

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук

Разносчикова Владимира Валентиновича

на диссертацию Браилко Анатолия Анатольевича на тему:

«Методология разработки информационно-управляющей системы

авиатопливообеспечения воздушных судов

в условиях технологической интеграции

аэропортового комплекса»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук

по специальности 2.9.6 – «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»

Структура и объем диссертации

Представленная на оппонирование работа выполнена в ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА) и состоит из введения, пяти глав, выводов по работе и приложения. Работа иллюстрирована 246 рисунками, содержит 27 таблиц объемом 301 страниц (и 150 страниц приложения). Список используемой литературы насчитывает 216 наименований.

Актуальность темы диссертации

Авиатопливообеспечение (АТО) гражданской авиации (ГА) является одним из видов наземного обслуживания воздушных судов (ВС) ГА путем предоставления услуги по заправке ВС ГА кондиционным авиатопливом и спецжидкостями при обеспечении безопасности и регулярности полетов. Диссертационная работа Браилко А.А. посвящена Работе повышению безопасности и обеспечению регулярности полетов ВС ГА, а также экономической эффективности топливозаправочного комплекса (ТЗ)К и АЭРОПОРТА на основе построения автоматизированных систем управления технологическими процессами ТЗК и информационно управляющих систем операционной деятельности аэропорта.

В связи с этим разработка методологии автоматизированного контроля уровня чистоты авиатоплива от механических примесей и свободной воды, системы дозирования противоводокристаллизационной (ПВК) жидкости, а также единой интеграционной платформы ТЗК-АЭРОПОРТ является весьма актуальной.

Научная новизна работы

В работе на основе обобщения литературных источников, статистических материалов и своих исследований предложен новый подход к мониторингу кондиционности авиатоплива.

Применив дебаевские уравнения и формулы Клаузиуса — Моссотти, разработана математическая модель определения содержания механических примесей и нерастворенной (свободной) воды в потоке авиатоплива за счет определения критической (резонансной) частоты комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) на фильтроэлементе (пористой

перегородки), показавшая 97,5% сходимости при экспериментальном исследовании (проверке) метода определения концентрации механических примесей и уровня влагосодержания в потоке авиатоплива.

На этой основе разработан и научно обоснован метод мониторинга качества топлива по всей технологической схеме топливообеспечения ВС с применением автоматизированной системы регистрации данных. Это позволяет в реальном режиме времени отслеживать уровень чистоты на всех этапах топливообеспечения от приема авиатоплива до заправки ВС.

Впервые разработано научно-техническое решение построения адаптивных информационно-управляющих систем динамического мониторинга чистоты авиатоплива от механических примесей и воды, которые в отличие от существующих методов контроля качества авиатоплива, обеспечивают автоматизированный непрерывный контроль кондиционности авиатоплива в динамических условиях технологического процесса ТЗК, позволяют исключить заправки ВС некондиционным авиатопливом.

Автор теоретически обосновал и предложил новое научно-техническое решение счетно-дозировочной системы введения присадки ПВК, которая в отличие от существующих в режиме реального времени обеспечивает автоматизированный непрерывный контроль фактического процентного содержания присадки ПВК в авиатопливо в процессе заправки ВС, позволяет исключить процедуры ежесменной проверки работоспособности дозатора, универсально совместима с любым расходомером авиатоплива, в том числе с массовым расходомером, кориолисовым массомером, обеспечивает вариативное регулирования процентного содержания присадки ПВК в авиатопливе и дозирования как по массе так и по объему, повышает точность коммерческого учета горюче-смазочных материалов и обеспечивающая импортозамещение оборудования ТЗК. Без сомнения это является научной новизной диссертационного исследования.

Являются оригинальное и имеет самостоятельное и важное теоретическое и прикладное значение разработанная адаптивная информационно-управляющая система авиатопливообеспечения ВС на основе системной интеграции и коллаборативного взаимодействия топливозаправочного и аэропортового комплексов, позволяющая осуществить реализацию прогностического подхода к управлению безопасностью полетов и способствующая непрерывному ее повышению. Все эти основные результаты работы исследования определяют высокий уровень научной новизны диссертации.

Практическая значимость работы.

