

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

КИЕВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

На правах рукописи

Масри Усама Жавдат

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ РЕАКТИВНЫХ ТОПЛИВ JET A-1 (ЛИВАН), ТС-1 И
РТ (УКРАИНА) И УСЛОВИЙ ИХ ВЗАИМНОЙ ЗАМЕНЯЕМОСТИ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Специальность 05.22.14

"Эксплуатация воздушного транспорта"

АВТОРЕЗЕРАТ

*диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук*

Киев 1996

Робота виконана в Київському міжнародному університеті громадянської авіації.

Наукові керівники: член кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор А.Ф. Аксенов;
доктор технічних наук, професор В.П. Белянський

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор С.В. Чертков
кандидат технічних наук В.В. Кукура

Ведущая організація: Державне підприємство "Україна ГСМ" Департаменту повітряного транспорту.

Захист состоится "25" апреля 1996 г. в 15 ч.00 м. на засіданні спеціалізованого ради Д 01.35.04. Київського міжнародного університету громадянської авіації по адресу: 252058, Київ-58, проспект Космонавта Комарова 1, корпус 1, конференц зал.

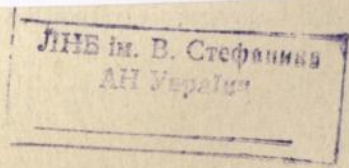
Автореферат розослан "23" марта 1996 г.

Учений секретар спеціалізованого ради доктор технічних наук
Н.С. Кулик

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00740415 (L)



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-технической проблемы - возможности взаимозаменяемости топлив отечественных и зарубежных марок.

АКТУАЛЬНОСТЬ: В условиях тесной экономической интеграции, роль воздушного транспорта приобретает особое значение. Резко возросла интенсивность международных пассажирских и грузовых перевозок, а фрахтовые перевозки стали нормой коммерческой деятельности любой авиакомпании мира. В таких условиях неизбежной становится необходимость заправки самолетов различными видами ГСМ, прежде всего реактивными топливами, которые изготовлены из различных нефтей, по различным требованиям и технологиям. Физико-химические и эксплуатационные свойства таких топлив или других смазочных материалов могут существенно отличаться, что несомненно отразится на работоспособности систем, надежности и долговечности отдельных агрегатов и элементов конструкций, регулярности и безопасности полетов.

В последние годы между Ливаном и Украиной сложились тесные экономические и научные связи, и поскольку дальнейшие отношения этих двух стран предполагают двухсторонние воздушные перевозки, возникает необходимость взаимной сертификации авиаГСМ Украины и Ливана, прежде всего реактивных топлив.

Принятие правовых решений о взаимозаменяемости авиаГСМ осуществляется на основании результатов анализа уровня ТТ к качеству авиаГСМ и глубоких исследований физико-химических и эксплуатационных свойств взаимозаменяемых продуктов.

Комплекс проведенных исследований физико-химических и эксплуатационных свойств реактивных топлив Jet A-1 (Ливан), ТС-1 и РТ (Украина) позволил дать им сравнительную оценку и выработать практические рекомендации по взаимной заменяемости в условиях эксплуатации авиационной техники при международных воздушных перевозках.

ЦЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ: Целью работы является сравнительная оценка физико-химических и эксплуатационных свойств реактивных топлив Jet A-1, применяемого в Ливане и получаемого по английской технологии DERD 2494, с основными реактивными топливами Украины ТС-1 и РТ, получаемыми по ГОСТ 10227-86. На основании полученных результатов провести сравнительный анализ качества топлив, выявить их характерные особенности и выработать практические рекомендации по их взаимной заменяемости.

Для достижения этой цели необходимо было решить такие задачи:

1. Проанализировать и дать сравнительную оценку уровням технических требований, предъявляемых к качеству реактивных топлив стандартами DERD 2494 и ГОСТ 10227-86.

2. Исследовать основные физико-химические свойства реактивных топлив Jet A-1 (Ливан), ТС-1 и РТ (Украина) на приборах и по методикам, предусмотренными ГОСТ 10227-86.

3. Дать сравнительную оценку и определить наиболее важные отличия физико-химических свойств исследованных топлив, влияющие на работоспособность авиационной техники.

4. Исследовать основные эксплуатационные свойства реактивных топлив Jet A-1, ТС-1 и РТ. Выявить характерные особенности эксплуатации авиационной техники при взаимной заменяемости топлив Jet A-1 (Ливан) и ТС-1, РТ (Украина).

5. Выработать практические рекомендации, изменения и дополнения к техническим требованиям, предъявляемым к реактивным топливам и регламенту технического обслуживания авиационной техники при ее эксплуатации на топливах Jet A-1, ТС-1 и РТ.

Для решения этих задач были использованы стандартные методы анализа по ГОСТ 10227-86, а также специальные стенды и установки, позволяющие оценивать влияние топлив на надежность и долговечность отдельных агрегатов и элементов конструкций авиационной техники.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА: Исследованы физико-химические и эксплуатационные свойства реактивного топлива Jet A-1, получаемого по технологии DERD 2494 и применяемого в Ливане, в сравнении с топливами ТС-1 и РТ, применяемыми на Украине, в объеме полного анализа, предусмотренного ГОСТ 10227-86 и комплекса методов квалификационных испытаний.

Определены наиболее важные отличия показателей качества топлив влияющих на работоспособность авиационной техники.

Установлено, что топливо Jet A-1 не соответствует требованиям ГОСТ 10227-86 по всем характерным точкам кривой разгонки (фракционный состав) и температуре кристаллизации, а топлива ТС-1 и РТ не соответствуют требованиям DERD 2494 по следующим показателям: вязкости, кислотности, температуре вспышки, содержанию непредельных углеводородов (йолное число), общей и меркаптановой серы.

На основании этих данных были выбраны и исследованы основные эксплуатационные свойства топлив Jet A-1, ТС-1 и РТ: термоокислительная стабильность, склонность топлив к взаимодействию с конс-

струкционными материалами, прокачиваемость при низких температурах, растворимость воздуха и воды, противоизносные и противоаэрозольные свойства.

