Ассоциация ОАТО ВС ГА

Ежегодный научно-публицистический журнал, издаваемый Ассоциацией Организаций Авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации, в целях информации и обмена мнениями

информационный сборник

№12

Москва - 2017

ОАТО

ассоциация
ОАТО ВС ГА

Ассоциация ВСЛА

Редакция журнала:
Генеральный директор - главный редактор: **Дубасов А.К.**
Редакционная коллегия: **Дубасов А.К. Осипов О.П. Урявин С.П. Громов В.К.**
Дизайн: Соколовский И.А. Фотографии: Браилко А.А. Дружинин Н.А.
первая страница обложки - испытания ННЗ ООО «Спринт»

Ответственность за достоверность информации несут авторы публикаций.

информационный сборник
№12
Москва - 2017

Содержание:

страница

Вступительное слово 5
Браилко Анатолия Анатольевича
Председателя Правления Ассоциации организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации

Члены Правления Ассоциации Организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации (АОАТО ВС ГА) 6

СОСТАВ АССОЦИАЦИИ ОАТО ВС ГА 8

Гармонизация стандартов, норм и правил 10
Дмитриев Александр Владимирович - Генеральный директор ООО «ТЗК Туполев Сервис»
Урявин Сергей Петрович - Заместитель директора по авиатоливообеспечению ООО «Татнефтьавиасервис»
Литинский Григорий Иванович - Руководитель проектов ООО «ТЗК Туполев Сервис»
Громов Владимир Константинович - Советник Генерального директора ООО «Туполев Сервис»

Проблемные вопросы стандартизации промышленной безопасности оборудования авиатопливообеспечения 14
Сыроедов Н.Е. - ведущий научный сотрудник, профессор кафедры АТО и РЛА МГТУ ГА, кандидат технических наук, доцент
Безручкин В.В. - Начальник лаборатории ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»
Почтанцев Д.М. - Старший научный сотрудник ФАУ «25ГосНИИ Минобороны России»
Кутасов А.Ю. - Научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»

Совершенствование систем контроля качества авиатоплива и систем управления технологическими процессами авиатопливообеспечения в современных ТЗК. 16
Браилко А.А - заместитель генерального директора ТЗС Внуково по производству
Дружинин Н.А. - главный инженер ТЗС Внуково

Исследование диэлектрических свойств обводненных топлив для реактивных двигателей в области малых концентраций воды для разработки диэлькометрических устройств контроля работы фильтров-сепараторов 24
Думболов Д.У. - начальник управления технических средств ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», кандидат технических наук, доцент
Константинов В.Е. - старший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», кандидат технических наук
Зайцева А.А. - научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», аспирант

Разработки и проектирование оборудования очистки и разделения рабочих сред на объектах топливоподготовки и нефтегазового комплекса РФ. 28
Намазов Мусрет Османович - Генеральный директор ООО «НПП «ЭкоЭнергоМаш»

Импортозамещение общая забота организаций авиатопливообеспечения 34
Галко С.А. - Начальник отдела ФАУ «25ГосНИИ Минобороны России», кандидат технических наук, доцент
Сыроедов Н.Е. - Ведущий научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», кандидат технических наук, доцент
Шарыкин Ф.Е. - Старший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», аспирант
Махмудбекова Э.Г. - Младший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИМинобороны России», аспирант

Цифровая экономика топливозаправочных комплексов аэропортов 36
Громов В. К. - Советник Генерального директора ООО «Туполев Сервис»

Определение коэффициентов весомости показателей качества топлив для реактивных двигателей 40
Файзуллин Р.Р. - заведующий кафедрой авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева. кандидат технических наук, доцент
Калякин А.В. - доцент кафедры авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, кандидат технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования
КалякинаК.А. - курсант Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Отечественное производство по международным стандартам качества 42
Кравцов Дмитрий Станиславович - Генеральный директор ООО "НПО"ДКДжет"

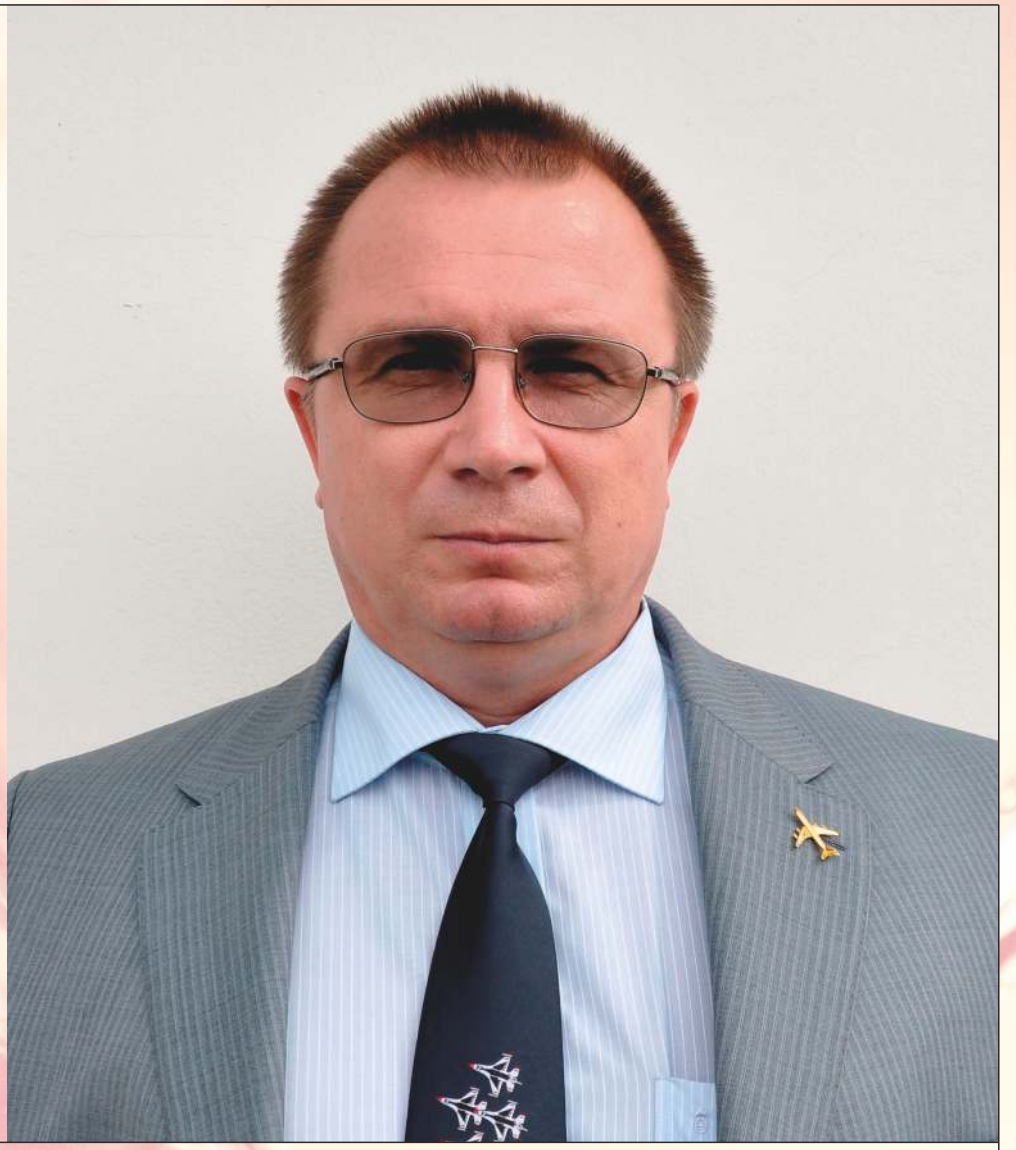
Контроль качества и испытания изделия LOGICON HJS - 63 A 44
Филиппов Анатолий Анатольевич - технический директор ООО «СПРИНТ»

Технический обзор
Современные масла для авиационных ГТД и требования, предъявляемые к ним. 46
Михеичев П.А. - советник руководителя Росавиации, кандидат технических наук
Столяров И.Э. - член Совета директоров АО «НПЦ Спецнефтьпродукт»
Богданов А.М. - руководитель направления

Создание базовой кафедры «Обеспечение авиаГСМ и техническими средствами» при АО «Газпромнефть-Аэро» 50
Файзуллин Р.Р. - заведующий кафедрой авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева. кандидат технических наук, доцент
Калякин А.В. - доцент кафедры авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, кандидат технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования

«Туполев Сервис» внедряет инновационные технологии в аэродромные топливозаправщики 52
Григорий Литинский - Руководитель проекта

КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНО ГОСТАНДАРТА 54
«Технологии авиатопливообеспечения. Средства фильтрации авиатопливообеспечения. Общие технические требования»
Осипов О.П. - зам. директора по научной работе ООО НПО «Агрегат», канд.техн.наук
Талаев А.Г. - зам.директора ООО НИИЦ «АГРЕГАТ-тест» канд.техн.наук



Браилко Анатолий Анатольевич –
Председатель Правления Ассоциации организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации

ассоциация ОАТО ВС ГА

Уважаемые коллеги!

Приветствую Вас от имени Ассоциации организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации!
Ассоциация уже который год служит консолидирующим звеном, объединяющей площадкой для представителей госструктур, бизнеса и средств массовой информации, экспертов и профессионалов сферы авиатопливообеспечения.
Мы продолжаем работу по ключевому, приоритетному направлению работы Ассоциации - организации мероприятий обеспечивающих регулярность, эффективность и безопасность деятельности воздушного транспорта. Особенно это актуально в свете изменений ст.8 Воздушного кодекса РФ «Обязательные сертификации и аттестации в гражданской авиации», что вызвало горячие дискуссии среди специалистов нашей отрасли.
Под эгидой Ассоциации успешно осуществляется разработка и внедрение в производство национальных стандартовв области авиатопливообеспечения. Эта работа идет в тесном контакте с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (ГОССТАНДАРТ).

В основе деятельности нашей Ассоциации оказание содействия членам Ассоциации в развитии их материально-технической базы, применение передовых методов работы, информация о новейших достижениях в области авиатопливообеспечения. Этой задаче соответствуют издаваемые нами информационные сборники.
Большое внимание мы уделяем подготовке и переподготовке кадров в области авиатопливообеспечения. Активно в этой значимой области участвуют Московский государственный технический университет Гражданской авиации (МГТУ ГА), Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, руководители ТЗС аэропорта Внуково, НПО «Агрегат».

Я уверен, что нашими совместными усилиями все начинания будут продолжены и получат дальнейшее развитие. Ассоциация по-прежнему будет оставаться территорией для встреч единомышленников, коллег, профессионалов, платформой для обсуждения актуальных тем с целью генерации передовых взглядов на основе идей, сотрудничества и партнерства.
В этих непростых современных реалиях, я вижу дальнейшее развитие в повышении значимости и авторитета Ассоциации, создании на ее основе нашей отечественной организации с функциями, аналогичными IATA и FAA.
Приглашаю к активному участию в работе Ассоциации предприятия и организации, осуществляющие деятельность в области авиатопливообеспечения.
Желаю всем членам Ассоциации ОАТО ВС ГА, специалистам отрасли, обеспечивающим бесперебойную и безопасную работу Гражданской авиации России, плодотворной работы, конструктивного диалога и эффективного взаимодействия.

Члены Правления Ассоциации Организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации (АОАТО ВС ГА)

Гапешин Александр Владимирович –
Генеральный директор ООО «Таубер»

Дмитриев Александр Владимирович –
Генеральный директор ООО «ТЗК Туполев Сервис»

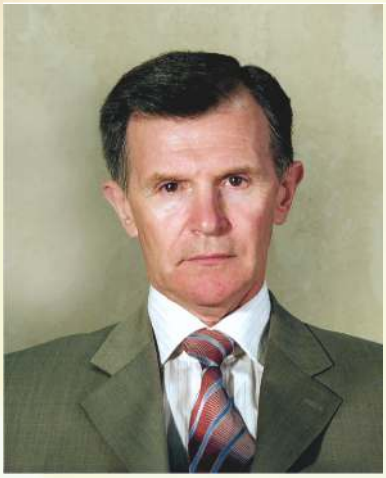
Браилко Анатолий Анатольевич –
Председатель Правления Ассоциации ОАТО ВС ГА

Лебедев Виталий Владимирович –
Управляющий директор ООО "Домодедово Фьюэл Сервисиз»

Дубасов Александр Константинович –
Генеральный директор Ассоциации ОАТО ВС ГА

Литинский Григорий Иванович –
Руководитель проекта ООО «ТЗК «Туполев Сервис»

Матвеева Алла Сергеевна –
Начальник топливозаправочного комплекса
ОАО «Авиакомпания «БЕЛАВИА»



Осипов Олег Петрович –
Заместитель генерального директора ООО «НПО Агрегат»

Урявин Сергей Петрович
заместитель директора по АТО ООО "Татнефть-Авиасервис"

Чупрунов Сергей Иванович –
Главный инженер ООО «Татнефтьавиасервис»

Ревизионная комиссия

Буза Александр Иванович –
Генеральный директор ООО «Джет Энерджи»

Губин Юрий Николаевич –
Заместитель генерального директора
ООО «ТЗК «Белогорье»

Дружинин Никита Александрович –
Главный инженер ЗАО «ТЗС»

СОСТАВ АССОЦИАЦИИ ОАТО ВС ГА

ЗАО НПО «Авиатехнология»
Генеральный директор
Мулин Геннадий Владимирович
г. Москва

ЗАО «Авиационно - заправочная компания»
Генеральный директор
Лебедев Владимир Эдуардович
г. Москва, а/п Внуково

ПАО «Азовобщемаш»
Генеральный директор
Науменко Александр Дмитриевич
Украина, г. Мариуполь

ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» (ГосНИИ ГА)
Директор
Шапкин Василий Сергеевич.
г. Москва

ООО «Домодедово Фьюэл Сервисиз»
Управляющий директор
Лебедев Виталий Владимирович
Московская обл., аэропорт Домодедово

ООО «Джет Энерджи»
Генеральный директор
Буза Александр Иванович
г. Москва

ЗАО «Завод специальной техники»
Генеральный директор
Едапин Александр Владимирович
Тульская обл., г. Мценск,

ГУП Институт нефтехимпереработки РБ (ГУП ИНХП РБ)
Директор
Теляшов Эльшад Гумерович
г. Уфа

фирма M+F Technologies GmbH
Управляющий директор
Штефан Хецко
Гамбург, Германия

ФГОУ ВПО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА)
Ректор
Елисеев Борис Петрович
г. Москва

ООО «Научно-производственное объединение Агрегат»
Директор
Зимина Ольга Анатольевна
Московская обл., г. Чехов

ОАО «Авиакомпания «БЕЛАВИА»
Генеральный директор
Гусаров Анатолий Николаевич
Республика Беларусь, г. Минск,

ООО «НПО «ДКДжет»
Генеральный директор
Кравцов Дмитрий Сианиславович
г. Ростов-на-Дону

ООО «Татнефтьавиасервис»
Генеральный директор
Сунгатуллин Ринат Салимович
г. Казань, Международный аэропорт

ООО «Таубер»
Генеральный директор
Гапешин Александр Владимирович
г. Москва

ОАО «Техноформ»
Генеральный директор
Карасёв Максим Евгеньевич
г. Климовск, Московская обл.

ООО «ТЗК - АЭРО»
Генеральный директор
Батурин Александр Николаевич
г. Хабаровск

ОАО «Топливная компания ТВК»
Генеральный директор
Золотов Станислав Юрьевич
Московская обл., г. Жуковский

ООО «Топливо-заправочная компания «АэропортГСМсервис»
Генеральный директор
Михайлова Наталья Ивановна
Республика Саха (Якутия), г. Якутск

ООО «Топливо-заправочная компания «Белогорье»
Генеральный директор
Уваров Юрий Валентинович
г. Белгород

ООО «Топливо-заправочный комплекс Туполев Сервис»
Генеральный директор
Дмитриев Александр Владимирович
Московская обл., г. Жуковский

ЗАО «Топливо - заправочный комплекс Шереметьево»
Генеральный директор
Рябенко Александр Николаевич
г. Москва, а/п Шереметьево

ЗАО «Топливо-заправочный сервис»
Генеральный директор
Васильев Сергей Борисович
г. Москва, а/п Внуково

ООО «Торговая компания «КОММАШ-ГРАЗ»
Генеральный директор
Шрамов Валерий Петрович
г. Н. Новгород

ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»
Ректор
Краснов Сергей Иванович
г. Ульяновск

ООО «Ханзаконсалт РУ»
Генеральный директор
Хохлов Игорь Геннадьевич
г. Москва

ОАО «Челябинское Авиапредприятие»
Генеральный директор
Реунов Владимир Александрович
г. Челябинск, Аэропорт

ГУП Чукотского АО «Чукотснаб»
Генеральный директор
Никитушкин Юрий Геннадьевич
Чукотский АО, г. Анадырь

ООО «Элион - 2»
Генеральный директор
Низкоус Андрей Никитович
г. Москва, Зеленоград

ООО «Спринт»
Генеральный директор
Яскевич Владислав Александрович
г. Москва

ООО «НПП «Спецгеопарк»
Генеральный директор
Воронецкий Александр Евгеньевич
г. Москва

ООО «Спутник-интеграция»
Генеральный директор
Худорожков Александр Викторович
г. Пермь

ОАО «Промприбор»
Генеральный директор
Кобылкин Николай Иванович
г. Ливны, Орловская обл.

НП УТЦ «Авиакомпания «ЧелАвиа»
Директор
Гордовенко Сергей Николаевич
г. Котельники, Московская обл.

Гармонизация стандартов, норм и правил

Дмитриев Александр Владимирович
Генеральный директор ООО «ТЗК Туполев Сервис»

Урявин Сергей Петрович
Заместитель директора по авиатоливообеспечению ООО «Татнефтьавиасервис»

Литинский Григорий Иванович
Руководитель проектов ООО «ТЗК Туполев Сервис»

Громов Владимир Константинович
Советник Генерального директора ООО «Туполев Сервис»

Одним из направлений деятельности ООО «ТЗК Туполев Сервис» являются работы по взаимной гармонизации стандартов, норм и правил Международной организации ИАТА на национально-правовой основе с учетом требований Российской нормативной документации. Такая работа ведется в целях подготовки к преобразованию некоммерческой организации «Ассоциации организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации» (Ассоциация АТО ВС) в Саморегулируемую организацию (далее СРО) «Топливное обеспечение полетов воздушных судов гражданской авиации» (наименование условное). Для подготовки проектов стандартов деятельности СРО, была образована рабочая группа из специалистов компании и профессорско-преподавательского состава МГТУ ГА, целью которой является разработка взаимно-гармонизированных стандартов СРО с документами ИАТА на основе национально-правового законодательства. В своей работе рабочая группа опирается на Федеральный закон от 01.12.2007 N 315-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "О саморегулируемых организациях", вступивший в силу с 01.10.2016 с изменениями и дополнениями.

Прежде чем начать разговор о взаимной гармонизации документов, предлагаем вам, дорогие читатели, наше небольшое лирическое отступление, для чего предлагаем войти на сайт **Flightradar24** ***https://www.flightradar24.com***. Тут же вашему взору предстанет невероятная, чарующая картина одномоментного движения воздушных судов в любом регионе земного шара. Понаблюдав немного над этим бесконечным движением, невольно возникает вполне профессиональный вопрос: а сколько же сейчас топлива находится в воздухе в баках этих лайнеров? Немного поразмышляв, приходишь к невероятному выводу о том, что энергию этой невероятной картине придают сотни тысяч тонн топлива, потому что без топлива, как мы знаем, самолеты не летают. И чтобы поднять в небо всю эту армаду воздушных судов, и чтобы они полетели через страны и континенты, соединили государства и города, летали из одного аэропорта в другой, требуется огромная энергия, заключенная в углеводородном топливе, гордо именуемом «авиационное топливо», За всей этой картиной стоит огромный труд нефтяников, переработчиков, транспортников и работников топливозаправочных комплексов аэропортов – и весей этой армией тружеников топливного обеспечения полетов руководит эго величество документ (от лат. *documentum* — «образец, свидетельство, доказательство»), как некая организующая субстанция в виде материального объекта, содержащую информацию в зафиксированном виде и предназначенную для её передачи во времени и пространстве для функционального обеспечения процессов управления.

Из увиденного на экране компьютера, напрашивается вывод – авиационное топливо несет в себе очень важную миссию, которая заключается в установлении и поддержанию дружбы и взаимопонимания между мировыми сообществами, установлению деловых и дружественных связей и служит делу поддержания и роста мировой экономики. И, как следствие, повышению благосостояния людей всего мира. Невольно приходишь к заключению, что авиационное топливо – это достояние всего человечества!