Диссертация Браилко А.А. имеет ярко выраженную практическую направленность. В диссертационной работе представлены не только новые теоретические результаты, но также предложены конкретные технические решения и технологические рекомендации по применению разработанного метода в организациях авиатопливообеспечения.

В работе впервые разработаны технические устройства динамических измерений гранулометрических и гравиметрических показателей механических примесей в авиатопливе, а также устройство динамического измерения количества нерастворенной (эмульсионной) воды в потоке авиатоплива на основе измерения комплексной диэлектрической проницаемости механических примесей и воды, что позволяет принимать адаптивные решения по выбору технологических режимов подготовки авиатоплива и его применения на ВС.

Разработан прототип дозатора, на который получен Патент RU № 223152 «Устройство дозирования ПВК жидкости в авиатопливо» от 02.02. 2024 г. и экспериментально подтверждены возможности создания системы адаптивного и вариативного дозирования ПВК жидкости в авиатопливо.

Кроме разработки устройств автором разработаны рекомендации по практическому их применению в организациях авиатопливообеспечения, что подтверждает практическую значимость работы.

Достоверность полученных результатов

Результаты рецензируемой работы – это фундаментальный труд исследователя. Достоверность полученных Браилко А.А. результатов основываются на известных достижениях в области химмотологии, большим объемом экспериментальных данных и их статистической обработкой с использованием теории вероятности, математической статистики и математического моделирования.

Апробация результатов исследования прошла при обсуждении на всероссийских и международных научных собраниях, на которые имеются ссылки в работе, а также прошла государственную экспертизу при получении патентов. На основании этого следует считать результаты исследований вполне достоверными, а диссертационную работу – характеризующуюся научной новизной.

Личный вклад автора

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвинутые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора.

Диссертация и автореферат написана грамотным техническим языком, снабжена достаточным количеством иллюстраций и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям.

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы, выводы подтверждены материалами исследований.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, определены объект и предмет исследования, сформулирована проблема, цель и задачи. Изложены теоретические и методологические принципы, новизна и практическая значимость проведенного исследования.

В первой главе автор показал, что применяемые методы контроля качества авиатоплива являются статическими и косвенными, позволяют осуществлять контроль качества топлива только дискретно, т.е. не в потоке, и основаны на дифференцированном отборе проб из назначенных точек, точность и достоверность которых может быть недостаточной и может привести как к применению загрязненного топлива. Автор подробно аргументировал, что в настоящее время отсутствуют непрерывные и быстрые экспресс методы, а также методы динамических измерений гранулометрических и гравиметрических показателей чистоты авиатоплива от механических примесей и свободной (нерастворенной воды) в потоке авиатоплива. В целом, на основе материалов, представленных в Главе 1, подробно обоснованы технические и технологические проблемы создания информационно-управляющей системы авиатопливообеспечения воздушных судов, позволяющей обеспечить непрерывный мониторинг контроля качества авиатоплива на всех этапах технологии подготовки авиатоплива.

Во второй главе Браилко А.А. представил теоретические и расчетные исследования, по определению плотности вещества механических примесей методом измерения комплексной диэлектрической проницаемости дисперсной среды авиатоплива в объеме пористой перегородки. Представлена зависимость диэлектрической проницаемости водной эмульсии от ее концентрации в авиатопливе, позволяющая количественно оценить (измерить) содержание свободной воды в потоке авиатоплива. Особенно надо отметить, что автор сформировал зависимости изменения резонансных характеристик измерительного преобразователя от уровня содержания, природы и плотности механических примесей в потоке авиатоплива.

Во третьей главе разработаны схемы устройства измерения показателей чистоты авиатоплива: диэлькометрического преобразователя и диэлектрического фильтра монитора, выполнены расчеты их параметров, в том числе и расчеты элементов электронных схем измерительного устройства (измерителя-преобразователя), а также разработан гидравлический стенд для исследований характеристик прототипа устройства (измерителя-преобразователя) средства измерения показателей уровня чистоты авиатоплива.