Экспериментально доказано, что топлива ТС-1 и РТ обладают повышенной способностью растворять в себе воздух и воду, взаимодействовать с металлами (медь, алюминий, свинец). Топливо Jet A-1 уступает топливам ТС-1, РТ по противоизносным свойствам, прокачиваемость при отрицательных температурах и взаимодействию с резиновыми изделиями при повышенных температурах (выше 80°C).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ состоит в том, что создан комплекс методов и оборудования, разработана методология сравнительной оценки физико-химических и эксплуатационных свойств реактивных топлив с целью оценки их взаимозаменяемости.

На основании комплексных исследований физико-химических и эксплуатационных свойств реактивных топлив ТС-1, РТ и Jet A-1 и их сравнительной оценки определены наиболее значимые отличия состава и свойств топлив.

Определены некоторые особенности эксплуатации и технического обслуживания авиационной техники при замене топлив ТС-1 и РТ на Jet A-1. Установлены предельно допустимые нормы смешивания топлив ТС-1 и РТ с топливом Jet A-1, при которых такие смеси можно применять без ограничения ресурса работы отдельных агрегатов и снижения безопасности полетов.

Экспериментально доказано, что по требованиям ГОСТ 10227-86 и DERD 2494 и фактическому состоянию качества, наиболее полно отвечают требованиям взаимозаменяемости топлив Jet A-1 и РТ.

Разработаны рекомендации по изменению взаимных требований к качеству реактивных топлив, применяемых на Украине и в Ливане, обеспечивающие их полную взаимозаменяемость.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ. Результаты данной работы были использованы при разработке проекта новых требований к качеству топлива РТ, вырабатываемого на НПЗ Украины, которыми предусмотрено максимально возможное их сближение с требованиями DERD 2494, а именно: отмена ограничений по температуре начала кипения; увеличение вязкости топлива РТ; снижение кислотности; отмена контроля топлива РТ по показателю - люминометрическое число, зольность. В случае утверждения проекта новых требований на качество топлива РТ, оно будет полностью взаимозаменяемым с топливом Jet A-1, применяемым в Ливане.

Разработанный комплекс приборов и оборудования для исследова-

ния кинетики массообменных процессов с участием растворенных газов и воды, используется в учебном процессе на кафедре химии и ГСМ и НИЛ-12 КМУГА.

АПРОВАЦИЯ РАБОТЫ. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на XIV-ой (апрель 1994г.) и XV-ой (апрель 1995г.) научно-технических конференциях научных коллективах КМУГА. На научно-техническом семинаре "Вопросы авиационной химмотологии", Киев, 1992г. Работа, в целом, докладывалась и обсуждалась на расширенном заседании кафедры химии и ГСМ, НИЛ-12 КМУГА.

ПУБЛИКАЦИИ. По результатам диссертации опубликовано 6 печатных работ.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы (62 наименования). Общий объем работы составляет 138 страниц машинописного текста, 68 рисунков, 16 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы взаимозаменяемости авиаГСМ, применяемых в различных странах, при международных воздушных перевозках, изложены основные предпосылки, определяющие цели и задачи исследований.

В первой главе определена структура, цели и задачи современной химмотологии. Рассмотрены основные особенности эксплуатации авиационной техники, применения, взаимозаменяемости авиаГСМ.

На основании результатов работ известных ученых: Большакова Г.Ф., Аксенова А.Ф., Энглина В.А., Черткова Я.В., Черненко Ж.С., Василенко В.Т. и др., проанализирован состав, основные физико-химические и эксплуатационные свойства современных реактивных топлив и их влияние на надежность и долговечность систем, отдельных агрегатов и безопасность полетов.

Проанализирован уровень технических требований (ТТ), предъявляемых различными стандартами мира к качеству реактивных топлив и общие принципы их взаимозаменяемости при международных воздушных сообщениях. Определены цели и задачи исследования.

Во второй главе (объекты и методы исследований) обоснован, определен и сделан выбор методологий сравнительной оценки различных образцов реактивных топлив, с целью определения возможности их взаимной заменяемости, включающий в себя: исследования состава и физико-химических свойств топлив - сравнительная оценка состояния качества и соответствия взаимным ТТ - выбор и исследование основных эксплуатационных свойств - практические рекомендации по

взаимной заменяемости топлив.

В качестве объектов исследований выбраны основные реактивные топлива, применяемые на Украине - марки ТС-1 и РТ, которые между собой являются полностью взаимозаменяемыми, и топливо Jet A-1, применяемое на авиационной технике Ливана и изготовлено в соответствии с английскими требованиями DERD 2494.

Физико-химические свойства реактивных топлив определялись в объеме полного анализа по стандартным методикам, предусмотренными ТТ ГОСТ 10227-86, поэтому в работе они не представлены.

Эксплуатационные свойства реактивных топлив изучались на специальных приборах, установках и стендах.

Противоизносные свойства реактивных топлив оценивались отдельно на установках трения качения (КИИГА-1) и скольжения (КИИГА-2) в широком диапазоне контактных напряжений, скоростей относительного перемещения материалов пар трения и температур.

Интегральная оценка противоизносных свойств реактивных топлив осуществлялась с помощью обобщенного показателя (К), по формуле:

$$K = \frac{R_{кр} \times 1.31}{24.5 \times I} \times 100\%$$

где I и $R_{кр}$ - величина износа (мм) и критической нагрузки перехода к схватыванию (Н) - соответственно, определенными на испытуемом топливе;

1.31 мм и 24.5 кг - тоже, на эталонном топливе пентадекане.

Величина износа и критическая нагрузка определялись при стандартных условиях: температуре топлива 60°C, осевой нагрузке - 10кг, и скорости 1.18 м/с, на установке трения скольжения (КИИГА-2, рис.1). Критическая нагрузка определялась при плавном нагружении пары трения, представляющей собой плоский диск и три неподвижных шара (\varnothing 25.4мм), изготовленные из стали ШХ-15.

