

для управления стоимостью, и регулярно требуется обучение, чтобы помочь менеджерам распознать улучшенные отношения причины и результата, которые создают ценность для акционеров.

Бухгалтеры по управленческому учету обязаны принимать участие в установлении финансового контроля и присвоении финансовых значений нефинансовым менеджерам. Один из методов заключается в том, чтобы операционные менеджеры (а не бухгалтеры) систематически организовывали и представляли финансовые исследования своего отраслевого подразделения.

В то время как роль управленческого учета должна уделять большое внимание эффективности процессов своей внутренней инфраструктуры, возникают другие требования. Растет давление в пользу снижения общей стоимости финансовой функции как части доходов. Постепенно возникает потребность в более полной внешней отчетности, отнимающей больше времени. Хотя эти конечные цели являются жизненно важными и должны быть достигнуты, установление приоритета только увеличивает риск того, что внутренние коммуникации бухгалтерского учета не смогут достичь своих целей, а изменение системы управленческого учета будет отложено.

В заключение, современный управленческий учет актуален для современных вопросов организационного управления, а также реформирует традиционную практику управленческого учета для принятия решений и специализированных решений на основе соответствующей финансовой и нефинансовой информации в зависимости от характера деятельности, размера, внешних обстоятельств и рыночных условий.

Кроме того, некоторые из них больше подходят для организаций, а некоторые нет, учитывая внутреннюю практику управления, размер организации, поддержку высшего руководства, практику управления персоналом. Другими словами, прежде чем рассматривать вопрос о внедрении современных методов управленческого учета, руководство должно провести технико-экономическое обоснование с учетом вышеуказанных вопросов и оценить затраты и выгоды систем в финансовом и нефинансовом отношении. В противном случае преимущества применяются без оценки и приверженности со стороны высшего руководства, поэтому преимущества этих практик не будут реализованы в полной мере. При тщательном рассмотрении на основе достаточного количества фактов, современный управленческий учет с другими стратегиями, безусловно, поможет руководству принимать обоснованные решения и, следовательно, способствовать успешной работе организации, чем традиционные методы управленческого учета.

Список литературы.

1. Дашин А.К., Л.Б. Сунгатулина, Г.Р. Файзрахманова., Управленческий учет и анализ инновационной деятельности коммерческой организации / – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. – 272 с
2. Халин В.Г., Чернова Г.В., Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, проблемы, угрозы и риски, Управление. Consult., 10 (118) , 46–63 (2018)
3. Пятов М.Л. Бухгалтерский учет в эволюционирующей экономике [Электронный ресурс] // БУХ1С. 2016. № 1. URL:<http://buh.ru/articles/documents/46109/>.

© О. И. Архипова, 2022

УДК 621.45.076

ЭВОЛЮЦИЯ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Кузьменко Филипп Сергеевич

Kuzmenko Philipp Sergeevich

Студент

Student

Санкт-Петербургский университет гражданской авиации

Saint Petersburg University of Civil Aviation

Санкт-Петербург, Россия

Saint Petersburg, Russia

EVOLUTION OF ENGINES IN AVIATION

Аннотация. В этой статье мы расскажем вам о развитии различных силовых установок, их применении в авиации и сложностях, которые могут встать на пути при интеграции той или иной разработки, а также постараемся заглянуть в будущее, основываясь на уже существующих разработках.

Abstract. In this article we will tell you about the development of various engines, their application in aviation and the difficulties that may get in the way when integrating one or another development, and we will also try to look into the future, based on existing developments.

Ключевые слова: двигатель, самолет, развитие, атомолет, турбина, реактивный двигатель, электродвигатель, электротяга, поршневой двигатель, альтернативные виды топлива.

Key words: engine, aircraft, development, nuclear aircraft, turbine, jet engine, electric motor, electric traction, piston engine, alternative fuels.