И за всем этим стоит труд специалистов топливозаправочных комплексов различных стран мира, работающих по своим национальным документам, регламентирующих технологические и производственные процессы авиатопливообеспечения. И здесь в упорядочивании всех национальных стандартов, норм и правил, огромную роль играют признанные мировым сообществом международные организации, такие как ИКАО и ИАТА и множество других, на документы которых ориентируются профессиональные сообщества и правительства многих стран мира. При этом ориентация на документы международных организаций производится через национальные неправительственные организации, предметом деятельности которых является топливное обеспечение полетов воздушных судов гражданской авиации. На практике, применение документов признанных международных организаций производится различными путями: прямого признания, гармонизации или унификации национальных стандартов, норм и правил. При этом, термины прямое признание, гармонизация и унификация

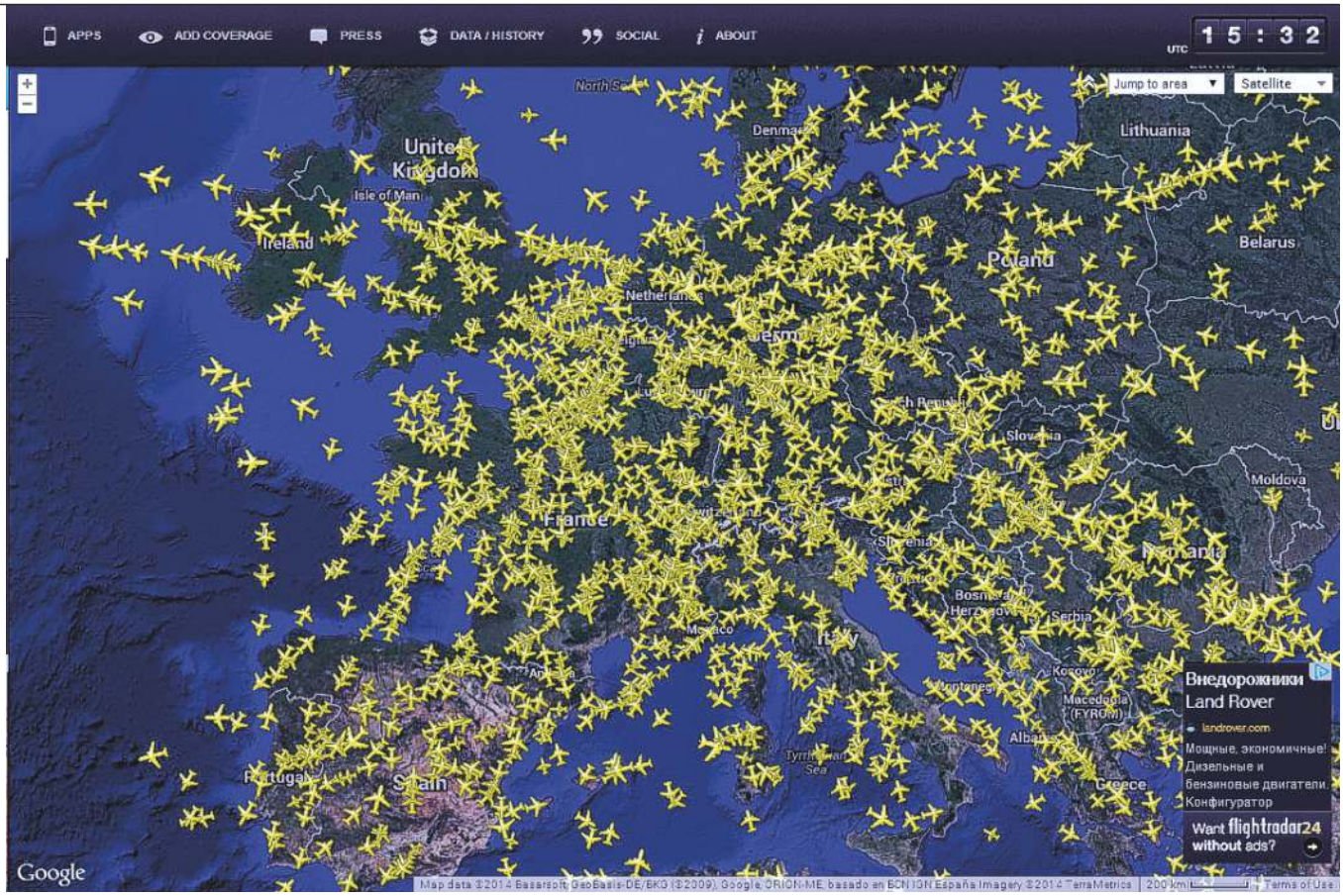


Рис. 1. СкриншотFlightradar24 полетов Европейском воздушном пространстве *(Flightradar24 — публичный веб-сервис, позволяющий в реальном времени наблюдать за положением воздушных судов, находящихся в воздухе)*

Рис. 2. Пример применения гармонизированных стандартов оборудования для выполнения заправочных операций: параметры давления при заправке воздушных судов указаны под панелью заправки, наконечник нижней заправки и заправочный рукав.

носят вполне различные понятия. Давайте уточним, что подразумевается под этой терминологией.

Прямое признание документа означает применение документа членами международных организаций с согласия правительства страны-участницы того или иного профессионального сообщества, например, членов Совместной Инспекционной Группы (англ. Join-tInspection Group, JIG) ИАТА. Следовательно, для этого требуется постановление правительства на применение документа на территории данного государства.

Гармонизация (harmonization) стандартов, норм и правил в авиатопливообеспечении означает приведение содержания национальных руководящих документов в соответствие со стандартами, нормами и правилами общепризнанных международных организаций. Для целей авиатопливообеспечения наиболее приемлема гармонизация документов ИКАО и ИАТА, регламентирующие стандарты оказания услуг по заправке воздушных судов авиакомпаний независимо от их национальной принадлежности и производителей воздушных судов.

Таким образом, под термином гармонизация понимается разработка, признание и применение процедур топливного обеспечения полетов воздушных судов гражданской авиации, основанных на общих стандартах ИКАО и ИАТА и действующих на основе соглашения ВТО.

При этом, гармонизация может быть односторонней или взаимной. При односторонней гармонизации право одного государства адаптируется к праву другого государства. При взаимной гармонизации участники предпринимают на согласованной основе меры к сближению стандартов, норм и правил.

Унификация (uniefacere – делать единым) стандартов, норм и правил подразумевает создание одинаковых или идентичных, т.е. унифицированных норм во внутреннем праве государства. Обозначение унифицированного стандарта формируют из индекса ГОСТ Р (или ГОСТ), обозначения соответствующего международного стандарта (без указания года его принятия) и отделенного от него года утверждения национального стандарта. Так, например, национальный стандарт Российской Федерации, идентичный международному стандарту ИСО 9001 : 2000, обозначают следующим образом: ГОСТ Р ИСО 9001—2001. А введенный в действие постановлением национального органа по стандартизации европейский стандарт ЕН 1070—98 в качестве национального стандарта обозначают: ГОСТ ЕН 1070—2003.

С юридической точки зрения процесс гармонизации документов направлен на некоторое сближение законодательств разных государств и устранение или уменьшение их различий. Понятно, что гармонизация и унификация процессы, в какой-то мере, взаимосвязанные. Но унификация, предполагающая введение в национальное законодательство норм международного права, что ведет к сближению национально-правовых систем и стиранию различий между ними. В то же время, гармонизация носит более широкое понятие, так как сближение осуществляется за пределами унификации, без принятия жестких ограничений в отношении национально-правовых норм.

Главное отличие гармонизации от унификации – это отсутствие международно-правовых обязательств государства, закрепленных международными договорами или межправительственными соглашениями. Отсутствие договорной основы определяет специфику процесса гармонизации, т.е. стороны самостоятельно определяют порядок создания и применения норм международного права и его конечный результат. В свою очередь, при взаимной гармонизации участники предпринимают на согласованной основе меры к сближению стандартов, норм и правил в общих интересах.

Взаимная гармонизация относительно новый способ гармонизации стандартов, норм и правил и получивший большое распространение к концу XX в. Она осуществляется преимущественно с помощью механизмов международных организаций. Это характерная черта современного процесса гармонизации права. Выделение взаимной гармонизации связано еще с одной ее особенностью: во-первых, гармонизация, осуществляемая исключительно с использованием национально-правовых средств, и во-вторых, осуществляется с использованием документов международных организаций и с их согласия.

В основу работы группы специалистов положена разработка взаимно гармонизированных стандартов, в которых должны использовать актуальные версии международных стандартов ИАТА и требования многочисленных национальных стандартов, норм и правил Российской Федерации, действующих в сфере авиатопливообеспечения.

В процессе своей работы, рабочая группа предложила создать орган контроля исполнения стандартов под названием «Совместная инспекционная группа (СИГ), по аналогии с JIGIATA, опираясь на статью 19 Федерального закона N 315-ФЗ «Специализированные органы саморегулируемой организации» действующей в составе СРО. Свою работу СИГ должна вести на основании гармонизированных документов JIGIATA. Предполагается что, в состав СИГ войдут представители заинтересованных участников СРО в исполнении стандартов, норм и правил и будут действовать на основании консенсуса. Для организации СИГ первоочередной задачей является создание следующих проектов стандартов, гармонизированных с документами JIGIATA и их дальнейшее согласование со всеми участниками СРО, их аффилированными структурами и партнерами:

- Руководство по контролю качества авиационного топлива и соблюдения технологии работ при выполнении заправочных операций воздушных судов гражданской авиа-ции, СИГ 1;
- Руководство по контролю качества авиационного топлива и соблюдения технологии работ на складах ГСМ топливозаправочных комплексов федеральных и региональных аэропортов гражданской авиации, СИГ 2;
- Руководство по контролю качества авиационного топлива и соблюдения технологии работ на терминалах и нефтебазах, участвующих в хранении и транспортировке авиационного топлива, СИГ 3;
- Руководство по контролю качества авиационного топлива и соблюдения технологии работ на складах ГСМ аэропортов местных воздушных линий, вертодромов и посадочных площадок авиации общего назначения, СИГ 4.

По мнению специалистов рабочей группы, гармонизированные стандарты, разработанные на национально-правовой основе, должны представлять собой стандарты СИГ имеющие общий контент, но по наполнению содержания наиболее близки к требованиям национальной нормативной документации, со ссылками на требования международных документов JIGIATA.

Естественно организация такой важной структуры как СРО не может быть осуществлена без участия крупных игроков рынка авиатопливообеспечения, нуждающихся в его систематизации и совместном контроле исполнения стандартов, норм и правил, влияющих на качество оказания услуг, и конечном счете на объективную оценку деятельности каждого из участников. Предполагается что, учредителями СРО могут быть следующие участники рынка:

- Вертикально-интегрированные нефтяные компании и их аффилированные структуры;
- Авиакомпании и их аффилированные структуры;
- Аэропорты гражданской авиации;
- Топливозаправочные комплексы и службы ГСМ аэропортов;
- Терминалы нефтеперерабатывающих заводов, ПАО «Транснефть», железнодорожные, автомобильные, морские и речные терминалы и нефтебазы, участвующие в процессах хранения и перевалки авиационного топлива;
- Независимые производители и транспортные компании-перевозчики авиатоплива;
- Терминалы и склады независимых поставщиков авиатоплива и Росрезерва.

Конечно, предстоит огромная работа по организации такого масштабного проекта, но мы полны энтузиазма и надеемся на отклик наших коллег и всех неравнодушных к проблемам систематизации рынка авиатопливообеспечения.

Следует отметить, что гармонизация сводится не только к простому приравниванию контента аналога, но ведет к взаимному обогащению технологиями. Так анализ документов JIG2 11 издание, показал, что здесь имеется очень важный раздел, а именно описание функционирования систем ЦЗС аэропортов. В Российской нормативной документации этот вопрос отражен очень скупо, а если говорить о проектировании систем ЦЗС их систем управления – то вообще этот вопрос не затрагивается. Поэтому гармонизированный стандарт, как мы надеемся, устранит этот пробел.

В то же время, мы планируем включить в гармонизированный стандарт ряд разделов, не отраженных в JIG, но тем не менее актуальность их очень высока, а именно вопросы автоматизации технологических и производственных процессов, а также ведения учетных операций в ручном и автоматизированном режиме и это будет наш вклад в современное понимание актуализации нормативной документации.

Что касается автоматизации то прежде всего необходимо дать четкие определения технологическим и производственным процессам – от этих разграничений в значительной степени зависят уровни автоматизации и, как следствие, упорядочение аппаратно-программных средств, применяемых в топливозаправочных комплексах. Кроме того, есть необходимость в четком определении объектов автоматизации технологических процессов.

В отношении ведения учетных операций речь идет о правилах ведения первичных учетных документов и их автоматизации. Актуальность этого вопроса заключается в том, что при выполнении операций по приему авиационного топлива и заправок воздушных судов оформление первичных учетных документов подвергаются наибольшему влиянию человеческого фактора.

Требуют стандартизации и унификации вопросы неопределенности в вычислении объема и массы авиационного топлива в резервуарном парке и технологических трубопроводах, что приводит к значительным потерям ресурсов и, как следствие, к невосполнимым убыткам. Это наиболее узкие места учета в технологическом процессе и здесь есть над чем работать.

Автоматизация учетных операций – ключ к цифровой экономике, курс на которую взяла Российская Федерация и, мы так думаем, включение этих разделов в гармонизированные стандарты будет небезынтересно нашим партнерам.

Очень важным моментом, на который необходимо обратить внимание, является объективность проверок выполнения требованиям стандартов. Стандарты должны устанавливать требования к основным свойствам объекта стандартизации, которые могут быть объективно проверены, включая требования, обеспечивающие безопасность полетов воздушных судов, сохранность окружающей среды, их совместимость и взаимозаменяемость. Объективная проверка требований к процессам должна осуществляться, как правило, средствами объективного контроля, для чего технологический процесс должен быть обеспечен соответствующими автоматическими и автоматизированными средствами объективного контроля (приборами, методами химического анализа и пр.). Объективная проверка выполнения требований стандарта к услугам может осуществляться также с помощью социологических и экспертных методов. В качестве объективного доказательства должны использоваться сертификаты соответствия, заключения надзорных органов и так далее.

И последнее, хотелось бы сообщить, что сейчас процесс организации СРО «Топливное обеспечение полетов воздушных судов гражданской авиации» находится в стадии подготовки учредительного собрания, для чего ведутся интенсивные переговоры со всеми потенциальными участниками, и параллельно рабочая группа ведет работы по разработке стандартов организации СРО. В связи с этим, на основании решения правления Ассоциации АТО ВС мы планируем в ближайшее время разослать всем заинтересованным организациям приглашения к участию в СРО и, соответственно, к обсуждению проектов СИГ.

Проблемные вопросы стандартизации промышленной безопасности оборудования авиатопливообеспечения

СЫРОЕДОВ Н.Е.
ведущий научный сотрудник, профессор кафедры АТО и РЛА МГТУ ГА, кандидат технических наук, доцент,

Безручкин В.В.
Начальник лаборатории ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»

Почтанцев Д.М.
Старший научный сотрудник
ФАУ «25ГосНИИ Минобороны России»

Кутасов А.Ю.
Научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»

Введение в действие новых положений ряда Федеральных законов, в том числе по промышленной безопасности [1-4], вызывает необходимость пересмотра нормативных, конструкторских и эксплуатационных документов существующих и находящихся в стадиях проектирования, реконструкции и строительства технологических объектов и технических средств авиатопливообеспечения.

Анализ публикаций последних лет в Информационных сборниках Ассоциации ОАТО ВС ГА показывает озабоченность руководителей и специалистов топливозаправочных компаний гражданской и государственной авиации состоянием дел по обеспечению возросших требований промышленной и пожарной безопасности [5-7]. Внастоящее время, учитывая актуальность, вопросы промышленной безопасности оборудования авиатопливообеспечения включены в тематику курсов повышения квалификации профессиональной переподготовки руководящего состава и специалистов ОАТО ВС ГА (курсы «ПКПП ГСМ» при МГТУ ГА).

Опыт обсуждения проблемных задач со специалистами топливозаправочных компаний гражданской и государственной авиации показывает, что имеет место недопонимания некоторых положений Федерального закона по промышленной безопасности в связи с достаточно обобщенными регламентациями и принятой терминологией без выделения специфики опасности технологических процессов авиатопливообеспечения, а также с постоянным уточнением требований. К настоящему времени (в версии 2016 года [2]) введено уже 13 изменений начального текста Федерального закона №116-ФЗ от 20.06. 1997года. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть основные проблемные изменения, вызывающие необходимость существенных переработок имеющихся документов по промышленной безопасности существующих объектов и технических средств авиатопливообеспечения, особенно находящиеся на стадиях проектирования, реконструкции и строительства. В ходе анализа состояния дел по обеспечению промышленной безопасности существующих объектов и технологических процессов авиатопливообеспечения представляется целесообразным рассмотреть необходимость разработки национальных стандартов в рамках комплекса ГОСТ Р 18.0.01 «Технология авиатопливообеспечения. Общие положения» с участием заинтересованных организацийи специалистов топливозаправочных компаний гражданской и государственной авиации под руководством Технического комитета ТК018.

Главным изменением Федерального закона по промышленной безопасности [2], следует рассматривать введение новой классификации опасных производственных объектов, к которым по определению относятся все объекты авиатопливообеспечения топливозаправочных организаций гражданской и государственной авиации.

В соответствии с положениями Федерального закона [2] к категории опасных производственных объектов относятся такие производства, в которых используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества, в том числе горючие вещества - жидкости, газы, способные самовоспламеняться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. К опасным производствам относятся также производства, в которых используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются токсичные вещества.

Применительно к системам авиатопливообеспечения гражданской и государственной авиации производственными объектами являются все объекты от приема до заправки топливом для реактивных двигателей, этилированными авиационными бензинами и противоводокристаллизационными жидкостями, вводимыми в топливо для реактивных двигателей при заправке некоторых типов воздушных судов.

Классы опасности указанных производственных объектов в соответствии с новыми требованиями Федерального закона [2] устанавливаются исходя из количества веществ, которые одновременно находятся или могут находиться на производственном объекте. Для ориентировки в таблице 1 приведена выписка регламентаций из Федерального закона [2, Прилож ение 2, таблица 2], применительно к классификация опасных

Виды опасных веществ	Количество опасных веществ, т			
	1 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности	4 класс опасности
Горючие жидкости, находящиеся на товарных сырьевых складах и базах	500000 и более	50000 и более, но менее 500000	1000 и более, но менее 50000	-
Горючие жидкости, используемые в технологических процессах или транспортируемые по магистральному трубопроводу	2000 и более	200 и более, но менее	20 и более, но менее 200	1 и более, но менее 20
Токсичные вещества	2000 и более	200 и более, но менее 2000	20 и более, но менее 200	1 и более, но менее 20

Таблица 1 – Классификация опасных производственных объектов авиатопливообеспечения аэропортов

производственных объектов авиатопливообеспечения аэропортов. Приведённые в таблице 1 нормативы по классификации опасных объектов (чрезвычайно высокой опасности, высокой опасности, средней опасности и низкой опасности) регламентированы в Федеральном законе [2] и вводятся только с 04.03.2013 года. Поэтому, если в проектах модернизации (реконструкции) были проведены экспертизы промышленной безопасности отдельных объектов до введения новых положений Федерального закона, то при подготовке к вводу всего обновленного комплекса авиатопливообеспечения аэропорта эти экспертизы могут быть признаны нелегетивными. От предприятий изготовителей ТЗК требуется доработка документации в соответствии с новыми положениями, усовевершенствование конструкции и обоснование класса опасности объектов с представлением данных для регистрации в Государственном реестре.

В зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на объектах предусматривается четыре класса от чрезвычайно высокой опасности до низкой опасности со своими специфическими особенностями проведения необходимых организационных и конструктивных мероприятий на всех стадиях жизненного цикла объектов и технических средств авиатопливообеспечения.

Необходимо отметить еще одно важное положение Федерального закона [2], в котором вводится определение и требования к техническим устройствам, применяемым на опасных производственных объектах. Особыми являются требования по вводу их в эксплуатацию на опасных объектах соответствующего класса опасности. Под техническим устройством, применяемом на опасном производственном объекте, принимаются машины, технологическое оборудование, системы машин и (или) оборудования, агрегаты, аппаратура, механизмы, применяемые при эксплуатации опасного производственного объекта [2].

Анализ показывает, что при поэтапной модернизации ТЗК такими устройствами могут являться вновь вводимые автотопливозаправщики и топливозаправщики аэродромные, подвижные и стационарные агрегаты заправки систем централизованной (групповой) заправки топливом воздушных судов и технологическое оборудование этих систем, включая фильтры и фильтры-водоотделители, насосные установки и расходные резервуары. Опыт исследований в НИР «Статика-22 [8]» показал, что перечисленные устройства целесообразно рассматривать в комплексе с сопрягаемыми объектами. Это позволит более четко оценить опасные производственные факторы. Например, промышленную безопасность всех видов средств заправки целесообразно оценивать в технологическом процессе заправки в комплексе с топливными системами воздушных судов, пункты налива - в комплексе с цистернами автотопливозаправщиков (автоцистерн).

В зависимости от природы действия опасных и вредных факторов основными требованиями промышленной безопасности применительно к ТЗК авиатопливообеспечения государственной и гражданской авиации являются следующие основные виды безопасности:

- взрывобезопасность;
- пожаробезопасность;
- токсическая безопасность;
- механическая безопасность;
- электробезопасность.

В технических требованиях должны регламентироваться показатели риска и конкретные параметры по видам безопасности или общий риск при эксплуатации образца ТЗК и его устройств в зависимости от технологической специфики, особенностей применения и используемых видов и марок моторных топлив.

Большинство опасностей на образцах связаны с особенностями применения моторных топлив и их опасными свойствами, которые должны быть обязательно учтены при оценке основных видов безопасности (взрывобезопасности, пожарной безопасности, токсической безопасности, взрывобезопасности электрооборудования и электростатической искробезопасности). Анализу подлежат все возможные утечки жидкости, определена их классификация, частота возникновений, приводящая к нежелательным событиям. Должны быть учтены другие нежелательные события при эксплуатации образца, определена частота их возникновения для оценки функциональной и механической безопасности, тепловой безопасности и биологической безопасности.

Как правило, в существующих методических документах, по которым проводятся обоснования промышленной безопасности, основу составляют методические приемы обоснования требований и оценки видов безопасности, разработанные до введения положений Федерального закона [2], они принципиально не учитывают особенностей объектов авиатопливообеспечения. Так, например, методические приемы оценки промышленной безопасности товарных сырьевых складов и баз системы нефтепродуктообеспечения не учитывают специфики технологических процессов на складах авиатоплива.

