

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента

Тимофеева Вадима Ивановича

на диссертацию «Повышение уровня лётно-технических и эксплуатационных характеристик современных транспортных реактивных самолётов с помощью

убираемых аэродинамических гребней гондол двигателей»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, поскольку в настоящее время воздушный транспорт является стратегически значимым звеном отечественной экономики, и играет одну из ведущих ролей в повышении её конкурентоспособности, способствует расширению возможностей реализации и развития потенциала страны путём повышения уровня эффективности и рентабельности современной транспортной инфраструктуры.

В то же время, существует ряд серьёзных проблем, связанных, прежде всего, с санкционными ограничениями, со старением авиационного парка ближне- и среднемагистральных воздушных судов (ВС), с резким удорожанием авиационного топлива и рядом других причин. При этом, авиационное пассажирское сообщение должно быть регулярным, рентабельным и безопасным. В этом заключается **проблемная ситуация** данного диссертационного исследования.

В основе комплекса задач, связанных с повышением экономичности эксплуатации ВС, лежат задачи повышения лётно-технических и эксплуатационно-технических характеристик (ЛТХ и ЭТХ) современных транспортных реактивных самолётов за счёт определения и реализации наивыгоднейших (экономических) режимов полёта, совершенствования аэродинамической конфигурации и режимов работы авиационных двигателей (АД), а также оптимального выбора маршрутов полётов с учётом влияния атмосферных условий.

Кроме того, наряду с экономическими вопросами существенное значение приобретают вопросы экологического характера, связанные с эксплуатацией авиационного транспорта.

Для повышения ЛТХ и ЭТХ с целью достижения высокого уровня экономичности и экологичности лётной эксплуатации ВС данного класса (среднемагистральных ВС) автором предложен научно-обоснованный методический аппарат (ряд технических и организационных решений, а именно: применения убираемых аэродинамических гребней гондол двигателей на

отдельных участках полёта), который в настоящее время отсутствует. Его практическая реализация позволит решить отдельные важные технические аспекты путём внесения в конструкцию ВС некоторых технологических изменений. В свою очередь, это позволит повысить экономическую эффективность лётной эксплуатации пассажирских среднемагистральных ВС.

В этой связи, тема диссертационного исследования является, безусловно, **актуальной**.

Исходя из актуальности, **целью** диссертационной работы является обоснование возможности улучшения ЛТХ и ЭТХ современных реактивных транспортных самолётов за счёт применения убираемых аэродинамических гребней гондол двигателей на участках набора высоты, крейсерского полёта и снижения.

Достижение поставленной цели автор добился решением следующих **задач** исследования:

1. Разработкой метода оценки предельной эффективной массы устройства уборки-выпуска аэродинамических гребней.
2. Разработкой метода оценки экономической и экологической эффективности от применения убираемых аэродинамических гребней.
3. Оцениванием возможности возникновения неблагоприятных аэродинамических факторов, влияющих на безопасность полётов (БП), при применении убираемых аэродинамических гребней.
4. Обоснованием требований к перспективным образцам ВС по оснащению их убираемыми аэродинамическими гребнями для повышения их ЛТХ.

Объект исследования определён автором как процесс эксплуатации современных реактивных транспортных самолётов.

Предмет исследования определён автором как лётно-технические и эксплуатационные характеристики воздушных судов при применении технических устройств типа убираемых в полёте аэродинамических гребней гондол двигателей.

В настоящее время в нашей стране основу авиационного парка пассажирских авиаперевозок составляют ближнее- и среднемагистральные ВС, в основном, западного производства, которые в перспективе планируется заместить семейством российского среднемагистрального самолёта МС-21. В то же время, вышеперечисленные проблемные вопросы требуют своего решения уже сейчас, когда самолёт МС-21 ещё находится в стадии лётных испытаний. По этой причине автором в качестве прототипа для получения численных оценок был

выбран самолёт Airbus A319, имеющий на гондолах двигателей аэродинамические гребни.