Развитие авиационных двигателей

Для начала размышления о таком технологическом решении как самолет с гибридной силовой установкой необходимо определить основные проблемы с которыми нам предстоит столкнуться. Таким образом мы сразу обозначим в каком направлении нам необходимо следовать и поможет избежать заведению себя в тупик.

Как известно в авиационной сфере главная задача это поддержание хрупкого баланса между безопасностью и коммерцией. Конечно безопасность всегда должна превалировать в этом тонком соотношении, ведь жизнь и здоровье людей находящихся на борту бесценны. Но современные авиапроизводители приближаются к технологическому тупику и этому есть разумное объяснение. В.А.Попов в своей книге «История воздухоплавания и авиации» описывает первые полеты на дирижабле, оснащенном паровым двигателем, были осуществлены французским изобретателем и воздухоплателем Анри Жиффаром в 1852 году. В конце XIX века в автомобилестроении был изобретен двигатель внутреннего сгорания основанный на микровзрывах внутри цилиндра, энергия которого толкала поршень с шатунно-шарнирным механизмом, а тот в свою очередь приводил во вращение коленчатый вал. В конечном итоге мы получили механическую энергию вращения, полученную путем преобразования топливоздушной смеси в энергию взрыва. Эта технология произвела фурор во всем машиностроении и конечно же в авиации такой способ производства энергии изменил все. Скорости стали выше, высоты больше, но и безопасность значительно возросла. Такое технологическое решение, которое сегодня мы используем повсеместно и которое нами уже почти не замечается в свое время произвело революцию во всем мире. С тех пор человечество занимается попыткой улучшить эту простую идею парового котла с костром под ним. Пожалуй имеет смысл пояснить суть работы любого двигателя основанного на преобразовании энергии полученной при сгорании органического топлива в механическую. Разберем модель на примере парового двигателя (рис. 1), у нас есть несколько структурных элементов, объединяющих все установки такого типа, от примитивного котла наполненного водой с горящими костром под ним до сложнейших современных турбовинтовых (рис. 2) или турбореактивных двигателей (рис. 3):

- Костер - камера сгорания, место где при окислении топлива выделяется большое количество энергии, которая направлена на преобразование в механическую
- Котел - шатунно-поршневая группа или турбина для ТРД/ТВД. Фактически это узел который как раз приводит в движение получая энергию сгоревшего топлива.
- Вал вращения (колесо) - коленчатый вал с маховиком в ДВС. В ТРД и ТВД эта функция сепарирована на несколько систем, но в общем виде - это совокупность вала турбины, компрессора и сопло реактивной струи в ТРД или редуктора в воздушном винтом. Устройство для дальнейшей передачи механической энергии потребителям.