Автором установлено, что диэлектрическая проницаемость авиатоплива не зависит от концентрации молекул диэлектрика и поляризуемости каждой молекулы, а зависит от природы диэлектрика и от частоты приложенного напряжения, а максимум диэлектрической проницаемости порядка $18,3 \text{ W}$ достигается в интервале $2...20 \text{ г/м}^3$. Впервые разработаны

методы динамического мониторинга параметров качества авиатоплива в режиме реального масштаба времени.

Важно отметить, что применение предложенных в работе интеллектуальных средств измерений в составе систем диспетчерского управления и сбора данных позволяют осуществлять проектирование аппаратно-программного комплекса измерительных информационно управляющих систем, систем непрерывного мониторинга кондиционности авиатоплива с целью формирования и принятия управленческих решений о пригодности авиатоплива к заправке воздушного судна.

В четвертой главе автор на теоретически обосновал и предложил концепцию новой системы дозирования противоводокристаллизационной жидкости, которая позволяет автоматизировать процесс ее ввода в поток авиатоплива, снизить влияние человеческого фактора и повысить безопасность полетов. Важным результатом является разработка опытного образца универсального дозатора ПВК жидкости и проведенные лабораторные испытания разработанного универсального дозатора ПВК жидкости.

В пятой главе Браилко А.А. на основании проведенного анализа отечественного и зарубежного опыта сделан вывод, что широко эксплуатируемые в аэропортах ГА автоматизированные системы управления подготовки к вылету ВС не в полном объеме решают задачи координации процессов авиатопливообеспечения и заправки ВС, в части планирования и контроля исполнения топливозаправочных операций, в условиях стохастических воздействий, сбоев, нештатных ситуаций и статистической неопределенности. Отмечаю значимость разработанной методологии совершенствования информационно-управляющей системы авиатопливообеспечения воздушных судов позволяющая реализацию прогностического подхода к управлению безопасностью и регулярности полетов в условиях коллаборативного взаимодействия топливозаправочного и аэропортового комплексов.

Замечания по диссертации

1) Автор выполнил качественный анализ методов контроля и особенностей подготовки реактивного топлива перед заправкой воздушного судна, физических явлений, а также других вопросов процессов авиатопливообеспечения. Однако, объем этого анализа выполнен излишне подробно (по объему) и несколько избыточно, а также присутствует не только в первой главе, но и во всех остальных главах диссертации.

2) В описании методов непрерывного мониторинга кондиционности реактивного топлива нет рекомендаций по выполнению периодической калибровки и проверки точности измерения оборудования перед началом работы и как часто надо ее выполнять.

3) Из диссертации не ясно, как влияет на точность измерений механических примесей в разработанном диэлькометрический анализаторе температура топлива.

4) В диссертации нет информации о том, в каком месте наземной топливозаправочной системы должен стоять дизелькометрический анализатор механических примесей и воды, а также какой у него ресурс.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку научной ценности и практическую значимость работы.

Заключение

В диссертации Браилко А.А. имеются все компоненты: научная новизна, практическая ценность, актуальность, личный вклад диссертанта, достоверность результатов, которые позволяют считать ее законченной научно-исследовательской работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научно обоснованная техническая и технологическая проблема создания методов непрерывного мониторинга контроля качества авиатоплива, а также повышения эффективности взаимодействия информационно-управляющих систем топливозаправочного и аэропортового комплекса.

Диссертация, соответствует специальности 2.9.6. – «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники», имеет важное научное и практическое значение и отвечает всем требованиям действующего Положения ВАК (от 24.09.2013, № 842) о порядке присуждения ученых степеней, к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор Браилко Анатолия Анатольевича заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по указанной специальности.

Доктор технических наук, доцент

Ведущий научный сотрудник отдела двигателей и химмотологии ФАУ ЦИАМ им. П. И. Баранова



В. В. Разносчиков

" 24 " сентября 2025 г.

Федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П. И. Баранова» (ФАУ «ЦИАМ имени П. И. Баранова») — государственный научный центр Российской Федерации в области авиакосмического двигателестроения. 111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.2.

Тел. +7(495) 362-90-82

e-mail vvraznoschikov@ciam.ru

Подпись Разносчикова В.В. заверяю:

Начальник управления по работе с персоналом



Евсюкова Т.А.