окнах мы видим перечень основных систем и агрегатов самолета Ан-148, в которых представлены кадры МФИ соответствующих систем с описанием работ на отказавших агрегатах.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРИМЕНЕНИЕ

Тройнин В. А.¹, Фролов М. М.²

¹*viktorikt@gmail.com*, ²*frolovMM1997@gmail.com*

Нацубидзе С. А.

(научный руководитель)

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

Ведущее положение при создании современной авиационной техники занимают волокнистые полимерные композиционные материалы (ПКМ), обеспечивая широкую гамму механических свойств. Совершенствование методов расчета и проектирование позволило производить средне- и высоконагруженные композиционные конструкции. ПКМ обладают комплексом свойств и особенностей, значительно отличающихся от традиционных конструкционных материалов, что открывает широкие возможности, как для совершенствования существующих конструкций, так и для разработки новых авиационных конструкций и технологических процессов их изготовления.

ВВЕДЕНИЕ

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) обладают комплексом свойств и особенностей, значительно отличающихся от традиционных конструкционных материалов. Это открывает широкие возможности, как для совершенствования существующих конструкций, так и для разработки новых конструкций и технологических процессов. Ведущее положение при создании современной авиационной техники занимают волокнистые ПКМ, обеспечивающие широкую гамму механических свойств.

Это материалы со структурой, состоящей из нескольких компонентов, различных по своей природе. Каждый компонент имеет свои свойства, своё назначение, а весь композит в целом приобретает новые характеристики, отличные от составляющих компонентов.

С созданием новых материалов связываются новые конструкторские решения по осуществлению перспективных разработок летательных аппаратов, авиационных двигателей и других машин.

1 КОМПОЗИТЫ, КАК КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

КМ представляют собой систему, состоящую из высокопрочного армирующего компонента (компонентов) – наполнителя и эластичного компонента (компонентов) – связующего или матрицы.

Задача наполнителя – воспринять внешнюю нагрузку, а назначение матрицы – распределить нагрузку, включить в работу наполнитель и защитить его от повреждений.

Другими словами, композиционный материал (КМ) – материал, состоящий из двух или более компонентов (фаз) и обладающий комплексом свойств, отличных от составляющих материал компонентов, при этом каждый из компонентов сохраняет индивидуальные характеристики.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) – материалы, в которых хотя бы одна из непрерывных фаз – органический полимер (полимерная матрица).

Матрица – протяженная непрерывная фаза.

Назначение матрицы: распределение нагрузки между элементами наполнителя, объединение элементов наполнителя, защита поверхности элементов наполнителя, перераспределение нагрузки от разрушенных элементов наполнителя между не поврежденными элементами.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

По природе компонентов ПКМ бывают:

- металлические;
- полимерные;
- жидкокристаллические;
- керамические;
- другие неорганические материалы (углерод, оксиды, бориды и др.).

Если один из компонентов композита непрерывен во всем объеме, а другой является прерывистым, разъединенным, то первый компонент называют матрицей, а второй – армирующим наполнителем. Матрица в композите обеспечивает монолитность материала, передачу и распределение напряжений в наполнителе, определяет тепло-, влаго-, огне- и химическую стойкость. Есть композиты, для которых понятие матрицы и арматуры неприменимо, например, для слоистых композитов, состоящих из чередующихся слоёв, или для псевдосплавов, имеющих каркасное строение. Псевдосплавы получают пропиткой пористой заготовки более легкоплавкими компонентами, их структура представляет собой два взаимопроникающих непрерывных каркаса. Обычно композиты получают общее название по материалу матрицы.

По структуре композита они могут быть:

- каркасными;
- матричными;
- слоистыми;
- комбинированными.

К композитам с каркасной структурой относятся, например: псевдосплавы, полученные методом пропитки; с матричной структурой дисперсно-упрочненные и волокнистые композиты; со слоистой структурой – композиты, составленные из чередующихся слоев фольги или листов материалов различной природы или состава; с комбинированной структурой, включающие комбинации первых трех групп (например, псевдосплавы, каркас которых упрочнен дисперсными включениями – каркасно-матричная структура и др.).

По геометрии армирующих компонентов (наполнителя): порошковые и гранулированные (армированы частицами), волокнистые (армированы волокнами, нитевидными кристаллами, делятся на непрерывные и дискретные), слоистые (армированы пленками, пластинами, слоистыми наполнителями).

По расположению компонентов – изотропные или квазиизотропные (порошковые, дисперсно-упрочненные, хаотично армированные дисперсными частицами, дискретными или непрерывными волокнами и др.), анизотропные (волокнистые, слоистые с определённой ориентацией армирующих элементов относительно матрицы).

Изотропные материалы имеют одинаковые свойства во всех направлениях, анизотропные – разные. К числу изотропных композитов относятся псевдосплавы и хаотично армированные материалы. Упрочнение хаотично армированных композитов осуществляется короткими (дискретными) частицами игольчатой формы, ориентированными в пространстве случайным образом. В качестве таких частиц используют отрезки волокон или нитевидные кристаллы (усы), при этом композиты получают квазиизотропными, т. е. анизотропными в микрообъемах, но изотропными в макрообъеме всего изделия.

По количеству компонентов: полиматричные – использование в одном материале нескольких матриц, гибридные (полиармированные) – использование наполнителей различной природы.

Композиты, которые содержат два или более различных по составу или природе типа армирующих элементов, называются полиармированными или гибридными. Гибридные композиты могут быть простыми, если армирующие элементы имеют различную природу, но одинаковую геометрию (например, стеклоуглепластик – полимер, армированный стеклянными и углеродными волокнами), и

комбинированными, если армирующие элементы имеют и различную природу, и различную геометрию.

По методу получения: искусственные; естественные.

К искусственным относятся все композиты, полученные в результате искусственного введения армирующей фазы в матрицу, к естественным – сплавы эвтектического и близкого к ним состава. В эвтектических композитах армирующей фазой являются ориентированные волокнистые или пластинчатые кристаллы, образованные естественным путем в процессе направленной кристаллизации.

По типу матрицы: термопластичные, термореактивные.

Преимущества термопластичных и термореактивных ПКМ.

Термореактивные:

- более высокая теплостойкость;
- более высокая химическая стойкость;
- меньшая ползучесть под нагрузкой;
- меньшие поковки;
- более низкая температура переработки.

Термопластичные:

- более высокая стойкость к удару;
- более высокая трещиностойкость;
- неограниченный срок хранения при комнатной температуре;
- более короткий цикл переработки;
- отсутствие липкости;
- допускают последующее переформообразование;
- более простые ремонтные процедуры;
- возможна вторичная переработка.

3 ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Современные ПКМ нашли широкое применение в различных отраслях промышленности (рис. 1) и, в первую очередь, в авиационной и космической технике, для которых наиболее важным является снижение массы конструкции при одновременном повышении её прочности и жёсткости, что, в свою очередь, существенно увеличивает полезную нагрузку, а значит, и эффективность применения ВС (рис. 2).

Структура и объем мирового потребления ПКМ и изделий из них по секторам экономики в 2015 г



Рисунок 1 – Применение ПКМ

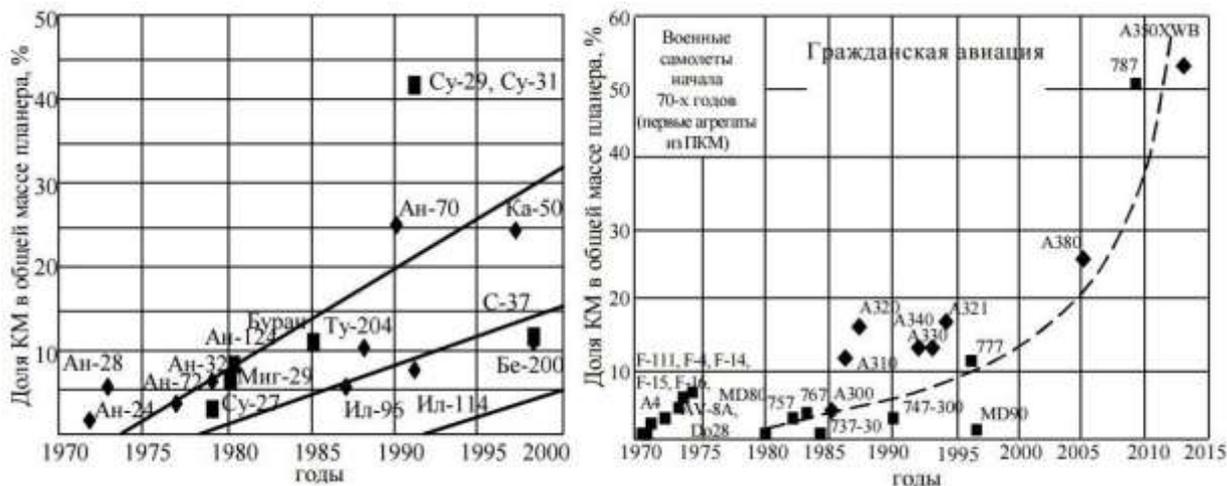


Рисунок 2 – Доля применение ПКМ в авиационных конструкциях

С каждым годом потребление ПКМ возрастает. Перспективность использования полимерных композитов в различных отраслях техники определяется их широким спектром различных свойств:

- высокие удельные характеристики;
- высокая технологичность;
- хорошая усталостная долговечность;
- способность к энергопоглощению;
- коррозионная стойкость;
- высокая стойкость к климатическим воздействиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механика композитных материалов. Рига: «Зинате». 1988. – № 5.
2. Нацубидзе С. А. Современные методы ремонта конструкций планера ЛА, выполненных из ПКМ / С. А. Нацубидзе // Материалы НТК Иркутское ВВАИУ, Иркутск, 1996.
3. Нацубидзе С. А. Разработка новых перспективных способов восстановления авиационных конструкций из ПКМ / С. А. Нацубидзе // Отчет о НИР шифр «Ореол-2002», Иркутск, ИВАИИ, 2003.
4. Нацубидзе С. А. Методика ремонта агрегатов конструкции военных летательных аппаратов, выполненных из композиционных материалов с использованием клееклепанных соединений. // Диссертация. – Иркутск: ИВВАИУ, 1994.
5. Исследование вертолетов и композиционных материалов по программе АСАР // Авиастроение – М.: Воениздат, 1985. – № 24.
6. Нацубидзе С. А. «Исследования характеристик боевой повреждаемости и восстанавливаемости агрегатов планера выполненных из композиционных материалов» / С. А. Нацубидзе, Н. А. Сажин, В. А. Ермолаев и др. // Отчет по НИР с предприятием АНПК «МИГ», ИВВАИУ, 1988.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И ПУТИ ЕГО РАЗВИТИЯ

Попельнюк И. А.¹, Стройкин А. Н.²
¹osni204@yandex.ru, ²iap.ssau@gmail.com

Гареев А. М.
(научный руководитель)

*Кафедра эксплуатации авиационной техники
«Самарский государственный аэрокосмический университет имени
академика С. П. Королева
(г. Самара)*

Статья посвящена изучению особенностей производства гидравлического комплекса оборудования авиационной техники. Рассмотрены основные проблемы процесса проектирования и конструирования элементов гидравлического комплекса оборудования и предложены концепции их решения. Определены трудности, возникающие на этапе контроля технологического процесса производства и пути их преодоления. В заключение обозначен ряд факторов, лежащих в основе эффективного производства гидравлического комплекса оборудования.

Современное развитие гидравлических систем (ГС) воздушных судов характеризуется постоянным усложнением их конструкций и расширением выполняемых гидравлическими агрегатами функций. Большое число элементов в системе неминуемо приводит к снижению уровня её надежности. Отказы, характерные для ГС, зачастую возникают по причине нарушений условий и правил эксплуатации. Развитая система технического обслуживания и ремонта ГС и широкое внедрение многократного резервирования для повышения уровня надежности отдельных особо ответственных агрегатов позволяют свести появление подобных «эксплуатационных» отказов к минимуму. Кроме того, часть отказов возникает по причине нарушений технологии производства элементов ГС. Для борьбы с такими отказами необходимо совершенствование, модернизация и автоматизация технологий производства, а также внедрение широкого спектра контрольных операций на всех его этапах.

В современных условиях производство авиационной техники, обладающее большой наукоемкостью, невозможно представить без производства, в частности, гидравлического комплекса оборудования (ГКО), являющегося неотъемлемой частью создания воздушных судов всех типов. Оно базируется на высокой квалификации инженерно-технических специалистов и рабочих, участвующих в создании отдельных компонентов системы, а также в их контроле и испытаниях. Так, внедрение САД, САМ, САЕ – систем в проектирование и механосборочное производство кардинально меняют методологию технологической подготовки производства, методики разработки технологической оснастки, проектирования технологических процессов. Цифровое моделирование позволило организовать программное управление оборудованием на всех этапах агрегатно-сборочных работ, отказавшись от физических эталонов формы и размеров.

Достижения в области информационных технологий лишь частично коснулись вопросов проектирования (все логические вопросы проектирования остаются за инженером проектировщиком) и в очень малом объеме затронули производство. В особенности, отсутствуют разработки прикладных автоматизированных систем технологической подготовки производства ГКО. В этих условиях эффективность производства достигается за счет высокого уровня квалификации специалистов и рабочих.

Все перечисленные проблемы позволяют детализировать последовательность их решения.

Рассмотрим проблемы проектирования и конструирования, к числу которых следует отнести разработку научных основ и методологии конструирования на базе схемных решений. Имея широкий набор

инструментов проектирования (теорию конечных автоматов, теорию построения цепей, логический синтез и анализ), следует отметить, во-первых, отсутствие системного подхода к решению всего комплекса задач, во-вторых, все сопутствующие теории проектирования обладают одним существенным недостатком – малоразмерностью решаемых задач.

Решение этих проблем требует осмысления проблемы организации и управления, которая связана с решением очень важной задачи – задачи размерности в рамках требований к создаваемому объекту, например, ГС как целостной системе, учитывая одновременно идеи дискретности, структурированности, представления об относительной автономности отдельных подсистем и их целостности [1]. В этой связи системный подход в проектировании, конструировании и производстве ГКО должен базироваться на общей теории систем, системотехнике, теории структурного анализа и синтеза.

В связи с развитием этого оборудования на базе автоматизации всего комплекса оборудования воздушных судов и производственных процессов, требуется строго научный подход для всех этапов – от проектирования до производства.

В заключение следует отметить необходимость совершенствования и автоматизации, которая существенно улучшит внедрение информационных технологий, что позволит решить задачи организации и управления непосредственным производством и обеспечит внедрение цифровых автоматов в него и организацию директорного управления в монтажно-контрольно-испытательных производственных процессах для снижения требований к уровню квалификации рабочих при выполнении этих операций.

Все усилия, связанные с совершенствованием процессов проектирования и регулирования, направлены не только на повышение качества изделий ГКО, но и на снижение трудоемкости на технологических переделах, которые требуют больших затрат времени, как на технологическую подготовку их производства, так и при непосредственном выполнении технологических операций рабочими более низкой квалификации при соблюдении требований к их качеству.

Для решения этих вопросов следует учитывать многообразие и сложность изделий этого оборудования. Производство всего многообразия ГКО требует сложнейших операций при оценке качества изделий, из-за чего возникает необходимость либо их упрощения, либо частичной или полной автоматизации.

Все это связано с мелкосерийностью производства, в котором затруднена интенсификация труда, требованиями высокой квалификации рабочих, а также необходимостью для каждого изделия создавать технологическую оснастку.

Особенно следует отметить, что требования высокого качества изделий ГКО связаны как с контролем технологических процессов их изготовления, так и интегральной оценкой качества. Эти требования определяют необходимость разработки и внедрения активных методов контроля, при котором конструируют операции по недопущению брака, а на заключительном этапе осуществляют динамический контроль, моделирующий реальные условия эксплуатации изделия в полете [2].

Проблемы, как технологической подготовки производства, так и реализации отдельных операций требуют правильной организации проектирования, технологической подготовки производства с высоким уровнем автоматизации, а также создания универсальных средств управления технологическими операциями и контроля их исполнения.

Таким образом, на основании всего вышесказанного можно выделить ряд факторов, лежащих в основе эффективного производства ГКО, в частности:

- разработка теоретических основ технологии;
- обеспечение технологической точности, лежащей в основе надежности ГКО;
- для решения многочисленных задач технологической подготовки производства (моделирования, оптимизации, обработки информации) и снижения трудоемкости проектирования, сокращения сроков освоения производства изделий этого оборудования, изменения характера труда технолога необходима разработка и внедрение электронно-вычислительной техники, как основы автоматизации его труда;
- разработка систем диагностического управления операциями сборки, монтажа, которые составляют 60–70% всех прямых производственных расходов;
- разработка системы управления качеством продукции ГКО воздушных судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвишиани Д. М. Организация и управление/Д. М. Гвишиани – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 331 с.
2. Сапожников В. М. Монтаж и испытания гидравлических и пневматических систем на летательных аппаратах / В. М. Сапожников. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОЦЕНКИ ЧИСТОТЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Попельнюк И. А.

osni204@yandex.ru

Гареев А. М.

(научный руководитель)

Кафедра эксплуатации авиационной техники

Самарский государственный аэрокосмический университет имени

академика С.П. Королева

(г. Самара)

Статья посвящена анализу методов и средств оценки чистоты рабочей жидкости гидравлической системы летательного аппарата. Рассмотрены современные способы контроля чистоты, а также различные методы для определения количества механических примесей в рабочей жидкости. Проведен обзор общепринятых классификаций, позволяющих определить класс чистоты рабочей жидкости по результатам оценки уровня её загрязненности. Определены наиболее перспективные пути для дальнейшего развития в исследуемой области.

Целью данной работы являлось изучение текущего уровня развития теории и практики, оценки чистоты рабочей жидкости (РЖ) гидравлической системы (ГС) летательного аппарата (ЛА) для определения наиболее перспективных путей дальнейшего развития в этой области. Процесс оценки чистоты РЖ состоит из следующих этапов [1, 2]:

– определения количества загрязнений, содержащихся в пробе или в потоке РЖ;

– оценка количественного и качественного показателей чистоты РЖ в соответствии с общепринятыми стандартами;

– вывод о техническом состоянии РЖ.

Существующие методы, позволяющие подсчитать количество частичек загрязнения в некотором объеме жидкости и распределить их по размерным фракциям, можно разделить на 2 большие группы:

1. *Микроскопические методы визуального счета частиц.* Применяются в лабораторных условиях и являются весьма трудоемкими и субъективными. Суть этой группы методов заключается в том, что оператор с использованием микроскопа высокого разрешения (металлографический инвертированный микроскоп или телевизионный

микроскоп МТ) производит подсчет общего числа частиц в некотором объеме РЖ (пробе), а также подсчет числа частиц в рамках принятых размерных фракций. По результатам подсчета чистота жидкости аттестуется согласно ГОСТ 17216, либо иного используемого стандарта.

2. *Счет частиц с использованием автоматизированных средств контроля.* Эта группа методов является наиболее прогрессивной на сегодняшний день, т. к. они позволяют сократить время оценки чистоты РЖ в 3–4 раза, повысить объективность результатов и культуру производства.

В соответствии с международным стандартом ISO 21018-1 для автоматизированного контроля уровня загрязнения жидкости могут быть использованы три метода:

– контроль по отобраным пробам (off-line контроль), при котором представительная проба рабочей жидкости изымается из потока в специальную посуду, изолируется и анализируется в лабораторных условиях;

– контроль с установкой датчика непосредственно в основном потоке жидкости (in-line контроль);

– контроль, при котором для размещения датчика в ГС предусматривается дополнительный гидравлический контур с малым расходом жидкости (on-line контроль).

На сегодняшний день off-line методы контроля применяют на этапах хранения РЖ и непосредственно перед её заправкой в ГС в рамках проведения полного и контрольного анализа проб РЖ [2].

Главным недостатком off-line методов контроля по сравнению с in-line и on-line методами являются большие погрешности в результатах анализа. Известно, что погрешности, характерные для контроля чистоты РЖ по отобраным пробам тем ниже, чем выше её загрязненность, поскольку в этом случае влияние чистоты пробоотборной посуды и запыленности воздуха в лаборатории, где производится анализ, наименьшее. Кроме того, на величину погрешности оказывает и сам процесс пробоотбора, который может производиться статическим и динамическим способом.

Известно, что наиболее совершенным методом оценки чистоты РЖ является встроенный контроль (in-line), впервые предложенный Логвиновым Л. М. и сотрудниками ОНИЛ-16 СГАУ. Метод основан на том, что датчик встраивается непосредственно в разрыв магистрали жидкостной системы, и контроль загрязнений осуществляется при рабочем давлении и расходе жидкости. Усовершенствованный вариант – on-line контроль, при котором датчик находится в более комфортных условиях эксплуатации, в которых можно выполнить фактически любые требования по условиям эксплуатации датчиков. Главное преимущество встроенного

контроля заключается в возможности получения информации в реальном масштабе времени.

В настоящее время для оценки технического состояния узлов ГС достаточно широко используются виброакустические, акустоэмиссионные, ультразвуковые, фотоэлектрические и другие методы. В результате анализа преимуществ и недостатков разновидностей радиоэлектронных методов установлено, что для ГС ЛА лучше всего подходит фотоэлектрический, т. к. он позволяет выявить частицы загрязнения из различных материалов (в том числе и немагнитных) в широком размерном диапазоне [3]. Обобщенная схема принципа работы фотоэлектрического метода представлена на рис. 1.

Живое сечение потока прямоугольной формы сканируется лучом инфракрасного лазера. При пересечении лучом частицы загрязнения на фотодиоде возникает сигнал напряжения, пропорциональный размеру частицы. Процессор проводит сортировку и суммирование сигналов в заданных диапазонах размеров частиц в единице объема прошедшего потока. Высокочастотный лазер обеспечивает контроль частиц размером 4...6 мкм

Стоит отметить, что фотоэлектрический метод отлично реализуется в ДВК, т. к. возмущающие воздействия, создаваемые ЛА (шум, вибрация, электромагнитное излучение), не влияют на его точность и объективность.

Обобщенная гидравлическая схема такого датчика представлена на рис. 2.

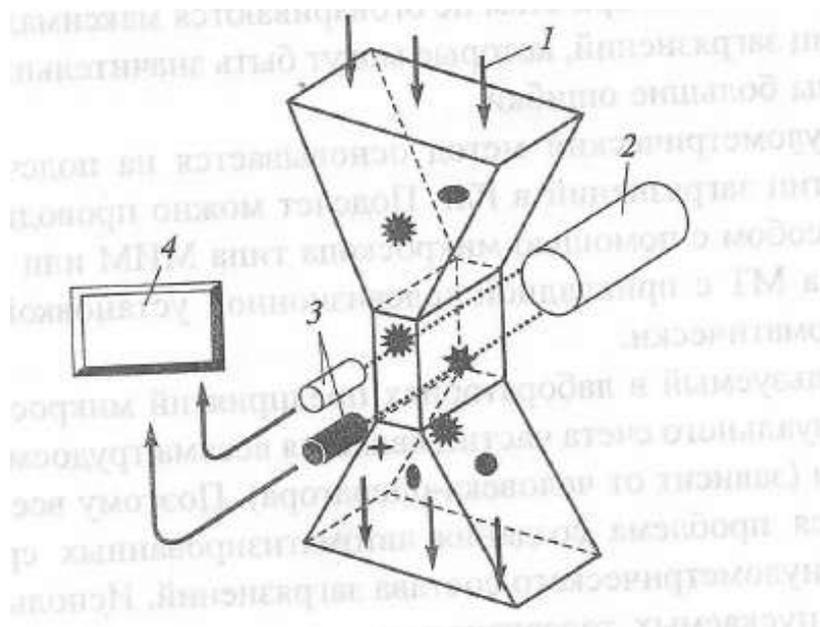


Рисунок 1 – Принцип работы фотоэлектрического анализатора: 1 – РЖ; 2 – источник света; 3 – фотодиоды; 4 – процессор

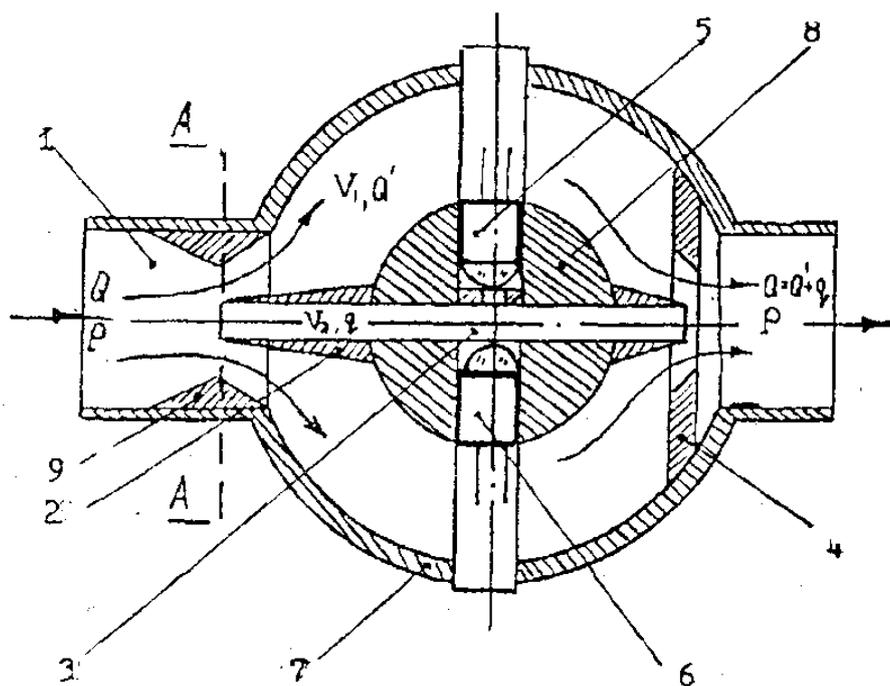


Рисунок 2 – Обобщенная гидравлическая схема ДВК параметров РЖ: 1 – основная магистраль (трубопровод); 2 – пробозаборная трубочка измерительного канала; 3 – измерительный (чувствительный) объем датчика; 4 – диафрагма; 5 – излучатель (светодиод); 6 – фотоприемник; 7 – корпус датчика; 8 – обтекатель; 9 – входной конус

В фотоэлектрическом ДВК чистоты РЖ используется внутренний пробоотбор жидкости, т.е. измерительный блок находится в потоке РЖ, длина измерительного канала 2 минимальна для уменьшения осаждения частиц загрязнений на его стенках. В корпусе датчика 7 установлен входной конус 9, выравнивающий скорости потока РЖ в измерительном канале 2 и в основном трубопроводе 1. В центральном обтекателе 8 смонтирован измерительный объем 3 датчика с пробозаборной трубочкой на входе. Световой поток в измерительном объеме датчика создается излучателем 5 через щелевую диафрагму, установленную перпендикулярно измерительному каналу 2, и принимается фотоприёмником 6. Перепад давления и расход через измерительный канал регулируют диафрагмой 4, которая устанавливается в основной магистрали, являющейся для чувствительного объема 3 датчика встроенной обводной (байпасной) магистралью.

На базе радиоэлектронных методов построено множество разнообразных автоматических счетчиков российского и зарубежного производства (ПКЖ, ФОТОН, ПОТОК, АЗЖ, FCU 2010/2110, CCS). Эти приборы позволяют проводить автоматический контроль содержания механических примесей в жидкостных системах летательных аппаратов

и технологическом оборудовании методами встроенного контроля или отобранных проб.

Оценка количественного и качественного показателей загрязненности РЖ производится на основе современных общепринятых стандартов. Наиболее распространенными из них являются ГОСТ 17216, NAS 1638, американский стандарт SAE.ARP – 598. Этими стандартами установлен ряд классов чистоты, каждому из которых соответствует определенный диапазон содержания частиц различных размерных фракций. На практике число частиц загрязнений в РЖ каждой размерной фракции, подсчитанное в результате анализа пробы, соответствует различным классам чистоты стандарту, что создает трудности в отнесении пробы РЖ к определенному классу. Вследствие этого, в настоящее время чистота РЖ аттестуется по какой-либо одной фракции, число частиц в которой соответствует наихудшему классу чистоты. К сожалению, такой подход научно не оправдан и ведет к дополнительным затратам на замену фильтров, РЖ и промывку гидроагрегатов. С использованием рассмотренных выше стандартов можно оценить качественный показатель загрязненности. Известно, что наибольшую концентрацию в РЖ имеют частицы, размером от 5 до 25 мкм, которые являются самыми опасными, т. к. их размер соизмерим с величиной зазоров в золотниковых и плунжерных парах гидравлических агрегатов. Таким образом, оценка содержания частиц размером от 5 до 25 мкм является достаточной для качественного определения чистоты РЖ, т. е. загрязнения считают допустимыми, если содержание частиц именно этой группы не превышает нормативного значения [1].

Таким образом, существующие методы и средства оценки чистоты РЖ позволяют оперативно проводить лишь диагностику текущего состояния РЖ. Это не полностью соответствует нуждам практики, т. к. учитывая современную тенденцию активного внедрения технологий упреждающего обслуживания авиационной техники, основанных на заблаговременном обнаружении зарождающегося отказа и его устранении, эксплуатирующие организации выдвигают новые требования, которые связаны, прежде всего, с осуществлением прогнозирования отказов ГС.

На основании вышеизложенного, перспективным направлением развития в исследуемой области является разработка новых методов и средств для оценки чистоты РЖ ГС ЛА, позволяющих не только определить текущее состояние РЖ, но и осуществить его прогноз на будущее. Для решения этой задачи необходимо, в первую очередь, разработать математические динамические модели, описывающие поведение РЖ и его изменение под действием загрязнений в ГС. Эти модели могут быть положены в основу принципиально новых

алгоритмов, правил и системы оценки чистоты РЖ, реализующих упреждающие технологии обслуживания ГС ЛА. Кроме того, учитывая, что степень загрязненности РЖ – один из основных диагностических признаков, характеризующий состояние агрегатов ГС [4, 5], возможно разработать принципиально новую автоматизированную систему диагностики состояния ГС ЛА, которая бы, работая в реальном масштабе времени и используя встроенные средства контроля, позволила прогнозировать отказы и определять остаточный ресурс ГС.

Эти задачи планируется решить в ходе написания диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук на кафедре эксплуатации авиационной техники СГАУ в 2015–2019 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимиркеев Р. Г. Промышленная чистота и тонкая фильтрация рабочих жидкостей летательных аппаратов / Р. Г. Тимиркеев, В. М. Сапожников – М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.
2. Никитин О. Ф. Рабочие жидкости гидроприводов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. – 280 с.
3. Гареев А. М. Разработка и исследование упреждающих технологий обслуживания гидравлических систем на базе встроенного контроля чистоты рабочей жидкости. дис. канд. тех. наук: 05. 07. 07: защищена 10. 10. 2008 / Гареев Альберт Минеасхатович. – С., 2008. – 160 с. – Библиогр: С. 154–160.
4. Барышев В. И. Надежность гидропривода тракторов и сельхозмашин / В.И. Барышев, // IV ВНТК по вопросам промышленной чистоты рабочих жидкостей гидросистем и фильтрации. Челябинск. 1990. – С. 3.
5. Башта Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.

ЗАРОЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Бекишев Р. С.

Барсуков А. Г.

(научный руководитель)

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

На основе анализа аварийности в авиации в статье показана история зарождения проблемы безопасности полетов и основные направления по ее повышению в начале XX в.

Проблема безопасности полетов возникла практически одновременно с началом пилотируемых полетов, однако её решением специалисты занялись не сразу. Дело в том, что авиация, несмотря на ранения, травмы пилотов, для многих оставалась неким уделом романтиков, храбрецов, а иногда и утехой. Однако гибель лейтенанта армии США на двухместном аэроплане братьев Райт 17 сентября 1908 года (спустя ровно 5 лет со дня первого полета аэроплана «Флайер»), в 1909 году – гибель 3-х, в 1910 году – 29, а в 1911 году – 125 человек, заставили взглянуть на проблему гибели людей в авиакатастрофах по-другому. Оказалось, что подлинная история авиации – это не только парадная летопись достижений и триумфов, но и горькая хроника аварий и катастроф.

В начале XX века рост аварийности в авиации был в основном обусловлен низкой надежностью авиационной техники, отсутствием правил полета, низкой подготовкой пилотов. Ещё в 1905 году братья Райт в письме историку авиации Фердинанду Ферберу писали: «... мы вынуждены прекратить полет вследствие нагревания подшипников в передаче, на которой у нас не было масленок». Причиной первой катастрофы в 1908 году стало касание проволочной проводки системы управления пропеллером и её последующее разрушение. В январе 1910 года – первая катастрофа из-за разрушения крыла аэроплана «Блерио», в конце 1910 года – гибель штабс-капитана Л. Мацкевича (первая катастрофа в России) из-за разрыва крыльев биплана.

Отсутствие единых методик и программ подготовки пилотов в летных школах вынуждало пилотов постигать азы летного искусства опытным, небезопасным путем. О качестве подготовки пилотов можно судить по выступлению военлётца Христофора Пруссиса на III Воздухоплавательном съезде (1914 г.): «... лучше полное отсутствие воздушного флота, чем воздушный флот со скверными летчиками». За 1908–1910 гг.

на «плаху» зарождающейся авиации России была положена жизнь 33 пилотов (из них 6 – российских). Аварийность была обусловлена и многообразием конструкций аэропланов, вследствие чего процесс переучивания проходил достаточно болезненно. Многие молодые лётчики восполняли низкий уровень личной подготовки внешней бравадой и удалью (впоследствии это стало называться «воздушным хулиганством» и недисциплинированностью). Примером такого явления стали выпускники Севастопольской Офицерской школы авиации, среди которых преобладали представители кавалерии и казачьих войск. Имея хорошую школу конной подготовки с соответствующими трюками, они активно внедряли знания и навыки в авиацию.

Определенная проблема в обеспечении безопасности полетов в России и в мире была связана с большими психическими и физиологическими нагрузками в полете, из-за чего снижалась надежность лётчика. Многие известные лётчики, например, Грин Латам, Луч Блерио отказывались от рискованных полетов. Примерно 67% кандидатов, поступивших в Офицерскую воздухоплавательную школу, отсеивались по состоянию здоровья.

Надежность аэропланов в России была низкой из-за того, что авиационная техника, поставляемая из-за рубежа, была устаревшей, а изготавливаемая в России, чаще всего, в авиамастерских, имела существенные конструктивные различия. К началу 1912 года Россия имела 102 самолета зарубежных типов российской сборки. Из-за недостаточного внимания к отечественной авиации в 1911 году были не приняты на вооружение лучшие по грузоподъемности аэроплан «Сикорский С-IV» и по продолжительности полета – «Гаккель-VII», обладающие, к тому же, хорошей надежностью и прочностью планера из-за высокого запаса прочности.

Отрицательное влияние на развитие отечественной авиационной промышленности оказали волюнтаристские решения руководства. Не разбиравшийся в вопросах авиации военный министр Владимир Сухомлинов потребовал значительно сократить процесс приёмки техники военным ведомством. Вместо положенных полутора часов на приёмку первого аэроплана в партии было отведено 15 минут, что породило массу отказов и неисправностей, стоивших жизни российским лётчикам.

Для преодоления психофизиологических барьеров, с целью снижения аварийности, активную работу развернули психологи и медики. Профессором Василием Образцовым был впервые введен термин «психология авиации» в статье «Победа над страхом» (1916 г.).

Первая мировая война, развал старой русской авиации и создание на её основе Красного Воздушного флота и Воздушного флота белых лишь усугубили проблему безопасности полетов. Самолётный парк воюющих

сторон оказался сильно изношенным, подверженным и авариям, и катастрофам.

До апреля 1920 года, в период активной фазы Гражданской войны, разбились насмерть (небоевые потери) 64 красных лётчика и 307 получили серьёзные травмы. Безвозвратные потери имели место в этот период и в лётных школах. С января 1920 г. до середины 1921 г. из-за низкой подготовленности, из лётных школ было отчислено 45% от общего числа обучающихся по неуспеваемости, 10% погибли в ходе учебных полетов. Перевооружение авиационных частей Всевеликого Донского войска на английские самолеты «Ариэйт» привело к массовым авариям, т. к. они были склонны к сваливанию в штопор и технически ненадежными. Определенная доля аварийности была связана с алкоголем, так 8 мая 1920 года вылетел на задание, будучи в нетрезвом состоянии поручик М. Ингистов и затем был отчислен из авиационного отряда.

Усугублялось положение дел и безопасностью взлёта и посадки по причине плохо подготовленных аэродромов и площадок. В авиации 1-й Конной армии вышло из строя по этой причине 56% самолетного парка. В годы Гражданской войны резко упала лётная дисциплина, по мнению руководителя Красного Воздушного флота Андрея Сергеева (1920 г.) некоторые «летуны» представляли собой «нечто среднее между красноармейцем и балериной» и своими действиями лишь дополняли скорбный список потерь с грифом «Смерть». «Лётчики-лихачи», по мнению А. Сергеева, были не истребителями, а «самоистребителями». В этот период ощущалась острая нехватка достойных кандидатов в лётные школы. Доктор медицины Д. Дельберг доказывал, что состав учеников в летных школах в большей части не соответствовал ни по возрасту, ни по психофизиологическим качествам.

Процесс выхода из многолетнего кризиса в авиации наметился к середине 20-х годов XX века. Были разработаны индивидуальные статистические карты учёта аварий лётчиков, инструкция по регистрации аварий, при аттестовании лётчиков составлялись психологические карточки ученика-лётчика. Одновременно с этим была усилена идеологическая работа среди лётного состава, т. к. ещё в годы Гражданской войны в целях самосохранения наблюдалось повальное увлечение рисованием на самолетах рисунков-оберегов. В 1921 г. А. Сергеев подверг жёсткой критике «летунов», зараженных идеями фатализма: не летать в понедельник, боязнь числа 13, попа-священника, кошки, женщин по дороге на аэродром, отказ от принятия цветов перед вылетом и т. д. Эти влияния искоренялись вплоть до 30-х годов.

Таким образом, несмотря на принимаемые меры, проблема безопасности полетов была и остается, к сожалению, и сегодня. Последнее обусловлено громадным парком воздушных судов, их интенсивным

применением и наличием всё тех же технических, человеческих и внешних факторов, оказывающих негативное влияние на безопасность полетов. Данный факт характерен для всей мировой авиации. Например, в 1921 году в военной авиации США было зафиксировано 361 авиационное происшествие при общем налёте 77 тыс. часов. Это на сегодня, по критерию ИКАО, составляет 467 происшествий на 100 тыс. часов налёта. При современной интенсивности полётов такой результат привёл бы к ежемесячной потере 1350 самолетов и полной ликвидации самолетного парка ВВС США за 7 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жулев В. И., Иванов В. С. Безопасность полетов летательных аппаратов. – М.: Транспорт, 1986. – 220 с.
2. Лошаков А. Ю. Из истории безопасности полетов в России //Международный авиакосмический журнал. Электронный журнал «Авиапанорама». – 2006. – №6. – Режим доступа: URL <http://aviapanorama.ru/> (дата обращения 16.11.2015).

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ШАССИ САМОЛЕТОВ

Балдакшинов Ф. С.
b_fedor1992@mail.ru

Караваяев Ю. А.
(научный руководитель)

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В статье приведен анализ статистических данных об отказах и неисправностях систем выпуска и уборки шасси современных самолетов. Количественный анализ данных по календарным срокам эксплуатации показывает устойчивую тенденцию к росту числа отказов элементов систем выпуска и уборки шасси с 2002 по 2014 гг. Это указывает на актуальность проблемы повышения надежности работы элементов систем выпуска и уборки шасси современных самолетов.

ВВЕДЕНИЕ

Взлет и посадка являются наиболее сложными и потенциально опасными этапами полета самолета, именно поэтому наибольшее число происшествий происходит на этих этапах полета. Это объясняется многими причинами, и в том числе тем, что проектно-конструкторские решения, обеспечивающие выполнение основных (крейсерских) режимов полета, находятся в явном противоречии с решениями, обеспечивающими потребные взлетно-посадочные характеристики.

Желательно, чтобы самолет на воздушных этапах взлета и посадки, а также по земле, двигался с малыми скоростями. Это позволяет летчику четко контролировать ситуацию, поскольку, чем меньше скорость движения на взлетно-посадочных режимах, тем больше резерв времени для принятия решения и его выполнения, проще техника пилотирования, выше безопасность полета, меньше потребная длина ВПП.

При малых скоростях движения по земле существенно снижаются при наезде на неровности ВПП ударные нагрузки на шасси и, соответственно, на конструкцию самолета, уменьшается износ пневматиков колес и взлетно-посадочных устройств в целом.

Для улучшения взлетно-посадочных характеристик самолета (уменьшения длины разбега и пробега, скорости отрыва и посадки, взлетной и посадочной дистанции) используются взлетно-посадочные устройства (ВПУ). ВПУ позволяют добиться увеличения подъемной силы и лобового сопротивления самолета. Основную часть ВПУ составляют механизация крыла и шасси самолета.

К средствам механизации относят различного типа закрылки, щитки и предкрылки. Наиболее эффективными являются выдвижные многощелевые закрылки, при отклонении которых на определенный угол происходит некоторое увеличение кривизны профиля, площади крыла и наиболее полно проявляется щелевой эффект.

Предкрылки являются наиболее часто используемым типом механизации передней кромки крыла. Предкрылок представляет собой небольшой профиль с большой кривизной, который воспринимает большие силы разряжения на единицу площади и уменьшает их влияние на основной профиль.

Шасси предназначены для перемещения самолета по земле на этапах взлета и посадки, а также при рулении.

Шасси самолета Ил-76 состоит из управляемой передней опоры с четырьмя подтормаживаемыми (при уборке опоры) колесами и четырех основных опор с четырьмя тормозными колесами на каждой опоре. Все опоры имеют пневмогидравлические амортизаторы. Ниши отсеков опор

как при выпущенном, так и при убранном положениях опор закрыты створками. Все колеса основных опор имеют гидравлические тормоза.

1 КОСТРУКЦИЯ ОСНОВНОЙ ОПОРЫ ШАССИ

Четыре стойки основных опор одинаковы по конструкции. Каждая левая опора является отражением соответствующей правой. Задняя пара основных опор отличается от передней пары величиной начального давления азота в амортизаторах. Каждая основная опора убирается в негерметичный отсек фюзеляжа. Каждая основная опора состоит из: амортизатора; траверсы; рычага и тяги разворота; нижнего узла штока амортизатора (с осью колес); двухзвенного шлиц-шарнира; складывающегося подкоса с замком выпущенного положения опоры; четырех тормозных колес с датчиками автомата торможения; электро- и гидропроводки. Траверса является силовым элементом и обеспечивает крепление опоры к узлам фюзеляжа. Рычаг разворота служит для крепления тяги разворота. Тяга разворота имеет необходимые угловые перемещения тяги при уборке и выпуске стойки шасси. Шлиц-шарнир связывает нижний узел штока с цилиндром амортизатора. Нижний узел штока амортизатора (с осью колес) служит для установки колес. Складывающийся подкос состоит из верхнего и нижнего звеньев. В нижней части верхнего звена установлен замок выпущенного положения опоры – замок складывающегося подкоса [1].

2 КОНСТРУКЦИЯ НОСОВОЙ ОПОРЫ ШАССИ

Передняя опора расположена в передней части фюзеляжа в плоскости симметрии самолета. Она убирается вперед в негерметичный отсек фюзеляжа. Передняя опора состоит из следующих узлов:

- амортизатора;
- траверсы;
- боковых раскосов;
- верхнего и нижнего поворотных хомутов;
- коромысла с осью колес;
- серьги замков выпущенного и убранного положения;
- рычага открытия замков створок при аварийном выпуске шасси;
- гидравлических цилиндров и агрегатов управления поворотом колес;
- четырех колес (двух спарок) с тормозным устройством для их подтормаживания при уборке шасси и центробежными датчиками УА-53 автомата торможения;
- электрической и гидравлической проводки;
- тросовой проводки обратной связи (управления поворотом колес).

Для разъединения поворотных хомутов нужно расконтрить и вывернуть специальным ключом стопорный палец [1].

3 СИСТЕМА УБОРКИ И ВЫПУСКА ШАССИ

Уборка и выпуск носовой и задней пары главных ног производятся от гидросистемы № 2, уборка и выпуск передней пары главных ног от гидросистемы № 1. Если при выпуске шасси отказала одна из гидросистем, вторая гидросистема участвует в аварийном выпуске невыпущенных от отказавшей гидросистемы ног. Ниши отсеков ног, как при выпущенном, так и при убранном положениях ног закрыты створками. Электросистема управления уборкой и выпуском шасси обеспечивает:

- необходимую последовательность срабатывания агрегатов системы с автоматическим открытием и закрытием створок;
- блокировку уборки шасси при обжатых амортизаторах передней левой и задней правой главных ног.

На самолете предусмотрены:

- световая сигнализация выпущенного и убранного положений ног;
- электрические указатели выпущенного, убранного (и промежуточного) положений ног шасси;
- дополнительная световая и звуковая сигнализация положений ног шасси (табло красного цвета «Выпусти шасси», сирена и сигнал речевой информации), которые включаются при заходе на посадку с убранными ногами (или хотя бы одной из ног) шасси [1].

Все колеса главных ног имеют гидравлические тормоза. Управление тормозами производится от тормозных подножек педалей руля направления с мест левого или правого летчиков.

Затормаживание колес главных ног на стоянке, а также подтормаживание этих колес при уборке шасси осуществляется по отдельной линии от гидроаккумуляторов тормозов. Колеса носовой ноги подтормаживаются при уборке шасси. Давление жидкости на подтормаживание поступает из линии уборки этой ноги. Уборка и выпуск шасси выполняются от обеих гидросистем самолета:

- от гидросистемы № 1 (левой) – уборка и выпуск передних главных ног шасси;
- от гидросистемы № 2 (правой) – уборка и выпуск задних главных ног, уборка и выпуск носовой ноги (от линии нагнетания спойлеров).

Управление потоком жидкости и гидроцилиндрами уборки-выпуска ног и створок осуществляется электрогидравлическими кранами от электромагнитных кнопок на центральном пульте летчиков. Уборка и выпуск носовой и главных ног шасси производится одновременно от кнопки «Уборка» («Выпуск») с помощью гидроцилиндров. Носовая нога

убирается вперед, по полету, главные ноги – поперек полета, разворачиваясь при уборке вокруг продольной оси амортизационной стойки на 90°. Все ноги в убранном и выпущенном положениях фиксируются механическими замками. Отсеки шасси закрываются створками при убранном и выпущенном положениях ног. Предусмотрена дополнительная возможность закрытия створок главных ног после нормального (не аварийного) выпуска и уборки шасси выключателем, расположенным на приборной доске летчиков. Электрическая схема управления уборкой – выпуском шасси обеспечивает:

- необходимую последовательность срабатывания агрегатов (последовательность срабатывания электрогидрокранов обеспечивается автоматически переключением концевых выключателей, механически связанных с элементами конструкции ног и их створок);
- выпуск и уборку шасси;
- блокировку уборки ног при обжатых амортизаторах передней левой и задней правой главных ног шасси;
- подтормаживание колес носовой и главных ног при уборке шасси;
- возможность уборки шасси при неоконченном выпуске (при нажатии кнопки «Уборка») и выпуск при незавершенном цикле уборки (при нажатии кнопки «Выпуск»).

4 АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ОТКАЗОВ

Так как взлетно-посадочные устройства с убирающимися стойками шасси характерны для большинства пассажирских и транспортных ВС, статистика набрана по разным типам техники.

По данным Государственной службы государственного надзора за безопасностью в сфере транспорта Минтранса России с ВС РФ с начала 2000-х годов зафиксированы следующие отказы по системам шасси:

1) 31.03.2002 г. – принадлежащий авиакомпании «ИстЛайн» грузовой самолет Ил-76 в воскресенье совершил аварийную посадку в аэропорту Иркутска. Об этом РИА «Новости» сообщил оперативный дежурный находящегося в Красноярске Сибирского регионального центра МЧС.

По имеющимся у него данным, самолет совершал порожний рейс из Китая в Москву. После взлета было установлено, что не сработал механизм уборки шасси. После консультаций с наземными службами командир экипажа принял решение посадить самолет в Иркутске;

2) 29.03.2004 г. – на борту находились 9 членов экипажа и 46 тонн груза. Авиалайнер следовал рейсом Шеньян – Москва. По сообщению пресс-службы Главного управления ГО и ЧС Иркутской области, в 5 часов 18 минут по иркутскому времени при взлете из аэропорта Братска у воздушного судна не убралась передняя стойка шасси. Командир принял

решение посадить самолет. Полтора часа Ил-76 вырабатывал топливо в воздухе, затем благополучно приземлился. Для расследования летного инцидента создана специальная комиссия;

3) 01.10.2004 г. – аварийную посадку в челябинском аэропорту произвел сегодня Ил-76. Самолет выполнял рейс из Абакана в Москву с промежуточной посадкой в Челябинске. Как сообщило агентство РИА «Новости», по данным пресс - службы главного управления по делам ГО и ЧС Челябинской области, у самолета сработала сигнализация аварийного отказа системы выпуска шасси;

4) 23.03.2006 г. – Самолет В737, отказ системы сигнализации положения шасси, причина – загрязнение и ослабление фиксации контактной группы АЗС 14 – D «section 5» на панели Р6-3;

5) 26.06.2006 г. – Самолет В767, нарушение сигнализации выпущенного положения правой основной опоры шасси из-за потери контрящих свойств самоконтрящихся гаек крепления сигнальной пластины сенсоров выпущенного положения правой основной опоры шасси, приведшее к их ослаблению, изменению зазора между пластиной и сенсорами;

6) 15.02.2007 г. – самолет В737, не срабатывание сигнализации промежуточного и выпущенного положения шасси. Причина – загрязнение штепсельного разъема в модуле Р2-3(КПН);

7) 08.02.2008 г. – самолет Ту-134, не убралась левая основная опора шасси, причина – отказ стабилизирующего амортизатора из-за негерметичности в месте соединения зарядного клапана и корпуса цилиндра амортизатора;

8) 31.03.2008 г. – самолет Ту-134, при выпуске шасси загорелись красные лампочки на табло ППС-2МК, а зеленые не загорелись. После трех попыток шасси выпустились нормально. Причина – кратковременный отказ табло ППС-2МК;

10) 09.04.2008 г. – самолет Ту-214, в полете после уборки шасси появился посторонний шум и вибрация в районе передней стойки шасси, сигнализация положения шасси работала нормально. Не закрылась правая створка, причина – раскрытие сухарного замка раздвижной тяги.

11) 03.07.2008 г. – самолет В767. Отказ сигнализации выпущенного положения правой основной опоры шасси. Причина – окисление контактных ламелей сигнального табло;

12) 07.07.2008 г. – самолет Як-42, при заходе на посадку после прохождения цикла выпуска шасси не загорелась зеленая лампа выпущенного положения правой основной опоры. Причина: отсутствие малого верхнего и большого нижнего щитка правой основной опоры;

13) 06.05.2010 г. – при заходе на посадку, выполняя рейс VLK 1778 по маршруту Шеннон (Ирландия) – Владивосток на самолете А-330 VQ-

ВЕРУ ОАО «Владивосток Авиа», после выпуска шасси экипаж заметил отсутствие индикации на резервном указателе выпущенного положения шасси (Down-lock Indicator-Light Units), подтверждающей процесс выпуска стоек шасси и установку их на замки. Нажатием на кнопку контроля ламп на панели индикации шасси экипаж убедился в исправности ламп сигнализации. КВС произвел повторный цикл уборки-выпуска шасси, индикация не изменилась;

14) 11.01.2010 г. – на самолете Ан-24 РВ RA-47367 КГУП «Хабаровские авиалинии» под управлением КВС Олехова А. П. после взлета в аэропорту Николаевск-на-Амуре рейсом на Охотск при уборке шасси не сработала сигнализация убранного положения передней стойки шасси. При установке переключателя в нейтральное положение самопроизвольно выпустилась передняя стойка. Экипаж выпустил шасси и произвел вынужденную посадку в аэропорту вылета;

15) 09.12.2010 г. – после взлета в аэропорту Хабаровск самолета Ан-26Б RA-26101 КГУП «Хабаровские авиалинии» рейсом Хабаровск – Чита – Иркутск не убралось шасси. Экипаж повторно выполнил попытку убрать шасси без отключения блокировки. Шасси не убрались, зеленые лампы в указателе ППС – 2МВК горели. КВС принял решение на выполнение посадки в аэропорту вылета;

16) 30.07.2012 г. – на ВС Boeing 737-800 VQ-BDO ОАО Авиакомпания «Таймыр» не убралось шасси. Причиной неуборки шасси после взлета явилось наличие предохранительных штырей (пинов) в подкосах шасси;

17) 24.05.2012 г. – Боинг 737-200 не срабатывание табло зеленого цвета выпущенного положения правой основной стойки шасси;

18) 7.08.2014 г. – АTR-42-500 не сработала индикация об убранном положении шасси из-за обрыва электропровода №3231-6045 в цепи питания клапана выпуска/уборка шасси;

19) 04.07.2014 г. – на ВС Боинг 737 -00 VQ-TR ЗАО А/К «Абакан-Авиа» при посадке обнаружено несрабатывание табло зеленого цвета выпущенного положения правой основной стойки шасси;

20) 05.11.2014 г. – на ВС АTR-42-500 VQ-BPE ОАО Авиакомпания «Таймыр» не сработала индикация о выпущенном положении шасси;

21) 23.11.2014 г. – на ВС АTR-42-500 VQ-BPE ОАО Авиакомпания «Таймыр» не сработала индикация об убранном положении шасси [2].

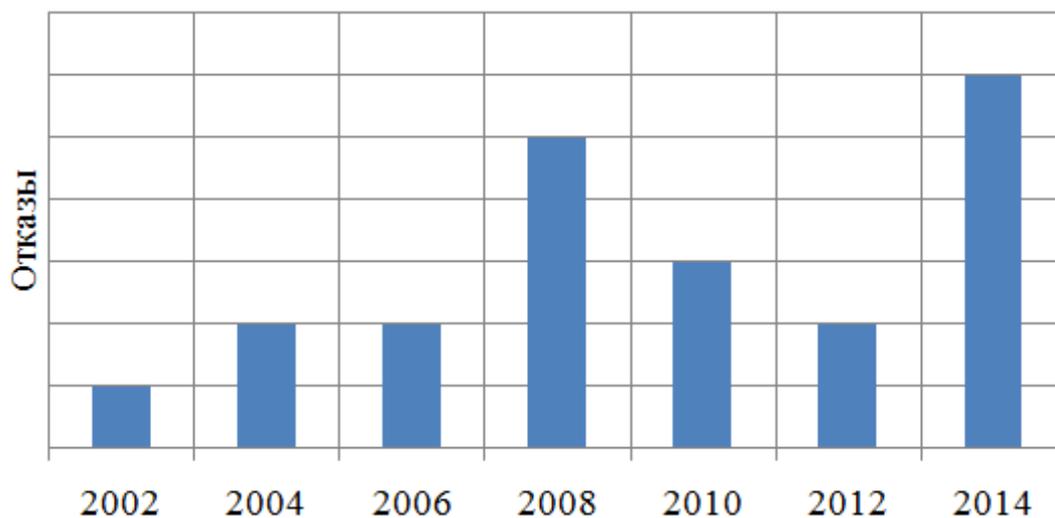


Рисунок 1 – Статистика отказов элементов шасси и системы «выпуск-уборка» по годам

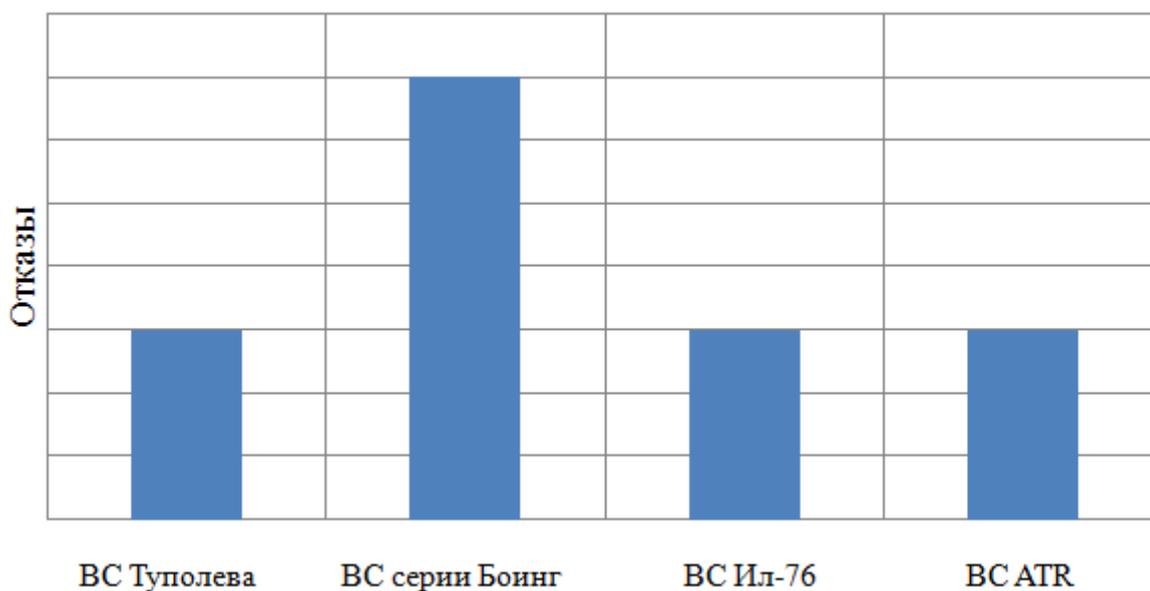


Рисунок 2 – Статистика отказов элементов шасси и системы «выпуск-уборка» по типам ВС

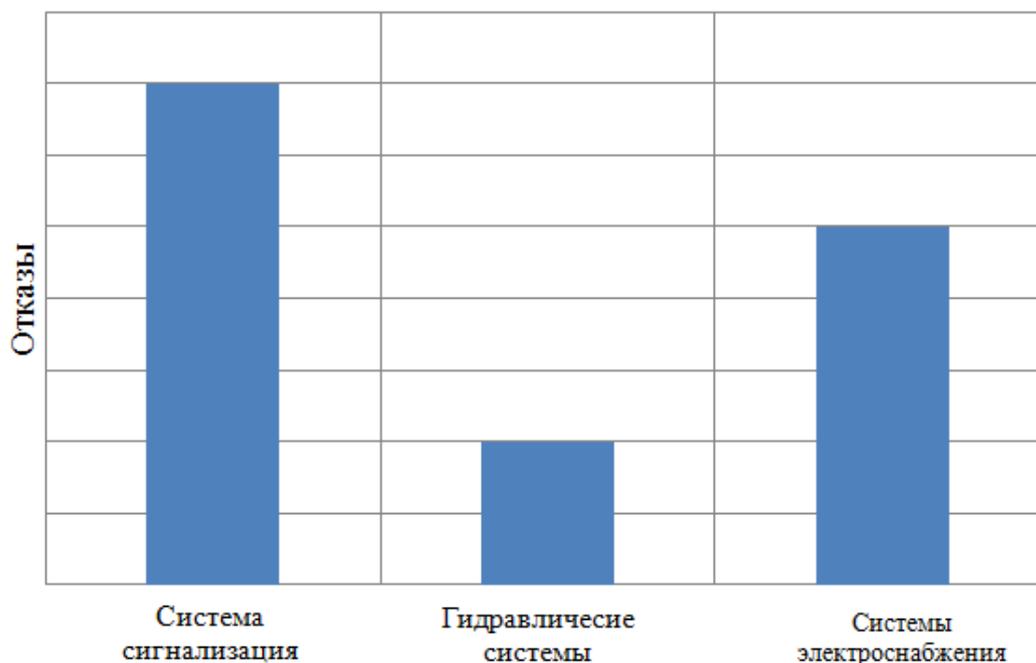


Рисунок 3 – Статистика отказов элементов шасси и системы «выпуск-уборка» по системам шасси

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рис. 1 показывает, что отказы элементов шасси с каждым годом растут, с кратковременным спадом с 2008 по 2012 годы.

Из второго рисунка следует, что наибольшее количество отказов элементов шасси происходит с ВС серии Боинг. Основная причина – загрязнение и окисление разъемов происходит из-за влажного климата и попадания пыли.

Анализ приведенной статистики показывает, что отказы систем шасси составляют значительную долю отказов всех систем, особенно системы сигнализации. Следовательно, для их устранения требуются значительные затраты времени и средств, что неблагоприятно скажется на интенсивности использования по назначению самолета.

Необходимо предпринять меры по повышению надежности работ систем шасси, чтобы обеспечить высокую надежность их работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по технической эксплуатации самолета Ил-76ТД часть 3. Системы планера. Глава 32. Шасси. – 1978. – п. 32-00 – 32-60-2.
2. Анализ влияния надежности на безопасность полетов по типу ВС. – М.: Государственный центр «Безопасность полетов на воздушном транспорте», 2015.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР SPELLER-TSM ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ САМОЛЕТОВ AIRBUS A320

Белобородов В. С., Горовой М. А., Степанов С. А., Хоришко Р. А.

Чокоей В. З.

(научный руководитель)

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Сложившаяся в российских авиакомпаниях ситуация обусловила широкое использование воздушных судов зарубежного производства, в частности самолетов Airbus A320. Это требует, среди прочего, адекватной подготовки обслуживающего авиаперсонала с использованием современных методов и средств обучения. В статье анонсируется электронный модуль Speller-TSM, представляющий собой процедурный тренажер по локализации отказов оборудования самолетов линейки A320. Раскрыта структура, функциональность и некоторые вопросы практического использования модуля.

Известные данные о состоянии парка авиатехники, уровне безопасности полетов и экономическом положении российских авиакомпаний требуют поиска и приведения в действие резервов эффективности. На наш взгляд одним из таких резервов является рост квалификационного потенциала эксплуатирующего и, особенно, обслуживающего авиаперсонала.