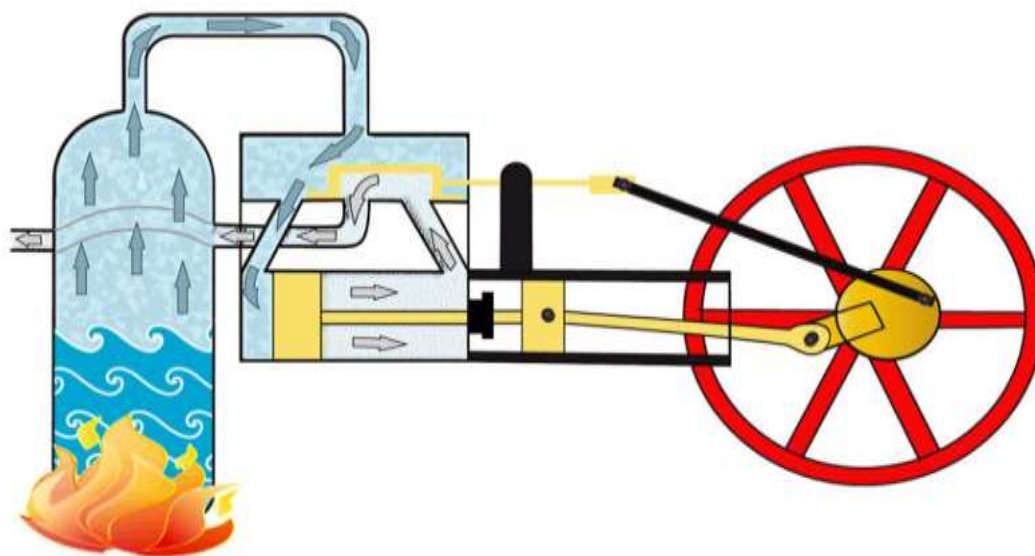


Рис. 1. Схема работы парового двигателя

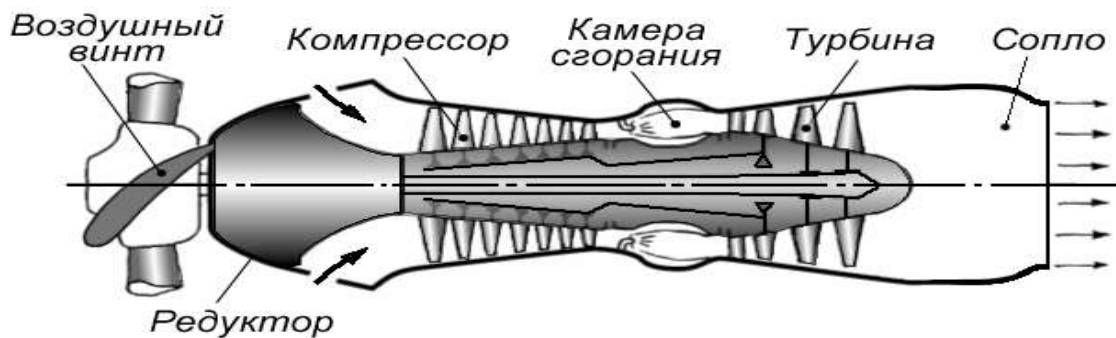


Рис. 2. Схема работы ТВД



Рис. 3. Схема работы ТРД

Но особая уникальность такого события, как переход от парового двигателя к поршневому заключается в комбинации многократно возросших летных характеристиками и принципиально новом уровне безопасности и удобства при эксплуатации летательных аппаратов. На заре авиастроения были популярны и наиболее возможны в реализации дирижабли, которые в свою очередь имели крайне хрупкую конструкцию, неся на борту тысячи кубометров огнеопасного водорода, что в сочетании с паровыми двигателями давало очень опасное сочетание, так как при малейшем повреждении конструкции, ударе молнии или грубой посадке такие аппараты имели огромный шанс полного разрушения конструкции вследствие взрыва водорода. Помимо катастрофических последствий для летательного аппарата и его экипажа взрыв такой мощности уничтожал близлежащую территорию и инфраструктуру. Таким образом дирижабль тех времен нельзя назвать безопасным транспортом, а следовательно он не подходил для массового пассажирооборота. Но поршневые ДВС дали толчок к развитию самолётостроения, так как позволял развивать и поддерживать скорость необходимую для продолжительного полета. И по этому вектору человечество пошло и развивает его по сей день.

В 60-е годы XIX века были созданы первые проекты самолетов с воздушно-реактивным двигателем [1, стр 23], однако первый английский реактивный самолет Gloster E.28/39 с двигателем Френка Уиттла (JETS Whittle No 1) на борту поднялся в воздух 15 мая 1941 года [1, стр 25]. Таким образом мы понимаем на что на момент 2022 года человечество развивает технологию «Двигателя основанного на преобразовании химической энергии при сгорании топлива» на протяжении 170 лет, а в свою очередь газотурбинные двигатели прогрессируют уже более 80 лет.

Как совершенно логичный итог такого развития мы имеем практически совершенные силовые установки в которых заложены:

- Высокая мощность
- Большая наработка на отказ
- Продуманны вспомогательные и резервные системы
- Высокой экономичность
- Низкий уровень шума
- Наложено производство деталей, комплектующих и сборка финального продукта.