Методические приемы, в том числе при классификации технологических процессов, например, при транспортировании горючих жидкостей по магистральному трубопроводу не учитывают особенностей технологии подачи авиатоплива в трубопроводных коммуникациях систем централизованной заправки воздушных судов. Как показал опыт [6], необходимым и обязательным является адаптация имеющихся методик к особенностям объектов авиатопливообеспечения.

Представляется целесообразным разработка более совершенных методов, учитывающих современные достижения науки и техники. В настоящее время актуальными являются вопросы составления обязательного перечня расчетов при проектировании ТЗК и их составных устройств, например, прочности резервуаров и цистерн, устойчивости движения подвижных средств и т.п. Должны быть разработаны новые методические подходы и математические модели для расчета пространственно-временного переноса и распространения, а также трансформации исходных факторов опасности вокруг образца, например, средства заправки и сопрягаемых при заправке топливом воздушных судов. Более того, существующие методические приемы по оценкам специалистов, выполняющих экспертизы промышленной безопасности объектов и устройств нефтепродуктообеспечения, не могут быть применены к технологическим процессам заправки топливом воздушных судов. Эти процессы, по их мнению, относятся к проблемам авиационной безопасности и проблемы должны решаться авиационными специалистами, имеющими специальную подготовку в области авиатопливообеспечения. В связи со сложившейся ситуацией представляется необходимым объединить усилия по разработке стандартов требований и методов оценки промышленной безопасности объектов и технологического оборудования авиатопливообеспечения государственной и гражданской авиации. При разработке новых стандартов должны быть учтены положения Технических регламентов Таможенного союза [9-12].

Опыт проведения исследований НИР «Электростатика» и «Статика-22» показал важность вопросов электростатической искробезопасности технологических процессов авиатопливообеспечения государственной и гражданской авиации, непосредственно связанных с проблемными задачами промышленной безопасности ТЗК и технических средств. Методическое обеспечение этих проблемных вопросов может быть выполнено специалистами института в рамках поисковых исследований и научно-технического сопровождения разрабатываемых проектов топливозаправочных комплексов на аэродромах государственной и гражданской авиации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон РФ от 27.12. 2002 № 184-ФЗ (ред. от 09.05.2005) «О техническом регулировании».

2. Федеральный закон РФ от 21.07. 1997 № 116-ФЗ (ред. от 01.04.2013) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» - М.:»Консультант Плюс», 2013.

3. Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

4. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

5. Талаев А.Г., Талаев Д.А. Повышение технического уровня и обеспечение безопасности при использовании оборудования авиатопливообеспчения. -М.:Информационный сборник Ассоциации ОАТО ВС ГА №4,2009.- С 36-38.

6. Воронецкий А.Е., Воеводин Д.А. Особенности проектирования и строительства нефтепродуктопроводов для снабжения объектов авиатопливообеспечения аэропорта. - М.:Информационный сборник Ассоциации ОАТО ВС ГА №6,2011. - С 24-27.

7. Осипов О.П.,Талаев А.Г. Современная нормативно-правовая база при техническом регулировании в сфере авиатопливообеспечения и безопасности полетов воздушных судов - М.:Информационный сборник Ассоциации ОАТО ВС ГА №9,2014.- С 20-23.

8. Отчет по НИР «Исследования по обоснованию требований и методов аттестования пожаровзрывобезопасности от статического электричества в технологических процессах обращения светлых нефтепродуктов в образцах технических средств нефтепродуктообеспечения» .
Шифр «Статика-22» - М.: ГосНИИ МО РФ, 2014,-249 с.

9. Технический регламент таможенного союза 010/2011
О безопасности машин и оборудования.

10. Технический регламент таможенного союза 012/2011
О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных зонах.

11. Технический регламент таможенного союза 018/2011
О безопасности колесных транспортных средств.

12. Технический регламент таможенного союза 032/2011
О безопасности оборудования, работающего под давлением.

Совершенствование систем контроля качества авиатоплива и систем управления технологическими процессами авиатопливообеспечения в современных ТЗК.

Браилко А.А
заместитель генерального директора
ТЗС Внуково по производству

Дружинин Н.А.
главный инженер ТЗС Внуково

Современное состояние воздушных перевозок пассажиров и грузов характеризуется постоянным увеличением объемов и интенсивности движения воздушных судов, что вызывает необходимость адекватного повышения эффективности их наземного обслуживания, в том числе технологий авиатопливообеспечения.

Актуальными вопросами современного авиатопливообеспечения является совершенствование эффективности систем контроля качества авиатоплива и систем управления технологическими процессами. Технические средства склада и заправочное оборудование являются составной частью инфраструктуры аэропорта, предназначенной обеспечивать полеты разных типов воздушных судов. Развитие и совершенствование состава, конструктивного исполнения, особенности применения оборудования, технология проведения работ на всех этапах развития систем авиатопливообеспечения неразрывно связано с требованиями заправляемых воздушных судов и особенностями систем подготовки их к полетам, в том числе качества выполнения топливозаправочных работ.

Для обеспечения эффективного управления процессов приема, хранения, очистки и подготовки к выдаче на заправку воздушных судов кондиционным авиатопливом система авиатопливообеспечения должна опираться не только на современное оборудование всех звеньев цепи технологической схемы подготовки топлива, но и на замкнутую автоматизированную систему управления на основе внедрения современных, интеллектуальных контрольно-измерительных приборов.

Отсутствие глубоких исследований и научных обоснованных рекомендаций по совершенствованию систем авиатопливообеспечения аэропортов гражданской авиации Российской Федерации может привести к существенным просчетам при проектировании и отставанию развития инфраструктуры аэропортов от современных требований. Особую актуальность приобретает методологическое обеспечение при реконструкции аэродромных складов, систем топливоподготовки и оснащения новыми автоматизированными техническими средствами ТЗК.

Современная технология авиатопливообеспечения аэропорта включает большой комплекс технических средств, капитальных сооружений и оборудования, представляет сложную систему, эффективность функционирования которой зависит от множества составляющих, от фактического состояния и износа складского оборудования до климатических факторов и повышенной интенсивности полетов, новых типов воздушных судов. Эти факторы должны быть полностью учтены при подготовке исходных требований при проектировании и эксплуатации автоматизированных систем авиатопливообеспечения, при определении математических зависимостей функционирования отдельных блоков технологии подготовки авиатоплива.

Решение такой задачи может быть выполнено только с применением современных методов математического моделирования технологического процесса функционирования системы и комплексной автоматизации управления основными узлами оборудования. На начальной стадии внедрения автоматизированной системы контроля и управления, решаются отдельные задачи, например, по автоматизированному объемно-массовому учету нефтепродуктов, систем контроля качества авиатоплива и систем контроля промышленной безопасности. Дальнейшее расширение и совершенствование системы будет происходить за счет подключения новых функционально связанных узлов и блоков технологического оборудования ТЗК в информационно-измерительную систему.

Параллельное внедрение математического моделирования производственных процессов позволяет решать более широкий спектр прикладных задач по планированию работ и оценке возможных рисков. Например, процессы подготовки воздушных судов к полётам, в частности выполнения топливозаправочных работ, в формализованном виде могут быть представлены как разомкнутые многоканальные системы массового обслуживания с очередью. Применение математического аппарата теории массового обслуживания в практике находит широкое применение для определения требуемого количества обслуживающих каналов [1].

Для аэропорта «ВНУКОВО», до настоящего времени основными средствами заправки являются автотопливозаправщики, однако, с ростом интенсивности полетов и предстоящими существенными изменениями функций аэропорта, использование для топливозаправочных работ только автотопливозаправщиков может стать сдерживающим фактором своевременной заправки топливом воздушных судов. Поэтому, для аэропорта «ВНУКОВО» в период реконструкции заправочного комплекса предусматривается также строительство системы ЦЗС, а затем совместное использование систем и автотопливозаправщиков в соотношениях, которые требуется обосновывать по ходу строительства и введение в эксплуатацию участков системы с учетом технических и экономических факторов.

Несмотря на то, что технологии очистки авиатоплива и контролю чистоты авиатоплива в оборудовании технических средств, в практике авиатопливообеспечения отечественными ТЗК уделяется большое внимание, остаются некоторые нерешенные проблемы.

На рисунке 1, представлены фотографии частиц механических примесей взятых со дна резервуаров при их зачистке приемного склада ГСМ. Зачистка резервуаров производится два раза в год. Размеры частиц механических примесей составляют диапазон

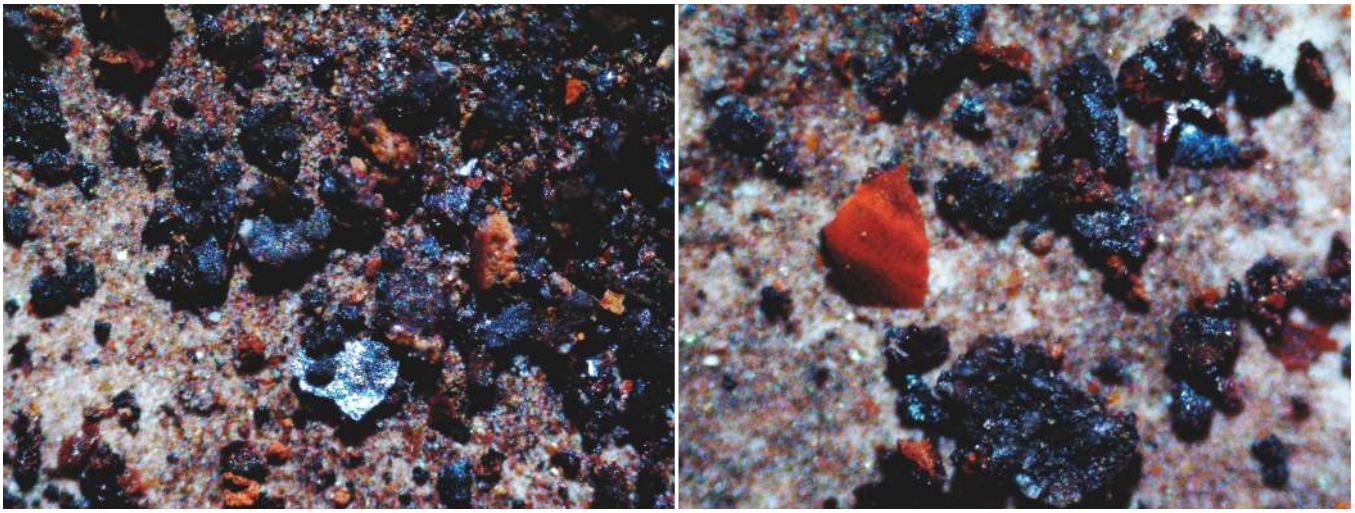


Рисунок 1.Частицы механических примесей взятых со дна резервуаров приемного склада ГСМ. Различие по цвету показывает различную природу химического состава частиц.

от 1-200 мкм, природа частиц, судя по цвету совершенно разнообразная.

Существующая система контроля качества включает периодический отбор проб авиатоплива в тару с последующим их контролем по методу ГОСТ 10577-78, гранулометрическому методу ГОСТ 17216-2001, а также с использованием прибора индикаторного типа ПОЗ-Т и с помощью лабораторных анализов по другим нормируемым показателям качества. Факторы и процессы возникновения источников загрязнения авиатоплив невозможно выявить с помощью сравнения существующих показателей и нормируемых значений. Анализ возможных причин ухудшения этих показателей для их устранения в последующей эксплуатации не может быть реализован без совершенствования систем контроля загрязнения авиатоплива.
Анализ фактических данных по содержанию примесей в топливе за несколько лет показывает, что существенных изменений в сторону снижения количества частиц по различным точкам отбора в технологической системе очистки топлива не происходит.
На рисунке 2. представлен график изменения классов чистоты топлива и содержания примесей за год предшествующих наблюдений по результатам исследования уровня качества и чистоты авиакеросина в системе топливоподготовки, проводимого ФГУП Гос. НИИ ГА. При прохождении всей цепочки топливоподготовки заметного улучшения класса чистоты топлива не обнаружено, так как снижение класса чистоты для различных групп загрязнений по схеме топливоподготовки нелинейно. В настоящее время специалисты ТЗК ведут исследования и работы по выявлению и изменению таких негативных тенденций.

Как уже отмечалось в нашей публикации [2] (Оценка остаточного ресурса фильтроэлементов, сборник ОАТО ВС ГА №8, стр.66-69), одной из проблем недостаточного уровня качества очистки авиатоплива является неудовлетворительная работа штатных фильтроэлементов системы фильтрации. В соответствии с ГОСТ Р 52906-2008 «Оборудование авиатопливообеспечения. Общие технические требования» [3], со специальными требованиями, пункт 5.8.10 отечественные изготовители фильтрующих элементов (ЭФ) и фильтрующе-коагулирующих элементов (ЭФК) уточняют ограничения по применению ЭФ в ТУ, в зависимости от допустимых предельных значений концентрации механических примесей и воды в топливе на входе в фильтр. Так, например, ГОСТ устанавливает значения предельно допустимых концентраций воды и механических примесей в топливе на входе в ЭФ. Не допускается использование элементов при исходной концентрации загрязнений более 0,05 г/дм^3 и содержанием свободной воды более 0,05 % масс. Для элементов, фильтрующих коагулирующих (ЭФК), требуется обеспечить содержание свободной воды в авиатопливе на входе в него не более 0,05% масс в течение 30 минут, а при концентрации свободной воды на входе 0,01% масс – не более 60 минут (при номинальной подаче топлива). Существующими средствами контроля содержания воды в топливе отследить возможные нарушения требуемых условий допустимого уровня загрязненности топлива перед фильтром не представляется возможным. Для этого необходимо внедрение новой автоматизированной системы непрерывного контроля содержания воды и механических примесей в авиатопливе с периодичностью 30-60 секунд
Следует отметить, что требования международного стандарта по спецификации API/IP1581 [4] к испытаниям фильтроэлементов более жесткие, элементы ЭФ и ЭФК должны сохранять работоспособность при кратковременных увеличений содержания воды в авиатопливе (до 3% в течение 30 минут). Нормы, предлагаемые нашим национальным стандартом ГОСТ Р 52906-2008 не отвечают современным международным требованиям к качеству элементов ЭФ и ЭФК. Проблема заключается в использовании малоэффективных фильтрующих материалов на основе целлюлозных фильтрующих бумаг, которые по сути не выдерживают реальные условия эксплуатации в технологической системе ТЗК.
На рисунке3. показана зависимость снижения прочности целлюлозных бумаг в результате намокания. (Жесткость Ширли) [5]. Косвенный показатель прочности фильтрующих бумаг – жесткость, у влажных бумаг данный показатель не зависит от пропиточных смол и снижается в 4-5 раз.

Распределение показателя класс чистоты по пробам для групп загрязнений среднее за период 2009 год

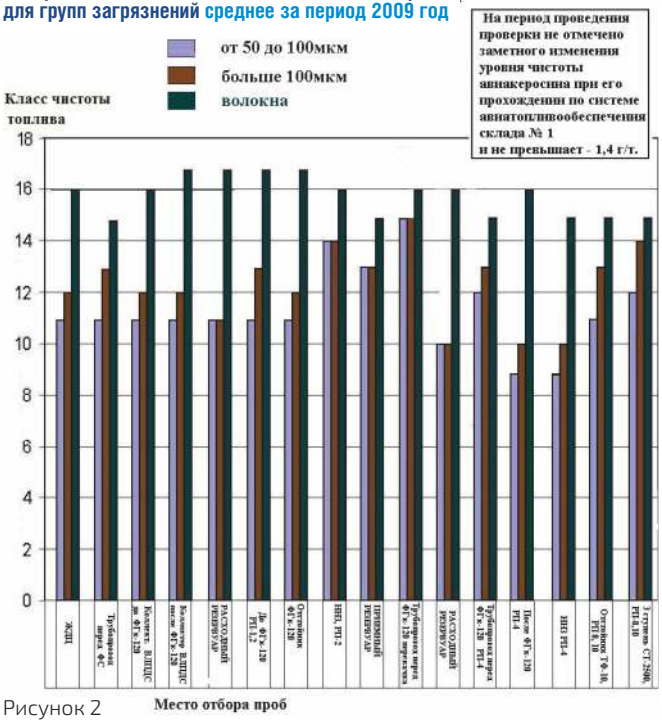


Рисунок 2

Влияние пропиточных смол на характеристики фильтрующих бумаг

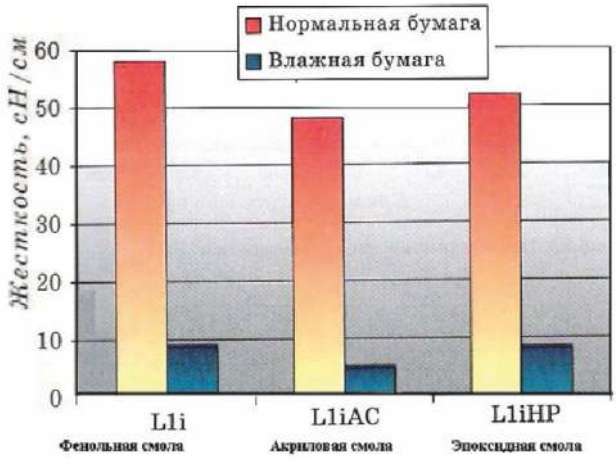


Рисунок3 – Жесткость бумаг сухих и влажных с различной пропиткой

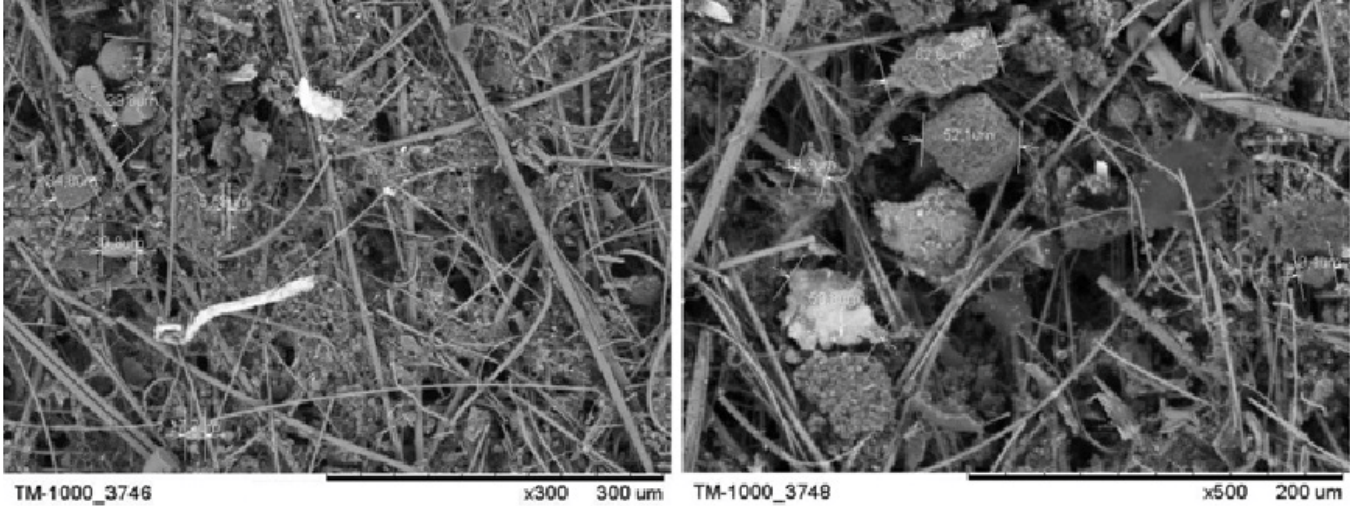


Рисунок 4 – Микрофотографии поверхности фильтра-монитора Velkon после эксплуатации

Рис. 5– Микрофотографии частиц загрязнений на входе ФГ-120, 1-плоские длинные фрагменты являются волокнами целлюлозы, которые вымываются из порового пространства фильтрующего материала штатных ЭФ и ЭФК.

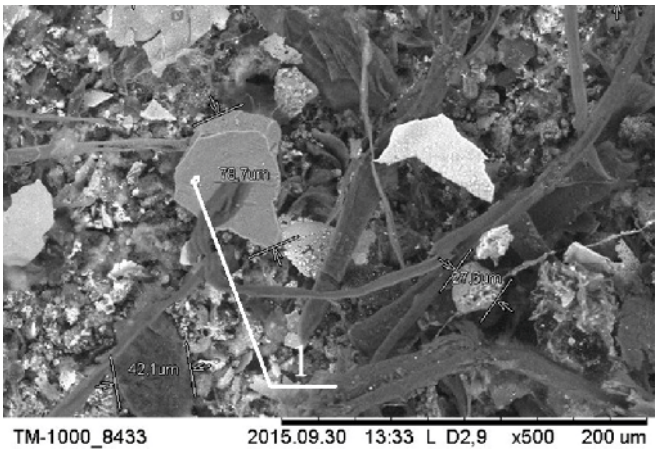


Рисунок 6. Микрофотография частиц на входе на входе ФГ-120. 1- частица пропиточной смолы с целлюлозным волокном, фрагмент вымываемости волокон фильтрующих элементов.