В рамках этого подхода проблемной группой под руководством к.т.н, доцента Чокоей В. З. в Иркутском филиале МГТУ ГА разработана линейка электронных ресурсов SPELLER по проблематике технического обслуживания востребованных в отечественных авиакомпаниях магистральных самолетов производства корпорации Airbus.

Ниже представлен обзор функциональности и особенностей интерфейсной оболочки модуля SPELLER-TSM, представляющего собой электронный процедурный тренажер для отработки практических навыков по локализации отказов оборудования самолетов семейства Airbus A320. Данный модуль ориентирован на использование, как в образовательных учреждениях, так и в эксплуатирующих организациях, для которых актуальна проблематика эксплуатации современных магистральных и региональных самолетов.

Интерфейсная оболочка процедурного тренажера и часть информационных ресурсов выполнены в среде Delphi 7 Enterprise. Остальные информационные ресурсы подготовлены в средах

Java Script, DHTML 4, Adobe PhotoshopCS 3, Microsoft Office 10 и Premiere 6.5. Интегрированная в модуль локальная база данных сформирована в среде Paradox, имеет архитектуру BDE и использует язык структурированных запросов SQL. Модуль процедурного тренажера исполнен как автономное полнофункциональное Windows-приложение, функционирующее в среде наиболее распространенных версий операционных систем – от Windows-XP до Windows 10.

Логическая структура модуля и его функциональность реализованы исходя из ставшего де-факто стандартным алгоритма работы (при отказах) с нормативно-технической и учетной документацией, кабиной, арматурой и средствами тестирования современных воздушных судов. Данный алгоритм предполагает: формулирование признаков и исходного сообщения о предполагаемом отказе; формулирование задачи по локализации предполагаемого отказа; решение задачи по локализации предполагаемого отказа; принятие решения по локализованному отказу и устранение отказа.

Применительно к самолетам Airbus две первые задачи решаются с использованием FCOM – Руководства по летной эксплуатации и TSM – Руководства по локализации отказов. Предпоследняя задача локализации решается с использованием как TSM, так и АММ – Руководства по техническому обслуживанию. Принятие решения по локализованному отказу выполняется с использованием MMEL/MEL – Перечню допустимого ограниченно исправного оборудования. Задача по устранению отказа решается с использованием гаммы дополнительных документов, например: IPC – Руководства по сборочным единицам, SRM – Руководства по ремонту и др.

В рамках задачи локализации отказов, применительно к самолету А320, в соответствии с TSM и АММ, авиаперсонал должен уметь просматривать отчеты о работе систем в предшествующих полетах, а также выполнять многовариантное тестирование оборудования. Эти операции обычно выполняются с использованием MCDU – многофункционального устройства программирования полета и тестирования оборудования.

Рассмотренные замечания положены в основу функциональности и информационного наполнения модуля SPELLER-TSM. При этом выполнены условия: *поддержка всего перечня отказов и операций по ним, перечисленных в нормативно-технической документации Airbus; возможность работы пользователей, как с русифицированными материалами, так и с оригиналами* используемых Руководств.

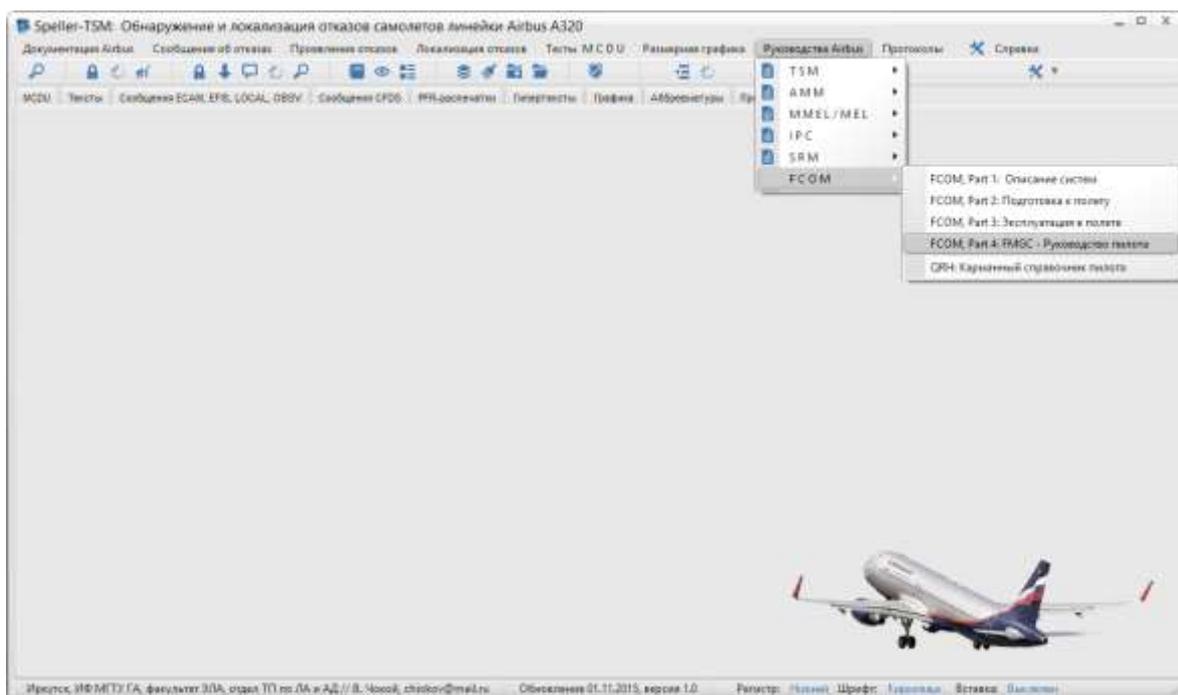


Рисунок 1 – Головная панель SPELLER-TSM-BD (раскрыта группа меню «Руководства Airbus»)

Интерфейсная оболочка головной панели модуля содержит следующие группы элементов (рис. 1):

- линейку головного меню, обеспечивающего работу с информационными материалами и процедурным тренажером;
- линейку элементов управления интерфейсной оболочкой модуля;
- линейку закладок с просмотровыми окнами, в которые выводятся информационные материалы и панель процедурного тренажера;
- линейку вспомогательной служебной информации модуля.

Элементы управления интерфейсной оболочкой позволяют: скрывать, показывать или блокировать показ справочной информации; выводить и убирать с экрана увеличитель фрагментов; искать по задаваемому ключу информацию в активированном документе; включать и выключать ведение протокола действий пользователя; управлять системой паролирования тренажера; изменять оформление интерфейсной оболочки.

На рис. 2 и 3 показаны примеры работы с базой типовых сообщений об отказах, выполнение процедур подтверждения отказа и окончательной формулировки задачи локализации отказа. Данные процедуры выполняются с активным использованием глав соответствующих Руководств Airbus. Особенностью модуля является то, что при активизации выбранного из базы сообщения об отказе на экран автоматически выводится актуальная глава Руководства, «раскрытая» на нужной странице.

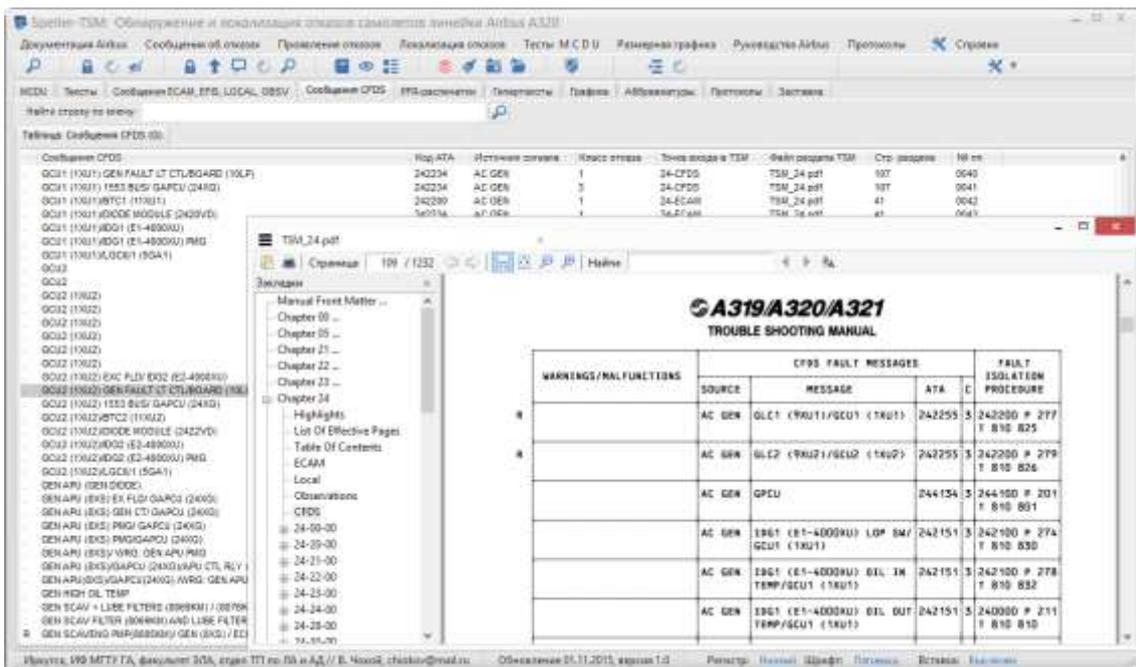


Рисунок 2 – Работа с базой сообщений об отказах (поверх таблицы базы выведена панель оригинала актуальной главы TSM)

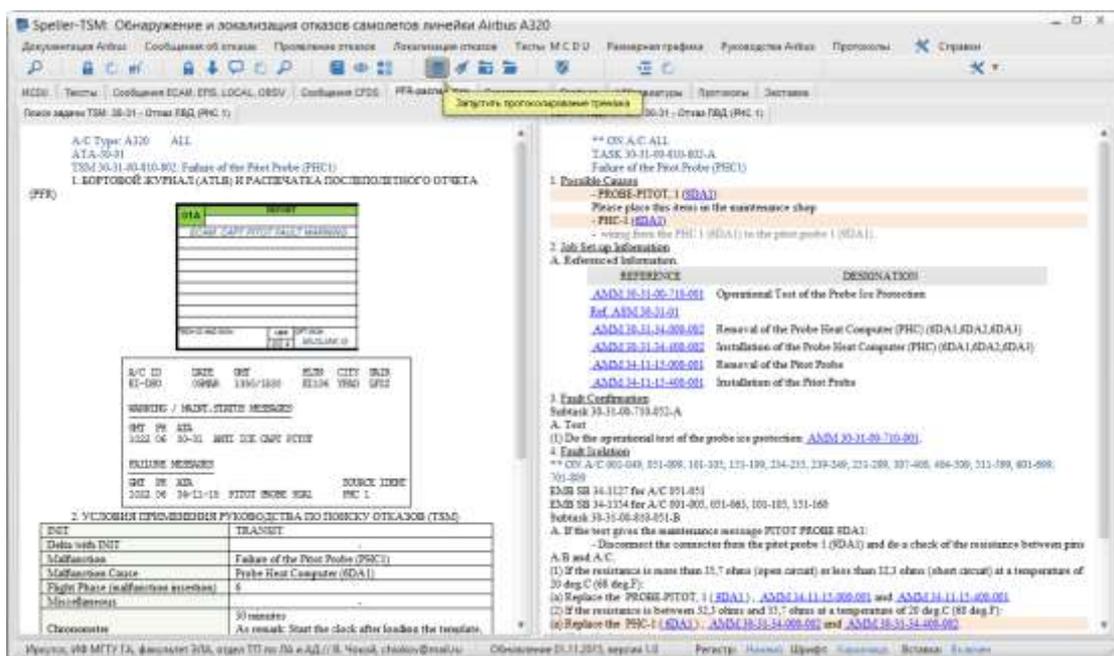


Рисунок 3 – Пример решения задачи по локализации предполагаемого отказа

На следующем этапе пользователи непосредственно решают задачу локализации, просматривая многовариантные отчеты о работе оборудования в полете и, при необходимости, выполняя многовариантное тестирование нужных групп оборудования. На современных воздушных

судах данные операции выполняются с использованием MCDU или его аналогах. Пример использования MCDU представлен на рис. 4.

На рис. 4 показаны:

- имитатор MCDU (слева сверху);
- алгоритм просмотра отчета и/или тестирования (слева внизу);
- древовидное иерархическое меню функций MCDU (справа внизу);
- графическое окно для вывода текущего активного кадра иерархического меню MCDU (справа сверху);
- поля с атрибутами тренируемого, подлежащие обязательному заполнению и составляющими шапку протокола тренажа (сверху по центру);
- поля с информацией, облегчающей работу тренируемого с иерархическим меню MCDU (в середине по центру).

В режиме обучения все перечисленные элементы доступны пользователю. По своему усмотрению он может убрать с экрана часть или все справочные материалы, например, алгоритм или иерархическое меню функций MCDU. В режиме контроля вся справочная информация убирается с экрана и блокируется. Реализация алгоритма просмотра или тестирования сводится к активации курсором в требуемом порядке необходимых кнопок на имитаторе MCDU. Все допускаемые ошибки фиксируются и (при включенной функции протоколирования) фиксируются в базе протоколов.

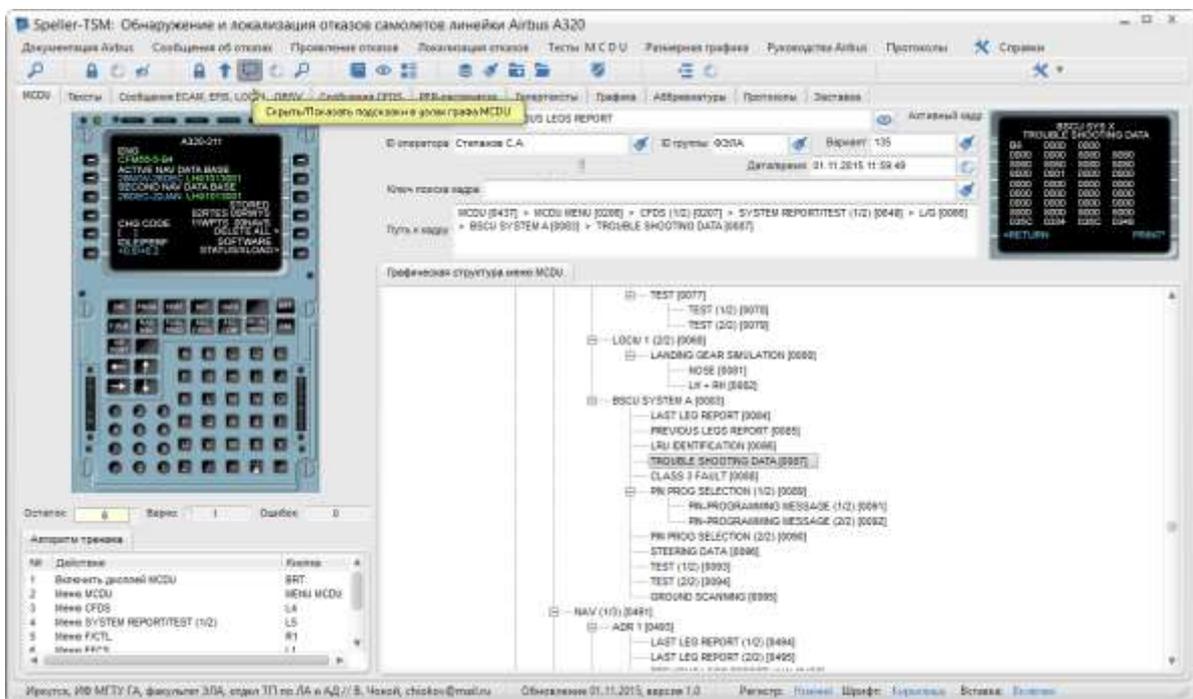


Рисунок 4 – Панель тренажера по просмотру отчетов и тестированию оборудования (при решении задач подтверждения и локализации отказа)

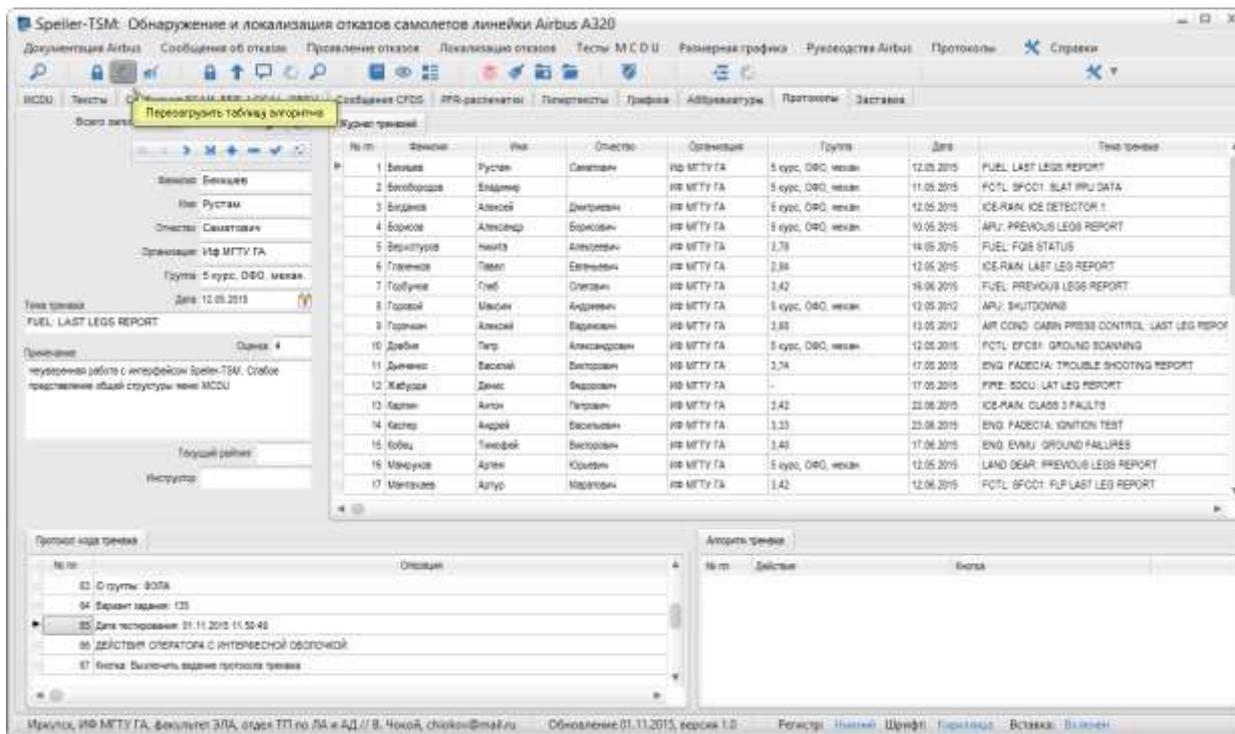


Рисунок 5 – Работа с базой протоколов тренажей по просмотру отчетов и тестированию оборудования

Если тренажер используется в режиме обучения, то алгоритм можно многократно выполнять и с помощью активации позиций иерархического меню MCDU. При этом свернутое меню последовательно раскрывается, а в окне кадров меню последовательно загружаются соответствующие страницы MCDU. Эти действия также протоколируются.

В режиме контроля алгоритм реализуется только на имитаторе MCDU в условиях принудительного отключения всей справочной информации и при включенном протоколировании всех действий пользователя.

Оценивание корректности работы пользователей на процедурном тренажере осуществляется с помощью инструментов, представленных на рис. 5. Оценка формируется инструктором путем анализа текущего протокола (таблица слева внизу) и сопоставления выполненных операций с эталонным вариантом (таблица справа внизу).

Результаты оценки и атрибуты пользователя заносятся в таблицу журнала тренажей (таблица справа вверху). Для облегчения работы с журналом тренажей используются редактируемые поля (слева вверху). Возможна и работа с задаваемой выборкой пользователей.

Особенностью нормативно-технической документации современных воздушных судов является широкое использование англоязычных аббревиатур и сокращений. В этой связи для облегчения работы пользователей с оригиналами Руководств и с информационными

материалами в SPELLER-TSM интегрирована база данных «Аббревиатуры». Пример работы с ней представлен на рис. 6.

На рис. 6 сверху расположены редактируемые поля и кнопки навигации по базе. Здесь же представлены поля поиска аббревиатур и формирования требуемой выборки аббревиатур. Под редактируемыми полями расположена таблица записей с полями: порядковый номер записи, англоязычная аббревиатура, англоязычная развертка аббревиатуры, русскоязычная развертка и поле примечания.

Работа с информационными материалами доступна и с помощью встроенного редактора, обеспечивающего конвертацию, запись на электронные носители и копирование материалов на принтере. В версии SPELLER-TSM 2.0 в модуль добавлена библиотека видеофильмов с примерами практической работы по локализации отказов, включая и работу на тренажере FMGSA320-200 фирмы ECAFAROS. По состоянию на октябрь 2015 года модуль SPELLER-TSM 1.0 включает ~3400 файлов общим объемом ~1,42 ГБ.

Практическое использование процедурного тренажера с апреля 2015 года показало его востребованность и образовательную эффективность. Интерес к специализированному процедурному тренажеру проявляют авиакомпании РФ и региональные учебно-тренировочные центры ГА.

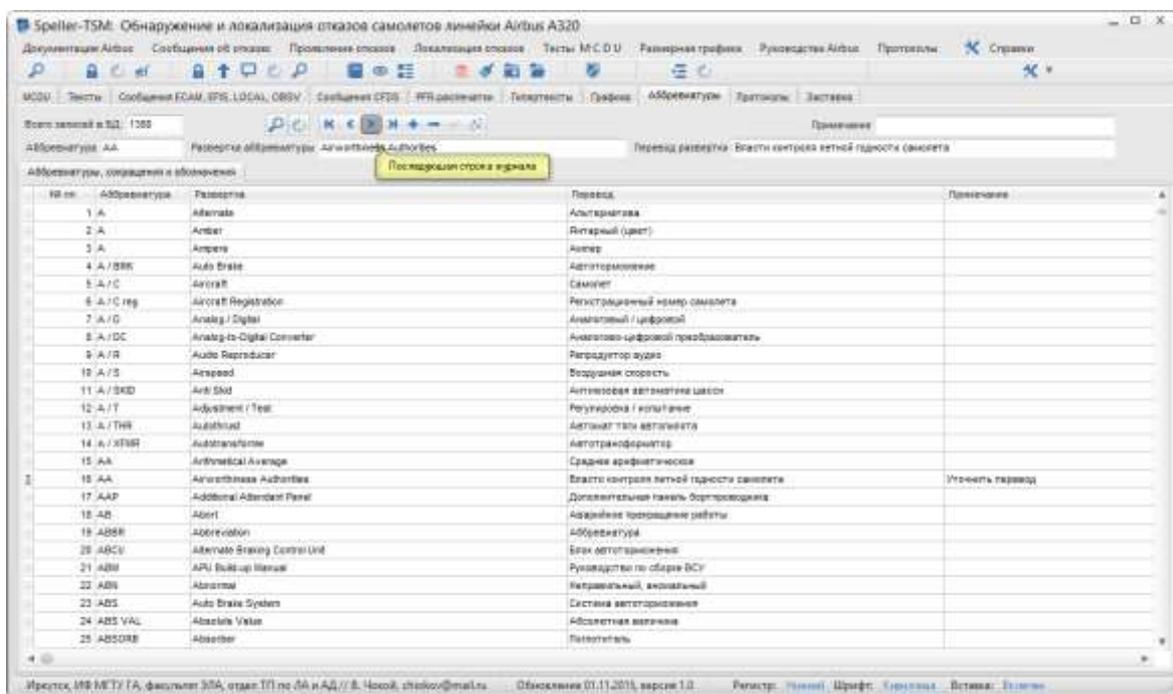


Рисунок 6 – Работа с базой аббревиатур, используемых в Руководствах Airbus

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ СОКОНУСНОСТИ ЛОПАСТЕЙ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА Ми-8МТВ В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Жеребцов С. А.

sergey-zherebcov@mail.ru

Кузнецов С. Н.

(научный руководитель)

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

Обзорный анализ показывает, что в настоящее время применяются в основном четыре метода определения соконусности вращения лопастей несущего винта вертолета, каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Предлагается использовать оптический датчик, нарушение передачи света от источника к приемнику может служить информацией о не нахождении объекта в фотоячейке, что, в свою очередь, будет являться информацией на проведение регулировочных работ.

Динамическая балансировка лопастей винта вертолета любой схемы является одной из важных процедур, направленных на обеспечение безопасной эксплуатации воздушного судна путем повышения надежности систем вертолета, а также оптимальных условий работы экипажа и комфорта пассажиров. Динамические нагрузки, возбуждаемые несущим винтом, передаются на агрегаты привода винта и приводят к уменьшению их ресурса. Согласно статистике, значительная доля авиационных происшествий связана с неисправностями агрегатов системы управления, в частности, с отказами привода винтов вертолета [3]. Аэродинамические и инерционные силы, возникающие в результате «махового» движения лопасти даже при постоянных оборотах несущего винта периодически изменяют свою величину, а поэтому непрерывно изменяются и напряжения изгиба в силовых элементах лопастей, что является источником усталостных напряжений [6].

Исследования, проведенные отечественными учеными [7], показали основные участки возникновения дефектов в лонжероне лопасти вертолета (рис. 1).

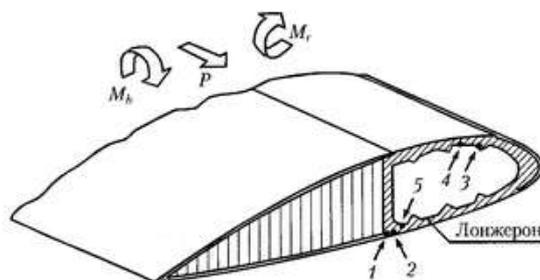


Рисунок 1 – Схема нагружения лопасти вертолета в эксплуатации с указанием расположения (цифры 1...5) возникновения дефектов по сечению лонжерона, изготовленного из сплава АВТ-1



Рисунок 2 – Угол конусности лопастей

Одним из методов динамической балансировки лопастей несущего винта является сведение лопастей в конус. Соконусным называется такое движение лопастей несущего винта при вращении, при котором они движутся по поверхности одного и того же конуса (рис. 2).

Среднее значение угла взмаха β_0 называют углом конусности. ПКЛ – плоскость концов лопастей.

Управляющие воздействия, необходимые для балансировки вертолета, определяются условиями равновесия сил и моментов, действующих на него. На рис. 3 представлено равновесие моментов инерционных и аэродинамической сил относительно оси горизонтального шарнира (ГШ) на лопасти [4].

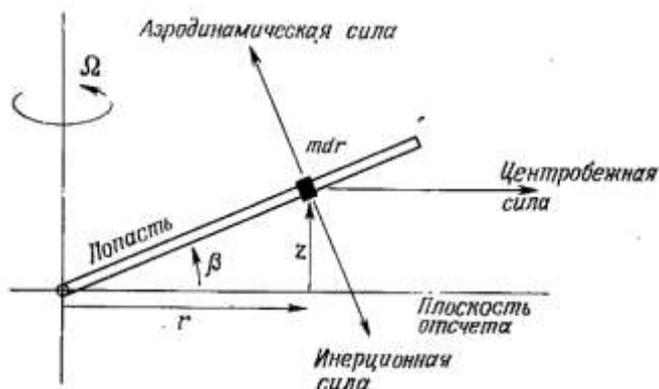


Рисунок 2 – Равновесие моментов инерционных и аэродинамической сил относительно оси горизонтального шарнира

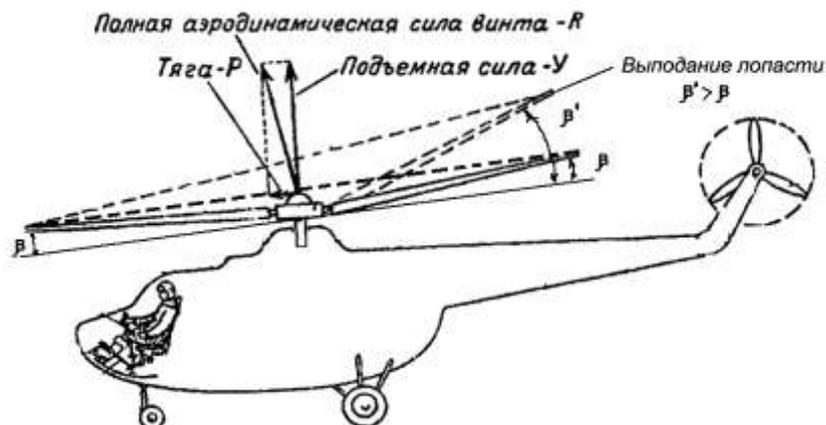


Рисунок 4 – Схема действия сил

Если лопасть абсолютно жесткая, то отклонение сечения от плоскости отсчета равно $z = \beta r$. На элементарную массу $m dr$ (m – погонная масса лопасти) сечения, находящегося на радиусе r , действуют следующие силы:

- инерционная сила, направленная противоположно скорости махового движения и имеющая относительно оси ГШ плечо r ;
- центробежная сила, направленная по радиусу от оси вращения и имеющая плечо $z = r\beta$;
- аэродинамическая сила, нормальная к лопасти и имеющая плечо r .

Качание и установочное движение лопасти, а также ее изгиб в плоскости взмаха, важны с точки зрения вибраций, нагрузок и аэроупругой устойчивости лопасти.

Угол конусности несущего винта пропорционален массовой характеристике лопасти, так как этот угол определяется равновесием моментов аэродинамических и центробежных сил относительно оси ГШ.

Кроме того, угол конусности пропорционален коэффициенту силы тяги. Так как сила тяги винта создает моменты относительно осей ГШ, угол конусности увеличивается до тех пор, пока возрастающий момент центробежных сил не уравнивает аэродинамический момент.

Сококонусность лопастей может быть лишь при условии, что все лопасти имеют одинаковые геометрические, кинематические, аэродинамические и массовые характеристики.

При наличии несококонусности лопастей (рис. 4) возникают различные подъемные силы, создаваемые каждой из лопастей при вращении несущего винта, неравенство подъемных сил приводит к смещению равнодействующей аэродинамических сил несущего винта в сторону от оси вращения, что вызывает тряску вертолета не только в полете, но и на земле [5].



Рисунок 5 – Контактный метод «отбивки конуса» на вертолете Ми-8МТВ

Устранение несоконусности лопастей несущего винта при вращении выполняют в том случае, когда не все лопасти описывают одинаковый конус после установки одинаковых установочных углов в процессе предварительной регулировки корпусов осевых шарниров.

Одним из распространённых способов определения соконусности является применение длинного шеста с рулоном плотной белой бумаги, на котором вращающиеся концы лопастей оставляют свои отпечатки, окрашенные в разные цвета (рис. 5). Для создания подъемной силы и тяги, необходимых для осуществления полета на вертолете Ми-8МТВ, установлен пятилопастный несущий винт [2].

По расстоянию между следами на бумаге судят о соконусности лопастей [1, 2].

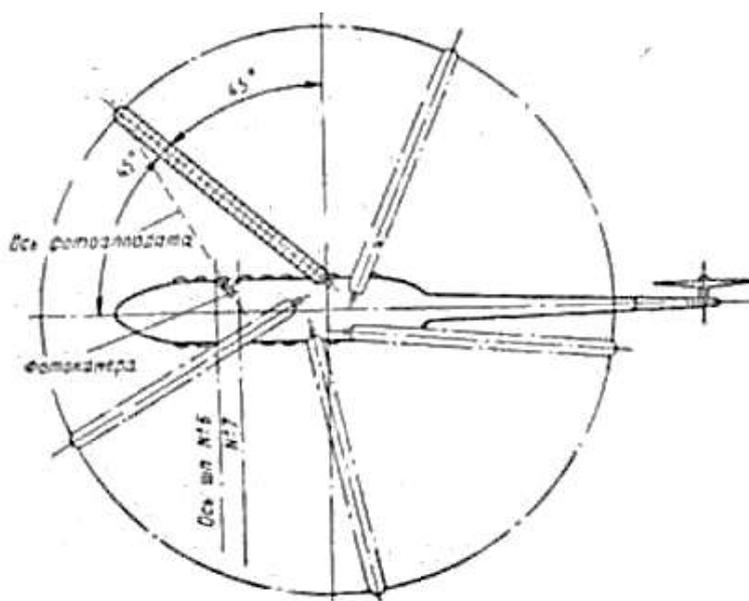


Рисунок 6 – Фотографированием лопастей на тяжелом вертолете

Определение несоконусности тяжелых вертолетов производится фотографированием лопастей при вращении винта на земле и в полете. Для этого специальный фотоаппарат устанавливают в кабине так, чтобы его объектив был направлен на конец лопасти (рис. 6). Относительное положение изображений концов лопастей на фотопленке позволяет определить необходимое регулирование для обеспечения соконусности несущего винта.

Системы позволяющие принимать решение о регулировках в системе несущего винта в результате сбора и обработки данных измерения вибраций фюзеляжа вертолета на различных режимах летной эксплуатации – система регулировки несущего винта «ОПТИКОН-Вибро» (рис. 7).

Система сведения конуса несущего винта «Вибро-1» совмещает в себе два независимых модуля обработки данных.

Оптическая часть системы отвечает за сбор и передачу данных о несоконусности лопастей несущего винта.

Вибрационная часть системы совмещает данные с оптической части и «накладывает» на них данные о вибрации. По амплитудам доминирующих гармоник система проводит анализ и регистрирует массовый дисбаланс несущего винта с указанием сектора, в котором наблюдается массовый дисбаланс. Аппаратная часть системы выполнена в виде двух независимых трех, либо двух координатных датчиков и схемы интегратора, выполняющего функцию синхронизации данных с двух вибродатчиков и видеоголовки прибора [9].

Модель 2020 ProBalancer анализатор позволяет детально проанализировать широкий спектр вибрационных частот и повышает точность балансировки несущего винта вертолета (рис. 8) [10].



Рисунок 7 – Система регулировки несущего винта «ОПТИКОН-Вибро»



Рисунок 8 – Модель 2020 ProBalancer



Рисунок 9 – Аппаратура «СПАРК-КОНУС»

Аппаратура «СПАРК-КОНУС» относится к оптико-электронным бесконтактным контрольно-измерительным средствам (рис. 9) [8].

Аппаратура предназначена для определения соконусности вращения лопастей несущего винта вертолетов различных типов. Применение компьютерных технологий и устройств высокой точности измерений в управлении аппаратурой «СПАРК-КОНУС» позволяет выполнять обработку измеренных параметров, накапливать статистическую базу данных по каждому тестируемому объекту.

Обзорный анализ показывает, что в настоящее время существует четыре метода определения соконусности вращения лопастей несущего винта вертолетов: контактный метод «отбивки конуса», метод фотографирования, метод стробоскопирования концов лопастей и вибрационный метод.

У каждого из методов существуют свои достоинства и недостатки: контактный метод и метод фотографирования можно применять только

в условиях наземных работ, стробоскопирование требует специального оптико-электронного оборудования, а возможность его применения зависит от погодных условий, вибрационный метод не всегда позволяет выявить истинный источник вибраций, также требуется специальное оборудование, да и стоимость оборудования влияет на выбор того или иного метода. В связи с этим, в настоящее время, требуется продолжать поиск наиболее оптимальных методов проверки конусности лопастей несущего винта вертолетов.

В работе предлагается использовать оптический датчик, с помощью которого можно бесконтактно измерить световое излучение. При этом информация передается световыми волнами, которые могут изменяться по интенсивности, фазе, цвету или геометрическому распределению в пространстве и поэтому оказываются пригодными для получения и передачи информации.

Источником света является портативный квантово-оптический генератор когерентных и монохроматических электромагнитных волн видимого диапазона в виде узконаправленного луча (лазер), который размещен в лопасти несущего винта. Преобразование оптического сигнала в электрический осуществляется детектором излучения (датчиком), использующим различные физические эффекты (фотодиод или фоторезистор). Нарушение передачи света от источника к приемнику служит информацией о не нахождении объекта в фотоячейке, что, в свою очередь, является информацией на проведение регулировочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вертолет Ка-32. Руководство по технической эксплуатации. Книга VI. Технология обслуживания вертолета и систем силовой установки. Часть 4. Регулировка и испытание. Текущий ремонт, 1986.
2. Вертолет Ми-171. Руководство по технической эксплуатации. Книга II. Часть 2. Планер. Раздел 065, 2002.
3. Голованов В. В. Динамическая балансировка несущего винта вертолета на основе данных о вибрации фюзеляжа / В. В. Голованов, Е. И. Козлов, М. Н. Петухов. – Научная сессия МИФИ – 2006. – Том 12. – С. 39–40.
4. Джонсон У. Теория вертолета: В 2-х книгах. пер. с англ.– М.: Мир, 1983. – б.3 (Авиационная и ракетно-космическая техника). Кн. 1. – 502 с., ил.
5. Миль М. Л. Вертолеты, расчет и проектирование / М. Л. Миль, А. В. Некрасов, А. С. Браверман и др. – Том 1. Аэродинамика – М: Машиностроение, 1966. – 229 с.

6. Беляков В. Техническая эксплуатация вертолетов / В. Беляков, Н. Панов, В. Филиппов. – М.: Военное издательство МО СССР, 1961.
7. Шанявский А. А. Безопасное усталостное разрушение элементов авиаконструкций. Синергетика в инженерных приложениях / А. А. Шанявский. – Уфа: Монография, 2003. – 803 с.
8. Аппаратура определения соконусности вращения лопастей несущего винта вертолетов «СПАРК-КОНУС» машин [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.sparc-npo.ru/index.php-item=3&subitem=27&lng=rus.htm> (дата обращения 15.11.2015).
9. Система «Вибро-1» сведения конуса несущего винта и виброанализ машин [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: http://www.atpm-air.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=29 (дата обращения 15.11.2015).
10. Балансировка несущего и рулевого винтов вертолета машин [электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://avia-technologies.com/ru/services/rotors_balancing (дата обращения 15.11.2015).

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И СРАВНЕНИЕ СИГНАЛИЗАТОРОВ СТРУЖКИ В СИЛОВОЙ УСТАНОВКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ТИПА МИ-8-МТВ ТВ3-117ВМ И АН-140 ТВ3-117 ВМА-СБМ1

Стрельников А. Ю.

Urban_91@bk.ru

Кузнецов С. Г.

(научный руководитель)

avia-uch@mail.ru

*Отделение технической эксплуатации
летательных аппаратов и двигателей
ЯАТУ ГА (колледж) – филиал СПбГУ ГА
(г. Якутск)*

В работе рассматриваются основные характеристики эффективности технической эксплуатации сигнализаторов стружки в двигателях ТВ3-117ВМА вертолёта Ми-8 МТВ и ТВ3-117ВМА-СБМ1, самолёта Ан-140. Анализируется эксплуатационная надёжность сигнализаторов стружки за время эксплуатации вертолёта Ми-8-МТВ и самолёта Ан-140. Предлагается заменить сигнализатор стружки СС-78 в двигателе ТВ3-117 ВМА на сигнализатор стружки СС 9-3Б двигателя ТВ 3-117 ВМА-СБМ 1.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из самых важных ролей авиации является надёжность силовой установки в эксплуатации воздушных судов гражданской авиации, отвечающая за безопасность полёта. В связи с этим создаются системы предупреждения аварийных ситуации, но довольно часто в этих системах случаются ложные срабатывания. Согласно анализу надёжности силовой установки (за весь период эксплуатации) авиакомпании «Полярные Авиалинии», при эксплуатации вертолёта Ми-8МТВ двигатель ТВЗ-117ВМ было зафиксировано 72 отказа в системе сигнализации стружки, из которых половина являются ложными. По анализу надёжности авиакомпании «Якутия» при эксплуатации самолёта Ан-140, двигатель ТВЗ-117ВМА-СБМ1, было зафиксировано 11 отказов в системе сигнализации стружки, из которых ни одного ложного срабатывания.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1 Сигнализатор стружки СС-9-3Б и магнитная пробка на самолёте АН-140

Сигнализаторы стружки предназначены для выдачи светового сигнала на табло СТРУЖКА, указывающее на наличие ферромагнитных частиц в откачиваемом масле.

Магнитная пробка предназначена для подтверждения наличия ферромагнитных частиц в откачиваемом масле из коробки приводов и опор свободной турбины.

Сигнализаторы стружки устанавливаются в магистралях откачки масла из переднего и заднего редукторов (рис. 1) состоят из корпуса магнитов 1, изготовленного из диэлектрика, и крышки 3. На корпусе магнитов при помощи скоб устанавливаются постоянные магниты 2, полюса которых устанавливаются последовательно, благодаря чему между полюсами образуется магнитное поле.

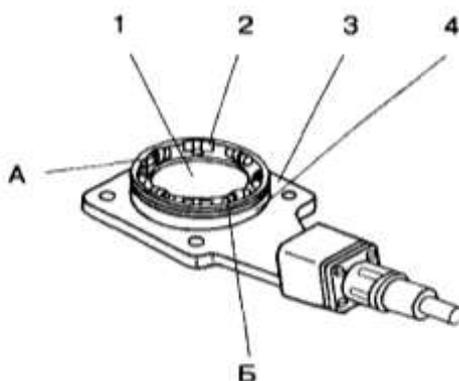


Рисунок 1 – Сигнализатор стружки переднего и заднего редукторов

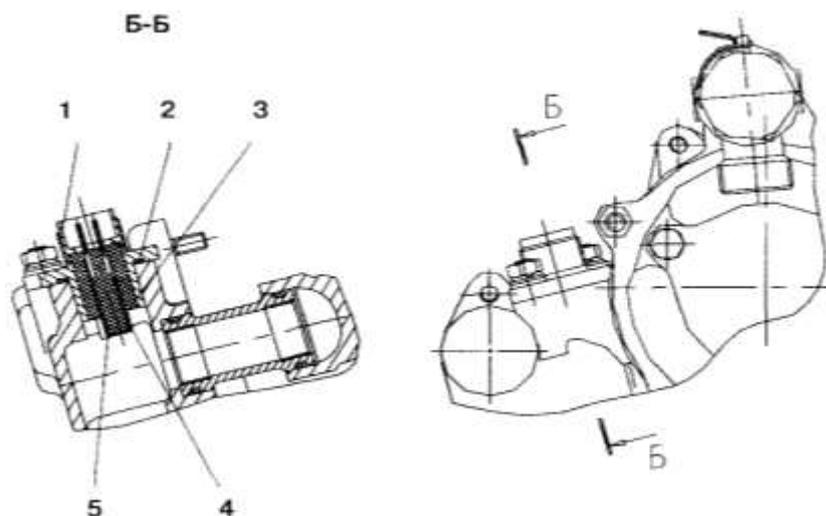


Рисунок 2 Сигнализатор стружки горячих опор

Магниты установлены с определенным зазором между полюсами, в которых накапливаются ферромагнитные частицы. К магнитам «А» и «Б» подсоединены электропровода. Провода заканчиваются вилкой соединителя, к которой подсоединено питание и сигнальная лампа табло СТРУЖКА. Разъем сигнализатора стружки уплотнен резиновым кольцом 4.

Сигнализатор стружки горячих опор двигателя (рис. 2) установлен в потоке откачиваемого из этих опор масла.

Сигнализатор стружки состоит из магнитной вставки 3, представляющей собой два завулканизированных в резиновую смесь магнита 4 и 5 с разной полярностью на торце. К магнитам припаяны штыри соединителя. Магнитная вставка впрессована в корпус 1, который одновременно служит для подсоединения соединителя.

Разъем сигнализатора стружки уплотнен резиновым кольцом 2.

Сигнализатор стружки коробки приводов и передней опоры компрессора установлен на воздухоотделителе с насосом откачки.

Сигнализатор стружки состоит из корпуса магнитов 8, изготовленного из диэлектрика, в который установлены магниты 6 и 7 различной полярностью друг к другу. Корпус магнитов установлен во фланец 2, к которому прикреплена вилка 1 соединителя, которому припаяны провода 3 и 4, идущие от магнитов.

Разъем сигнализатора стружки уплотнен прокладкой 5.

Магнитная пробка (рис. 3) предназначена для улавливания ферромагнитных частиц в масле, откачиваемом из коробки приводов и из опор свободной турбины.

Магнитные пробки установлены в переходнике канала откачки масла из коробки приводов и в угольнике откачки масла из опор свободной турбины, установленной на маслоагрегате.

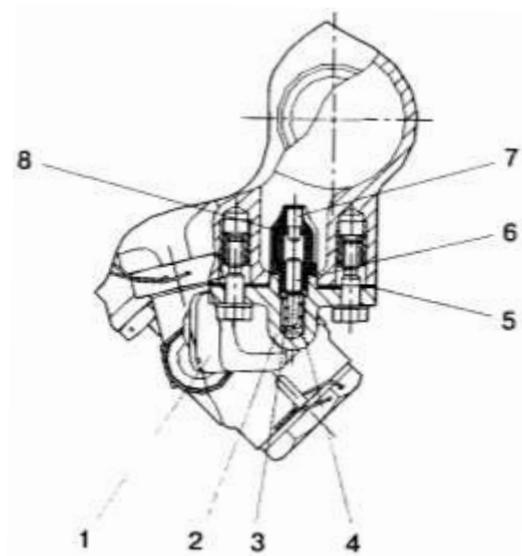


Рисунок 3 – Сигнализатор стружки коробки приводов

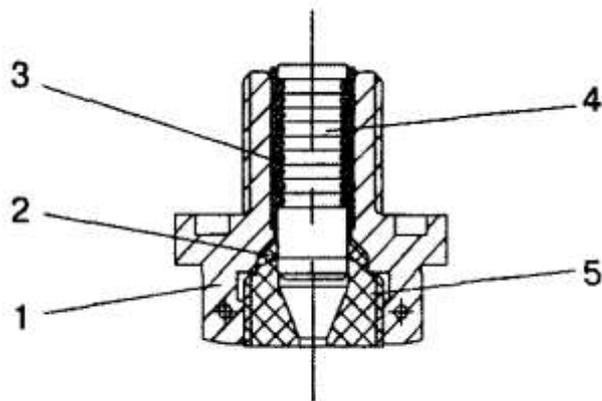


Рисунок 4 – Магнитная пробка

Магнитная пробка состоит из корпуса 1, магнита 4, пробки 5 и уплотнительного кольца 2. Магнит отделен от корпуса 1 диэлектриком 3.

Откачиваемое из масляных полостей масло, захватывая металлические частицы из зоны разрушения узла, входит в зону магнитов, которые притягивают их. При накоплении частиц зазор между магнитами заполняется, замыкая электрическую цепь, в результате чего загорается табло СТРУЖКА.

1.2 Сигнализатор стружки СС-78 верталёта МИ-8МТВ

Сигнализатор стружки установлен в магистрали откачиваемого из двигателя масла на входе в маслорадиатор вертолётa и предназначен для своевременной выдачи сигнала о состоянии деталей и узлов двигателя и наличии ферромагнитных частиц в масле.

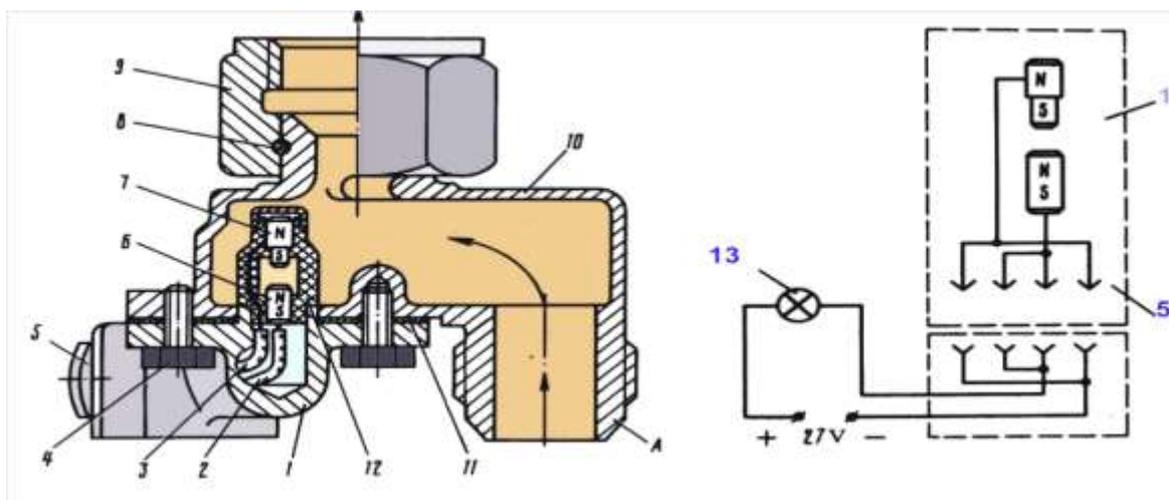


Рисунок 5 – Сигнализатор стружки СС-78

Сигнализатор стружки состоит из корпуса-переходника (10) (рис. 5), гайки (9), подсоединен к маслорадиатору вертолета, корпус (1) штепсельного разъема (5) подсоединения электроцепи вертолета. В корпус (1) сигнализатора запрессован корпус (12) магнитов, изготовленный из диэлектрического материала. В корпус магнитов установлены друг против друга разными полюсами и два постоянных магнита (6) и (7) с зазором между ними, являющимся узлом накопления стружки. Магниты соединены проводами (2) и (3) контактами штепсельного разъема (5) электроцепи. Узел сигнализатора устанавливается в отверстие корпуса переходника, крепится к его фланцу двумя болтами (4); в разъем между узлами устанавливается паронитовая прокладка (11). На корпусе-переходнике (10) установлена гайка (9) подсоединения сигнализатора к маслорадиатору вертолета, которая фиксируется на корпусе-переходнике стопорным кольцом (8).

2 АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

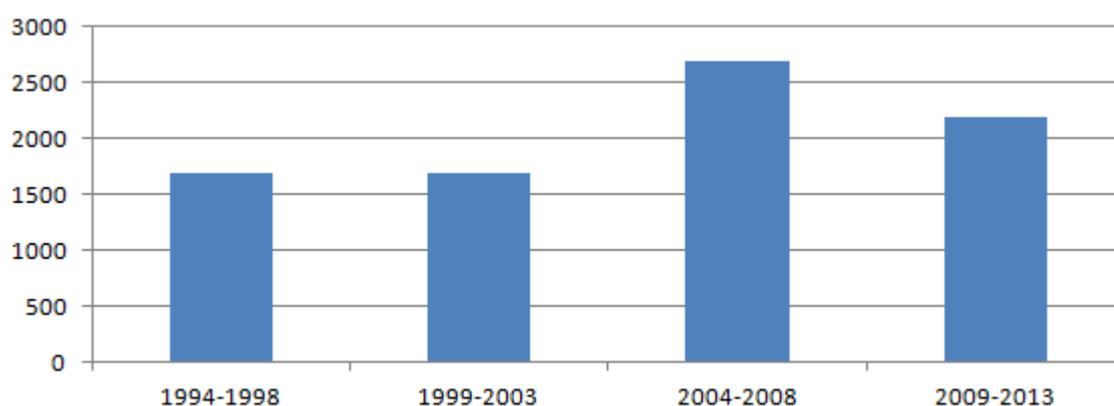
Проведём анализ материалов по безопасности полётов вертолётa Ми-8 МТВ и самолёта Ан-140 в двух действующих авиакомпаниях, работающих в одних климатических и географических условиях.

Особое место в общем количестве инцидентов занимают инциденты, связанные со срабатыванием системы сигнализации стружки силовых установок. На примере Ми-8 МТВ их количество составляет 25%, при этом половина из них 50% – это ложное срабатывание системы. Основой причиной этого является, прежде всего, повышенная чувствительность пробок-сигнализаторов, которые реагируют даже на приработочную пыльцу. С выпуском в эксплуатацию самолёта Ан-140 были проведены конструктивные доработки в системе сигнализации стружки, которые

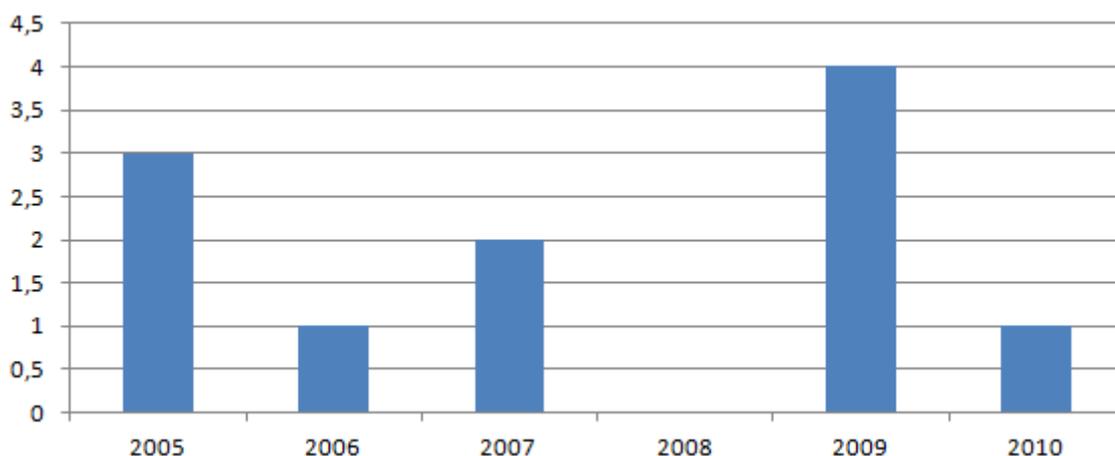
полностью исключают ложное срабатывание сигнализации стружки. Статистика по инцидентам приведена (табл. 1).

Таблица 1 – Статистика инцидентов, связанных со срабатыванием системы сигнализации стружки в силовой установке (в скобках – процент от общего количества)

| Тип Воздушного Судна | Срабатывание систем сигнализации | |
|----------------------|----------------------------------|----------|
| | Стружка | |
| | Всего | Ложных |
| Ан-140 | 11 | 0(0%) |
| Ми-8 МТВ | 72 | 36 (50%) |



а



б

Рисунок 6 – Гистограммы основных показателей безопасности полётов на налёт вертолёт Ми-8 МТВ и самолёта Ан-140: а – налёт на инцидент; б – количество срабатывания СС-9-3Б

3 ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ДОРАБОТКИ

Предлагаю ввести конструктивные доработки в систему сигнализации стружки вертолѐта Ми-8МТВ при помощи оснащения двигателя ТВЗ-117ВМ сигнализаторами стружки СС-78 двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1 самолѐта Ан-140.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безопасность авиационной деятельности на вертолѐтах Ми-8МТВ в гражданской авиации России находится на низком уровне, согласно анализу статистических данных по безопасности полѐта вертолѐта Ми-8МТВ авиакомпании «Полярные Авиалинии» за 2014 год. Имеется существенный «технический» резерв за счёт проведения конструктивных доработок в повышении безопасности авиационной деятельности на вертолѐтах Ми-8МТВ гражданской авиации России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по технической эксплуатации самолѐта Ан-140.
2. Руководство по технической эксплуатации вертолѐта Ми-8МТВ.
3. Анализ статистических данных по безопасности авиационной деятельности на вертолѐте Ми-8МТВ в ГА России за период с 1994 по 2013 год авиакомпании «Полярные Авиалинии».
4. Учёт отказов и неисправностей самолѐта Ан-140.
5. Данилов В. А., Занько В. М., Калинин А. И., Кривко А. И. Вѐртолѐт Ми-8 МТВ, 1995.

РЕМОНТ АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ганиева А. Н.
nailevna.94@mail.ru

Идиатуллов З. Р.
(научный руководитель)

*Кафедра нанотехнологии в электронике
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева
(г. Казань)*

Дается определение ремонта авиационного оборудования, определяется назначение ремонта и цель ремонта. Каждый вид ремонта выполняется при определенных условиях. Также существует аварийный ремонт. Аварийный ремонт является неплановым. В зависимости от места выполнения, различают ремонт в стационарных и полевых условиях. Текущий ремонт авиационного оборудования выполняется на борту ВС и в цехе АиРЭО АТБ. Изделия АО могут поступать на АРЗ как индивидуально, так и с установленными на борту ВС.

Ремонтом авиационного оборудования называется комплекс операций по восстановлению исправности, работоспособности или ресурсов изделий АТ. Значит, назначение ремонта – устранение отказов изделий, аварийных повреждений ВС, неисправностей с восстановлением ресурсов изделий. В гражданской авиации имеются следующие виды ремонта: плановые – капитальный, регламентированный, средний; по техническому состоянию; внеплановые, текущий и аварийный.

Каждый вид ремонта выполняется при определенных условиях.

Капитальный ремонт ВС выполняется через установленное число часов его налета. При этом капитальному ремонту подлежит и авиационное оборудование.

Регламентированный ремонт ВС выполняют с периодичностью и в объеме, установленными в зависимости от типа ВС.

Средний ремонт ВС выполняется в периоды между капитальными ремонтами. При реализации регламентированного ремонта средний ремонт не проводится.

Ремонт изделий по техническому состоянию их диагностирования проводят с установленной периодичностью и объемами, а объем разработки и ремонта определяют по результатам этого диагностирования.

Ремонт выполняется с определенной целью. Целью текущего ремонта является восстановление работоспособности и исправности отдельных элементов и изделий АТ, нарушенных в результате их отказов или

неправильного использования в процессе технической эксплуатации.

Также существует аварийный ремонт. Аварийный ремонт является неплановым. Он выполняется для восстановления исправности какой-либо части ВС после ее повреждения, которое может быть вызвано внешними воздействиями, не предусмотренными в нормативно-технической документации для нормальных условий эксплуатации.

В зависимости от места выполнения, различают ремонт в стационарных и полевых условиях.

Текущий ремонт авиационного оборудования выполняется на борту ВС и в цехе АиРЭО АТБ. Организация этого ремонта практически соответствует организации периодических форм ТО в АТБ. На авиаремонтные заводы возлагается выполнение капитальных и аварийных ремонтов, сложных доработок АТ. Основой производства на АРЗ являются цехи. В структуре цеха ремонта АО можно выделить несколько служб: производственную, инженерного обеспечения, контролирующую, экономического обеспечения. Обычно цехи делятся на основные и вспомогательные. Основные участвуют в производстве продукции, а вспомогательные обеспечивают работу основных цехов.

Цехи также специализируются по принципам. Принципы: однородности технологических процессов; ремонта или изготовления определенной номенклатуры деталей, узлов, агрегатов; комбинированный (представляющий сочетание двух первых).

Изделия АО могут поступать на АРЗ как индивидуально, так и с установленными на борту ВС.

В связи с тем, что в настоящее время авиакатастрофы происходят намного чаще, чем раньше, необходимо обратить внимание на повышение квалификации работников, улучшение качества и контроль ремонта всех узлов АО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В. Г., Константинов В. Д. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 296 с.
2. Смирнов Н. Н. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В ИМПУЛЬСНОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТОПЛИВО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ИЗЫТКА ВОЗДУХА, РАВНЫМ ЕДИНИЦЕ

Усенко А. Н.

Майрович Ю. И.

(научный руководитель)

mator38@mail.ru

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Топливо в импульсную камеру сгорания подается в жидкой фазе, процесс горения осуществляется в газовой фазе [1], поэтому горению предшествуют подготовительные процессы, которые условно подразделяют на подачу топлива в жаровую трубу, его распыливание, испарение и смешение паров топлива с воздухом до образования микро- и макрозон с благоприятным для горения составом смеси. Подготовительные процессы совершаются за счет кинетической энергии струй топлива и воздуха [3], а также за счет тепла, передаваемого из зоны горения излучением и циркуляционным течением, организуемым за фронтовым устройством.

Технологический процесс образования топливовоздушной смеси в проточной камере сгорания с импульсной подачей топлива во многом зависит от расположения импульсной топливной форсунки. По результатам экспериментальных исследований, полученных при испытаниях импульсной камеры сгорания на экспериментальной установке «Камерный стенд» установлено, что для получения максимальной величины импульса необходимо организовать смешение топлива с воздухом таким образом, чтобы коэффициент избытка воздуха в этой топливовоздушной смеси был равен единице, это предполагает определенное положение топливной форсунки в объеме камеры сгорания [3].

Для получения качественной картины смесеобразования проведены гидродинамические исследования течений в импульсной камере сгорания на экспериментальной установке «Гидробассейн». В объем модели ИКС устанавливалась импульсная топливная форсунка, через которую подавалась подкрашенная жидкость для визуализации течения.

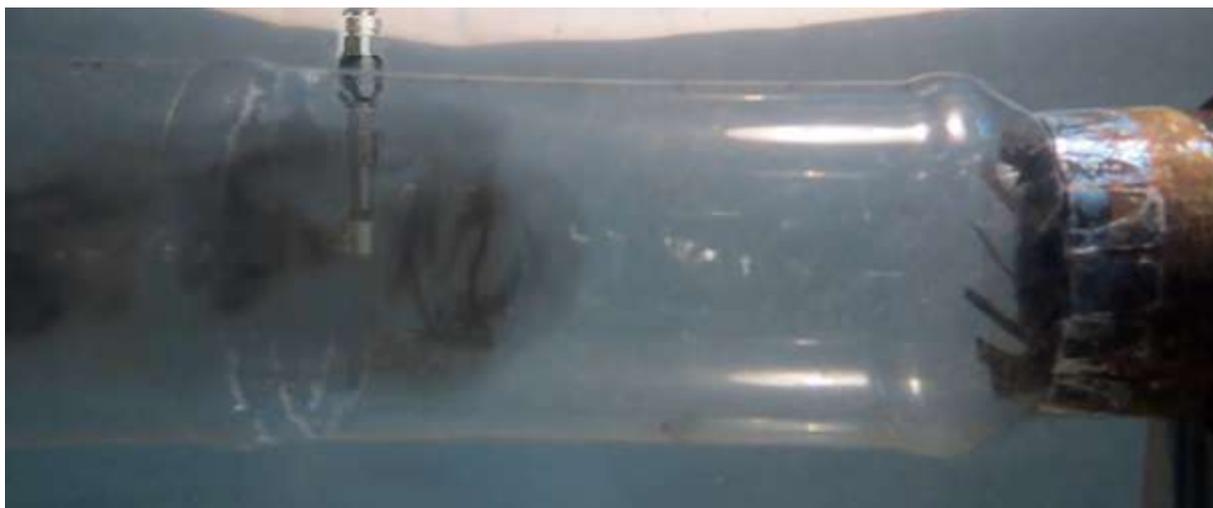


Рисунок 1 – Смесеобразование при расположении топливной форсунки на удалении более двух относительных диаметров

При расположении топливной форсунки на удалении более двух диаметров тарелки обратного клапана от фронтального устройства и впрыске топлива в сторону сопла получится богатая смесь, потому что конус распыла разбивает эту зону, и смесь получится не равномерная. Объем, в котором произойдет смесеобразование, будет составлять порядка 15% от объема циркуляционных зон, при этом часть топлива будет выноситься наружу и догорать вне камеры сгорания (рис. 1).