Особо отмечаю тот факт, что в ходе диссертационного исследования автором было проведено численное моделирование с помощью программного комплекса (CAE-системы) Autodesk Simulation CFD, и получена динамическая картина движения потоков газа вблизи исследуемых аэродинамических поверхностей и числовые характеристики этих потоков.

На качественном уровне полученные результаты были подтверждены **аэродинамическим экспериментом**, выполненным в аэродинамической трубе, в условиях частичного динамического подобия. Расчёт экономической эффективности был выполнен аналитически, основываясь на данных, полученных при численном моделировании и в ходе **лётного эксперимента**. При расчёте предельной эффективной массы устройства были использованы данные численного моделирования и аэродинамические параметры самолёта, вычисленные из данных, полученных в ходе лётного эксперимента.

На защиту автор выносит следующие **положения**:

1. Метод расчёта предельной эффективной массы устройства уборки-выпуска аэродинамических гребней.
2. Методику оценки полётного качества и других аэродинамических характеристик самолёта по данным средств сбора полётной информации (ССПИ).
3. Методику расчёта изменений ЛТХ, экономического и экологического эффектов при применении исследуемой технологии.
4. Результаты численного моделирования, предоставляющие необходимые численные данные для оценки влияния рассматриваемой технологии на ЛТХ ВС, а так же качественные данные, позволяющие оценить возможность возникновения неблагоприятных аэродинамических факторов, влияющих на БП, при применении убираемых гребней мотогондол АД.
5. Требования к ВС, на которых применяются убираемые аэродинамические гребни гондол АД.

Все положения, выносимые на защиту, получены либо лично автором, либо при его непосредственном участии.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что в работе использованы методы численного моделирования для обоснования эффективности применения убираемых в полёте аэродинамических гребней гондол двигателя. Изложены и изучены условия, обеспечивающие экономическую эффективность применения убираемых в полёте аэродинамических гребней, в частности предельная масса устройства уборки-

выпуска такого рода гребней. Разработан метод вычисления предельной эффективной массы устройства для уборки-выпуска аэродинамических гребней.

Практическая значимость исследования заключается в разработке новых требований к перспективной авиационной техники (АТ), а также в количественной оценке преимуществ от внедрения разработанной технологии. Результаты работы используются в отделе аэродинамического проектирования АО «ОКБ им. А.С. Яковлева» при анализе возможности применения такой технологии на самолётах семейства МС-21, а так же на других перспективных образцах АТ, в АО «Навигатор» для обоснования требований к перспективным ВС и элементам их конструкции, а также в учебном процессе СПбГУ ГА.

Научная новизна диссертационного исследования по мнению автора заключается в следующем:

1. Обоснована целесообразность применения убираемых аэродинамических гребней с целью улучшения ЛТХ ВС с сохранением заданного уровня БП.
2. Разработана методика, позволяющая оценить влияние использования различных технических решений (устройств) на эффективность лётной эксплуатации на основе обработки данных ССПИ.
3. Предложен метод расчёта предельной массы устройств уборки аэродинамических гребней.

Несомненными достоинствами работы считаю:

- 1) системный анализ отечественных и зарубежных изобретений (патентов) касательно практического применения малых аэродинамических поверхностей (турбулизаторов различных типов) для управления пограничным слоем (ПС) и предотвращения срыва потока на крыле;
- 2) анализ существующих видов аэродинамического сопротивления самолёта и физических механизмов их возникновения;
- 3) анализ аэродинамических эффектов, возникающих при использовании малых аэродинамических поверхностей (например, концевой эффект), и определение способов их преодоления (минимизации);
- 4) получение конкретных числовых значений искомых параметров и величин, позволяющих провести их сравнительную оценку и последующий анализ;
- 5) сравнительный анализ экспериментальных данных, выполненных в ходе натуральных экспериментов в аэродинамической трубе, и данных, полученных численными методами, с трактовкой имеющихся расхождений;
- 6) рекомендации по корректировке технико-экономических показателей лётной деятельности на основе полученных результатов;

7) краткий анализ актуальных вопросов экологичности использования авиационного транспорта, чему в последнее время уделяется чрезвычайно большое внимание во всём мире.