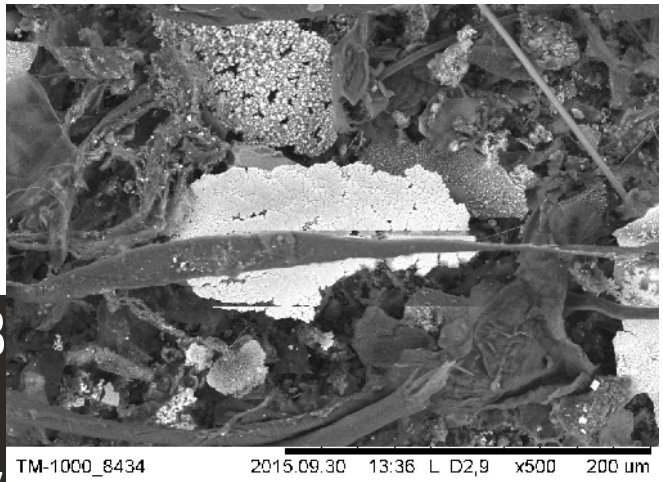


Рисунок 7. Волокна целлюлозы и частица белого цвета, продукт коррозии металла.

При осмотре снятых после отработки ресурса ЭФ было обнаружено, что размер длины гофр на фильтрующей перегородке значительно увеличен, и прямолинейная грань гофры приобретает извилистую, волнообразную конфигурацию. Причиной этого увеличения линейного размера является набухание фильтрующей целлюлозной бумаги от впитывания эмульсионной воды, содержащейся в топливе.

Как уже отмечалось в работе [2], на микрофотографиях поверхности первого слоя фильтра-монитора фирмы «Velcon», который является финальным узлом агрегатов фильтрации авиатоплива, выявлены частицы чрезмерно больших величин загрязнений (рисунок 4). На снимках видно, что присутствуют целлюлозные волокна и размеры частиц механических примесей достигают 62 мкм.

Анализ уровня чистоты авиатоплива при прохождении всей технологической цепочки системы топливоочистки ТЗС показывает, что уровни загрязнения топлива колеблются в диапазоне 0,2 – 0,8 г/т. Снижение загрязненности топлива на фильтрах ФГ-120 (15мкм) может доходить до значений на входе 0,8 г/т и 0,40 г/т на выходе. На рисунке 5. представлены микрофотографии частиц загрязнений, попадающих на вход фильтров ФГ-120, расположенных в фильтрационной, после склада приема топлива и перед складом выдачи топлива. Внешний вид частиц загрязнений механических примесей и волокон, осевших на входе фильтроэлемента (тонкостью фильтрации 15 мкм) показывает их различную структуру, размеры и вероятное происхождение. Фотографии с 500-т кратным увеличением представлены на рисунках 5-7. На снимке рис. 6 виден фрагмент целлюлозного волокна проходящей через частицу пропиточной смолы размером 78,7 мкм, что указывает на разрушение порового пространства целлюлозного фильтрующего полотна фильтроэлемента. Более светлые частицы имеют неорганическую природу и обладают высокой полярностью (соли, оксиды и окалина), темные механические примеси и волокна имеют органическую природу и слабополярны, они в меньшей степени отражают вторичные электроны катодной пушки электронно-сканирующего микроскопа.

Изменение показателя исходной концентрации загрязнений топлива и продолжительности их воздействия в эксплуатации практически невозможно отследить, так как в системе топливоподготовки происходят неконтролируемые процессы коагуляции, осаждения, формирования донных осадков, как в резервуарах, так и в трубопроводах.

Таким образом, назрела необходимость разработки и внедрения автоматизированной системы контроля концентрации загрязнений в авиатопливе. Существующий в топливозаправочных комплексах порядок отбора проб направлен на получение дискретных значений показателей концентрации загрязнений и не отображает истинную картину, так как загрязнения в топливе распределены по времени и по всему объему неравномерно: топливо с высокими концентрациями загрязнений может поступать на фильтроэлемент кратковременно, например, в начальный момент прокачки топлива.

Для перехода на новый качественный уровень контроля загрязнений в потоке авиатоплива, авторами разработаны инновационные способы и устройства для осуществления мониторинга загрязнения авиатоплива в потоке. Получены следующие патенты: патент RU 2502069 «Способ определения содержания воды в углеводородном топливе и устройство для его осуществления» [6], а так же патент RU2563813, «Способ контроля содержания механических примесей в жидкостях, для его осуществления и система мониторинга содержания механических примесей в потоке жидкости» [7].

В основе разработанного автоматизированного метода непрерывного контроля чистоты топлива в потоке и устройства монитора лежит методология требований ГОСТ 10577-2010 по определению массовой доли загрязнений авиатоплив (гравиметрический метод), и требований по ГОСТ 17216-2001 при анализе гранулометрического состава загрязнений. В устройстве автоматического монитора, на четырех индикаторных фильтрующих перегородках, отсеиваются частицы механических примесей четырех разных размерных группах. Для каждой индикаторной перегородки в стендовых испытаниях макета монитора на естественном загрязнителе, определена функцио-

нальная зависимость изменения перепада давления от массы задержанных частиц.
Компьютерные вычисления функциональных зависимостей, при помощи программы MasterSCADA, выдают цифровые и графические отображения изменения чистоты авиатоплива каждые 30 секунд и данные по составу четырех размерных групп частиц мехпримесей присутствующих в потоке топлива. Программа рассчитана на одновременную работу с параметрами более 10 устройств мониторов, расположенных в различных местах. Проверочные лабораторные анализы чистоты топлива гравиметрическим методом корректируют исходные математические зависимости и значительно повышают точность измерений.
Работа предложенного способа мониторинга стала возможной благодаря появлению интеллектуальных (цифровых) датчиков давления высокой чувствительности (0,002 кг/см^2), небольшие изменения в перепаде давления на индикаторных перегородках позволяют оперативно оценить прирост массы загрязнений на индикаторных перегородках.
Международные документы регламентируют новый подход к системе качества топливообеспечения, так, например, в Руководстве ИКАО [8] вводится новое определение – мониторинг, оценивания всей системы поставки и распределении авиатоплива на соответствия международным требованиям качества авиатоплива. Предусматриваются процессы внутреннего и внешнего мониторинга - регулярно планируемого контроля и аудита (оценивания соответствия международным требованиям качества авиатоплива) должны проводиться компетентными лицами с использованием оформленных вопросников для проверки соответствия средствами управления системой и подтверждения надлежащего рабочего состояния системы авиатопливообеспечения.
Внутренний мониторинг должен проводиться предприятиями системы поставки и распределении авиатоплива: нефтеперерабатывающими заводами, промежуточными терминалами, владельцами трубопроводного транспорта, морских и речных судов, автомобильного и железнодорожного порта, топливозаправочными компаниями и структурами процесса авиатопливообеспечения, включая заправку воздушных судов.
Внешний мониторинг должен проводиться специалистами из соответствующих организаций, авиакомпаний, объединений авиакомпаний и распределительных органов, если это предусмотрено государственными нормативными положениями.
Недостатком указанных видов мониторинга, включая контроль рабочей группой ИАТА, по нашему мнению является, как следует из положений руководства ИКАО, бальный метод оценки соответствия международным требованиям. Эти положения могут послужить основой нового нормативного документа системы контроля авиатоплива в гражданской авиации России, с сохранением ее основных регламентаций по контролю показателей качества. Для этого представляется необходимым разработка эффективных способов и средств оперативного контроля (мониторинга) содержания (концентрации) механических примесей и концентрации свободной воды в режиме непрерывного контроля.

На рис.8 представлена технологическая схема очистки топлива с использованием «частичнопоточных» устройств контроля содержания механических примесей (мониторов) в потоке топлива. В технологической цепочке очистки топлива установлено несколько аналогичных устройств, каждое из которых непрерывно анализирует концентрацию механических примесей в топливе с заданным периодом времени (1-10 секунд). Поставленная задача для устройства решается за счет того, что оно содержит систему фильтрующих индикаторных перегородок с последовательно уменьшающимися номинальными размерами пор, датчики давления, установленные перед каждой фильтрующей перегородкой и за ней, а также аналитический блок-регистратор, связанный с датчиками давления. При этом аналитический блок-регистратор содержит блок памяти и микропроцессор. Входы микропроцессора соединены с выходами датчиков давления и выходом блока памяти. Выход микропроцессора соединен с входом блока памяти и с входом блока индикации, содержащего цифровой дисплей, имеющий возможность отображения на экране данные о количестве механических примесей на каждой фильтрующей перегородке. Оптимальным количеством индикаторных фильтрующих перегородок в устройстве является четыре перегородки. В предпочтительном варианте исполнения фильтрующие перегородки выполнены в виде фильтрующих сеток.
В «частичнопоточной» схеме для проведения контроля отбирают заданную часть потока (1-5%) контролируемого углеводородного топлива, пропускают эту часть потока через устройство, состоящее из системы фильтрующих перегородок (мембран) и по полученным данным судят о наличии механических примесей определенного размера во всем объеме топлива в заданный отрезок времени. Система мониторинга (контроля) чистоты топлива, а именно загрязненности потока топлива механическими частицами в технологической схеме очистки авиатоплив, состоит из двух или более частичнопоточных устройств контроля количественного содержания механических примесей в технологической схеме очистки топлива, объединенных в общую схему с единым аналитическим блоком-регистратором и единым блоком индикации.
Для реализации устройств в работающей схеме авиатопливообеспечения устанавливаются узлы контроля (поз.1 на схеме), состоящие из дросселя и параллельно подключенного к нему устройству мониторинга. Дроссель обеспечивает необходимый уровень гидравлического сопротивления в потоке с целью перенаправления части потока топлива на устройство контроля (мониторинга) с заданным расходом.
Таким образом, способ контроля количественного содержания механических примесей и технический результат применения такого устройства заключается в оперативном контроле (мониторинге) пофракционного отсеивания частиц механических примесей фильтрующими перегородками разной пористости, их концентрации и количества и распределения по размерам частиц. Наличие в аналитическом блоке-регистраторе микропроцессора и блока памяти, в который заведены предварительно полученные тарировочные данные, устанавливающие связь между гидравлическим сопротивлением и весовым количеством частиц, задержанных каждой фильтрующей перегородкой, позволяет сохранять в памяти динамику процесса загрязнения фильтрующих перегородок или визуально отслеживать этот процесс на экране дисплея в реальном времени.

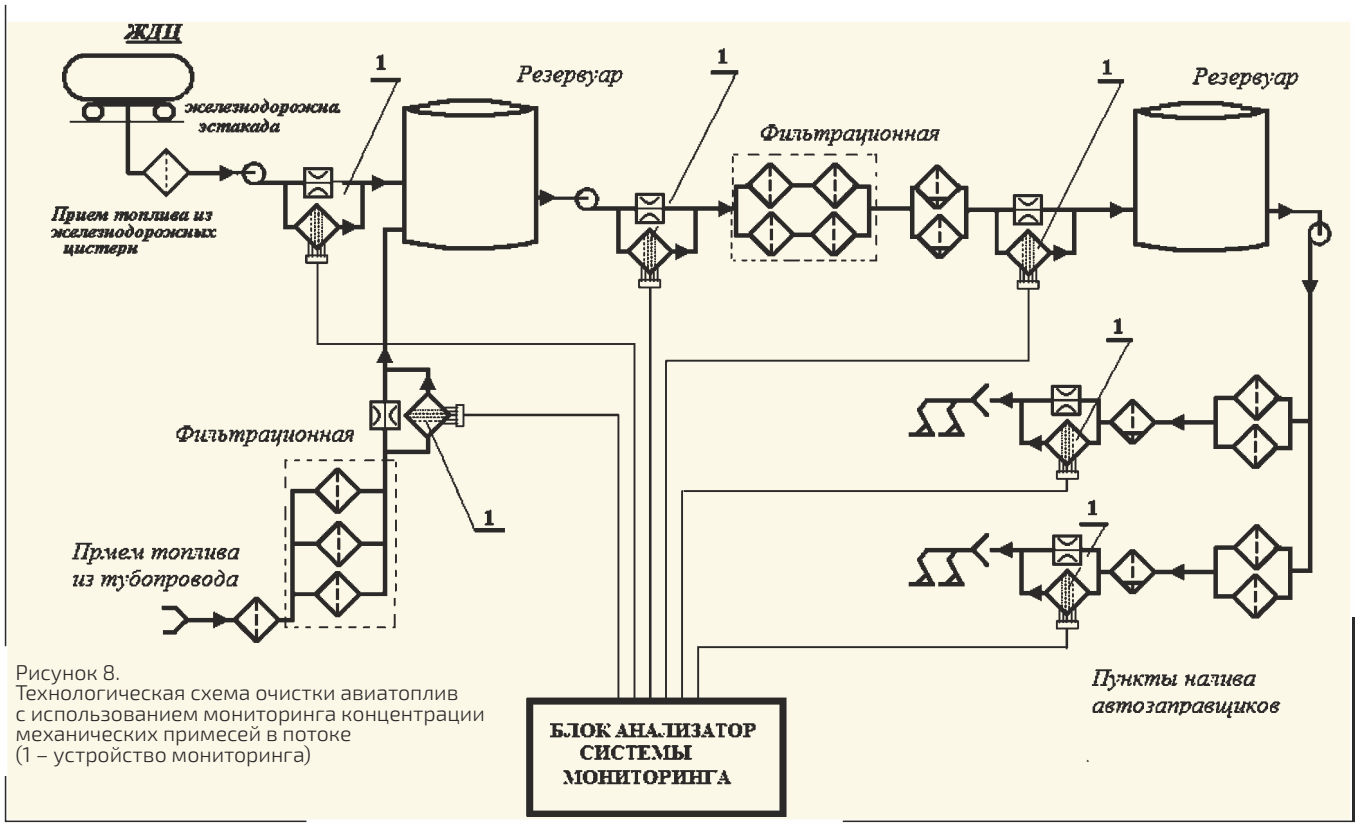


Рисунок 8.
Технологическая схема очистки авиатоплив с использованием мониторинга концентрации механических примесей в потоке
(1 – устройство мониторинга)

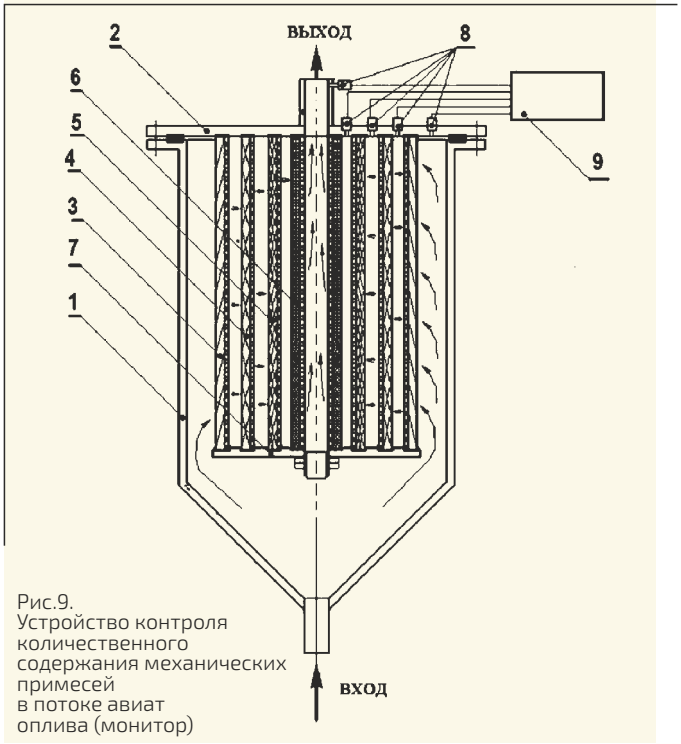


Рис.9.
Устройство контроля количественного содержания механических примесей в потоке авиат оплива (монитор)

На рисунке 9 приведена схема устройства контроля количественного содержания механических примесей (монитор) в жидком углеводородном топливе.

Первая фильтрующая перегородка ***3*** с самыми крупными порами(ячейками) задерживает самые крупные частицы размером более 100 мкм, следующая фильтрующая перегородка имеет более мелкие поры (ячейки)и так далее. На каждой фильтрующей перегородке ***3, 4, 5*** и ***6*** формируется осадок, поры (ячейки) каждой перегородки закупориваются частицами в разных размерных диапазонах, и соответственно, каждая индикаторная фильтрующая перегородка основную массу частиц меньшего размера будет пропускать беспрепятственно.

На рис.10 представлена зависимость роста перепада давления от суммарного веса частиц в четырех фракционных диапазонах. Рост перепада давления на каждой из фильтрующих перегородок 3, 4, 5, 6 зависит от суммарного количества частиц ее закупоривающих в определенном фракционном диапазоне размеров.
Для построения тарировочных математических зависимостей в период настройки устройства производился сбор и обработка статистической информации в стендовых условиях. Для этого при увеличении сопротивления на каждые 0,1 кг/см^2 всего устройства, перегородки снимались, каждая высушивалась под вакуумом и взвешивалась для определения массы задержанных частиц. Измерения массы проводились до достижения предельно допустимого перепада давления 1,5 кг/см^2 всего устройства, после чего по семи значениям строились тарировочные кривые для каждой (например, из 4-х) последовательно установленных фильтрующих перегородок разной номинальной тонкости фильтрации.
Полученные математические зависимости по изменению перепада давления и расхода топлива регистрировались интеллектуальными датчиком, (рис. 11), на каждой фильтрующей перегородке и значения текущей производительности потока топлива в режиме реального времени заносятся в аналитический блок-регистратор.

Рисунок 10. Зависимость перепада давления от веса задержанных частиц

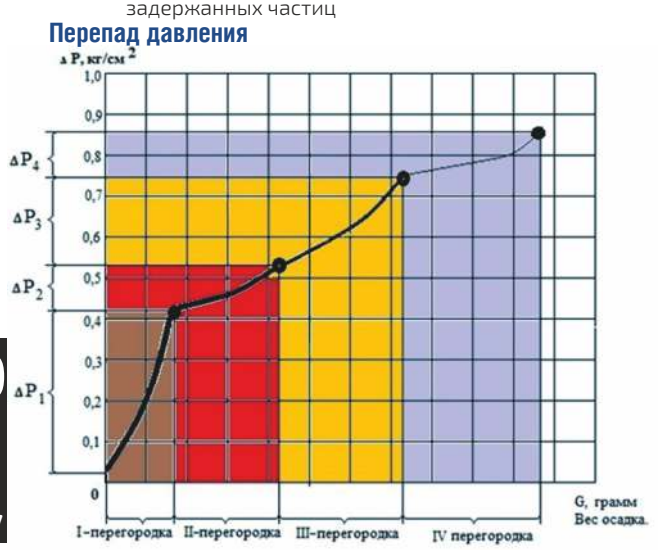


Рисунок 11 1. Ультразвуковой расходомер «ВЗЛЕТ МР».
2. интеллектуальный (цифровой) преобразователь давления МТУ-07.