При расположении топливной форсунки на удалении менее одного диаметра тарелки обратного клапана от фронтального устройства и впрыске топлива в сторону сопла, поток поворачивается, организуя равномерную смесь, но этот объем не превышает 30% камеры сгорания (рис. 2).



Рисунок 2 – Смесеобразование при расположении топливной форсунки на удалении менее одного относительного диаметра и впрыске в сторону сопла



Рисунок 3 – Смесеобразование при расположении топливной форсунки на удалении менее одного относительного диаметра и впрыске в сторону обратного клапана

При расположении топливной форсунки на удалении менее одного диаметра тарелки обратного клапана от фронтального устройства и впрыске топлива в сторону сопла в процессе смесеобразования будут задействованы только зоны обратного течения среды, при этом воздух проходящий по периферии камеры сгорания, останется не задействованным, это будет составлять примерно 60% от объема камеры сгорания (рис. 3).

При расположении топливной форсунки перед обратным клапаном в объем камеры сгорания поступит готовая топливовоздушная смесь, которая будет гомогенна по всему объему, а коэффициент избытка воздуха равен единице (рис. 4).



Рисунок 4 – Смесеобразование при расположении топливной форсунки перед обратным клапаном

Достижение гомогенной топливовоздушной смеси по всему объему импульсной камеры сгорания позволяет выполнить термогазодинамический расчет процесса горения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобельков В. Н. Термодинамика и теплопередача / В. Н.Кобельков, В. Д. Улас, Р. М. Федоров // М.: Изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2004. – 315 с.
2. Нечаев Ю. Н. и др. Теория авиационных двигателей: учебник для вузов ВВС / Под ред. Нечаева Ю. Н. // М.: Изд. ВВИА им. Проф. Н. Е. Жуковского. – Ч.1. – 2006. – 312 с.
3. Усенко А. Н. Влияние взаимного расположения импульсной топливной форсунки и свечи зажигания на процесс горения топливовоздушной смеси в импульсной камере сгорания / А. Н.Усенко, А. М. Сафарбаков, Ю. И. Майрович // Сборник трудов Региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов ее эксплуатации – 2013» – Иркутск: Изд-во ИФ МГТУ ГА, 2013. – С. 156–161.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАМЕРА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ОБОЙМ МЕЖВАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ ГТД

Нелипа А. Л., Агеев Д. В., Туров А. В.

Ходацкий С. А.

(научный руководитель)

Sergeixodatski@mail.ru

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

В статье проведен анализ путей повышения надежности межвальных (межроторных) подшипников роторов ГТД. Разработана конструкция экспериментальной установки. Разработана система измерений температуры обоймы подшипника.

Многолетний опыт эксплуатации летательных аппаратов показал, что одной из причин досрочного съема двигателей являются отказы межвального подшипника. Вследствие сложности теоретического расчета работы данных подшипников представляется целесообразным проведение экспериментальных исследований.

Для проведения экспериментальных исследований подшипников была разработана экспериментальная установка. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

Экспериментальная установка состоит из станины, масляного бака, приводных нагнетающего и откачивающего насосов, датчиков давления и температуры на выходе из подшипника и объекта исследования – роликового межвального подшипника.

Четыре датчика измерения температуры ЧЭМТ 3 с проводами 4 крепятся маслостойким герметиком к внутренней обойме исследуемого подшипника 1. Установленные ЧЭМТ показаны на рис. 2.

Проводами через ведомый вал ЧЭМТ подключаются к модулю ZET 7121. Подключенные модули ZET 7121 к ЧЭМТ показаны на рис. 3.

Модуль ZET 7121 предназначен для измерения температуры путём преобразования сигнала, полученного от первичного преобразователя (ЧЭМТ) в значение температуры.



Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – станина; 2 – бак; 3 – объект исследования; 4 – ноутбук с ПО ZetLab; 5 – цифровые измерительные модули ZET7121; 6 – нагнетающий насос; 7 – откачивающий насос; 8 – Указатели давления и температуры масла



Рисунок 2 – ЧЭМТ, установленные на внутренней обойме подшипника: 1 – внутренняя обойма исследуемого подшипника; 2 – ведомый вал; 3 – ЧЭМТ-50М; 4 – провода удлинители; 5 – крепёжные болты

Далее четыре модуля ZET 7121 подключаются к модулю ZET 7176, показанному на рис. 6. Далее модуль ZET 7176 через кабель UTP подключается к маршрутизатору, подключенному к сети интернет и раздающему его по средству WI-FI. Ноутбук с установленным программным обеспечением ZETLab, по средству WI-FI принимает преобразованные сигналы от ЧЭМТ и воспроизводит их в виде графиков и точных значениях температуры подшипника.

Модуль ZET 7176 – это преобразователь интерфейсов, предназначенный для подключения измерительных интеллектуальных датчиков к ПК.

Вся система измерения температуры подшипника показана на рис. 4.



Рисунок 3 – Подключенные модули ZET 7121



Рисунок 4 – Органы системы измерения температуры ZETLab: 1 – модуль ZET 7121; 2 – модуль ZET 7176; 3 – кабель UTP; 4 – программное обеспечение ZETLab на CD диске; 5 – ЧЭМТ 50М (4 шт); 6 – блок питания; 7 – соединительные платы

Схема последовательности подключения показанна на рис. 5.

Система сбора данных с применением датчиков довольно проста. Интеллектуальные датчики, передающие результаты по интерфейсу CAN, подключаются к преобразователю интерфейса ZET 7176, который, в свою очередь, должен быть соединен с роутером, либо напрямую с ПК с помощью Ethernet кабеля. Далее преобразователь интерфейса ZET 7176 собирает данные с интеллектуальных датчиков по CAN и передает их на ПК по Wi-Fi или Ethernet.

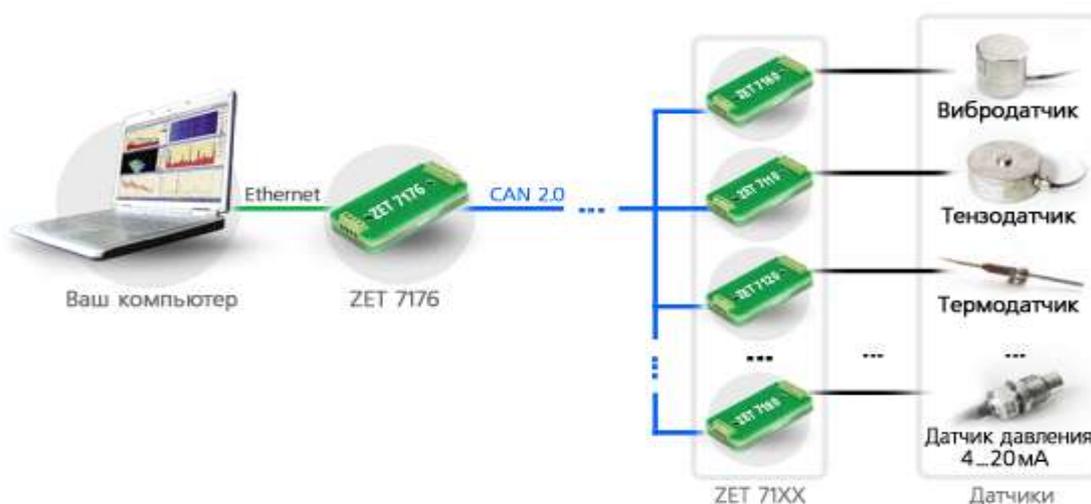


Рисунок 5 – Схема подключения датчиков и модулей к компьютеру



Рисунок 6 – Модули ZET 7176 и ZET 7121

Интеллектуальный датчик температуры состоит из термопреобразователя сопротивления и модуля ZET 7121 TermoTR-CAN, который осуществляет преобразование сигнала с датчика в значения температуры. Тип термосопротивления выбирается в соответствии с особенностями решаемой задачи: требуемому диапазону измерений и точности, условиями эксплуатации.

Термопреобразователь сопротивления измеряет температуры сразу после подачи питания и не требует специального технического обслуживания. Все необходимые настройки устанавливаются при первичной и периодической поверках и сохраняются в памяти измерительного модуля. Полученные значения температуры передаются по интерфейсу CAN, используя протокол Modbus.

Основной задачей изготовленного стенда является, снятие и обработка информации о температуре исследуемого подшипника. Ведомый вал, на котором расположены чувствительные элементы, зафиксирован неподвижно, но с возможностью в дальнейшем снять фиксатор и сделать вал подвижным. В таком случае для передачи информации с подшипника нужно дополнительно установить токосъёмник.

Для начала работы установки следует включить в сеть три электродвигателя и подключить все органы измерения температуры ZETLab. Запустить двигатель с нагнетающим насосом, убедиться что масло поступает к исследуемому подшипнику. Запустить двигатель откачивающего насоса, убедиться, что масло поступает в бак, тем самым обеспечим постоянную циркуляцию масла в системе. Информация о температуре с подшипника в неподвижном состоянии уже поступает через датчики на компьютер. Задаём нужную частоту вращения вала и снимаем данные о температуре исследуемого подшипника на компьютере. Програмное обеспечение ZETLab позволяет вести статистику о температуре подшипника на разных условиях работы установки, за заданное количество времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гачегов Н. А. Расчеты теплового состояния подшипников качения с различными системами смазки / Н. А. Гачегов, А. К. Маркин. – М.: Машиностроение, 2000. – 165 с.
2. Подключение коллекторного двигателя МСА 52/64 – 148/RN1 [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://turnir.vminske.com/dviglo.htm> (дата обращения 15.09.2015).
3. Электродвигатели стиральных машин [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: http://www.a-qualux.ru/index/ehlektrodvigateli_stiralnykh_mashin/0-21 (дата обращения 15.09.2015).
4. Кикоть Н. В. Разработка метода анализа теплового состояния межроторных подшипников газотурбинных двигателей. Москва, 2010 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ СМАЗКИ МЕЖВАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ ГТД

Нелипа А. Л., Агеев Д. В., Туров А. В.

Ходацкий С. А.

(научный руководитель)

Sergeixodatski@mail.ru

Кафедра летательных аппаратов и двигателей

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

В статье проведена оценка характеристик маслопровода. Разработана экспериментальная установка по исследованию изменения расхода жидкости и масла при не вращающемся и вращающемся присоединенных объемах. Приведены результаты исследований.

Одной из причин досрочного съема двигателей являются отказы межвального подшипника. К их числу относятся (рис. 1): повышенный износ дорожек, тел качения и сепараторов, усталостное выкрашивание металла на рабочих поверхностях колец и роликов, проскальзывание колец подшипников и другие.



Рисунок 1 – Фрагменты межвального подшипника

Величина скорости потока масла в маслопроводе выбирается из условия обеспечения ламинарного режима течения и не должна превышать 0,5-1,5 м/с [1]. Однако колебания маслопровода в поперечном направлении, вызванные прецессионным движением вала, могут стать причиной турбулизации потока масла и, как следствие, роста гидравлических потерь. В результате этого, прокачка масла через межвальный подшипник может снизиться, что приведет к его перегреву.

Однако колебания маслопровода в поперечном направлении, вызванные прецессионным движением вала, могут стать причиной турбулизации потока масла и, как следствие, роста гидравлических потерь. В результате этого прокачка масла через межвальный подшипник может снизиться, что приведет к его перегреву.

Вследствие сложности теоретического расчета работы данных подшипников [1] представляется целесообразным проведение экспериментальных исследований.

Для оценки характеристики маслопровода было проведено исследование влияния присоединённого объёма на характеристики потока рабочего тела. Для этого была создана экспериментальная установка (рис. 3, 4, 5, 6).



Рисунок 2 – Экспериментальная установка



Рисунок 3 – Бак : 1 – корпус; Рисунок 4 – трубка диаметром 10 мм
2 – станина; 3 – трубопровод



Рисунок 5 – Присоединенный объём

В состав экспериментальной установки входит бак и объект исследования. Бак объёмом 15 литров использован в качестве рабочей емкости. В качестве объекта исследования была использована трубка диаметром 10 мм с присоединенным объёмом.

Результаты эксперимента приведены на рис. 6–10. В качестве рабочего тела использовалась вода.

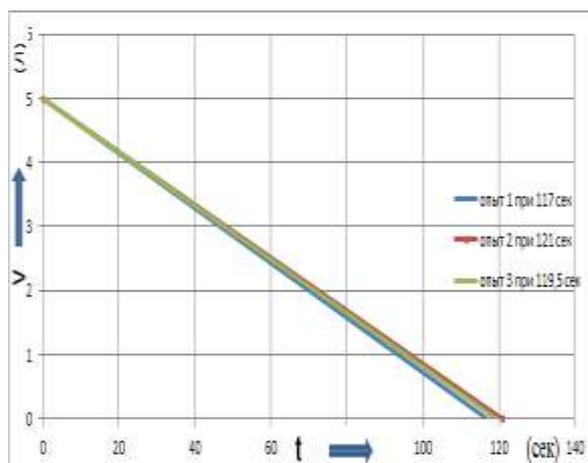


Рисунок 6 – Изменение расхода воды объемом 5 литров

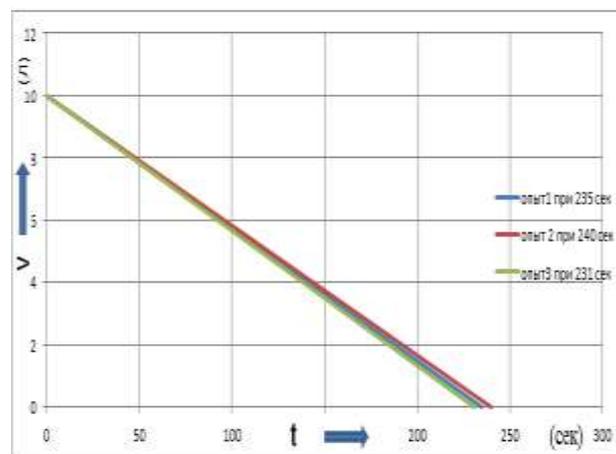


Рисунок 7 – Изменение расхода воды объемом 10 литров

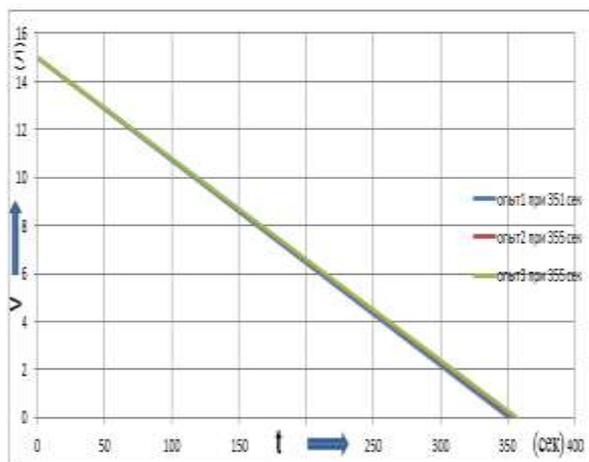


Рисунок 8 – Изменение расхода воды объемом 15 литров

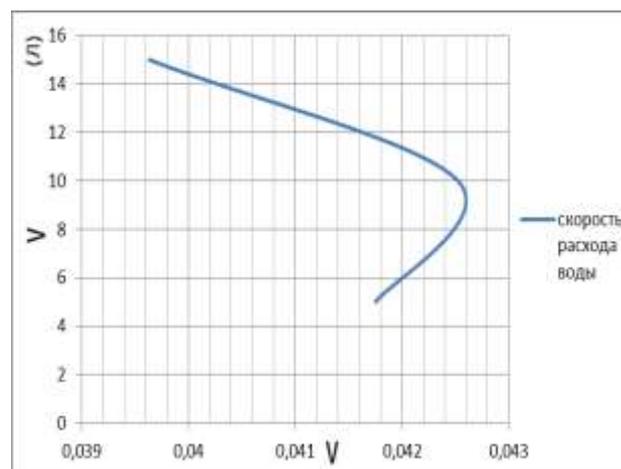


Рисунок 9 – Изменение расхода при не вращающемся объеме

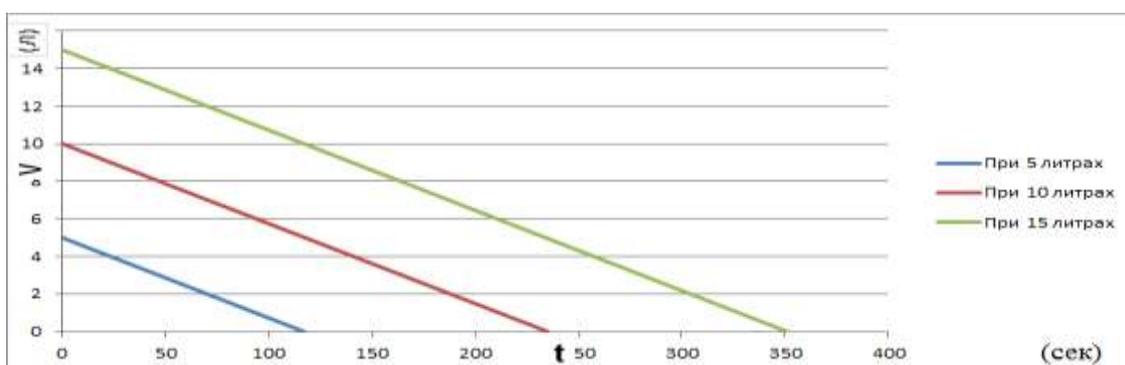


Рисунок 10 – Изменение расхода воды при различных объемах и не вращающемся присоединенном объеме

Для оценки влияния присоединенного объекта на расход жидкости была использована установка (рис. 11).

Вращение осуществлялось от электродвигателя постоянного тока с постоянной частотой вращения. Результаты исследования приведены на рис. 12.



Рисунок 11 – Вращающийся объем

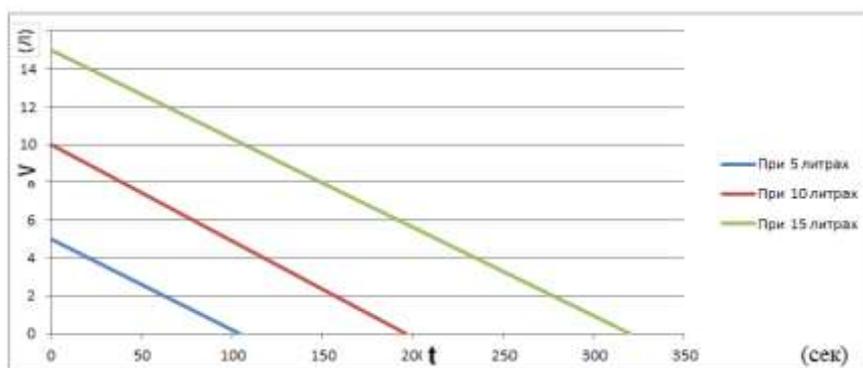


Рисунок 12 – Изменение расхода воды при различных объемах вращающемся присоединенном объеме

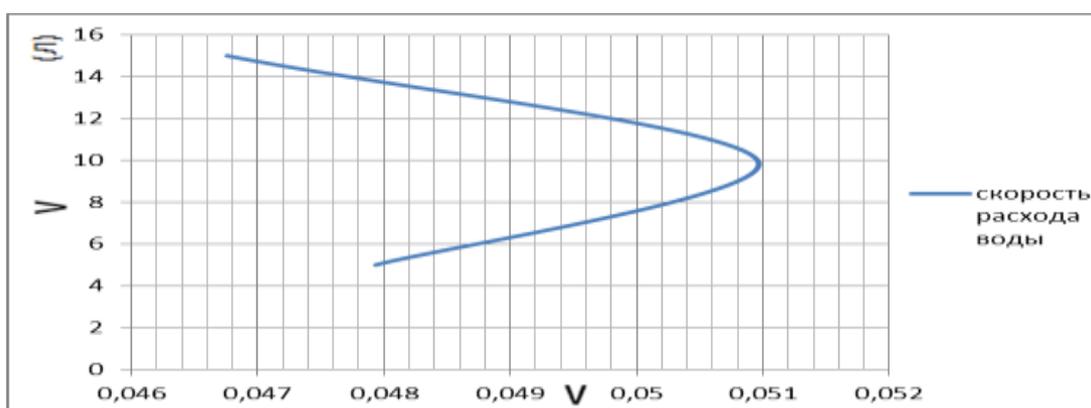


Рисунок 13 – Скорость расхода воды при вращающемся объёме 5; 10; 15 литров

В результате исследований было получено, что при вращении присоединенного объема расход жидкости увеличился: при объеме 5 литров – на 11%, объеме 10литров – на 16%, объеме 15литров – на 8%. Увеличение среднего расхода составило 12%.

Для оценки влияния присоединенного объема при исследовании в качестве рабочего тела масла была разработана экспериментальная установка .

Для проведения экспериментальных исследований подшипников была разработана экспериментальная установка. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 14.

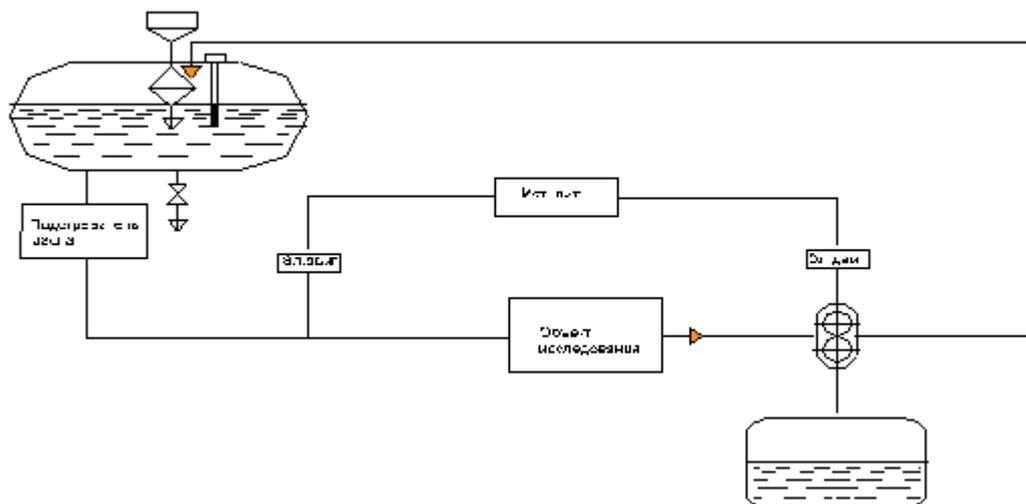


Рисунок 14 – Схема экспериментальной установки

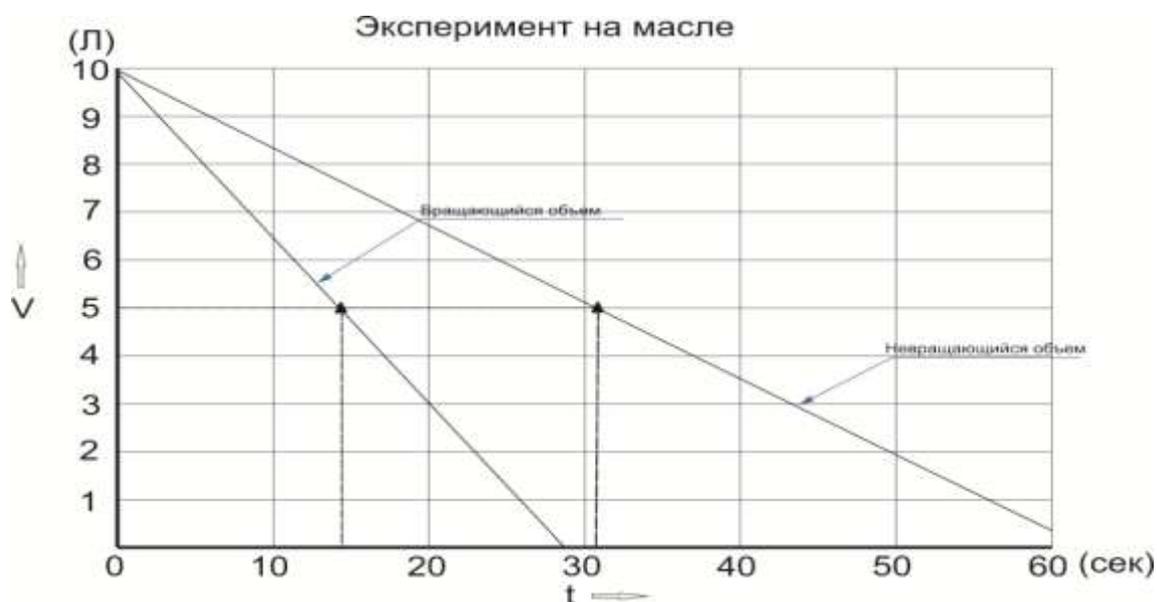


Рисунок 15 – Результаты эксперимента на масле

В результате эксперимент показал, что при применении в качестве рабочего тела масла так же увеличивается расход.

Исследования показали, что вращающийся объем помогает увеличить количество масла подаваемого на смазку подшипника, в отличии от не вращающегося. Исследования показали, что разработанная установка в полной мере выполняет все поставленные функции и может использоваться для исследования и улучшения межвального подшипника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гачегов Н. А. Расчеты теплового состояния подшипников качения с различными системами смазки / Н. А. Гачегов, А. К. Маркин. – М.: Машиностроение, 2000. – 165 с.
2. Подключение коллекторного двигателя МСА 52/64-148/RN1 [электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://turnir.vminske.com/dviglo.htm> (дата обращения 15.09.2015).
3. Электродвигатели стиральных машин [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: http://www.a-qualux.ru/index/ehlektrodvigateli_stiralnykh_mashin/0-21 (дата обращения 15.09.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПОЛЕ ШАГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Попов Д. В.

Киренчев А. Г.

(научный руководитель)
antonkirenchev25@mail.ru

Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)

Описана проблема возникновения шагового напряжения на аэродромных местах технического обслуживания воздушных судов. Обоснована необходимость наглядного изучения шагового напряжения студентами авиационных технических специальностей. Представлена фотография экспериментальной установки для исследования шагового напряжения. Описаны основные элементы установки, а так же ее назначение. Представлены результаты исследования шагового напряжения в виде графиков. По результатам сделаны выводы о поведении при выходе из зоны шагового напряжения.

В аэропортах и авиакомпаниях инженерам и техникам часто приходится работать с электрооборудованием (наземные источники питания, наземные установки для обогрева салона и обдува двигателей, испытательные стенды и т. д.), поэтому для них крайне важно знание техники безопасности при работе с электронными приборами. На многих аэродромных стоянках для обслуживания авиатехники используются бетонные или асфальтовые покрытия, при постоянном контакте (трении)

с которыми провода различных электроустановок могут потерять часть изоляции, что приведет к пробоем и возникновению зоны шагового напряжения потенциально опасного для жизни. Именно поэтому при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности (БЖД) у студентов специальности «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов» преподаватель должен как можно более подробно объяснять все вопросы, связанные с шаговым напряжением. Теоретическое обоснование и сущность шагового напряжения изложены в учебнике «Безопасность жизнедеятельности (БЖД) [1, 2]. Также в учебнике приведён алгоритм расчёта шагового напряжения. Но для наилучшего усвоения материала рекомендуется использовать различные экспериментальные установки, в данной работе описано применение экспериментальной установки (рис. 1) для исследования шагового напряжения в поле растекания электрического тока по поверхности земли, сконструированной студентом 5 курса Поповым Д. В.

Экспериментальная установка включает: подстилающую поверхность в виде увлажнённой плотной ткани (имитирует влажную поверхность земли), проводника под напряжением размещённого на подстилающей поверхности. Заземления подстилающей поверхности и источника питания постоянным током в виде аккумуляторной батареи, к которой подключены провода. Они ведут на подстилающую поверхность и её заземление, а также выключателя, обеспечивающего подачу напряжения на исследуемый участок подстилающей поверхности от проводника до её заземления. Для исключения воздействия шагового напряжения на студентов, проводящих эксперимент, в качестве источника питания был выбран аккумулятор пониженной ёмкости и низкого напряжения.

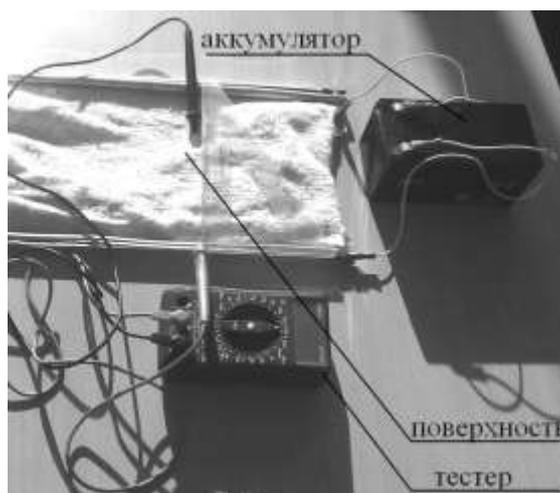


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для исследования шагового напряжения

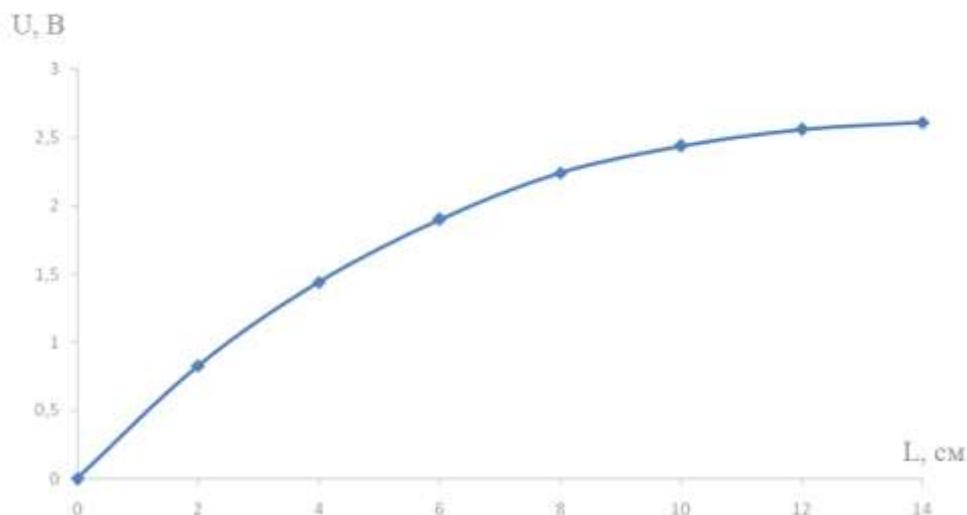


Рисунок 2 – График распределения напряжения по подстилающей поверхности

В качестве устройства контроля электрических параметров подстилающей поверхности в поле исследуемого шагового напряжения выбран цифровой тестер.

По мнению автора работы, более наглядной и доступной формой является практическое изучение воздействия шагового напряжения и электрического тока на модель человека. При различной длине шага и направления шагового смещения как вдоль, так и по нормали к оборванной линии. В процессе эксперимента ноги человека заменили приёмные наконечники проводов, подключённых к тестеру.

Результат исследования напряжения представлен в виде функции (рис. 2) данного напряжения от длины шага. Начиная от самого маленького до максимально возможного.

По полученному графику видно, что величина напряжения (U) возрастает с увеличением длины шага (L). Максимальное напряжение приходится на направление его смещения по нормали к оси провода с током.

По первому графику мы нашли значения напряжения в 8 точках (каждые два сантиметра) по мере удаления их от источника тока. Но шаговым напряжением принято считать разность потенциалов между двумя ближайшими точками, поэтому, используя данные графика (рис. 2), построим график шагового напряжения (рис. 3).

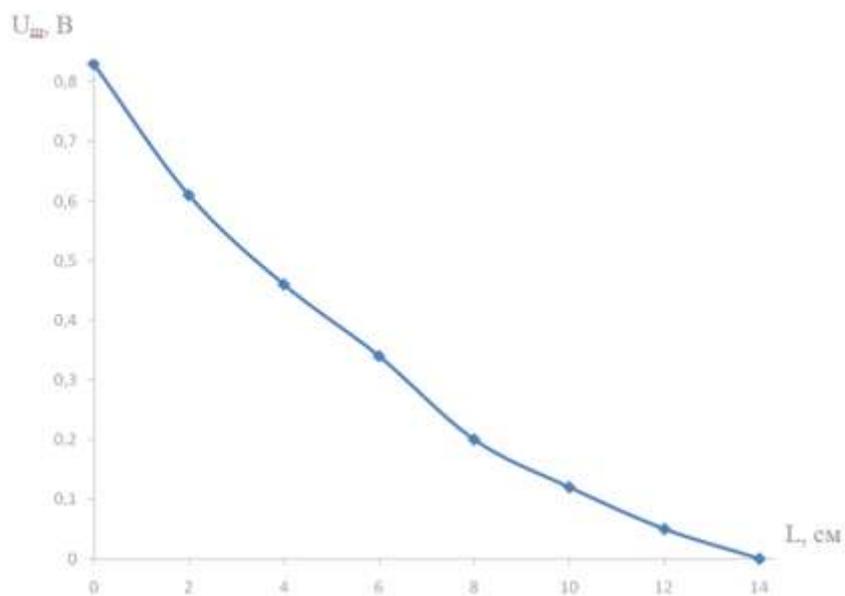


Рисунок 3 – График шагового напряжения

По рис. 3 видно, что величина шагового напряжения возрастает по мере приближения к источнику тока.

Полученные результаты совпадают с данными, приведенными в учебных пособиях [3], а также являются ярким примером существования шагового напряжения на подстилающей поверхности в поле с током, растекающимся по её плоскости.

Установка исследования шагового напряжения наглядно демонстрирует шаговое напряжение и позволяет увидеть грамотный выход человека из поля растекания электрического тока по подстилающей поверхности земли. По первому графику можно делать вывод, что чем меньше ваш шаг при выходе из зоны шагового напряжения, тем меньше напряжение, получаемое вами. Следовательно, из зоны шагового напряжения нужно выходить маленькими шагами. По второму графику видно, что при одинаковой величине шага наибольшее напряжение мы получаем, находясь в непосредственной близости к источнику тока, поэтому от источника лучше отходить «гусиным шагом», при котором расстояние между ногами минимальное.

Примечание: наблюдение за птицами, садящимися на фазовый провод, показало, что шаговое напряжение для них безвредно. Провод пропускает весь ток через себя с минимальными потерями. При одновременной посадке на провод двух птиц, крылья которых коснулись друг друга, эффективный шаг птиц увеличился многократно, что привело к росту шагового напряжения. Птиц поразило током (наблюдение автора), спровоцированным шаговым напряжением. Следовательно, из поля растекания тока необходимо выходить бесконечно

малыми шагами и в одиночку. Категорически запрещается выходить парой, взявшись за руки.

Применение данной установки при проведении лабораторных работ способствуют формированию в сознании студентов сущности шагового напряжения в поле растекания электрического тока по влажной подстилающей поверхности и грамотной реакции при практическом выборе способа выхода из зоны действия шагового напряжения, что поможет избежать несчастных случаев в будущем при их работе по выбранной специальности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / под ред. Э. А. Арустамова. – Изд.12-е, перераб., доп. – М.: Дашков и К, 2007. – 420 с.
2. Кукин П. П. Анализ оценки рисков производственной деятельности: учебное пособие / П. П. Кукин, В. Н. Шлыков, Н. Л. Пономарев, Н. И. Сердюк. – М.: Высшая школа, 2007. – 328 с.
3. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С. В. Белов, В. А. Девисилов, А. В. Ильницкая, и др.; Под общей редакцией С. В. Белова. – 8-е издание, стереотипное – М.: Высшая школа, 2009. – 616 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КАНАЛЬНОЙ ТРАССИРОВКИ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА

Гаранин И. Н.

Суздальцев И. В.

(научный руководитель)

garanin_igor91-07@mail.ru

Кафедра нанотехнологии в электронике

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А. Н. Туполева

(г. Казань)

Статья посвящена разработке алгоритма канальной трассировки кабельной системы в беспилотном летательном аппарате, с учетом критерия электромагнитной совместимости. Представлены результаты численных и экспериментальных исследований работы алгоритма канальной трассировки.

На сегодняшний день в мире огромное внимание уделяется развитию беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Ключевую роль в схеме блока управления играет микроконтроллер. Он выполняет обработку всей информации, поступающей с других функциональных узлов, математических расчетов, а также связывает все остальные элементы схемы.

При полете БЛА необходима безотказная работа всех его модулей. Одной из самой распространенных причин в нарушении работы модулей беспилотного летательного аппарата являются помехи в информационных кабелях от силовых проводов.

Кабельная система БЛА представляет собой совокупность информационных и силовых кабелей, которые нежелательно прокладывать вместе. Поэтому для безотказной работы модулей беспилотного летательного аппарата необходимо правильно спроектировать кабельную систему, благодаря которой модули передают информацию друг другу. И уже здесь ставится задача прокладки кабелей, в результате которой в локальной вычислительной сети снизится вероятность возникновения помехи в информационном кабеле. Это будет достигаться путем размещения всех совместимых друг с другом кабелей в одном канале и по возможности исключать попадание несовместимых друг с другом кабелей в один канал.

Целью данной работы является разработка алгоритма решения оптимизационной задачи трассировки кабельной сети в БЛА с помощью муравьиного алгоритма.

Схема размещения кабелей и матрица совместимости кабелей являются исходными данными к нашей задаче. Цель нашей работы заключается в оптимальном расположении кабелей в каналах. Решением задачи является последовательный план размещения кабелей в каналах. Постановка задачи следующая: множество кабелей представляют собой граф, где его вершинами являются сами кабели. На ребрах графа отмечаются значения совместимости, которые берутся из матрицы совместимости. По ходу прохождения графа муравьем получится некая последовательность укладки. Последовательность укладки кабеля начинается с первого кабеля и потом в неизвестном порядке подбираются другие. В каком порядке следует укладывать кабели, чтобы получить минимум несовместимостей на своем пути? Более строго постановка задачи звучит следующим образом: дан граф $G = (X, U)$, где $|X| = n$ – множество вершин графа (номера кабелей), $|U| = m$ – множество ребер. Дана матрица чисел $C(i, j)$, где $i, j \in \overline{1, n}$, представляющих собой вес ребра (значение совместимости кабеля) между вершинами x_i, x_j . Требуется найти перестановку из элементов множества X , такую, что значение целевой функции (ЦФ) равно:

$$\text{ЦФ} = \sum_i \{C(i, j) * X(i, j) * l\} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Дополнительными ограничениями являются:

- $C(i, j) \geq 0$ – вес ребра быть равен только 0 или 1;
- $x_i, x_j \in U \forall i \in \overline{1, (n - 1)}$ – из всех вершин можно попасть во все остальные вершины графа;
- $C(i, i) = \infty$ – в главной диагонали матрицы все нули;
- $C(i, j) = C(j, i)$ – матрица является симметричной.
- $X(i, j) \geq 0$, значение может быть только 0 или 1.
- $X(i, i) = \infty$ – в главной диагонали матрицы все нули;
- $X(i, j) = C(j, i)$ – матрица является симметричной;
- $l \geq 0$ – значение должно быть не отрицательным целым числом.

Задача формулируется как задача поиска минимального по весу маршрута по всем вершинам без повторов на полном взвешенном графе с n вершинами. Таким образом, данная задача сводится к решению задачи о коммивояжере. Для ее решения используется муравьиный алгоритм.

Моделирование поведения муравьёв связано с распределением феромона на тропе – ребре графа в задаче коммивояжера. При этом вероятность включения ребра в маршрут отдельного муравья пропорциональна количеству феромона на этом ребре, а количество откладываемого феромона пропорционально длине маршрута. Чем короче маршрут, тем больше феромона будет отложено на его рёбрах, следовательно, большее количество муравьёв будет включать его в синтез собственных маршрутов. Моделирование такого подхода, использующего только положительную обратную связь, приводит к преждевременной сходимости – большинство муравьёв двигается по локально оптимальному маршруту. Избежать этого можно, моделируя отрицательную обратную связь в виде испарения феромона. При этом если феромон испаряется быстро, то это приводит к потере памяти колонии и забыванию хороших решений, с другой стороны, большое время испарения может привести к получению устойчивого локального оптимального решения.

Рассмотрим подробно муравьиный алгоритм, примененный для решения задачи трассировки.

Начальная популяция особей представляется в виде некоторого количества муравьёв, которое задается пользователем. Каждый такой муравей помещается на свободный кабель. Количество итераций задается пользователем алгоритма. Так как алгоритм является итерационным, конечный результат зависит от количества итераций, чем больше итераций пройдет алгоритм, тем более точным будет решение. Одна из основных процедур в алгоритме муравьиных колоний – поиск пути. Процедура поиска пути осуществляется вероятностным методом. Вероятность выбора следующей вершины рассчитывается по формуле:

$$W_{ij}(t) = \frac{\eta_{ij} * q_{ij}}{\sum_{i=1}^n \eta_{ij} * q_{ij}}, \quad (2)$$

где w_{ij} – вероятность перехода из вершины i в вершину j ; η_{ij} – уровень феромона между узлами i и j ; q_{ij} – значение совместимости i и j .

После определения вероятности перехода в каждую вершину создается отрезок, на который наносятся вероятности. Если муравей на предыдущих шагах посещал вершину j , то вероятность перехода с i (текущего) вершины в j не записывается в отрезок, тем самым обеспечивается прохождение муравья по всем вершинам. Генерация случайного числа необходима для выбора перехода к очередной вершине. Для этого используется ранее созданный отрезок. Если случайно сгенерированное число попадает в i -й интервал, то это означает, что на данном шаге муравей перейдет в i -ую вершину. Таким образом, после прохождения муравьем всех элементов, мы получаем путь муравья, который является порядком размещения кабелей в каналы.

После получения порядка размещения, начинаем последовательно размещать кабели в каналы, соблюдая условие пропускной способности. После размещения в каналы, составляется матрица одновременного нахождения кабелей в канале $X[i,j]$. Также рассчитывается длина параллельного пересечения кабелей l . После чего рассчитывается функция пригодности по формуле (1). На первой итерации целевой функции присваивается наименьшее найденное значение, если на последующих итерациях находится более лучшее решение, то значение целевой функции обновляется. Таким образом, по прохождению всех итераций сохраняется наилучшее найденное значение целевой функции.

Рассмотрим пример решения задачи канальной трассировки. Допустим, что у нас имеются следующие исходные данные: 5 кабелей, 4 канала с пропускной способностью 3, и некоторая матрица смежности.

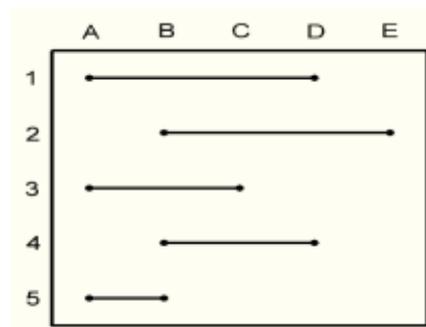


Рисунок 1 – Пример схемы укладки кабелей

| № вершин | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Рисунок 2 – Пример матрицы совместимости

Для удобства представим задачу в виде графа:

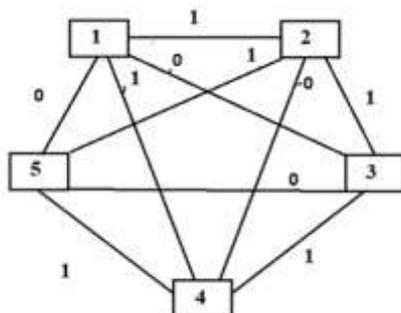


Рисунок 3 – Пример матрицы совместимости

Работа алгоритма

Создание начальной популяции особей. Пусть каждый столбец представляет собой i -й шаг муравья а каждая строка j -го муравья, тогда путь муравьев на первом шаге будет иметь вид как представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Путь муравьев на первом шаге

| шаг муравья \ № муравья | 1 шаг | 2 шаг | 3 шаг | 4 шаг | 5 шаг |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | - | - | - | - |
| 2 | 2 | - | - | - | - |
| 3 | 3 | - | - | - | - |
| 4 | 4 | - | - | - | - |
| 5 | 5 | - | - | - | - |

Поиск пути. Расчет вероятности перехода к следующей вершине представлен в табл. 2. Для расчета вероятности необходимо избавиться от нулей в матрице совместимости. Для этого к каждому её значению прибавим единицу.

| № вершин | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |

Рисунок 4 – Модифицированная матрица совместимости

Перед расчетом вероятности необходимо все значения феромонового поля приравнять к единице. В ходе вычислений вероятностей перехода получим следующие отрезки:

Таблица 2 – Формирование отрезка

| № вершины № муравья | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|----|----|----|-----|-----|
| 1 | 0 | 33 | 50 | 67 | 100 |
| 2 | 29 | 29 | 58 | 71 | 100 |
| 3 | 17 | 50 | 50 | 83 | 100 |
| 4 | 29 | 42 | 71 | 71 | 100 |
| 5 | 17 | 50 | 67 | 100 | 100 |

Генерация случайного числа.

Для 1 муравья = 55, для 2 муравьев = 45, для 3 муравьев = 61, для 4 муравьев = 34, для 5 муравьев = 57.

Выбор следующей вершины:.

Для 1 муравья $50 < 55 < 67$, что означает переход муравья на 4-й элемент.

Для 2 муравья $29 < 45 < 58$, что означает переход муравья на 1-й элемент.

Для 3 муравья $50 < 61 < 83$, что означает переход муравья на 4-й элемент.

Для 4 муравья $29 < 34 < 42$, что означает переход муравья на 2-й элемент.

Для 5 муравья $50 < 57 < 67$, что означает переход муравья на 3-й элемент.

Аналогично муравьи пройдут и по остальным элементам. Тогда конечный вид пути для каждого муравья будет иметь вид, представленный в табл. 3.

Таблица 3 – Порядок размещения элементов

| шаг муравья № муравья | 1 шаг | 2 шаг | 3 шаг | 4 шаг | 5 шаг |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| 2 | 2 | 1 | 5 | 3 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| 4 | 4 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| 5 | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 |

После получения последовательностей укладки кабелей, начинаем их размещать по каналам, не превышая значение пропускной способности. Проведем расчеты для первой полученной последовательности (1 путь):

1-й путь (1-4-5-2-3);

1 канал: 1,4 и 5 кабели;

2 канал: 2 и 3 кабели.

На основе полученных данных составим матрицу одновременного нахождения кабелей $X[i,j]$. Если кабели в одном канале, то ставится единица, если в разных, то ноль.

| № вершин | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Рисунок 5 – Матрица одновременного нахождения кабелей в канале

Также для расчета целевой функции необходимо рассчитать длину параллельного пересечения l . Для этого воспользуемся рис. 1.

| № вершин | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Рисунок 6 – Матрица длин параллельного пересечения кабелей

Подставив значения c_{ij} , x_{ij} и l в формулу, приведенную ниже, найдем значение целевой функции.

$$Fitness = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} * x_{ij} * l. \quad (2)$$

Для первой последовательности значение целевой функции будет равно 3.

По такому же принципу рассчитаем целевые функции и для других полученных последовательностей. Получим следующие результаты:

1 путь: ФФ = 3, 2 путь: ФФ = 4, 3 путь: ФФ = 4, 4 путь: ФФ = 3, 5 путь: ФФ=3

Сохранение лучшего решения. Для данного примера функция пригодности первого муравья оказалась наименьшей, поэтому она является нашим результатом $F = 3$. Таким образом она одна из первых среди функций с такими же значениями.

В рамках данной работы был реализован муравьиный алгоритм для решения задачи трассировки кабельной сети в БЛА, и приведен пример решения одной из задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайнутдинов Р. Р. Прогнозирование электромагнитных помех в межблочных линиях связи летательного аппарата при микросекундных импульсных электромагнитных воздействиях / Р. Р. Гайнутдинов, С. Ф. Чермошенцев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. – 2014. – № 2. – С. 203–208.
2. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы / С. Д. Штовба // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – №4. – С. 70–75.
3. Гизатуллин З. М. Моделирование электромагнитных помех в неэкранированной витой паре при внешнем гармоническом электромагнитном воздействии / Р. Р. Гайнутдинов, С. Ф. Чермошенцев // Информационные технологии. – 2010. – № 6. – С. 2–7.
4. Иванов Д. В. Прогнозирование уровня перекрестных помех в жгутах линий связи беспилотного летательного аппарата / Д. В. Иванов, С. Ф. Чермошенцев // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности Международная научно-практическая конференция. Казань, 2014. – С. 79–81.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

Савченко С. С.
meh-09-1@mail.ru

Нацубидзе С. А.
(научный руководитель)

*Кафедра летательных аппаратов и двигателей
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Опыт эксплуатации ВС, имеющих в своей конструкции агрегаты планера, выполненные из ПКМ, говорит о том, что эти материалы имеют высокую чувствительность к ударным повреждениям, которые обусловлены разрушением их структуры. В результате чего значительно ухудшаются их прочные характеристики. Восстановление трехслойных и высоконагруженных конструкций требует разработки более совершенных способов ремонта с использованием соединений – клееболтовых, клеезаклепочных, а также с использованием заклепок и крепежных элементов малого диаметра.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития самолетостроения при создании новых летательных аппаратов все более широко применяются полимерные композиционные материалы. Использование ПКМ позволяет снизить массу конструкции самолета на 20–30 %.

Широкое применение композиционных материалов (угле-, боро-, органо- и стеклопластиков) обусловлено их высокой удельной механической прочностью, жесткостью, хорошими усталостными характеристиками, а также комплексом конструкционных и специальных свойств, которые обеспечивают высокий уровень технико-экономической эффективности авиационной техники.

1 СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ АГРЕГАТОВ ПЛАНЕРА ВС ИЗ ПКМ

Статистические данные по повреждаемости агрегатов планера ВС, изготовленных из ПКМ проанализированные в период 2000 по 2012 гг., показали, что наибольшие повреждения получили следующие агрегаты (рис. 1).



Рисунок 1 – Распределение повреждений

При этом повреждения в этих агрегатах имели следующий вид: пробоины – 16–25%; царапины и нарушения ЛКП – 12–16%; трещины и разрывы – 10–13%; расслоение 2–3% .

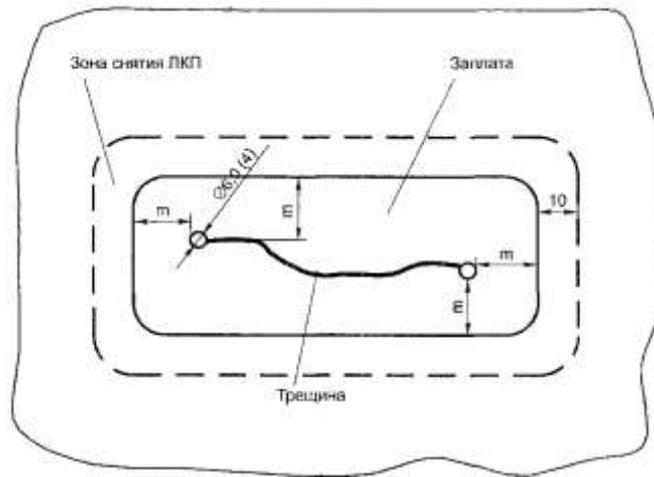
2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОСТАНОВЛЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ПКМ

Ремонт в производственных условиях имеет целью восстановление эксплуатационных характеристик агрегатов. Для обеспечения качественного ремонта необходимо выполнить комплекс подготовительных работ, обеспечивающих температурно-влажностный режим в помещении (температура не ниже +18°C, относительная влажность не выше 75%) [2].

Перед выполнением ремонта зона работ должна быть очищена от загрязнений на 350 мм кругом от края дефекта. Установка заплат на ремонтируемую зону может быть выполнена по двум схемам: приклеивание заранее изготовленных заплат и формование заплат из слоев препрега в специально вырезанном в обшивке углублении с частичной заменой (при необходимости) заполнителя. Вторая схема является более предпочтительной, так как позволяет восстанавливать до 91% исходной прочности [3].

2.1 Устранение трещин

Способ устранения трещин осуществляется удалением части обшивки и восстановлением ее путем одновременного формования из препрега и приклеивания к заполнителю и каркасу агрегата [3].



m – величина перехлеста заплата

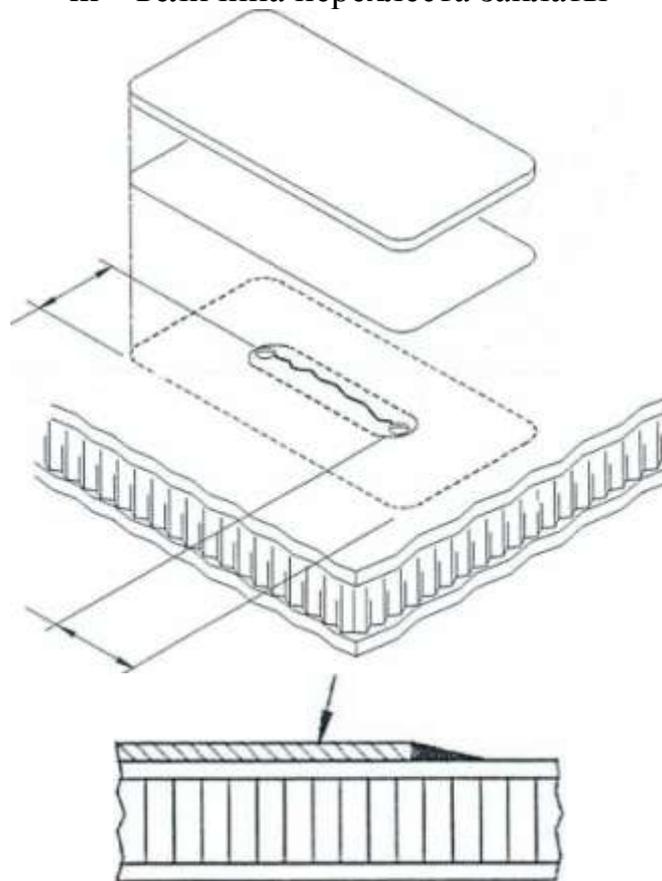


Рисунок 2 – Устранение трещины путем засверливания и установки накладки

2.2 Устранение расслоений

Технологический процесс устранения расслоений обшивки зависит от места его обнаружения. Расслоения могут быть по периметру или по полю обшивки. При обнаружении расслоения по периметру обшивки его

устраняют, очищается дефект от старого связующего. Зашприцовывается клей или связующее с помощью шприца (при необходимости можно подогреть до температуры 40-50 °С), плотно сжимается зона ремонта вручную, стравливаются струбины и проводится соответствующий режим отверждения связующего или клея. Устранение расслоений по полю обшивки осуществляется сверлением отверстий в зоне ремонта (рис. 3). В отверстия устанавливаются гайки-пистоны, предварительно обезжиренные в бензине и ацетоне. Сушка после обработки каждым растворителем не менее 15 мин при комнатной температуре. Перед сборкой винт и пистон обмазываются клеем (например, ВК-9). Излишки клея удаляются. Длина винта должна быть меньше высоты сотового заполнителя в зоне ремонта. Через отверстия в гайке – пистоне зашприцовывается клей и устанавливается винт. Проводится режим отверждения клея [4].

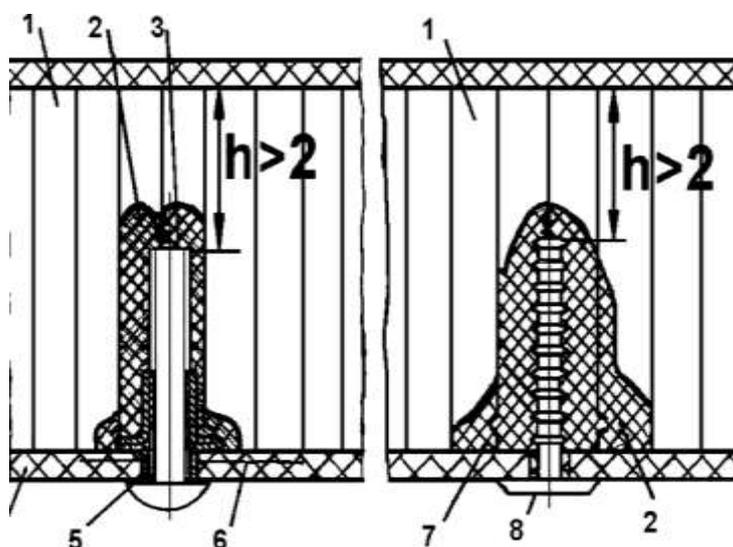


Рисунок 3 – Ремонт расслоений с установкой гаек-пистонов (для сотовых конструкций): 1 – ремонтируемый агрегат; 2 – клей, зашприцованный в зону ремонта; 3 – винт М4, установленный в гайку-пистон; 4 – ремонтируемая (расслоившаяся) обшивка; 5 – гайка-пистон; 6 – дефект (расслоение); 7 – отверстие в стенке сот для затекания клея; 8 – заглушка

2.3 Ремонт сквозной пробоины многослойной конструкции из ПКМ с сотовым заполнителем

Ремонт сквозной пробоины сотовой конструкции из ПКМ выполняется со стороны внутреннего контура по технологии (рис. 4).

Вначале размечается зона повреждения, захватывающая размеры обеих пробоин, удаляется ЛКП вокруг зоны дефекта с обеих сторон конструкции. После этого вырезается поврежденный участок конструкции,

кромки выреза которой не должны иметь расслоений. Из сотовой панели с ячейкой, не менее 2,5 мм, вырезается и устанавливается заготовка вставки заполнителя. Стыковка вставки с заполнителем конструкции производится на клее ВК-9. Взамен вырезанных участков обшивки изготавливаются новые, изготовленные из стеклопластика с аналогичным количеством слоев [5], которые зачищаются и устанавливаются с нанесенным клеем и фиксируются склеивающей лентой ЛТ-19. Давление создается в пределах 0,01...0,08МПа при помощи грузов или вакуумного мешка и выдерживается согласно режиму [4].

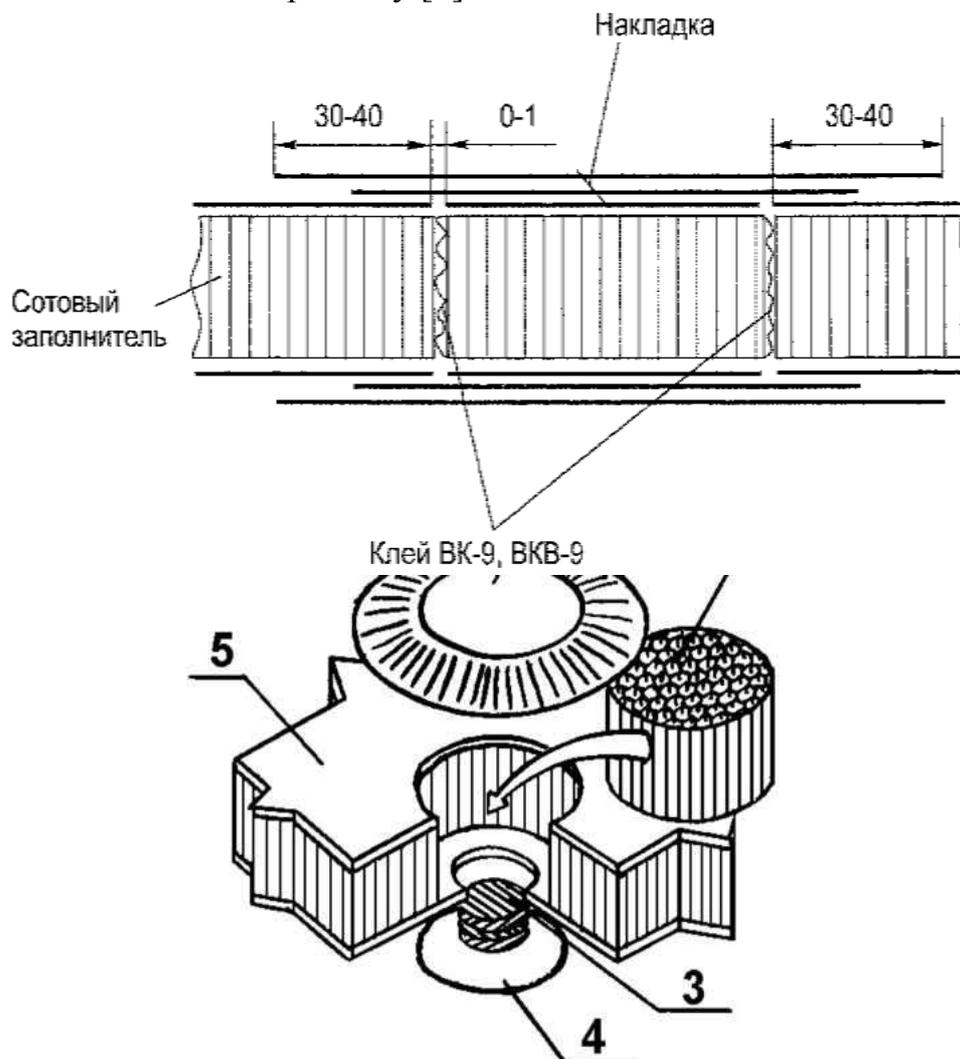


Рисунок 4 – Ремонт сквозной пробоины: 1 – заплата (готовая или изготовленная на месте ремонта формованием); 2 – вставка сотозаполнителя; 3 – прокладки из ткани, пропитанные клеем; 4 – заплата (готовая или изготовленная на месте ремонта формованием); 5 – ремонтируемый агрегат

ЛИТЕРАТУРА

1. Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники ГА (НТЭРАТ ГА-93). – М.: МГА, 1994.
2. Васильев В. В. Композиционные материалы: справочник / В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин и др.; Под общей ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
3. Ривин Г. Л. Ремонт конструкций из полимерных композиционных материалов летательных аппаратов: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 75с.
4. Тех. Документация а/к «Трансаеро».
5. Тех. Документация The Boeing Company.