Но такие показатели эффективности говорят нам также о том, что развитие современного вектора газотурбинных двигателей упирается в технологический тупик и выработку нефтяных мировых запасов,

про которую мы начинаем забывать вследствие сложной политической и экономической обстановки, а следовательно нам необходимы новые решения и подходы, которые позволят преодолеть возникающие препятствия и начать принципиально новый виток развития всей авиапромышленности в мире.

Таких путей на самом деле несколько:

Альтернативное топливо с более высокой энергоемкостью, например:

Водород

Ядерное топливо

Полностью электрическая компоновка

Гибридная силовая установка

Во время исследовательской деятельности мы досконально изучили все эти подходы, выявив для себя наиболее интересный и перспективный подход, который в дальнейшем мы будем развивать. Но для начала необходимо разобраться со всеми имеющимися, понять какие плюсы и минусы есть у каждого из путей развития авиапромышленности.

Реализация самолета на альтернативном виде топлива

Водород

Выбор верного не кажется очевидным, хотя на самом деле таковым является, поясним почему. Один из возможных векторов развития авиапромышленности это переход на альтернативное топливо, которое можно было бы использовать вместо нефтепродуктов. Первое что приходит в голову, это конечно же, водород. Водород имеет самое низкое массовое число равное 1, но при этом один из самых высоких показателей удельной теплоты сгорания равной 141 МДж/кг, для сравнения удельная теплота сгорания авиационного керосина равна 68 МДж, то есть с одного килограмма водорода можно получить в 2,07 раза больше энергии. Так почему же не выбрать этот вектор? Ответ кроется в физических свойствах этого вещества, а как средство в методах его хранения на борту ВС.

Хранение водорода обходится гораздо дороже его производства. Себестоимость хранения связана с физическими свойствами водорода и с высокими требованиями к системам хранения. Система хранения должна выдерживать криогенные температуры, высокие давления, а также содержать активные элементы, которые бы взаимодействовали с водой или воздухом. Департамент энергетики США классифицирует методы хранения водородного топлива по двум группам. Первая группа сформирована на основе физических процессах: ожижение и компрессирование водорода. Вторая группа отражает химические процессы сильного взаимодействия водорода с некоторыми элементами среды хранения. Хранение газообразного водорода под давлением является одним из самых простых способов. Его принцип аналогичен процессу сжатия природного газа. К примеру, 1 кг водорода при стандартных условиях занимает достаточно большой объем, около 11,2 м³. Согласно уравнению состояния идеального газа, чтобы он занимал меньший объем, нам нужно увеличить его давление. Сжимая водородный газ, мы увеличиваем его плотность. То есть при хранении в обычных стальных баллонах под давлением до 200 атм, 1 кг водорода будет занимать около 56,3 литра (0,0563 м³) объема при давлении в 20 МПа. Однако, энергетическая плотность такого вида топлива, значительно уступает аналогичному показателю бензина. На 1 литр водорода приходится всего 4,4 МДж энергии, тогда как на 1 литр бензина 31,6 МДж. Хранение водорода в жидком состоянии основано на процессе сжижения водородного газа. Его энергетическая плотность на 1 литр около 8 МДж. Однако, на сам процесс сжижения расходуется от 25% до 45% энергии. Для сжижения 1 кг водорода потребуется затратить от 10 до 14 кВт*ч электроэнергии. То есть данный метод хранения требует большое количество энергии. Жидкий водород хранится исключительно в криогенных контейнерах, которые изготавливаются из высококачественных сталей, способные выдерживать требуемые температурные диапазоны. Несмотря на достаточно эффективную теплоизоляцию, наблюдаются существенные утечки водородного газа, особенно при маломасштабном хранении. Для решения этой проблемы было предложено хранить водород независимо от условий заполнения контейнера. Тогда, водород будет не полностью в жидком состоянии, но еще и частично в газообразном. Снизить утечки водородного топлива также помогают сорбенты с большой удельной плотностью поверхности.