На рисунке 11. показан внешний вид ультразвукового расходомера жидкости и автономного цифрового преобразователя давления. В разработанном в работе методе контроля чистоты топлива используются серийно выпускаемые расходомеры-счетчики ультразвуковые «ВЗЛЕТ МР» имеющие простоту в обслуживании, точность измерения и надежность. В качестве датчиков давления целесообразно применить серийно выпускаемые цифровые автономные преобразователи давления МТУ-07.
Взрывозащищенные датчики МТУ-07 предназначены для измерения давления жидкостей на различных технологических установках и для работы в системах контроля производственных процессов нефтеперерабатывающих предприятий. МТУ-07 работает в автономном режиме от встроенных элементов питания с записью измеряемых значений давления и температуры во внутреннюю энергонезависимую память с последующей передачей информации на персональный компьютер (ПК) через USB порт.
Стендовые испытания индикаторных перегородок на макете монитора проводились с использованием естественного загрязнителя, полученного из слоя осадка механических частиц в резервуаре при его плановой очистке. В отличии от искусственных кварцевых загрязнителей[9], применяемых при испытаниях фильтрующих элементов, естественный загрязнитель имеет более близкое соотношение характеристик с реально встречающимися наборами механических частиц в топливе.
Химический, дисперсный состав и процентное соотношение механических частиц загрязнений авиатоплива в составе механических загрязнений авиатоплива зависит от многих факторов, таких как способ доставки топлива, состав атмосферной пыли, климатическая зона, время года и реальные текущие атмосферно-климатические условия. Так же имеет значение стадия очистки и обработки авиатоплива в цепочке технологической схемы ТЗК.
Реальная функциональная зависимость массы загрязнителя от изменения перепада давления в конкретном мониторе, $m_i=f(P_i)$, постоянно будет меняться во времени и для разных мониторов, расположенных в одной цепи на разных участках технологической цепи топливоподготовки при мониторинге одного и того же авиатоплива.
В научных трудах [10], приведены характеристики загрязненности авиатоплив в различных точках технологической схемы, в резервуарах и цистернах топливозаправщиков и в различных климатических зонах. Изменение дисперсного и химического элементного состава мехпримесей в топливе составляет диапазона от 10 до 300%. Так, например, анализ элементного состава загрязнений (в %) для таких компонентов как Fe, Si, Ca, Mg, Na, Zn, Al, в различных пробах авиатоплива колеблется более чем вдвое.
Таким образом, границы применимости математической зависимости, $m_i=f(P_i)$, полученной при использовании в экспериментальном исследовании макета монитора одного вида естественного загрязнителя, могут значительно отличаться от характеристик других загрязнителей в различных реальных условиях эксплуатации.
Для решения проблемы достоверности получаемых результатов при использовании системы автоматического мониторинга, точного содержания механических примесей в потоке авиатоплива, авторами предложен способ корректировки исходных уравнений функциональных зависимостей по четырем индикаторным фильтроэлементам, учитывающий изменения реального элементного состава (удельного веса) механических загрязнений. Способ заключается в внесении в программу математической обработки данных поправочного коэффициента, учиты-

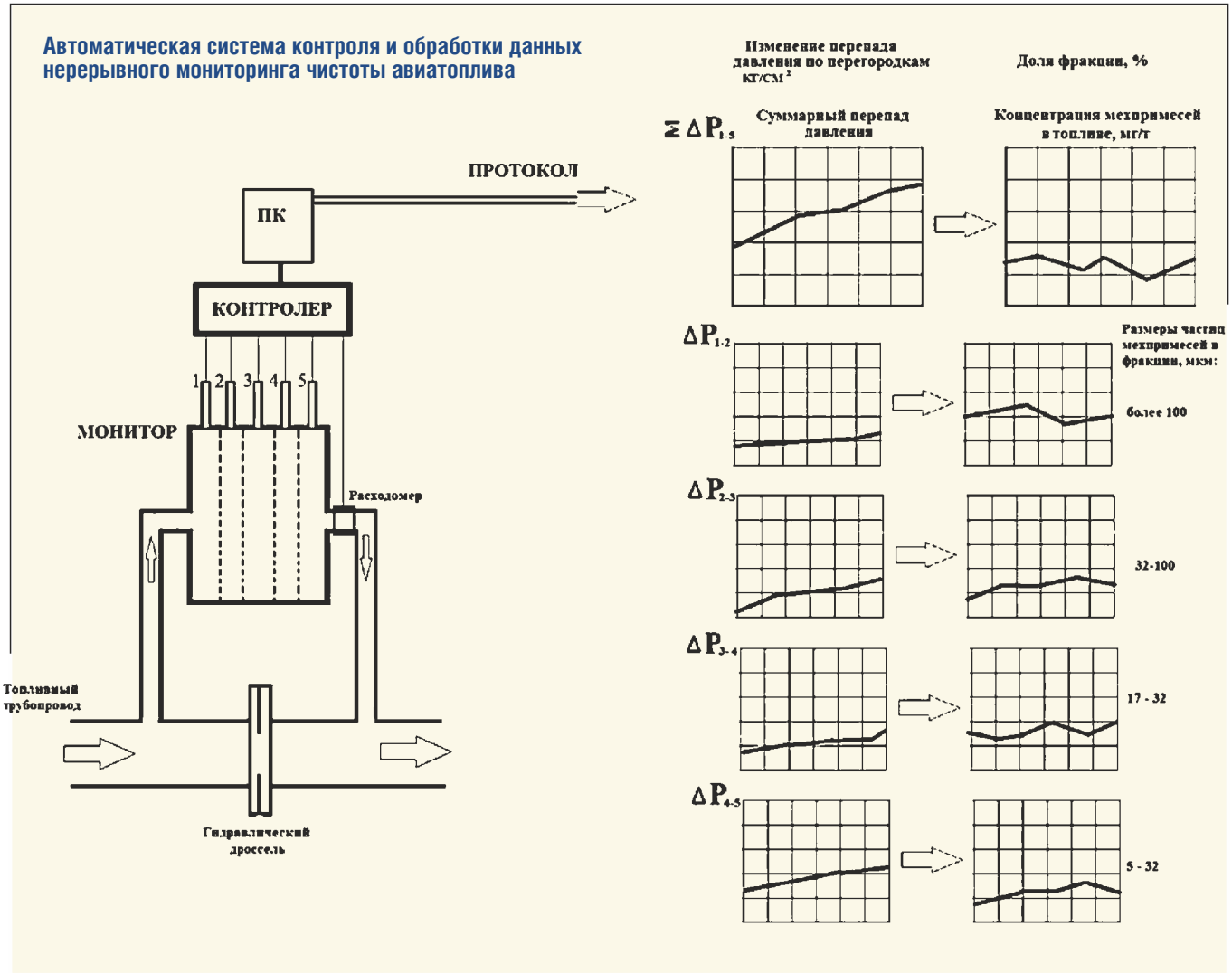


Рисунок 12. Схема системы автоматизированного контроля, обработки данных непрерывного мониторинга содержания мехпримесей в потоке авиатоплива.

вающего эти изменения. Конечным результатом обработки данных полученных с мониторов является показатель весовой концентрации механических примесей (С, г/т), и его изменение во времени. Величина значений весовой концентрации механических примесей полученных в результате реальных лабораторных измерений проб авиатоплива весовым методом [11].

С=М$_{пр}$**/М**$_{т}$; где **С**- концентрация механических примесей, г/т;
М$_{пр}$- масса механических примесей, г;
М$_{т}$-масса авиатоплива, т .
К = С$_{лаб}$**/ С**$_{м}$ где: **К**- поправочный коэффициент;
С$_{лаб}$– Концентрация мехпримесей в топливе полученная в результате лабораторного весового анализа пробы, г/т;
С$_{м}$- Концентрация мехпримесей в топливе полученная в результате обработки данных монитора, г/т.

Поправочный коэффициент (**К**), вносится в программу вычислений характеристик монитора. Отбор проб авиатоплива перед монитором осуществляется с фиксацией точного времени суток, и после получения результата лабораторного анализа в программу вычислений и обработки данных вносится полученное значение весовой концентрации механических примесей и время отбора этой конкретной пробы.

Математическая программа проводит сравнение введенной концентрации загрязненности, полученной лабораторным путем, с значением концентрации мехпримесей вычисленной программой ранее на конкретное время отбора пробы. Соотношение этих двух значений концентрации механических примесей в авиатопливе и дает поправочный коэффициент для формулы расчета по данным датчиков давления монитора. Программа с учетом поправочного коэффициента проводит перерасчет ранее зафиксированных данных и продолжает мониторинг на основе исправленных математических зависимостей.

Такое решение проблемы достоверности полученных результатов, позволяет не только значительно повысить точность измерения концентрации механических примесей в топливе системой мониторинга, но и фиксировать величину изменения текущих значений концентрации в сравнении с предыдущими значениями текущих концентраций. Величина этих изменений характеризует колебания усредненных значений удельного веса всех механических частиц, задержанных на индикаторных перегородках. Увеличение или уменьшение этих полученных поправок позволит судить о реальном увеличении или уменьшении количества компонентов (частиц) с различным удельным весом, что может косвенно характеризовать какое-либо изменение эксплуатационных факторов, связанных с авиатопливообеспечением ТЗК.

Математические выражения необходимых закономерностей системы мониторинга, в виде системы математических уравнений, закладываются в программное обеспечение для решения и выдачи результатов в режиме онлайн при помощи ПК.

Для решения этой задачи был использован популярный программный продукт компании ИнСАТ - MasterSKADA, который обеспечивает функционирование и автоматизации систем управления и диспетчеризации промышленных объектов.

MasterSCADA — программный пакет для проектирования систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA). Основными свойствами является модульность, масштабируемость и объектный подход к разработке. Система предназначена для сбора, архивирования, отображения данных, а также для управления различными технологическими процессами. Помимо создания так называемого верхнего уровня, система позволяет программировать контроллеры с открытой архитектурой. Таким образом MasterSCADA позволяет создавать единый комплексный проект автоматизации (SCADA система + ПЛК). Вся система, включая все компьютеры и все контроллеры, конфигурируется в едином проекте, за счет этого не требуется конфигурировать внутренние связи в системе.

На рисунке 12, показаны основные элементы технологической схемы автоматизированного контроля, обработки данных непрерывного мониторинга содержания мехпримесей в потоке авиатоплива. Данные по изменению (росту) перепада давления на каждой из четырех индикаторных фильтрующих перегородках монитора и текущего расхода топлива, через интелектуальные датчики МТУ-07 и расходомер, поступают в контролер и передаются в компьютер. Компьютер при помощи программы MasterSCADA проводит вычисления и выдает цифровые и графические отображения изменения чистоты авиатоплива и даные по четырем размерным группам частиц мехпримесей присутствующих в потоке топлива. Программа расчитана на одновременную работу с параметрами более 10 устройств мониторов, расположеных в различных местах.

Сравнительный анализ затрат времени на проведения анализа концентрации механических примесей в авиатопливе весовым методом по ГОСТ 10577 и автоматизированной системой мониторинга.

Затраты времени при проведении анализа механических примесей пробы весовым методом по ГОСТ 10577 (средние значения по ТЗК)		Затраты времени при проведении анализа механических при-месей методом автоматизированной системы мониторинга
1. Подготовка тары для отбора проб.	20 мин.	Анализ концентрации механических примесей проводится в потоке топлива непрерывно, одним или несколькими мониторами одновременно, с одновременным определением размерных групп механических частиц каждые 60 секунд.
2. Отбор пробы из одного пробоотборника, (из нескольких)	10 мин. (30 мин.)	
3. Доставка пробы авиатоплива в химическую лабораторию.	120мин.	
4. Подготовка и проведение анализа весовым методом по ГОСТ 10577, (нескольких проб)	240мин. (300мин.)	
5. Доклад начальнику службы склада о негативных результатах анализа.	10 мин.	
Итого:	6, 7 часов (8 часов)	Итого: 60 секунд

В программу вводятся математические уравнения взаимосвязи эксплуатационных параметров системы мониторинга и с периодичностью один раз в минуту производятся вычисления заданых показателей. Данные с цифровых датчиков давления и расходомера поступают в режиме реального времени каждые 60 секунд. При разрешающей способности датчиков давления МТУ-07 около 0,001 мПа, возникает необходимость в опережающем вычислении вероятного (прогнозируемого) соотношения долей массы фракционного состава мехпримесей. Это связано с тем, что показания датчиков давления по максимальному перепаду давления регистрируется в первую очередь как разность давления первого и последнего датчика монитора, характеризующего перепад давления на всем пакете индикаторных перегородок. В то время как прирост перепада давления на каждой индикаторной перегородке не достигает уровня чувствительности датчиков, сумма всех перепадов давления достаточна для регистрации показаний датчиков. И в результате вычисляется суммарное значение массы всех задержанных частиц мехпримесей, по этим данным вычисляется вероятное соотношение долей массы мехпримесей каждой фракции индикаторной перегородки. После обработки и вычисления,данные в текстовом и графическом виде поступают на монитор ПК, архивируются и сохраняются в базе данных с учетом их изменений во времени.

Представленный сравнительный анализ затрат времени на проведения анализа концентрации механических примесей в авиатопливе весовым методом по ГОСТ 10577 и автоматизированной системой мониторинга (8 часов и 60 секунд), показывает, что система мониторинга может быть использована не только для контроля чистоты топлива, но и для создания автоматизированной системы контроля и управления производственными процессами ТЗК в режиме реального времени.

В результате применения такой системы,с учетом общего расхода топлива,можно получать объективные данные о загрязнении авиационного топлива, а также,об изменении этого загрязнения в течение времени прокачки и данные о размерных группах загрязняющих частиц.

Такая система мониторинга может позволить осуществлять непрерывный (встроенный) контроль уровня загрязнения потока рабочей жидкости в различных точках технологического оборудования и определять эффективность работы оборудования и фильтров в режиме реального времени.

Таким образом, инновационные разработки ЗАО «ТЗС» а/п Внуково гарантируют и подтверждают возможности предприятия по обеспечению и сохранению высокого качества авиационного топлива, заправляемого в воздушные суда.

Литература.

1. **Пирогов Ю.Н.** Математическое моделирование процессов функционирования объектов и технических средств обеспечения горючим. М. «Неография», 2006, 228 стр.

2. **Браилко А.А., Смульский А.В.** Оценка остаточного ресурса фильтроэлементов, сборник ОАТО ВС ГА №8, стр.66-69.

3. ГОСТ Р 52906-2008 «Оборудование авиатопливообеспечения. Общие технические требования» ГОСТ Р 52906-2008. -М.: Госстандарт России, 2008.

4. Спецификации API/IP1581, 2002., 44стр.

5. **Бродский Г.С.** Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин. – М.: Горная Промышленность, 2004.-360с.

6. Патент RU 2502069, «Способ определения содержания воды в углеводородном топливе и устройство для его осуществления»

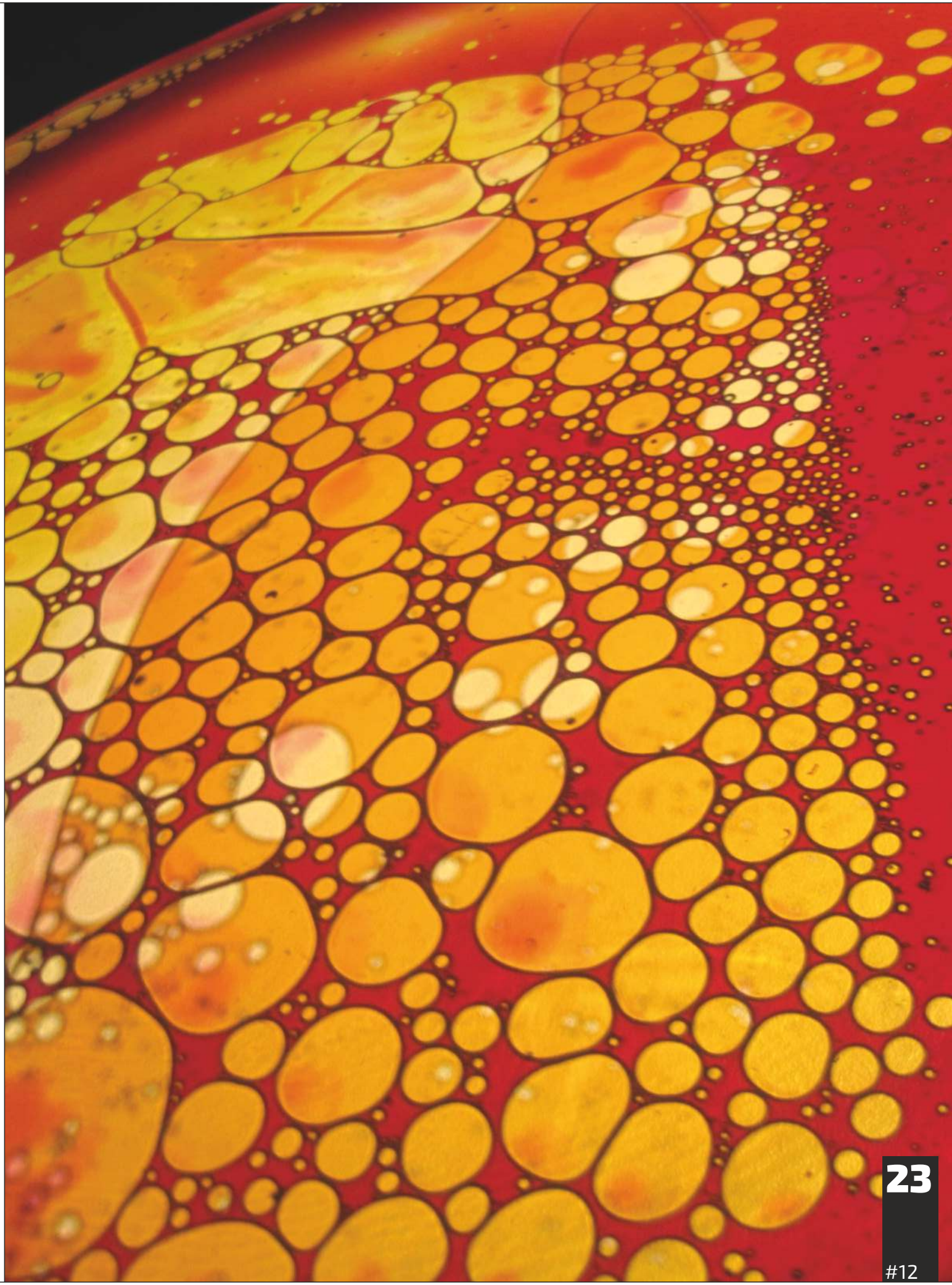
7. Патент RU2563813, «Способ контроля содержания механических примесей в жидкостей,для его осуществления и система мониторинга содержания механических примесей в потоке жидкости».

8. Руководство по поставкам реактивных топлив в гражданской авиации. ИКАО, DOC9977AN/489, 2012, 40стр.

9. ГОСТ Р 50554-93 Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие элементы. Методы испытаний.

10. **К.В.Рыбаков** и др. Фильтрация авиационных топлив., М, «Транспорт», 1973, 164 с.

11. ГОСТ Р 54274-2010 - Топлива авиационные. Определение загрязнений в виде частиц методом лабораторного фильтрования.



Исследование диэлектрических свойств обводненных топлив для реактивных двигателей в области малых концентраций воды для разработки диэлькометрических устройств контроля работы фильтров-сепараторов

Думболов Д.У.
начальник управления технических средств ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»,
кандидат технических наук, доцент

Константинов В.Е.
старший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»,
кандидат технических наук

Зайцева А.А.
научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России»,
аспирант

Авторами исследовались зависимости электрофизических свойств обводненныхтоплив для реактивных двигателей в диапазоне концентраций воды 0-100ppm для разработки устройств, работающих на основе диэлькометрического метода для контроля работы фильтров-сепараторов. На основании проведенных исследований предложена математическая модель зависимости диэлектрической проницаемости топлив для реактивных двигателей от содержания в них воды, при этом в модели учтены факторы температуры и состояния воды в топливе.

Ключевые слова:
топлива для реактивных двигателей, растворенная вода, нерастворенная вода, диэлькометрия, диэлектрическая проницаемость

Наличие нерастворенной воды в топливе представляет собой один из важнейших источников опасности. Топлива для реактивных двигателей в зимних условиях на земле и при продолжительных полетах могут охлаждаться до минус 45°С. В этих условиях в них образуются кристаллы льда, забивающие систему питания топливом воздушного судна, что приводит к аварийным ситуациям. Поэтому к средствам заправки воздушных судов предъявляют высокие требования - содержание свободной воды после последней стадии фильтрации не должно превышать 0,0015 % по массе. [1] Таким образом встает необходимость создания эффективной системы контроля работы фильтров-сепараторов для предотвращения аварийных ситуаций во время полетов военных летательных аппаратов. Описаны устройства автоматического контроля содержания воды в топливах для реактивных двигателей во время заправки, работающие на основе диэлькометрического метода [2,3]. Для разработки устройств, работающих на основе диэлькометрического метода для контроля работы фильтров-сепараторов была поставлена задача о проведении исследования и построении математической модели зависимости диэлектрической проницаемости топлив для реактивных двигателей от содержания в них воды с учетом различных факторов (температуры, состояния воды) в диапазоне концентраций воды 0-100ppm.

Известно, что диэлектрическая проницаемость смеси веществ с разной диэлектрической проницаемостью зависит от объемного содержания компонентов. Разными авторами предложены множество формул расчета объемного содержания одного из компонентов смеси, при известных значениях диэлектрической проницаемости компонентов (см. табл.1). Однако на практике эти формулы работают далеко не всегда, и это связано с особенностями взаимодействия компонентов смеси между собой и степенью дисперсности смеси. Возможность применимости данных формул к водо-топливным смесям также ограничена тем, что химический состав топлив непостоянен.

Для оценки возможности применения различных формул расчета объемного содержания воды в обводненном топливе проводили исследование зависимости диэлектрической проницаемости топлива от содержания воды. Эксперимент проводили с помощью ячейки, представленной на рис. 1.

Ячейка состоит из двух электродов. Материал электродов – нержавеющая сталь, материал крышки – полимерный диэлектрик. Расстояние между электродами составляет 2 мм, площадь электродов составляет22,9 см2.

Электроды ячейки подключались к прибору – измерителю иммитанса Е-20 (ОАО «Мнипи», Республика Беларусь). В ячейку заливали образец топлива с разным содержанием воды при разных температурах. В качестве испытательного топлива брали топлива для реактивных двигателей марки ТС-1 и РТ [5]. Содержание воды в топливе определяли с помощью метода Фишера[6]. Обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения SciDAVis.

Формула Зильберштейна (линейный закон смешения):	$\varepsilon_{см} = \varphi_{д.ф.}\varepsilon_{д.ф.} + \varphi_{д.с.}\varepsilon_{д.с.}$
Формула Вагнера	$\varepsilon_{см} = \varepsilon_{д.с.}(1 + 3\varphi \frac{\varepsilon_{д.ф.} - \varepsilon_{д.с.}}{\varepsilon_{д.ф.} + 2\varepsilon_{д.с.}})$
Формулы Винера, Лоренц-Лорентца, Клаузиуса-Моссотти:	$\varepsilon_{см} = \varepsilon_{д.с.}(1 + \frac{3\varphi}{\frac{\varepsilon_{д.ф.} + \varepsilon_{д.с.}}{\varepsilon_{д.ф.} - \varepsilon_{д.с.}} - \varphi})$
Формула Лихтенекера (логарифмический закон смешения) для случая двухкомпонентной смеси:	$lg\varepsilon_{см} = \varphi lg\varepsilon_{д.ф.} + (1 - \varphi)\ lg\varepsilon_{д.с.}$

Табл. 1 Формулы расчета диэлектрической проницаемости смеси [4]

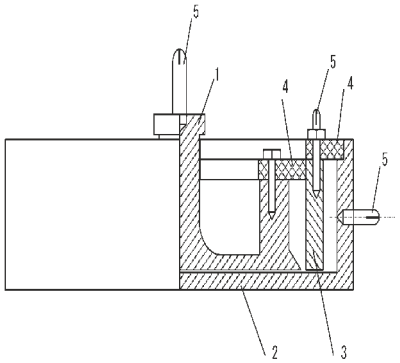


Рис. 1 Схема плоской измерительной ячейки, применяемой для определения диэлектрической проницаемости обводненного топлива. 1-измерительный электрод (внутренний), 2 – высоко-вольтный электрод (внешний), 3 – охранный электрод; 4 - крышка из твердого изоляционного материала с высоким электрическим сопротивлением; 5 - зажимы для соединения с измерительной схемой.

Обработка экспериментальных данных.

Полученные зависимости диэлектрической проницаемости топлива от содержания в нем воды представлены на рис. 2-3.