ПРОГРАММЫ, РЕГЛАМЕНТ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Гумиров Э. В.
gumi16@mail.ru

Идиатуллов З. Р.
(научный руководитель)

*Кафедра нанотехнологии в электронике
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева
(г. Казань)*

Своевременное и качественное выполнение в полном объеме работ по техническому обслуживанию обеспечивает поддержание заданного уровня надежности и работоспособности самолета. При выполнении каждого вида технического обслуживания самолета должны быть устранены отказы и неисправности, выявленные экипажем в полете, обнаруженные при техническом обслуживании самолета и подлежащие устранению в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

Регламент технического обслуживания (РО) является основным документом, определяющим объем и периодичность выполнения плановых работ по техническому обслуживанию (ТО) планера и его систем, силовой установки, авиационного и радиоэлектронного оборудования. Все работы, предусмотренные РО, а также дополнительные работы должны выполняться в полном соответствии с НТЭРАТ ГА, действующими технологическими указаниями, инструкциями

по технической эксплуатации (в части технологии выполнения работ), бюллетенями заводов-поставщиков, введенными в действие указаниями, приказами ГС ГА. Если объем и сроки выполнения работ, указанных в РО, расходятся с объемом и сроками их выполнения, приведенными в паспортах и инструкциях по эксплуатации готовых изделий, то при ТО следует руководствоваться Пр. Техническое обслуживание оборудования, вновь установленного на самолете, до получения утвержденной ГС ГА документации, следует выполнять в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. ТО должен выполнять инженерно-технический состав, имеющий допуск к обслуживанию самолета и несущий ответственность за полноту и качество выполняемых работ. При выполнении всех видов работ по ТО следует строго соблюдать правила техники безопасности. На каждую форму ТО и дополнительные работы оформляется техническая документация согласно положениям, действующим в гражданской авиации. Смазку узлов, сочленений и трущихся поверхностей самолета и его оборудования производить в сроки и объеме, указанные в картах смазок. Регламент является основным документом, определяющим объем и периодичность выполнения работ по техническому обслуживанию самолета.

Своевременное и качественное выполнение в полном объеме работ по техническому обслуживанию обеспечивает поддержание заданного уровня надежности и работоспособности самолета. При выполнении каждого вида технического обслуживания самолета должны быть устранены отказы и неисправности, выявленные экипажем в полете, обнаруженные при техническом обслуживании самолета и подлежащие устранению в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маяков Л. Б. Регламент технического обслуживания / Л. Б.Маяков, С. В.Далецкий, В. Б.Лойко, В. А.Кириллов, А. А.Карпов.
2. Техническая эксплуатация летательных аппаратов / Под редакцией Н.Н. Смирнова. – М.: Транспорт,1990.
3. Орлов К. Я. Ремонт самолетов и вертолетов / К. Я. Орлов, В. А. Пархимович. – М.: Транспорт, 1986. – 185 с.

**СЕКЦИЯ
«ПРИЛОЖЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК В ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ»**

Председатель – к.ф.-м.н. доцент Хазанов Дмитрий Владимирович
Секретарь – к.т.н. Вайчас Андрей Антанасович

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ
НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Карабанов А. Д.
krab-94@yandex.ru

Гайнуллина Н. Р.
(научный руководитель)
79093073258@yandex.ru

*Кафедра нанотехнологии в электронике
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева
(г. Казань)*

Данное исследование актуально, так как количество потребляемой энергии постоянно растёт, и в связи с этим остро стоит проблема обеспечения данным ресурсом всего человечества и, в частности, такого важного сектора, как гражданская авиация.

При выполнении работы была поставлена следующую цель: анализ возможности применения солнечных батарей на основе перовскита на летательных аппаратах гражданской авиации.

Задачи исследования:

- провести сравнительный анализ перовскита и кремния в солнечных батареях;
- проанализировать перспективы применения перовскита в солнечных батареях;
- оценить возможность применения солнечных батарей на основе перовскита в гражданской авиации.

Областью исследования является фотоника.

Предмет исследования – солнечные батареи на основе перовскита.

Методы исследования, использованные в данной работе:

- теоретический анализ книг, статей и различной литературы по фотонике, фотовольтаике, электронике и химии;
- аннотирование (краткая запись общего содержания книги или статьи);
- сравнительный анализ.

Как известно, основная часть солнечных батарей изготавливается на основе кремния. Однако, в связи с тем, что технология изготовления фотоэлемента на основе кремния довольно сложна, постоянно ведётся поиск альтернативных материалов, позволяющих упростить процесс.

Одним из таких материалов является перовскит, обладающий свойствами преобразования энергии солнечного света в постоянный электрический ток.

На рис. 1, приведённом ниже, можно увидеть, что эффективность батарей с использованием перовскита растёт очень быстрыми темпами, догоняя традиционные батареи с использованием кремния.

При сравнительном анализе перовскита и кремния в солнечных батареях были получены следующие результаты:

- 1) устройства на основе перовскита имеют высокую эффективность превращения света в электричество – 20,2% и эта величина постоянно растёт, при том, что у кремниевых аналогов – 25%;
- 2) большое напряжение – 1,07 В, с использованием кремния – 0,7;
- 3) толщина слоя светопоглощающего перовскита в солнечной панели равна 330 нм, у кремниевого аналога – 0,15 мм;
- 4) значительно большая гибкость, чем у кремния [2];
- 5) у солнечного элемента с применением перовскита более простой метод изготовления;
- 6) экономичность перовскита, в сравнении с кремнием;
- 7) Перовскит менее вреден для окружающей среды [3].



Рисунок 1 – Эволюция эффективности материалов, используемых в солнечных батареях [1]

Использование солнечных батарей не ограничивается применением их для получения электроэнергии для домов, заводов и фабрик, а так же возможно для электрического питания различных летательных аппаратов.

Преимущества применения солнечных батарей в гражданской авиации:

– уменьшение веса летательного аппарата, например, один из известных образцов SOLARIMPULSE 2 – самолёт, полностью питаемый солнечными батареями, весит 2 268 килограмм, что сравнимо с весом машины [4];

– при использовании перовскита в солнечных батареях значительно уменьшатся затраты на летательный аппарат;

– изготовление солнечных элементов на основе перовскита значительно экономит время на сборку самолёта;

– солнечные батареи на основе перовскита более экологичны, чем топливо, используемое на данный момент.

Главный результат данного исследования: была обоснована эффективность использования солнечной батареи на основе перовскита в гражданской авиации, так как, во-первых, они превосходят кремниевые батареи в большинстве характеристик, во-вторых, их использование не наносит значительного вреда окружающей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Martin Green, University of New South Wales, Australia, 2013.
2. Mingzhen Liu, Michael B. Johnston & Henry J. Snaith, Efficient planar heterojunction perovskite solar cells by vapour deposition, Nature 12509, 396 p., (2013).
3. WoonSeok Yang, Jun Hong Noh, Nam Joong Jeon, Young Chan Kim, Seungchan Ryu, Jangwon Seo, Sang Il Seok, High-performance photovoltaic perovskite layers fabricated through intramolecular exchange, Science 12 June 2015.
4. Neil Shea, Solar Plane Takes Off on Round-the-World Quest, National Geographic 8 March 2015.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ БИОРЕЗОНАНСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПИЛОТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Бобина Е. А.

Гимадеева Л. А.
(научный руководитель)

*Кафедра радиоэлектронных и квантовых устройств
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева
(г. Казань)*

Устройство для оперативной биорезонансной диагностики пилотов гражданской авиации позволяет уменьшить риск возникновения внезапных нарушений состояния пилотов во время полёта. Известные устройства, основанные на измерении электропроводности точек акупунктуры, не учитывают индивидуальные особенности организма пилота. В предлагаемом устройстве предполагается измерение индивидуальных частот органов пилота. Анализируя спектрограммы проверяемого пилота, можно делать вывод о его допуске к полёту.

Одной из главных проблем современной гражданской авиации является несвоевременная, либо недостоверная диагностика состояния здоровья лётчиков. Чтобы уменьшить риск возникновения внезапных нарушений состояния пилотов во время полёта, необходимо проводить их комплексное обследование перед каждым рейсом.

В инженерно-психологических и медико-биологических исследованиях, особенно при оценке уровня психоэмоциональной напряженности пилота, широко применяются электрофизиологические показатели состояния человека.

Мы предлагаем устройство для оперативной биорезонансной диагностики, позволяющее в короткие сроки выявлять скрытые патологии в организме пилота, в том числе, степень имеющихся нарушений в различных органах и системах (кровеносной, нервной и т. д.)

Медицинское тестирование с помощью этого устройства основано на методе Р. Фолля. Доктор Фолль разработал систему диагностики, основанную на измерении электропроводности точек акупунктуры. Разность потенциалов в биологически активных точках находится в непосредственной зависимости от состояния человека на данный момент, как физического, так и душевного [1].

В настоящее время известно, что каждый орган обладает своим собственным спектром и специфическими характеристиками (формой, частотой) колебаний. В здоровом организме сохраняется относительный баланс электромагнитных колебаний, а при патологических отклонениях наблюдаются нарушения этой гармонии колебаний [2].

Отличие предложенного нами метода от метода Р. Фолля заключается в том, что в последнем не учитывается индивидуальная частота пациента.

Таким образом, следует проводить биорезонансную диагностику, анализируя индивидуальные спектрограммы пилотов. На базе этих спектрограмм возможно проводить и дальнейшее лечение. Допустимая сила тока при измерениях лежит в пределах 5–20 мкА, напряжение 1.5–2 В, время воздействия 4–7 с., рабочая частота $f_{\text{раб}} = 30$ МГц, диапазон собственных частот органов человека $\Delta f = 6\text{--}100$ Гц. Снятие показателей производится с помощью анализатора спектра Signal Hound USB-SA44B. По спектрограммам можно определить отклонение спектра больного пациента от спектра здорового. Лечение производится при воздействии сигнала идеального пациента на больного.

Устройство УОБД состоит из одного измерителя: измерителя параметров пациента.

В состав измерителя параметров пациента (ИПП) входят: автогенератор (АГ), эмиттерный повторитель (ЭП), двухкаскадный усилитель мощности.



Рисунок 1 – Функциональная схема УОБД: ИПП – измеритель параметров пациента; ПК – персональный компьютер

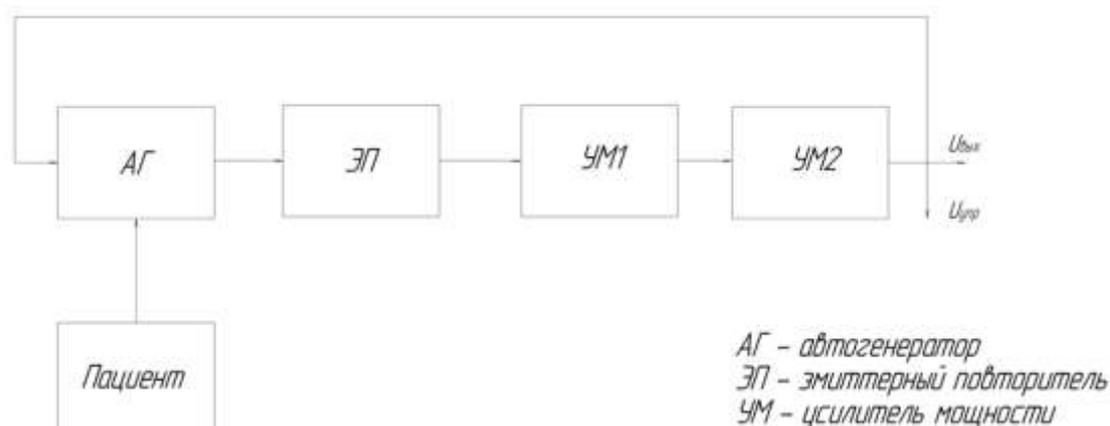


Рисунок 2 – Структурная схема УОБД

Устройство для оперативной биорезонансной диагностики состоит из следующих блоков:

- АГ – автогенератор;
- ЭП – эмиттерный повторитель;
- УМ – двухкаскадный усилитель мощности;
- анализатор спектра USB-SA44B.

Бюджетный анализатор спектра USB-SA44B, новинка 2015 года. Американская компания Test Equipment Plus, специализирующаяся на разработке и обслуживании тестового оборудования, выпустила новый компактный анализатор спектра – SignalHound USB-SA44B. Данное устройство подключается к компьютеру по шине USB и функционирует на основе специального программного обеспечения. На сегодняшний день анализатор спектра USB-SA44B является одним из лучших на рынке по соотношению цена – качество. Диапазон рабочих частот анализатора спектра – 1 Гц–4.4 ГГц. SA44B может работать в диапазоне отстроек от несущей 1 Гц–250 кГц [3].

Устройство для оперативной биорезонансной диагностики, учитывающее индивидуальные особенности пилотов, рекомендуется к использованию во врачебно-лётной экспертизе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самохин А. В. Электropунктурная диагностика и терапия по методу Р. Фолля / А. В. Самохин, Ю. В. Готовский – 5-е изд., стереотипное. – М.: ИМЕДИС, 2006. – 528 с.
2. Готовский Ю. В. Новые направления в биорезонансной и мультирезонансной терапии / Теоретические и клинические аспекты применения биорезонансной и мультирезонансной терапии. – М.: Импедис, 1996. v С. 10-11.
3. Signal Hound USB-TG44A Инструкция пользователя. Test Equipment Plus 2010. Перевод ООО «Радиокомп».

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВС

Ефремов Е. Ю., Животова А. В., Сычёва А. А.

Витютина Е. А.

(научный руководитель)

Цикловая комиссия авиационного оборудования

Курсановский филиал МГТУ ГА

(г. Курсанов)

В данном докладе описан новый источник электроэнергии – гелиевый аккумулятор. Он появился недавно. В качестве диэлектрика применяется жидкий гелий. Его преимуществами, по сравнению с кислотными аккумуляторами, которые применяются на воздушных судах, являются: безопасность, долговечность, стабильная мощность, быстрая зарядка, меньший вес и габариты. Недостатками являются: чувствительность к низким температурам, высокая стоимость. В докладе описана работа аккумулятора, преимущества, недостатки и возможное использование в авиации.

Как известно, практически в любых устройствах применяется электроэнергия, авиация тоже не остается в стороне. АКБ – источник питания электроэнергией бортовой сети, которая вырабатывается и накапливается в самом аккумуляторе за счет химических процессов. Является устройством многоразового пользования. Если доступно, то аккумулятор удерживает в себе электрический ток, при надобности отдает его на источники питания бортовой сети. Сейчас все самолеты во время полета запитываются энергией от генераторов. Те, в свою очередь, запитывают АКБ. АКБ заполнены кислотами, которые вредны при испарении, также при попадании на поверхность кожи и т. д. Но сейчас есть альтернативный вариант кислотным АКБ. Взамен можно предложить более новый вид – гелиевые АКБ. Гелиевые аккумуляторные батареи, по сути все те же свинцовые пластины в электролите. Только электролит в виде геля. Достигается это двумя способами.

Когда в раствор кислоты добавляют двуокись кремния, что и вызывает загустение электролита. Такие батареи маркируются как GEL – Gel Electrolite.

Второй вариант: под аббревиатурой AGM – Absorptive Glass Mat, в переводе на русский – «поглощающее стекловолокно». В этом варианте между электродами ставится стекловолокно и заполняется электролитом. Стекловолокно в этом случае выполняет функцию каркаса для жидкости, которая никуда отсюда не уйдет. В дальнейшем мы сравним два эти вида АКБ и приведем плюсы и минусы обоих.

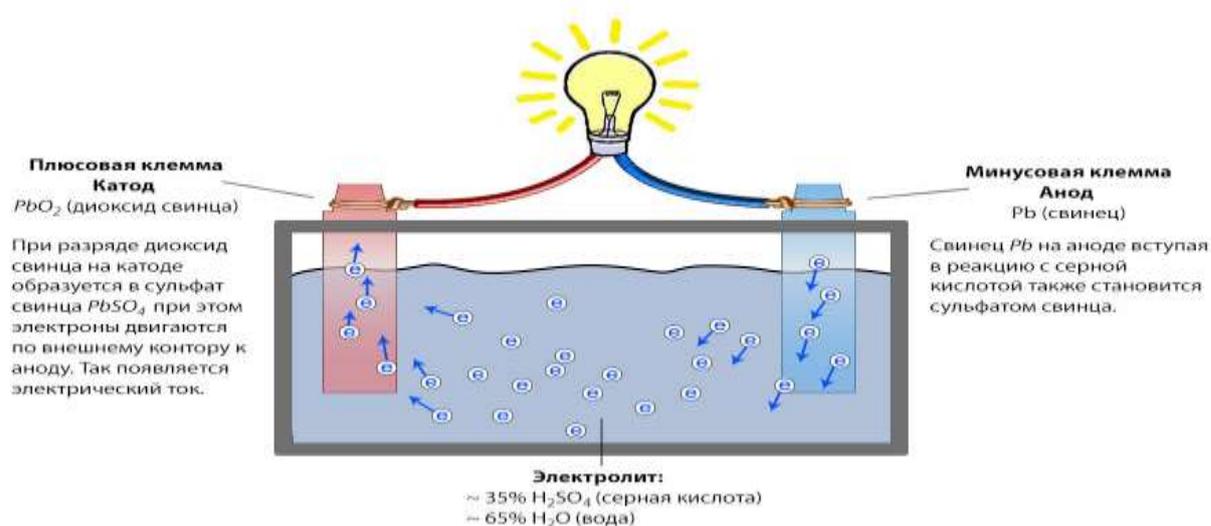


Рисунок 1 – Кислотная аккумуляторная батарея

Использование кислотных АКБ.

Да, это источник электроэнергии, но стоит задуматься о его, на первый взгляд, незаметных недостатках:

- высокое внутреннее сопротивление увеличивает просадки напряжения на питающих кабелях, что существенно снижает эффективность работы усилителей звука, а также время заряда;
- глубокие разряды быстро выводят АКБ из строя;
- жидкое состояние электролита не позволяет использовать батарею в положениях, отличных от вертикального, так как это может привести к вытеканию опасного раствора серной кислоты, а также внутреннему короткому замыканию;
- испарение водорода исключает возможность установки АКБ в салон автомобиля или в других замкнутых пространствах;
- большое время заряда делает затруднительным полное восстановление емкости при глубоких разрядах, что способствует уменьшению срока службы батареи;
- высокое содержание сурьмы до 10% (полуметалл добавляется для обеспечения прочности пластин) значительно повышает удельное сопротивление и способствует процессу газообразования.

Так же следует отметить плюс данного вида источника питания. Это низкая цена.

Но в авиации главное не цена, а безопасность и эффективное использование. Этим всем обладают гелиевые АКБ.

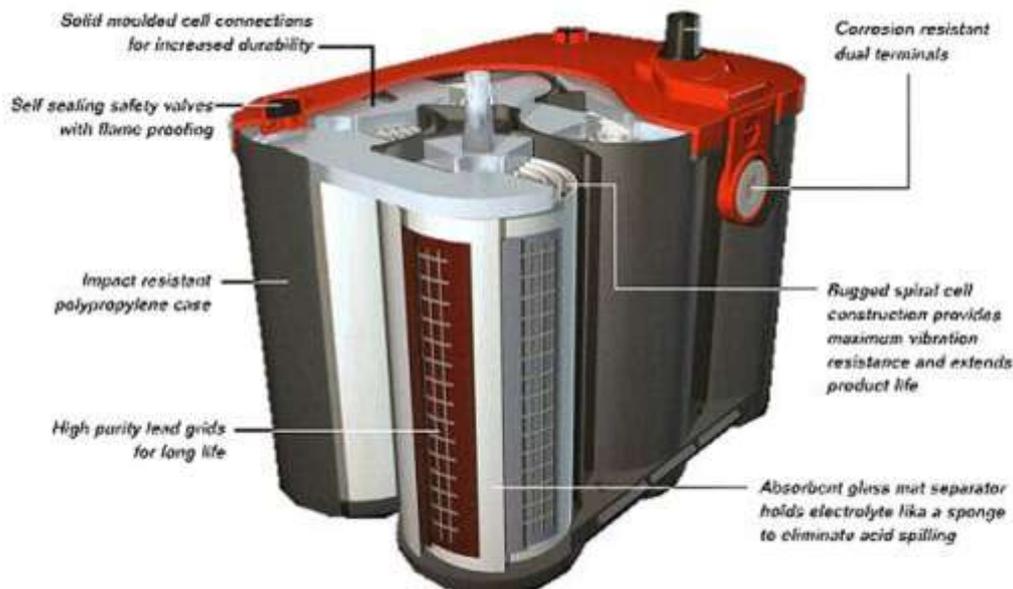


Рисунок 2 – Гелиевая аккумуляторная батарея

И они во многом превосходят кислотные АКБ. Приведем плюсы гелиевых АКБ:

- гораздо менее активная разрядка при использовании большого количества оборудования;
- быстрая зарядка с использованием зарядного устройства (порядка 2 часов до 100%);
- восполнение большего количества утраченного заряда при работе генератора;
- долговечность при соблюдении режимов эксплуатации;
- отсутствие необходимости обслуживать батарею;
- работа в любом положении;
- стабильная мощность;
- большой пусковой ток;
- компактная батарея – меньший вес и габариты;
- экологическая безопасность – газы не выделяются в атмосферу.

В кислотных АКБ значительно больше, чем минусов. Минусы:

- слишком высокая цена;
- очень заметная чувствительность к повышенным токам и моментальное разрушение под их воздействием;
- необходимость ровного тока при зарядке, иначе гелиевый наполнитель расплавится;
- невозможность использовать долгое время на холоде.

Необходимо отметить, что на ВС не так уж и много свободного места, а следовательно надо распоряжаться им разумно. Это подходит гелиевым АКБ, т. к. они имеют меньшие габариты. И как уже отмечалось, самое главное – это безопасность. Электролит – это все-таки кислота,

ее выплескивание чревато ожогами и повреждениями.

В случае с гелиевой батареей вытекание электролита исключено, даже если пробит корпус. Такая батарея может работать в любом положении. Не нуждается в обслуживании – не нужно никаких доливок и заправок.

Гелиевый электролит дает и самое главное преимущество: более высокие выходные токи и большую емкость самой батареи, что позволяет сделать ее более компактной. Гелиевые аккумуляторы не боятся глубокого разряда. Обычному аккумулятору в таком случае потребуются реанимация. С гелиевыми такого не происходит, электролит в нашем случае не испаряется, пластины не высыхают и не окисляются. Если обычный аккумулятор выдерживает несколько десятков циклов разряд – заряд, то для гелиевого эта цифра возрастает до полутысячи, что дает ему 10 лет жизни.

Еще один плюс в пользу безопасности. В аккумуляторе происходит химический процесс, в результате которого образуются газы. В случае с обычными батареями – они выбрасываются в атмосферу, в случае с гелиевыми – «прячутся» внутри геля при подзарядке, возвращаясь в состав электролита, – рекомбинируются.

Еще убирается минус гелиевого АКБ – использование в отрицательных температурах, т. к. АКБ используется внутри самолета и в резком понижении до отрицательных температур, а так же очень просто подогреть АКБ.

Чувствительность к повышенным токам и необходимость ровного тока при зарядке также можно убрать из недостатков. Самолет – это одно из самых совершенных машин и в нем используется множество качественных и современных автоматов защиты сети от перенапряжения, что не позволит разрушить АКБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный авиационный журнал «Крылья Родины», 2015. – № 7–8.
2. Национальный авиационный журнал «Крылья Родины», 2014. – № 12.

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В АВИАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Антипина А. С.
aluona_a95@mail.ru

Жарова Е. А.
(научный руководитель)

*Кафедра естественно-научных дисциплин
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В данной статье рассматривается такой вопрос, как антропологические факторы в авиации и их влияние на окружающую среду. Приводятся примеры основных воздействий на атмосферу с помощью химических и физических факторов. Загрязнение водяным паром и конденсационным следом самолетов. А также воздействие мелкодисперсной сажи и шумового порога.

В ходе цивилизационного процесса человек менял одни виды техногенных опасностей на другие. Создание надёжного жилища не что иное, как стремление обеспечить себе и семье защиту от естественных опасных и вредных факторов. Авиация не оказывает существенного негативного влияния на окружающую среду, но некоторые объекты, к ней относящиеся, достаточно пагубно воздействуют на экологию близлежащих к ним районов. Авиационный шум, выбросы вредных веществ, звуковой удар, электромагнитные излучения – все это факторы отрицательного воздействия.

Под антропогенными факторами понимаются разнообразные формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению среды обитания живых организмов, включая человека. Серьезными факторами дестабилизации среды жизни человека становятся техногенные аварии и природные катастрофы. Многие ученые, специалисты указывают на усиление связи между ними и на приобретение многими из них глобально-экологического характера. То, что самолеты своими выхлопными газами загрязняют окружающую среду, совершенно очевидно и не вызывает никаких сомнений. Да, собственно, любая хозяйственная деятельность человека наносит ущерб природе и способствует изменению климата. Вопрос лишь в том, сколь велик вклад того или иного ее вида в этот общий процесс. На долю авиации приходится примерно 3% всего антропогенного парникового эффекта. Надо сказать, что далеко не все эксперты согласны с такой оценкой. Что вполне естественно, потому что эта цифра носит очень приблизительный, отчасти даже умозрительный

характер. Ведь выхлопные газы самолетов содержат и двуокись углерода, и водяной пар, и оксиды азота, и мелкодисперсную сажу. Все эти компоненты оказывают на окружающую среду и на климат планеты отнюдь не однозначное, а иногда и разнонаправленное воздействие. Специфика влияния воздушного транспорта на окружающую среду состоит в значительном шумовом воздействии и выбросе загрязняющих веществ. Шум создают авиационные двигатели воздушных судов, вспомогательные силовые установки самолетов, спецавтотранспорт различного назначения, автомобили с тепловыми и ветровыми установками, сделанные на базе отработавших летный ресурс авиадвигателей, оборудование стационарных объектов, на которых производится техническое обслуживание и ремонт летательных аппаратов. Уровни шума достигают на перронах аэропортов 100 дБ, в помещениях диспетчерских служб от внешних источников – 90–95 дБ, внутри зданий аэровокзалов – 75 дБ. Наибольший шум на местности летательные аппараты производят вблизи аэропортов при выполнении взлётно-посадочных операций. Помимо шумового воздействия, авиация приводит к электромагнитному загрязнению среды. Его вызывает радиолокационная и радионавигационная техника аэропортов и летательных аппаратов, необходимая для наблюдения за полетами самолетов и метеообстановкой. Радиолокационные средства излучают в окружающую среду потоки электромагнитной энергии. Они могут создавать электромагнитные поля большой напряженности, представляющие реальную угрозу для людей.

На ряду с физическими факторами к антропогенным можно отнести химические факторы воздействия. Загрязнение биосферы продуктами сгорания авиатоплива – еще один аспект воздействия воздушного транспорта на экологическую ситуацию, однако авиация имеет ряд отличительных особенностей по сравнению с другими видами транспорта. Использование, в основном, газотурбинных двигателей обуславливает иной характер протекающих в них процессов и структуру выбросов отработавших газов. К химическому загрязнению относится выброс углекислого газа. Чаще всего углекислый газ распределяется равномерно. Дело в том, что авиационное топливо – керосин – представляет собой сложную смесь углеводородов. Углерод составляет в ней – 86%, водород – 14%. При горении углерод соединяется с кислородом воздуха, так что сжигание каждого килограмма авиационного керосина пополняет атмосферу 3,15 килограммами углекислого газа. Поскольку же углекислый газ – вещество весьма стабильное, он равномерно распределяется вокруг всего земного шара. Кроме того, CO₂ легко мигрирует не только в горизонтальном направлении, но и в вертикальном, независимо от того, образовался ли он вблизи поверхности Земли или на высоте 10–11 тысяч метров, где пролегают

большинство коридоров гражданской авиации, не играет никакой роли. Несложно подсчитать, что примерно 2,2% всего антропогенного углекислого газа выбрасывается в атмосферу самолетами. На долю автомобильного транспорта приходится около 14%, другие виды транспорта – морской, железнодорожный и прочие – производят в сумме 3,8%.

К химическим загрязнителям относится и конденсационный след. Гораздо сложнее оценить роль выбрасываемого авиацией водяного пара. То есть количественная оценка особого труда не составляет: известно, что при сжигании одного килограмма керосина образуется 1,23 килограммов водяного пара. А вот с качественной оценкой дело обстоит сложнее. При попадании горячих и влажных выхлопных газов в холодную окружающую среду, пар конденсируется, образуя мельчайшие капельки воды, а на больших высотах, где температура заборного воздуха достигает 30–40–50 градусов ниже нуля, – мельчайшие льдинки. Эти капельки и льдинки порой хорошо видны с земли – в виде так называемого конденсационного следа, тянущегося за самолетом. Какое воздействие этот след оказывает на атмосферу, зависит от высоты полета. Однако, полеты самолетов на больших высотах и с высокими скоростями приводят к рассеиванию продуктов сгорания в верхних слоях атмосферы на больших территориях, что снижает степень их влияния на живые организмы. На отработавшие газы авиационных двигателей приходится 75% всех выбросов гражданской авиации, включающих также атмосферные выбросы спецавтотранспорта и стационарных источников. Водяной пар нагревает и охлаждает атмосферу. В стратосфере, с ее крайне низким содержанием влаги – менее 0,01 промилле – льдинки конденсационного следа быстро испаряются. А вот в тропосфере, где воздушные массы могут быть до предела насыщены влагой, поведение конденсационного следа зависит от множества погодных факторов. Если влажность воздуха высока, кристаллики льда вбирают в себя дополнительно воду, растут, и из конденсационных следов могут сформироваться перистые облака. Они способствуют дальнейшей конденсации влаги из воздуха, в результате плотность и водность облаков увеличиваются. Такое развитие событий наблюдается в 10–20 процентах случаев. Иными словами, воздушный транспорт реально усиливает облачность на нашей планете. Правда, здесь уместен вопрос: хорошо это для климата или плохо? С одной стороны, облака отражают часть коротковолнового солнечного излучения обратно в космос. Упрощенно говоря, конденсационные следы отбрасывают на землю тень, а в тени прохладнее, чем на солнцепеке. С другой стороны, кристаллики льда в таких облаках поглощают длинноволновое инфракрасное излучение, а затем направляют часть этого тепла на землю. Налицо два разнонаправленных эффекта, и какой из них превалирует,

специалисты точно сказать не могут, хотя я склонна полагать, что нагрев все же несколько сильнее охлаждения. Еще одним химическим фактором, влияющим на окружающую среду и климат, является мелкодисперсная сажа в виде пыли. Диаметр сажевых частиц в выхлопных газах самолетов составляет от 5 до 100 нанометров. Понятно, что эта пыль, едва попав в атмосферу, вносит свой вклад в образование конденсационного следа, поскольку на ней оседает часть водяного пара, выбрасываемого самолетом одновременно с сажей. Да и помимо этого, сажевые частицы могут неделями пребывать в воздухе во взвешенном состоянии, способствуя формированию облаков. Однако в этих же процессах участвуют и пылевые частицы иного происхождения, как естественного (вулканическая пыль, пыль пустынь, пыль от эрозии почв), так и антропогенного (эмиссии промышленных предприятий), а кроме того капельки жидкости разной природы. В такой ситуации оценить влияние сажи вообще, а тем более сажи, выбрасываемой именно самолетами, крайне сложно. Даже на вопрос: способствует ли сажа увеличению или уменьшению облачности – окончательного и однозначного ответа пока нет. Авиация и космические полеты отрицательно влияют на озоновый экран. При космических запусках ракет, а также систем многократного использования «Шаттл», в стратосфере образуются дыры, которые сохраняются длительное время после полета. Отдельная тема – влияние выхлопных газов самолетов на концентрацию озона в атмосфере. Как известно, камера сгорания современного авиационного двигателя может раскаляться до 2000 градусов. При таких температурах азот, находящийся в воздухе в свободном состоянии, связывается с кислородом, образуя оксиды NO и NO₂, однако эти оксиды оказывают на атмосферный озон разнонаправленное действие: на больших высотах они его разлагают, на малых высотах – образуют. Разложение озона превалирует на высотах более 16 тысяч метров, однако туда обычные гражданские самолеты не залетают. Их коридоры расположены ниже 12 тысяч метров, а там оксиды азота вызывают активное образование озона. К сожалению, этот так называемый тропосферный озон усиливает парниковый эффект – так же как углекислый газ или водяной пар. К тому же повышенное содержание озона в воздухе негативно отражается на здоровье. И этот озон никак не связан с тем озоновым слоем в стратосфере, который защищает нашу планету от жесткого ультрафиолетового излучения. Иными словами, озоновую дыру над Антарктикой выхлопными газами самолетов не залатаешь.

Итак, антропогенные опасности в авиации возрастали и продолжают нарастать. Ошибки, допускаемые человеком, реализуются при проектировании и изготовлении технических систем, при их обслуживании (ремонт, монтаж, контроль), при неправильном выполнении техническим

персоналом (операторами) процедур управления, при неправильной организации рабочего места оператора, что требует усиленного контроля по данной проблеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахатов А. Г. Экология: энциклопедический словарь / А. Г. Ахатов. – Казань, ТКИ, Экополис, 1995. – 368 с.
2. Природопользование: экологический энциклопедический словарь / Под ред. А. С. Моница. – М.: Издательский дом «Ноосфера», 1999. – 531 с.
3. Авиационная экология [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://environments.land-ecology.com.ua/novosti/135-velosiped-v-gorode/2852-aviacionnaya-ekologiya.html> (дата обращения 20.11.2015).
4. Влияние авиатранспорта на окружающую среду [электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://mylovekid.ru/p/mlk-802.html> (дата обращения 20.11.2015).
5. Влияние авиатранспорта на окружающую среду [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2204200/page:2/> (дата обращения 20.11.2015).
6. Исследование влияния эмиссии авиационных двигателей на окружающую среду [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: http://www.lii.ru/issledovanie_vliyaniya_emissii_aviatsionnyh_dvigatlej_na_okruzhayuyuyu_sredu.html (дата обращения 20.11.2015).

О ПОНЯТИИ МАССЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Бондарай А. А.
(*bondoray@mail.ru*)

Вайчас А. А.
(*научный руководитель*)

*Кафедра естественно-научных дисциплин
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Рассмотрено понятие массы в специальной теории относительности. Показана независимость массы тела от скорости его движения и неоправданность использования понятия «релятивистская масса» при изучении физики.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе преподавания физики учителя и преподаватели высшей школы применяют различные методические приемы, использование которых не должно искажать суть и содержание физики. Однако это требование выполняется не всегда и наиболее ярко его нарушение проявляется при изучении понятия «масса» в специальной теории относительности (СТО). Одним из наиболее распространенных заблуждений, которые до сих пор широко встречаются при изложении данной темы, является утверждение, согласно которому масса тела зависит от скорости тела в данной инерциальной системе отсчета (ИСО).

Цель данной работы – показать несостоятельность и ошибочность данного утверждения, а также провести анализ учебной литературы по физике, представленной в библиотеке Иркутского филиала МГТУ ГА, на предмет наличия в ней подобных заблуждений.

1 ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ СКОРОСТИ МАССЫ

К выводу о том, что масса электрона зависит от скорости его движения, немецкий физик В. Кауфман пришел в 1896–1898 гг., то есть за несколько лет до появления СТО. В экспериментах, которые он проводил в то время, исследовалось отклонение катодных лучей в магнитном поле. В своих расчетах для электронов он применял формулы импульса и кинетической энергии, используемые в классической механике. Это закономерно, ведь СТО еще не была создана (до её появления пройдет 7–8 лет). Проведенные Кауфманом расчеты приводили его к формуле, из которой следовало, что удельный заряд электрона e/m зависит от его скорости. А поскольку еще Фарадеем был сформулирован закон сохранения электрического заряда, то Кауфман предположил, что от скорости зависит масса электрона [1]. В то же самое время (1899 г.) Г. Лоренц [2] – знаменитый голландский физик, создатель электронной теории вещества, используя ньютонову связь между силой и ускорением $\vec{F} = m\vec{a}$, ввел для электрона «продольную» и «поперечную» массы. «Продольной» массой обладает электрон, у которого ускорение совпадает с направлением движения (скорости), а «поперечная» масса характеризует движение электрона, у которого ускорение перпендикулярно направлению движения (скорости). Обе массы частицы оказались зависящими от скорости ее движения, но по-разному:

$$m_{\text{прод}} = \frac{m}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}}, \quad m_{\text{попер}} = \frac{m}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}. \quad (1)$$

Но результаты опытов Кауфмана не согласовались с этими формулами Лоренца [1, 3].

В 1900 французский математик и физик А. Пуанкаре, используя ньютоновскую формулу для импульса, ввел в употребление «инертную» массу, характеризующую инертные свойства электромагнитной волны. Пуанкаре в своих рассуждениях исходил из того, что электромагнитная волна, несущая энергию E , обладает импульсом, абсолютная величина которого, в соответствии с теоремой Умова – Пойнтинга, равна E/c . Подставляя это значение в нерелятивистскую формулу Ньютона для импульса $\vec{p} = m\vec{v}$ и учитывая, что $v = c$, А. Пуанкаре ввел массу для электромагнитного поля, равную E/c^2 , откуда и появилось выражение $E = mc^2$. Поскольку электромагнитная волна не может находиться в покое, то найденная масса является динамической массой движущейся волны [1, 3].

Так, на рубеже 19-го и 20-го веков, из-за неправомерного использования формул классической (нерелятивистской) физики для объектов, движущихся с большой скоростью (релятивистских объектов), в физике появилось три вида масс: «продольная», «поперечная» и «релятивистская» (электромагнитная). После ввода формулы для релятивистской массы А. Пуанкаре, в физической литературе релятивистскую массу стали называть просто массой. Но тогда должна была возникнуть еще одна масса – «масса покоя». Именно эта масса совпадала с ньютоновской массой, для ее обозначения ввели дополнительный индекс у массы «0»: m_0 [1, 3].

Таким образом, еще до создания СТО А. Эйнштейном в 1905 году в физике утвердились следующие массы: «продольная», «поперечная», «релятивистская» – все эти массы зависели от скорости движения частицы (тела) и еще одна масса – «масса покоя» [1, 3].

В 1905 году А. Эйнштейн, развивая содержание СТО, публикует короткую заметку [4], в которой приходит к выводу, что масса тела является мерой, содержащейся в ней энергии: $E_0 = mc^2$, где E_0 – энергия покоящегося тела или частицы. В той же заметке Эйнштейн приходит к выводу, что, если тело отдает энергию ΔE , то масса тела уменьшается на величину: $\Delta E = \Delta m/c^2$. Таким образом, в этой работе было введено понятие энергии покоя тела и установлена эквивалентность массы тела и энергии покоя, т. е. в СТО утверждается новое содержание понятия «масса»: она является мерой энергии тела в состоянии покоя [1, 3].

2 МАССА, ЭНЕРГИЯ И ИМПУЛЬС В СТО

В 1909 году Г. Минковский (немецкий математик) придает формулам СТО симметричный вид, используя единое четырехмерное многообразие «пространство – время». Новое математическое изложение СТО позволяет ярче увидеть то, что ввела эта теория в физику и философию.

Как отмечалось ранее, теоретическое описание опытов Кауфмана было сделано на основе классических представлений, в то время, когда СТО еще не была создана. При составлении уравнений движения быстрых частиц непреднамеренно была установлена зависимость массы от скорости движения частиц (электронов). Лишь после создания СТО стало понятно, что для описания движения быстрых частиц, необходимо использовать не классические формулы кинематики и динамики, а новую механику, механику СТО. Рассматривая четырехмерные величины механики СТО (скорость, импульс, силу), Г. Минковский показал, что релятивистский множитель $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ появляется еще в кинематике СТО и никакого отношения к массе не имеет. Так «элементарно» СТО освободилась от нефизической величины – массы, зависящей от скорости (релятивистской массы) [1].

Согласно СТО, импульс частицы, двигающейся с большой скоростью (скоростью, близкой к скорости света), определяется выражением:

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (2)$$

Именно с помощью этого выражения когда-то и была введена «релятивистская масса»:

$$m_{\text{рел}} = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (3)$$

Сделано это было лишь из желания придать выражению (2) классический вид:

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (4)$$

Так появилась формула (3), содержание которой необъяснимо с физической точки зрения [1]. На самом же деле, выражение (3) является частным случаем более общего выражения (1) и в этом достаточно просто убедиться, положив в формуле (3) $v \ll c$.

Еще одним важным достижением СТО и, в тоже время ее отличием от нерелятивистской механики, является то, что энергия массивного тела

не обращается в нуль, даже когда такое тело покоится. В состоянии покоя тело обладает, как уже говорилось выше, энергией покоя:

$$E_0 = mc^2, \quad (5)$$

т. е. масса является мерой энергии тела в состоянии покоя. Эксперимент (ядерная энергетика, физика элементарных частиц) подтверждает правильность формулы Эйнштейна [1, 3].

Если же тело движется с некоторой скоростью относительно неподвижного наблюдателя, то оно кроме энергии покоя обладает и кинетической энергией. Таким образом, полная энергия тела в СТО определяется как сумма энергии покоя и кинетической энергии тела, и описывается выражением, полученным Эйнштейном:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (6)$$

Видно, что в случае покоящегося тела, т. е. когда $v = 0$, выражение (6) переходит в формулу (5). Кинетическая же энергия тела в этом случае может быть представлена как разность полной энергии тела и энергии покоя [3]:

$$E_\kappa = E - E_0 = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right). \quad (7)$$

Выражение (7) при скоростях $v \ll c$ переходит в классическое (с учетом разложения в ряд, при $v \ll c$, правомерно пренебречь слагаемыми второго порядка малости) [3]:

$$E_\kappa = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) = mc^2 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} - 1 \right) = \frac{mv^2}{2}. \quad (8)$$

Из формул (2) и (6) также следует, что массивное тело (с $m \neq 0$) не может двигаться со скоростью света, так как при этом должны обратиться в бесконечность энергия и импульс тела.

Получим немного другие выражения для импульса и энергии тела. Для этого исключим из формул (2) и (6) релятивистский множитель, тогда:

$$\vec{p} = \frac{E}{c^2} \vec{v}. \quad (9)$$

Применим эту формулу для частиц, движущихся со скоростью света в вакууме, т. е. положим $v = c$. В этом случае, из выражения (9) следует, что импульс релятивистской частицы:

$$p = \frac{E}{c}, \quad (10)$$

а энергия:

$$E = pc. \quad (11)$$

Полученные выражения устанавливают важное соотношение между энергией и импульсом релятивистских частиц. Если же из формул (2) и (6) исключить величину $\frac{v^2}{c^2}$, то получим еще одну очень важную формулу СТО, устанавливающую связь между энергией, массой и импульсом любой физической частицы или тела:

$$E^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2, \quad (12)$$

в частности, при $p = 0$ из (11) получается формула Эйнштейна для энергии тела в покое: $E_0 = mc^2$. Разрешим равенство (11) относительно массы тела (или частицы):

$$m^2 c^4 = E^2 - p^2 c^2. \quad (13)$$

Если в это выражение подставить энергию релятивистской частицы (11), то правая сторона равенства (13) становится равной нулю. Отсюда непосредственно следует, что фотон (истинно релятивистская частица) имеет нулевую массу. Говорят, что фотон – безмассовая частица, у него нет массы. И в любой ИСО он движется в вакууме с одной и той же скоростью, предельной, максимальной. С точки зрения отсутствия массы, все фотоны тождественны независимо от их энергии и импульса [1, 3].

Таким образом, согласно теории относительности, любой массе отвечает энергия, но отнюдь не наоборот: не любой энергии отвечает масса. Так что полной эквивалентности массы и энергии нет, а именно на полную эквивалентность этих величин указывало когда-то ошибочно записанное соотношение $E = mc^2$, из которого когда-то и был сделан неправомерный вывод о зависимости массы от скорости.

При этом следует отметить, что импульс и энергия любого тела меняются при переходе от одной инерциальной системы к другой, согласно преобразованиям Лоренца. Но масса же, как это следует из

выражения (13), остается при этом неизменной, она является лоренцевым инвариантом. В СТО используется лишь одна масса – масса тела, она инвариантна. К тому же, имеет то же числовое значение, что и масса в классической физике, т. е. масса тела в ньютоновой механике и масса того же тела в релятивистской механике – это одна и та же величина, что, в частности, доказывается, когда от релятивистских выражений для импульса и энергии переходят к классическим, положив $v = c$ [3].

3 АНАЛИЗ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Теперь, когда стали ясны причины появления «релятивистской массы» и понятно, почему ее использование неправомерно, предстояло узнать, в каких учебных изданиях в библиотеке Иркутского филиала МГТУ ГА, ещё существует миф о зависящей от скорости движения массы тела, а в каких отказались от «релятивистской массы» и методически верно излагают материал, посвященный СТО. Полученные результаты представлены в табл.1.

Таблица 1 – Результаты анализа учебной литературы

| Наименование источника | Авторы | Год издания | Наличие ошибочных утверждений |
|--|--|-------------|-------------------------------|
| Курс общей физики. часть I. | Г. А. Зисман О. М. Тодес | 1965 | + |
| Краткий справочник по физике. Издание третье. | Н. И. Карякин К. Н. Быстров П. С. Киреев | 1969 | + |
| Курс общей физики том I. Издание второе. | И. В. Савельев | 1982 | + |
| Курс физики. 2-е издание. | Т. И. Трофимова | 1990 | + |
| Физика: справочные материалы. 3-е издание. | О. Ф. Кабардин | 1991 | + |
| Курс общей физики. Том I. 5-издание | И. В. Савельев | 2006 | – |
| Сборник задач по общему курсу физики. Издание третье. | В. С. Волькенштейн | 2007 | + |
| Задачник по физике | А. Г. Чертов, А. А. Воробьев | 2008 | + |
| Курс физики. 17-е издание. | Т. И. Трофимова | 2008 | – |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, как было показано выше, масса, зависящая от скорости, не имеет никакого физического смысла. Это понятие возникло в начале XX века в результате неоправданного распространения ньютоновского соотношения между импульсом и скоростью на область скоростей, сравнимых со скоростью света, в котором оно несправедливо, что, безусловно, является ошибкой. Анализ учебной литературы показал, что в некоторых источниках эта ошибка еще встречается. Хочется отметить, что в некоторых современных изданиях материал изложен методически правильно, без ошибочных утверждений о зависимости массы тела от скорости и упоминания «релятивистской массы». Хотя в то же время в относительно современных задачниках до сих пор представлены задания, в которых требуется определить изменение массы тела с увеличением его скорости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розман Г. А. Лекции по специальной теории относительности. [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://rozman2.narod.ru/sto.html> (дата обращения 15.11.2015).
2. Lorentz H. A. // *Ibidem*. 1904. – V. 6. – P.809; переводы:
 - а) Принцип относительности: Сб. работ классиков релятивизма / Г. А. Лоренц, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Г. Минковский. – Под ред. В. К. Фредерикса, Д. Д. Иваненко. – Л.: ОНТИ. – 1935. – С. 76;
 - б) Принцип относительности: Сб. работ по специальной теории относительности / Сост. А. А. Тяпкин. – М.: Атомиздат, 1973. – С.67.
3. Окунь Л. Б. Понятие массы (масса, энергия, относительность) // «Успехи физических наук». – 1989г. – Т.158. – Вып. 3. – С. 511-529.
4. Einstein A. Ist die Tragheit eines Korpers von seinem Energieinhalt abhangig? *Ann Phys* 18. – 1905. – P.639-641. Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии? // *Собрание научных трудов*, Т.1. – М.: Наука. – 1965. – С. 86.

ВЛИЯНИЕ РАДИОВОЛН НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Казанцева А. И.

anna-kazan00@rambler.ru

Жарова Е. А.

(научный руководитель)

*Кафедра естественно-научных дисциплин
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Широкое применение технических средств и технологий, в основе которых используются электромагнитные волны (ЭМП), заставляет познавать воздействие этих полей и электромагнитного излучения на окружающую среду и человека. В работе коротко изложены последствия таких воздействий и меры по ограничению их влияния на окружающую природную среду и человека.

Источники электромагнитных излучений, к которым относятся: воздушные линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, технические средства радиовещания, телевидения, радиорелейной и спутниковой связи, радиолокационные и навигационные системы, лазерные маяки, бытовые приборы – Wi-Fi, СВЧ-печи и другие – существенно повлияли на естественный электромагнитный фон. Радиочастотные электромагнитные поля стали реальной угрозой всему живому.

Электромагнитное загрязнение окружающей среды происходит из-за радиопередающих устройств связи (автомобильных, портативных и ручных радиостанций и радиотелефонов), телевидения, радиолокационной, компьютерной и бытовой электротехники, а также трамваев и электропоездов. Источники электромагнитных излучений ультранизкой (0-10 Гц) и очень низкой частоты (10-1000 Гц) – электрифицированный городской и железнодорожный транспорт, линии электропередач, подстанции и кабельные трассы.

Установлено также влияние электромагнитного излучения (ЭМИ) на здоровье человека от бытовых электроприборов, которое может быть достаточно высоким. Например, на расстоянии 3 см магнитная индукция при работе фена равна 2 тыс. мкТл, электробритвы – 1,5 тыс. мкТл (сравните: естественный геомагнитный фон составляет 30–61 мкТл). При массовом распространении радиотелефон, прикладываемый время от времени к виску, как излучатель волн дециметрового диапазона с большой проникающей способностью, представляет опасность не только

для индивидуальных пользователей, но и для всех окружающих. С 1970-х гг. производится несколько миллионов микроволновых печей, в которых используется энергия сверхвысокочастотного (СВЧ) электромагнитного излучения.

Мы привыкли смотреть на научно-технический прогресс (НТП) как на фактор позитивный, способствующий достижению высокого материального и духовного благосостояния, как на мощный ускоритель социального прогресса. Но НТП выступает и как фактор, создающий экологические проблемы человечества. Такое положение создано и с ЭМИ, оно сопряжено с рядом отрицательных последствий, факторы риска становятся злокачественными во многом по нашей вине. Корень зла кроется исключительно в недостатке элементарного понимания людьми того, что только они в ответе за все происходящее на Земле. Биологический мир един, клеточные структуры почти идентичны, поэтому микроэффекты одинаковы. В настоящее время достоверно установлена высокая биологическая активность электромагнитных полей (ЭМП), все живое действительно чрезвычайно чувствительно к искусственным ЭМП антропогенного происхождения. Некоторые виды живых существ и растений особенно чувствительны к определенным частотам. Так, рыбы плохо переносят частоту 50 Гц при достаточно высокой напряженности поля. Рост леса замедляется при воздействии СВЧ с модуляцией 12, 25, 50 и 100 Гц. Цветы реагируют на звуковые частоты. На более высоком уровне организации возникает разнообразие и дифференцируется чувствительность к ЭМП.

Исследованиями ряда авторов подтверждены биологические эффекты излучения и общие неспецифические механизмы влияния ЭМП сверхнизкочастотного диапазона на повышение функциональной активности гипофизарно-надпочечниковой системы, сопровождающиеся у большинства обследованных активацией половой, а в ряде случаев гипофизарно-тиреоидной системы. В ряде проведенных исследований также была выявлена позитивная связь между низкочастотным электромагнитным излучением и развитием опухолей. Однако эта картина обнаруживается не во всех исследованиях. Наиболее выражен эффект ЭМП в развитии лейкоза у детей и лейкоза и опухолей мозга у взрослых людей, которые на работе облучаются этими полями.

Биологическими исследованиями установлено, что наиболее чувствительными к воздействию ЭМИ являются: центральная нервная система, глаза, гонады. При этом могут происходить нарушения деятельности сердечно-сосудистой, нейроэндокринной, кроветворной, иммунной систем и обменных процессов. Исследования показали, что репродуктивная система человека очень чувствительна к облучению ЭМП. При этом у мужчин выявлен довольно высокий процент случаев

импотенции, снижение тестостерона в крови. У женщин могут наблюдаться нарушения детородной функции (токсикозы беременности, самопроизвольные выкидыши, патология родов). Со стороны сердечнососудистой системы изменения чаще идут по типу нейроциркуляторной дистонии с характерными жалобами: боли в области сердца, одышка, особенно при физической нагрузке, ощущение сердцебиения и «замирания» сердца. Объективно: брадикардия, гипотония, приглушение первого топа сердца, иногда систолический шум на верхушке, синусовая аритмия, признаки гипоксии миокарда и др. Иногда наблюдается лейкопения, относительный лимфоцитоз, эозинофилия, увеличение числа эритроцитов. Однако изменения состава периферической крови не являются стойкими, а иногда по своим показателям противоречивы. Отмечаются слезотечение, резь в глазах, ощущение «песка» за веками, конъюнктивиты. При грубых нарушениях техники безопасности при работе с источниками излучения может развиваться катаракта. Со стороны эндокринной системы отмечено усиление функции гипофиза и коры надпочечников, а также повышение активности щитовидной железы.

Необходимо иметь в виду, что клиническая картина при воздействии электромагнитного поля различных диапазонов (ВЧ, УВЧ, СВЧ) имеет свои особенности и может значительно варьироваться. Все вышеперечисленные изменения в большинстве своем обратимы.

В целях предотвращения переоблучения и сохранения здоровья трудящихся введены «Санитарные нормы, и правила при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот», устанавливающие предельно допустимые уровни.

Влияние электромагнитных полей на здоровье человека – это исследуемая задача науки. В связи со стремительным ростом числа технологий и приборов, избежать влияния ЭМП в современном мире практически невозможно. Различные организации, как государственные, так и международные, разработали множество стандартов и требований для предотвращения, какого бы то не было влияния электромагнитных полей на окружающую среду и человека и, хотя почти вся продаваемая техника соответствует этим требованиям, актуальность этой проблемы по-прежнему остается.

Таким образом, можно заключить, что соблюдение санитарных и гигиенических норм при работе с источниками излучения и следование необременительным рекомендациям по использованию бытовых приборов практически нивелирует влияние электромагнитных полей на окружающую среду и человека, но этот вопрос должен и будет исследоваться далее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитина Е. М. Эргономика – защита пользователей от негативных воздействий электромагнитных полей дисплея / Никитина Е. М. – М.: 1998. – С. 10.
2. Ратынский М. А. Основы сотовой связи / М. А. Ратынский – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.
3. Распространение радиоволн [электронный ресурс]. – Режим доступа URL:
<http://www.electrosad.ru/Electronics/SFRadiohob/SFRadiohob11.htm>
4. Влияние радиоволн на окружающую среду [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.ordinarytech.ru/erdets-922-1.html> (дата обращения 20.11.2015).
5. Как wi-fi влияет на окружающую среду [электронный ресурс]. – Режим доступа URL:
<http://www.pravda.ru/science/planet/humanbeing/09-01-2011/1059477-wifibed-0/> (дата обращения 20.11.2015).
6. Воздействие электромагнитного излучения на живой организм [электронный ресурс]. – Режим доступа URL:
http://www.antonovayu.ru/page22/vozdeistvie_electromagnitnogo_izlushe_nia/index.html (дата обращения 20.11.2015).
7. Влияние радиоволн на организм человека [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://medbe.ru/news/nauka-i-tekhnologii/vliyanie-radiovoln-na-organizm-cheloveka/> (дата обращения 20.11.2015).
8. Влияние радиоволн на организм человека [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://pc4me.ru/vliyanie-radiovoln-na-organizm-cheloveka.html> (дата обращения 20.11.2015).

КРОТОВЫЕ НОРЫ

Куклин И. А.

nogrimm@mail.ru

Вайчас А. А.

(научный руководитель)

Кафедра естественно-научных дисциплин

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

Рассматриваются такие гипотетические объекты Вселенной, как кротовые норы. Описывается история их появления, свойства, классификация, условия существования и возможности обнаружения.

ВЕДЕНИЕ

Звездное небо всегда влекло человека своей красотой и загадочностью. С древних времен и по сей день человечество пытается постичь устройство мира и Вселенной. В последнее время удалось многое, мы многое знаем, человек вышел в открытый космос, искусственный спутник вот-вот выйдет за пределы Солнечной системы, но, вместе с тем, многое еще предстоит узнать и исследовать. В том числе и такие объекты Вселенной, как черные дыры и кротовые норы, изучение которых в настоящее время является довольно актуальной задачей астрофизики.

Цель данной работы – изучение истории появления понятия «кротовая нора», описание свойств кротовых нор, условий их существования и возможностей экспериментального обнаружения в нашей Вселенной.

1 КРотовые норы

1.1 История появления «кротовых нор»

О том, что различные части Вселенной могут быть связаны, упоминалось еще в работе Эйнштейна и Розена, датированной 1935 годом. Объект, посредством которого осуществлялась связь между ними, был назван мостом. Впоследствии его стали называть мостом Эйнштейна – Розена. Стоит отметить, что к подобным выводам ранее пришел физик Людвиг Флам, решая уравнения Эйнштейна еще в 1916 г. О результатах, полученных Фламом, Эйнштейн в то время не знал. Однако, несмотря на то, что эти работы появились достаточно давно, долгое время подобными объектами не интересовались. Всплеск интереса к подобным объектам произошел в 90-е годы. Отчасти это обусловлено открытием в космологии темной энергии, а отчасти этому способствовал такой жанр кино и литературы, как фантастика, в которой возродился интерес к теме путешествий во времени с помощью кротовых нор. Например, в известном романе К. Сагана «Контакт» 1985 года и в одноименном фильме Р. Земекиса, вышедшем в 1997 году [1, 2].

Сам термин «кротовая нора» обязан своим появлением известному американскому физику Джону Уилеру. В 60-х гг. XX века он предложил для объектов, описанных Фламом и Эйнштейном, термин «wormhole» – червячная дыра (червоточина). Такое название нравилось не всем русскоговорящим физикам и, в конце концов, в 2004 году путем голосования был выбран вариант, которой и стал общепринятым – «кротовая нора» [1, 2, 3].

Интересна история появления термина «червоточина». Как вспоминает Кип Торн, Уилер взял за основу червоточины в яблоках (рис. 1).



Рисунок 1 – Муравей исследует яблоко, снабженное червоточиной (кротовой норой) [3]

Для муравья, который ползает по яблоку, поверхность яблока – целая Вселенная. Если яблоко пронизывает червоточина, муравей может попасть сверху вниз двумя путями: кружным снаружи (через муравьиную Вселенную) или внутрь по червоточине. Маршрут по червоточине короче; это кратчайший путь с одной стороны муравьиной Вселенной на другую [3].

Можно дать разные определения кротовым норам; но общим для всех определений является свойство, согласно которому кротовая нора должна соединять между собой две неискривлённых области пространства. Место соединения называется кротовой норой, а его центральный участок – горловиной кротовой норы (рис. 2). Кротовая нора может соединять либо две разные Вселенные, либо одну и ту же Вселенную в разных частях [2].

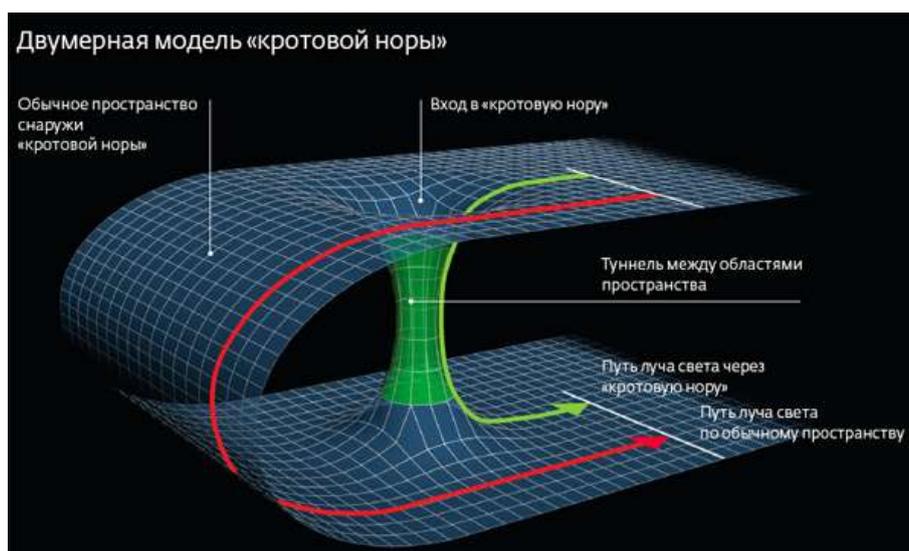


Рисунок 2 – Схематическое представление кротовой норы

1.2 Классификация кротовых нор

С точки зрения теоретических путешествий бывают проходимые и непроходимые кротовые норы. Непроходимые отдаленно напоминают черную дыру, но без сингулярности (область, в которой плотность энергии и материи достигает бесконечных значений). Материя попасть в такую кротовую нору может, а выйти уже нет. Это происходит из-за того, что проход через такие кротовые норы разрушается (коллапсирует), причем происходит это настолько быстро, что перейти из одного конца в другой никакой объект просто не успевает [1, 2].

Продимые кротовые норы, как следует из самого названия, представляют из себя объекты, попав в которые впоследствии можно выйти. Но чтобы нора была проходимой, она должна быть заполнена экзотическим веществом – веществом, у которого хотя бы местами, в каких-то точках, плотность энергии является отрицательной. Иногда такое вещество называют фантомной материей. На классическом уровне никто никогда такого вещества не видел, но оно в принципе может существовать. Экспериментально зарегистрированы квантовые эффекты, которые приводят к возникновению такого вещества, но в очень ничтожных количествах. Например, в квантовой теории поля известен эффект Казимира, который связан как раз с существованием отрицательной плотности энергии. Эффект Казимира заключается во взаимном притяжении проводящих незаряженных тел под действием квантовых флуктуаций в вакууме, например, двух параллельных незаряженных зеркальных поверхностях, размещенных на близком расстоянии. Причина эффекта – энергетические колебания физического вакуума из-за постоянного рождения и исчезновения в нем виртуальных частиц [1, 2, 3].