Плоский диск 9 устанавливается на держателе образцов 10, который через переходник 19 приводится во вращение через клино-ременную передачу 16. Три шара 7 устанавливаются и фиксируются от проворачивания в специальном сепаратору 6, который устанавливается на подвижный блок 5, соединенный с топливной камерой 1, со спиральной пружиной 4, которая предварительно затягивается и фиксируется ограничителем 2. Герметичная топливная камера 1 объемом 300 мл оборудована системой нагрева 3, обеспечивающей с помощью терморпары 23 и терморегулятора (ЭПВ-2-11А) 26 поддержание заданной температуры (до 200°C).

Образец топлива из цилиндра 11 с помощью сжатого газа 15 подавался в камеру 1 с узлом трения, и топливо нагревалось до заданной температуры. При определении величины износа через рычаг 18 узел трения нагружался выбранной нагрузкой. При определении критической нагрузки увеличение нагрузки осуществлялось путем равномерной подачи воды из бака 27 емкостью 24.

Установка КИИГА-2 оборудована системой контроля и записи сил трения с помощью тензодатчиков 30, усилителя (8АНЧ-7М) 29 и осциллографа 28.

Термоокислительная стабильность топлив оценивалась в статических условиях (ГОСТ 9144-79), а также по количеству израсходованного при нагреве кислорода. Основным элементом конструкции прибора является сильфонная камера, оборудованная системой нагрева, обеспечивающая нагрев топлива с постоянной скоростью (до 20°C в мин.) до температуры 200°C. Сильфонная камера оборудована пробоотборниками, обеспечивающими отбор проб газовой и жидкой фазы в любой момент испытания. По мере нагрева топлив определяли кинетику изменения концентраций кислорода и воды в жидкой и газовой фазах. Критерием оценки термоокислительной стабильности топлив служила предельная температура, при которой растворенный кислород активно вступает в химическое взаимодействие с топливом.

Концентрацию газов и воды в топливах и в газовой фазе, определяли хроматографическим способом (ОСТ I 01140-86), относительная погрешность которого не превышает 1,5%

Для определения давления насыщенного пара топлив при различных температурах и соотношениях газовой и жидкой фаз в НИЛ-12 КМУГА разработан специальный прибор и методика. Основными блоками прибора являются: измерительная ячейка, программатор температуры, вакуумный насос, емкость с жидким азотом и системой охлаждения, а также двухкоординатный самописец, обеспечивающий постоянную запись изменения давления насыщенного пара при изменении температуры. Данный прибор позволяет определять давление паров топлив в диапазоне температур от минус 40 до 300°C и соотношениях газовой и жидкой фаз от 0,1 до 500 с относительной погрешностью не более 5%.

Для оценки низкотемпературных свойств реактивных топлив использовали стандартный метод оценки температуры кристаллизации (ГОСТ 5066-56), а также методика оценки хладотекучести. Испытуемое топливо (100мл) заливается в стеклянный сосуд в который погружается сетчатый стакан. С помощью азота топливо охлаждается. При заданной температуре сетчатый стакан вынимается и определяет-

ся объем (относительный) вытекшей из стакана жидкой фазы, который и является мерой оценки хладотекучести.

Для изучения склонности топлив к взаимодействию с конструкционными материалами в условиях хранения, были изготовлены специальные сосуды, в которых длительное время хранились образцы топлива, в жидкой и газовой фазах размещались образцы металлов, которые ежемесячно осматривались и взвешивались. По изменению внешнего вида и веса образцов судили о склонности топлив к взаимодействию с материалами.

В работе применялись другие стандартные и специальные установки и методики.

В третьей главе приведены результаты исследований состава и физико-химических свойств топлива Jet A-1, PT и TC-1 по стандартным методикам и на приборах, предусмотренных ГОСТ 10227-86.

Установлено, что исследуемые образцы топлив полностью соответствуют требованиям национальных стандартов DERD 2494 и ГОСТ 10227-86, однако, по многим показателям они не соответствуют взаимным требованиям стандартов и с правовой точки зрения они не являются взаимозаменяемыми. Так, например, установлено, что топливо Jet A-1 не соответствует требованиям ГОСТ 10227-86 по всем характерным точкам кривой разгонки (фракционный состав) и температуре начала кристаллизации (табл.1), а топлива TC-1 и PT не соответствуют требованиям DERD 2494 по показателям: кинематическая вязкость, кислотность, температура вспышки, содержание непредельных углеводородов (йодное число), общей и меркаптановой серы.

В этой главе рассмотрены и определены элементный и групповой состав топлив. Изучены свойства (давления насыщенных паров, вязкость и плотность) отдельных фракций топлив.

Топлива TC-1 и PT имеют более высокое значение давления насыщенного пара, чем топливо Jet A-1, причем это различие наиболее заметно при температурах выше 80°C. Распределение вязкости и плотности фракций топлива Jet A-1 более равномерно, чем топлив TC-1 и PT (рис.2).

Исходя из результатов сравнительной оценки состава и физико-химических свойств топлив Jet A-1, TC-1 и PT, был осуществлен выбор тех показателей эксплуатационных свойств, которые прямо или косвенно связаны с физико-химическими свойствами топлив, не соответствующими взаимным требованиям. К таким свойствам отнесены: склонность топлив к взаимодействию с воздухом, водой и конструкционными материалами, противоионные и противозадирные свойства,

прокачиваемость при низких температурах, термоокислительная стабильность.

В четвертой главе анализируются результаты исследований в области растворимости воды и воздуха, состоящего, в основном, из азота и кислорода. Определены равновесные, при нормальных условиях ($T=20^{\circ}\text{C}$, $P=1,033\text{ МПа}$, $W=20\%$), концентрации растворенной воды, воздуха и его основных компонентов в различных нефтепродуктах (табл.2) и определена связь между плотностью нефтепродуктов и их способностью растворять в себе воздух и воду (рис.3).

Исследовано влияние парциального давления газов (паров) на их растворимость в топливах в диапазоне давлений от 5 КПа до 20 МПа и относительной влажности газовой фазы от 10 до 98%.