Степень достоверности результатов подтверждается выполненной в рамках работы верификацией программного обеспечения, а на качественном уровне – экспериментом, проведенном в аэродинамической трубе.

Соискатель имеет **3 научных статьи** по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК, а так же **3 статьи**, представленные в РНИЦ. Основные научные результаты, выносимые на защиту достаточно полно апробированы на научно-технической, научно-практических конференциях и тематических научных семинарах специалистов.

О значимости полученных результатов и актуальности диссертационного исследования свидетельствуют **3 акта о внедрении (реализации)** результатов работы, приведенные в приложении к ней.

Выводы, сделанные автором в работе, соответствуют направлению проведенных исследований, содержат современные взгляды на теорию и практику применения среднемагистральных пассажирских самолётов.

Результаты и выводы диссертации могут быть использованы для оптимизации планирования использования гражданского авиационного транспорта и экономии материальных средств (авиационного керосина).

Практическую реализацию полученных результатов целесообразно осуществить в отдельных авиапредприятиях отрасли.

Таким образом, в диссертации изложены новые научно-обоснованные технические и организационные подходы по лётной и технической эксплуатации среднемагистральных пассажирских самолётов семейства Airbus A319-320-321 и перспективного российского авиалайнера МС-21.

Соискатель владеет современными математическими методами научных исследований и терминологией. Материал изложен достаточно логично и содержат необходимое математическое обоснование, а также наглядное графическое отображение полученных результатов.

Содержание автореферата отражает основные положения диссертации, её результаты и выводы и не содержит излишней информации.

В целом, стиль изложения материалов диссертации соответствует требованиям к написанию диссертационных работ.

Вместе с тем, диссертация не лишена некоторых **замечаний и недостатков**, к которым следует отнести:

1. Автор достаточно вольно трактует общепринятый научно-терминологический аппарат (методология, методика, метод), вкладывая разное смысловое содержание в одни и те же термины, в частности, в понятие «метода», как совокупности приёмов и операций, которые, в данном случае, используются только в рамках данного конкретного исследования.

2. В работе следовало бы более чётко обозначить основную научную задачу исследования, что способствовало лучшей структуризации работы и её логичности.

3. Решая задачу повышения аэродинамического качества ВС за счёт внесения изменений в его конструкцию – дооснащение ВС устройствами уборки-выпуска аэродинамических гребней гондол двигателей – автор не проводит оценку надёжности новой конструкции ВС, как основного комплексного свойства объекта (ВС) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных условиях лётной и технической эксплуатации. Понятие «надёжность» в работе отсутствует вообще. Тем не менее, эксплуатационная надёжность ВС является основой безопасности полётов.

4. Весьма спорным представляется утверждение автора о том, что «главными из внешних условий, воздействующих на ВС, являются ветер и распределение температуры с высотой» (стр.5).

5. Определение объекта исследования, приведенного на стр.12, находится в противоречии с формулировкой объекта исследования, указанного на стр.100.

6. Строго говоря, понятие «сводный график» (стр.25) относится к движению железнодорожного транспорта. Поэтому по отношению к графику целесообразно использовать такие понятия как «совмещённый», «обобщённый», «комплексный», «интегральный».

7. Работа недостаточно хорошо структурирована, а именно:

– Введение занимает 14 страниц текста (стр.4-17), Заключение – 1,5 страницы (стр.142-143);

– Список принятых сокращений в работе отсутствует вообще, хотя он указан во Введении (стр.15) как структурная часть работы;

– во Введении при описании структуры работы речь идёт о 3-х главах, а в действительности их 4;

– Глава 1 (вернее – Раздел 1) начинается подразделом 1.4 (стр.18), Глава 4 – подразделом 5.5 (стр.99);

– далее происходит сумбур в нумерации подразделов:

- 1) вместо подраздела 3.2 в работе фигурирует подраздел 5.4 (стр.92);
- 2) вместо подраздела 4.1 в работе фигурирует подраздел 5.5 (стр.99);
- 3) вместо подраздела 4.2 в работе фигурирует подраздел 5.6 (стр.136);
- 4) вместо подраздела 4.3 в работе фигурирует подраздел 5.7 (стр.140);
- 5) вместо подраздела 4.4 в работе фигурирует подраздел 5.8 (стр.141).