В теории кротовых нор выделяют также динамические кротовые норы или черно-белые дыры [1, 2, 4]. Иногда такие норы называют еще полупроходимыми. Дело в том, что в необычных черных дырах (заряженных, вращающихся и заряженных вращающихся) сингулярность отталкивает материю (и свет), когда та подлетит к ней слишком близко, уже под горизонтом черной дыры [2, 4].

Оказалось, что такие черные дыры могут быть не только черными, но и белыми, но уже не для нашей Вселенной. А именно, попадая в черную дыру, тело не попадает в сингулярность, а попадает в другую Вселенную. Также черная дыра в нашей Вселенной является белой дырой для какой-то третьей Вселенной. То есть из третьей Вселенной частица или объект через свою черную дыру попадает в нашу Вселенную. А тело из нашей второй Вселенной может попасть в первую Вселенную. Все три Вселенные разные.

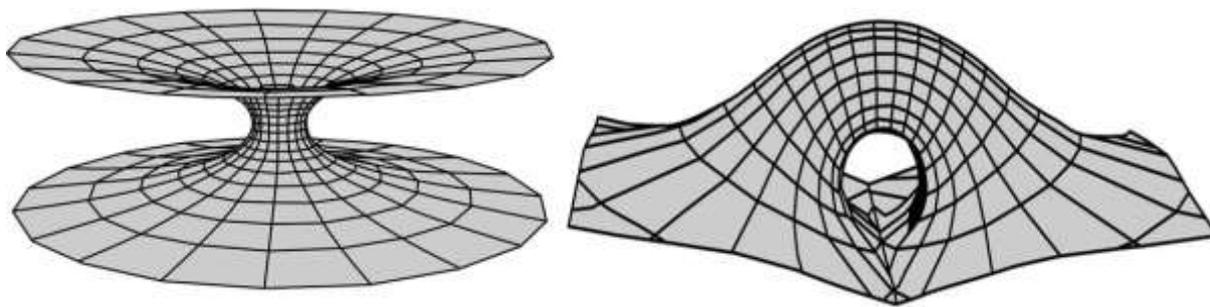


Рисунок 3– Схематичное изображение двух разных топологий кротовых нор: слева – топология сферы и справа – топология тора [2]

Таким образом, одно и то же тело, упав в черную дыру, в эту же Вселенную вернуться никогда не сможет [4]. То есть между разными Вселенными появляется некий тоннель, но тоннель проходимый в одном направлении. Такие тоннели в физике и называют полупроходимыми кротовыми норами или иногда – черно-белыми дырами [4].

Кроме этого, кротовые норы делятся также на внутримировые, которые соединяют разные Вселенные и межмировые, могут соединять разные участки одной и той же Вселенной [1, 2]. На рис. 3 показаны разные топологии кротовых нор. Если кротовая нора соединяет разные Вселенные, то в простейшем случае ее можно сделать сферически-симметричной, т. е. все величины и параметры этой кротовой норы не зависят от направления, а зависят только от радиуса (рис. 3а). Кротовая нора, соединяющая разные участки одной и той же Вселенной, имеет всегда выделенное направление – это направление между разными входами в кротовую нору (рис. 3б). Такая нора в лучшем случае будет обладать осевой симметрией. Иногда в литературе кротовые норы, которые соединяют одну и ту же Вселенную, называют рингхолами [2].

1.3 Кротовые норы и их визуальное восприятие

Что касается визуального восприятия кротовой норы, то если кротовая нора является непроходимой, отличить ее от черной дыры будет очень непросто. Если же она проходима, то через нее можно наблюдать объекты и звезды в другой Вселенной [2].

За счет эффектов, называемых в астрофизике гравитационным рассеянием, видимые звезды меняют свою яркость (несмотря на то, что все они одинаковые и равномерно-распределены в другой Вселенной) в зависимости от угла (по отношению к направлению на центр кротовой норы), под которым эти звезды видимы нам. Кроме этого, эффекты гравитационного рассеяния изменяют и среднюю плотность звезд вблизи конкретной точки.

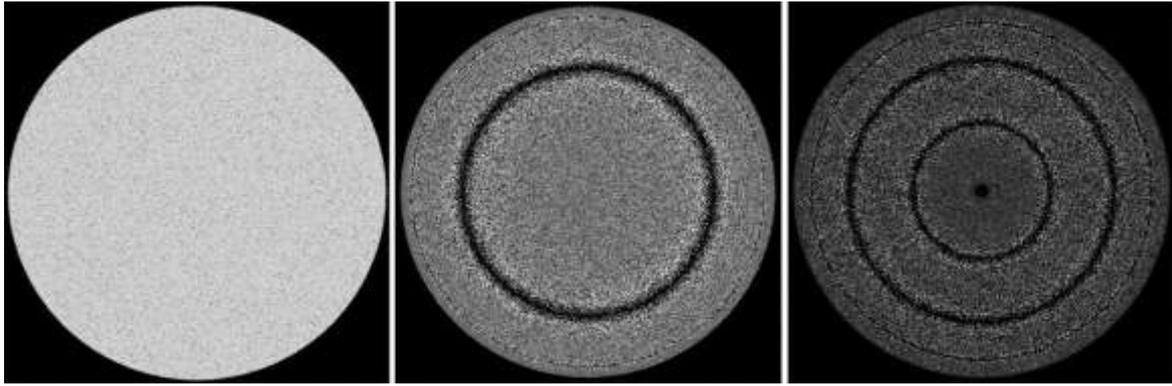


Рисунок 4 – Изображение участка звездного неба: а – наблюдение неба через круглое отверстие в одной и той же Вселенной; б – изображение звездного неба другой Вселенной, наблюдаемой через горловину статичной кротовой норы; в – звездное небо другой Вселенной, наблюдаемое через черно-белую дыру [2]

Причем изменения видимой яркости и средней плотности звезд оказываются связаны друг с другом: произведение видимой яркости на среднюю плотность звезд оказывается константой (не зависящей от угла). Видимая через кротовую нору (или черно-белую дыру) яркость звезд меняется не монотонно, а волнами (периодически). И характер этих периодических изменений напрямую связан со свойствами конкретной кротовой норы (или черно-белую дыру). Это является одним из признаков, по которому можно будет не только визуально отличить кротовую нору (или черно-белую дыру) от других объектов, но и определить некоторые ее свойства [2].

Кроме этого, есть признак, который основан на искажении спектра электромагнитного излучения (например, искажение спектра космологических гамма-всплесков) при прохождении электромагнитных волн этого спектра через кротовую нору. Есть и другие – косвенные признаки кротовых нор [2].

При этом, справедливости ради, стоит отметить, что все эти признаки оказываются слишком слабыми для современных телескопов и перестают работать, если кротовая нора имеет не достаточно большие размеры и/или удалена от Солнца на космологическое расстояние. Астрофизические оценки показывают, что если бы недалеко от Солнца находилась достаточно большая кротовая нора, то она (за счет своей гравитации и искривления пространства) уже оказала бы на нас необратимые, трагические последствия [2].

1.4 Обнаружение кротовых нор

Структуру многих наблюдаемых с нашей планеты объектов исследовать нельзя. Это связано с малостью угловых размеров многих объектов Вселенной, например, черных дыр. Малые угловые размеры обусловлены, прежде всего, тем, что объекты находятся на очень больших расстояниях от нашей планеты. Современные телескопы (в оптическом или в радиодиапазонах) имеют разрешение 0.1 угловой секунды. Поэтому наблюдать детали вблизи границы удаленных объектов с помощью обычных телескопов не получится [2].

Определенные надежды ученых связаны с такими современными комплексами, как интерферометры, которые объединяют телескопы на разных континентах планеты, а также телескопы, летающие по орбите. Они позволяют наблюдать объекты, имеющие гораздо меньший угловой размер. Например, космический телескоп-интерферометр «Радиоастрон» летает на высоких орбитах вокруг Земли и коррелируется с данными с других наземных телескопов. Это позволяет существенно увеличить разрешение (несколько десятков угловых микросекунд) и наблюдать какие-то детали далеко расположенных объектов. В связи с этим, а также с тем, что разрешение и чувствительность современных комплексов, используемых учеными, постоянно увеличивается, есть определенная надежда, что, возможно, в ближайшем будущем будут зафиксированы основные какие-то признаки, физические эффекты и детали, по которым мы сможем достоверно идентифицировать наблюдаемый объект Вселенной – кротовую нору [2, 4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, существование кротовых нор не противоречит общей теории относительности, хотя и требует для этого соблюдение определенных условий. Например, наличие материи с отрицательной плотностью энергии, которая, как было показано экспериментально, вполне может существовать. Однако непосредственное наблюдение во Вселенной за такими объектами, как кротовые норы, в случае, если они существуют, в настоящее время ограничено техническими возможностями используемых сегодня средств наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Научно-популярный портал Naked Science [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://naked-science.ru/article/interview/through-the-wormhole-with-sergey-krasnikov> (дата обращения 17.11.2015).

2. Шацкий А. Кротовые норы: что это – миф, врата в другие миры или математическая абстракция?/ Интернет-портал Astronet (Российская астрономическая сеть) [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1331623/> (дата обращения 17.11.2015).
3. Перевод книги Кипа Торна «*The Science of Interstellar*»/ Интернет-портал Terra Almost Incognita [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://teralinc.blogspot.ru/2015/04/14.html> (дата обращения 17.11.2015).
4. Шацкий А. Черные дыры и кротовые норы/ Интернет-портал о современной фундаментальной науке ПостНаука [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://postnauka.ru/video/38489> (дата обращения 17.11.2015).

ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА МАТРИЧНЫХ ИГР И МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Зиганшин Б. Р.

ziga1993@yandex.ru

Идиатуллов З. Р.

(научный руководитель)

Кафедра нанотехнологии в электронике

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А. Н. Туполева

(г. Казань)

Данный доклад описывает основную теорию и введение в не матричных игр. В процессе жизнедеятельности человек, так или иначе, участвует в соревновательной деятельности, которую можно представить в виде игры. Иначе говоря, процесс игры представляется в виде математической модели, подчиняющейся определенным соотношениям.

В практической деятельности нередко приходится рассматривать ситуации, в которых участвуют две или более стороны, имеющие несовпадающие интересы и обладающие возможностями применять для достижения своих целей разнообразные действия. Подобные ситуации принято называть конфликтными, или просто конфликтами.

Типичный конфликт характеризуется тремя основными составляющими: заинтересованными сторонами, возможными действиями этих сторон и их интересами.

Конфликтная ситуация, взятая из реальной жизни, как правило, довольно сложна. К тому же ее изучение затруднено наличием разных

факторов, часть из которых не оказывает какого-либо заметного влияния ни на развитие конфликта, ни на его исход. Поэтому, для того чтобы анализ конфликтной ситуации оказался возможным, необходимо отвлечение от этих второстепенных обстоятельств. При благоприятном развитии событий удастся построить упрощенную, формализованную модель конфликта, которую принято называть игрой. От реальной конфликтной ситуации игра отличается еще и тем, что ведется по вполне определенным правилам.

Необходимость изучения и анализа конфликтов, представляемых в виде упрощенных математических моделей (игр), вызвала к жизни специальный математический аппарат – теорию игр.

Опишем основные понятия, используемые в этой теории. Заинтересованные стороны называются игроками. Любое возможное для игрока действие (в рамках заданных правил игры) называется его стратегией. В условиях конфликта каждый игрок выбирает свою стратегию, в результате чего складывается набор стратегий, называемый ситуацией. Заинтересованность игроков в ситуации проявляется в том, что каждому игроку, в каждой ситуации, приписывается число, выражающее степень удовлетворения его интересов в этой ситуации.

Одной из содержательных форм воплощения представления об оптимальности можно считать понятие равновесия, при котором складывается такая (равновесная) ситуация, в нарушении которой не заинтересован ни один из игроков.

Именно ситуации равновесия могут быть предметом устойчивых договоров между игроками (ни у одного из игроков не будет мотивов к нарушению договора). Кроме того, ситуации равновесия являются выгодными для каждого игрока: в равновесной ситуации игрок получает наибольший выигрыш (разумеется, в той мере, в какой это от него зависит).

Если в игре ситуации равновесия нет, то, оставаясь в условиях стратегий, имеющихся у игроков, мы сталкиваемся с неразрешимой задачей. Поэтому, при возникновении подобных случаев, естественно ставить вопрос о таком расширении первоначального понятия стратегии, чтобы среди ситуаций, составленных из новых, обобщенных стратегий, находились в том или ином смысле равновесные. Если такие обобщенные стратегии существуют, то их часто удается представить в виде определенных комбинаций исходных стратегий. А чтобы отличать прежние стратегии от новых, первые называют чистыми, а вторые – смешанными стратегиями.

Весьма плодотворным является представление смешанной стратегии, как случайного выбора игроком его чистых стратегий, при котором случайные выборы различных игроков независимы в совокупности, а

выигрыш каждого из них определяется как математическое ожидание случайного выигрыша.

Так преобразованная игра обычно называется смешанным расширением исходной игры.

1 МАТРИЧНЫЕ ИГРЫ

Рассмотрим игру, в которой участвуют два игрока, причем каждый из игроков имеет конечное число стратегий. Обозначим для удобства одного из игроков через A , а другого – через B .

Пусть игрок A имеет m стратегий – A_1, A_2, \dots, A_m , а игрок B – n стратегий B_1, B_2, \dots, B_n .

Будем считать, что выбор игроками стратегий A_i и B_k соответственно однозначно определяет исход игры – выигрыш a_{ik} игрока A и выигрыш b_{ik} игрока B , причем эти выигрыши связаны равенством:

$$b_{ik} = -a_{ik}. \quad (1)$$

Последнее условие показывает, что в рассматриваемых обстоятельствах выигрыш одного из игроков равен выигрышу другого, взятому с противоположным знаком. Поэтому при анализе такой игры обычно рассматривают выигрыши только одного из игроков. Пусть это будут, например, выигрыши игрока A .

Если нам известны значения выигрыша a_{ik} при каждой паре стратегий (в каждой ситуации) $\{A_i, B_k\}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, n$, то их удобно записывать или в виде прямоугольной таблицы, строки которой соответствуют стратегиям игрока A , а столбцы – стратегиям игрока B .

| | B_1 | B_2 | ... | B_n |
|-------|----------|----------|-----|----------|
| A_1 | a_{11} | a_{12} | ... | a_{1n} |
| A_2 | a_{21} | a_{22} | ... | a_{2n} |
| | . | . | ... | . |
| | . | . | ... | . |
| A_m | a_{m1} | a_{m2} | ... | a_{mn} |

Рисунок 1 – Прямоугольная таблица стратегий игроков A и B

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Рисунок 1 – Матрица игры

Матрица A имеет размер $m \times n$ и называется матрицей игры, или платежной матрицей (отсюда и название игры – матричная). Рассматриваемую игру часто называют $m \times n$ игрой.

2 ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА МАТРИЧНЫХ ИГР

Для матричной игры с любой матрицей A величины

$$\max P \min Q H(P, Q), \min Q \max P H(P, Q), \quad (2)$$

существуют и равны между собой

$$\max P \min Q H(P, Q) = \min Q \max P H(P, Q). \quad (3)$$

Более того, существует хотя бы одна ситуация в смешанных стратегиях $\{P^*, Q^*\}$, для которой выполняется соотношение

$$\max P \min Q H(P, Q) = H(P^*, Q^*) = \min Q \max P H(P, Q). \quad (4)$$

Методы решения матричных игр:

- наглядно-графический;
- методом линейного программирования;
- итерационный метод.

В принципе решение любой матричной игры сводится к решению стандартной задачи линейного программирования и, тем самым, может быть найдено соответствующими методами. При этом требуемый объем вычислений напрямую зависит от числа чистых стратегий игроков (растет с его увеличением и, значит, с увеличением размеров матрицы игры). Поэтому любые приемы предварительного анализа игры, позволяющие уменьшать размеры матрицы игры или еще как-то упростить эту матрицу, не нанося непоправимого ущерба решению, играют на практике весьма важную роль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шикин Е. В. Исследование операций: учеб. / Е. В. Шикин, Г. Е. Шикина. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. – 280 с.
2. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций. – 7-е издание: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА НА СЛУЖБЕ АВИАЦИИ

Беркович У. В.

Ulyana_berkovich@mail.ru

Вайчас А. А.

(научный руководитель)

Кафедра естественно-научных дисциплин

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

Рассматриваются летательные аппараты, источником энергии которых являются солнечные батареи, и обсуждаются перспективы их дальнейшего использования в авиации.

ВЕДЕНИЕ

Солнечные батареи прочно вошли в жизнь человека. Если раньше они ассоциировались преимущественно с космическими кораблями, орбитальными станциями и луноходами, то сейчас их можно обнаружить на улице, на крышах и стенах зданий и даже в любом калькуляторе можно встретить устройство, способное извлекать электричество из света.

Сегодня солнечная энергетика (гелиоэнергетика) развивается настолько интенсивно, что является заметной статьей экономии средств на электро- и теплоснабжение в странах, богатых солнечным светом, таких как Италия, Испания, Португалия, США, Германия. Во всем мире растет количество солнечных электростанций. Увеличиваются не только площади, которые они занимают, но и генерируемая ими мощность. Самые современные фотоэлектрические станции имеют пиковые мощности, достигающие 500 МВт [1].

Неудивительно, что солнечные батареи нашли применение и в современной авиации. Целью данной работы является исторический обзор применения солнечных батарей в качестве источников энергии для летательных аппаратов и описание последних достижений в этой области авиации.

1 ВЕНТИЛЬНЫЙ ФОТОЭЛЕМЕНТ

Основной структурной единицей и элементом солнечной батареи является фотоэлемент. Рассмотрим на примере полупроводникового фотодиода процессы, которые происходят в фотоэлементе и приводят к появлению в нем электродвижущей силы. В основе его работы лежит внутренний фотоэффект, а, точнее, такая его разновидность, как вентильный. Часто такие фотоэлементы называют вентильными элементами.

Освещение p -области квантами приводит к генерации неравновесных электронно-дырочных пар (рис. 1). Контактная разность потенциалов при этом уменьшается. Уменьшение потенциального барьера p - n -перехода соответствует увеличению обратной проводимости контакта, т. е. перемещению дырок в p -область и электронов в n -область. Кроме того, электрическое поле контакта разделяет генерируемые светом заряды, что нарушает электрическую нейтральность p - и n -областей. Концентрация электронов и дырок изменяется и образуется разность потенциалов. Разность потенциалов поля разделенных зарядов называют фотоэлектродвижущей силой (фото ЭДС). Если замкнуть внешнюю цепь, через нее начнет течь ток.

Разность потенциалов, создаваемая одним фотоэлементом, мала для промышленного применения. Чтобы иметь возможность использовать солнечные элементы для электропитания устройств, их соединяют вместе. Так получают солнечные батареи. Чтобы защитить хрупкие фотоэлементы, их покрывают защитными слоями из стекла, пластмассы, различных пленок. КПД современных батарей достигает 20–30%.

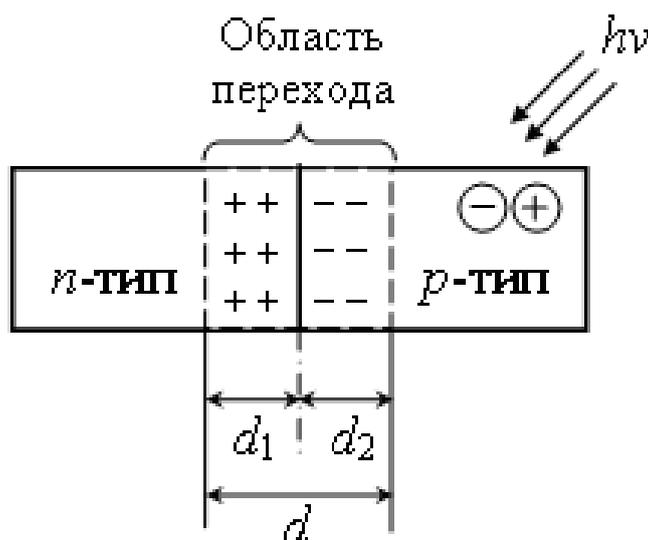


Рисунок 1 – Генерация неравновесных электронно-дырочных пар в фотоэлементе при воздействии электромагнитного излучения

2 ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В АВИАЦИИ

История применения солнечных элементов в авиации начинает свой отсчет с 4 ноября 1974 года [2, 3]. Первый в мире беспилотный радиоуправляемый моноплан Sunrise I, разработанный Робертом Баучером, был запущен над пустыней Мохаве с помощью резинового корда и обычной рыболовной лески. Он достиг высоты 1200 м, используя энергию, производимую с помощью тысячи солнечных элементов [4].

29 апреля 1979 года в городке Риверсайд, штат Калифорния, самолёт Mauro Solar Riser, оснащённый электромотором, мощностью 3,5 л.с., и 30-вольтным никель-кадмиевым аккумулятором, снятым с вертолёта Hughes 500, совершил полёт с человеком на борту. Инициатором создания выступил Ларри Мауро. На крыльях самолёта хоть и располагались солнечные фотоэлементы, однако возможность подзаряжаться во время полёта отсутствовала. Энергию самолет получал после посадки или перед взлетом от установленных на крыльях солнечных батарей, поскольку Мауро не предусмотрел возможность зарядки самолета «от розетки». В свой первый полет Mauro Solar Riser преодолел 800 м, достигнув максимальной высоты в 12 м [5].

7 августа 1980 года на летном поле исследовательского центра NASA в Пасадене, Калифорния, осуществлен первый в истории пилотируемый полет на самолете Gossamer Penguin (рис. 2), использовавшем только солнечную энергию. Самолет, разработанный Полом Маккриди, пролетел чуть больше 3 км [2, 3].

7 июля 1981 г. самолет Solar Challenger разработки Маккриди, построенный на деньги компании DuPont, первый в мире солнечный аппарат, перелетевший пролив Ла-Манш за 5 часов 23 минуты. Он обладал небольшим размахом крыла и был оснащен 16 тысячами солнечных элементов [2]. Суммарная их мощность была доведена до 2,6 кВт. Два двигателя разгоняли аппарат до 65 км/ч, высоту он набирал со скоростью 0,76 м/с [3].



Рисунок 2 – Самолет Gossamer Penguin

В это же время в Европе Гюнтер Рохельт из Германии поднялся в небо на собственной модели Solair 1, оснащенной двумя с половиной тысячами ячеек общей мощностью около 2,2 кВт [2, 3].

В 1990 году изобретатель Эрик Раймонд на построенном им самолёте Sunseeker I пересёк США, потратив на это 21 полёт и 121 час в воздухе. Он начал работу по созданию аппарата в 1986 году. На его крыльях были установлены солнечные батареи и встроенные аккумуляторы. Электромотор, который использовался для привода винта, имел мощность 2,5 лошадиные силы [2, 3].

В 1996 году первый полет в Европе совершил подобный самолет Icare II профессора Войта-Ницшманна из университета Штутгарта. Самолет имел 25-метровое энергетическое крыло площадью 26 м² [3].

11 сентября 1995 года беспилотный самолет Pathfinder, разработанный NASA в рамках программы противоракетной обороны, сначала установил рекорд подъема на высоту 15 392 м, потом побил его с результатом 21 336 м. Позднее доработанная версия аппарата поднялась до 24 384 м [2, 3].

Дальнейшая работа по модификации и усовершенствованию Pathfinder в рамках программы ERAST привела конструкторов NASA к созданию самолета Helios (рис. 3). Первый полет он совершил в 1999 г. Данный беспилотный летательный аппарат с электродвигателями и накопителем энергии на водородных топливных элементах установил рекорд высоты для аппаратов без ракетных двигателей – 29 524 м. 26 июня 2003 года разбился в Тихом океане после 30 минут полета [2, 3].

27 мая 2005 года совершил полет беспилотный летательный аппарат Global Observer, созданный компанией Маккриди, – самолет с двигательной установкой, работающий на жидком водороде, и размахом крыла 15 м, на котором были установлены солнечные элементы. В то время NASA задумывает создать модель, используя солнечную энергию, которая облетит вокруг Земли [2].



Рисунок 3 – Беспилотный самолёт Helios

В 2005 году небольшой беспилотник SoLong, с размахом крыла около 5 метров Алана Коккони и его компании AC Propulsion, впервые успешно осуществил полет длительностью более 48 часов. За счет энергии, накопленной в дневное время, летательный аппарат был способен и на ночной полет. Для экономии энергии автоматика в ночное время отключала двигатели [2].

Наконец, в 2007-2008 годах англо-американская компания QuinetiQ осуществила успешные полеты своего беспилотного летательного аппарата Zephyr продолжительностью 54 и 83 часа. Машина весила около 27 кг, размах крыла составлял 12 м, а высота полета превышала 18 км [3].

3 «СОЛНЕЧНАЯ» АВИАЦИЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Летом 2010 года в воздух поднялся самолет HB-SIA (Solar Impulse 1), разработанный швейцарской компанией Solar Impulse под руководством Бертрана Пиккара при поддержке Федеральной политехнической школы Лозанны, частных компаний и Европейского космического агентства. Впервые пилотируемый самолет на солнечных батареях совершил беспосадочный полет длительностью более суток – 26 часов [2].

На этом работы компании Пиккара не остановились, и уже в 2015 году, благодаря стараниям инженеров, техников, ученых и просто увлеченных авиацией людей, появляется новый самолет – HB-SIB (Solar Impulse 2) (рис. 4). Данный самолет является усовершенствованной, модернизированной версией своего предшественника HB-SIA (Solar Impulse 1). Технические характеристики обоих самолетов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технические характеристики самолетов проекта Solar Impulse

| Технические характеристики | Solar Impulse 1 | Solar Impulse 2 |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Высота полета | 8 500 м | 9 000 м |
| Наибольшая масса | 1 600 кг | 2 300 кг |
| Крейсерская скорость | 70 км/ч | 90 км/ч |
| Размах крыла | 63,4 м | 72 м |
| Длина | 21,85 м | 22,4 м |
| Мощность силовой установки | 4 x 7,35 кВт | 4 x 12,87 кВт |
| Диаметр винтов силовой установки | 3,5 м | 4 м |
| Масса литий-полимерных аккумуляторов | 400 кг | 633 кг |
| Массовая энергоотдача | 200 В·ч/кг | 260 В·ч/кг |
| Солнечные батареи КПД | 11 628 монокристаллов 22,5 % | 17 628 монокристаллов 23 % |



Рисунок 4 – Самолёт Solar Impulse 2

Solar Impulse 2, в отличие от своего предшественника, способен пересекать зоны турбулентности. Новый самолет теоретически может находиться в воздухе неограниченное количество времени. Его максимальная скорость достигает 140 км/ч.

Солнечные батареи, толщиной 135 мкм, установлены на крыльях, фюзеляже и горизонтальном стабилизаторе (рис. 4). В целях экономии энергии днем самолет поднимается на высоту 9000 м, на которой и продолжается полет, в течение которого накапливается электрическая энергия, а вечером спускается на высоту 1500 м для продолжения полета в ночное время за счет накопленной днем энергии [2, 3, 6, 7, 8].

Необходимо отметить, что на обоих изделиях было внедрено уникальное бортовое оборудование, позволяющее эффективно оценить самые различные параметры полета, а также предоставляющее летчику всю необходимую информацию. В рамках реализации данного проекта было получено множество новых технологических решений, относящихся, в первую очередь к области материалов и энергетики. Использовались новые композиционные материалы (80% – углепластики), что позволило сделать самолеты легкими, но в то же время прочными, чтобы выдерживать действующие на них нагрузки. В новом прототипе повышена энергоэффективность, а коэффициент полезного действия четырех электромоторов, которыми он оснащен, достиг 94%. С этим самолетом связана и первая в истории человечества попытка осуществить кругосветный полет на самолете, оборудованном только солнечными батареями в качестве источника энергии [2, 3, 6, 7, 8].

Свой кругосветный полет четырехдвигательный одноместный самолет Solar Impulse 2, размах крыльев которого превышает аналогичный показатель у Boeing 747, начал 9 марта, вылетев из Абу-Даби на восток. Самым сложным должен был оказаться перелет через Тихий океан продолжительностью 6 дней 5 ночей. За это время пилот в самолете должен был преодолеть 8000 км. К сожалению, в июле 2015 года стало известно, что из-за повреждения аккумуляторов от перегрева на пути из

Японии на Гавайи самолет прервал кругосветный перелёт. Команда предупредила, что миссия может возобновиться не ранее весны 2016 года [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижения «солнечной» авиации поистине впечатляют. Еще 20 лет назад КПД лучших солнечных панелей и их вес не позволяли и думать о том, чтобы создать самолет, способный продолжать полет без топлива лишь за счет солнечной энергии. Однако прогресс в создании новых солнечных элементов и легких, емких аккумуляторов, а также легких и прочных материалов показал, что за счет энергии Солнца можно лететь не только днем, но и ночью.

Конечно, в ближайшее время самолёты на солнечных батареях не станут распространёнными. Для сравнения: Solar Impulse летит со скоростью 70 км/ч, и в нём могут находиться два человека, а Boeing 747 летит со скоростью 900 км/ч и перевозит 400 человек. Без серьёзного научного и технологического прорыва в солнечной энергетике коммерческие самолёты на солнечных батареях появятся еще не скоро. И сами авторы проекта Андре Боршберг и Бертран Пиккар признают, что еще далек тот день, когда самолет на солнечной тяге сможет приносить реальную практическую пользу. Они предпочитают акцентировать внимание на том, что самолет покажет новые направления развития высоких технологий, которые снизят отрицательное воздействие человека на окружающую среду. Ведь чистая энергия для самолётов – острая проблема в наше время. Несмотря на то, что Solar Impulse 2 не изменит самолёты, польза от проекта есть: например, инженерам пришлось двигатели самолёта сделать предельно эффективными. Тепловые потери двигателей Solar Impulse 2 всего 3 % энергии через тепло, в то время как в обычном самолёте этот процент гораздо больше [6, 7, 8].

Но, кто знает, как изменятся технологии в ближайшее время. Могли ли братья Райт в свое время предполагать, что самолет сможет перевозить 400 человек и десятки тонн груза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Портал фотоэлектрической станции Topaz Solar Farm [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.firstsolar.com/> (дата обращения 16.11.2015).
2. Уайз Д. Солнечный экспресс: Вокруг света — на силе света // Популярная механика. – 2005. – №10 (36). [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.popmech.ru/technologies/5338->

- solnechnyy-ekspress-vokrug-sveta-na-sile-sveta/ (дата обращения 16.11.2015).
3. Славин С., Мейлицев В. Фотоэлементарно, Ватсон // Техника молодежи, 2010. – № 924. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: http://technicamolodezhi.ru/rubriki_tm/tehnika_i_tehnologii/fotoelementarno_vatson (дата обращения 16.11.2015).
 4. Портал проекта Sunrise [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: http://www.projectsunrise.info/First_Solar_Powered_Aircraft.html (дата обращения 16.11.2015).
 5. Скоренко Т. Электрические самолеты// Популярная механика. – 2012. – №9 (119). [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://www.popmech.ru/technologies/12973-elektricheskie-samolety> (дата обращения 16.11.2015).
 6. Научно-популярный портал Naked Science [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://naked-science.ru/article/sci/official-presentation-of-solar-impulse-2> (дата обращения 16.11.2015).
 7. Научно-популярный портал Naked Science [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://naked-science.ru/article/sci/solar-impulse-2-makes-inaugural-flight> (дата обращения 16.11.2015).
 8. Портал проекта Solar Impulse [электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.solarimpulse.com/> (дата обращения 16.11.2015).

СОСЕДНИЕ ГАЛАКТИКИ МЛЕЧНОГО ПУТИ

Шипунова А. А.
shipunova97@mail.ru

Шелковников В. Н.
(научный руководитель)

*Кафедра естественно-научных дисциплин
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Проблемы изучения звёздного неба волнуют не одно поколение ученых. С развитием комической астрономии в космос запущено более 100 обсерваторий, данные которых позволили получить более обширные знания не только о нашей галактике – Млечный путь, но и наших соседях в огромной Вселенной. Данная статья позволит узнать о классификации галактик, разработанной известным Эдвином Хабблом, а также рассмотреть гипотезу о поглощении нашей Галактики еще большей звездной системой – Галактикой Андромеды.

ВВЕДЕНИЕ

Величественна картина звёздного неба. Тысячи звёзд, мерцающая и переливаясь, манят к себе любознательные умы. С древнейших времен людей интересовало, что же находится за горизонтом, и они отправлялись исследовать далекие и незнакомые земли. Человек пытался и пытается осмыслить, какое место он занимает во Вселенной, что такое этот мир, как он устроен, всегда ли существовал и, если нет, то возник ли сам или создан богами. По мере того, как Земля открывала человеку большинство своих белых пятен, астрономы стали выходить в область новых и не исследованных территорий за пределами нашей маленькой планеты. Грандиозные звездные системы – одни из самых потрясающих и наиболее изучаемых современной астрономией объектов, и именно о них пойдет речь далее.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ ГАЛАКТИК

Галактики – гигантские пространственно-обособленные, гравитационно-связанные системы космических тел, основными структурными элементами которых являются звезды, сосредотачивающие в себе до 95% видимого галактического вещества, различные виды туманностей, планетные тела и другие космические объекты. Астрономы, следуя классификации Эдвина Хаббла, опубликованной в 1926 году, традиционно классифицируют галактики по внешнему виду (структуре) и морфологическим признакам:

Эллиптические галактики (E) наиболее просты по структуре и составу и составляют от 17 до 25% от общего числа галактик.

Линзовидные галактики (S0) похожи на сильно вытянутые эллиптические системы, но обладают ступенчатым увеличением яркости от периферии к центру с ярким, хорошо выделяющимся ядром (до 20% от общего числа галактик).

Спиральные галактики (S) – наиболее распространенный класс галактик (до 50% от общего числа). Вокруг яркого ядра наблюдается сферическое вздутие, от которого закручиваются два и более клочковатых спиральных рукава, образующих плоский диск и содержащих в своем составе многочисленные газопылевые туманности и молодые звезды высокой светимости. В нормальных спиральных галактиках рукава начинаются сразу от ядра.

В пересеченных спиральных галактиках центральное ядро пересекается по диаметру поперечной полосой, из концов которой начинают закручиваться спиральные рукава.

Наша Галактика – пересеченная спиральная система.

1.1 Млечный Путь – наша Галактика

Наша Галактика «Млечный путь» – спиральная Галактика, которая состоит из 150–200 миллиардов звезд и множества других космических объектов: более 6000 галактических молекулярных облаков, содержащих в себе до 50% межзвездного газа, туманностей, планетных тел и их систем, нейтронных звезд, белых и коричневых карликов, черных дыр, космической пыли и газа. Диск Галактики пронизан крупномасштабным магнитным полем, удерживающим частицы космических лучей и заставляющим их двигаться вдоль магнитных линий по винтовым траекториям. 85-95% массы Галактики сосредоточено в звездах, 5–15% – в межзвездном диффузном газе. Массовая доля тяжелых элементов в химическом составе Галактики составляет 2%. Возраст Галактики $14,4 \pm 1,3$ млрд. лет. Большая часть звезд Галактики образовалась свыше 9 млрд лет назад.

Мы наблюдаем свою Галактику изнутри, что затрудняет определение ее формы, структуры и некоторых физических характеристик. Телескопическим наблюдениям доступно лишь до 1% всех звезд Галактики. Млечный Путь – это галактика, в которой находятся Земля, Солнечная система и все отдельные звёзды, видимые невооружённым глазом. Относится к спиральным галактикам с перемычкой. Как и все галактики, Млечный путь имеет свою структуру.

Масса Млечного пути складывается из массы звёзд, межзвёздного газа, пылевых облаков и гало, имеющего форму огромной сферы, состоящей из разреженного горячего газа, звёзд и тёмной материи. Тёмная материя представляется совокупностью гипотетических космических объектов, из масс которых состоит 95% всей Вселенной.



Рисунок 1 – Галактический центр Млечного Пути

По сравнению с гало диск вращается заметно быстрее. Скорость его вращения не одинакова на различных расстояниях от центра. Она быстро возрастает от нуля в центре до 200–240 км/с на расстоянии 2 тыс. световых лет от него, затем несколько уменьшается, снова возрастает примерно до того же значения и далее остается почти постоянной. Изучение особенностей вращения диска позволило оценить его массу. Оказалось, что она в 150 млрд раз больше массы Солнца. Население диска очень сильно отличается от населения гало. Вблизи плоскости диска концентрируются молодые звезды и звездные скопления, возраст которых не превышает нескольких миллиардов лет. Они образуют, так называемую, плоскую составляющую. Среди них очень много ярких и горячих звезд. Газ в диске Галактики также сосредоточен в основном вблизи его плоскости. Он расположен неравномерно, образуя многочисленные газовые облака – от гигантских неоднородных по структуре сверхоблаков, протяженностью несколько тысяч световых лет, до маленьких облачков, размерами не больше парсека. Основным химическим элементом в нашей Галактике является водород. Приблизительно на 1/4 она состоит из гелия. В среднем химический состав звезд и газа в диске почти такой же, как у Солнца. Утолщение (балдж) в центральной части диска Млечного пути называют Галактическим центром или ядром. В нём по очень вытянутым орбитам движутся миллиарды старых звёзд. Их масса очень велика и оценивается в 10 млрд масс Солнц. Размеры ядра не так впечатляют. Оно составляет в поперечнике 8000 парсек.

Как видно из всего вышесказанного, Млечный путь представляет сложнейшее космическое образование, но оно не ограничено поверхностью диска. Вокруг существует огромное облако сферической формы – гало, в состав которого входят: разреженные горячие газы, отдельные звёзды, шаровые звёздные скопления, карликовые галактики и тёмная материя. На окраинах Млечного пути присутствуют плотные облака газа. Их протяжённость составляет несколько тысяч световых лет, температура достигает 10 000 градусов, а масса равняется не менее чем десяти миллионам Солнц. Границы нашей Галактики определяются размерами гало. Радиус гало значительно больше размеров диска и по некоторым данным достигает нескольких сот тысяч световых лет. Центр симметрии гало Млечного Пути совпадает с центром галактического диска. Состоит гало в основном из очень старых, неярких, мало массивных звезд. Они встречаются как поодиночке, так и в виде шаровых скоплений. Возраст населения сферической составляющей Галактики превышает 12 млрд лет. Его обычно принимают за возраст самой Галактики. Характерной особенностью звезд гало является чрезвычайно малая доля в них тяжелых химических элементов. Звезды, образующие шаровые скопления, содержат металлов в сотни раз меньше, чем Солнце.

Звезды и звездные скопления гало движутся вокруг центра Галактики по очень вытянутым орбитам. Из-за того что вращение отдельных звезд происходит почти беспорядочно, гало в целом вращается очень медленно.

2 ГАЛАКТИКИ – СОСЕДИ. ГАЛАКТИКА АНДРОМЕДА – НАША СОСЕДКА В ОГРОМНОЙ ВСЕЛЕННОЙ

В безбрежном Космосе Млечный путь далеко не одинок и во Вселенной существует большое количество галактик, которые соседствуют с нашей. Например, Галактика М32, Галактика Бернарда, Галактика Треугольника. На расстоянии в 772 тыс. парсек от него находится ещё более огромная звёздная система.

Называется она Галактика Андромеды. Это спиральная галактика, крупнейшая галактика группы. Содержит примерно 1 триллион звёзд, что в 2,5–5 раз больше Млечного Пути. Расположена в созвездии Андромеды и отдалена от Земли на расстояние 2,5 млн световых лет. Самому быстрому космическому кораблю, который создал человек, потребуется 46 миллиардов лет, чтобы долететь до нее. Ещё в 1991 году планетная камера космического телескопа им. Хаббла зафиксировала у неё наличие двух ядер. Причём одно из них меньше по размерам и вращается вокруг другого, более крупного и яркого, постепенно разрушаясь под действием приливных сил последнего. Эта медленная агония одного из ядер наводит на мысль, что оно является остатком какой-то иной галактики, поглощённой Андромедой. Туманность Андромеды движется в сторону Млечного пути, а значит, и в сторону Солнечной системы. Скорость сближения составляет порядка 400 км/с. Соответственно, встреча двух звёздных гигантов состоится где-то через 2,5–3 млрд лет. Но это не глобальная катастрофа космического масштаба. Две Галактики просто сольются в одну. Но какая из них будет доминировать – здесь весы склоняются в пользу Андромеды. Она обладает большей массой, к тому же у неё уже есть опыт поглощения других галактических систем.



Рисунок 2 – Галактика Андромеды



Рисунок 3 – Двойное ядро галактики

Туманность Андромеды – это единственная Галактика, которую можно разглядеть в небе невооружённым глазом. Она видится маленьким овальным светящимся пятнышком. Ещё в начале XVII века, религиозно настроенные астрономы считали, что «в этом месте хрустальная твердь тоньше обычной, и через неё изливается свет царствия небесного».

Что же касается Солнечной системы, то тут прогнозы разнятся. Самый пессимистичный указывает на то, что Солнце со всеми планетами будет просто выброшено в межгалактическое пространство, то есть ему не найдётся места в новом образовании.

Поглотив Млечный путь и уничтожив его ядро, Андромеда превратится в огромную Туманность и продолжит свой путь по просторам Вселенной, поглощая всё новые и новые галактики. Конечным же итогом этого путешествия будет распад сверхгигантской звёздной системы. В слиянии двух галактик примет участие спутник Андромеды – Галактика Треугольника.

2.1 Галактика Треугольника

Галактика Треугольника раскинулась в просторах Вселенной на расстоянии в 730 тыс. парсек от Млечного пути и по своим размерам уступает последнему в два раза, а по массе мельче не менее чем в семь раз.

Млечный путь, Туманность Андромеды и Галактика Треугольника имеют очень много общих черт. Все они относятся, к так называемым, спиральным галактикам. Диски у них плоские и состоят из молодых звёзд, рассеянных звёздных скоплений и межзвёздного вещества. В центре каждого диска имеется утолщение (балдж). Основным же признаком, безусловно, является наличие ярких спиральных рукавов, содержащих в себе множество молодых и горячих звёзд.

Ядра этих галактик также схожи. Неизменным атрибутом центральной части каждого ядра является наличие чёрной дыры, обладающей очень большой массой. Уже упоминалось, что масса чёрной дыры Млечного пути соответствует более чем трём миллионам масс Солнц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из важнейших задач астрономов является – поиск ответа на вопрос: «Одиноки ли мы во Вселенной?». Неплохо было бы конечно иметь разумных соседей прямо под боком. Но желаемое не всегда совпадает с действительным. Найти признаки внеземной цивилизации, даже на расстоянии в каких-то там 4–6 световых лет, задача довольно сложная при нынешних достижениях техники. В наши дни, возможно только посылать радиосигналы в космическую даль, надеясь, что кто-то неизвестный откликнется на зов человеческого интеллекта. Мощнейшие радиостанции мира с первой половины XX века упорно и безостановочно занимаются такой деятельностью. Как следствие, значительно вырос уровень радиоизлучения Земли. Голубая планета стала резко отличаться по своему радиационному фону от всех других планет Солнечной системы.

Сигналы с Земли охватывают космическое пространство с радиусом не менее чем в 90 световых лет. В масштабах Вселенной это капля в море, но как известно, эта малость камень точит. Если где-то далеко-далеко в Космосе есть высокоразвитая разумная жизнь, то она, в любом случае, должна когда-то обратить своё внимание и на повышенный радиационный фон в глубинах Млечного пути, и на идущие оттуда радиосигналы. Столь интересный феномен не сможет оставить равнодушным пытливые умы инопланетян.

Соответственно налажен и активный поиск сигналов из Космоса. Но тёмная бездна молчит, что указывает на то, что в пределах Млечного пути, скорее всего, нет разумных существ, готовых вступить в контакт с жителями планета Земля, либо же их техническое развитие находится на очень примитивном уровне. Правда, напрашивается и другая мысль, которая говорит о том, что высокоразвитая цивилизация (либо цивилизации) существует, но посылает в просторы Галактики какие-то иные сигналы, которые не могут уловить земные технические средства.

Прогресс на Голубой планете неуклонно развивается и совершенствуется. Учёные разрабатывают новые, совсем иные, способы передачи информации на дальние расстояния. Всё это может дать положительный эффект. Но нельзя забывать и о том, что просторы Вселенной безграничны. Ну что же, надо учитывать законы суровой реальности. В любом случае, поиск разума в далёких галактических мирах прекращать нельзя. Не повезёт нынешним поколениям, повезёт грядущим. Вполне реальным и близким видится освоение галактического пространства. Уже в следующем веке к ближайшим созвездиям полетят быстрые и изящные космические корабли. Находящиеся на их бортах астронавты будут наблюдать в иллюминаторы не планету Земля, а всю Солнечную систему. Она увидится им в виде далёкой яркой звезды. Но это

будет не холодный бездушный блеск одного из бесчисленных солнц Галактики, а родное сияние Солнца, возле которого, невидимой, согревающей душу пылинкой будет вращаться Матушка-Земля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галактика Андромеды [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://kosmoved.ru/m31.shtml> (дата обращения 20.11.2015).
2. Галактика Млечный Путь [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://galspace.spb.ru/index63-1.html> (дата обращения 20.11.2015).
3. Самойленко П. И. Физика для техникумов / П. И. Самойленко, А. Г. Кикин. – М.: Оникс, 1995, – 416 с.

КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Черныш Е. С.
el-cher96@mail.ru

Бронникова Н. А.
(научный руководитель)

*Кафедра естественно-научных дисциплин
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В данной работе рассматриваются основные свойства комплексных чисел и действия с ними, особое внимание уделяется неформальному представлению комплексного числа с помощью его геометрической интерпретации, освещены ключевые моменты истории возникновения и развития комплексного числа. Актуальность темы обусловлена широким применением комплексных чисел в прикладных задачах, в том числе в области электротехники, в связи с чем, приведено решение задачи расчета цепи синусоидального тока.

ВВЕДЕНИЕ

В программе математики теория чисел вводится на примерах множеств натуральных чисел, целых, рациональных, иррациональных, т. е. на множестве действительных чисел, изображения которых заполняют всю числовую ось. Возникла необходимость пополнить запас действительных чисел при помощи комплексных чисел, для которых квадратный корень из отрицательного числа имеет смысл.

Рассмотрев тему «Комплексные числа» на занятиях высшей

математики я заинтересовалась данной темой и решила углубить свои познания в этой области.

Выбор данной темы обусловлен тем, что понятие комплексного числа расширяет знания о числовых системах, о решении широкого класса задач как алгебраического, так и геометрического содержания, о решении алгебраических уравнений любой степени и о решении задач с параметрами. Кроме того важное значение комплексных чисел в математике и её приложениях широко известно. Их изучение имеет самостоятельный интерес. Алгебру комплексных чисел можно успешно использовать в элементарной геометрии, тригонометрии, теории геометрических преобразований, а также в электротехнике и различных задачах с механическим и физическим содержанием.

Цель работы – знакомство с историей появления комплексных чисел, их свойствами, действиями над ними, а также применением комплексных чисел при решении задач электротехники.

1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ

Комплексным числом называется выражение вида $x+iy$, где x и y – действительные числа, а i – символ, называемый мнимой единицей, такой, что $i^2 = -1$. Первое упоминание комплексных чисел в истории, можно отнести к 50 веку до нашей эры. Тогда студент Герон из Александрии, пытаясь вычислить объем пирамиды, столкнулся с тем, что должен был взять квадратный корень из разности 81-144. Но тогда он посчитал это невозможным. В 1545 г. мнимые числа появляются у Д. Кардано, случайно, при решении кубического уравнения.

Относительно дальнейшего развития теории комплексных чисел в книге выдающегося немецкого математика Ф. Клейна «Элементарная математика с точки зрения высшей» [1] говорится, что «помимо и даже против воли того или другого математика мнимые числа снова и снова появляются при вычислениях, и лишь постепенно, по мере того как обнаруживается польза от их употребления, они получают все более и более широкое распространение»

Мнимые числа долго сохраняли несколько мистическую окраску. В подтверждение этого Клейн приводит высказывание Лейбница, относящееся к 1702 г.: «Мнимые числа – это прекрасное и чудесное убежище божественного духа, почти что сочетание бытия с небытием». В XVIII веке логическая сторона вопроса еще не выясняется, но благодаря Эйлеру устанавливается фундаментальное значение мнимых чисел в теории функций: в 1748 г. Эйлер нашел удивительное соотношение

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x, \quad (1)$$

вскрывающее внутреннюю связь тех видов функциональной зависимости, которые встречаются в элементарном анализе.

Лишь 19 век принес с собой логически ясное понимание сущности комплексных чисел. Здесь прежде всего надо указать на геометрическую интерпретацию, к которой почти одновременно пришли многие исследователи на рубеже двух столетий, но наиболее глубоко в сущность вопроса проник К. Гаусс. Вторым завоеванием 19 века является создание чисто формального обоснования комплексных чисел, которое сводит это учение к теории действительных чисел – этим мы обязаны английским математикам 30-х годов.

2 ДЕЙСТВИЯ С КОМПЛЕКСНЫМИ ЧИСЛАМИ

2.1 Алгебраические операции

Определим на множестве комплексных чисел понятие равенства и простейшие операции [2]. Будем говорить, что комплексные числа $x_1 + iy_1$ и $x_2 + iy_2$ равны тогда и только тогда, когда $x_1 = x_2$ и $y_1 = y_2$. Отметим, кроме того, что если $x_1 = x_2$ а $y_1 = -y_2$, то комплексное число $x_2 + iy_2$ называется сопряженным с $x_1 + iy_1$ и обозначается символом $\overline{x_1 + iy_1}$. Таким образом,

$$\overline{x + iy} = x - iy. \quad (2)$$

Рассмотрим кратко алгебраические операции над комплексными числами.

Сложение и вычитание определяются так:

$$(x_1 + iy_1) \pm (x_2 + iy_2) = (x_1 \pm x_2) + i(y_1 \pm y_2). \quad (3)$$

При операции умножения вычисления производятся так же, как с обыкновенными многочленами, но только при этом мы всегда принимаем $i^2 = -1$. В результате получаем

$$z = z_1 z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + i(x_1 y_2 + y_1 x_2). \quad (4)$$

Заметим так же, что произведение комплексного числа на сопряженное с ним всегда неотрицательно и равно

$$z \bar{z} = \sqrt{x^2 + y^2} \geq 0. \quad (5)$$

Деление комплексных чисел, кроме деления на нуль, определяется как действие, обратное умножению, в частности,

$$\frac{1}{x + iy} = \frac{x - iy}{x^2 + y^2} \quad (6)$$

Конкретное правило деления получим, записав частное в виде дроби и умножив числитель и знаменатель этой дроби на число, сопряженное со

знаменателем:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{\overline{z_1 z_2}}{z_2 \overline{z_2}} = \frac{\overline{z_1 z_2}}{x_2^2 + y_2^2}. \quad (7)$$

2.2 Геометрическая интерпретация комплексного числа

К. Гаусс в своей работе 1831 г. основывает оправдание действий с комплексными числами исключительно на том обстоятельстве, что этим числам и действиям над ними можно дать наглядное геометрическое толкование; таким образом, Гаусс не становится на формальную точку зрения. Итак, дадим комплексному числу геометрическую иллюстрацию.

Пусть на плоскости задана прямоугольная система координат. Комплексное число $z = x + iy$ изображается точкой плоскости с координатами $(x; y)$ и обозначается той же буквой z . Такое соответствие между комплексными числами и точками плоскости является взаимно однозначным. При этом действительные числа изображаются точками оси абсцисс, а чисто мнимые – точками оси ординат. Поэтому ось абсцисс называется действительной осью, а ось ординат – мнимой осью. Плоскость, на которой изображаются комплексные числа, называется комплексной плоскостью.

Каждой точке $(x; y)$ соответствует определенный вектор – радиус-вектор этой точки, а каждому радиусу-вектору, лежащему в плоскости – определенная точка – его конец. Поэтому комплексные числа также могут быть представлены в виде радиусов векторов на плоскости. Тогда становится ясен геометрический смысл операций сложения и вычитания комплексных чисел: сумма и разность комплексных чисел z_1 и z_2 изображаются соответственно векторами, равными направленным диагоналям параллелограмма, построенного на векторах z_1 и z_2 (рис. 2).

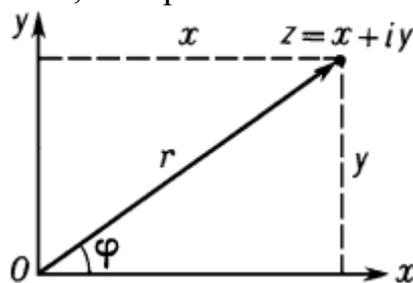


Рисунок 1 – Геометрическое представление комплексного числа

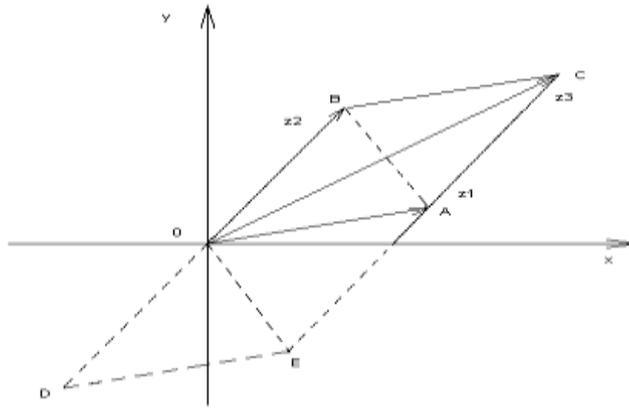


Рисунок 2 – Геометрический смысл суммы и разности комплексных чисел

Геометрическое истолкование комплексных чисел позволило определить многие понятия, связанные с функцией комплексного переменного, расширило область их применения. Стало ясно, что комплексные числа полезны во многих вопросах, где имеют дело с величинами, которые изображаются векторами на плоскости: при изучении течения жидкости, задач теории упругости.

2.3 Тригонометрическая форма комплексного числа

Рассмотрим представление комплексных чисел в полярных координатах. Для этого совмещаем полярную ось с положительной полуосью x , а полюс – с началом координат; тогда если обозначать через r полярный радиус и через φ полярный угол точки z (рисунок 1), то будем иметь:

$$z = x + iy = r(\cos \varphi + i \sin \varphi). \quad (8)$$

Полярный радиус r называется модулем комплексного числа z и определяется однозначно:

$$|z| = \sqrt{x^2 + y^2} \geq 0. \quad (9)$$

Угол φ называется аргументом комплексного числа z ($z \neq 0$) и его значение удовлетворяет уравнению

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}. \quad (10)$$

Найдем произведение двух комплексных чисел, представленных в тригонометрической форме:

$$\begin{aligned} z_1 z_2 &= r_1 r_2 \{(\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 \sin \varphi_2) + i(\sin \varphi_1 \cos \varphi_2 + \sin \varphi_2 \cos \varphi_1)\} = \\ &= r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)). \end{aligned} \quad (11)$$

Таким образом, при умножении комплексных чисел их модули перемножаются, а аргументы складываются.

На рис. 3 изображено построение произведения $z = z_1 z_2$. Из рисунка видим, что в результате умножения вектор z_1 растягивается в $|z_2|$ раз и, кроме того, поворачивается (против часовой стрелки) на угол $\arg z_2$. При этом на отрезке Oz_1 как на основании строится треугольник $Oz_1 z$, подобный треугольнику $O1z_2$.

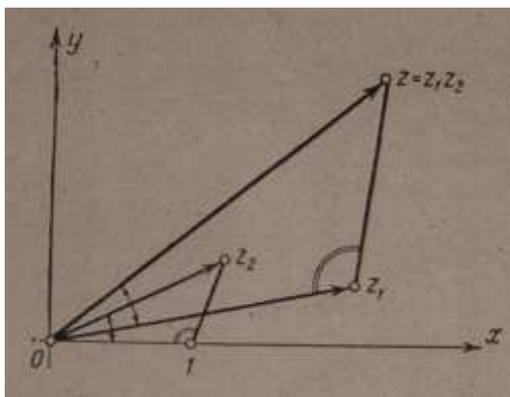


Рисунок 3 – Построение произведения $z = z_1 z_2$

2.4 Показательная форма комплексного числа и его возведение в степень

Если $|z|=1$, $\varphi = \arg z$, то, согласно (8) имеем $z = \cos \varphi + i \sin \varphi$. Для любого действительного числа φ справедлива формула Эйлера

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi, \quad (12)$$

связывающая тригонометрические и показательную функции:

$$\cos \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}. \quad (13)$$

Функция $e^{i\varphi}$ обладает обычными свойствами показательной функции, как если бы i было действительным [3], поэтому

$$(e^{i\varphi})^n = e^{in\varphi}. \quad (14)$$

Тогда, из (12) и (14) следует формула Муавра возведения комплексных чисел в степень n :

$$(\cos \varphi + i \sin \varphi)^n = \cos n\varphi + i \sin n\varphi, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (15)$$

Из формул (8) и (12) следует, что любое комплексное число $z \neq 0$ можно представить в виде

$$z = re^{i\varphi}, \quad (16)$$

где $r = |z|$, $\varphi = \arg z$. Такая форма представления комплексного числа называется показательной.

Из геометрической интерпретации (рис. 1) вытекает правило равенства комплексных чисел, записанных в показательной форме: если $z_1 = r_1 e^{i\varphi_1}$ и $z_2 = r_2 e^{i\varphi_2}$, то равенство $z_1 = z_2$ имеет место тогда и только тогда, когда $r_1 = r_2$ и $\varphi_1 = \varphi_2 + 2k\pi$, где k – некоторое целое число. Таким образом, $z_1 = z_2$ тогда и только тогда, когда

$$|z_1| = |z_2| \quad \text{и} \quad \arg z_1 = \arg z_2 + 2k\pi. \quad (17)$$

2.5 Извлечение корня n -й степени из комплексного числа

Рассмотрим уравнение $z^n = a$, где $a \neq 0$ – комплексное число, n – натуральное число. Пусть $a = \rho e^{i\theta}$, $z = re^{i\varphi}$. Тогда

$$r^n e^{in\varphi} = \rho e^{i\theta}. \quad (18)$$

Из этого уравнения с помощью свойства (17) находим $r^n = \rho$, $n\varphi = \theta + 2k\pi$, откуда $r = \sqrt[n]{\rho}$, $\varphi_k = (\theta + 2k\pi)/n$ и

$$z_k = \sqrt[n]{\rho} e^{(\theta + 2k\pi)i/n}, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (19)$$

Покажем, что среди комплексных чисел (19) ровно n различных. Заметим, что числа z_0, z_1, \dots, z_{n-1} различны, так как их аргументы $\varphi_0 = \frac{\theta}{n}$, $\varphi_1 = \frac{\theta + 2\pi}{n}$, \dots , $\varphi_{n-1} = \frac{\theta + 2\pi(n-1)}{n}$ различны и отличаются друг от друга меньше, чем на 2π (см.(17)). Далее $z_n = z_0$, так как $|z_n| = |z_0| = \sqrt[n]{\rho}$ и $\varphi_n = \varphi_0 + 2\pi$. Аналогично $z_{n+1} = z_1$, $z_{-1} = z_{n-1}$ и т. д. Таким образом, уравнение $z^n = a$ при $a \neq 0$ имеет ровно n различных корней:

$$z_k = \sqrt[n]{\rho} e^{(\theta + 2k\pi)i/n}, \quad k = 0, 1, \dots, n-1. \quad (20)$$

На комплексной плоскости точки (20) расположены в вершинах правильного n -угольника, вписанного в окружность радиуса $\sqrt[n]{\rho}$ с центром в точке 0.

3 ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрим расчет линейной электрической цепи синусоидального тока.

Метод расчета цепей синусоидального тока, основан на изображении гармонических функций времени комплексными числами [4]. Сущность этого метода состоит в том, чтобы, используя комплексные числа, перейти от составления и решения интегральных и дифференциальных уравнений для мгновенных значений токов и напряжений к составлению и решению алгебраических уравнений для функций оператора комплексной плоскости.