Определены значения коэффициентов растворимости влаги, воздуха и его основных компонентов в топливах Jet A-1, TC-1 и PT. Установлено, что при одинаковых внешних условиях, способность топлив TC-1 и PT растворять в себе воздух и воду на 12-15% выше чем Jet A-1.

Исследована растворимость воздуха и воды в топливах при различных условиях и температурах (от минус 60 до 200°C). Испытания проводились в открытой и закрытой системах при различных давлениях и соотношениях объемов жидкой и газовой фаз.

Установлено, что при нагреве топлив в открытой системе, растворимость воздуха снижается, причем наиболее заметно это снижение происходит по мере приближения к температуре начала кипения. Охлаждение топлив сопровождается заметным увеличением концентрации воздуха, причем за счет увеличения содержания кислорода. Так, например, при температуре 20°C доля растворенного кислорода в воздухе составляет около 33%, а при температуре минус 60°C эта доля возрастает до 40% и более (рис.4)

При адиабатическом нагреве топлив в закрытой системе, растворимость воздуха и воды остается постоянной до температуры $80-90^{\circ}\text{C}$. Дальнейший нагрев топлив сопровождается резким снижением концентрации растворенного, а, затем, кислорода из газовой фазы. Работами проф. Велянского В.П. доказано, что кислород воздуха, находящийся в объеме топлива, при температурах $100-120^{\circ}\text{C}$ активно вступает в химическое взаимодействие с углеводородами. Доказательством этому служат экспериментальные данные, полученные автором, и свидетельствующие о том, что процесс расхождения кислорода сопровождается образованием в системе воды, водорода, метана, окиси и двуокиси углерода (рис.5).

В данной главе приводятся также экспериментальные данные о ки-

Таблица 1

Отличительные характеристики физико-химических
свойств реактивных топлив

N пп	Наименование показателя	Требов.				Факт.	
		PT	PT(п-т)	TC-1	Jet A-1	TC-1	Jet A-1
1.	Плотность при 20°C, г/см ³ не менее				0,775		
		0,775	0,775	0,775	0,830	0,778	0,797
2.	Фракционный состав:						
	а) температура н.к. °C, не выше	155	---	150	---	143	166
	б) 10% (об.) фракций, °C, не выше	175	175	165	---	165	184
	в) 50% (об.) фракций, °C, не выше	225	225	195	---	194	208
	г) 90% (об.) фракций, °C, не выше	270	270	230	---	227	237
	д) 98% (об.) фракций, °C, не выше	280	280	250	300	243	255
3.	Вязкость кинематическая, сСт, при 20°C, не менее	1,25		1,25	1,65	1,33	1,69
4.	Кислотность, мгКОН/100мл не более	0,7	0,2-0,7	0,7	0,24	0,55	0,22
5.	Температура вспышки в закрытом тигле, °C, не менее	28	30	28	47	29	51
6.	Йодное число, г йода на 100мл, не более	0,5	0,5	3,5	0,72	2,1	0,71
7.	Общее содержание серы, %, не более	0,10	0,10	0,25	0,09	0,12	0,08
8.	Содержание меркаптановой серы, % масс., не более	0,001	0,001	0,005	0,003	0,0029	0,002
9.	Температура кристалли- зации, °C, не выше	-55	-55	-60	-50	-60	-52

Таблица 2

Растворимость воздуха и воды в основных нефтепродуктах
при $T = 20^{\circ}\text{C}$ и $W = 20\%$

Нефтепродукт	Содержание газов, % об.			Содержание воды, % масс.
	воздух	кислород	азот	
В - 70	19,89	6,12	13,77	0,01
В - 95/130	20,80	6,30	14,50	0,0126
Аи - 93	20,22	6,22	14,00	0,011
А - 72	19,95	6,15	13,80	0,01
РТ	16,34	5,25	11,10	0,0075
ТС - 1	15,55	5,05	10,50	0,006
Jet A-1	13,00	4,00	9,00	0,004
JP - 1	14,00	4,25	9,75	0,0055
МК - 8	11,53	3,88	7,65	0,0025
МС - 20	3,87	1,12	2,75	0,001
АМГ - 10	12,34	4,09	8,25	0,0035

Таблица 3

Обобщенный показатель (К)
противоизносных свойств топлив

Топливо	Величина износа, мм	Критическая нагрузка, кг	К, %
Пентадекан	1,31	24,5	100,0
Jet A-1	1,30	42,3	173,5
ТС-1	1,15	40,0	188,0
РТ	1,05	39,0	198,0

Таблица 4

Допустимые нормы смешивания топлива
Jet A-1 с топливами ТС-1, РТ и РТ(проект),%

Показатели С	ТС-1	РТ	РТ(проект)
	Jet A-1	Jet A-1	Jet A-1
-Температура начала кипения	69,5	47,8	+
-Температура выкипания 10%	нет запаса у ТС-1	47,3	47,3
-Температура выкипания 50%	92,0	+	+
-Температура выкипания 90%	70,0	+	+
-Температура выкипания 98%	41,6	+	+
-Вязкость	90,0	50,0	+
-Кислотность	94,0	88,0	+
-Температура вспышки	81,8	81,8	70,0
-Йодное число	нет запаса у Jet A-1	+	+
-Содержание общей серы	27,0	10,0	10,0
-Высота некопящего пламени	80,0	80,0	80,0
-Температура кристаллизации	не соотв.	37,0	+