– результаты численного моделирования, представленные в виде однотипных таблиц (табл.3.1-3.12) и рисунков (45.1-45.12) в зависимости от вариативности высоты полёта (стр.65-76), целесообразно было бы вынести в отдельное Приложение с соответствующей ссылкой на него в тексте работы; аналогично следовало бы поступить в отношении табл.7.1-7.12 (стр.105-116), а также табл.8.1-8.12 и рис.58.1-58.12 (стр.118-135);

– следовало бы выделить в отдельный подраздел «Методику оценки влияния применения...» (стр.138), как и разработанные автором практические рекомендации.

8. В работе имеются некоторые стилистические неточности:

– в контексте темы работы вместо словосочетания «удобство технического обслуживания» более корректно использовать понятие «эксплуатационная технологичность» (стр.7);

– фразу «на оси ординат то, во сколько раз увеличивается сопротивление, вызванное вихрем от гребня» (стр.46), целесообразно заменить более короткой и корректной фразой «приращение коэффициента лобового сопротивления»;

– фразу «параметры сетки конченных объёмов» (стр.64) следует трактовать как «параметры сетки конечных объёмов»;

– словосочетание «численные результаты моделирования» (стр.64) следует трактовать как «результаты численного моделирования»;

– фразу «дополнительное паразитное сопротивление» следует трактовать как «дополнительное вредоносное сопротивление»;

9. В работе имеются некоторые небрежности в оформлении:

– названия всех таблиц указаны не над таблицей, а под нею;

– слово «Глава» в названии разделов работы излишне;

– названия глав (разделов) выполнены обычным шрифтом, а подразделов – почему-то полужирным начертанием (стр.18,49,83,99);

– блок-схема на рис.53 (стр.91) не соответствует ГОСТ Р 7.0.11.-2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.

– после формул по тексту не всегда имеются соответствующие знаки препинания (точки и запятые).

Тем не менее, указанные замечания и недостатки не оказывают принципиального влияния на общую положительную оценку работы.

В целом работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследований.

Представляется, что несомненным преимуществом работы могло бы стать новое техническое решение, запатентованное автором.

Кроме того, считаю важным положительным обстоятельством тот факт, что автор является 2-м пилотом авиакомпании «Россия», и, следовательно, непосредственно занимается лётной эксплуатацией среднемагистральных ВС.

Таким образом, следует отметить, что по своей актуальности, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности и новизне, а также полноте изложенных результатов в опубликованных трудах диссертация «Повышение уровня лётно-технических и эксплуатационных характеристик современных транспортных реактивных самолётов с помощью убираемых аэродинамических гребней гондол двигателей», является законченной научной работой, которая содержит совокупность технических и организационных решений, где обоснованно раскрыты главные квалификационные признаки исследований (цель, задачи, научная новизна, достоверность результатов, практическая значимость, выводы).

В целом диссертация удовлетворяет требованиям Положения ВАК о порядке присуждения учёных степеней, а её автор **Астапов Иван Владимирович** заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Кандидат технических наук, доцент кафедры Эксплуатации и управления аэрокосмическими системами ГУАП

Тимофеев Вадим Иванович

Адрес электронной почты: timofeev-vi@yandex.ru,
телефон: +7(905) 256-73-87.

Полное наименование организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП)

Почтовый адрес организации: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А.

Адрес официального сайта организации в сети «Интернет»: <https://guar.ru>.



Адрес электронной почты организации: info@guar.ru.

Телефон: (812) 710-65-10.

Подпись доцента Тимофеева Вадима Ивановича удостоверяю.

Начальник управления персонала ГУАП

Павлюченко М.В.

МП