Таким образом мы понимаем, что хранение водорода даже в обычных условиях на земле невероятно сложный, дорогостоящий и небезопасный процесс, а финальная энергоемкость такого топлива меньше, чем авиационного керосина. Поэтому на наш взгляд концепция «водородных самолетов» пока не вписывается в современные реалии коммерческой гражданской авиации с нынешним уровнем технологического развития.

Ядерное топливо

Но давайте рассмотрим самый мощный источник энергии используемый человеком для выработки электричества и это конечно же ядерное топливо. Попытки разработки самолета с силовой установкой основанной на расщеплении ядер атомом начались еще во времена холодной войны. Эта разработка имела название, ни много ни мало: «Атомолет». Для реализации такого проекта необходимо решить несколько важных вопросов:

1. Создание ядерного реактора малого веса и габаритов для интеграции в воздушное судно

2. Защита членов экипажа от опасного для жизни и здоровья излучения
 3. Обеспечение безопасности полета атомолета
 4. Концепция «чистого полета», то есть создание такого реактивного двигателя на ядерной тяге, который не совершал бы выбросов ядерных отходов в атмосферу и соответственно не загрязнял ее.
- Были разработаны 2 типа реактивных ядерных двигателей:
- С открытым циклом (рис. 4)
 - С закрытым циклом (используется в подводных лодках, ледоколах и электростанциях)



Рис. 4. Ядерный реактивный двигатель

Открытый цикл не отвечал поставленной задаче не загрязнять атмосферу продуктами распада. Принцип его работы заключался в добавлении урановой стружки с графитом в камеру сгорания вместо керосина. При смешивании этих двух элементов начинается ядерная реакция и высвобождение энергии, разогревая смесь до 1000 градусов Цельсия. По сути это единственное отличие от обычных турбореактивных двигателей. Далее смесь раскручивала турбину и отправлялась в выпускной механизм с очищающими фильтрами, которые, очевидно, не справлялись со своей задачей полностью и урановая пыль в большом количестве выбрасывалась в атмосферу (рис. 5)

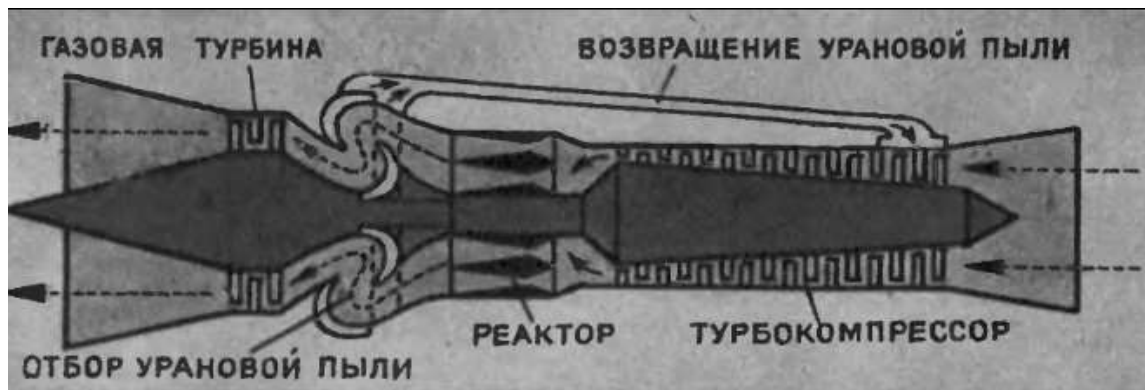


Рис. 5. Схема работы ядерного реактивного двигателя с открытым циклом



Рис. 6. Схема работы ядерного реактивного двигателя с закрытым циклом

Закрытый тип заключался в полной изоляции ядерных процессов от процесса создания реактивной тяги. Реактор предполагалось устанавливать в хвосте самолета для максимального удаления от экипажа. Но основная проблема заключалась в передаче тепловой энергии от реактора к двигателю, для реализации работы последнего. Конструкция получилась невероятно большой и согласно комментариям разработчиков и энтузиастов даже самые компактные схемы такого типа не могли бы обеспечивать самолету возможность нести полезную нагрузку, что абсолютно обесценивает такую разработку как таковую (рис. 6).