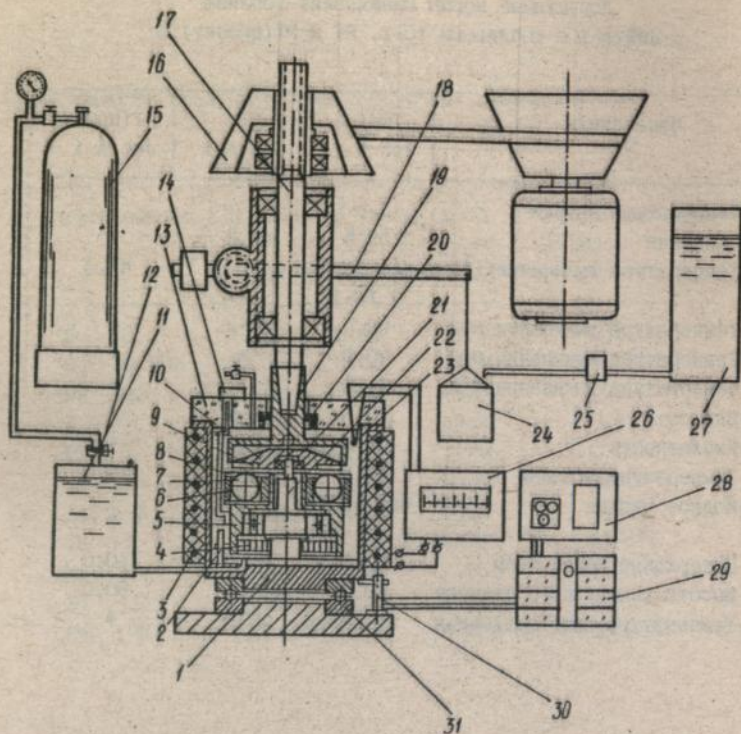


Рис. I. Принципиальная схема прибора КИГА-2 для определения противоположных свойств топлив при трении скольжения.

1 - топливная камера; 2 - ограничитель; 3 - электрическая спираль; 4 - спиральная пружина; 5 - подвижный блок; 6 - сепаратор; 7 - шарик; 8 - шайба прижимная; 9 - диск-образец; 10 - держатель диска-образца; 11 - топливный цилиндр; 12 - дроссельный кран; 13 - крышка топливной камеры; 14 - концевой выключатель; 15 - баллон с газом; 16 - шкив; 17 - вал привода; 18 - рычаг системы нагружения; 19 - переходник; 20 - уплотнительная манжета; 21 - сферический подшипник; 22 - центральная ось; 23 - термопара; 24 - емкость; 25 - электромагнитный кран; 26 - терморегулятор; 27 - водяной бак; 28 - осциллограф Н-105; 29 - усилитель 8АНЧ-7М; 30 - тензобалка; 31 - упорный подшипник

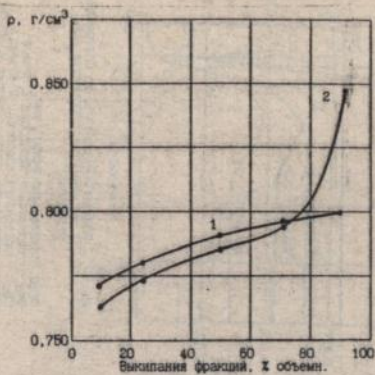


Рис.2. Изменение плотности фракций топлива
1 - Jet A-1; 2 - TC-1.

ρ - плотность, г/см³.

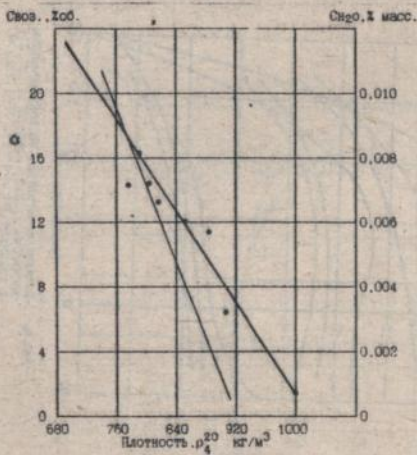


Рис.3. Растворимость воздуха и воды в нейтральных продуктах в зависимости от плотности.

$C_{\text{воз}}$ - концентрация воздуха, % обемн.
 $C_{\text{H}_2\text{O}}$ - концентрация воды, % масс.

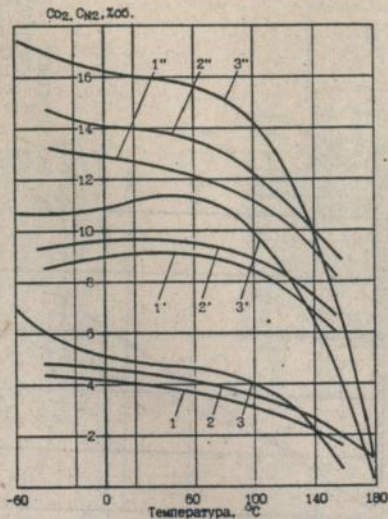


Рис. 4. Влияние температуры на растворимость кислорода (1, 2, 3) и азота (1', 2', 3') в топливах Jet A-1 (1), JP-1 (2), и TC-1 (3).

1'', 2'', 3'' - сумма кислорода и азота в топливах Jet A-1, JP-1 и TC-1 соответственно.

CO₂ - концентрации растворенного кислорода, X_{CO}.
CN₂ - концентрации растворенного азота, X_{CO}.

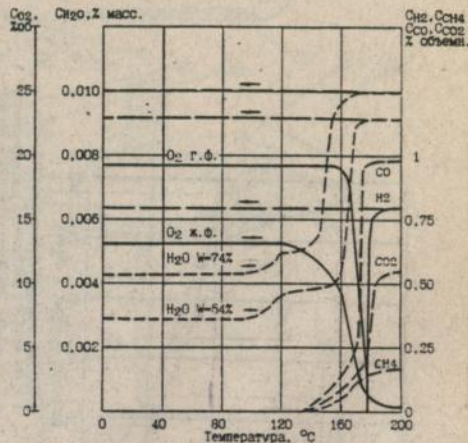


Рис. 5. Влияние температур на содержание в топливе PT растворенной воды и кислорода.

CH₂O - содержание воды, % масс;
CO₂ - содержание кислорода, % объема;
CN₂ - содержание водорода, % объема;
CO - содержание окиси углерода, % объема;
CO₂ - содержание двуокиси углерода, % объема;
CH₄ - содержание метана, % объема.