Из графиков видно, что зависимость диэлектрической проницаемости топлива от содержания в нем воды имеет s-образную форму. На первом участке увеличение диэлектрической проницаемости связано постепенным насыщением топлива растворенной водой (растворенная вода находится в топливе в виде отдельных неассоциированных между собой молекул. Диэлектрическая проницаемость воды, молекулы которой не ассоциируют между собой, вычисляется по формуле Онзагера для дипольного момента и при 20°С составляет ε'20 = 31 [7,8]). По мере того как топливо насыщается водой происходит резкое увеличение диэлектрической проницаемости, связанное с появлением в топливе ассоциатов воды. Ассоциированные между собой молекулы воды образуют эмульсию типа «вода в масле», и так как при этом вода выделяется из топлива в отдельную фазу, то такую воду называют нерастворенной. Диэлектрическая проницаемость нерастворенной (ассоциированной) воды значительно выше чем у растворенной (неассоциированной) и при 20°С равна 81 [7,8]). На третьем участке происходит постепенное увеличение диэлектрической проницаемости, связанное с увеличением содержания не растворенной воды.

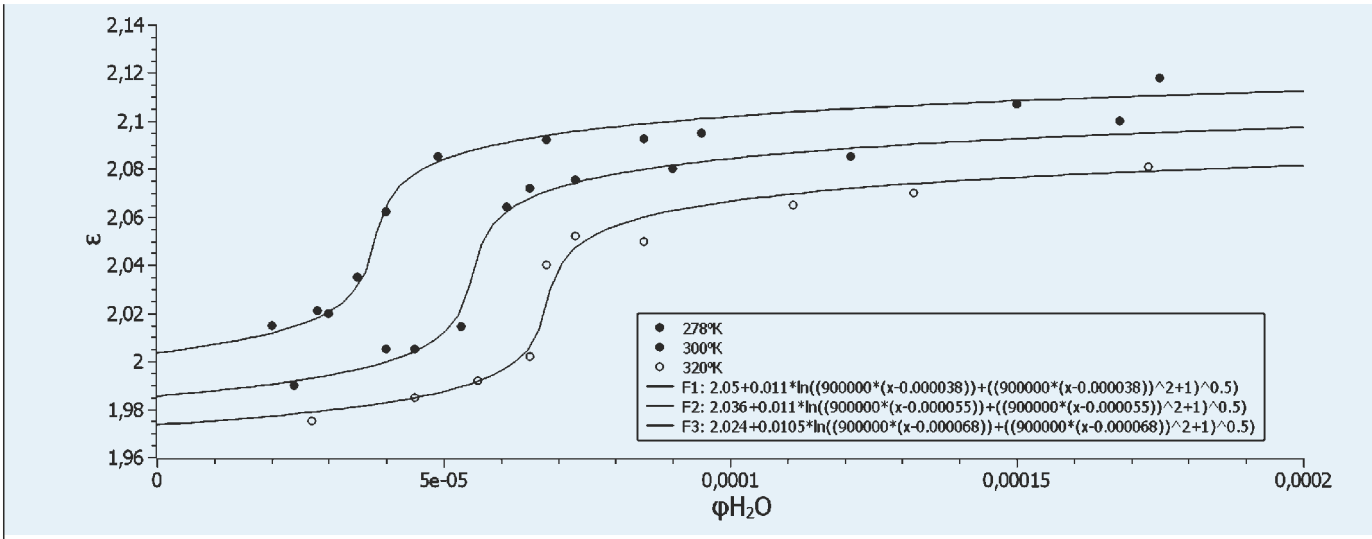
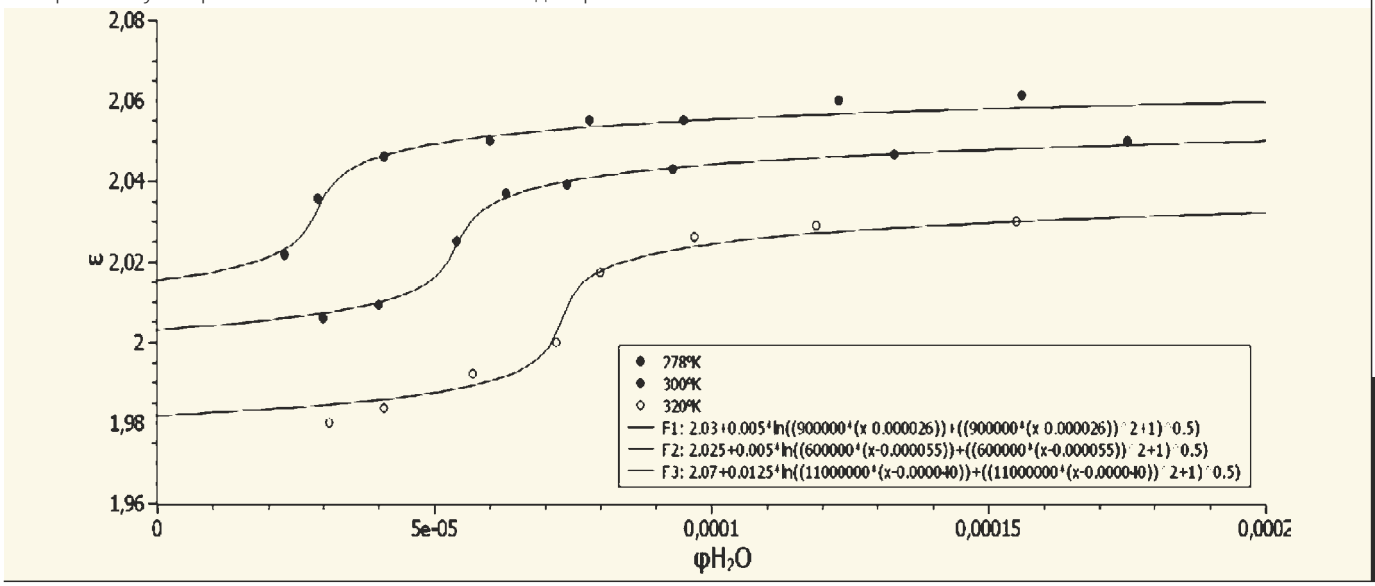


Рис. 2 Экспериментальная и теоретическая зависимости диэлектрической проницаемости топлива от содержания воды для топлива марки ТС-1. Пунктирная линия – математическое моделирование.

Рис.3 Экспериментальная и теоретическая зависимости диэлектрической проницаемости топлива от содержания воды для топлива марки РТ. Пунктирная линия – математическое моделирование.



Полученные кривые можно описать с помощью уравнения обратного гиперболического синуса (гиперболического арксинуса, ареасинуса) [9]:

$$y = sh^{-1}(x) = ln\,(x + \sqrt{x^2 + 1}) \quad (1)$$

Для того чтобы график ареасинусоиды наложился на полученные экспериментальные данные, вводили дополнительные коэффициенты:

$$y = \varepsilon_p + Ash^{-1}\big(b(\varphi - \varphi_p)\big) = \varepsilon_p + Aln\left[b\big(\varphi - \varphi_p\big) + \sqrt{(b\big(\varphi - \varphi_p\big))^2 + 1}\right] \quad (2)$$

где,

ε – диэлектическая проницаемость обводненного топлива;

ε_p – значение диэлектрической проницаемости топлива,при котором растворенная вода превращается в нерастворенную;

A – коэффициент, зависящий от температуры и вида топлива;

b – коэффициент, зависящий от температуры и вида топлива;

φ – объемная доля воды в топливе;

φ_p – максимальная объемная доля растворенной воды при данной температуре.

Результаты наложения экспериментальных и теоретических зависимостей представлена на рис.2-3 (пунктирная кривая). Коэффициент ε_p – коэффициент, сдвигающий ареасинусоиду от оси абсцисс вверх, соответствует значению диэлектрической проницаемости, при котором растворенная вода превращается в нерастворенную; φ_p – коэффициент, сдвигающий центр ареасинусоиды от оси ординат вправо, соответствует значению растворимости воды в данном топливе при данной температуре; A–коэффициент, вытягивающий ареасинусоиду по вертикали, b – коэффициент, вытягивающий ареасинусоиду по горизонтали. Также из графика можно найти значение диэлектрической проницаемости абсолютно сухого топлива ($\varepsilon°$ при φ=0). Полученные уравнения зависимости диэлектрической проницаемости топлив для реактивных двигателей от содержания в них воды представлены в табл.2.

Вывод

При детальном изучении диэлектрических свойств обводненного топлива в диапазоне концентраций воды 0-100 ppm видно какой вклад в изменение диэлектрической проницаемости вносит изменение концентрации растворенной воды с одной стороны и нерастворенной (в виде эмульсии) воды с другой стороны.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что формулы определения объемного содержания компонента смеси не учитывают того факта, что вода в обводненном топливе находится одновременно в двух состояниях – растворенном и не растворенном (в виде эмульсии), имеющих разные диэлектрические свойства.

Таким образом, для разработки устройств контроля работы фильтров-сепараторов, работающих на основе диэлькометрического метода невозможно использовать формулы расчета объемной доли компонентов смеси. Кроме того, учитывая то что химический состав используемых топлив непостоянен и, соответственно непостоянна их диэлектрическая проницаемость, невозможно использовать для проектирования таких устройств табличные значения диэлектрических проницаемостей топлив, невозможно также использовать калибровочные кривые, так как они будут разными для каждого нового образца топлив. Вместе с тем, указанные факты можно избежать, если использовать диэлькометрические устройства контроля работы фильтров-сепараторов, работающие по дифференциальной схеме (устройство контроля содержания не растворенной воды в топливах для реактивных двигателей во время заправки, работающее по дифференциальной схеме, описано в работе [10]). Суть дифференциального метода заключается в использовании двух датчиков, в котором один датчик («измерительный») измеряет влажность контролируемого материала, а второй («эталонный») содержит этот же материал, но с постоянной влажностью. Измерительное устройство сравнивает выходные сигналы обоих преобразователей. Так как все свойства материала, кроме влажности, одинаковы, результат измерения является функцией одной лишь влажности. Этот способ может обеспечить одновременную компенсацию нескольких возмущающих факторов — температуры, плотности, химического состава и других свойств материала [11-12].

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 52906-2008. Оборудование авиатопливообеспечения. Общие технические требования – М.: Стандартиформ, 2009.- 38с.

2. Думболов Д.У., Галко С.А., Шарыкин Ф.Е., Суслин М.А., Прищепенко В.Ю. Исследования применения объемного резонатора для измерения свободной воды в топливах // Химия и технология топлив и масел. - 2014. - № 4 (484). - С.53-56

3. Думболов Д.У., Елькин А.В., Галко С.А., Шарыкин Ф.Е. Способ, устройство и математическая модель определения расхода топлива, содержащего нерастворенную воду // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. - 2013. - № 12. - С. 30-33

4. Берлинер М.А. Измерения влажности – М.: Энергия,1973. - 400с.

5. ГОСТ 10227-2013 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия – М.: Стандартинформ, 2014.- 15с.

6. ГОСТ 24614-81 Жидкости и газы, не взаимодействующие с реактивом Фишера. Кулонометрический метод определения воды – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 11с.

7. Руководство по аналитической химии.Пер с нем./ под ред. Клячко Ю.А.- М.: Мир, 1975.- 462с.

8. Эме Ф.Н. Диэлектричские измерения. - М.: Химия, 1967. - 224с.

9. Штаерман И.Я. Гиперболические функции.- М.-Ленинград.: ОНТИ ИКТП СССР, 1935.-56с.

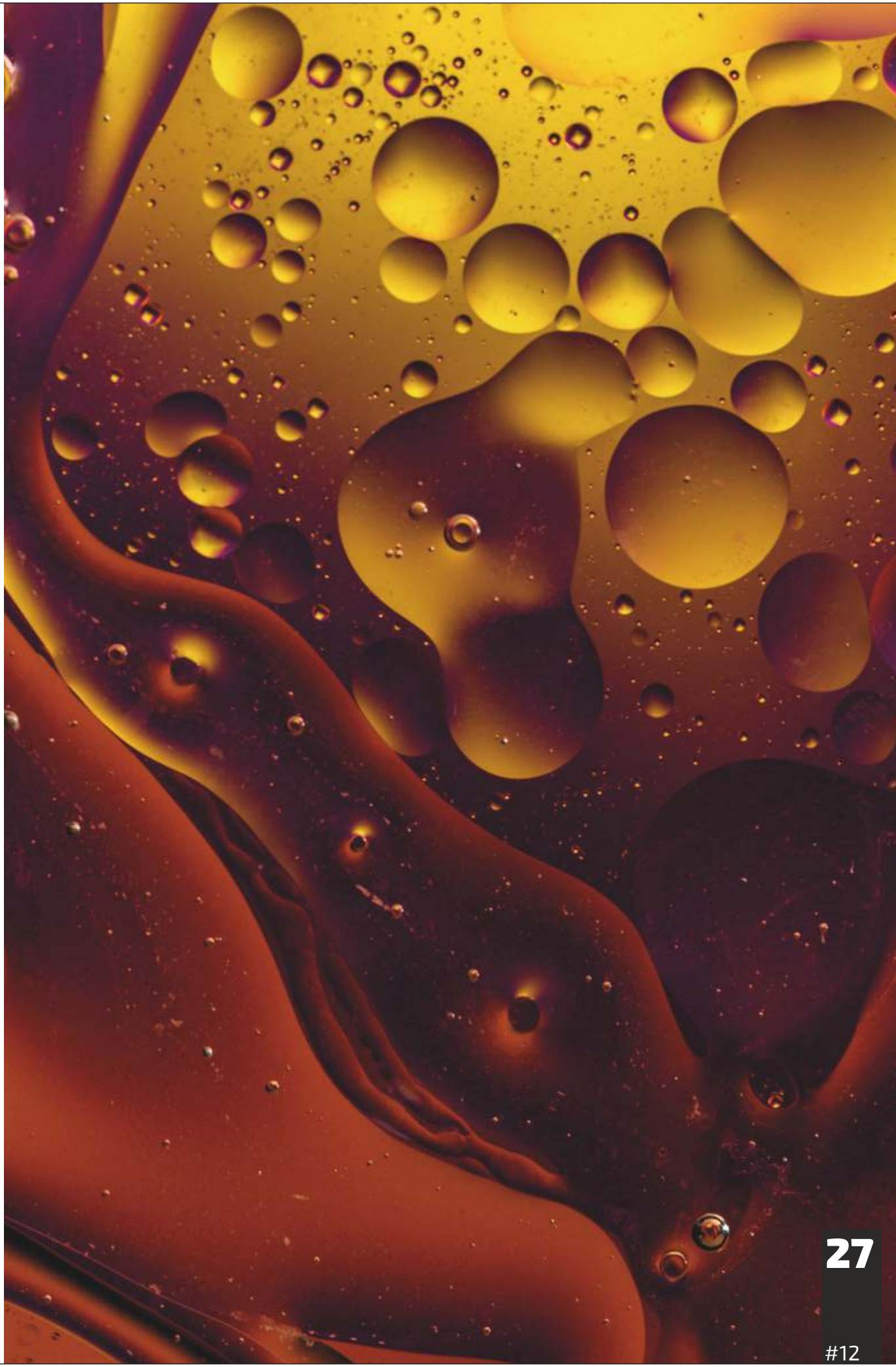
10. Думболов Д.У., Зарукин А.И., Зарецер Я.М., Зайцева А.А. Способ контроля содержания нерастворенной воды в топливах для реактивных двигателей. // Мир Нефтепродуктов. Вестник-Нефтяныхкомпаний. – 2015. - № 11. – С. 28-32

11. US 3774237A,Differential method and apparatus for measuring dielectric constant to determine a condition of a material., Hardway E, 20.11.1973

12. ИсаковичР.Я. Технологические измерения и приборы. - М.:Недра, 1979. - 344с.

Таблица 2- Уравнения описывающие зависимость ε от содержания воды в топливах для реактивных двигателей.

Вид топлива	Температура K°	Уравнение	Объемная доля воды, соответствующая растворимости волы в топливе, φ_p	Диэлектрическая проницаемость абсолютно сухого топлива, найденная из графика (φ=0), $\varepsilon°$
ТС-1	278	$2{,}05+0{,}011\,sh^{-1}(900000(\varphi - 0{,}000038))$	0,000038	2,004
	300	$2{,}036 + 0{,}011sh^{-1}(900000(\varphi - 0{,}000055))$	0,000055	1,986
	320	$2{,}024 + 0{,}0105sh^{-1}(900000(\varphi - 0{,}000068))$	0,000068	1,974
РТ	278	$2{,}033 + 0{,}005sh^{-1}(600000(\varphi - 0{,}000029))$	0,000029	2,016
	300	$2{,}024 + 0{,}005sh^{-1}(600000(\varphi - 0{,}000054))$	0,000054	2,003
	320	$2{,}0055 + 0{,}005sh^{-1}(800000(\varphi - 0{,}000073)$	0,000073	1,982



Разработки и проектирование оборудования очистки и разделения рабочих сред на объектах топливоподготовки и нефтегазового комплекса РФ.

Намазов Мусрет Османович
Генеральный директор ООО «НПП «ЭкоЭнергоМаш»

НПП «ЭкоЭнергоМаш» (г.Казань) имеет многолетний опыт разработок и изготовления различного фильтрационного оборудования для нефтегазовой и нефтехимической промышленности. Начиная с 1999 года, предприятием разработано, изготовлено и поставлено более 4000 единиц изделий различного технологического оборудования для обработки и очистки жидкостей и газов с применением передовых инновационных способов и устройств.

В рамках собственных НИР и ОКР, выполняется большой объем работ по совершенствованию технологий фильтрации, разработки новых фильтрующих материалов и изделий в интересах нефтехимического и нефтегазового комплекса Российской Федерации. В основу работы предприятия положен принцип всестороннего изучения отечественного и зарубежного опыта, сравнительная оценка эффективности различных научных исследований и проектных конструкторских решений по устройствам фильтрующего оборудования. Обязательно проводится глубокий патентный поиск отечественных и зарубежных патентов в заданной области проектирования.

Номенклатура серийных изделий представлена на сайте предприятия -***http://www.eemkzn.ru/***, кроме этого ведутся инновационные разработки и внедрение в производство аппаратов любой сложности по исходным требованиям заказчиков [1, 2].

НПП «ЭкоЭнергоМаш» является разработчиком и производителем самых различных фильтров для очистки жидкостей от твердых включений с размером от 0,5 мкм и более. В том числе фильтроэлементов (ФЭ), на которых можно проводить бесконечное число циклов «фильтрация» – «регенерация», не опасаясь их остановки из-за необратимого закупоривания пор и необходимости замены фильтрующих материалов, фильтры на основе уникальных комбинированных пористых сетчатых материалов (КПСМ), работающих при перепаде давлений до 400 атм. (40 МПа) и температуре до 700°С (кратковременно до 1200°С), и очищающих жидкостный поток в диапазоне 3-150 мкм. Одним из наиболее эффективных методов очистки от эмульсированных жидких примесей являются коалесцентно-фильтрующие устройства КФУ, которые позволяют за один проход удалить из основной жидкости побочную капельную жидкость с размером капель 5 мкм и более.

Предприятием впервые в нефтегазовой отрасли было внедрено и налажено промышленное производство фильтрационного оборудования на основе уникальных отечественных разработок фильтрационного оборудования и фильтрующих материалов, выполненных в научных коллективах бывшего СССР, не нашедших применения в других отраслях промышленности из-за их закрытости т. к. использовались фактически только в оборонных отраслях промышленности[3, 4, 5].

Уникальные комбинированные пористые сетчатые материалы (КПСМ), разработанные в институте энергетического машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана. Основная сфера их применения, – космическая отрасль. Исключительной особенностью фильтроэлементов (ФЭ) на основе КПСМ, является их высокая механическая прочность обеспечивающая возможность длительной эксплуатации без потери своих функциональных свойств и многократная регенерация. Гарантийный срок эксплуатации ФЭ не менее 10 лет, как правило, равен сроку работы фильтрующего аппарата. ФЭ рассчитаны для жестких условий эксплуатации.

Исключительной особенностью ФЭ КПСМ является их высокая надежность, при достижении критических перепадов давлений (30÷50 кг/см^2), не разрушаются, а пластически деформируются, предотвращая тем самым аварийные ситуации на объектах эксплуатации. К базовым преимуществам проницаемых конструкций добавляются:

- длительный срок эксплуатации без замены;
- регенерация в условиях заказчика в системе;
- сохранение функциональной способности при потере устойчивости ФЭ;
- подача очищаемой среды с любой стороны;
- лёгкость и быстрота замены.

Стандартная схема подготовки нефти с использованием гравитационного разделения водонефтяных эмульсий, оказывается малоэффективной даже при применении термохимических

Рис 1 Металлические фильтроэлементы (КПСМ) из спеченных сеток.

методов разделения. В то время как современные тенденции показывают, что требования к качеству подготавливаемой нефти и воды будут только возрастать. Так, например, требования к воде системы ППД ужесточаются по нефти до 10-15 мг/дм. Абсолютно очевидным становится тот факт, что традиционными способами добиться такого высокого качества подготовки чрезвычайно сложно и мало рентабельно, а по твердым взвешенным частицам до 90% с дисперсностью 2-5 мкм.