Но как показала история многие из этих вопросов решить не получилось и дело тут не столько в отсутствии необходимых технологий, а скорее из-за некоторых принципиальных аспектов двигателей.

Доктор Герберт Йорк, директор Defense Research (Rtd), один из руководителей программы атомолетов в США сказал следующее: «Практически, я бы свёл всё к трём моментам, тесно связанным друг с другом:

- Во-первых, самолёты иногда, бывает, падают. И сама по себе мысль о том, что где-то летает ядерный реактор, который вдруг может упасть, была неприемлемой.
- Во-вторых, все эти прямоточные системы, прямоточные реакторы, непосредственная передача тепла, неизбежно приводили бы к выбросам радиоактивных частиц из хвоста самолёта.
- И в-третьих — это сами лётчики. Вопрос их защиты стоял очень серьёзно».

На наш взгляд у такой разработки может быть перспектива в будущем как раз благодаря реализации с мощными электродвигателями, а не реактивной тягой, но вопросы по защите экипажа и возможности крушения атомолета с дальнейшими непредсказуемыми последствиями до сих пор открыты. Если такая разработка когда-то и будет существовать, то только для военных целей, в ином случае - очень опасно и практически невозможно.

Реализация полностью электрической схемы

Основные способы реализации силовой установки на альтернативном топливе мы разобрали далее мы предлагаем поговорить о так называемых «электросамолетах». На сегодняшний день существует несколько летающих образцов на полностью электрической тяге, давайте разберем их подробнее:

Первый пилотируемый полет на электротяге был в 1973 году. Фред Милишки и Хейно Брдишка на базе австрийского моторного планера Brditschka HB-3 создали вариант Militky MB-E1 с электрическим двигателем. Хейно Брдишка в том же году совершил полёт на нём продолжительностью 14 минут. Таким образом, модель Militky MB-E1 стала первым пилотируемым электрическим летательным аппаратом, поднявшим человека в воздух.

С 1983 по 2003 годы агентство NASA финансировало создание самолётов Pathfinder и его модификаций. Модификации Helios принадлежит рекорд по высоте подъёма среди крылатых летательных аппаратов без реактивных двигателей — 29,5 км.

Существенный рывок эта область самолётостроения получила в конце 1990-х — начале 2000-х, когда созданием электросамолётов заинтересовались частные фирмы. Среди причин, способствовавших развитию нового типа самолётов, стало повышение требований к защите окружающей среды, появление

современных ёмких аккумуляторов, а также лёгких и прочных материалов. Помимо прочего, электрические самолёты отличаются низким уровнем шума, что может быть хорошим преимуществом при выполнении разведывательных операций.

Существующие модели самолетов на электротяге

На сегодняшний день реализовано несколько самолетов, движимых электротягой. Каждый из них уникален и обладает своими особенностями Extra 330LE (рис. 7)



Рис. 7. Extra 330LE

Двигатель электросамолета Extra 330LE выдает 260 кВт мощности при весе в 50 килограммов, при этом самолет весит всего порядка 1000 килограммов. Полет с установлением новых рекордов прошел 23 марта 2017. Самолет взлетел с аэродрома Dinslaken Schwarze Heide Airfield в Германии и, пролетев 3 километра, развил скорость 337,5 километров в час. Далее Extra 330LE протащил на буксире планер и поднял его на высоту в 600 метров за 76 секунд. Управлял самолетом пилот Уолтер Экстра.

Партнером Siemens по этой программе является французская авиастроительная корпорация Airbus, которая работает над собственным вариантом подобной системы под названием E-Fan (рис. 8).