Постановка задачи: Методом контурных токов рассчитать мгновенные токи в ветвях и напряжения на элементах заданной сложной линейной электрической цепи. Частоту колебаний ЭДС принять равной $f = 1200$ Гц.

| ε , В | φ , град | ε , В | φ , град | C_1 , мкФ | C_2 , мкФ | L_1 , мГн | R_1 , Ом | R_2 , Ом | R_3 , Ом |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| 34 | 30 | 18 | 60 | 43 | 35 | 29 | 1 | 8 | 3 |

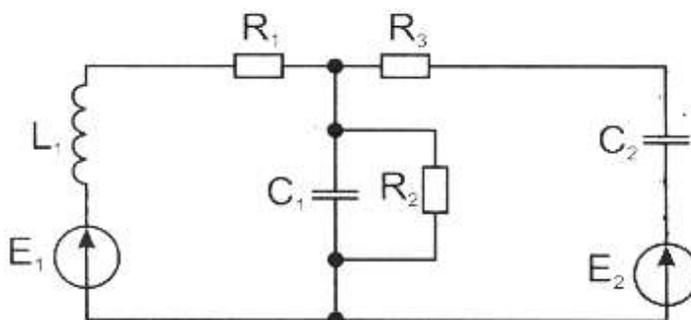


Рисунок 4 – Схема электрической цепи

Решение

1) Определяем реактивные сопротивления в цепи:

$$X_1 = \omega \times L_1 = 218.655 \quad X_2 = \frac{1}{\omega \times C_2} = 3.789$$

$$X_2 = \frac{1}{\omega \times C_1} = 3.084$$

2) Определяем полные сопротивления ветвей:

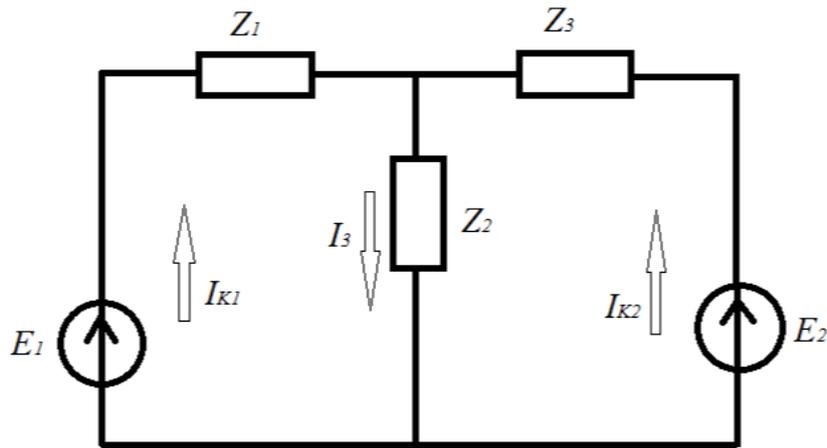


Рисунок 4 – Эквивалентная схема электрической цепи

$$Z_1 = R_1 + i \times \omega \times L_1 = 1 + 218.655i$$

$$Z_2 = \frac{-i \times \frac{R_2}{\omega \times C_1}}{R_2 - i \times \frac{1}{\omega \times C_1}} = 1.035 - 2.685i$$

$$Z_3 = R_3 - \frac{i}{\omega \times C_2} = 3 - 3.789i$$

4) Определяем значения токов в цепи методом контурных токов:

Разбиваем схему на два независимых контура (рис.), по каждому из них проходит свой контурный ток I_{K1} ; I_{K2} , которые совпадают с величинами действительных токов во внешних ветвях:

$$I_{K1} = I_1; I_{K2} = I_2$$

Ток смежной ветви равен сумме контурных токов:

$$I_3 = I_{K1} + I_{K2}$$

Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} (z_1 + z_2)I_{K1} + z_2 I_{K2} = E_1 & \text{для контура 1} \\ z_2 I_{K1} + (z_3 + z_2)I_{K2} = E_2 & \text{для контура 2} \end{cases}$$

Подставляем цифровые значения:

$$\begin{cases} (1 + 218.655i + 1.035 - 2.685i)I_{K1} + (1.035 - 2.685i)I_{K2} = 5.245 - 33.593i \\ (1.035 - 2.685i)I_{K1} + (3 - 3.789i + 1.035 - 2.685i)I_{K2} = -17.143 - 5.487i \end{cases}$$

Решаем систему уравнений матричным способом:

$$M := \begin{pmatrix} Z_1 + Z_2 & Z_2 \\ Z_2 & Z_2 + Z_3 \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} 2.035 + 215.97i & 1.035 - 2.685i \\ 1.035 - 2.685i & 4.035 - 6.475i \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 5.245 - 33.593i \\ -17.143 - 5.487i \end{pmatrix}$$

$I := \text{lsolve}(M, B)$ (Применим стандартную функцию MathCad)

$$I = \begin{pmatrix} -0.151 - 0.057i \\ -0.518 - 2.277i \end{pmatrix}$$

Определяем значения токов в ветвях:

$$I_1 = -0.151 - 0.057i$$

$$I_2 = -0.518 - 2.277i$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = -0.699 - 2.334i$$

5) Определяем напряжения на элементах:

$$UL_1 = X_1 \times I_1 = 12.354 - 32.917i$$

$$UR_1 = R_1 \times I_1 = -0.151 - 0.057i$$

$$UR_2 = R_2 \times I_3 = -5.352 - 18.669i$$

$$UR_3 = R_3 \times I_2 = -1.555 - 6.831i$$

$$UC_2 = X_3 \times I_2 = -7.024 + 1.599i$$

$$UC_1 = C_1 \times I_3 = -2.877 \times 10^{-5} - 1.003 \times 10^{-4}i$$

6) Составляем баланс мощностей:

Для расчета баланса мощностей необходимо составить комплексно сопряженные числа

$$I_1^* = -0.151 + 0.057i$$

$$I_2^* = -0.518 + 2.277i$$

$$I_3^* = -0.699 + 2.334i$$

$$\sum P_{\text{ист}}^* = \sum P_{\text{нп}}^*$$

$$\sum P_{\text{ист}}^* = E_1 \times I_1^* + E_2 \times I_2^* = 22.496 - 30.822i$$

где действительная часть комплексного числа – активная мощность: $P_{\text{ист}} = 22.496$ Вт; мнимая – реактивная: $Q_{\text{ист}} = 30.822$ Вар.

Активная и реактивная мощности потребителей:

$$\sum P_{nm}^* = I_1 \times I_1^* \times Z_1 + I_3 \times I_3^* \times Z_2 + I_2 \times I_2^* \times Z_3 = 22.496 - 30.822i$$

$$P_{\text{пт}} = 22,496 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пт}} = 30,822 \text{ Вар}$$

Баланс мощностей соблюдается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные числа, несмотря на их недействительность, имеют очень широкое применение. Они играют значительную роль не только в математике, а также в таких науках, как физика, химия. В настоящее время комплексные числа активно используются в электромеханике, компьютерной и космической индустрии. Именно поэтому нам следует расширять свои знания о комплексных числах, их свойствах и особенностях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клейн К. Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей. Т.1. Арифметика, алгебра, анализ. – М.: Наука, 1987. – 431 с.
2. Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: изд-во «Лань», 2002. – 736 с.
3. Сидоров Ю. В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1989. – 480 с.
4. Антонова О. А., Глудкин О. П., Давидов П. Д. Электротехника и основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1993. – 445 с.

ЛАМПА ЧИЖЕВСКОГО

Бондарь Д. Н.

Курилова И. С.

(научный руководитель)

*Кафедра общетехнических дисциплин
Сызранский филиал ВУНЦ ВВС «ВВА»
им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»
(г. Сызрань, Самарская обл.)*

Уничтожение аэроионов в воздухе помещений происходит, если в них присутствуют люди, поскольку дыхание человека является источником выделения огромного количества тяжелых аэроионов. Аэроионы только положительной полярности оказывают неблагоприятное действие на организм – особенно на организм, истощенный и ослабленный болезнью. Люстра Чижевского является прибором, предназначенным для насыщения окружающего воздушного пространства отрицательными аэроионами, которые благотворно влияют на здоровье человека.

Профессор Чижевский – основоположник космической биологии и медицины, аэроионологии, стал создателем математической теории электродинамики крови и талантливым изобретателем. Чижевский был автором 500 научных трудов, действительным и почетным членом 30 академий, университетов и научных обществ разных стран мира. Он также известен как друг и популяризатор идей К. Э. Циолковского, которого называли «Леонардо да Винчи XX века».

Свои опыты по ионизации воздуха ученый проводил всю жизнь, несмотря на то, что в тридцатые годы он был репрессирован. Но даже в лагерях Чижевский постоянно работал. В 1958 году, после отбытия ссылки и заключения, ученый вернулся в Москву, где до последних дней жизни боролся за внедрение аэроионизации в жизнь. «Когда аэроионизация получит в нашей стране такое же распространение, как и электрификация, можно будет говорить о сохранении здоровья, защите от ряда инфекций и об увеличении долголетия огромных масс народа» – писал Чижевский.

Ученый, в результате многочисленных экспериментов, установил, что уничтожение аэроионов в воздухе помещений происходит, если в них присутствуют люди, поскольку дыхание человека является источником выделения огромного количества тяжелых аэроионов. Он также доказал, что аэроионы только положительной полярности

оказывают неблагоприятное действие на организм – особенно на организм, истощенный и ослабленный болезнью.

Принцип действия приборов типа Люстры Чижевского заключается в насыщении воздуха только отрицательными ионами кислорода. Аэроионы обладают мощным эффектом поляризации. Это способствует более интенсивному проникновению полезных веществ из оздоровленного воздуха и передаче имеющейся энергии другим частицам. Такой принцип существенно активизирует внутренние ресурсы клеток. И в своих опытах ученый это подтвердил. Когда он внедрял свою методику в жизнь, то применял лампу в хирургических отделениях, и послеоперационные больные быстрее выздоравливали. Там, где подключалось действие ионизированного воздуха, процесс выздоровления существенно ускорялся.

Мы ежедневно вдыхаем около 12 кубометров воздуха, который частично уже был использован и загрязнен техникой или другими людьми. Именно поэтому ни у себя в квартире, ни на работе мы никогда не чувствуем себя так легко и вольно, как в поле, у озера, в лесу.

Все дело в чистоте природного воздуха и содержащихся в нем аэроионах. В чистом воздухе концентрация ионов составляет около 700-1000 ионов/куб.см. В загрязненном воздухе и, например, в помещениях концентрация ионов намного ниже – 40-100 ионов/куб.см. Кроме того, в загрязненном воздухе количество положительных ионов значительно превышает (в 10 раз) число отрицательных аэроионов.

Таким образом, городской житель, проводящий до 80% своего времени в различных помещениях дышит так называемым «мертвым воздухом», лишенным отрицательных аэроионов ионов кислорода, что самым пагубным образом отражается на его здоровье.

Восстановить необходимый баланс заряженных частиц в помещениях естественным путем очень трудно из-за целого ряда факторов – плохая вентиляция, скученность, электробытовая техника и ПК, различные загрязнители.

Люстра Чижевского «Снежинка» относится к классу оздоровительно-терапевтического назначения.

«Снежинка» является комнатным прибором настольного типа, предназначенным для насыщения окружающего воздушного пространства отрицательными аэроионами, которые благотворно влияют на здоровье человека, для очистки воздуха от взвешенной пыли, дыма, вирусов, бактерий, пыльцы растений, спор и частиц аэрозолей. Прибор рекомендуется использовать в лечебных и профилактических целях в жилых и производственных помещениях, учреждениях здравоохранения. «Снежинка» оказывает положительное воздействие на нервную систему человека, снимает состояние дискомфорта и стрессовой ситуации, нормализует работу иммунной системы, предупреждает преждевременное

старение организма, блокирует воздействие геопатогенных зон, предупреждает распространение респираторных инфекций. Особенно полезно воздействие прибора во время сна человека (рекомендуется устанавливать со стороны притока воздуха).

Ионизатор является электронным устройством, состоящим из пластмассового цилиндрического корпуса, на вершине которого укреплен рабочий орган в виде проволочного шарообразного металлического каркаса, который является излучателем отрицательных аэроионов. К источнику сетевого напряжения прибор подключается гибким изолированным шнуром длиной 2,5 м. Прибор устанавливается на столе, стене, потолке.

В целях снижения риска инфекционных заболеваний в военных частях, где военнослужащие находятся в контакте друг с другом круглосуточно, просто необходимо устанавливать ионизаторы в основу которых положен принцип Люстры Чижевского.

Технические характеристики Люстры Чижевского:

- номинальное напряжение питания – (пер. ток частотой 50 Гц), В 220;
- потребляемая мощность – Вт-5
- режим работы – продолжительный;
- концентрация отрицательных аэроионов на расстоянии 0,5 м от ионизатора, ионов см. куб – 3600000;
- габаритные размеры, мм – 210x452;
- время очистки воздуха в помещении 60 куб.м, мин – 15.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лампа Чижевского [электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://life-spb.ru/pribors/lampa-chigevskogo-pribors.htm> (дата обращения 17.11.2015).
2. Люстра Чижевского [электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://www.ours.ru/02/klasik2.htm> (дата обращения 17.11.2015).
3. Лампа Чижевского – эксперименты [электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://ionization.ru/ru/articles/61_Lampa-Chizhevskogo---eksperimenty.html (дата обращения 17.11.2015).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АВИАУЧЁТА ЛОСЕЙ

Паршин А. Ю., Моторный А. О., Кирпичёв П. А.

Клеймёнова Т. Н.
(научный руководитель)

*Кафедра общетехнических дисциплин
Сызранский филиал ВУНЦ ВВС «ВВА»
им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»
(г. Сызрань, Самарская обл.)*

При проведении учёта представителей животного мира и разработке биотехнических мероприятий на помощь приходит гражданская авиация. В статье рассмотрен пример регулирования численности лосей в России.

Животный мир и мир растений состоит из отдельных единиц – видов. Каждая особь данного вида смертна, и существование видов поддерживается размножением организмов. Дискретность жизни предполагает её воспроизводство, то есть процесс размножения. В природе, в стабильных экосистемах биомасса изменяется незначительно. Природа стремится использовать полностью валовую продукцию. Знание энергетики экосистемы и количественные её показатели позволяют точно учесть возможность изъятия из природной экосистемы того или иного количества животной биомассы без подрыва её продуктивности.

Лось – самый крупный представитель семейства оленьих. Длина тела самца до 3 м, высота в холке до 2,3 м, длина хвоста 12–13 см; масса 360–600 кг; на Дальнем Востоке России и в Канаде – до 655 кг. Самки мельче. По внешнему облику лось заметно отличается от других оленей. Туловище и шея у него короткие, холка высокая, в виде горба. Ноги сильно вытянутые, поэтому, чтобы напиться, лось вынужден заходить глубоко в воду или становиться на колени передних ног. Голова крупная, горбоносая, с нависающей мясистой верхней губой. Под горлом мягкий кожистый вырост («серьга»), достигающий 25–40 см. Шерсть грубая, буровато-чёрная; ноги светло-серые, почти белые. У самцов огромные (самые крупные у современных млекопитающих) лопатообразные рога; их размах достигает 180 см, масса – 20–30 кг. Рога лось сбрасывает ежегодно в ноябре — декабре и ходит без них до апреля — мая. Самки безрогие. Часто лося называют сохатым из-за рогов, своей формой напоминающими соху. Парнокопытный. Циркумпольярен, то есть обитает не только на территории Евразии, но и на территории Северной Америки.



Рисунок 1– Взрослый лось-самец



Рисунок 2– Бегущие лоси. Фото с самолета

Ареал совпадает с биотопом тёмно-хвойной тайги. Вид предпочитает влажные заболоченные биотопы. Это – заросшие вырубки, богатые кустарниками моховые болота. Мигрирующий вид. Перекочёвки отдельных особей могут достигать 2000-2500 км. Некоторые особи были зафиксированы на юге Швеции. Гон происходит осенью и длится около месяца. В это время самец, занимая довольно большую территорию, метит её мочевыми метками, в выкопанных им ямках, так называемых бойках. Обычно на границах участков происходят стычки, которые иногда даже приводят к смерти одного из участников. Самки предпочитают наиболее крупного и мощного самца-производителя, возраст которого варьируется в пределах 7–10 лет. Спаривание происходит в сентябре, а лосята рождаются в мае. Среднее количество эмбрионов приближается к двум. Лактация продолжается 1,5 месяца, затем детёныш переходит к нежным растительным кормам. К сентябрю, когда вегетирующие побеги растений в рационе животных постепенно заменяются на грубые веточные корма (ива, осина, кора сосны), лосенок набирает вес порядка 80 кг. Иногда рядом с лосихой могут держаться особи прошлогоднего помета. Такие небольшие стада во главе с взрослой лосихой обычно не перекочёвывают, а остаются в ограниченных лесных участках небольшой площади.

К миграции склонны молодые «яловые» лосихи, старые быки. Миграция продолжается 1–2 месяца, наступает сразу после гона и заканчивается с появлением устойчивого снегового покрова. Во время глубокой зимы лось не проявляет видимой активности, питание ограничивается ветками кустарников (в день – до 50 кг кормов). При их отсутствии – сосновой корой, при этом не нуждаясь в открытой воде. Рога самцы сбрасывают с середины ноября до начала февраля. Летом рога отрастают вновь, увеличиваясь из года в год. К своему физическому расцвету самец обладает огромными и потому ценными охотниками трофейными «лопатами». Лоси уверенно чувствуют себя в глубоком снегу, в отличие от кабана.



Рисунок 3 – Лосиха на водопое

Лось – ценный охотничий ресурс (2) Его численность подвержена цикличности. В настоящее время регулирование численности лосей происходит на основе данных, полученных с помощью зимнего маршрутного учета. Этот учет проводится в феврале сотрудниками охотхозяйств, пешком или на лыжах. В это время животное находится в состоянии относительного спокойствия, на зимних стойбищах. Расположение стойб зависит от кормных мест. В Средней России это в основном молодые сосняки, в Сибири – заросли ивняков или кустарниковых берёз по берегам рек, на Дальнем Востоке – редкостойные хвойные леса с лиственным подлеском. Одним стойбом могут пользоваться несколько лосей одновременно; в приокских сосновых борах в 50-х годах XX века зимой на некоторых участках собиралось до 100 и более лосей на 1000 га. Охота в это время запрещена.

При таком учете выясняется численность животных на 1 км² угодий. Однако, несмотря на постоянное совершенствование методик зимних маршрутных учетов, ученые выяснили, что ошибки в определении средней численности вида может достигнуть 50%! А это значит, что могут быть даны неправильные квоты на отстрел животных. Поэтому сейчас ведутся поиски способов эффективных способов точного подсчета численности животных. Например, совершенствуется методика авиаучетов численности лосей. Существует несколько способов авиаучетов. Это учеты с помощью самолетов и вертолетов, и с помощью беспилотной авиации.



Рисунок 4 – Обычный самолет для полетов от первого лица (FPV)

Учёт с помощью самолётов и вертолётов имеет существенные недостатки: вариант дорогой, не во всех природных условиях можно его использовать. Поэтому желательно использовать второй вариант. Он имеет существенные преимущества. Весь комплект необходимого оборудования можно приобрести за приемлемые (по сравнению с ценой одного летного часа авиатехники, плавающего в коридоре от 700 до 2000 долларов) деньги. Цена аппарата со всеми необходимыми аксессуарами – около 50 тыс. рублей, а эксплуатировать такое летательное средство можно не один год. Подготовка пилота в среднем занимает несколько месяцев. При полете столь малый летательный объект не пугает никаких наземных животных, так как на высоте около 150 метров, нужной для съемки местности его попросту не видно. Такой аппарат экологичный, так как использует электричество в качестве топлива. Кроме того, вылет БПЛА возможен и в сумерки, когда наблюдается наибольшая активность животных. Напротив, полеты «взрослой» авиатехники с целью визуального учета животных после захода солнца запрещены по причине соблюдения правил техники безопасности.



Рисунок 5 – Фото с борта самолета FPV



Рисунок 6 – Камеры для съемки видео высокого разрешения

Для такого самолета необходимо иметь: электромотор, регулятор, несколько сервоприводов (5–6), несколько литий-полимерных батарей, приемник, радиуправление (не менее 7 каналов), курсовую камеру, фотокамеру для учета, экран для трансляции видеосигнала с борта самолета, устройство для захвата и записи видеосигнала.

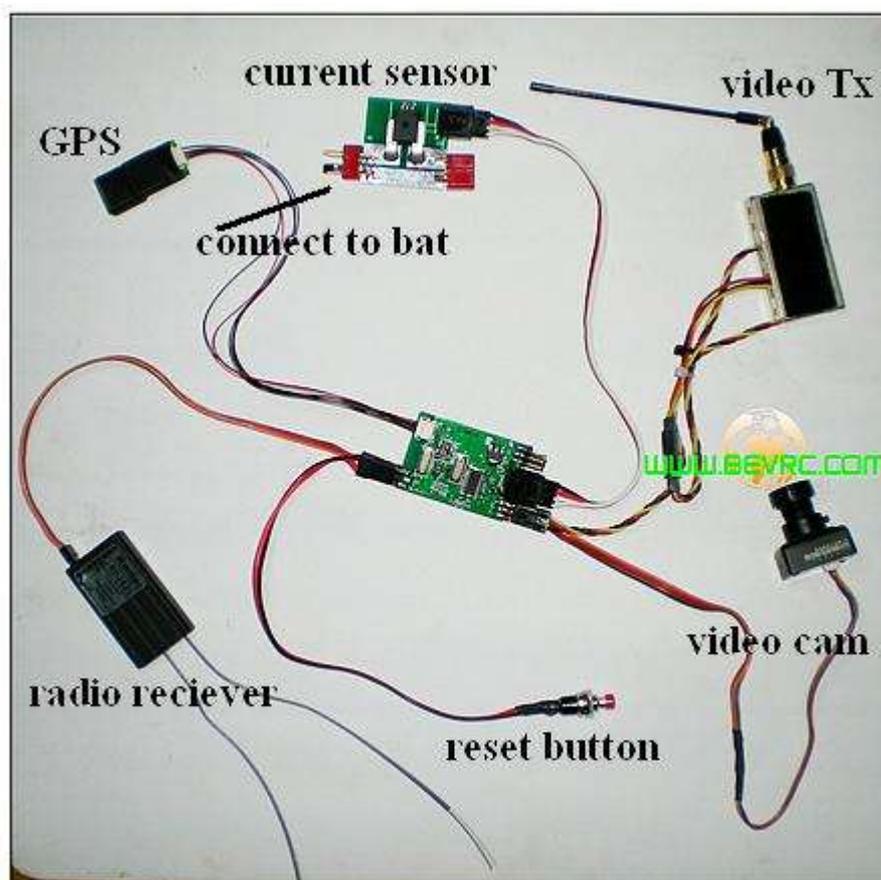


Рисунок 7 – Схема подключения элементов ДПЛА

С таким надежным и простым аппаратом для авиаучета можно зимой обследовать около 2000 га в день.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенберг Г. С. Экология: учебник для вузов / Г. С. Розенберг, С. В. Саксонов, А. И. Бочкарёв – под ред. Г. С. Розенберга. – Тольятти: ПВГУС, 2008.
2. Современное естествознание: энциклопедия: в 10 т. – М.: 2000.

СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОДНОЧАСТОТНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

Хоришко Р. А.

XorishkoRoman@yandex.ru

Хазанов Д. В.

(научный руководитель)

Dim38@mail.ru

*Кафедра естественно-научных дисциплин
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Рассматривается возможность повышения точности позиционирования в одночастотной аппаратуре ГНСС за счет использования новой модели полного электронного содержания GEMTEC. Представлены результаты тестирования данной модели по сравнению со стандартной методикой, использующей модель Клобучара.

ВВЕДЕНИЕ

Было проведено сравнение спутниковых систем навигации GPS и ГЛОНАСС. Так же на базе ИФ МГТУ ГА было проведено сравнение глобальной модели ионосферы – модели Клобучара и модели полного электронного содержания GEMTEC, созданной на базе ИГУ.

Спутниковые навигационные системы (СНС) ГЛОНАСС и GPS со своими наземными и космическими дополнениями все активнее вторгаются в различные сферы человеческой деятельности. Системы демонстрируют высокие точностные характеристики определения координат, скорости и времени воздушных, космических, морских и наземных подвижных средств. Они в состоянии обеспечить:

- существенное повышение безопасности движения транспортных средств;
- наиболее экономичное решение задач картографии и геодезии, землеустройства;
- освоение удаленных, слабо изученных территорий и акваторий морей и океанов;
- быстрый поиск и спасение терпящих бедствие объектов;
- точную синхронизацию разнесенных в пространстве объектов.

На структурном уровне высокие эксплуатационные характеристики СНС GPS и ГЛОНАСС достигаются путем совместного функционирования трех основных сегментов:

- космический сегмент – созвездие искусственных спутников Земли;

- сегмент управления – сеть наземных станций слежения и управления;
- сегмент потребителей – различные GPS/ГЛОНАСС-приемники.

1 СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ GPS

Система находится в подчинении Министерства обороны США, вопросы гражданского применения курируются Министерством транспорта. ССН GPS предоставляет два вида указанных выше услуг: стандартной точности, SPS (Standart Position Service) и высокой точности, PPS (Precise Position Service). Структурно система GPS состоит из орбитальной группировки (ОГ), комплекса управления и пользовательского оборудования (ПО). Аналогично построены российская система ГЛОНАСС и будущая европейская спутниковая радионавигационная система GALILEO.

Орбитальная группировка. Включает 24 НС Block IIA или Block IIR (запускаются с 2000г.), массой 1055 кг и сроком службы до 7.5 лет. ОГ обеспечивает видимость из любой точки земной поверхности (за исключением приполярных областей) в любое время необходимого количества спутников, обеспечивающего определение координат потребителя.

Радиусы орбит – 20180 км, период обращения – половина звездных суток (примерно 11 ч 58 мин).

НС оснащены передатчиками мощностью 50 Вт и 4 рубидиевыми (или цезиевыми) атомными часами. Каждому НС присвоен идентификационный номер PRN (Pseudo Random Number), отображаемый на экране ПО. Передатчики излучают ФМ сигналы в диапазонах L1 ($f_1 = 1575.42$ МГц) и L2 ($f_2 = 1227.6$ МГц), кратных основной тактовой частоте спутниковых часов. Сигнал L1 является основным и состоит из двух сигналов одинаковой мощности, сдвинутых по фазе на $\pi/2$ для удобства их разделения. Модуляция сигналов производится псевдослучайным кодом, состоящим из дальномерного P-кода и кода навигационной информации. Сигналы основной частоты принимаются одночастотными приемниками.

Навигационная информация состоит из служебных сообщений, включающих в себя:

- 1) Эфемериды НС и его идентификационный номер;
- 2) Состояние альманаха (совокупность эфемерид созвездия НС);
- 3) Системное время и коэффициенты его пересчета в UTC;
- 4) Частотно-временные поправки;
- 5) Специальные сообщения (об исправности аппаратуры и т.д.).

Информация по сообщениям №1, №4 передается через 30 с, остальных – через 12.5 мин.

Наблюдаемые данные (observation data) передаются всеми спутниками с герцовой частотой квазисинхронно. Последнее означает, что сигналы синхронизированы в шкале времени аппаратуры спутника, однако имеется некоторая несинхронность сигналов всей ОГ вследствие небольшой (порядка 10^{-13} с^{-1}) нестабильности хода часов спутника относительно системного времени GPS, которое периодически синхронизируется с UTC.

До 1.05.2000 существовал режим селективного доступа (SA) к частотам GPS, при котором гражданские потребители не могли обеспечить получение своих координат с точностью лучше примерно 100 метров. В настоящее время режим SA отключен, но может быть введен в действие в экстремальных ситуациях по личному приказу президента США.

Комплекс управления системой GPS. Осуществляет общую координацию функционирования системы. Состоит из:

- главной станции (MCS – Main Control Station), расположенной в Colorado Springs, штат Калифорния, США;
- 4 станций слежения (CC), расположенных вдоль земного экватора.
- сети базовых станций (BC);
- контрольно-измерительных станций (КИС). MCS с помощью математических моделей определяет значения координат НС в геоцентрической системе координат (эфемерид НС), рассчитывая их для фиксированных моментов времени по результатам слежения, корректирует орбиты НС через контрольно-измерительные станции (КИС) и, при необходимости, осуществляет подстройку спутниковых часов.

Пользовательское оборудование. Включает в себя:

- базовые станции системы (двухчастотные приемники);
- двухчастотные приемники военного назначения;
- геодезические одночастотные приемники повышенной точности;
- бытовые одночастотные навигационные приемники.

Основными функциями приемников GPS являются:

- прием сигналов НС;
- аппаратная и программная обработка сигналов НС;
- выдача навигационной информации в удобном потребителю виде.

Спутниковая система навигации ГЛОНАСС

Система находится в подчинении Министерства обороны РФ, вопросы гражданского применения курируются Министерством транспорта РФ.

ГЛОНАСС предоставляет два вида услуг: стандартной точности (СТ) для гражданских и высокой точности (ВТ) для военных потребителей. Искусственного снижения точности не предусмотрено.

Космическая часть. Включает в себя ОГ из 24 НС ГЛОНАСС-М массой 1400 кг и сроком службы до 7 лет, или ГЛОНАСС-К (запускаются с

2005 г.), массой 750 кг и сроком службы до 12 лет. Номинальный период обращения НКА равен 11 ч 15 мин 44 с, и, соответственно, номинальная высота круговой орбиты составляет 19100 км над поверхностью Земли.

Передачики НС ГЛОНАСС излучают шумоподобные сигналы, различающиеся несущими частотами. Сетка номинальных значений несущих частот определяется выражениями:

$$f_{1,k} = 1602.00 \text{ МГц} + k * 0.5625 \text{ МГц} - \text{ для диапазона L1};$$

$$f_{2,k} = 1246.00 \text{ МГц} + k * 0.4375 \text{ МГц} - \text{ для диапазона L2}.$$

Здесь k – условный порядковый номер НС. Отношение двух несущих частот с одинаковым индексом k постоянно и равно:

$$f_{2,k} = 9/7. \quad (1)$$

Сигнал диапазона L1 состоит из двух сигналов одинаковой мощности, разделенных по фазе на $\pm 90^\circ$. Обе кодовые последовательности состоят из дальномерного кода и кода цифровой информации (ЦИ) навигационного сообщения.

ЦИ состоит из служебных сообщений, включающих в себя:

- 1) Эфемериды НС;
- 2) Временные поправки;
- 3) Поправки к несущей частоте навигационного сигнала;
- 4) Состояние альманаха (совокупность эфемерид созвездия НС);
- 5) Специальные сообщения (об исправности аппаратуры и т.д.).

Информация по пунктам №1,2 передается через 30 сек., по остальным – через 2.5 мин.

Несмотря на серьезные усилия и средства, направленные на развитие орбитальной группировки ГЛОНАСС, на сегодняшний день она остается неполной.

Отсутствие необходимого количества НС в ОГ ГЛОНАСС тем не менее позволяет иметь не менее 4-х видимых НС над территорией РФ из-за особенностей расположения орбит.

Наземный комплекс управления (НКУ). НКУ выполняет следующие задачи:

- эфемероидное и частотно-временное обеспечение НС;
- мониторинг радионавигационного поля;
- радиотелеметрический мониторинг НС;
- командное и программное управление функционированием НС.

С целью полного и оперативного контроля над ССН ГЛОНАСС все элементы НКУ расположены в пределах границ СНГ.

Погрешности позиционирования ССН:

1) Ионосферные и атмосферные задержки сигналов. В реальности радиосигналу приходится проходить через ионосферу Земли – слой заряженных частиц на высотах выше 90 км. При этом возникают задержки,

которые снижают точность определения дальности до спутников, а следовательно, не позволяют точно вычислить координаты потребителя. Эти задержки могут давать ошибки определения местоположения порядка 20–30 м днем и 3–6 м ночью. Существует два метода коррекции погрешностей, вносимых ионосферой.

2) Зная типичную ошибку при обычном состоянии ионосферы, можно ввести соответствующую поправку.

3) Сравнение скорости распространения сигналов на двух разных частотах.

4) Ошибки спутниковых часов. Атомные часы, установленные на спутниках, имеют высокую точность $\approx 10^{-12}$. Тем не менее, они могут являться источниками погрешностей при различного рода аномальных явлениях в околоземном космическом пространстве.

5) Многолучевость (отражение и экранирование спутникового сигнала). При использовании приемника в сложных условиях, таких как горная местность, глубокие ущелья, высотные здания, потребитель сталкивается с ухудшением точности позиционирования, обусловленным тем, что сигналы от нескольких спутников будут экранированы

НКА систем ГЛОНАСС и GPS передают навигационные сигналы в двух частотных поддиапазонах L1 и L2. Двухчастотная НАП, работающая по сигналам двух частотных поддиапазонов L1 и L2, способна исключать влияние ионосферной погрешности измерений псевдодальности. Многочисленные пользователи одночастотной аппаратуры систем ГЛОНАСС и GPS лишены такой возможности.

В навигационном сообщении системы GPS передаются параметры глобальной модели ионосферы – модели Клобучара (Klobuchar model), на основе которой, одночастотный потребитель может осуществлять ионосферную коррекцию. Согласно интерфейсному контрольному документу GPS, применение модели Клобучара позволяет уменьшить, как минимум, на 50% влияние ионосферы на среднеквадратическую ошибку определения положения НАП ГНСС, что является недостаточным.

2 МОДЕЛЬ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ GEMTEC

На базе ИГУ была разработана модель полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы GEMTEC (Global Empirical Modeling of the Total Electron Content), ориентированная на внедрение в методику коррекции дополнительного ионосферного запаздывания сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Модель предлагается как альтернатива используемой в настоящее время в одночастотной навигационной аппаратуре модели Клобучара, рекомендованной Интерфейсным контрольным документом GPS.

Целесообразность разработки новой модели ПЭС обусловлена тем, что, во-первых, опыт ионосферного моделирования позволяет рассчитывать на создание более точной по сравнению с моделью Клобучара методики и, во-вторых, прогресс в наращивании вычислительных ресурсов навигационных приемников, обеспечивает возможности внедрения более ресурсоемкого программного обеспечения.

Модель GEMTEC представляет собой компьютерную программу размером 50 кбайт, состоящую из блока числовых данных и процедуры их обработки и определяющую величину ионосферной погрешности для заданных входных параметров: координат, времени и индекса солнечной активности F10.7 – потока радиоизлучения солнца на длине волны 10,7 см.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о существенном улучшении точности позиционирования при замене модели Клобучара на модель GEMTEC. Погрешность высоты при этом уменьшается в 5 раз, погрешность в определении широты уменьшается более чем на порядок.

Таблица 1 – Сравнение значения погрешности результатов при использовании модели Клобучара и GEMTEC

| Измеряемый параметр | | Значения измеряемого параметра, м | |
|--------------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------|
| | | По модели Клобучара | По модели GEMTEC |
| Среднее значение погрешности | Высота | 1.19 | 0.23 |
| | Широта | 0.65 | -0.04 |
| | Долгота | 0.90 | 0.92 |
| | Горизонтальная | 1.15 | 0.95 |
| | Полная | 1.72 | 1.20 |
| Доверительный интервал, P=0.95 | Высота | 6.8 | 5.7 |
| | Широта | 3.3 | 3.0 |
| | Долгота | 3.2 | 2.6 |
| | Горизонтальная | 4.0 | 3.8 |
| | Полная | 7.6 | 6.2 |

Особого внимания требует рассмотрение ситуации с погрешностью по долготе. Как видно из таблицы 1, применение обеих моделей дает примерно одинаковый результат, а само значение погрешности весьма велико – около 1 м. Поскольку применение обеих моделей дает примерно одинаковое значение погрешности, очевидно, что эта погрешность не связана с влиянием ионосферного запаздывания. Изучение природы долготной погрешности требует дальнейших исследований. Наличие значительной погрешности в определении долготы оказывает влияние на среднюю горизонтальную погрешность и среднюю полную (3D) погрешность. Тем не менее и здесь имеет место значительное улучшение точности. Следует отметить и заметное уменьшение величины доверительного интервала по уровню вероятности 0,95, включая и данные

по долготе. Разумеется, модель GEMTEC, как и модель Клобучара, не может корректировать случайные флуктуации ПЭС, в значительной степени влияющие на величину доверительного интервала. Уменьшение последнего при использовании модели GEMTEC свидетельствует о том, что эта модель лучше воспроизводит регулярный суточный ход полного электронного содержания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований можно сформулировать следующие выводы.

1. Создана глобальная модель полного электронного содержания GEMTEC, которая может использоваться при коррекции дополнительного запаздывания распространения сигналов ГНСС в ионосфере как альтернатива модели Клобучара.

2. Модель GEMTEC может быть реализована в вычислительных системах одночастотной навигационной аппаратуры потребителя, в том числе в навигационных приемниках потребительского класса.

3. Модель существенно лучше воспроизводит экспериментально определяемые значения полного электронного содержания в широком диапазоне гео- гелиофизических условий по сравнению с моделью Клобучара.

4. Тестирование модели GEMTEC по реальным данным показало значительное повышение точности позиционирования одночастотной аппаратуры потребителя по сравнению со стандартной методикой на основе модели Клобучара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев Ю. А. Спутниковая навигация и ее приложения / Ю. А. Соловьев. – Москва, 2003. – 325 с.
2. CHAMP Project [электронный ресурс]. – Режим доступа URL:<http://isdc.gfz-potsdam.de/champ/> (дата обращения 22.11.2015).
3. Hoffman-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J. Global Positioning System: Theory and Practice. //Springer-Verlag Wien, New-York, 1992.
4. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации (SARPS). Т.1 (Радионавигационные средства). ИКАО, 2004.
5. Федеральное космическое агентство «Информационно-аналитический центр» «[электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.glonass-ianc.rsa.ru> (дата обращения 22.11.2015).
6. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации / В.С. Яценков – М.: Телеком, 2005. – 272 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

Рыжиков Д. Е, Курников Д. Ю.

Клеймёнова Т. Н.
(научный руководитель)

*Кафедра общетехнических дисциплин
Сызранский филиал ВУНЦ ВВС «ВВА»
им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»
(г. Сызрань, Самарская обл.)*

Сложились основные направления, по которым идет внедрение лазерной техники в военное дело. Данными направлениями являются: лазерная локация наземная, бортовая, подводная; лазерная связь. Лазерные навигационные системы; лазерное оружие; лазерные системы ПРО и ПКО. Ускоренными темпами идет внедрение лазеров в военную технику США, Франции, Англии, Японии, Германии, Швейцарии. Государственные учреждения этих стран всемерно поддерживают и финансируют работы в данной области [3,4].

Одним из самых замечательных достижений физики второй половины 20 века было открытие оптического квантового генератора или лазера. Слово «лазер» образовано от начальных букв слов английского выражения «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», что означает «усиление света с помощью индуцированного излучения» [1].

Кроме лазеров на кристаллах, разработаны: твердотельные лазеры; полупроводниковые лазеры; лазеры на красителях; газовые лазеры; газодинамические лазеры; эксимерные лазеры; химические лазеры; волоконные лазеры; рентгеновские лазеры; гамма-лазеры [2].

1 БОРТОВЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

В военной авиации стран США и НАТО стали широко использоваться лазерные дальномеры и высотомеры. Они дают высокую точность измерения дальности или высоты, имеют небольшие габариты и легко встраиваются в систему управления огнем.

На лазерные системы возложен ряд задач. К ним относятся: наведение и целеуказание. Лазерные системы наведения и целеуказания используются в вертолетах, самолетах и беспилотных летательных аппаратах. Их разделяют на полуактивные и активные.

Принцип построения полуактивной системы следующий: цель облучается излучением лазера или непрерывно или импульсно, чтобы исключить потерю цели лазерной системы самонаведения. Для этого подбирается соответствующая частота посылок. Освещение цели

производится либо с наземного, либо с воздушного наблюдательного пункта. Отраженное от цели излучение лазера воспринимается головкой самонаведения, установленной на ракете или бомбе, которая определяет ошибку в рассогласовании положения оптической оси головки с траекторией полета.

Эти данные вводятся в систему управления, которая и обеспечивает точное наведение ракеты или бомбы на освещаемую лазером цель. Лазерные системы охватывают следующие виды боеприпасов: бомбы, ракеты класса воздух-земля, морские торпеды. Боевое применение лазерных систем самонаведения определяется типом системы, характером цели и условиями боевых действий. Для борьбы с тактическими наземными целями в зарубежных лазерных системах целеуказание может быть производиться с вертолетов или с помощью наземных переносных целеуказателей, а поражение выполняться с вертолетов или самолетов. Но отмечается и сложность использования целеуказателей с воздушных носителей. Для этого требуется совершенная система стабилизации для удержания лазерного пятна на цели [8].

2 ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ РАЗВЕДКИ

Для разведки с воздуха в зарубежных армиях используются самые различные средства: фотографические, телевизионные, инфракрасные, радиотехнические. Наибольшую емкость полезной информации дают средства фоторазведки. Им присущи такие недостатки, как невозможность ведения скрытной разведки в ночных условиях, а также длительные сроки обработки передачи и предоставления материалов, несущих информацию.

Передавать оперативно информацию позволяют телевизионные системы, но они не позволяют работать ночью и в сложных метеоусловиях.

Радиосистемы позволяют работать ночью и в плохих метеоусловиях, но они имеют относительно невысокую разрешающую способность. Принцип действия лазерной системы воздушной разведки заключается в следующем. Излучение с бортового носителя облучает разведкуемый участок местности и расположенные на нем объекты по-разному отражают упавшее на него излучение. Один и тот же объект, в зависимости от того, на каком фоне он расположен, имеет различный коэффициент яркости, следовательно, он имеет демаскирующие признаки.

Его легко выделить на окружающем фоне. Отраженный подстилающей поверхностью и объектами, на ней расположенными, лазерное излучение собирается приемной оптической системой и направляется на чувствительный элемент. Приемник преобразует отраженное от поверхности излучение и электрический сигнал, который будет промодулирован по амплитуде в зависимости от распределения

яркости. Поскольку в лазерных системах разведки реализуется строчно-кадровая развертка, то такая система близка к телевизионной.

Узконаправленный луч лазера развертывается перпендикулярно направлению полета самолета. Одновременно с этим сканирует и диаграмма направленности приемной системы. Это обеспечивает формирование строки изображения. Развертка по кадру обеспечивается движением самолета. Изображение регистрируется либо на фотопленку, либо может производиться на экране электронно-лучевой трубки [9].

3 ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ НА ЛОБОВОМ СТЕКЛЕ

Для использования в прицельно-навигационной системе ночного видения, предназначенной для истребителя F-16 и штурмовика A-10 был разработан голографический индикатор на лобовом стекле.

В связи с тем, что габариты кабины самолетов невелики, чтобы получить большое мгновенное поле зрения индикатора разработчиками было решено разместить коллимирующий элемент под приборной доской. Оптическая система включает три отдельных элемента, каждый из которых обладает свойствами дифракционных оптических систем. Центральный изогнутый элемент выполняет функции коллиматора, два других элемента служат для изменения положения лучей.

Разработан метод отображения на одном экране объединенной информации в форме раstra и в штриховой форме, что достигается благодаря использованию обратного хода луча при формировании раstra с интервалом времени 1.3 мс, в течении которого на ТВ-экране воспроизводится информация в буквенно-цифровой форме и в виде графических данных, формируемых штриховым способом.

Для экрана ТВ-трубки индикатора используется узкополосный люминофор, благодаря чему обеспечивается хорошая селективность голографической системы при воспроизведении изображений и пропускание света без розового оттенка от внешней обстановки. В процессе этой работы решалась проблема приведения наблюдаемого изображения в соответствие с изображением на индикаторе. При полетах на малых высотах в ночное время система ночного видения давала несколько увеличенное изображение, которым летчик не мог пользоваться, поскольку при этом искажалась картина, которую можно бы было получить при визуальном обзоре.

В таких случаях летчик теряет уверенность, стремится лететь с меньшей скоростью и на большой высоте. Необходимо было создать систему, обеспечивающую получение действительного изображения достаточно большого размера, чтобы летчик мог пилотировать самолет

визуально ночью и в сложных метеоусловиях, лишь изредка сверяясь с приборами.

Для этого потребовалось широкое поле индикатора, при котором расширяются возможности летчика по пилотированию самолета, обнаружению целей в стороне от маршрута и производству противозенитного маршрута и маневра атаки целей. Для обеспечения этих маневров необходимо большое поле зрения по углу места и азимуту. С увеличением угла крена самолета летчик должен иметь широкое поле зрения по вертикали. Установка элемента как можно выше и ближе к глазам летчика была достигнута за счет применения голографических элементов в качестве зеркал для изменения направления пучка лучей.

Это хотя и усложнило конструкцию, однако дало возможность использовать простые и дешевые голографические элементы с высокой отдачей. В США разрабатывается голографический координатор для распознавания и сопровождения целей. Основным назначением такого коррелятора является выработка и контроль сигналов управления наведения ракеты на среднем и заключительном участках траектории полета. Это достигается путем мгновенного сравнения изображений земной поверхности, находящейся в поле зрения системы в нижней и передней полусфере, с изображением различных участков земной поверхности по заданной траектории, хранимым в запоминающем устройстве системы.

Обеспечивается возможность непрерывного определения местонахождения ракеты на траектории с использованием близко лежащих участков поверхности, что позволяет проводить коррекцию курса в условиях частичного затемнения местности облаками.

Высокая точность на заключительном этапе полета достигается с помощью сигналов коррекции с частотой меньше 1 Гц. Для системы управления ракетой не требуется инерциальная система координат и координаты точного положения цели. Исходные данные для данной системы должны обеспечиваться предварительной аэро- или космической разведкой и состоять из серии последовательных кадров, представляющих собой Фурье-спектр изображения или панорамные фотографии местности, как это делается при использовании существующего площадного коррелятора местности.

Применение этой схемы позволит производить пуски ракет с носителя, находящегося вне зоны ПВО противника, с любой высоты и точки траектории, при любом ракурсе, обеспечит высокую помехоустойчивость, наведения управляемого оружия после пуска по заранее выбранным и хорошо замаскированным стационарным целям. Образец аппаратуры включает в себя входной объектив, устройство преобразования текущего изображения, работающего в реальном масштабе

времени, голографической линзовой матрицы, согласованной с голографическим запоминающим устройством, лазера входного фотодетектора и электронных блоков.

Особенностью данной схемы является использование линзовой матрицы из 100 элементов, имеющих формат 10x10. Каждая элементарная линза обеспечивает обзор всей входной аппаратуры и, следовательно, всего сигнала от поступающего на вход изображения местности или цели. На заданной фокальной плоскости образуется соответственно 100 Фурье спектров этого входного сигнала.

Мгновенный входной сигнал адресуется одновременно к 100 позициям памяти. В соответствии в линзовой матрице изготавливается голографическая память большой емкости с использованием согласованных фильтров и учетом необходимых условий применения. На этапе испытания системы был выявлен ряд ее важных характеристик.

1. Высокая обнаружительная способность как при низкой, так и при высокой контрастности изображения, способность правильно опознать входную информацию, если даже имеется только часть ее.

2. Возможность плавного автоматического перехода сигналов сопровождения при смене одного изображения местности другим, содержащимся в запоминающем устройстве.

3. Возможность расширения зоны пуска ракеты путем запоминания несколько близко расположенных участков местности, из которых каждая имеет соответствующую ориентацию на цель. В процессе полета ракета может быть быстро переведена на заданную траекторию, зависящую от динамики ракеты.

За последнее время в России и за рубежом были проведены обширные исследования в области квантовой электроники, созданы разнообразные лазеры, а также приборы, основанные на их использовании. Лазеры теперь применяются в локации и в связи, в космосе и на земле, в медицине и строительстве, в вычислительной технике и промышленности, в военной технике. Появилось новое научное направление голография, становление и развитие которой также немислимо без лазеров.

В работе рассмотрена одна из частей употребления лазеров в военной технологии, которая широким фронтом вторгается в нашу действительность, обеспечивая подчас уникальные результаты. Человек получил в свое распоряжение инструмент для повседневной научной и производственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасов Л. В. Знакомьтесь – лазеры / Л. В. Тарасов. – М.: Радио и связь, 1993. – 196 с.
2. Федоров Б. В. Лазеры основы устройства и применение / Б. В. Федоров. – изд. ДОСААФ, 1990.
3. Тарасов Л. В. Лазеры действительность и надежды / Л. В. Тарасов. – М.: Наука, 1985. – 176 с.
4. Орлов В. А. Лазеры в военной технике / В. А. Орлов. – Воениздат, 1986.
5. Реди Дж. Промышленной применение лазеров / Дж. Реди; пер. В. А. Афанасьева. – М.: Мир, 1991. – 638 с.
6. Авиация и космонавтика – 1981. – № 5 – С.44-45
7. Петровский В. И. Локаторы на лазерах / В. И. Петровский. – Воениздат, 1988. – 104 с.
8. Федоров Б. Ф. Лазерные приборы и системы летательных аппаратов / Б. Ф. Федоров. – М.:Машиностроение, 1988. – 268 с.
9. Лазеры в авиации / под ред. В. М. Сидорина. – М.:Воениздат, 1982. – 160 с.

**СЕКЦИЯ
«ПРИЛОЖЕНИЕ ГУМАНИТАРНЫХ
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК
В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

Председатель – Норманов Александр Скифович
Секретарь – Залуцкая Наталья Сергеевна

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ**

Кайсарова М. В.
mariya.kai@yandex.ru

Вишнякова А. А.
(научный руководитель)

*Кафедра экономики авиапредприятий
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В статье раскрыты наиболее известные подходы к описанию сущности феномена «организационные изменения», описаны типы и формы организационных изменений, реализуемых на предприятиях, выделены группы показателей оценки эффективности организационных изменений, а также предложен один из вариантов повышения эффективности управления организационными изменениями.

Эффективное управление организационными изменениями обеспечивается на основе формирования системы управления такими изменениями, которые должны базироваться на научно-обоснованных принципах управления. С этим связана актуальность изучения и анализа проблем разработки и реализации эффективных программ организационных изменений.

Феномен организационных изменений появился не так давно, поэтому еще нет однозначного его восприятия. Несмотря на разнообразие концептуальных моделей и подходов к проведению организационных изменений до настоящего времени, в науке управления не сложилось единого понимания о сущности понятия «организационные изменения». Каждый из авторов, занимавшихся этой проблемой, вкладывает свой смысл в это понятие.

Так, т. е. Андреева представила сравнительный анализ основных подходов к определению организационных изменений [1], где разделила ряд авторских определений слова «изменения» на те, где под изменениями понимается содержание, и те, где понимается процесс, а также изменения, включающие обе эти характеристики одновременно.

Организационные изменения имеют две составляющие – содержание (то, что изменилось) и процесс (то, как менялось). Анализ содержания изменений позволяет выяснить, какие характеристики организации изменились за данный период; анализ процесса изменений – определить способ проведения изменений. Этот подход к анализу понятия «изменения» получает распространение благодаря трудам Г. В. Широковой, которая отметила, что «подобное разделение имеет серьезное прикладное значение для исследователей» [2], поскольку исследование организационных изменений будет тогда полноценным, когда станет охватывать и содержательную, и процессную сторону изменений.

Термин «организационные изменения» отличается большим числом схожих по значению понятий, которые являются или в определенных случаях могут являться синонимами или обозначают разновидности организационных изменений. Условно можно разделить синонимы организационных изменений на «авторские», которыми оперируют те или иные авторы, и схожие по смыслу категории («смысловые»), отражающие суть понятия (рис. 1).

В. И. Силютин указывает на частую подмену одного понятия другим: изменения проводятся для улучшения, а улучшение отождествляется с развитием [3]. Отсюда возникают проблемы с четким определением объектов управления, что, в свою очередь, негативно влияет на результат изменений.

Отечественный эксперт по организационному развитию Ю. Ганус заключил, что «не всякое изменение является развитием, но всякое развитие является изменением» [4]. По мнению Ю. Гануса, развитие организации должно сопровождаться системным изменением всех составляющих ее элементов, сам процесс развития начинается с момента учреждения организации и продолжается весь период ее деятельности, а изменения, сопровождающие это развитие, должны быть реальными действиями, направленными на изменение качественного состояния.

Г. Н. Кузнецов выделяет две категории организационных изменений: развития и самосохранения, – а сами организационные изменения рассматривает как переходное состояние системы от одного ее устойчивого состояния к другому устойчивому [6]. Из его определений можно сделать вывод, что организация может проводить изменения для самосохранения, а не для развития.



Рисунок 1 – Многообразие синонимов понятия «организационные изменения»

Согласно точке зрения того же автора, для более четкого разделения содержания и процесса изменений необходимо использовать следующие определения:

- содержание изменения – различия в форме, качестве или состоянии какого-либо организационного элемента, или организации в целом, в течение определенного времени;
- процесс изменения – совокупность причин, вызвавших изменение, и процессов принятия решения об изменении, его детальной проработки и внедрения в организации;
- объект изменений – организация, состояние и изменения в которой исследуются;
- инициатор изменений – система или лицо, под воздействием которых определяется содержание или программа изменений в организации.

Организационное изменение – сложное и многообразное явление. Для понимания его сути и причин возникновения стоит выделить его типы и формы.

Все изменения в организации можно свести к двум типам – операционные изменения, связанные с улучшением производственных процессов, процедур и трансформационные изменения, направленные на обновление организации в целом, переориентацию ее функционирования. Основные формы организационных изменений и их содержание представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные формы и содержание организационных изменений

| Форма | Признак | Содержание |
|------------------|--|---|
| Реформирование | Изменение целеполагания | Анализ и изменение существующих целевых установок с принятием новых приоритетов развития предприятия |
| Реинжиниринг | Изменение процессов | Переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений основных показателей деятельности (стоимость, качество, сервис и темпы) |
| Реструктуризация | Изменение структуры (управления, капитала, кадров) | Комплексное преобразование предприятия, которое связано с изменением присущих ему структур (производственной, управленческой, финансовой) |
| Рефрейминг | Изменение представления руководства относительно положения организации | Видение новых перспектив и моделей развития, обусловленное готовностью к переменам |
| Ревитализация | «Оживление» организации относительно текущего состояния | Усиление роста организации посредством установления тесной связи с окружающей средой |
| Ребрендинг | Осовременивание бренда | Изменение названия, логотипа, визуального оформления бренда с изменением позиционирования |
| Реорганизация | Образование или прекращение деятельности организации как юридического лица | Преобразование структуры предприятия, с изменением его статуса, которое сопровождается образованием юр. лица, или прекращением его деятельности |

| Форма | Признак | Содержание |
|-------------|---|--|
| Инновация | Проявление научно-технического прогресса в новациях, внедренных в организации | Материализованный результат инновационной деятельности, полученный от инвестирования всех стадий жизненного цикла (от НИР и ОКР до массового производства) создания новой продукции (услуг), способной более эффективно удовлетворять общественные потребности |
| Банкротство | Восстановление платежеспособности или ликвидация | Производство по делу о банкротстве в арбитражном суде |

Приведенные формы организационных изменений в той или иной степени характерны для всех предприятий, в том числе и для предприятий воздушного транспорта, их содержание отражает проявление реакции этих предприятий на влияние внешних факторов, что отражается в типе механизма взаимодействия организации и внешней среды.

Каждое организационное изменение должно быть оценено с точки зрения его эффективности. Эффективность может оказаться неопределенной и изменчивой. Критерием эффективности служит возможность наиболее полного и устойчивого достижения конечных целей при относительно меньших затратах на ее функционирование, т. е. производительность. Для оценок эффективности организационных изменений имеет значение выбор базы для сравнения результатов этих изменений. Опираясь на теорию систем, эффективность организационных изменений можно определить и измерить в пределах, которые являются значимыми для руководителей организаций.

Выделяют следующие группы показателей оценки эффективности организационных изменений:

- группа показателей, характеризующих эффективность системы управления, выражающихся через конечные результаты деятельности и затраты на управление (объем производства, себестоимость, производительность, качество);

- группа показателей, характеризующих содержание и организацию процесса управления (содержание аппарата управления, эксплуатация технических средств, подготовка кадров);

- группа показателей, характеризующих рациональность структуры организации и ее технико-организационный уровень (звенность системы управления, сбалансированность распределения прав и полномочий, уровень специализации).

При этом важно обеспечить взаимосвязь между критериями в рамках определенного периода. Оценку эффективности мероприятий организационных изменений следует проводить и с учетом стадии жизненного цикла организации.

Оценка эффективности организационных изменений должна проводиться при их планировании (в том числе для обоснования инвестиций), реализации (экономический мониторинг) и по их завершении.

При внедрении перемен возникают различные препятствия, которые сводятся к следующему:

- сопротивление внедрению изменений со стороны сотрудников;
- потеря темпа (изменения остановились на одном из промежуточных этапов и не продвигаются дальше);
- отсутствие единого видения того, что должно быть результатом изменений или стратегии их реализации;
- неэффективное управление в период внедрения изменений;
- конфликты между «реформаторами» и «консерваторами»;
- неэффективные коммуникация и координация между подразделениями уровнями компании в процессе внедрения изменений;
- потеря квалифицированного персонала в период внедрения изменений.

Не существует специальных шаблонов проведения изменений, и нет готовых решений проблем. Осуществление изменений – это совместная работа лидера, менеджеров и сотрудников организации.

Концепция управления изменениями охватывает все запланированные, организуемые и контролируемые перемены в области стратегии, производственных процессов, структуры и культуры предприятия. Идеальная модель управления изменениями не просто мгновенно реагирует на сдвиги во внешних компонентах, а формирует упреждающие стратегии развития, основанные на интуиции, анализе и предвидении ситуации.

Предприятия воздушного транспорта в России традиционно консервативны, в них практически ни один отдел (служба) не несет ответственность за своевременность мер по выявлению и комплексной реализации организационных изменений. Существующие отделы отвечают за изменения в финансовой сфере, области технических и технологических изменений, кадровой политике, но ни один из них не подходит к проблеме «изменений» в организации комплексно, учитывая влияния всех факторов внешней и внутренней среды. В данном случае повышение эффективности управления организационными изменениями видится в создании службы по управлению организационными изменениями. Механизм функционирования службы представлен на рис. 2.



Рисунок 2 – Организация работы службы по управлению организационными изменениями

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что для развития любого предприятия необходимы изменения. Развитие происходит благодаря изменениям, более того – развитие без них невозможно. Но даже для сохранения организации на текущей стадии развития изменениями необходимо управлять. Управление организационными изменениями связано с деталями, на первый взгляд, не всегда заметными, но оно является необходимым и для обеспечения существования, и для обеспечения развития организации. И создание для такого управления специальной службы, даст любому предприятию воздушного транспорта рост конкурентоспособности и эффективности деятельности в перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Т. Е. Организационные изменения: сравнительный анализ основных концепций // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 8: «Менеджмент». – 2004. – № 2. – С. 35.
2. Широкова Г. В. Управление организационными изменениями : учеб. пособие. – СПб. : ИД СПбГУ, 2005. – 432 с.
3. Силютин В. И. Понимание сущности организационных изменений и развития // Вестник Самарского государственного университета. – 2012. – № 1. – С. 108.

4. Ганус Ю. Не всякое изменение является развитием, но всякое развитие является изменением // Управление продажами. – 2001. – № 3.
5. Кузнецов Г. Н. Управление организационными изменениями на предприятиях водного транспорта // Журнал университета водных коммуникаций. – 2010. – № 3.
6. Кузнецов Г. Н. Управление организационными изменениями на предприятиях водного транспорта // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций. СПб., 2010. – 24 с.

ЛИЗИНГ КАК МЕХАНИЗМ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Налабордина Е. В.
nalabordinae@mail.ru

Залуцкая Н. С.
(научный руководитель)

*Кафедра экономики авиапредприятий
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В данной статье проанализированы особенности лизинга в гражданской авиации РФ. Показано, что современное предпринимательство в сфере авиационной техники ориентируется не только на использование собственного, но и заемного капитала. Проведено сравнение вариантов использования иностранной и отечественной техники лизингополучателями. Сформулированы основные черты привлекательности лизинга для отечественных авиакомпаний и проблемы отрасли по вопросам использования этой формы заемного капитала.

В связи с тем, что гражданская авиация, как известно, является сложной системой, эффективность управления ею в целом, и безопасность авиационной деятельности, в частности, во многом зависят от взаимодействия авиационной власти, авиационного бизнеса и авиационной общественности.

Предпринимательство представляет собой сложную, многоструктурную и многоотраслевую сферу деятельности, целью которой является создание и продажа определенного продукта и комплекса

материальных и нематериальных услуг. Одним из ведущих направлений предпринимательской деятельности является функционирование авиационной отрасли, которая является одной из лидирующих отраслей экономики. Авиационная техника воплощает в себе новейшие достижения научно-технического прогресса. Предпринимательская деятельность в области авиационной техники осуществляется в четырех основных направлениях: разработка, производство, эксплуатация летательных аппаратов (самолетов, вертолетов) и их материально-техническое обслуживание.

Состояние и развитие авиационной отрасли в значительной степени зависит от налаженной системы послепродажного технического обслуживания (включая капитальный ремонт) всех видов воздушных судов. Нерешенная проблема авиационной отрасли состоит в том, что эта система в России в настоящее время не отвечает современным требованиям и нуждается в серьезной перестройке. В связи с этим управление процессами последовательного обслуживания воздушных судов требует тщательной разработки и научного отражения в целях внедрения на авиапредприятиях соответствующих методик проведения технического обслуживания, анализа их экономической эффективности, их учета в маркетинговой деятельности предприятий авиационной отрасли [1].

Одним из главных средств восстановления и дальнейшего развития российской авиационной промышленности является лизинг. Авиационный лизинг – разновидность лизинга, предметом которого являются воздушные суда, а также сопутствующая им инфраструктура и оборудование [2]. Используется для приобретения и эксплуатации воздушных судов.

Для авиакомпаний-лизингополучателя выгода лизинга заключается в возможности эксплуатации воздушного судна необходимого типа провозной емкости, не уплачивая сразу его полную стоимость, что позволяет без резких финансовых затрат расширить и обновить свой авиапарк. Для лизингодателя лизинг воздушного судна – это выгодный способ вложения капитала и средство эффективного размещения свободных денежных активов. Поскольку они инвестируются в имущество, то, в отличие от денежного кредита, снижается риск невозврата средств. Несомненная выгода лизинга для изготовителя воздушного судна, их продавца, состоит в возможности получить полную стоимость воздушного судна за счет посредника – лизинговой компании. Изготовитель берет на себя обязательство осуществлять техническое обслуживание воздушного судна, что очень выгодно лизингопользователю. Для него отпадает необходимость найма специальных работников для его текущего ремонта, а сам изготовитель получает возможность оперативно выявлять производственные

и конструктивные недостатки воздушного судна в процессе его эксплуатации лизингополучателем. Другой положительной стороной лизинга является активное и динамическое влияние на развитие рынка аренды воздушного судна, что позволяет расширять объем сбыта новых воздушных судов для их изготовителей.

Точный расчет возврата вложенных денежных средств должен опираться на индивидуальные показатели эффективности эксплуатации воздушного судна, его размеры и тип. А стоимость некоторых моделей самолетов колеблется от 48 миллионов долларов (Boeing-737, -800) до 210 миллионов долларов (Airbus-A380). Отсюда годовой показатель возврата вложенных денежных средств находится в пределах от 3% до 15%.