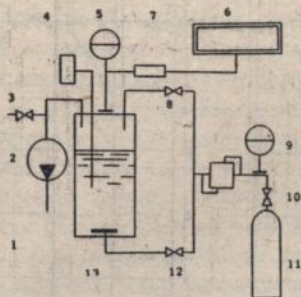


Рис. 6. Принципиальная схема прибора для определения растворимости газов в жидкости при различных давлениях.

1 - камера; 2 - вакуумный насос; 3, 8, 12 - краны; 4 - преобразователь; 5, 9 - манометры; 6 - самописец; 7 - электрический датчик давления; 10 - редуктор; 11 - баллон с газом; 13 - сатуратор.

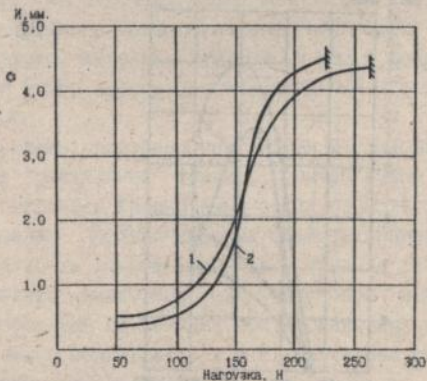


Рис. 7. Влияние нагрузки на износ стали ШХ-15 при трении скольжения ($V=0,27$ м/с; $L_{тр}=500$ м).
1 - Jet A-1; 2 - TC-1.

И - износ, мм.

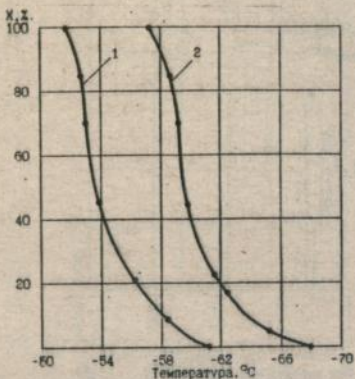


Рис.8. Зависимость вязкости реaktivных топлив от температуры.
1 - Jet A-1; 2 - TC-1.

X - Вязкость топлива, %.

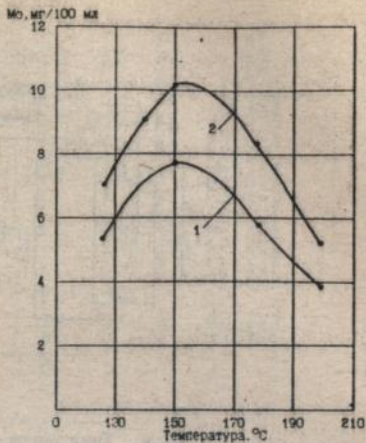


Рис.9. Влияние температуры на образование нерастворимых осадков.
1 - Jet A-1; 2 - TC-1.

Mo - Масса осадка, мг/100мл топлива.

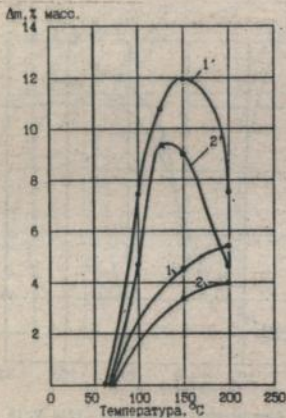


Рис.10. Изменение веса резины НРС-1078 при различных температурах.

1 и 1' - Jet A-1, в газовой (1) и жидкой (1') фазах;
2 и 2' - TC-1, в газовой (2) и жидкой (2') фазах.

Δm - изменение веса образца, % масс.

нетике растворения (выделения) воздуха (воды) в топливах. Установлено, что скорость растворения и выделения газов из жидкостей в большей степени определяется состоянием границы раздела фаз и степени ее возмущения. В работе была предпринята попытка построения модели массообменных процессов с участием растворенных газов и воды в условиях максимально приближенных к реальным условиям полета. Испытания проводились на специальном стенде (рис.6), представляющем собой модель топливного бака самолета 1, оборудованного системой дренажа 2, отбора пробы 4, датчиком давления 7 и регуляторами состава газовой фазы 8,9,10,11 и 12. Этот стенд помещался в барометрическую камеру холода и влаги (КХТВ), в которой осуществлялась полностью имитация любого профиля полета: различная скороподъемность и время горизонтального полета до высоты 20 км.

Приведены экспериментальные данные, позволяющие определить кинетику изменения содержания в топливах влаги и воздуха во время полета. Эти данные свидетельствуют о том, что максимальный массообмен происходит на режиме набора высоты и первые 30-40 мин горизонтального полета. До высоты 8 км массообмен, с участием воздуха и влаги, практически не происходит. При дальнейшем увеличении высоты полета, массообмен резко возрастает и может сопровождаться вскипанием топлив и прекращением подачи топлив к двигателям. Вероятность этого явления тем выше, чем с большей скоростью осуществляется набор высоты при максимальной степени заполнения топливных баков.

В пятой главе приведены результаты исследований эксплуатационных свойств реактивных топлив, причем выбор свойств был строго определен различием физико-химических свойств топлив (глава 3).

При изучении противоизносных свойств топлив было установлено, что интенсивность износа металлов в топливе Jet A-1 выше при малых и средних нагрузках, но ниже при повышенных нагрузках (рис.7). Обобщенный показатель противоизносных свойств топлива Jet A-1 ниже, чем в топливах ТС-1 и РТ, хотя они существенно выше допустимой нормы (110%) (табл.3).

Прокачиваемость топлива Jet A-1, при отрицательных температурах, заметно ниже, чем для топлив ТС-1 и РТ. Так, например, при температуре минус 58°C топлива ТС-1 и РТ не образуют твердой фазы и сохраняют свою хладотекучесть, а топливо Jet A-1, при этой температуре, кристаллизуется на 90% и практически теряет свою текучесть (рис.8).

Термоокислительная стабильность топлива Jet A-1 выше, чем топ-

лив ТС-1 и РТ. В топливе Jet A-1 образуется меньше осадков, несмотря на более раннее начало поглощения кислорода (рис.9).