Рис. 8. Airbus E-Fan

В рамках Парижского авиасалона компания Airbus, известная всему миру своими пассажирскими самолетами, представила прототип полностью электрического самолета E-Fan 2.0. Этот двухместный

маленький аппарат весит всего 500 кг и имеет размах крыльев в 9,5 м. Он питается от литий-полимерных аккумуляторов и укомплектован двумя электродвигателями суммарной мощностью 60 кВт. E-Fan 2.0 не выделяет CO₂ и практически бесшумен в полёте. Аккумуляторов хватает от 45 до 60 минут полёта при полной загрузке. Скорость взлёта составляет 110 км/ч, крейсерская скорость — 160 км/ч, а максимальная — до 220 км/ч.

Впервые поднялся в воздух 11 марта 2014 года, на аэродроме близ Бордо, Франция. В июле 2013 года на авиасалоне в Ле-Бурже представлен самолёт Airbus E-FAN, проектируемый как тренировочный самолёт, способный выполнять фигуры высшего пилотажа. Одно из колес основного шасси имеет привод от электромотора, что позволяет разогнать самолёт на земле до скорости 55 км/ч. что экономически более выгодно (позволяет сэкономить заряд батареи). Часовой полёт самолёта обходится в 16 долларов.

Список литературы

1. Карпов, Л.И. ЭВОЛЮЦИЯ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ: К ИСТОРИИ ВОПРОСА / Л.И. Карпов. – Москва : Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2017. – 21-27 с.
2. Попов, В. А. История воздухоплавания и авиации / В. А. Попов. – Москва : Государственное издательство оборонной промышленности, 1944. – 13 с.
3. ЮНАКОВ, Л.П. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ / Л.П. ЮНАКОВ. – Санкт-Петербург : Министерство образования и науки Российской Федерации Балтийский государственный технический университет «Военмех» Кафедра «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», 2013. – 5-56 с.

© Ф.С. Кузьменко, 2022

УДК 629.735.33

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ САМОЛЕТОВ В КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ

Кузьменко Филипп Сергеевич

Kuzmenko Philipp Sergeevich

Студент

Student

Санкт-Петербургский университет гражданской авиации

Saint- Petersburg state university of civil aviation

Санкт-Петербург, Россия

Saint- Petersburg, Russia

FEATURES OF AIRCRAFT DYNAMICS AT SPEEDS

Аннотация: В статье изучены особенности выполнения полетов и поведения самолетов в критических режимах. А в частности, конструктивные особенности транспортных воздушных судов при уходе на второй круг, аэродинамические особенности. Разработаны рекомендации для повышения безопасности полётов.

Abstract: The article studies the features of flight performance and the behavior of aircraft in critical modes. And in particular, the design features of transport aircraft during go-around, aerodynamic features. Recommendations have been developed to improve flight safety.

Ключевые слова: Угол атаки, критический режим, срыв потока.

Key words Angle of attack, critical mode, stall.

На сегодняшний день ключевая причина авиакатастроф и аварий- человеческий фактор. Экипажи не понимают особенностей пилотирования воздушного судна при выходе самолета за эксплуатационные режимы. Для предотвращения этих случаев и увеличения уровня безопасности полетов необходимо внести поправки в регламент подготовки и переподготовки пилотов.

Современные транспортные самолеты (B-737, A-320, E-170, RRJ-100 и другие) оснащаются двигателями, которые расположены под крылом, и вынесены вперед по отношению к центру тяжести самолета. Соответственно, при увеличении режима работы двигателей, возникает кабрирующий момент. На малых скоростях эффективность управляющих поверхностей не велика, в то время как кабрирующий момент от двигателей от скорости не зависит (рис. 1). Поэтому, уход на второй круг, с меньшим посадочным весом, и максимальным режимом работы двигателей, отклонение руля высоты может быть недостаточно, для парирования кабрирующего момента от двигателей.