Важную роль в определении цены сделки играет остаточная стоимость самолета. С учетом данных специализированных компаний, базовая стоимость авиалайнера снижается приблизительно на 4–9% в год. Кроме того, следует учитывать амортизационные расходы. Следовательно, после 5 лет эксплуатации самолет будет стоить около 70%, через 10 лет – 50%, 15 лет – 35%, в конечном итоге через 25 лет остаточная стоимость будет равна 10%. Произойдет списание остаточной стоимости полностью с возможностью выручить денежные средства при продаже запасных частей при разработке самолета [3].

Для авиапредприятий очень привлекателен лизинг, но только в тех случаях, когда его срок составляет не менее 68 лет, а уровень процентов по кредитам не выше 8–12 % годовых при налетах около 3000 часов в год.

При участии в лизинговых операциях необходимо постоянно отслеживать состояние воздушных судов, их техническое состояние и остаточную стоимость. При достижении порога экономической эффективности надо принимать срочное решение о дальнейшей эксплуатации самолетов.

В Российской Федерации правовые основы договора лизинга установлены в параграфе 6 главы 34 Гражданского Кодекса РФ и в Федеральном законе от 29 октября 1998 года № 164-ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)». В соответствии со статьей 2 указанного закона, договор лизинга представляет собой договор, в соответствии с которым лизингодатель обязуется приобрести в собственность указанное лизингополучателем имущество у определенного продавца и предоставить лизингополучателю это имущество за плату во временное владение и пользование. Договор лизинга независимо от его срока заключается в письменной форме, что установлено в пункте 1 статьи 15 Федерального закона «О финансовой аренде (лизинге)» [4].

Российские авиакомпании единодушны во мнении, что лизинг отечественной авиационной техники обходится на сегодняшний момент

дороже, чем западной техники, даже несмотря на то, что отечественные самолеты продаются по цене ниже себестоимости, а достаточно высокие ввозные пошлины на бывшую в эксплуатации иностранную технику в результате оказываются ниже лизинговых платежей за новую российскую технику. Налогообложение зависит от страны ввоза, количества пассажирских кресел, веса воздушного судна. Ввозная пошлина может составлять от 0% до 20%. Например, для воздушных судов с компоновкой салона до 50 кресел пошлина на ввоз будет 0%. По данным российского внешнеэкономического вестника с учетом 20% импортной пошлины, лизинговые платежи за бывшим в эксплуатации Boeing-757, составляют порядка USD 300 – 350 тысяч в месяц, а ежемесячная ставка лизинга за новый Ил-96-300 (ИФК), с учетом НДС, достигает USD 376 тысяч. Поэтому все чаще российские авиакомпании прибегают к лизингу иностранных ВС. В итоге, лизингодателем становится иностранная лизинговая компания. Ключевой проблемой для лизингополучателя является наличие таможенной пошлины в размере 20% таможенной стоимости самолета в наиболее востребованном размерном сегменте (пассажироёмкость от 170 до 219 кресел) [5].

Таким образом, поставка воздушных судов по международным лизинговым контрактам может восполнить нехватку отечественной авиатехники. Таким путем уже пошли крупнейшие российские авиакомпании: Аэрофлот, Трансаэро, S7, Ютэйр. Доля самолетов, поставляемых в лизинг, составляет более 60%: из самолетов, находящихся в лизинге, подавляющее большинство в операционной аренде, более 70%. Основная масса активов представлена по договорам международного лизинга. Обращает на себя внимание тот факт, что, в то время как рост рынка авиаперевозок предвещает повышение спроса российских авиакомпаний на современные воздушные суда, на лизинге самолетов в России зарабатывают преимущественно иностранные компании, даже российские лизинговые компании занимаются, как правило, авиатехникой зарубежного производства.

В авиационном сегменте предпринимательство (разработке, производстве, функционировании и обслуживании авиатехники) значительная доля принадлежит акционерному капиталу, в том числе с участием иностранных интересов. Это расширяет возможности развития и расширения предприятий, как в области финансирования, так и в части получения и обмена информацией. Для данного сегмента характерно также формирование новых рынков сбыта. Однако участие иностранного капитала ограничено определенными пределами в сфере авиации, поскольку она является стратегической отраслью, которая должна функционировать и развиваться под контролем государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова М. В. Управление и прогнозирование предпринимательской деятельности в сфере авиационной техники: дис. канд. экон. наук: 08.00.05: Москва, 2004, – 209 с. – РГБ ОД, 61:05-8/746.
2. Универсальная интернет-энциклопедия [электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <http://www.wikipedia.org> (дата обращения 13.11.2015).
3. Авиа.Про [электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.avia.pro/blog/lizing-i-aviaciya-razlozhim-po-polochkam> (дата обращения 13.11.2015)/
4. Электронные журналы [электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: http://www.e-notabene.ru/etc/article_7505.html (дата обращения 13.11.2015).
5. Собрание образовательных материалов по экономическим и юридическим наукам [электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.konspect.biz/ndex.php?text=51753> (дата обращения 13.11.2015).

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ГРУЗОВЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК

Глушенкова Е. В.
lena16081994@rambler.ru

Немчинов О. А.
(научный руководитель)

*Кафедра организации и управления перевозками на транспорте
СГАУ имени академика С. П. Королёва
(г. Самара)*

В настоящее время транспортировка различного вида грузов является востребованной услугой. Поэтому качество и развитие перевозочного процесса очень актуально и важно в современном мире. Данная работа содержит рассмотрение текущего состояния, возможных перспектив развития, а также анализа и вариантов решения проблем в отрасли авиаперевозок. Помимо этого, в данном материале осуществлен прогноз показателей грузопотока как на воздушном, так и на других видах транспорта.

Грузовые перевозки являются одной из основных составляющих практически любого предприятия, включая в себя экономические и организационно-правовые аспекты. А для России, с ее различными

природно-климатическими зонами, регионами с развитыми направлениями производства, роль и важность транспорта очевидна.

Транспорт избавляет естественные ресурсы от их географической ограниченности, делает их гораздо доступнее. В коммерческой деятельности перевозка товаров осуществляется автомобильным, железнодорожным, морским, внутренним водным и воздушным транспортом.

Основной объём грузов стабильно доставляется автомобильным или железнодорожным видами транспорта. За 2014 год их доля составила почти 85% (рис.1).

Значительно меньшую долю всех грузов перевозят внутренним водным, морским и воздушным видами транспорта (рис. 2).

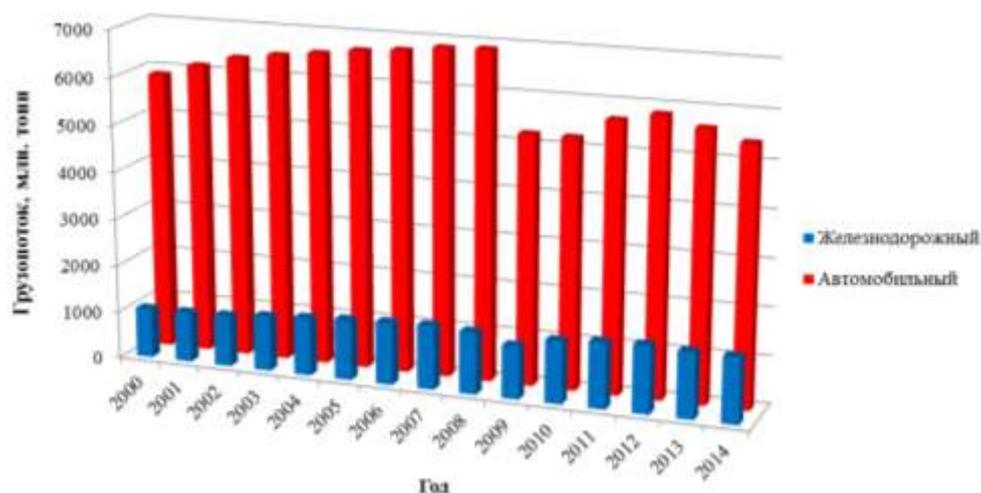


Рисунок 1 – Перевозка грузов по видам транспорта – автомобильный, железнодорожный и трубопроводный за период 2000–2014 гг.

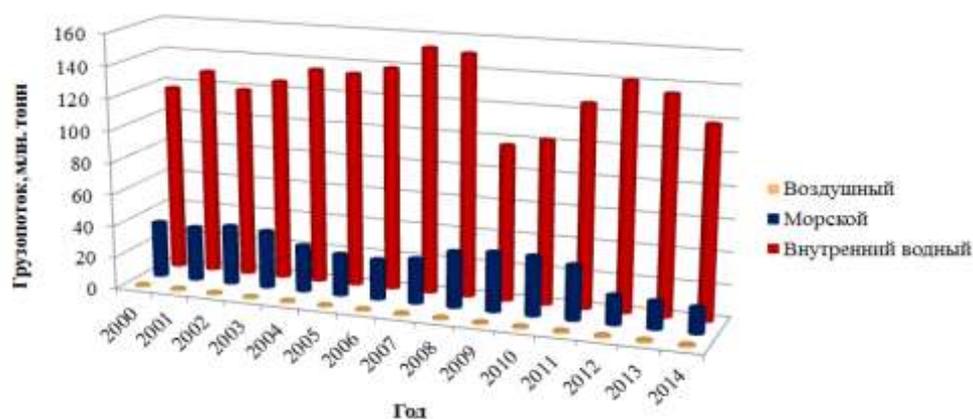


Рисунок 2 – Перевозка грузов по видам транспорта – внутренний водный, морской и воздушный за период 2000–2014 гг.

Стоит заметить, несмотря на невысокие показатели морского и воздушного способов доставки грузов, именно их показатели возросли за последний год. Так, за первые 2 квартала 2015 года грузопоток на морском виде транспорта возрос на 6,3%, а на воздушном – на 7,3%. В то же время грузооборот на морском транспорте увеличился на 9,1%, а на воздушном – на 12,4% по сравнению с этим же периодом 2014 года [1].

Одной из проблем развития сферы грузоперевозок является устаревшая транспортная техника. Обновление парков транспортных средств позволит повысить конкурентоспособность отечественных перевозчиков и будет способствовать росту экспорта транспортных услуг.

Если рассмотреть, для примера, инфраструктуру воздушного транспорта, то только 20% авиакомпаний используют в данном виде перевозок именно грузовые суда. Большинство же транспортирует грузы в пассажирских самолётах в багажных отсеках.

Благодаря своему выгодному географическому положению, Россия может сосредоточить в себе большую часть евроазиатских международных грузопотоков. Разветвленная сеть железных, автомобильных дорог, система внутреннего водного транспорта предоставляет для этого все возможности. Если расширить транспортную систему, увеличить скорость доставки, улучшить процесс управления грузоперевозками, то через Россию будут проходить грузы из стран Дальнего Востока, всей Азии, Северной, Восточной, Западной и Центральной Европы. Тем самым будет использоваться весь, до сих пор не использованный, потенциал страны.

В 1994 году Вторая Общеευропейская конференция на о. Крит определила девять основных международных транспортных коридоров. Для РФ особенно важны МТК «Восток-Запад» и «Север-Юг», проходящие по территории России [2].

Продвижение воздушных перевозок на этих транспортных коридорах будет связано с созданием сети узловых распределительных центров, «аэропортов-хабов», основанных на базе Московского и Санкт-Петербургского авиационных узлов, а также аэропортов таких городов, как Калининград, Новосибирск, Самара, Екатеринбург, Ростов-на-Дону, Красноярск и Хабаровск [3].

С целью анализа возможных вариантов развития сферы грузоперевозок проведен прогноз методом «экстраполяции на основе среднего коэффициента роста», за основу которого взяты известные показатели грузопотока всех вышеперечисленных видов транспорта.

В основе данного метода лежит предположение, что ряды изменений объёмов грузовых перевозок во времени представляют собой геометрическую прогрессию. Это значит, что каждый последующий

уровень объёмов перевозок N_{t+1} равен предыдущему уровню N_t , умноженному на постоянный коэффициент роста k_p [4]:

$$N_{t+1} = N_t \times k_p. \quad (1)$$

Ряд уровней объёмов грузовых перевозок будет образовываться по следующему закону:

$$N_n = N_1 \times k_p^{n-1}. \quad (2)$$

$$n = t_n + T. \quad (3)$$

При этом $t = 1, 2, \dots, t_n, \dots, n$.

Среднегодовой коэффициент роста по исходному временному ряду вычисляется по формуле:

$$\overline{k_p} = \sqrt[t_n-1]{\frac{N_{t_n}}{N_1}}. \quad (4)$$

Рассмотрим данный метод на примере воздушных перевозок.

Исходные данные по объёму грузовых авиаперевозок за период с 2000 по 2014 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Объём грузовых авиаперевозок

| Год | Уровень i | Грузопоток N_i , млн тонн |
|------|-------------|-----------------------------|
| 2000 | 1 | 0,8 |
| 2001 | 2 | 0,9 |
| 2002 | 3 | 0,9 |
| 2003 | 4 | 0,8 |
| 2004 | 5 | 0,9 |
| 2005 | 6 | 0,8 |
| 2006 | 7 | 0,9 |
| 2007 | 8 | 1 |
| 2008 | 9 | 1 |
| 2009 | 10 | 0,9 |
| 2010 | 11 | 1,1 |
| 2011 | 12 | 1,2 |
| 2012 | 13 | 1,2 |
| 2013 | 14 | 1,2 |
| 2014 | 15 | 1,3 |

Определим среднегодовой коэффициент роста по формуле (4):

$$\bar{k}_p = \sqrt[15-1]{\frac{N_{15}}{N_1}} = \sqrt[14]{\frac{1,3}{0,8}} = 1,035. \quad (5)$$

Объём перевезенных грузов в 2015 году, согласно формуле (2), составит:

$$N_{16} = N_1 \times k_p^{16-1} = N_1 \times k_p^{15} = 0,8 \times 1,035^{15} = 1,346 \text{ млн. тонн.} \quad (6)$$

Аналогично проводится прогноз для остальных видов транспорта. Исходные данные за 2000-2014 гг. и полученные значения за 2015 год приведены в табл. 2.

Исходя из прогноза, можно сделать вывод, что за 2015 год грузопоток воздушного транспорта вырастет на 3,54%, железнодорожного – на 1,95%. В то же время объём перевезенных грузов автомобильного транспорта снизится на 0,59%, а морского – на 5,44%.

Таблица 2 – Объём перевезенных грузов по видам транспорта: исходные данные за 2000–2014 гг. и спрогнозируемые значения за 2015 г.

| Год | Объём перевезенных грузов по видам транспорта, млн. тонн | | | | |
|------|--|-----------------|---------------|---------|-------------------|
| | Воздушный | Железнодорожный | Автомобильный | Морской | Внутренний водный |
| 2000 | 0,8 | 1047 | 5878 | 35 | 117 |
| 2001 | 0,9 | 1058 | 6125 | 34 | 129 |
| 2002 | 0,9 | 1084 | 6348 | 37 | 119 |
| 2003 | 0,8 | 1161 | 6468 | 36 | 126 |
| 2004 | 0,9 | 1221 | 6568 | 29 | 135 |
| 2005 | 0,8 | 1273 | 6685 | 26 | 134 |
| 2006 | 0,9 | 1312 | 6753 | 25 | 139 |
| 2007 | 1 | 1345 | 6861 | 28 | 153 |
| 2008 | 1 | 1304 | 6893 | 35 | 151 |
| 2009 | 0,9 | 1109 | 5241 | 37 | 97 |
| 2010 | 1,1 | 1312 | 5236 | 37 | 102 |
| 2011 | 1,2 | 1382 | 5663 | 34 | 126 |
| 2012 | 1,2 | 1421 | 5842 | 18 | 141 |
| 2013 | 1,2 | 1381 | 5635 | 17 | 135 |
| 2014 | 1,3 | 1372 | 5406 | 16 | 119 |
| 2015 | 1,346 | 1398,751 | 5373,774 | 15,13 | 119,144 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство Транспорта Российской Федерации. Информационно-статистический бюллетень «Транспорт России» за январь – июнь 2015 г.
2. Транспортные коридоры. Международные азиатские. Панъевропейские [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.morinfocenter.ru/smp.asp> (дата обращения 17.11.2015)
3. Постановление Российской Федерации. Постановление от 5 декабря 2001 года № 848 О федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)» (с изменениями на 27 декабря 2014).
4. Губенко А. В. Экономика воздушного транспорта / А. В. Губенко, М. Ю. Смуров, Д. С. Черкашин – М: Питер, 2009. – 288 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ПЕРЕВОЗОК В ГА КАК ВОЗРОЖДЕНИЕ ЕДИНОГО КОММУНИКАТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА РФ

Цыпкин Д. С.

Мещерякова Л. Я.
(научный руководитель)

*Кафедра гуманитарных и социально-политических наук
Московский государственный технический университет
гражданской авиации
(г. Москва)*

В статье раскрываются особенности организации перевозок в ГА РФ. Обращается внимание на исторические тенденции в развитии ГА в России. Особое внимание уделено современным проблемам авиаперевозок в РФ, формулируются предложения по повышению эффективности функционирования предприятий гражданской авиации. Особый интерес представляет анализ функционирования лоукостеров в РФ. Представлен краткий анализ проблем, имеющих место в работе ряда компаний, приведены результаты анализа работы авиакомпании «Аэропорт Чебоксары», сделан вывод о необходимости государственной поддержки авиационных компаний, использующих низкобюджетную модель авиаперевозок.

Любое историческое событие оставляет свой отпечаток в будущем. Эта доминанта присуща для большинства сфер жизнедеятельности человека. Историческое развитие, формирование страны оказали

значительное влияние на зарождение и дальнейшее структурирование гражданской авиации.

В период с 1921 г. по 1930 г. были созданы ряд предприятий и ведомств, занимающихся гражданскими авиаперевозками внутри Советского Союза. В 1930 г. началась реорганизация, которая закончилась в 1932 г. образованием «Главного управления Гражданского воздушного флота» (ГУ ГВФ) или сокращено «Аэрофлот». В это время в стране наметился курс на индустриализацию, и возникла необходимость в передвижении гражданского населения между множественными стройками социализма, что дало толчок развитию гражданской авиации. В период ВОВ все пассажирские перевозки были приостановлены. После войны они были возобновлены, но их масштаб нельзя было сравнить с пассажиропотоком на западе, это связано с восстановлением страны после разгромов.

В СССР существовало Министерство гражданской авиации, в ведении которого находился еще советский «Аэрофлот». Фактически он был монополистом на внутрисоюзном рынке пассажирских перевозок, хорошо финансировался, имел непосредственную связь с конструкторскими бюро и авиазаводами, был независим от внешних факторов, это способствовало развитию как «Аэрофлота», так и коммуникативного пространства РФ.

В Советском союзе практиковалось распределение молодых специалистов после обучения в регионы, к месту будущей работы. Таким образом государство обеспечивало профессиональную занятость молодежи, но это порождало новую проблему. Членов семьи разделяли тысячи километров нашей необъятной страны. Как она решалась? Министерство гражданской авиации СССР совместно с «Аэрофлотом» выполняли функцию регулирования пассажирских потоков внутри страны, объединяя людей и обеспечивая целостность большого многонационального государства.

С какими проблемами гражданская авиация столкнулась в наши дни? Что же привело к разрыву связей между регионами страны? Распад Советского Союза привел к краху советского «Аэрофлота» и на его обломках образовалось множество небольших частных авиакомпаний, владельцам которых было невыгодно содержать нерентабельные межрегиональные маршруты. Если в СССР «Аэрофлот» вместе с конструкторскими бюро и авиазаводами, представляли единый авиационный кластер страны, то сейчас, в условиях открытой экономики, каждая из этих составляющих представляет отдельную структуру, плохо взаимодействующую с другими. Это послужило резкому ослаблению авиационной промышленности страны, инфляция и неустойчивые цены на нефть, привели к подорожанию цен на авиаперевозки. Среди

управленцев стала доминировать мысль, что «рука рынка» сама отрегулирует эти процессы. Но это мнение ошибочно. В общественном сознании сформировалось мнение, что центр России и Дальний Восток стали представлять две независимые автономии. В условиях кризиса государство должно регулировать цены на воздушные перевозки путем их субсидирования, но, как известно, бюджет любого государства ограничен.

Я считаю, что решением данной проблемы может стать внедрение ряда принципиально новых, но давно известных нашей стране мероприятий:

1) государственное субсидирование. Предоставлять государственные субсидии на ряд нерентабельных маршрутов, которые необходимы для поддержания качественной жизни местного населения [1];

2) четко регламентированная нормативная правовая база. Используя нормативные правовые акты, регулировать цены на основные составляющие стоимости авиабилета (аэропортовый, топливный сборы и др.);

3) низко-бюджетные перевозки. Удешевить перевозки за счет создания нескольких бюджетных (low-cost) авиаперевозчиков [2];

4) модернизация региональных аэропортов. В связи с развитием нового для нашей страны low-cost направления в авиаперевозках, необходимо рассмотреть возможность создания государственной программы по модернизации инфраструктуры региональных аэропортов [3].

Если в первом и втором пунктах большинство граждан может понять, о чем идет речь, то третий и четвертый необходимо пояснить, так как здесь задействована новая модель авиаперевозок.

Так что такое low-cost (в переводе с английского низкая стоимость) авиакомпания? Это модель бюджетного авиаперевозчика, низкая стоимость услуг которого обеспечивается за счет предоставления минимального количества услуг во время полета, а именно, применения невозвратных тарифов, ограниченного объема провоза багажа, отказа от бортового питания, использования авиалайнеров с вторичного рынка, но это вовсе не значит, что полеты на этих самолетах небезопасны. Эта модель зародилась в США в 1950 г. и получила дальнейшее развитие в 1971 г. созданием авиакомпании «Southwest Airlines Co», позже, в 1990 г. и 1995 г., в Европе основаны одни из наиболее узнаваемых лоукостеров «Ryan air Holdings Plc» (320 самолетов) и «Easy Jet Airline Company Limited» (217 самолетов). Последняя предлагает перелет по маршруту Москва (Домодедово) – Лондон (Гатвик) по цене от 3680 до 4330 рублей на одного человека (стоимость аналогичного билета ООО «Аэрофлот – российские авиалинии» 18404 рубля).

В России первая авиакомпания данного типа ЗАО «Небесный экспресс» появилась в 2006 г., в 2009 г. авиакомпания ООО «Авианова», но обе эти авиакомпании потерпели крах в период кризиса в октябре 2011 г. В октябре 2013 г. под крылом ООО «Аэрофлот – российские авиалинии» был создан новый низко-бюджетный перевозчик, сегодня известный, как ООО «Авиакомпания «Победа». Работа этой авиакомпании, уже спустя полтора года, показала свою эффективность. «Победа» стала выполнять полеты из Москвы не только в города миллионники, но и в города, население которых не имеет высокого заработка. Например, Киров, Назрань, Чебоксары.

На основе предоставленных мне статистических данных Казенным предприятием Чувашской Республики «Аэропорт Чебоксары», я провел анализ заплняемости рейсов № UT208, 7R106/110, выполняемых ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр» и ЗАО «Авиакомпания «Руслайн», до и после открытия рейса № DP458, выполняемым ООО «Авиакомпания Победа».

Из графиков, приведенных ниже, видно, что в период с 1 по 26 октября произошло перераспределение пассажиропотока. ЗАО «Авиакомпания «Руслайн» не выдержала конкуренции и была вынуждена отказаться от данного направления. ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр», работая в сегменте перевозок средней ценовой категории, улучшила свои показатели в октябре, перевезя 1518 пассажиров, что на 171 человека больше, по сравнению с сентябрем этого же года. ООО «Авиакомпания «Победа», за первый месяц работы на новом направлении, продемонстрировала высокую среднюю загрузку самолета, равную 77%.

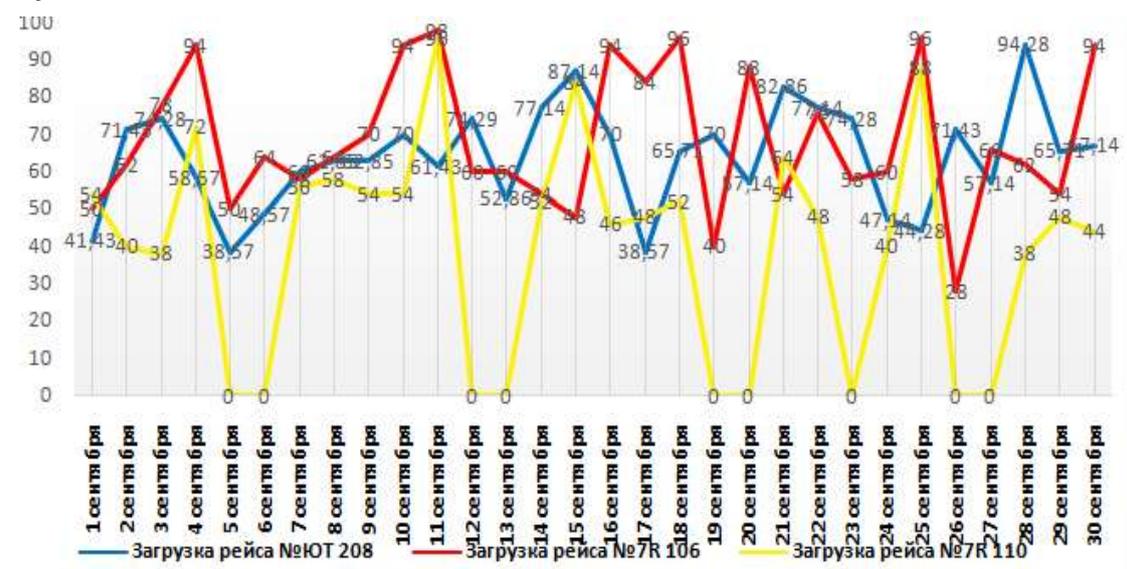


Рисунок 1 – Пассажиропоток на маршруте Чебоксары – Москва за сентябрь 2015 года (до открытия рейсов АК «Победа»)

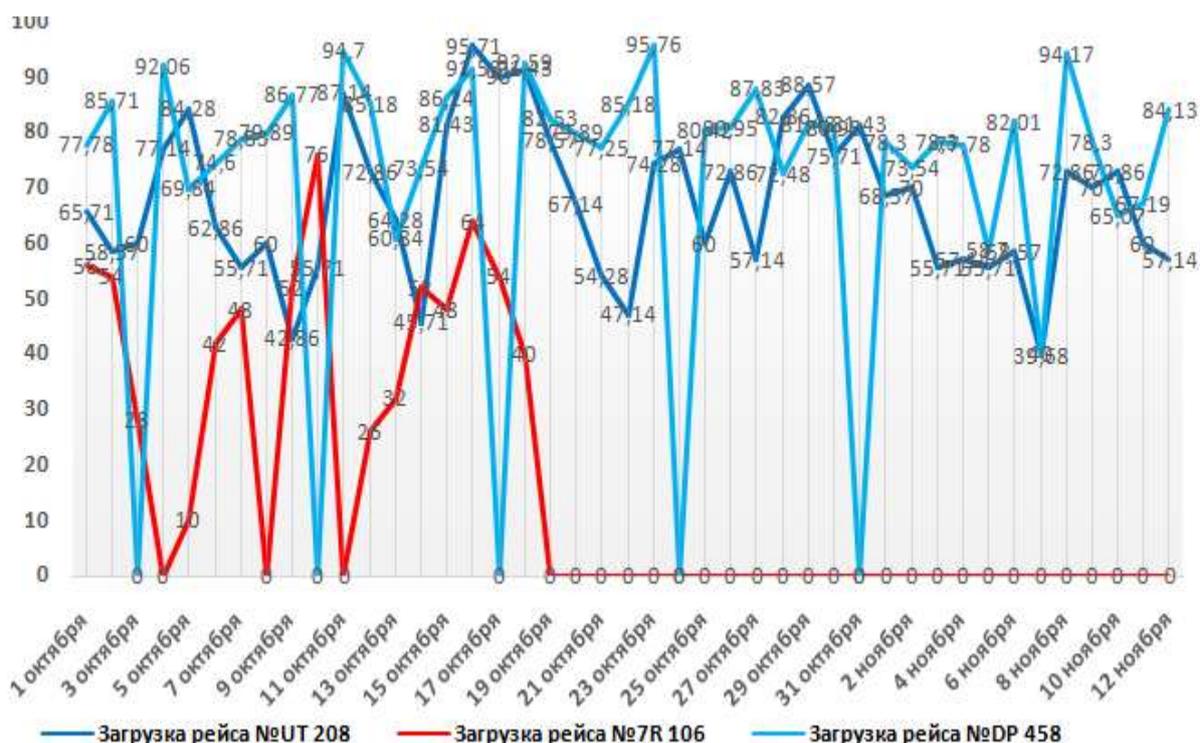


Рисунок 2 – Пассажиропоток на маршруте Чебоксары – Москва с 1 октября по 12 ноября 2015 года (после открытия рейсов АК «Победа»)

С приходом нового низко-бюджетного перевозчика в город Чебоксары, максимальная провозная емкость на маршруте Чебоксары – Москва – Чебоксары, увеличилась в 1,52 раза.

Несмотря на уход с местного рынка, ЗАО «Авиакомпанией «Руслайн» перевезено 5553 человека за октябрь, что в 1,87 раза больше, чем в сентябре.

Первые полеты нового лоукостера в небольшие города показали не только эффективность низко-бюджетной модели авиаперевозчика, но и выявили ряд устранимых недостатков. Выяснилось, что существующим терминальным комплексам региональных аэропортов тяжело справиться с приемом больших воздушных судов, эксплуатация которых необходима в силу их высокой экономической эффективности, которая обеспечивает саму деятельность авиакомпании лоукостера. Как правило, это самолеты Airbus 320 и Boeing 737NG. Флот ООО «Авиакомпания «Победа» состоит из 12 Boeing 737-800, которым тяжело производить маневры на небольших рулежных дорожках, а существующее оборудование в терминале не позволяет быстро и качественно выдать багаж 189 пассажирам, в результате это может привести к затруднению работы аэропорта.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что государство способно поддерживать развитие гражданской авиации в РФ. Внедрение обозначенных в работе направлений совершенствования

авиаперевозок позволит увеличить пропускную способность воздушных артерий с наименьшими затратами для бюджета страны, а значит поддерживать единство коммуникативного пространства и целость РФ на необходимом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aviation Explorer. Статья: «Росавиация: По программе развития авиаперевозок в ПФО перевезено более 84 тысяч пассажиров» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aex.ru/news/2015/11/3/144247/> (дата обращения 10.11.2015).
2. Про недра. Статья: «Авиалоукостеры – сниженный комфорт за разумную цену» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pronedra.ru/traffic/2015/03/03/avialoukostery-istoriya-razvitiya/> (дата обращения 10.11.2015).
3. AVIA.RU. Статья: «В Москве завершила работу конференция Региональная авиация России и СНГ – 2014» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aviaru.net/pr/?id=30333> (дата обращения 10.11.2015).
4. М. Арлазоров. Рождение русской авиации. 17.05.2010 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://storyo.ru/364-rozhdenie-russkojj-aviacii.html> (дата обращения 10.11.2015).

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Иванова Т. Ю.
655216@mail.ru

Мейер О. С.
(научный руководитель)

*Факультет сервиса на транспорте СПО
Иркутский филиал МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

В статье рассмотрены основы современного международного терроризма, особое внимание уделено террористической активности Исламского государства Ирака и Леванта (ИГИЛ) на Ближнем Востоке за последние годы. Приведены используемые в практике предполетного досмотра инновационные технологии, изучен опыт применения зарубежными аэропортами нетрадиционных систем обеспечения авиационной безопасности. Описана практика внедрения

современных технических средств досмотра пассажиров, охраны территории российскими аэропортами. Обоснована социально-экономическая значимость процедуры предотвращения несанкционированного вмешательства в деятельность гражданской авиации РФ.

Терроризм относится к числу самых опасных и труднопрогнозируемых явлений современности, которое приобретает всё более разнообразные формы и угрожающие масштабы. Террористические акты чаще всего приносят массовые человеческие жертвы, влекут разрушение материальных и духовных ценностей, порой не поддающихся восстановлению, сеют вражду между государствами, провоцируют войны, недоверие и ненависть между национальными и социальными группами, которые иногда невозможно преодолеть в течение жизни целого поколения.

Терроризм, давно выйдя за национальные рамки, приобрел международный характер. Он стал эффективным и эффектным орудием устрашения и уничтожения в споре разных миров, кардинально отличающихся друг от друга своим пониманием жизни, своими нравственными нормами, своей культурой.

Из всех преступлений против общественной безопасности терроризм является наиболее тяжким преступлением. В условиях доступа человечества к оружию массового поражения, которое обладает огромной разрушительной силой, опасность терроризма неизмеримо возрастает.

2013-й год стал годом пиковой террористической активности в мире не только за период с начала XXI в., но за весь период, по которому вообще доступна статистика по терроризму (с 1970 г.). Особую тревогу вызывает и тот факт, что предыдущие пиковые значения были зарегистрированы в 2012 и 2011 гг. (для числа терактов) и в 2012 г. (для числа погибших в терактах) [1].

При том, что террористическая активность находится на своем историческом пике и продолжает расти, она весьма неравномерно распределена по регионам мира и большая ее часть сконцентрирована на Ближнем Востоке и в Южной Азии (включая Афганистан и Пакистан).

В настоящее время наблюдается устойчивое преобладание радикально-исламистских группировок и движений среди наиболее активных и смертоносных вооруженно-террористических организаций в мире. Так, в 2013 г. все наиболее смертоносные повстанческо-террористические группировки в мире носили радикально-исламистский характер, включая Талибан в Афганистане, Исламское государство Ирака и Леванта (ИГИЛ), «Техрик-э-Талибан Пакистан», «Боко харам» (Нигерия), «Лашкар-э-Джангви» (Пакистан), «Джабхат ан-Нусра» (Сирия) и «аш-Шабаб» (Сомали). Примечательно, что все эти группировки также

являются одной из военных сторон в крупных вооруженных конфликтах в соответствующих странах.

Ирак возглавляет список стран, сильнее всего затронутых терроризмом, начиная с середины 2000-х гг. (в 2002–2011 гг. на Ирак пришлось более трети всех убитых в терактах в мире) [2]. К середине 2010 г. главной движущей силой террористического насилия в регионе стало ИГИЛ, которое объединяет в себе мощную идеологию, серьезные амбиции в области построения исламского государства на территории сразу двух государств – в Ираке и Сирии.

Возвращаясь к безопасности в гражданской авиации, хотелось бы отметить, что особенно привлекательными для террористов остаются объекты транспорта как наиболее уязвимые по сравнению с другими. Теракты на транспорте сопровождаются большими жертвами, зачастую парализуют деятельность важнейших сфер экономики, вызывают огромный общественный резонанс.

Приведем недавнюю авиационную катастрофу, произошедшую 31 октября 2015 года. Пассажирский лайнер Airbus-321 авиакомпании «Когалымавиа», который совершал рейс 9268 из Шарм-эль-Шейха в Санкт-Петербург, потерпел крушение в Египте. Всего на борту авиалайнера, включая членов экипажа, находилось 224 человека. Все, кто находился на борту самолёта, погибли. Пока не ясно, что стало причиной авиакатастрофы в Египте: техническая неисправность воздушного судна, человеческая ошибка. Однако специалисты выдвигают еще одну версию – крушение российского авиалайнера от взрыва на борту. Как следствие, президент России Владимир Путин принял решение о приостановке полетов в Египет до выяснения причин авиакатастрофы. 8 ноября 2015 г. был подписан указ «Об отдельных мерах по обеспечению национальной безопасности Российской Федерации и защите граждан Российской Федерации от преступных и иных противоправных действий», вступил в силу со дня подписания. Он устанавливает временный запрет на полеты в Египет, за исключением тех случаев, когда органы государственной власти направляют граждан в эту страну «в служебных целях».

Сегодня вполне очевидно, что терроризм является проблемой международного характера. Это предполагает, что в борьбе с ним должны быть задействованы не отдельные специально создаваемые для этой цели антитеррористические центры, а правоохранительные органы и спецслужбы. Для борьбы с этой всеобщей угрозой необходимо объединение усилий всех государственных и общественных структур, ветвей власти, средств массовой информации и граждан всех стран в мире.

Сегодня особое внимание в мире уделяется решению проблем обеспечения авиационной безопасности. В настоящее время во всех

аэропортах созданы и функционируют службы авиационной безопасности. Эти службы обеспечивают весь комплекс мер по защите деятельности гражданской авиации от актов незаконного вмешательства, включая охрану аэропортов, воздушных судов и объектов жизнеобеспечения, осуществление пропускного и внутриобъектового режимов в аэропортах и авиапредприятиях, проведение предполетных досмотров пассажиров, их ручной клади, воздушных судов, багажа, почты, грузов и бортовых запасов.

Предполетный досмотр является гарантией обеспечения безопасности пассажиров в процессе полета. Прохождение досмотра установлено международными и российскими правилами осуществления воздушных перевозок и является обязательным. В случае, если пассажир отказывается от прохождения предполетного досмотра, договор воздушной перевозки с ним расторгается. Кроме того, любые шутки на тему авиационной безопасности квалифицируются как нарушение закона и влекут за собой наказание.

Так, к примеру, в крупных аэропортах страны за последние годы все шире внедряются новые технические средства досмотра пассажиров, охраны территории и многоуровневые системы досмотра багажа авиапассажиров.

Аэропорт Владивосток (Кневичи) является современным транспортным узлом, который обеспечен комплексной системой безопасности, соответствующей передовым международным стандартам. После проведения во Владивостоке в 2012 г. одного из крупнейших мероприятий планеты – Саммита стран Азиатско-Тихоокеанского региона – было обеспечено инфраструктурно-техническое оснащение аэропорта, которое позволяет обеспечивать безопасное обслуживание на самом высоком уровне как рядовых пассажиров, так и первых лиц государств мира. Были введены инновационные системы охраны, видеонаблюдения и средства досмотра, такие как:

- автоматизированный парковочный комплекс «Express Inspection Park Master» с возможностью распознавания автомобильных номеров для автоматизированного пропуска и контроля транспортных средств на прилегающую территорию аэропорта;

- система охранной сигнализации ограждения аэропорта «кабель-датчик ГЮРЗА»;

- система интеллектуального видеонаблюдения аэровокзального комплекса и прилегающей к нему территории аэропорта с возможностью распознавания физических лиц;

- автоматизированная система контроля и доступа «Perco-S20» с возможностью верификации (сопоставления) и видео-идентификации лиц;

– система «Рубеж-08» для автоматизированного пропуска и контроля физических лиц и транспортных средств в контролируемую зону аэропорта;

– все входные двери, аэровокзального комплекса в перевозочный сектор зоны транспортной безопасности аэропорта оборудованы системами контроля управления доступом и видеонаблюдения;

– пункты досмотра пассажиров внутренних и международных воздушных линий дополнительно оборудованы кабинами с системой рентгеновского контроля для выборочного личного досмотра пассажиров и ускорения процедуры личного досмотра;

– система видеонаблюдения в аэровокзальном комплексе имеет программное обеспечение «ИНТЕЛЛЕКТ» по мониторингу и обнаружению оставленных и бесхозных предметов;

– все контрольно-пропускные пункты аэропорта оборудованы системами контроля управления доступом и видеонаблюдения, а также противотаранными дорожными заградительными устройствами;

– пункты досмотра багажа пассажиров оборудованы автоматическими системами обнаружения взрывчатых веществ (MVT-HR);

– аэровокзальный комплекс оборудован системой звукового и аварийного оповещения для организации автоматической эвакуации;

– все пункты досмотра оборудованы техническими средствами досмотра: рентгенотелевизионными интроскопами «РХ-107», «РХ-208», «РХ-231», «РХ-6.4» и стационарными металлоискателями Ceia Hi-Pe Multi Zone, производства не ранее 2011 года [3].

Но все же самые новейшие и передовые технологии в области обеспечения АБ применяются за рубежом. Например, в крупнейшем аэропорту столицы Великобритании Heathrow была внедрена новая система контроля за местонахождением пассажиров в терминале. Система, именуемая «Positive boarding», используется пока только авиакомпанией «Virgin Atlantic». На данном этапе она может лишь контролировать время прохода пассажира из публичной зоны терминала в «стерильную» и отказывать в посадке в случае, если до вылета в этот момент остается менее получаса.

Несколько лет назад в Heathrow была введена биометрическая проверка пассажиров. Теперь в терминале пассажиры оставляют отпечатки четырех пальцев и фотографию, а перед самой посадкой в самолет их ждет повторная проверка, чтобы удостовериться, что в самолет проходит именно тот человек, который зарегистрировался. Эта система направлена на предотвращение потенциальной «подмены личности» в пограничной зоне аэропорта, когда прилетевший из-за рубежа потенциальный террорист или нелегальный мигрант может обменяться посадочными талонами

с пассажиром внутреннего рейса и прилететь в другой город Великобритании без прохождения иммиграционного контроля.

Аэропорт Хитроу первым стал применять так называемые бодисканеры, позволяющие получать трехмерное изображение человеческого тела без одежды и тем самым выявлять имеющиеся у пассажира запрещенные к проносу объекты. В ближайшем будущем досмотру, с помощью новых сканеров, будет подвергаться лишь незначительная часть авиапутешественников. Если пассажир выбран для досмотра и отказывается его проходить, ему не разрешат лететь.

Также в лондонском аэропорту Хитроу был разработан инновационный способ сбора и анализа информации о потенциальных угрозах безопасности. Система «TASS» объединяет различные источники данных в единую картину того, что происходит в здании аэропорта и за его пределами. Система способна обнаружить в режиме реального времени источники потенциальной опасности, которые отображаются на экранах мониторов. В зависимости от степени угрозы, меняется и цвет, самый высокий уровень угрозы – красный. Из зоны действия системы не ускользнет ни один объект внутри и за пределами аэропорта, будь то человек, багаж, транспортное средство или самолет.

Но все-таки самой безопасной системой обеспечения авиационной безопасности в мире считается израильская система. Главные воздушные ворота страны – Тель-авивский международный аэропорт имени Давида Бен-Гуриона – сегодня один из самых охраняемых объектов.

Система вступает в действие уже на дальних подступах к аэропорту, где на контрольно-пропускном пункте все въезжающие автомашины автоматически проверяют по различным базам данным, а молодые люди с оружием пристально вглядываются в лица пассажиров и, задавая отвлеченные вопросы, отслеживают реакцию собеседника и пытаются уловить в его речи акцент, наличие которого может стать поводом для более тщательных проверок.

Охранники встречают пассажиров непосредственно у дверей аэропорта, затем улетающих пассажиров в обязательном порядке допрашивают в очереди на проверку багажа, которая предшествует регистрации на рейс. Степень дотошности подобных процедур, которые могут завершиться и личным досмотром, во многом зависит от категории, которую служба безопасности присвоила авиапассажиру. Руководство аэропорта считает, что никакое технически совершенное оборудование не в состоянии уловить те нюансы, которые может определить человек. Поэтому начиная с 1970 года израильские сотрудники безопасности применяют профайлинг как эффективный способ выявления противоправных намерений пассажира.

Завершенность системе «тотального контроля» придают 700 с лишним камер видеонаблюдения, обширная зона по периметру аэропорта, закрытая для посторонних и тщательно патрулируемая, ударопрочные стекла, урны, способные выдержать взрыв бомбы, и множество других систем, скрытых от взглядов непосвященных.

Помимо этого, пассажиры национального перевозчика «El Al» по всему миру проходят двойную проверку – местной службы безопасности и службы безопасности самой авиакомпании. Тем самым службы безопасности Израиля обеспечивают максимальный уровень безопасности согласно международным стандартам. На самолетах «El Al» и двух других местных авиаперевозчиков стоят системы, которые засекают пуск ракеты с головками теплового наведения и своевременно сбивают их с курса с помощью лазерных импульсов.

В целом, сейчас израильский подход состоит не в том, чтобы искать оружие или взрывчатку, а в том, чтобы выявлять намерение его применить. К такому же выводу пришли сегодня и правители многих стран в мире. Для борьбы с международным терроризмом необходимо действовать на упреждение, бороться и уничтожать боевиков и террористов на уже захваченных ими территориях, не ожидать, когда они придут на новые территории. В противодействии международному терроризму заинтересована и Россия, что значительно увеличивает возможность обеспечения национальной безопасности нашей страны.

Борьба с преступными намерениями в отношении гражданской авиации РФ несет социально-экономический эффект, подкрепляемый внедрением инновационных систем обеспечения авиационной безопасности. В результате противодействия терроризму в РФ обеспечивается защита права каждого человека на личную безопасность вне зависимости от национальности, гражданства, вероисповедания, взглядов и убеждений. Наблюдается повышение социальной защищенности нации, обеспечивается антитеррористическая защищенность потенциальных объектов террористических посягательств, включая объекты гражданской авиации. Также прослеживается активная работа по информационно-пропагандистскому обеспечению антитеррористических мероприятий, сотрудничество государства с общественными и религиозными объединениями, международными и иными организациями, гражданами в противодействии терроризму. Недопустимы политические уступки террористам и двойные стандарты в отношении к терроризму.

Обеспечение высокого уровня авиационной безопасности влечет за собой сохранение и развитие авиационной инфраструктуры, а также создание условий для добросовестной конкуренции в гражданской авиации. Уделяется внимание совершенствованию системы подготовки

и переподготовки кадров, технических средств обучения для обеспечения высокого уровня квалификации авиационного персонала.

Во внутривластной сфере наблюдается стабильность государственной власти и ее институтов, а также нейтрализация причин, способствующих возникновению социальных и межнациональных конфликтов. В сфере экономики отсутствие несанкционированных вмешательств в деятельность гражданской авиации влечет рост числа пассажиров, что положительно сказывается на финансовом положении авиаперевозчиков.

В заключение хотелось бы сказать, что в целях обеспечения национальной безопасности РФ необходимо совершенствовать систему обеспечения транспортной безопасности, чтобы идти в ногу с современными мировыми технологиями и изменяющимися требованиями к объектам транспортной инфраструктуры. Основной задачей современной системы обеспечения авиационной безопасности является восстановление доверия общества к авиаперевозкам в свете последних событий – катастрофы нашего авиалайнера в небе Египта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова Е. А. ИГИЛ и транснациональный исламистский терроризм / Е. А. Степанова // Глобальный индекс терроризма. – 2014. – Вып. 11. – С. 15-31.
2. Фролов К. В. Проблемы научно-технического обеспечения безопасности и противодействия терроризму на транспорте. – М.: НИИ ГП РФ, 2015. – 307 с.
3. Черток В. Б. Россия – в числе лидеров в области авиационной безопасности / В. Б. Черток // Транспортная безопасность и технологии. – 2015. – Вып. 2. – С.98-102.
4. Информационный центр по вопросам международной безопасности [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.mslu.ru> (дата обращения 15.11.2015).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ АВИАЦИОННОГО ТУРИЗМА

Меднякова Т. В.¹, Меркульева А. И.²

¹*tanyshka-13@mail.ru*, ²*merkuleva.angelina@mail.ru*

Немчинов О. А.

(научный руководитель)

*Кафедра эксплуатации авиационной техники
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва (СГАУ)
(г. Самара)*

Рассмотрен туристический потенциал Самарской области и основные сегменты, в рамках которых целесообразно применение вертолётной техники. Разработаны примерные туристические маршруты по достопримечательностям региона, в частности, по национальному парку «Самарская Лука» и по религиозным памятникам Самарской области, с учётом особенностей использования вертолётов для осуществления перевозки. С учётом себестоимости рейсов и предполагаемых тарифов были рассчитаны стоимости экскурсий по представленным маршрутам при условии полной загрузки воздушных судов. С использованием величин финансовых потоков за месяц и количества пассажиров, которое может быть перевезено за тот же временной интервал, была определена точка безубыточности по предложенным маршрутам.

Туризм является одной из крупнейших, высокодоходных и наиболее динамичных отраслей мировой экономики. Успешное развитие туризма оказывает непосредственное влияние на ключевые секторы экономики, в том числе на развитие транспортной инфраструктуры.

На сегодняшний день развитие малой авиации, с предоставлением туристско-экскурсионных услуг, является приоритетным направлением всего государства в целом и отдельных его регионов.

Непосредственное влияние уровня туристической отрасли в регионе на развитие малой авиации неоспоримо, поскольку прогресс туристического бизнеса значительно способствуют разнообразию возможностей отдыха на конкретной территории. Эти перспективы, в свою очередь, ведут к увеличению и развитию авиационных пассажирских перевозок, поскольку увеличивается поток туристов, а авиационные перевозки в настоящее время являются наиболее быстрым и удобным способом передвижения.

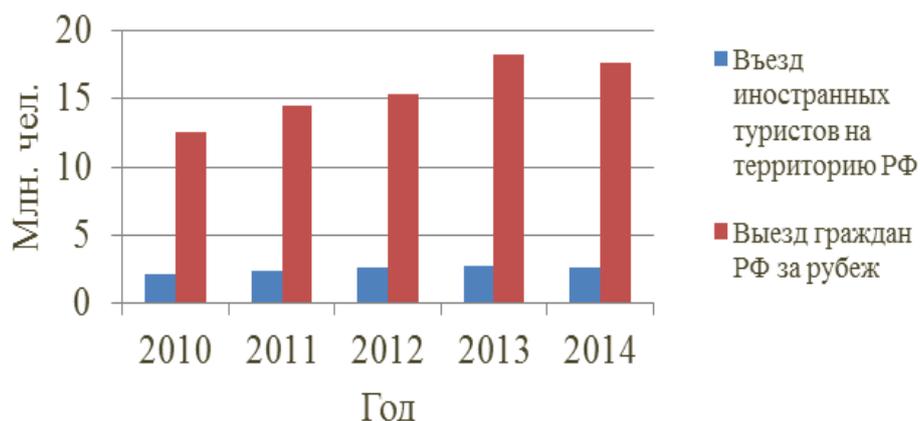


Рисунок 1 – Статистические показатели взаимных поездок граждан РФ и иностранных государств

По данным Росстата число выезжающих на время отпуска из России значительно превышает число въезжающих в страну (рис. 1). И, в первую очередь, это связано с несоответствием качества и цены отдыха. Также известно, что доля туристов, отдающих предпочтение турам по стране, а в частности, турам по Самарской области, не превышает 6% [1].

В связи с этим, в 2013 г. была принята Стратегия социально-экономического развития Самарской области до 2020 г. Её основной целью является внедрение в Самарской области системы устойчивого развития туризма, при которой открываются возможности создания долговременных благоприятных условий для его развития при одновременном сохранении природных ресурсов и социально-культурных ценностей общества [2].

Для осуществления поставленных задач нами предлагается создание авиакомпании. Данная авиакомпания выполняет перевозку пассажиров на местных воздушных линиях. Парк воздушных судов состоит из самолёта Ан-2 и вертолёта Robinson R44.

Самарская область имеет огромный природный потенциал. Кроме того, регион богат памятниками архитектуры, но многие из них туристам неизвестны. В данной работе исследовано несколько маршрутов, как в малоизвестные, так и в знаменитые места Самарской области.

Первый маршрут «Токмаклинский водопад». Туристы доставляются из г. Самара на самолёте в с. Токмакла, далее от с. Токмакла идут 3 км на запад до водопада, там отдыхают, а после возвращаются в село за велосипедами и едут в район пойменных лесов р. Кондурча, где разбивают палаточный лагерь (рис. 2).



Рисунок 2 – Маршрут от с. Токмакла до Токмаклинского водопада и от с. Токмакла до пойменных лесов р. Кондурча

Второй маршрут «Голубое озеро». Туристы высаживаются в Суходоле, откуда на велосипедах продвигаются 10 км на восток до с. Старое Якушкино (рис. 3).

Третий маршрут «Кутулукское водохранилище». Туристы высаживаются в с. Арзамасцевка, откуда продолжают поход. Кроме того, есть возможность посетить местные леса: для этого на лодке следует переплыть водохранилище с его западного берега на восточный, затем пройти пешком на север 3 км до леса «Горелый» (рис. 4).



Рисунок 3 – Маршрут от пгт Суходол до Голубого озера



Рисунок 4 – Маршрут от с. Арзамасцевка до леса «Горелый»

Доставка пассажиров по описанным маршрутам осуществляется одним рейсом на самолёте Ан-2. Первыми высаживаются туристы, желающие посетить Кутулукское водохранилище, далее, те пассажиры, которые хотят отдохнуть у Токмаклинского водопада, третья посадка – у Голубого озера. Обратное в Самару туристы возвращаются тем же маршрутом. Вылеты предполагается совершать два раза в неделю – в пятницу и воскресенье.

Маршрут № 4 «Религиозный». Экскурсия проводится с использованием автомобильного и воздушного транспорта. Экскурсанты из г. Самара объезжают религиозные памятники на автомобиле типа «Газель». Конечным пунктом является с. Винновка, откуда пассажиры перелетают на самолёте Ан-2 в г. Самара (рис. 5).

Маршрут № 5 «Обзорная экскурсия». В ходе экскурсии туристы облетают национальный парк «Самарская Лука» на вертолёте Robinson R44 (рис. 6).



Рисунок 5 – Маршрут религиозной экскурсии

Данные маршруты разработаны для весенне-летнего сезона. В зимний период туристы, приехавшие в Самарскую область, могут отдохнуть на турбазах региона, пользуясь одним из предложенных ниже маршрутов.

Маршрут №6 «Волжский утёс». В санаторий туристы добираются из г. Самара на самолёте Ан-2. Для размещения предоставляются дома, вместимостью от двадцати до тридцати человек.

Седьмой маршрут «Бестужевка». Данный маршрут предназначен исключительно для охотников и рыбаков. Для размещения имеются домики, вместимостью от четырёх до восьми человек.

Себестоимость одного авиационного рейса состоит из постоянных и переменных затрат. Постоянные затраты включают оплату аренды, лизинговые платежи и оплату труда лётного состава. Переменные расходы определяются из себестоимости лётного часа, расходов на горюче-смазочные материалы и аэропортовых сборов.

Тариф на перевозку определяется полной стоимостью рейса с учётом планируемой рентабельности и количества пассажиров этого рейса.



Рисунок 6 – Маршрут обзорной экскурсии

Предполагается, что авиакомпания осуществляет перевозки на местных воздушных линиях. В связи с чем, в соответствии с Программой предоставления субсидий из федерального бюджета организациям воздушного транспорта на осуществление региональных воздушных перевозок пассажиров на территории Российской Федерации, имеет право воспользоваться одним из видов субсидий. Так, авиакомпании предоставляется компенсация 50% затрат пассажиров от стоимости билета.

В табл. 1 приведены примерные стоимости экскурсий по представленным маршрутам с учётом полной загрузки воздушных судов.

Таблица 1 – Стоимости экскурсий по маршрутам

| Маршрут | Стоимость экскурсии, руб. |
|--------------------------------|---------------------------|
| №1 «Токмаклинский водопад» | 4 400 |
| №2 «Голубое озеро» | 4 100 |
| №3 «Кутулукское водохранилище» | 3 900 |
| №4 «Религиозный маршрут» | 5 000 |
| №5 «Обзорная экскурсия» | 3 800 |
| №6 «Волжский Утёс» | 4 300 |
| №7 «Бестужевка» | 4 500 |

Таблица 2 – Определение точки безубыточности

| Маршрут | Частота рейсов | Кол-во пассажиров, чел. |
|-------------|----------------|-------------------------|
| №1, №2, № 3 | 8 | 84 |
| №4 | 8 | 60 |
| №5 | 16 | 30 |
| №6, №7 | 16 | 57 |

С использованием величин финансовых потоков за месяц и количества пассажиров, которое может быть перевезено за тот же временной интервал, была определена точка безубыточности по предложенным маршрутам.

Проведённые исследования показывают целесообразность использования авиационной техники в туристической отрасли, а также способствуют повышению конкурентоспособности области за счёт увеличения потока туристов как внутренних, так и зарубежных.

Учитывая имеющийся в регионе потенциал, а также тенденцию развития туристской инфраструктуры, необходимо больше внимания уделить разработке туристических маршрутов, расширению объектов туристско-экскурсионного характера, которые с учётом увеличивающегося числа отдыхающих, позволят получать дополнительный доход.

РАЗВИТИЕ ДЕЛОВОЙ АВИАЦИИ В РОССИИ

Румянцева О. В.

lesik-sun@list.ru

Залуцкая Н. С.

(научный руководитель)

Кафедра экономики авиапредприятий

Иркутский филиал МГТУ ГА

(г. Иркутск)

В статье рассмотрены проблемы становления деловой авиации, проанализирована специфика ее развития в России. История рассмотрена с начала 90-х годов, а более подробная статистика по вводу в эксплуатацию бизнес-джетов иностранного производства проанализирована с начала столетия. Автором описано положение дел в настоящий момент, а также дан прогноз развития деловой авиации в РФ в рамках мировой тенденции развития.

В нашей стране, с ее огромной территорией, гигантскими расстояниями между деловыми и культурными центрами регионов, особую роль играет гражданская авиация. Без преувеличения можно сказать, что ее состояние имеет большое значение не только для эффективности экономики, но и для обеспечения реального единства государства, которое во многом определяется наличием единой системы интересов, хозяйственных и просто человеческих связей всех регионов России. Гражданская авиация – это авиация, используемая в целях обеспечения потребностей граждан и экономики. Она является сложной, разветвленной системой, требующей повышенного внимания к правилам регулирования обеспечения безопасности полетов и качественного предоставления услуг пассажирам.

Фактор большой территории России является важным стимулом развития гражданской авиации. Многие районы страны практически не имеют альтернативы воздушному сообщению. Наибольшее количество пассажиров перевозится на авиалиниях, соединяющих Москву с восточными районами, Санкт-Петербургом, курортными районами и со столицами стран СНГ и крупными европейскими странами. В последние годы опережающими темпами растет объем международных перевозок. Использование авиационного транспорта дает большой временной выигрыш по сравнению с другими видами транспорта на средних и особенно больших расстояниях. Считается, что на расстояниях свыше одной тысячи километров, в пассажирских перевозках начинает преобладать воздушный транспорт [1].

Основополагающим актом, регулирующим деятельность гражданской авиации на территории Российской Федерации, является Воздушный кодекс Российской Федерации [2]. В соответствии с Воздушным кодексом РФ разрабатываются и утверждаются в установленном Правительством РФ порядке федеральные правила использования воздушного пространства и федеральные авиационные правила – нормативные акты, регулирующие отношения в области использования воздушного пространства и в области авиации. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 № 138, устанавливают порядок использования воздушного пространства Российской Федерации в интересах экономики и обороны страны, в целях удовлетворения потребностей пользователей воздушного пространства, обеспечения безопасности использования воздушного пространства.

Коммерческая деятельность в области гражданской авиации осуществляется в соответствии со ст. 62, 63 Воздушного кодекса Российской Федерации.

Деловая авиация – российский синоним англо-американской «Business aviation» представляет собой отрасль гражданской авиации, специализирующуюся на разработке, производстве, эксплуатации, обслуживании авиационной техники, предназначенной для индивидуальных и корпоративных полётов, а также оказании сопутствующих услуг.

Несмотря на то, что деловая авиация ещё не нашла своего формального отражения в российском законодательстве как отрасль гражданской авиации, в реальной жизни она представляет собой сложившуюся категорию с ярко выраженными отличительными признаками.

В России бизнес-авиация (деловая авиация) появилась в начале 1990-х, с формированием в нашей стране собственно крупного бизнеса. Существовавшую в советские времена ведомственную и специальную авиацию, обслуживавшую первых лиц государства и высших чиновников, к деловой авиации отнести можно разве что с большой натяжкой.

Наследие прошлого отразилось, безусловно, на некоторой специфике российской бизнес-авиации. Например, в конце советской эпохи для высших чиновников и номенклатуры во многих аэропортах страны были созданы специальные залы официальных лиц и делегаций, позволявшие привилегированным персонам сократить время, затрачиваемое на формальности, при более высоком уровне сервиса. Именно они впоследствии стали основой для формирования инфраструктуры VIP-сервиса для пассажиров рейсов бизнес-авиации в аэропортах России и СНГ.

В начале 1990-х годов у крупнейших компаний новой России начинает появляться интерес к деловым и корпоративным перевозкам. Первопроходцами стали крупнейшие корпорации-монополии, такие как Газпром, «ЕЭС», Лукойл и другие, имевшие широкую филиальную сеть и интересы за рубежом. Гиганты пошли по пути создания дочерних авиакомпаний, флот которых состоял из отечественных самолетов. А поскольку специализированных бизнес-самолетов в России не производилось, пришлось задействовать имеющиеся модели, салоны которых были переоборудованы в «люксовый» вариант, лидерами в этом смысле стали средние региональные самолеты Як-40, Ту-134. В России с деловыми визитами стали бывать и представители крупнейших мировых корпораций, так местный бизнес познакомился с иностранными бизнес-джетами, специально проектировавшимися и создававшимися для нерегулярных деловых перевозок. Безусловно, они имели ряд преимуществ: экономичность двигателей, скорость, надежность, возможность полета на эшелонах – которые не используются регулярными лайнерами и т. д. К тому же, у российских самолетов возникли проблемы

с полетами за границу – они не вписывались в ограничения по шумам и выбросу вредных веществ, действующих в странах Евросоюза. Соответственно, у российской бизнес-элиты появился интерес к «иномаркам».

Кризисный 1998 год стал неблагоприятным рубежом для деловой авиации в России, правда, никак не сказавшись на общемировых тенденциях. Однако и здесь следует, скорее, говорить о резком снижении темпов роста российской бизнес-авиации, чем об откате назад. Еще одна характерная особенность – постепенно в России происходит расширение понятия «бизнес-авиация», в него включается не только деловая авиация в строгом смысле этого слова, но и любые частные полеты – на отдых, лечение и т. д.

Ситуация меняется в начале нового тысячелетия, противоречивая эпоха 90-х уходит в прошлое. Благоприятная конъюнктура мировых цен на энергоносители позволила избежать спадов в экономике в начале 21-го века. Это, безусловно, положительно сказалось на развитии бизнес-авиации в России.