Топливо Jet A-1 менее склонно к взаимодействию с металлами, однако оно более активно взаимодействует с резиновыми изделиями, особенно при температурах выше 80°C, чем топлива ТС-1 и РТ (рис.10).

В данной главе дан общий анализ результатов комплексных исследований сравнительного состояния топлив Jet A-1, ТС-1 и РТ, из которого следует, что наиболее близкими по взаимозаменяемости топлив являются топлива Jet A-1 и РТ (табл.4). Приведен расчет допустимых норм смешивания топлив Jet A-1 и РТ в зависимости от их фактического уровня качества, что позволяет производить дозаправку топлив без ограничения срока службы агрегатов и снижения безопасности полетов. Анализируется уровень ТТ и выработаны рекомендации по их унификации.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Разработана методология и создан комплекс методов сравнительной оценки и состава физико-химических и эксплуатационных свойств реактивных топлив.

2. Проанализирован уровень технических требований топлив Jet A-1, ТС-1 и РТ выпускаемых по требованиям стандартов DERD 2494 и ГОСТ 10227-86 позволивший уяснить наиболее заметные различия по показателям: фракционному составу, вязкости, кислотности, температурам вспышки и кристаллизации, наличию непредельных углеводородов и содержанию общей серы.

3. Фактическое состояние уровня качества топлива ТС-1 и РТ не соответствует требованиям DERD 2494 по показателям: вязкости, кислотности, температуре вспышки, количеству непредельных углеводородов, массовой доле общей серы (кроме РТ) и высоте некопящего пламени.

4. Фактическое состояние уровня качества топлива Jet A-1 не соответствует требованиям ГОСТ 10227-86 по показателям: фракционному составу, причем по всем характерным точкам кривой разгонки и температуре кристаллизации.

5. Топлива ТС-1 и РТ по сравнению с Jet A-1 обладают повышенной способностью растворять в себе воду и газы.

6. Смазывающая способность топлива Jet A-1, оцениваемая обобщенным показателем на 10-20% ниже, чем для топлива ТС-1 (188%) и РТ (198%), но существенно выше требований комплекса методов квалификационных испытаний (95%), причем противоизносные свойства

Jet A-1 при умеренных нагрузках (до 150Н) ниже, а противозадирные свойства выше, чем топлива ТС-1 и РТ.

7. Низкотемпературные свойства топлива Jet A-1 не соответствуют требованиям ГОСТ10227-86. Прокачиваемость топлива Jet A-1, оцениваемая хладотекучестью, заметно уступает топливам ТС-1 и РТ. При температуре минус 58°C топлива ТС-1 и РТ не образуют твердой фазы и сохраняют хладотекучесть, а топливо Jet A-1 при этой температуре кристаллизуется на 90%.

8. Склонность топлива ТС-1 к взаимодействию с металлами выше, чем топлива Jet A-1, однако, топливо Jet A-1 более активно по отношению к резиновым материалам.

9. Термоокислительная стабильность топлива Jet A-1 выше, чем у топлива ТС-1 и РТ. В топливе Jet A-1 образуется меньше осадка, несмотря на более раннее начало поглощения кислорода.

10. По физико-химическим и эксплуатационным свойствам топливо Jet A-1 наиболее полно отвечает требованиям ГОСТ 10227-86 на топливо РТ, поэтому при решении правовых вопросов взаимозаменяемости реактивных топлив, применяемых на Украине и в республике Ливан, целесообразнее использовать топливо РТ.

11. Установлены нормы смешивания топлив Jet A-1 и РТ в зависимости от фактического состояния топлива РТ по показателям не соответствующим требованиям DERD 2494.

12. Результаты данной работы использованы при выработке проекта новых требований к качеству топлива РТ (Украина) и, в случае их утверждения, это топливо будет полностью взаимозаменяемым с топливом Jet A-1 (Ливан), выпускаемым по английской технологии DERD 2494.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Белянский В.П., Гречкин А.М., Ефименко, Масри У. Влияние температуры и концентрации кислорода на образование горючих паровоздушных смесей в топливных баках ВС. Вопросы химмотологии и эксплуатации авиационной наземной техники. Сборник научных трудов, Киев:КИИГА, 1994. с.17-22

2. Белянский В.П., Береговой А.М., Новикова В.Ф., Масри У. Влияние скороподъемности на выделение растворенного в реактивном топливе воздуха. Вопросы химмотологии и эксплуатации авиационной наземной техники. Сборник научных трудов, Киев, КИИГА, 1994. с.13-17

3. Белянский В.П., Войченко С.В., Вейко Ю., Ефименко В., Масри У. Исследование физической стабильности топлив, насыщенных угле-

водородными газами. Вопросы химмотологии и эксплуатации авиационной наземной техники. Сборник научных трудов, Киев, КИИГА, 1994. с.22-25.

4. Бебянский В.П., Береговой А.М., Масри У., Бойченко С.В., и др. Разработка способов снижения потерь топлив (авиационных) в процессе хранения, транспортировки и применения. N 636-ГА 95, N Г/Р 0195И028430. Киев: КИИГА, 1995 г.

5. Бебянский В.П., Шепель А.Я., Хлестун Л.П., Масри У. и др. Разработка систем топливообеспечения автомобильных двигателей, работающих на газожидкостных топливах. N 562-ГВ 95, N Г/Р 0195И008869. Киев: КИИГА, 1995 г.

6. Бебянский В.П., Шепель А.Я., Гречкин А.М., Масри У. и др. Разработка научных основ эффективного применения и рационального использования современных, альтернативных и перспективных топлив на транспортных средствах Украины. N 002-ГВ92, N Г/Р 0195И002220. Киев: КИИГА, 1992 г.

Дисертація на тему "Дослідження фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей реактивних палив Jet A-1 (Ліван), TC-1 та RT (Україна) та умов їх взаємної заміняємості при експлуатації авіаційної техніки".

В роботі дослідженні основні фізико-хімічні та експлуатаційні властивості реактивних палив Jet A-1, застосованного у Лівані, в порівнянні з паливами TC-1 та RT, застосованими в Україні.