Для решения указанной задачи в ООО НПП «ЭкоЭнергоМаш» были разработаны коалесцентно-фильтрующие устройства (КФУ), которые представляют собой совокупность олеофильных и гидрофильных пористо-ячеистых материалов с фиксированной пористо-ячеистой структурой, с открытой пористостью не менее 98%. Необходимо отметить, что применение так называемых коалесцентных фильтров в практике нефтеподготовки и нефтепереработки известно достаточно давно. Однако эффективность этих технических решений ограничивалась либо невысокой производительностью, либо невысокой степенью разделения воды и нефти (или нефтепродукта). Применение же уникальных материалов в сочетании со знанием законов гидродинамики и коллоидной химии позволило достичь максимального эффекта при сохранении большой производительности аппаратов. Еще в 2007 году на нефтеперерабатывающем заводе, нами была проведена опытная эксплуатация дегидратора дизельного топлива с тремя последовательно расположенными элементами из пористого поливинилформаля (ППВФ). Трехлетняя эксплуатация этого дегидратора показала отличные результаты по удалению воды из дизельного топлива и что характерно, замена элементов из пористого поливинилформаля не требовалась. Выявился эффект самоочищения ППВФ дегидратора, вместе с водой удалялись также, и большая часть механических примесей вместе с асфальтосмолистыми загрязнниями.

Спиральные (фильтроэлементы пружинные Крапухина (ФЭП), были разработаны в лаборатории технологических процессов института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, под руководством Крапухина В.Б. для нужд атомной промышленности.

Основное отличие ФЭП от известных фильтрующих материалов и элементов состоит в том, что они свободны от главного их недостатка - от необратимого закупоривания пор. ФЭП способны работать в режиме «фильтрация-регенерация» без замены не менее 10 000 циклов. В ФЭП достигается возможность полного восстановления фильтрующих свойств элементов после каждого цикла фильтрация- регенерация.

Неотъемлемой частью большинства технологических процессов, является очистка значительных объемов жидкости от дисперсной фазы (механические примеси, жидкой фазы - в большинстве процессов капли воды, газы)

С точки зрения современных научных представлений высокоэффективные технические устройства для очистки жидкостей должны быть сконструированы в виде многоступенчатой системы средств очистки, в которой каждая ступень работает в своей рекомендуемой зоне размеров дисперсного состава загрязнений. Фильтрующие элементы должны обеспечивать заявленные номинальную тонкость фильтрации и пропускную способность, максимально возможную грязеемкость и достаточную прочность.

Для отечественных предприятий авиатопливообеспечения такая постановка задачи очистки авиатоплив актуальна по настоящее время. В отличии от зарубежных технологических схем очистки, отечественное оборудование значительно устарело, принципиальный подход к оборудованию и структурной схеме очистки также требует коренного преобразования.

Ведущие зарубежные компании FACET, FRAM, FAUDI, VELCON давно уже отработали и успешно эксплуатируют оборудование и технологические схемы авиатопливообеспечения в ведущих аэропортах западных стран. Типовая схема авиатопливообеспечения фирмы VELCON представлена на рис. 2.

Принципиальное отличие этой схемы, от отечественных технологических схем авиатопливообеспечения заключается в том, что в многоступенчатой системе средств очистки, в начале схемы обеспечивается удаление воды из авиатоплива аппаратом дегидратором (Dehydrator), и это имеет огромное значение для значительного повышения эффективности фильтрации. В отечественной литературе описаны механизмы очистки авиатоплив от воды, и установлено, что каждая микро капля воды по своей оболочке, на границе раздела фаз одета в «шубу» мелких механических частиц [6]. Отделяя воду в начале схемы очистки, с водой удаляется значительное количество механических примесей. В технологических схемах топливоподготовки аэропортов США, перед дегидратором дополнительно (обязательно) устанавливается еще один эффективный аппарат типа гидроциклона, который удаляет до 80% механических примесей и воды, причем вода не только эмульсионная, но и свободная (подтоварная). Вторым принципиальным отличием зарубежных схем топливоочистки является полное отсутствие целлюлозных фильтрующих элементов, которые в принципе не соответствуют спецификации API/IP1581[7]

Наше предприятие, НПП «ЭкоЭнергоМаш», разработало и испытало высокоэффективные аппараты типа гидроциклонов (Фильтр-циклон ФСЖ-Ц-250) и дегидраторов, и способно оснастить ими отечественные топливо-заправочные компании в полном объеме. Например, устройство полностью удаляет из авиатоплива частицы кварца (песок) размерами 30 мкм и более, и капли воды диаметром 50 мкм и более. Отличительная особенность устройства, отсутствие сменных элементов обуславливает высокую рентабельность эксплуатации таких аппаратов.

Разработка современных высокоэффективных устройств очистки жидкостных и газовых потоков требует предварительного изучения дисперсной структуры загрязнений.

Главным фактором выбора эффективных устройств очистки жидкостей (газов), имеющих минимальную стоимость, является технологический аудит производственных условий эксплуатации, создаваемого фильтро-сепарационного оборудования (ФСО), в настоящее время такой аудит как правило не проводится, потребители приобретают оборудование на основе информации каталогов, без учета реальных условий производств, что приводит к существенным эксплуатационным затратам при эксплуатации ФСО.

В нефтегазовой промышленности, при добыче и переработке нефти и газа, для разделения не смешивающихся жидкостей (эмульсий) до настоящего времени основным типом внутренних устройств разделителей ФКА (фильтрующе-коалесцентных аппаратов) являются, насадки (демистеры) на основе микросетчатых технологий с контактной поверхностью, не превышающей 1200 $м^2/м^3$ насадки.

Для обезвоживания светлых нефтепродуктов - (бензин, дизтопливо, керосин, сжиженный газ),традиционно, до сих пор, используются коагулирующие и фильтрующие ФЭ (картриджи на основе бумаги) из целлюлозы, стекловолокна и их комбинаций, которые давно уже устарели.

Недостаток отечественных ФЭ (картриджи) на основе стеклобумаги и целлюлозы, крайне низкая устойчивость при фильтрации эмульсий с содержанием воды в нефтепродуктах выше 100мг/л вымывание частиц (волокон) фильтрующего полотна, что отражается в нормативных документах практически всех Российских производителей ФЭ для фильтрации авиационного керосина и дизтоплива. На рис.3 приводятся фотографии разрушенных коагулирующих ЭФК и накопленный слой вымываемых волокон из ФЭК на внешней стороне ЭС.

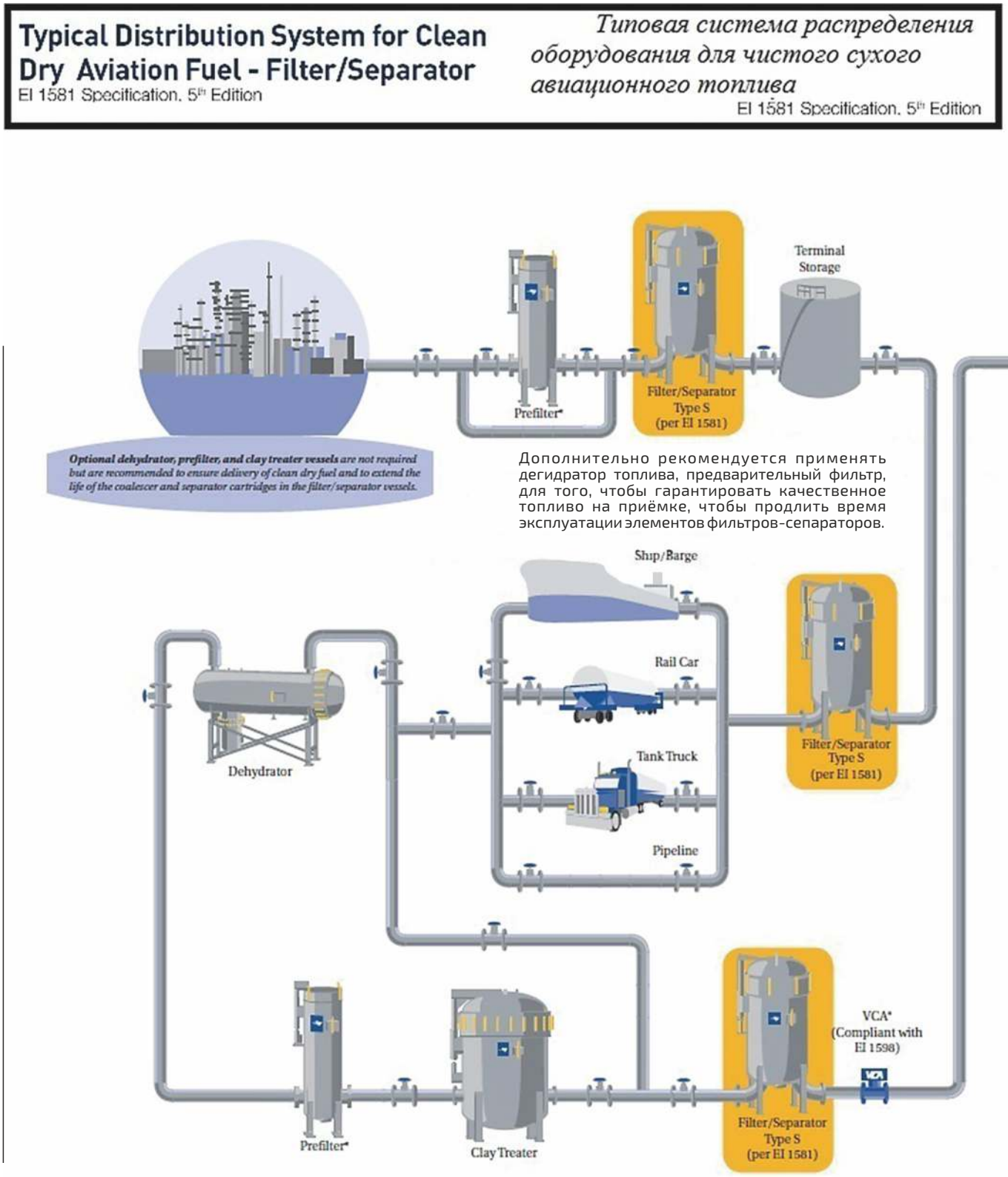


Рисунок 2. Типовая схема авиатопливообеспечения фирмы VELCON.

Строго говоря, недостаточная эффективность ФЭ и ЭФК с целлюлозными фильтрующими бумагами из-за их невысокой прочности, определена зарубежными и отечественными исследованиями более 40 лет назад. Зарубежные потребители через спецификации и стандарты поставили ограничения по условиям испытаний и отказались от применения целлюлозных фильтрующих бумаг. А в отечественных ГОСТ-ах наоборот, утвердили допустимый показатель вымываемости волокон при фильтрации 10-15 волокон на 100 мл пробы и одновременно ввели ограничения по исходным допустимым концентрациям загрязнений, которые проконтролировать в процессе эксплуатации не возможно. Это значит, что пропуская через ФЭ или ЭФК идеально чистое топливо, на выходе мы будем иметь топливо, загрязненное фрагментами разрушения фильтрующего материала и ранее отфильтрованными частицами, волокнами и частицами пропиточных смол, т.е. процесс имеет отрицательную эффективность. Таким образом, отечественные ФЭ и ЭФК не соответствуют главным критериям фильтрации и по своей сути являются только МАКЕТАМИ фильтроэлементов.

В соответствии с ГОСТ Р 52906-2008 [7], со специальными требованиями, пункт 5.8.10, устанавливаются предельные значений концентрации механических примесей и воды в топливе на входе в фильтроэлементы (ФЭ). Не допускается использование элементов при исходной концентрации загрязнений более 0,05 г/дм^3 и содержании свободной воды более 0,05 % масс. Для элементов, фильтрующих коагулирующих (ЭФК) необходимо обеспечить содержание свободной воды в авиатопливе на входе в него не более 0,05% масс в течение 30 минут, а при концентрации свободной воды на входе 0,01% масс – не более 60 минут (при номинальной подаче топлива). Следует отметить, что требования международного стандарта по спецификации API/IP1581 [8] к испытаниям более жесткие: - фильтроэлементы должны сохранять работоспособность при кратковременных увеличениях содержания воды в топливе (до 3% в течение 30 минут). В этом случае моделируются условия эксплуатации ФЭ приближенные к реальным эксплуатационным условиям. Исследования отечественных ученых также показывают недостаточную эффективность элементов ЭФ ЭФК. Еще в

Рис.3 Примеры разрушений полотна ФЭ, ЭФК, отложений волокон вымываемых с ФЭК на поверхности ФЭС.

2013г, в статье сборника ассоциации [9], подробно изложены факторы влияния на фактическое состояние ФЭ в процессе эксплуатации и методы контроля состояния ФЭ по показателю «Герметичность» (ГОСТ Р 50554-93). По исследованиям автора, к концу эксплуатации, размер максимальных пор ФЭ увеличивался с 9 мкм до 57 мкм. Это означает полную непригодность таких фильтров для применения в авиатопливообеспечении.

Изменить ситуацию в 2000-х годах пыталось МО РФ, заказывая НИР по новым фильтрующим материалам, но вероятно не тем заказывали, результат нулевой. Зарубежные компании успешно разработали испытали и внедрили в практику многослойные волокнистые полимерные фильтрующие перегородки, которые по настоящее время составляют основу фильтрующих перегородок, используемых ФЭ. Фильтрующий материал в них представляет собой многослойную перегородку из гидрофобных полимерных волокон, заключённую в каркасные сетки, что позволяет этот материал гофрировать также, как и традиционные фильтроматериалы. В нашей стране также предпринимаются попытки создания аналогичных тонко-волокнистых полимерных материалов, но из-за высокой стоимости производства распространения они не получили. Создание композиционных фильтрующих материалов, на основе нановолокнистых мембран, полученных методом электроформования, позволяет улучшить структурные и эксплуатационные характеристики мембраны как функционального слоя композитного фильтрующего материала [10].

Обводненность нефтепродуктов при нефтепереработке колеблется в очень широких пределах: от 0.005÷0.5%, поэтому применение ЭФ и ЭФК выпускаемых предприятиями: «Элион-2», НПО «Агрегат», ООО «УралТехфильтрИнжиниринг» могут эксплуатироваться в весьма узком диапазоне исходной обводненности топлив и как показала наша практика и исследования, не превышающей 0.01% (100ppm.) «Элион-2» указывает начальную обводненность от 0.05% (500ppm), по факту уже при обводненности начальной более 0,02% (200ppm), запираются и на выходе вместо 0.0015% (15ppm) получаем не менее 0.005% (50ppm), при входной 0.05% (500ppm), на выходе получаем не менее 0.02% (200ppm).

НПО «Агрегат», ООО «УралТехфильтрИнжиниринг», могут обеспечивать обводненность топлив 0.0015% (15 ppm) при входной концентрации не более 0.015% (150ppm).

Информация, приведенная в рекламных каталогах не содержит такой важный параметр для какой вязкости приведены расходы при заданной тонкости фильтрации, что практически не позволяет правильно выбрать ФЭК и ФЭС. Указанные данные номинальной тонкости фильтрации ФЭ и ЭФК соблюдаются только в начале эксплуатации, до достижения перепада давления 0,4 кгс/см^2. Дальнейшая фильтрация топлив через эти фильтроэлементы уже не допустима в связи с потерей заявленной тонкости фильтрации.

Приводить производительность по фильтрации топлив при перепаде 0,05-0,1 кгс без учета вязкости и бессмысленно (!!!), т.к. коэффициент фильтрации углеводородных топлив очень сильно зависит от динамической вязкости, производители ФЭ в своих каталогах не указывают для какой вязкости приведены соответствующие расходы! Практически ЭФК можно использовать только в строго ограниченных условиях, при обводнености не более 0.01%.

Как указывалось, выше, применение сепарирующих элементов (демистеров) при содержании воды менее 100 мг/л не, позволяет добиться нормативных требований остаточного содержания воды менее 15 ppm. Применение ФЭК на основе стеклобумаги и

целлюлозы экономически нецелесообразно, из-за большого числа ограничений к фильтруемой жидкости и по показателям вымываемости волокон.

В настоящее время наиболее подходящий материал для коалесцентных фильтров, это комбинированные нетканые материалы на основе полиэфирных полотен и ретикулированный ППУ (пористый полиуритан), пористый поливинилформаль ППВФ, последние, пожалуй, самый лучшие материалы для коалесценции светлых нефтепродуктов, большая исключительно однородная пористость и как следствие большая площадь поверхности, практически полное отсутствие выноса материала, режимы, позволяют получить конечную обводненность не более 0,001% (10ppm), при исходной обводнености топлив до 0,5% (5000ppm).

Как показала наша практика, эксплуатации фильтро-сепарационного оборудования для предварительной очистки светлых нефтепродуктов от механических примесей экономически целесообразным, является использование аппаратов гидроциклонного типа, сетчатых и пружинных ФЭ, наиболее предпочтительным является использование ФЭ из материалов КПСМ. ФЭ КПСМ представляют собой объемную сетку без несущего каркаса (отсутствует внутренний несущий перфорированный цилиндр), за счет такой конструкции производительность по фильтрату в 1,5÷1,7 раза выше.

При эксплуатации таких фильтров крайне важно производить своевременную регенерацию ФЭ не допуская граничных перепадов давления Δp_{max}.

Для пористо-ячеистых материалов, это приводит к необратимой кольматации (закупорки пор) и фактически к необходимости замены ФЭ (как вариант восстановление на специальных ультразвуковых установках, что крайне проблематично по имеющемуся опыту эксплуатации фильтрационного оборудования на промышленных предприятиях).

Для сетчатых материалов такое требование также важно т.к. при достижении граничного Δp_{max} происходит деформация ячеек на фильтре, полотно сетки начинает деформироваться, ячейки теряют свою форму, что приводит к местному увеличению размеров проходных отверстий металлической сетки и после предельного количества регенераций тонкость фильтрации не соответствует паспортным данным и может на порядки отличаться от первоначальной (паспортной).

Для устранения эффекта увеличения размеров проходных сечений применяют спекание узлов сетки после переплетения. Применение синтерированных сеток (сетки со спеченными узлами - ФЭ КПСМ) исключают деформацию проходных отверстий.

НПП «ЭкоЭнергоМаш» в течение 2007÷2012 г.г. совместно с ОАО «ТАТНИПИнефть» был выполнен большой объем НИР и ОКР по разработке различного фильтро-сепарационного оборудования и выбора оптимальных схем фильтрации и фильтрующих материалов с целью подготовки воды для заводнения нефтяных пластов и обезвоживания нефти и нефтепродуктов.

Нами проводилось большое количество экспериментов по фильтрации авиационных керосинов, и дизельных топлив, для обезвоживания светлых нефтепродуктов (авиационный керосин, дизтопливо, ШФЛУ, ЛДФ (легкая дизельная фракция), сжиженные газы и.т.п.

В основе процесса коалесценции на фильтрующем материале лежат явления адгезии и смачивания. Отличительной особенностью сорбционной очистки является эффективная работа при любых концентрациях, в том числе и весьма малых.

В общем случае, на устойчивость разбавленных эмульсий в отсутствие эмульгатора будут оказывать влияние поверхностное натяжение, которое стремится вызвать коалесценцию, тем самым уменьшая величину свободной поверхностной энергии, и броуновское движение, которое оказывает значительное влияние на капли размером менее 4 мкм.

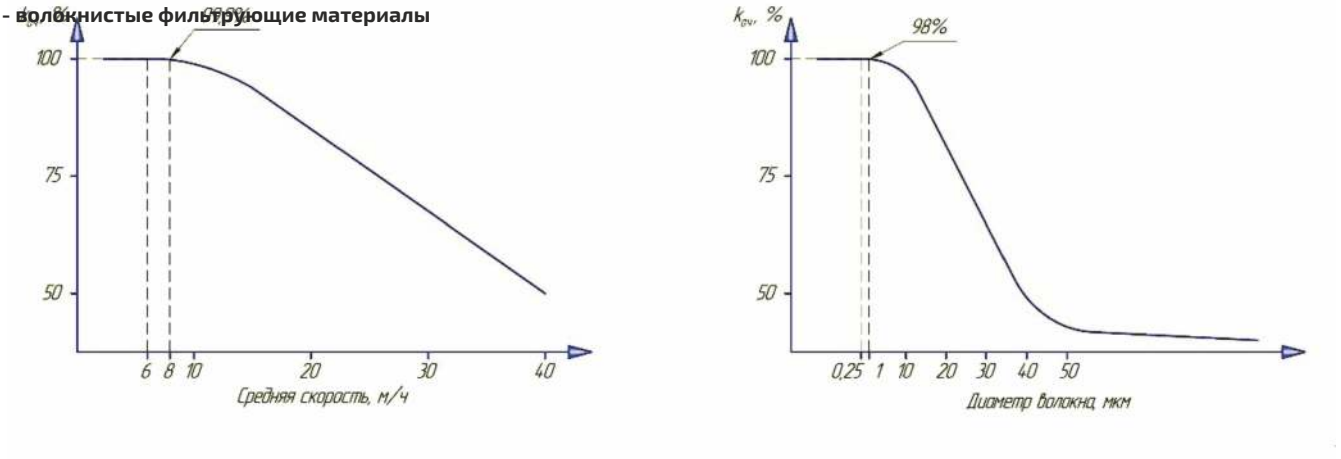
При увеличении скорости потока эмульсии через аппарат эффективность очистки падает в результате проскока капель в фильтрат и дробления капель дисперсной фазы при соударении с материалом загрузки. С ростом свободного объема в загрузке насадки увеличивается эффективность очистки, не происходит дробления капель при прохождении через материал насадки, она оказывает малое гидравлическое сопротивление. Все это приводит к заключению о перспективности применения волокнистых нетканых материалов в качестве коалесцирующей загрузки.

На рис.4 приводится обобщенная характеристика зависимости процесса коалесценции от различных факторов: скорости фильтрации, диаметра волокна ФТ (диаметра пор), свободный объем (открытая пористость), размер капель, сорбционной способности ФМ по воде, и углеводородам.