В 2001 году в России эксплуатировались не более полутора десятков бизнес-джетов иностранного производства, большую часть которых составляли модификации Hawker 700, 750 и 800 семидесятых—восьмидесятых годов выпуска, и один, два самолета классом повыше – Challenger 601, также с вторичного рынка. Исключение составляли разве что новые самолеты Falcon 900, приобретенные для нужд Газпрома еще в 90-е. В 2002 Российский флот пополняют модели уже верхнего сегмента, такие как Gulfstream IV, а вот на рубеже 2002–2003 гг. на отечественном рынке появляется первая «серьезная» машина – новый Challenger 604, далее, на протяжении года вводятся в эксплуатацию Gulfstream V и еще несколько бизнес-джетов того же уровня. К концу 2003 года количество бизнес-самолетов, базирующихся в России, составило уже около 30–40 единиц.

Далее процесс пополнения российского парка бизнес-джетов пошел по нарастающей, пришло время поставок машин, заказанных еще в 2002–2004 гг., в 2005 г. российским владельцам было поставлено до 60 самолетов, а в 2006 г. – уже около 80. Темпы, безусловно, впечатляют, это демонстрирует рис. 1 – за пятилетний период российский флот самолетов бизнес-класса вырос почти в двадцать раз (!) и составил к началу 2007-го года около двухсот единиц [3].



Рисунок 1 – Темпы роста бизнес-авиации в России в 2001–2007 гг.

Стоит отметить и еще одну черту российского рынка – рост «сверху вниз». Изначально наибольшим спросом пользовался самый престижный класс бизнес-джетов – большие и средние самолеты, этот класс пользуется огромной популярностью и сейчас. В последние годы отмечается увеличивающийся интерес и к другим сегментам рынка – легких реактивных, турбовинтовых самолетов бизнес-класса и вертолетов.

К сожалению, российский рынок деловой авиации в 2015 году не смог избежать падения – за первое полугодие его объемы сократились более чем на 20%.

Но, несмотря на негативные тенденции, бизнес-авиацию в перспективе ждет неминуемый взлет. На крыло ее должен поставить наблюдающийся рост делового пассажиропотока из России в юго-восточные страны. По прогнозам участников Форума деловой авиации – 2015, в перспективе он будет только расти.

Последние два года Россия занимала шестое место по объему пассажиропотока на европейском рынке и лидировала по темпам роста. В то же время, по оценкам WingX Advance, объем авиаперевозок в секторе деловой авиации за первые шесть месяцев текущего года снизился на 23%. В июне падение составило 16%, что равнозначно 15 полетам в день. Разница в объеме авиаперелетов между показателями осеннего сезона 2014 года и весной 2015 года составила 30%.

Среди мировых тенденций развития, которые за последний год отразились на иностранных операторах бизнес-авиации в России, наблюдается перемещение трафика в новые регионы, в частности –

в Китай, как следствие перемещения благосостояния клиентов с Запада на Восток. Наблюдающийся рост трафика деловой авиации из России в страны Юго-Восточного региона (Таиланд, Вьетнам, Китай и др.) продолжится.

Российский рынок, с учетом территориальных возможностей, сохраняет ключевую значимость для бизнес-авиации. Так, один из крупнейших мировых производителей бизнес-самолетов – канадская компания Bombardier – прогнозирует объем поставок более 1,4 тыс. бизнес-джетов с 2014 по 2033 гг. При этом геополитическая ситуация продолжает корректировать ландшафт рынка авиаперевозок из России и в Россию [4].

Санкции не только сократили спрос наиболее состоятельных пассажиров – целевой аудитории западных игроков российского рынка деловой авиации, но и существенно снизили иностранные инвестиции.

Из-за ослабления рубля чартерные рейсы в секторе бизнес-авиации подорожали в два раза, вследствие этого частота полетов неизбежно сократилась. В частности, упал пассажиропоток в Россию из ЕС и США – как результат сокращения экономической активности между Россией и Европой.

Но, несмотря на имеющиеся проблемы, основной девиз всей российской бизнес-авиации: «Всё для клиента!» – остается неизменным.

ЛИТЕРАТУРА

5. Припадчев А. Д. Определение оптимального парка воздушных судов: моногр. – М.: Академия Естествознания, 2009 – 246 с.
6. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ: ред. от 13.07.2015 // Собрание законодательства Российской Федерации, 24.03.1997, № 12, Ст. 1383.
7. Портал бизнес-авиации [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://jets.ru/reviews/2007/07/24/rusbizavia> (дата обращения 16.10.2015).
8. Портал бизнес-авиации [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://jets.ru/reviews/2015/09/30/reis-otmenen> (дата обращения 17.10.2015).

К ВОПРОСУ О УПРАВЛЕНИИ РЕПУТАЦИОННЫМ РИСКОМ АВИАКОМПАНИИ

Чумкусова М. Ю.
ryabikova.mashuta@yandex.ru

Шутова Т. А.
(научный руководитель)

*Кафедра экономики авиапредприятий
Иркутский филиала МГТУ ГА
(г. Иркутск)*

Изложены ключевые теоретические положения управления репутационным риском, определены его сущность и особенности, основные рискообразующие факторы, показано влияние на капитализацию и рыночную стоимость авиакомпании. Описан методический инструментарий оценки, и определена последовательность управленческого воздействия репутационного риска.

Успехи авиаперевозчика во многом зависят от качества, надежности и безопасности эксплуатируемых воздушных судов, а также от эффективности и безопасности функционирования сети аэропортов, которая может быть обеспечена только надлежащим уровнем состояния наземной авиационной производственной базы и инфраструктуры. Деятельность же и перспективы развития аэропортов напрямую зависят от качества, количества и надежности производимых и эксплуатируемых воздушных судов, а также от спроса на авиаперевозки и от деятельности региональных авиаперевозчиков в самом аэропорту.

Неблагоприятное текущее состояние авиапромышленного комплекса и наличие серьезных проблем у его предприятий мешает его дальнейшему развитию, является барьером для реализации различных государственных программ в области развития отечественной гражданской авиации, а также приводит к постоянному увеличению различных рисков, с которыми сталкиваются его предприятия в процессе своей деятельности. Существуют определенные виды рисков (имеют различные источники формирования, формы проявления, масштабы и последствия), действию которых подвержены все без исключения предприятия АВПК. Среди них особое место занимает репутационный риск.

Зарождение репутационного риска происходит в авиастроительной отрасли, так как именно она производит воздушные суда определенного качества, назначения, вида, уровня надежности и безопасности, которые затем и эксплуатируют авиаперевозчики. Продолжает он развиваться, усиливаться и приобретает визуальные очертания в отрасли наземной

авиационной инфраструктуры, где происходит обслуживание и эксплуатация воздушных судов, создается начальное впечатление и мнение у различных групп общественности об АВПК РФ в целом и его предприятиях в частности. Но наиболее ярко, существенно и масштабно этот риск проявляется и усиливается в отрасли авиаперевозок, так как первое впечатление от полета остается в памяти пассажира надолго, и авиаперевозчику необходимо приложить немало усилий, чтобы изменить ситуацию, когда пассажиры не удовлетворены его услугами. Именно в этой отрасли АВПК репутационный риск может привести к наиболее катастрофичным последствиям, как для самих авиакомпаний, так и для АВПК в целом.

В научных работах по данной проблематике обосновано, что данная категория риска оказывает существенное влияние на капитализацию и рыночную стоимость предприятия и, соответственно, определяет его конкурентные позиции. При этом выявлена закономерность, согласно которой снижение индекса репутации на 1% вызывает падение ее рыночной стоимости на 3%. Таким образом, изучение факторов и рисков, влияющих на управление деловой репутацией предприятия, является основным звеном при формировании конкурентоспособности предприятия.

Управление репутацией часто ассоциируется исключительно с мониторингом средств массовой информации или социальных сетей на предмет негативных отзывов или публикаций.

Согласно результатам исследования, проведенного компанией Economist Intelligence Unit, риск-менеджеры крупных европейских организаций оценили репутационные угрозы как самые существенные из возможных (табл. 1).

При этом важнейшими факторами репутационного риска были названы скорость распространения информации по международным коммуникационным каналам и усиление требований регуляторов.

Таблица 1 – Оценка важности разных видов риска

| Вид риска | Шкала экспертной оценки важности разных видов риска (в баллах) |
|---|--|
| репутационный риск | 16 |
| правовой риск (изменение законодательства) | 12 |
| рыночный риск (риск падения рыночной стоимости активов) | 10 |
| финансовый риск (риск привлечения заёмных средств) | 8 |

На основе анализа научной литературы, посвященной вопросам изучения деловой репутации, можно выделить 3 ключевых подхода к пониманию данной категории:

- репутация как актив компании;
- репутация как совокупность оценочных суждений;
- репутация как результат восприятия (набор представлений и ассоциаций о компании) [2].

Таким образом, для авиакомпании можно выделить следующие рискообразующие факторы, влияющие на деловую репутацию: уровень цен на авиабилеты, качество обслуживания на борту, комфортабельность воздушного судна, ожидания пассажиров. Соответствие качества выполненной авиауслуги ожиданиям пассажиров определяет группу лояльных потребителей, образуя клиентскую базу и, таким образом, формируя деловую репутацию авиакомпании.

Важнейшим элементом в системе управления деловой репутацией предприятия сферы обслуживания и оказания услуг является мониторинг репутационных рисков.

Самым важным и основным этапом процесса управления репутационным риском является оценка указанного риска. Она реализуется на основе оценки имиджа и репутации предприятия, т. е. за счет проведения оценки образа. В настоящее время на многих предприятиях, в том числе и на российских, существует серьезная проблема оценки образа и его составляющих – имиджа и репутации и, как следствие, – проблема управления репутационным риском.

В зависимости от формы отображения информации о репутационном риске существует графическая модель оценки образа организации – это отображение в виде схемы, диаграммы, профилей. Кроме того, существует вербальная модель – это перечень требований к имиджевым и репутационным характеристикам [2]. Требования к имиджу (репутационным характеристикам) устанавливаются, исходя из особенностей предприятия, отраслевой принадлежности, масштабов деятельности, размеров, организационно-правовой формы, миссии, целей, стратегии предприятия, его ценностных ориентиров и пр. Выбор состава требований, способа их количественной или качественной оценки может осуществляться собственником предприятия или уполномоченным управленческим органом при участии специалистов маркетингового отдела и связей с общественностью.

Одним из инструментов оценки репутационного риска является методика оценки привлекательности образа предприятия (ОПО) [1].

Данную методику можно использовать не только для оценки уровня привлекательности образа организации в целом, но и для оценки уровня привлекательности ее структурных составляющих – имиджа и репутации,

что позволит более точно выявить проблемные позиции и оценить масштабы влияния репутационного риска.

В основе методики ОПО лежат следующие основные моменты.

1. Информационную базу методики составляют статистические данные опроса непосредственных представителей конкретной группы стейкхолдеров (заинтересованных групп общественности). Репутационный риск усиливается из-за наличия разрыва между восприятием предприятием своего собственного образа и представлениями о нем различными группами общественности, так как каждая из этих групп (субъекты восприятия образа авиакомпании) по-своему воспринимает образ предприятия. Следовательно, образ имеет сложную природу, он многолик: у предприятия нет единого имиджа и репутации, следовательно, у него нет единого образа, поскольку у каждой группы корпоративной аудитории существуют свои собственные критерии оценивания предприятия (рис. 1).

Например, для потребителей и корпоративных клиентов при выборе предприятия важны такие характеристики, как безопасность, надежность, качество оказываемых авиауслуг, положение и имидж авиакомпании в отрасли.



Рисунок 1 – Образ предприятия в глазах общественности

Партнеры и инвесторы обращают особое внимание на профессионализм персонала, авторитет и репутацию руководства, выполнение авиапредприятием своих обязательств, качество клиентской базы, на поведение авиакомпании на рынке и в кризисных ситуациях, на идеологию развития авиапредприятия, опыт его работы на рынке и его рейтинги.

2. Концептуальной основой методики является идея использования трехмерной шкалы Лайкерта (это инструмент полевого исследования рынка; используется при определении представлений, мнений и отношений к товарам, услугам, организациям на основании оценки ряда показателей) для оценки образа предприятия:

– «ожидание» – эталонная, с позиции респондента, оценка анализируемой компоненты;

– «восприятие» – фактическая оценка компоненты;

– «важность» – оценка значимости компоненты для опрашиваемого.

3. Оценка каждой анализируемой компоненты привлекательности образа предприятия соответствующей его характеристике (имиджа/репутации), проводится по пятибалльной шкале:

– 5 баллов – «состояние данного параметра образа полностью соответствует»;

– 4 балла – «состояние данного параметра образа соответствует не полностью (частично соответствует)»;

– 3 балла – «не знаю»;

– 2 балла – «состояние данного параметра образа слабо соответствует (частично не соответствует)»;

– 1 балл – «состояние данного параметра совершенно не соответствует (полностью не соответствует)».

Для выявления состояния образа предприятия респондент оценивает по пятибалльной шкале степень соответствия каждого параметра образа его представлениям о данном предприятии.

Для использования методик в каждом отдельном случае необходимо проведение анализа структуры компании, ранжирование их интересов, установление наиболее значительной взаимосвязи.

Таким образом, чтобы эффективно осуществлять свою деятельность, отечественным авиакомпаниям необходимо научиться грамотно управлять репутационным риском, а также иметь успех у своего клиента и общественности в целом, так как сегодня именно поддержка предприятия различными группами общественности при грамотном построении может оказаться не только одним из наиболее эффективных элементов повышения имиджа и репутации, как отдельных предприятий, так и АВПК РФ в целом, но также позволит снизить влияние репутационного риска на их деятельность и успешно продолжать ее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробко М. О. Анализ и систематизация основных методов и подходов к управлению репутационными рисками предприятий / М. О. Коробко // Управление риском. – 2014. – №1. – С. 2-5.
2. Пурмель М. И. Репутация корпорации: формирование и управление / М. И. Пурмель // Репутациология. – 2009. – № 1. – С. 26-42.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПАРТНЁРСТВО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НАСЫЩЕННОЙ ОБЛАСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Николаева С. М.¹, Николаев А. М.²

Николаев М. И.¹

*¹ Кафедра приборостроения
Кафедра компьютерных и телекоммуникационных систем
Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева
(г. Чистополь)*

*² Факультет истории и юриспруденции
Елабужский институт (филиал) Казанского федерального университета
(г. Елабуга)*

Предлагается вариант реализации интеллектуального потенциала, состоящий в том, что интеллектуальное партнёрство рассматривается как альтернатива интеллектуальной собственности. Показано, что для высокотехнологических областей деятельности, к каковым относится гражданская авиация, предлагаемый вариант является определяющим элементом развития.

Интеллектуальное партнёрство (ИП) рассматривается как альтернатива интеллектуальной собственности (ИС). Применительно к исследованиям, партнёрство означает концентрирование интеллектуального и материального ресурса для прорывных достижений. Применительно к образованию, партнёрство означает свободное применение полученных таким образом знаний.

Рассматривается тезис об экономической приоритетности интеллектуальной собственности по отношению к материальной собственности (МС) в постиндустриальном обществе. Таким образом, тестируется справедливость экономической иерархии, изображённой на рис. 1.

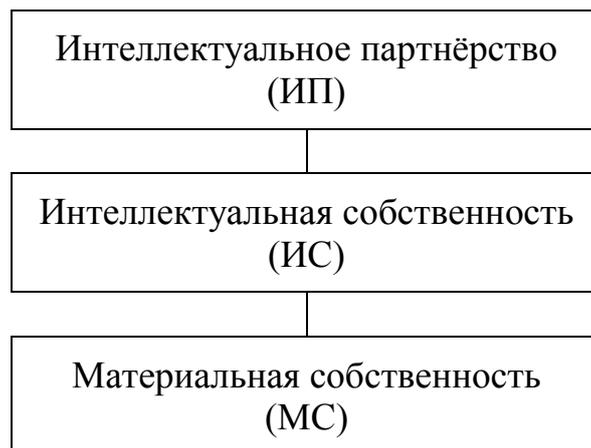


Рисунок 1 – Экономическая иерархия в постиндустриальном обществе

О справедливости такой иерархии свидетельствует стабильное преобладание доли ИС в структуре валового продукта США [1]. Где ИС – основной элемент сферы услуг, составляющей около восьмидесяти процентов валового внутреннего продукта.

Интеллектуальный ресурс Российской Федерации косвенно можно оценить по соотношению количества изобретений, зарегистрированных в базе Всемирной организации интеллектуальной собственности [2]. По запросу «Страна приоритета: США» (*Priority Country: US*) получено 8566365 ссылок. По запросу «Страна приоритета: РФ» (*Priority Country: RU*) получено 25909 ссылок.

Таким образом, интеллектуальный ресурс РФ, по сравнению с США, оценивается в доли процента. Ресурс, но не потенциал. Потенциал не востребован. Соответственно, долями процента исчисляется вклад ИС в экономику России.

Принципиальным преимуществом ИС, по сравнению с МС, является способность безгранично тиражироваться. Отсюда вытекает одна из особенностей ИС – неопределённость оценки её стоимости. Одной границей является себестоимость, базирующаяся на оплате труда разработчиков. Другой границей является эта же себестоимость, поделенная на многих покупателей. Очевидно, в этих границах стоимость может меняться в миллиарды раз. Поэтому, например, не удивительно, если новая версия операционной системы для компьютера продаётся по цене, приблизительно вдвое большей, чем её предшественница. Отсюда следует предположение, что доллар США опирается на ИС. Поскольку стоимость ИС является практически безразмерной, то и стоимость доллара может быть безразмерной.

В этих условиях естественно предположить неэффективность экономики, замкнутой в какой-либо отрасли, например, ВПК (военно-промышленный комплекс), и неизбежность глобализации, открывающей

возможности снижения стоимости. Если стоимость ИС, замкнутой в пределах ВПК, формируется делением на ограниченное число пользователей, то стоимость глобально распространяемой ИС может формироваться делением на всех жителей планеты и даже больше, когда, например, один покупатель располагает несколькими компьютерами и приобретает несколько операционных систем.

К такому выводу подталкивает существующая сегодня практика патентования объектов ИС. Однако патентование не является единственной формой защиты ИС. Более того, патентование, как ограничение возможности свободного беспрепятственного применения ИС, лишает ИС её принципиального преимущества, низводит её экономический потенциал до уровня МС. Без этого искусственного ограничения реализация экономического потенциала ИС могла бы происходить лавинообразно, по растущей геометрической прогрессии. Естественными ограничениями тиражирования ИС являются коммуникации. В нашу эпоху свершившейся информационной революции эти ограничения исчезают, идеи мгновенно становятся общедоступными, возможности вовлечения ИС в экономический оборот благоприятны. Такое развитие событий актуально для России, чей интеллектуальный потенциал признаётся во всём мире. Реализации интеллектуального потенциала препятствует патентование ИС.

Справедливость изложенного подтверждается примерами из прошлого и настоящего. Известен феномен компании Google, демонстрирующей непрерывный экономический рост с момента её образования в 1998 году. Идеология Google исходит из свободного применения ИС. Необходимо отметить, что большая часть дохода компании формируется за счёт рекламы. Однако возможность зарабатывать на рекламе является следствием идеологии свободной ИС. Это следствие тем более ценно, что показывает экономическую универсальность, способность приносить экономический эффект в условиях любого экономического уклада.

ИС, как экономический инструмент, способна решить многие проблемы. Например, проблему коррупции. Когда богатства так много, что наступает насыщение, многие причины коррупции исчезают. При этом не финансист является объектом внимания учёного, а учёный является объектом внимания финансиста.

Остановка свободного применения ИС равнозначна остановке экономического развития. Транснациональные корпорации идут на это, лоббируя патентное право во всём мире, чтобы зафиксировать своё относительное преимущество.

Россия располагает опытом периода СССР. Преобладали авторские свидетельства, фиксирующие приоритет автора, но фактически

не запрещающие свободное применение ИС. Что меняется при таком подходе? Исчезает необходимость глобализации как способа снижения стоимости ИС.

Рассмотрим на примере. Два каких-нибудь смартфона, приблизительно одинаковых по габаритам, следовательно, по затраченным материалам, по цене могут отличаться на порядок и даже больше. Следовательно, не менее 90 процентов в цене составляет ИС. Снижение цены возможно тиражированием ИС, т. е. массовым выпуском этих смартфонов. Однако при свободном применении ИС, платить за ИС не придётся, поэтому цена изначально оказывается ниже. Но это не самое важное. Важно то, что исчезает порог вступления в экономическую деятельность. Нет необходимости принадлежать к транснациональной корпорации, чтобы сначала сконцентрировать, а потом защищать сверхдорогую ИС. Раскрепощение экономической инициативы, снижение коррупционных барьеров. Продолжая примеры из советского периода, уместно вспомнить заявление одного из руководителей советского государства, Н. С. Хрущёва о том, что к 1980-му году будет построен коммунизм. Возможно, основанием для этого заявления была разработанная в то время в СССР техническая база для электронного правительства и информационной революции, что позволило бы получать экономические результаты не менее значимые, чем те, которые в наше время демонстрирует компания *Google*.

Подводя итоги, отметим, что многие десятилетия существовал приблизительный паритет по долям СССР и США в общемировой интеллектуальной собственности. Возможности России состоят в обладании признанным во всём мире потенциалом интеллектуальной собственности. Ограничения в том, что институт патентования не позволяет использовать этот потенциал. Экономически целесообразен переход от интеллектуальной собственности к интеллектуальному партнёрству. Для этого следует сделать более доступными интеллектуальные ресурсы, например, применяя советскую практику авторских свидетельств.

Таким образом, исчезнет экономический порог вхождения в высокотехнологичную деятельность, исследования и образование станут более инициативными.

В качестве иллюстрации к теме интеллектуального партнёрства, предлагаются для свободного применения две идеи:

- «Платный звонок» – для упрощения финансовых операций с материальной собственностью. Например, при вызове такси;
- «Юстиции советник» – программный алгоритм, дающий правовую оценку действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономика США [Электронный ресурс] / Материал из Википедии. – Электрон. текстовые, граф. дан. (58 кбайт). – 2015. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A1%D0%A8%D0%90 (дата обращения 17.11.2015).
2. *World Intellectual Property Organization. Search International and National Patent Collections* [Электронный ресурс] / Всемирная организация интеллектуальной собственности. Информационно-поисковая система WIPO. – Электрон. текстовые, граф. дан. (108 кбайт). – 2015. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int/search/en/structuredSearch.jsf> (дата обращения 17.11.2015).

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нурписов А. А.

Купрюхина Л. И.
(научный руководитель)

*Кафедра гуманитарных и социально-политических наук
Московский государственный технический университет
гражданской авиации
(г. Москва)*

В статье раскрывается сущность и объективная необходимость социальной защиты населения. Анализируется специфика социальной защиты населения в Российской Федерации, в гражданской авиации. Доказательная база анализа представлена официальной статистикой на основе данных Российского государственного статистического управления. В статье даны предложения по совершенствованию социальной защиты населения в России.

Внимание к проблемам социальной защиты населения возрастает в XX веке. Термин «социальная защита» был впервые применен в Законе о социальной защите США в 1935 г., который определил новый для этой страны институт обязательного страхования на случай старости, смерти, инвалидности и безработицы. Вскоре данный термин стал широко применяться во многих странах мира и Международной организацией

труда, так как он просто и достаточно однозначно выражал сущность проблемы по организации национальных программ и систем помощи престарелым и нетрудоспособным. В дальнейшем рамки этого определения значительно расширились, а в качестве субъектов социальной защиты добавились такие категории, как малообеспеченные семьи, люди, пострадавшие от военных действий, природных и техногенных катастроф, и другие.

Современная социальная ситуация в Российской Федерации обусловлена как долговременными тенденциями, которые сформировались в XX веке, так и действием относительно краткосрочных процессов конца XX – начала XXI века.

Деятельность Российского государства направлена на снижение степени дифференциации доходов населения, смягчение тех противоречий, которые проявляются в современных условиях экономического развития.

Социальная политика является главным направлением внутренней политики правительства. Реализация социальной политики направлена на обеспечение стабильности в обществе, реализации принципов социальной справедливости. Социальная политика направлена на создание системы социальных гарантий и равных стартовых условий для всех слоев населения.

Социальная политика российского государства становится фактором экономического роста. Экономический рост невозможен в условиях отсутствия повышения уровня жизни населения, снижения благосостояния населения. В таких условиях наблюдается утрата экономических стимулов к эффективной экономической деятельности.

Социальная политика государства, создающая в процессе своего осуществления эффективную систему социальной защиты населения, является одним из важных вопросов, без решения которого невозможно создать гармоничную рыночную экономику и достичь благополучия во всех сферах общества. Сегодня социальная защита населения является необходимым элементом функционирования любого достаточно развитого государства.

Рассмотрим социально-экономическое содержание категории «система социальной защиты»: это комплекс законодательных актов, мероприятий, а также организаций, обеспечивающих реализацию государственных мер социальной защиты населения. В Российской Федерации в современный период государственная политика в области социальной поддержки населения формируется в соответствии с положениями Конституции Российской Федерации. Конституция РФ является важной институциональной нормой, обеспечивающей социальную защиту населения. Обратим внимание на содержание Конституции РФ: согласно ст. 7: «Российская Федерация – социальное

государство, политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека» (ст. 7., п. 1.). В настоящее время в РФ охраняются труд и здоровье людей, устанавливается гарантированный минимальный размер оплаты труда, обеспечивается государственная поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых граждан, развивается система социальных служб, устанавливаются государственные пенсии, пособия и иные гарантии социальной защиты (ст. 7., п. 2.) [1].

В настоящее время в РФ социальная защита предоставляется наиболее социально-уязвимым группам населения, не способным в силу тех или иных причин обеспечить себе нормальный уровень жизни. Помощь осуществляется как путем денежных, так и натуральных выплат (бесплатные обеды, одежда) и финансируется из государственного бюджета всех уровней. Социальная поддержка предоставляется тем людям, семьям, чьи доходы ниже минимальных жизненных стандартов, и выступает важнейшим элементом политики борьбы с бедностью, обеспечением минимального гарантированного дохода. Но в целом проблема защиты социально незащищенных слоев общества стоит как никогда остро. Порой финансовых ресурсов государства недостаточно, чтобы обеспечить доступность социальной поддержки каждому нуждающемуся. Следовательно, важно более активно вовлекать частный бизнес к решению проблемы социальной защиты нуждающегося населения.

С целью совершенствования социальной защиты населения целесообразно ответственно подойти к разработке более эффективных экономических основ разработки социальных гарантий. Целесообразно пересмотреть подходы к следующим социальным гарантиям:

- качество гарантированного бесплатного медицинского обслуживания;
- общедоступность и бесплатность образования;
- повысить социальные пенсии (инвалидам с детства; детям-инвалидам; инвалидам, не имеющим трудового стажа; детям, потерявшим одного или обоих родителей);
- повысить пособия при рождении ребенка, на период по уходу за ребенком до достижения им возраста 3 лет.

Анализ статистики заставляет задуматься: в России насчитывается 12,8 миллиона инвалидов, это чуть менее 9 процентов от численности населения [3]. Из них только около 3% могут сказать, что не испытывают нужды в деньгах. 3,6% инвалидам не хватает выплат даже на еду, а 34,9% хватает на еду, а оплачивать услуги ЖКХ и покупать одежду уже затруднительно. Размер выплаты инвалидам составляет в среднем 10824 рубля. В России средний размер назначенной ежемесячной пенсии

составляет, по данным Статистического управления статистики, 12 тысяч 45 рублей [3]. А всего различные социальные выплаты получают 41.456.000 – каждый 3-й россиянин [6].

Из диаграммы следует, что почти треть (34%) россиян живут на сумму меньше 10000 рублей в месяц. А за чертой бедности живут почти 16% россиян. 80% от общего числа бедных составляют семьи с детьми.

Нам представляется, что на решение проблемы совершенствования социальной защиты населения может оказать влияние реализация следующих мероприятий, которые должны стать законодательной нормой:

- увеличение финансирования здравоохранения;
- обязать коммерческие клиники бесплатно обслуживать инвалидов;
- обязать крупные компании принимать на работу установленную квоту инвалидов, способных трудиться в этих компаниях;
- увеличить размеры пособий для инвалидов;
- обязать компании, фирмы обеспечивать инвалидов продуктами питания, выплатами дополнительных пособий;
- на региональном и муниципальном уровнях в каждом жилом районе разработать программы повышения внимания к пенсионерам, инвалидам, многодетным семьям, нуждающимся в особом внимании и вовлечении их в жизнь города, поселка, вовлечения в общественную жизнь.

Социальная защита населения в России стоит как никогда остро. Решение этой проблемы возможно при вовлечении в ее реализацию всех институтов.

Рассмотрим механизм социальной защиты в гражданской авиации.

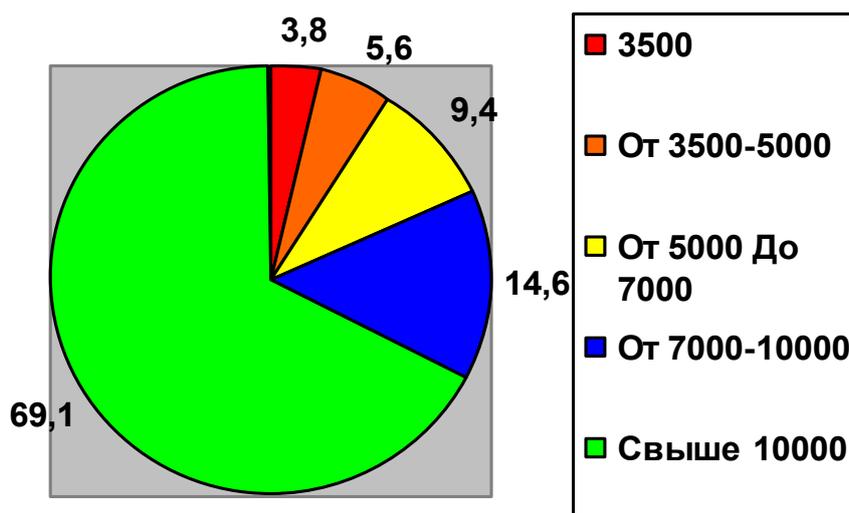


Рисунок 1 – Диаграмма денежных доходов населения РФ (Данные Росстата РФ за 2015 [3])

На наш взгляд, проблемы социальной защиты работников гражданской авиации стоят не менее остро. Труд членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации признан вредным, опасным, напряженным, тяжелым.

Трудовая деятельность летных экипажей проходит в несвойственной человеку трехмерной среде с определением положения в пространстве с помощью специальных технических устройств. Так же, по данным Росавиации, каждый год в России увеличивается воздушный пассажиропоток: в среднем на 9–10 миллионов человек. В 2015 году воздушный пассажиропоток составил 95 миллионов человек.

Основными направлениями социальной защиты сотрудников гражданской авиации являются:

- страхование лиц, выполняющих работу на борту воздушного судна в полете. Производится в размере не менее 1 000-кратной минимальной оплаты труда, установленной в Российской Федерации;
- доплаты к должностному окладу за выслугу лет в гражданской авиации в размере:
 - от 3 лет до 5 лет – 5 %;
 - от 5 лет до 10 лет – 10%;
 - от 10 лет до 15 лет – 15%;
 - свыше 15 лет – 20%.
- выплаты за напряженность и сложность труда;
- оплата лечения или реабилитации.

В целом система социальной защиты работников гражданской авиации нуждается в дальнейшем совершенствовании. Важно более активно использовать финансовые ресурсы авиационных компаний, которые должны более эффективно дополнять государственные направления социальной защиты работников гражданской авиации. Но и здесь есть противоречия. Авиационные компании, в условиях экономических санкций, порой находятся в очень сложном финансовом состоянии.

Пути решения анализируемой важной и сложной проблемы требуют стабилизации экономического положения Российской Федерации и решения животрепещущих политических вопросов современности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации // СПБ «Консультант Плюс». – Режим доступа URL: <https://www.consultant.ru/popular/cons/> (дата обращения 10.10.2015).

2. Социальная поддержка граждан. Государственная программа Российской Федерации утв. Распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2012 г. N 2553-р) // Гарант. Информационно-правовой портал [электронный документ]. – Режим доступа URL: http://base.garant.ru/70291746/1/#block_10000 (дата обращения 10.10.2015).
3. Россия в цифрах-2015 г. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс] – Режим доступа URL: www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/doc_1135075100641 (дата обращения 10.10.2015).
4. Платонова Н. М. Инновации в социальной работе / Н. М. Платонова, М. Ю. Платонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 256 с.
5. Замираева З. П. Социальная защита и социальное обслуживание населения. Пермь 2012. – 163с.
6. Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» – Издательство: Норматика. Год: 2015. Серия: Кодексы. Законы. Нормы [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.socialnaya-podderzhka.ru/knigi_po_socialnoj_podderzhke/ (дата обращения 09.11.2015).

ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Блинникова Е. Д.

Купрюхина Л. И.

(научный руководитель)

*Кафедра гуманитарных и социально-политических наук
Московский государственный технический университет
гражданской авиации
(г. Москва)*

В статье анализируются актуальные проблем международной миграции рабочей силы, виды международной миграции рабочей силы. Трудовая миграция рассматривается как основа функционирования мирового рынка труда, одного из наиболее сложных элементов международных экономических отношений.

В современных условиях развитие общественного производства сопровождается активизацией миграции населения. Проблема миграции населения является чрезвычайно сложной. Причинами миграции населения можно назвать и политические процессы, происходящие в различных

регионах мира, и экономические противоречия в мировой экономике, и социальные противоречия. Невозможность решить всю гамму противоречий в различных странах и регионах мира становится причиной усиления миграции населения.

В силу экономических причин основные потоки мигрантов всегда направлялись из стран с низкими личными доходами в страны с более высокими доходами. На протяжении всего послевоенного времени направления международной миграции непрерывно изменялись вслед за изменяющимися экономическими условиями. Вследствие отсутствия достоверной статистики международного переселения и широкого развития нелегальной миграции установить точно иерархичность основных направлений миграции достаточно сложно.

Можно выделить следующие страны и регионы, являющиеся точками притяжения мигрантов из других стран.

1. США, Канада, Австралия. Будучи наиболее экономически развитой страной современного мира, США является основным направлением миграции как низкоквалифицированной, так и высококвалифицированной рабочей силы. Каждый год туда приезжает больше иммигрантов, чем во все остальные страны, вместе взятые. Основные потоки низкоквалифицированной рабочей силы направляются в США из близлежащих латиноамериканских стран – Мексики, стран Карибского бассейна. Высококвалифицированные работники иммигрируют в США практически из всех стран мира, включая Западную Европу, Латинскую Америку, Россию, Индию и т. д. В США легально иммигрируют 740 тыс. человек в год и эмигрируют 160 тыс. человек в год. Чистая иммиграция (миграционное сальдо) составляет 580 тыс. человек.

2. Западная Европа. Наиболее развитые западноевропейские страны, и прежде всего страны, входящие в Европейский союз, притягивают рабочую силу из менее развитых западноевропейских стран (Португалии, Мальты, Испании), арабских стран северной Африки и Ближнего Востока. Стран Африки к югу от Сахары, восточноевропейских стран, России. Миграции работников из африканских стран – бывших колоний западноевропейских государств способствуют общность языка, исторически сложившиеся традиционные торговые и иные связи. Более того, в рамках западноевропейской интеграции создан и развивается общий рынок рабочей силы, предполагающий свободу перемещения работников между странами Европейского союза и унификацию трудового законодательства.

3. Ближний Восток. Нефтедобывающие страны этого региона привлекают дешевую иностранную рабочую силу на тяжелые низкооплачиваемые работы. Рабочие приезжают в основном из соседних

арабских стран, а, также из Индии, Пакистана, Бангладеш, Кореи, Филиппин.

4. Другие развивающиеся страны. Новый феномен конца XX века – интенсификация трудовой миграции среди самих развивающихся стран. Обычно потоки работников направляются в те страны, которые быстрее продвигаются по пути экономических реформ, более активно развивают промышленное производство.

5. Новые индустриальные страны. В связи с бурным развитием этих государств Юго-Восточной Азии туда значительно увеличился приток иммигрантов, нанимающихся на временные работы. Особенно это заметно в Южной Корее и Малайзии.

Практически все страны, в которые иммигрируют более 25 тыс. человек в год – более развитые государства с ВВП более 6900 долл. на душу населения.

Активно происходящий во всем мире процесс интернационализации производства сопровождается интернационализацией рабочей силы. Трудовая миграция стала частью международных экономических отношений. Миграционные потоки устремляются из одних регионов и стран в другие. Порождая определенные проблемы, трудовая миграция обеспечивает несомненные преимущества странам, принимающим рабочую силу и поставляющим ее.

Одним из проявлений интернационализации и демократизации хозяйственной и социально-культурной жизни человечества, а также последствий острых межнациональных противоречий, прямых столкновений между странами и народами, чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий являются крупномасштабные внутристрановые и межстрановые перемещения населения и трудовых ресурсов в разных формах:

– добровольные мигранты, пользующиеся правами и возможностями, предоставленными им мировой цивилизацией и международными рынками труда для выбора места жительства и работы;

– беженцы и вынужденные мигранты, покидающие отчий кров не по своей воле, а под давлением «обстоятельств».

Различают:

– внутреннюю миграцию рабочей силы, происходящую между регионами одного государства;

– внешнюю миграцию, затрагивающую несколько стран.

Миграция рабочей силы – переселение трудоспособного населения из одних государств в другие сроком более чем на год, вызванное причинами экономического и иного характера. Рассмотрим виды миграции.

Иммиграция – въезд трудоспособного населения в данную страну из-за ее пределов.

Эмиграция – выезд трудоспособного населения из данной страны за ее пределы.

Миграционное сальдо – разность иммиграции из страны и эмиграции в страну.

«Утечка умов» – международная миграция высококвалифицированных кадров.

Реэмиграция – возвращение эмигрантов на родину на постоянное место жительства.

Мировое сообщество, еще недавно не ощущавшее непосредственно размеры, особенности и последствия миграционных процессов на международном уровне, столкнулось с необходимостью координации усилий многих стран по разрешению острых ситуаций и коллективному регулированию миграционных потоков.

Наиболее активная теоретическая разработка проблем международной миграции началась с конца 60-х годов в рамках моделей экономического роста. Их основная идея заключается в том, что международное перемещение рабочей силы, как одного из факторов производства, оказывает влияние на темпы экономического роста, его причиной являются межстрановые различия в уровне оплаты труда.

Сторонники неоклассического подхода, в соответствии с которым каждый человек получает и потребляет предельный продукт своего труда, считают, что эмиграция приводит к росту благосостояния принимающей страны, причем экономическое развитие государства, из которого происходит эмиграция, остается прежним или, во всяком случае, не ухудшается.

Неокейнсианцы признавали возможность ухудшения в результате миграции экономического положения страны, экспортирующей рабочую силу, особенно если эмигрируют высококвалифицированные работники.

В этой связи широко обсуждалась идея введения налога на «утечку мозгов», доходы от которого предлагалось передавать в распоряжение ООН и использовать на нужды развития.

В последние годы акцент в анализе миграции сместился на исследование аккумуляции человеческого капитала как фактора экономического роста стран. Исходя из того, что накопленный человеческий потенциал является важнейшей предпосылкой экономического развития, в рамках этой группы моделей международная миграция является одним из объяснений различий в темпах экономического роста между странами.

В зависимости от времени пребывания на территории другой страны (другого региона одной страны) выделяют:

– постоянная (долгосрочная) миграция характеризуется численностью прибывших или выбывших на постоянное место жительства;

– временная (краткосрочная) миграция представляет собой въезд или выезд, связанный с текущими потребностями без смены гражданства и постоянного места жительства;

– маятниковая миграция является особым видом миграции в зависимости от времени, и представляет собой передвижения работающих к месту работы из одного региона в другой и обратно к месту своего жительства в случае, если срок отсутствия лица на постоянном месте составил менее одной недели.

Рассмотрим последствия международной миграции рабочей силы. Трудовая миграция имеет экономические последствия как для принимающей, так и для посылающей страны. В США и Австралии в основном считают, что выигрывает, в конечном счете, принимающая страна, хотя в других странах иной взгляд на эту ситуацию. Результаты будут различаться в зависимости от типа труда, который мигрирует, и от состояния рынка труда в посылающей и принимающей странах.

Как и любое социальное явление, миграция имеет свои плюсы и минусы.

Эмиграция уменьшает давление на рынок труда страны-экспортера, сокращая безработицу.

Трудовые мигранты, заботясь о благополучии своих семей, как правило, пересылают значительную часть заработанных денег на родину, обеспечивая поступление сюда валюты.

Странам-импортерам миграция дает возможность использовать образовательный потенциал квалифицированных иностранных работников без затрат на подготовку.

Иммиграция обеспечивает также некоторое омоложение населения, поскольку средний возраст мигрантов чаще всего меньше, чем коренного населения. К тому же у иммигрантов обычно больше детей. Однако однозначно судить о влиянии миграции на демографические процессы нельзя.

Однако принимая армию мигрантов, страна должна знать, к каким отрицательным последствиям следует приготовиться, с тем, чтобы по возможности их нейтрализовать. Трудности экономические, социальные, политические наиболее ярко проявились в ноябре 2015 года. Миграционные потоки включают социально неблагополучные слои общества, многие из которых скрываются от правосудия своей страны, под угрозу ставится национальная безопасность, как конкретной страны, так и всего мира.

Миграция обычно сопровождается усилением безработицы в странах-импортерах рабочей силы, осложнением жилищных проблем, понижением уровня оплаты труда (иммигранты готовы работать за низкую зарплату). В районах массового проживания иностранцев нередко ухудшается криминогенная обстановка.

В последнее время увеличивается нелегальная миграция; незаконные иммигранты стараются как можно дольше оставаться в принимающей стране после окончания действия трудовых договоров, вовлекаясь в теневую экономику (включая торговлю оружием и наркотиками).

Россия не осталась в стороне от миграционных процессов. Рост безработицы подтолкнул сотни тысяч российских граждан, в том числе высококвалифицированных специалистов, трудоустроившись за рубежом. Это один из крупнейших исходов населения в последние десятилетия. Правительство Российской Федерации вынуждено в этих условиях формировать и осуществлять активную миграционную политику, искать поддержки – материальной и финансовой – у международных организаций, развивать сотрудничество с другими странами на двусторонней и многосторонней основе по проблемам миграции населения и трудовых ресурсов.

Поскольку Россия в международной миграции является одновременно принимающей и направляющей стороной, при разработке российской миграционной политики приходится ориентироваться на реализацию многоцелевых направлений.

Так, в области импорта рабочей силы наиболее важными задачами, как показывают складывающаяся ситуация и опыт зарубежных стран, являются:

- обеспечение защиты национальной экономики от избыточного притока трудящихся – мигрантов из других стран;
- разработка мер по регулированию количественных и качественных параметров потока иммиграции;
- обеспечение рационального использования прибывающих трудящихся-мигрантов в экономических и политических интересах России.

Немаловажное значение, как показывает опыт стран-импортеров, имеет выбор концепции иммиграционной политики.

В области экспорта рабочей силы при разработке эмиграционной политики России особое внимание уделяется:

- улучшению ситуации на рынке труда за счет сокращения безработицы;
- привлечению валютных поступлений в страну за счет денежных переводов трудящихся-мигрантов из-за границы;

– защите прав и обеспечению поддержки российских граждан, работающих за рубежом;

– получению мигрантами профессий, предпринимательского опыта и образования.

Миграция является давно известным и значительным явлением в истории человечества. Географические перемещения населения всегда сопровождали демографический рост, технологические изменения, политические конфликты и войны. Вместе с тем, прошедший XX век стал буквально веком миграции: никогда еще это явление не было таким значимым с точки зрения общества, экономики, политики. И хотя частично миграция может быть вынужденной, для экономистов представляет интерес прежде всего добровольный переезд людей из одной страны в другую, так как именно это явление приобрело массовый характер в современной экономике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ткаченко М. Ф. Глобальные вызовы для мирового рынка труда / М. Ф. Ткаченко // Мировая экономика и международные отношения. – 2011, № 10. – С. 51–58.
2. Дробышевский С. М. Решения G20 о скоординированной антикризисной экономической политике и российский опыт / С. М. Дробышевский; С. Г. Синельников; П. В. Трунин // Внешнеэкономический вестник. – 2011. – № 5. – С. 3-9.; №6. – С. 12–24.
3. Платонова И. Н. Международные экономические отношения в условиях глобализации: учебное пособие / И. Н. Платонова, Г. М. Костюнина, Н. Н. Ливенцев, В. Б. Буглай / Под ред. И. Н. Платоновой. – М.: МГИМО МИД РФ, 2012.
4. Миграция населения [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 10.11.2015).
5. Цапенко И. Экономический цикл и международная миграция населения / И. Цапенко // Мировая экономика и международные отношения. – 2011. – № 8. – С. 31–42.

И. И. СИКОРОСКИЙ – ПИОНЕР РОССИЙСКОГО САМОЛЕТОСТРОЕНИЯ

Бартенев А. С.

arssenuk98@gmail.com

Карпова Л. И.

(научный руководитель)

l.karпова@mstuca.aero

*Кафедра гуманитарных и социально-политических наук
Московский государственный технический университет
гражданской авиации
(г. Москва)*

Конструкторская деятельность пионера российского самолетостроения – И. И. Сикорского. Конструкторский коллектив И. И. Сикорского и Ф. И. Былинкина. И. И. Сикорский – автор самолетов, строящихся в серийном производстве. «Взлеты и падения» гениального конструктора. Первые попытки создания многомоторного самолета. Технические характеристики первых многомоторных самолетов. Самолеты Сикорского в Первой мировой войне. Первое в мире соединение стратегической авиации.

В начале XX века Россия была открытой страной для всего мира – технологии, появлявшиеся за рубежом, переходили в наше отечество и активно продолжали развиваться. В области технологических разработок наша страна опережала многие государства. Желание покорить небо охватило весь мир. Началось проектирование и строительство аэропланов, вертолетов, самолетов. В первом десятилетии XX века в России появились первые аэропланы, сконструированные и построенные отечественными умельцами.

Одним из пионеров самолетостроения стал Игорь Игоревич Сикорский. Свою деятельность он начал с проектирования вертолетов. Однако созданные им два вертолета так и не смогли взлететь: у них не было ни механизма перекоса, ни системы управления. Двадцатилетний изобретатель решил, что горизонтальный винт – это тупиковый путь, и начал конструировать самолеты.

В условиях энтузиазма и всеобщего подъема стали формироваться небольшие конструкторские коллективы. Так сложилась первая группа, которую возглавили Былинкин и Сикорский. Первый имел собственный опыт постройки аэропланов, второй же привез передовой опыт французских авиаторов. Очень важно то, что Былинкин и Сикорский имели небольшие финансовые средства и самостоятельно распоряжались ими.

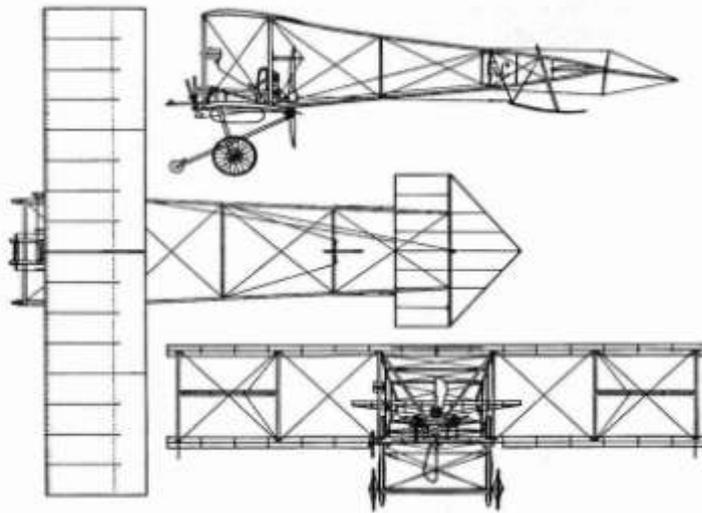


Рисунок 1 – Первый самолет Сикорского И. И. – БиС-1

Добровольные помощники могли только предложить им свои рабочие руки и были счастливы, что причастны к таинству создания аэроплана. Работы над созданием аэроплана завершились в 1910 году. Первый самолет Сикорского БиС-1 (рис. 1) вобрал в себя передовой опыт ведущих пионеров авиации. Аппарат представлял собой двухстоечный биплан с размахом крыльев 7,4 м и с ферменным хвостом. Взлетный вес составлял 250 кг. Двухцилиндровый двигатель «Анзани» с толкающим винтом разместился над задним лонжероном нижнего крыла. Сиденье пилота находилось спереди. Мотор, имевший паспортные данные на 15 л.с., на самом деле давал 12 л.с. Он вращал двухлопастный воздушный винт с частотой 1800 об/ мин.

Первые попытки не слишком вдохновили Сикорского – лучшая из моделей смогла пробыть в воздухе только восемь минут. Однако уже в 1911 году Игорю удалось построить аэроплан, который поднялся на высоту более 300 метров и держался в небе больше часа. Эти аппараты мало чем отличались от тех, что создавались другими конструкторами в те годы. Гениальный конструктор не оставляет свою деятельность, продолжая усовершенствовать свои самолеты. Настоящую славу принес Сикорскому другой самолет.

Бензиновые двигатели в те времена не позволяли строить самолеты весом свыше 500 кг и тем самым накладывали ограничения на размеры летательных аппаратов. Конструктор увидел выход в том, чтобы использовать не один, а несколько моторов – проектируя «С-21» (уже из названия видно, сколько попыток пришлось совершить изобретателю к моменту постройки этого аппарата) Сикорский оснастил его четырьмя моторами – каждый мощностью в 100 лошадиных сил.

Биплан длиной в 20 метров и весом в три с половиной тонны построили на петербургском Русско-Балтийском вагонном заводе.

Обосновавшийся в Северной столице 23-летний Сикорский уже обладал авторитетом, и его пригласили занять место главного конструктора авиационного отдела одного из самых больших заводов в стране – Русско-Балтийского вагонного завода. Чтобы сделать постройку проще, Сикорский взял за основу конструкции кабины «профильную» форму вагона. В успех его затеи мало кто верил. Многие авиационные авторитеты в России и за рубежом считали, что тяжелый многомоторный самолет не сможет взлететь. 10 мая 1913 года самолет взмыл в воздух и совершил свой первый полет. Имевший первоначальное название «Гранд» или «Большой Балтийский», в дальнейшем был назван более гордым именем – «Русский витязь» (рис. 2). Этот аппарат положил начало новому направлению в авиации – тяжелому самолетостроению и стал родоначальником всех многомоторных гигантов – пассажирских авиалайнеров, тяжелых бомбардировщиков и транспортных самолетов.

«Русский Витязь» был четырёхмоторным многосекционным бипланом. Фюзеляж представлял собой прямоугольную раму, покрытую фанерой. Самолёт имел две пассажирских кабины с камерой хранения для запасных частей. Спереди кабины находилась открытая площадка с прожектором и пулемётом. Технические характеристики представлены в табл. 1.

Полеты на «Русском Витязе» продолжались в течение всего лета 1913 года, на нем было установлено несколько мировых рекордов. За все это время на «Русском Витязе» не случилось ни одной серьезной поломки.

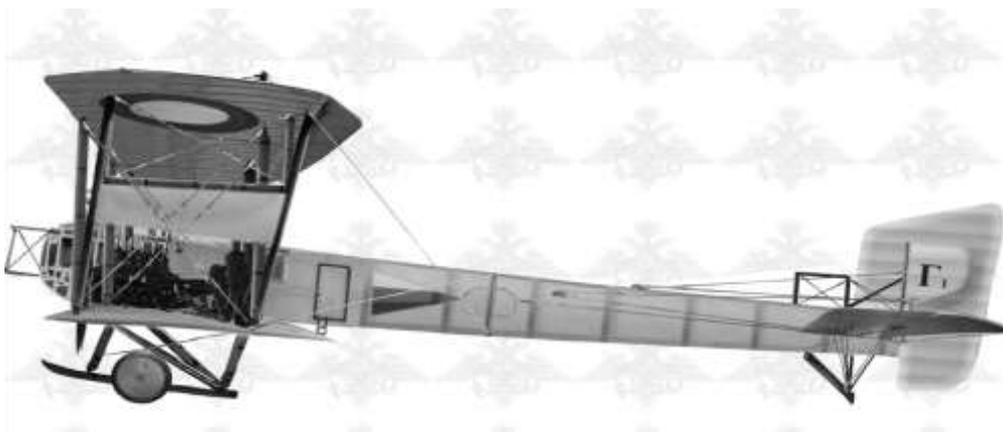


Рисунок 2 – «Русский витязь» – первый в мире четырёхмоторный самолет, давший начало тяжелой авиации

Таблица 1 – Технические данные самолета «Русский витязь»

| Название | Значение |
|----------------------------|-------------------------------|
| Длина | 20 м |
| Размах крыльев | 27 м |
| Высота | 4 м |
| Силовая установка | 4 двигателя Argus Motoren |
| Мощность каждого двигателя | 100 л.с. (74 кВт) |
| Крейсерская скорость | 77 км/ч |
| Максимальная скорость | 90 км/ч |
| Дальность полета | 170 км |
| Количество мест | 3 члена экипажа + 4 пассажира |
| Практический потолок | 600 м |
| Максимальная масса | 4940 кг |

Как первый в мире аэроплан такого типа, «Русский Витязь» вызвал большой интерес в военных кругах. Летом 1913 года император Николай II выразил желание осмотреть «Русского Витязя». Для высочайшего смотра, И. И. Сикорский перелетел на этом самолете в Красное Село и опустился там, на военном поле, у Царской Ставки. Император очень внимательно и подробно осматривал самолет, поднимаясь для этой цели по приставной лестнице на передний балкон аэроплана, беседовал с И. И. Сикорским. В итоге остался доволен увиденным и благодарил молодого изобретателя. В память этого посещения И. И. Сикорский получил высочайший подарок – часы с репетицией. Этим подарком конструктор очень дорожил.

Ободренный успехом, И. И. Сикорский приступил к постройке второго аэроплана, являвшегося дальнейшей модификацией «Русского Витязя» и получившего название «Илья Муромец» (рис. 3).



Рисунок 3 – Первый в мире серийный многомоторный самолет «Илья Муромец» (С-22)

Этот воздушный корабль весил 300 пудов, имел размах крыльев 15 сажень (31 метр), длину 17 метров, поверхность свыше 300 кв. аршин (150 кв. метров). Как «Русский Витязь», так и последующие типы «Илья Муромца» выстроены были из дерева. Его строительство было начато осенью 1913 г., закончено к январю 1914 г. В общих чертах он был схож с «Русским Витязем», но не имел переднего балкона. Каюта его, освещавшаяся большими, по шести, с каждой стороны окнами, была обставлена с комфортом. В ней имелись удобные плетеные кресла, проведено было отопление (отработанным газом), электрическое освещение от специальной динамо-машины. Кроме каюты пилота, имелась гостиная, спальня для отдыха и уборная. На «Илье Муромце» установлены были четыре мотора «Argus» по 100 л. сил каждый. После многочисленных испытаний, рекордных и демонстрационных полетов аппарат был установлен на поплавки и оставался до 1917 года самым большим гидросамолетом в мире. «Илья Муромец» стал первым самолетом отечественного авиаконструктора, пущенным в серийное производство.

В Первую мировую войну самолеты Сикорского послужили нуждам армии – созданные конструктором тяжеловесы могли нести на себе экипаж в восемь человек, до семи пулеметов и 800 кг бомб. Франция, считавшаяся лидером самолетостроения, научилась строить такие гиганты лишь в 1916 году. Ни у одной другой страны не было такой мощной авиации. 1 августа 1914 года в российской армии в строю находилось 244 самолета (для сравнения: у Германии – 232, у Франции – 138, у Австро-Венгрии – около 30). Из «Муромцев» сформировали «Эскадру воздушных кораблей», первое в мире соединение стратегической авиации. Кроме тяжелых бомбардировщиков, за годы войны, Сикорский создал самолеты практически всех типов, использовавшихся на войне – от разведчиков-истребителей до штурмовиков. В 25 лет гениальный авиаконструктор стал кавалером ордена Владимира IV степени. К 1917 году его имя было известно не только в России, но и за рубежом.

Последующая конструкторская деятельность Сикорского продолжилась в США. В эмиграции Игорь Сикорский вошел в состав Толстовского и Пушкинского обществ, принимал участие в эмигрантском монархическом движении. Авиаконструктор многое сделал для популяризации за рубежом русской культуры, осуществил все свои проекты в области вертолетостроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авиация в России. – М., 1988.
2. Зелин А. И. Авиация Росси. Библиографическая энциклопедия / А. И. Зелин. – М., 2009.
3. Мироненко О. О. Самолеты мира / О. О. Мироненко – М.: Астрель 2011. – 180 с.
4. Михеев В. Р. Сикорский / В. Р. Михеев, Г. И. Катышев – СПб.: Политехника, 2003. – 624 с.
5. Соболев Д. А. История самолетов мира / Д. А. Соболев – М.: Русское авиационное акционерное общество (РУСАВИА), 2013. – 680 с.
6. Финне К. Н. Русские воздушные богатыри И. И. Сикорского / К. Н. Финне. – Белград, 1930.
7. Гениальный авиаконструктор Игорь Сикорский [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://yarodom.livejournal.com/1568919.html> (дата обращения 17.11.2015).
8. Сикорский Игорь Иванович [электронный ресурс]. – Режим доступа URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сикорский,_Игорь_Иванович (дата обращения 17.11.2015).

Именной указатель

- А**
Абрамов А. В.,54
Агеев Д. В.,128, 133
Алексеев И. А.....26
Антипина А. С.168
- Б**
Балдакшинов Ф. С.93
Барсуков А. Г.13, 49, 90
Бартенев А. С303
Бекишев А. С.....17
Бекишев Р. С90
Белобородов В. С.....102
Беркович У. В.....194
Блинникова Е. Д296
Бобина Е. А.161
Бондарай А. А.172
Бондарь Д.Н219
Бронникова Н. А.....208
Бураймах И. Д.....33
Бурнашев В. Е.....54
- В**
Вайчас А. А 172, 183, 194
Витюткина Е. А..164
Вишнякова А. А.....241
- Г**
Гайнуллина Н. Р.....158
Ганиева А. Н.....123
Гаранин И. Н.....143
Гареев А. М.66, 80, 84
Гимадеева Л. А.161
Глушенкова Е. В.252
Горовой М. А.....102
Гумиров Э. В.....156
- Д**
Дроков В. Г.60
- Е**
Ефремов Е. Ю.164
- Ж**
Жарова Е. А.168, 180
Железнов А. А.39
Жеребцов С. А.109
Животова А. В.164
- З**
Залуцкая Н. С.....248, 276
Зиганшин Б. Р.190
Злобина Ю. П.....66
- И**
Иванова Т. Ю.....262
Идиатуллов З. Р. 36, 123, 156, 190
Исаев А. И.....26
- К**
Казанцева А. И.....180
Карабанов А. Д.....158
Кайсарова М. В.....241
Караваев Ю. А.93
Карпова Л. И.....303
Киренчев А. Г.42, 139
Кирпичев П.А222
Клейменова Т.Н.....222, 235
Колгатин В. В17
Кузнецов С. Г.....21, 116
Кузнецов С. Н.109
Куклин И. А..183
Купрюхина Л. И291, 296
Курилова И.С.....219

| | | | |
|------------------------|----------|------------------------|-------------|
| Курников Д.Ю | 235 | Скоробогатов С. В..... | 26 |
| Л | | Степанов С. А. | 9, 102 |
| Лодыгин А. А. | 69 | Стрельников А. Ю..... | 116 |
| М | | Стройкин А. Н. | 66, 80 |
| Майрович Ю. И..... | 125 | Суздальцев И. В..... | 143 |
| Мейер О. С. | 262 | Сычёва А. А. | 164 |
| Меднякова Т. В..... | 270 | Т | |
| Меркульева А. И..... | 270 | Тройнин В. А..... | 75 |
| Мещерякова Л. Я..... | 257 | Туров А. В..... | 128, 133 |
| Моторный А.О..... | 222 | У | |
| Мянд В. А..... | 69 | Усенко А. Н..... | 125 |
| Н | | Ф | |
| Налабордина Е. В. | 248 | Фролов М. М..... | 75 |
| Настоящий К. Г..... | 49 | Х | |
| Нацубидзе С. А. | 75, 151 | Ханин Д. А..... | 39 |
| Нелипа А. Л..... | 128, 133 | Хазанов Д.В..... | 228 |
| Немчинов О. А. | 252, 270 | Ходацкий С. А. | 128, 133 |
| Николаев А. М..... | 287 | Ходунаев А. Ю. | 60 |
| Николаев М. И..... | 287 | Хоришко Р. А..... | 9, 102, 228 |
| Николаева С. М..... | 287 | Хрянин В. Н..... | 39 |
| Нурписов А. А. | 291 | Ц | |
| П | | Цыпкин Д. С.. | 257 |
| Паршин А.Ю..... | 222 | Ч | |
| Попов Д.В..... | 139 | Чейпелин П. В..... | 21 |
| Плумер Е. А..... | 42 | Черныш Е. С. | 208 |
| Попельнюк И. А..... | 80, 84 | Чичков Б. А. | 33 |
| Пчельников А. В..... | 39 | Чокоев В. З..... | 102 |
| Р | | Чумкусова М. Ю..... | 282 |
| Румянцева О. В..... | 276 | Ш | |
| Рыжиков Д.Е. | 235 | Шаяпов А. И. | 36 |
| С | | Шипунова А. А..... | 201 |
| Савченко С. С..... | 151 | Шутова Т. А. | 282 |
| Сафарбаков А. М..... | 9, 17 | | |
| Сизиков В. А..... | 13 | | |

Для заметок

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И МЕТОДОВ
ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ – 2015**

СБОРНИК ТРУДОВ
VIII Региональной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
24-25 ноября 2015 г.

Том II

Подписано в печать 30.11.2015г.

Печать трафаретная
19,5 печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ № 522

22,5 уч.-изд.л.
Тираж 100 экз.

*Иркутский филиал МГТУ ГА
664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, д.3*

*Отдел редакционно-издательской и научной работы
664009, г. Иркутск, ул. Советская д.139*

© Иркутский филиал МГТУ ГА, 2015