Визначені основні відміни властивості палив та їх відповідність технічним вимогам ГОСТ 10227-86 і DERD 2494. Встановлено, що паливо Jet A-1 не відповідає вимогам ГОСТ 10227-86 по фракційному складу та температурі початку кристалізації, а палива TC-1 і RT не відповідають вимогам DERD 2494 по показнику вязкості, кислотності, наявності непередільних вуглеводородів та загальної сірки. Визначені норми змішування палив по фактичному стану якості.

Встановлено, що паливо Jet A-1 найбільш близько по взаємозамінюємості з паливом RT. Результати роботи використовані при виробленні проекту нових вимог на паливо RT (Україна) і, у випадку їх застосування, палива Jet A-1 і RT будуть повністю взаємозамінюєми.

Dissertation on the topic "Physico-chemical research and exploitation of the quality of jet fuel Jet A-1 (Lebanon), TC-1 and RT (Ukraine) and their correlative substitution for exploitation in aviation technique".

The research work of the physico-chemical principal and exploitation of the quality of jet fuel Jet A-1 applied in Lebanon in comparison with fuels TC-1 & RT employed in Ukraine.

The plain definition differs quality fuels and their conformity of technical requirements GOST 10227-86, DERD 2494.

Established that fuel Jet A-1 does not conform GOST 10227-86 by fraction structure & temperture initiated crystallization, and fuels TC-1 & RT do not satisfy requirements DERD 2494 that showed viscosity, acidity quality CH and sulphur. The decision to mix standard fuels in fact of quality condition. Establishe that fuel Jet A-1 is like fuel RT for correlative substitution.

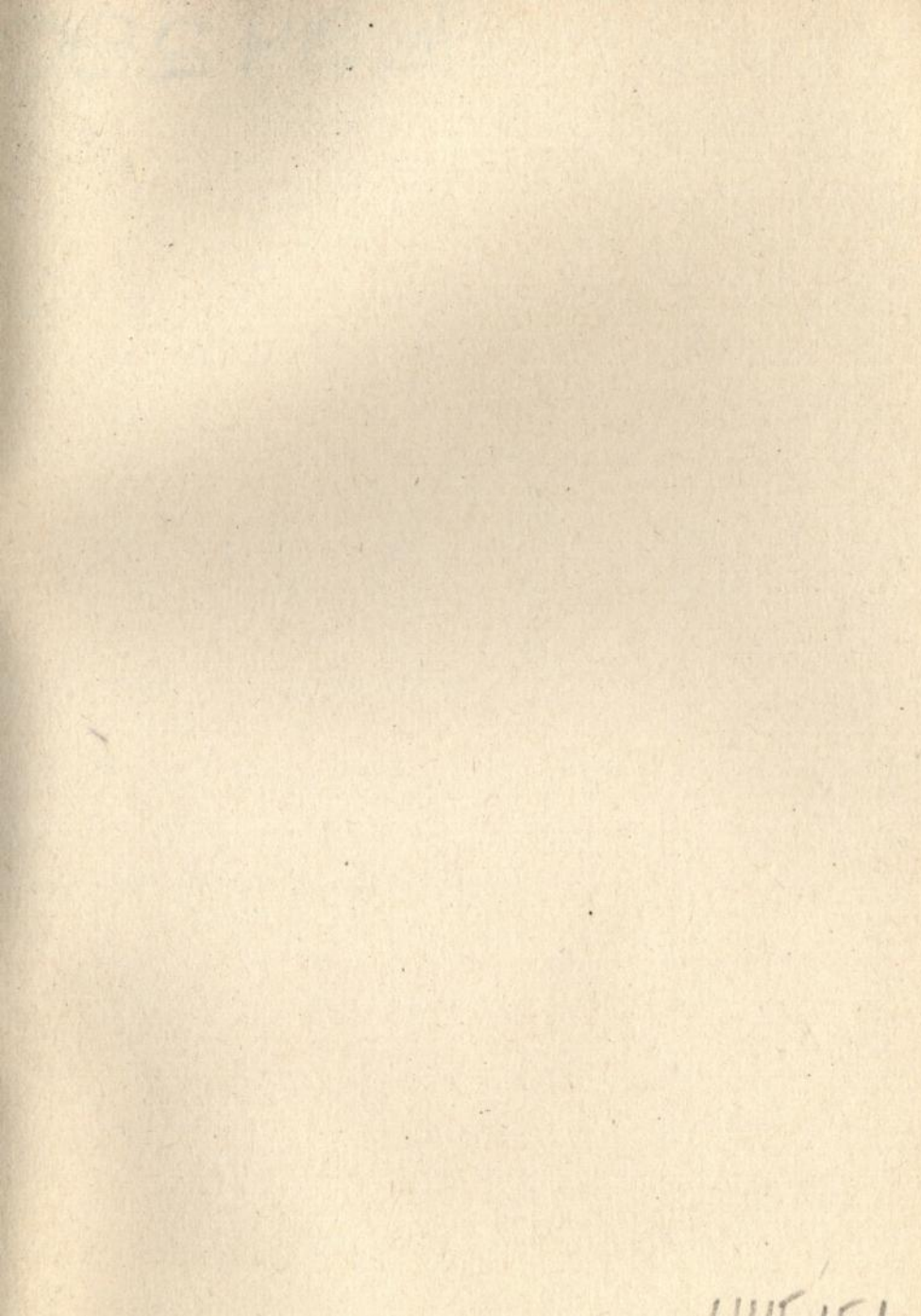
The utilization of work result for working out project for new requirements for fuel RT (Ukraine) and in occasion of their application for fuels Jet A-1 & RT will be completely correlatively substituted.

Ключевые слова: топливо, взаимозаменяемость, эксплуатация, авиационная техника, технические требования.

Подписано в печать 20.03.96 . Формат 60×84/16. Бумага типограф.
Офсетная печать. Усл.кр.-отт. 5. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 1.0
Тираж 100 экз. Закаа N 66-1, цена . изд. N 202/III.

Издательство КМУТА

252058, Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1.



AB 34.290