В соответствие с обобщенными характеристиками осуществлялся выбор материалов, подбиралась скорость фильтрации.

Оценка влияния параметров фильтрующих (1) и коагулирующих (2) материалов на эффективность очистки топлив

1 - волокнистые фильтрующие материалы



2 - коагулирующие пористые полимерные материалы

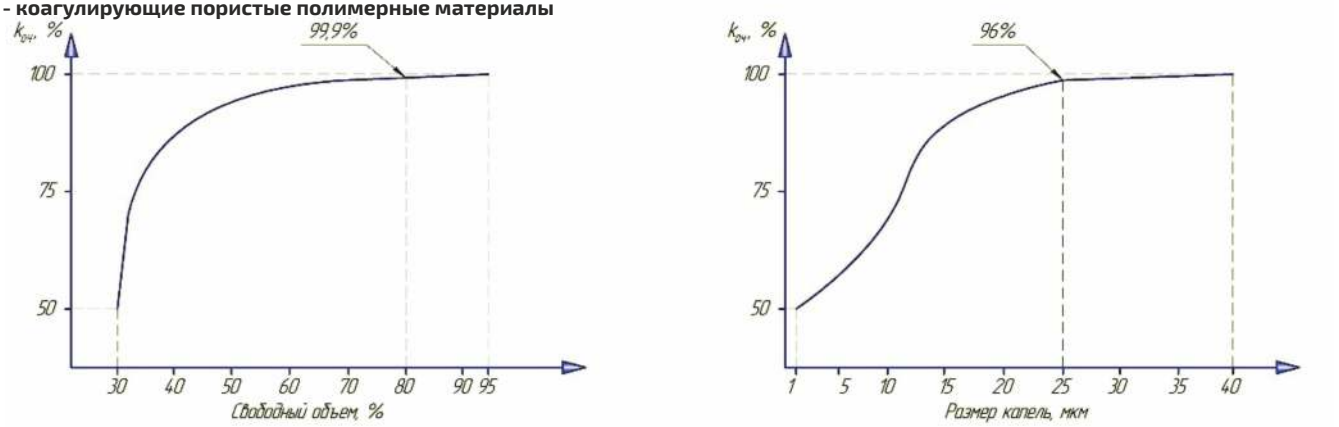


Рис.4 Зависимости в исследованиях по выбору оптимальных параметров по коэффициенту очистки, эффективности функционирования: 1- волокнистых фильтрующих материалов, и 2-коалесцентных (коагулирующих) пористых полимерных материалов.

В целом по результатам наших НИР и ОКР были выработаны рекомендации оптимальных режимов фильтрации для проектирования эффективной фильтрующих и коалисцирующих устройств ФКА и ФЭ по выбору фильтрующих материалов:

1. В качестве предфильтров (фильтров механической очистки) наиболее экономически целесообразно применение регенерируемых ФЭ на основе металлических сеток, КПСМ, пружинных ФЭ.
2. Расчет площади фильтрации ФЭ должен проводиться с учетом скорости фильтрации не более 2 мм/с (эксперименты проводились при скоростях от 0,3-6 мм/с (1÷20 м/час), предпочтительная не более 1,7 мм/с (6 м/ч);
3. Для коалесцентных ФЭ наиболее предпочтительные материалы, полиэфирные ФТ, поливинилформаль, ретикулированный ППУ, обладающие открытой пористостью не менее 80÷85%, сорбционными свойствами, практически отсутствием выноса материалов, высокой механической устойчивостью и химической устойчивостью к растворителям (УВ).

Применение поливинилформаля, и сорбционного ППУ позволяет добиться обводненности не более (0,0002%) 2 ppm.

Используемая литература

1. **Намазов М.О.** «Новые технологии фильтрации для нефтегазовой промышленности» Ж-л Neftegaz.RU, №6, 2014г., Стр78-81.
2. **Намазов М.О.** Доклад «Энергосбережение - ключ к возрождению России», Сборник докладов. Международная НТК «Инновационные технологии освоения ресурсов углеводородного и неуглеводородного сырья в XXI веке», Оренбург, 2008 г.
3. **Намазов М.О.** «Особенности процесса подготовки нефти на объектах ОАО «ТАТНЕФТЬ» при применении коалесцентно-фильтрующих устройств ООО НПП «ЭкоЭнергоМаш». Сборник докладов на конференции «Особенности процесса подготовки нефти на объектах ОАО "Татнефть"» 2008 г.
4. **Намазов М.О. и др.** Доклад на конференции, «Особенности процесса подготовки нефти на объектах ОАО «ТАТНЕФТЬ» при применении коалесцентно-фильтрующих устройств НПП «ЭКОЭНЕРГОМАШ», Казань, 2008г., ***http://www.eemkzn.ru/*** .
5. **Намазов М.О.** Статья, «Фильтро-сепарационное оборудование для крупных объектов» Федеральный деловой журнал «ТСР» Выпуск № 1-2(120-121) (январь-февраль) от 06.03.2017 г., ***www.tsr-media.ru***
6. **Рыбаков К.В., Жулдыбин Е.Н., Коваленко В.П.,** «Обезвоживание авиационных горюче-смазочных материалов», М., Транспорт, 1979, 181 с.
7. ГОСТ Р 52906-2008 «Оборудование авиатопливообеспечения. Общие технические требования» ГОСТ Р 52906-2008. - М.: Госстандарт России, 2008.
8. Спецификации API/IP1581, 2002., 44стр.
9. **Браилко А.А., Смульский А.В.** Оценка остаточного ресурса фильтроэлементов, сборник ОАТО ВС ГА №8, 2013г.,стр.66-69.
10. **СмульскаяМ.А., ФилатовЮ.Н.,** Оптимизация структуры композиционного материала на основе мембран, полученных методом электроформования. Журнал «Химические волокна», №3, 2017г., стр 60-65.

Импортозамещение общая забота организаций авиатопливообеспечения

Галко С.А.
Начальник отдела ФАУ «25ГосНИИ Минобороны России», кандидат технических наук, доцент

Сыроедов Н.Е.
Ведущий научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», кандидат технических наук, доцент

Шарыкин Ф.Е.
Старший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ Минобороны России», аспирант

Махмудбекова Э.Г.
Младший научный сотрудник
ФАУ «25 ГосНИИМинобороны России», аспирант

В настоящее время Центром стратегических разработок гражданской авиации с участием Ассоциации ОАТО ВС ГА подготовлена Дорожная карта введения в Российской Федерации нормативного документа ИКАО (док.9977) «Руководство по поставам реактивного топлива в гражданской авиации» [1]. В этом документе предусматривается повышение требований к мониторингу и чистоте реактивного топлива на всех этапах поставки от НПЗ до баков воздушных судов. В Руководстве [1] регламентируются положения по обеспечению чистоты реактивного топлива за счет комплекса мероприятий со ссылкой только на зарубежные нормативные документы, в которых за основу очитки топлива предусматривается применение фильтров, фильтромониторов и фильтров-водоотделителей зарубежного производства.

В системах авиатопливообеспечения широкое применение находят в основном фильтры и фильтры-водоотделители, в которых используются фильтрующие, коагулирующие и сепарирующие материалы зарубежных производителей. Учитывая угрозы ужесточения санкций против России и возможные срывы поставок фильтрующих, коагулирующих и сепарирующих материалов зарубежных производителей, возрастает вероятность существенного сокращения выпуска отечественных средств очитки топлива. Поэтому создание технических средств очистки топлива с фильтроэлементами из отечественных материалов является актуальной проблемой для гражданской и государственной авиации.

Анализ данных показывает, что около 70% эксплуатационных отказов и сопровождающих их материальные потери связаны с использованием ГСМ не соответствующих нормативным требованиям. Одной из существенных причин ухудшения эксплуатационных свойств ГСМ является загрязнение их твердыми частицами механических примесей и эмульсионной водой. Важными мероприятиями на перспективу, в том числе и при введении в России положений Руководства ИКАО [1] в ходе реализации Дорожной карты, является объединение усилий организаций авиатопливообеспечения гражданской и государственной авиации, научных организаций и производителей средств очистки топлива по поиску возможности создания отечественных фильтрующих, коагулирующих и сепарирующих материалов нового поколения, оценки их свойств, в том числе по минимальной электризации топлива.

Актуальность объединения усилий перечисленных организаций заключается также в том, что в настоящее время в силу объективных причин трудно надеяться на государственные органы (Росавиа, Минобороны) в финансировании НИОКР по созданию отечественных фильтрующих, коагулирующих и сепарирующих материалов. Произошедшие изменения форм собственности топливозаправочных компаний в гражданской авиациии, передача имущества и объектов авиатопливообеспечения служб авиаГСМ, а также функций по поставкам топлива и ответственности по заправке топливом воздушных судов военного назначения аутсортинговым формированиям ведущих нефтяных компаний на аэродромах государственной авиации фактически изменяют ситуацию и переносят ответственность также за развитие и совершенствование оборудования авиатопливообеспечения на новых собственников.

На Рис.1 приведена разработанная нами общая схема обеспечения чистоты топлива на всех этапах поставки от НПЗ до баков воздушных судов государственной и гражданской авиации с предлагаемым уровнем очистки от твердых механических примесей и эмульсионной воды.

В современных схемах обеспечения чистоты топлива [1] предусматривается применение: фильтров тонкой очистки, микрофильтров, фильтрокоагулирующих или коагулирующих, сепарирующих элементов. Относительно новыми для России, учитывая зарубежный опыт, могут рассматриваться так называемые очистители. Они обеспечивающие очистку топлива от жидких примесей, которые могут оставаться в топливе за счет добавления противотурбулентных жидкостей при транспортировании по трубопроводам нефти для сокращения трения из-за вязкости, т.е. для повышения скорости транспортирования, а также при производстве топлив при более углубленной переработке. За рубежом уже находят применение очистители с элементами, заполненными природным минералом-атапульгитовой глиной, в России таких минералов не выявлено, по-видимому требуется разработка специального продукта с аналогичными свойствами.

На рис.2 показан принцип работы, точнее стадии очистки топлива. В фильтрующих слоях происходит очистка от твердых частиц загрязнений и в зависимости от размеров поровой структуры происходит также дробление капелек воды. Чем больше тонкость фильтрации, тем получаются меньше капли и их сложнее собрать в коагулирующих слоях тех же размеров. Требуется подбор новых материалов, чтобы на выходе получались «калиброванные» капли 100 микрон, которые не уносятся потоком далее, а осаждаются в отстойник(так рассчитаны скорости потока в корпусе фильтра). Это одна из задач при создании коагулирующих материалов нового поколения.

Можно отметить и другие задачи. На рис.3. показана увеличенная картинка (фото) процесса коагуляции при тестовых испытаниях, на котором необходимо остановиться для объяснения проблемы заправки авиатехники в Арктической зоне. При переходных процессах (день–тепло, ночь-мороз) вместо капелек будут образовываться сосульки, заправка не может быть выполнена, самолет не готов к полету и т.д. Требуются новые технологические решения, в том числе по фильтрующим и

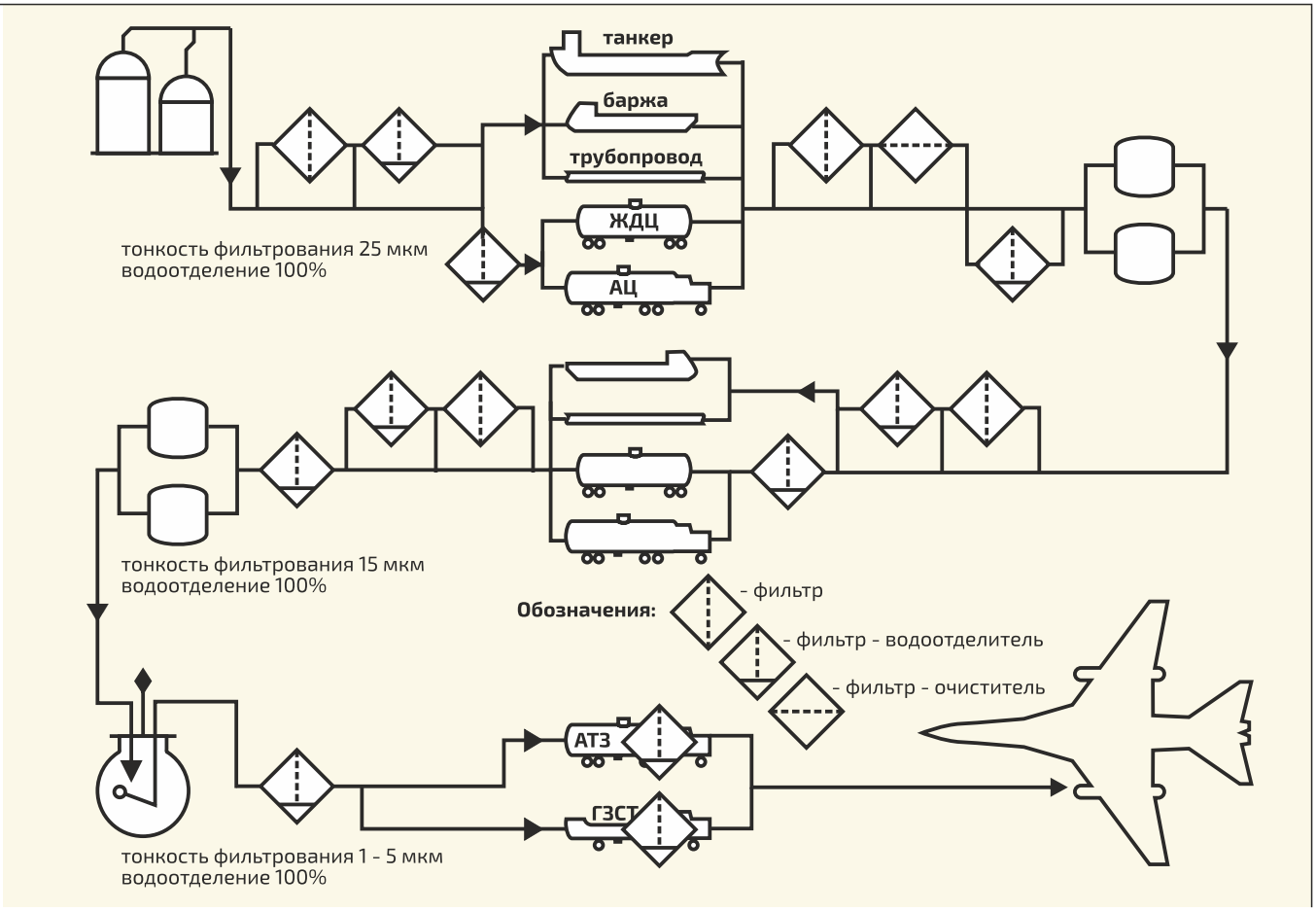


Рис. 1 Предлагаемая общая схема обеспечения чистоты авиатоплив

коагулирующим материалам.

Из-за относительной дешевизны наибольшее применение в России нашли фильтровальные бумаги (ФБ), изготовленные из целлюлозных волокон и пропитанные специальными смолами и клеящими составами. За рубежом находят применение и другая сырьевая база и другие материалы.

В РФ фильтровальную бумагу выпускали ранее четыре предприятия:

1. ОАО «Волжский НИИ целлюлозно-бумажной промышленности» (Республика Марий Эл, г. Волжский);
2. ОАО «Косинская бумажная фабрика» (Кировская обл. г.Косино);
3. АО «Красногорская экспериментальная бумажная фабрика» (г.Красногорск, Ленинградской обл.).
4. ЗАО НПП «Фильтровальные бумаги», г.Отрадное, Ленинградской области.

Первое и второе предприятие выпускают продукцию небольшими партиями, что снижает ее конкурентоспособность, и имеют проблемы с технологиями пропитки бумаги связывающими составами. Третье предприятие кроме аналогичных проблем имеет старое изношенное технологическое оборудование, что в свою очередь снижает качество конечной продукции. Четвертое предприятие является наиболее перспективным развивающимся предприятием с производительностью 3 тонны в сутки. В настоящее время отечественные предприятия-изготовители фильтров авиационной и оборонной техники потребляют около 5 тысяч тонн в год специальной фильтровальной бумаги.

На территории бывшего СССР единственное предприятие, производившее качественную мелкопористую фильтровальную бумагу - Херсонский ЦБК (Украина) в настоящее время не работает и находится вне России. Все потребности в данном сырье покрываются за счет его импорта от зарубежных фирм – Бинцер, Алстром, Холлинг Ворс и др. по стоимости значительно превышающей цены ранее выпускавшихся у нас бумаг. Таким образом, следует подчеркнуть, что с конца 90-гдов, все отечественные фильтроэлементы выпускаются только из зарубежных фильтровальных бумаг. Данное обстоятельство значительно повышает стоимость отечественных фильтров, наиболее сменяемых средств заправки и ставит в зависимость обеспечения нашей техники фильтроэлементами от иностранных поставщиков сырья, что особенно неприемлемо для Министерства обороны. Актуальность проблемы импортозамещения в области средств очистки моторных топлив специалистами института поднимались на заседании «Круглого стола» Международного форума «Армия-2016», на котором были поддержаны поисковые проработки и необходимость работы совместно с отечественными предприятиями в ближайшей перспективе [2]. По нашим оценкам, в ближайшие годы объемы потребления фильтровальных бумаг может возрасти в 2-3 раза. Необходимо возобновить также промышленный выпуск коагулирующих и сепарирующих материалов, которые сейчас не выпускаются, что в значительной мере обостряет эту проблему.

Следует отметить, что специалистами института к настоящему времени уже сделан определенный задел, в том числе проведен поиск потенциальных производителей или имеющих свои проработки по проблемным направлениям, хотелось бы расширить круг понимающих проблемы и готовых участвовать в этой работе. Проводятся активно мероприятия по совершенствованию исследовательской и лабораторной базы для проведения всего комплекса исследований и испытаний новых материалов и новых средств. Уже начаты работы по отбору фильтрующих материалов с оценкой комплекса их свойств, в том числе эффективности очистки от загрязнений и минимально электризовать топливо. Желательно расширить поиск и подготовить совместно с членами Ассоциации ОАТО ВС ГА программу дальнейших работ.

Литература

1. Документ ИКАО (док.9977) «Руководство по поставам реактивного топлива в гражданской авиации».
2. **Галко С.А., Сыроедов Н.Е.** Проблемы импортозамещения в области средств очистки топлива. (Тезисы доклада)

Рис. 2. Принцип работы фильтра коагулирующего элемента

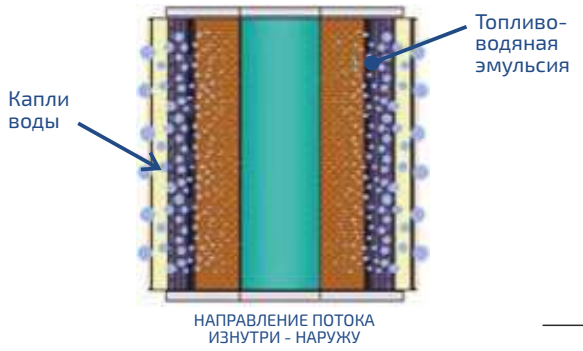
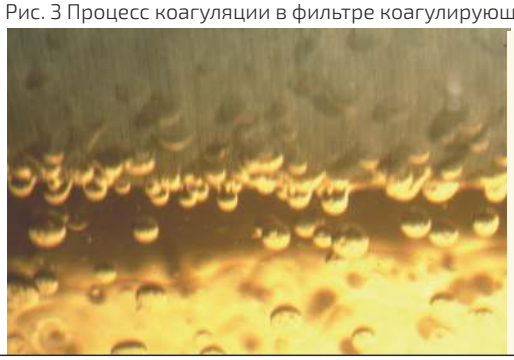


Рис. 3 Процесс коагуляции в фильтре коагулирующем элементе



Цифровая экономика топливозаправочных комплексов аэропортов

«Электронная (цифровая, веб, интернет) экономика – экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях.»
https://ru.wikipedia/org/wiki

Громов Владимир Константинович
Советник Генерального директора ООО «Туполев Сервис»

В ряду современных реалий, наибольшую актуальность приобретает цифровая экономика. Сразу же оговоримся, цифровая экономика сама по себе существовать не может. Первичной, всё-таки, является реальная экономика с ее сырьевым сектором, производством, транспортом, логистикой и сельским хозяйством. По мнению авторов, на сегодня цифровая экономика не является целостной экономикой, а представляет собой сектор реальной, придающий большую динамику производства, прозрачность учета и распределения.

Рассматривая термин «цифровая экономика» под углом микроэкономического уровня экономики, то есть в масштабах топливозаправочного комплекса аэропорта гражданской авиации (далее ТЗК) как предприятия, приходим ко вполне логичному определению – это экономическая деятельность по подготовке топлива к заправке и заправку воздушных судов (далее ВС) с применением цифровых технологий и интеграцией интернета, как способа передачи данных. То есть вся логистика ТЗК переводится на цифровые технологии с применением интернета, как коммутационного средства, для обеспечения всех технологических и производственных процессов.

Для системного понимания вопроса, предлагаем вашему вниманию схему организации корпоративного управления ТЗК аэропортов. Из предложенной схемы становится ясно, что на уровне управления складами ГСМ достаточно использовать стандартные контрольно-измерительные приборы и промышленные контроллеры, объединенные в локальную сеть по стандарту CAN (англ. *Controller Area Network* — сеть контроллеров). Стандарт промышленной сети CAN, прежде всего, ориентирован на объединение в единую сеть различных преобразователей (датчиков), контроллеров и исполнительных устройств. Таким образом, используя стандарт CAN, мы создаем локальную вычислительную сеть управления складскими и заправочными операциями.

Передача данных на последующие уровни управления ТЗК (производство, предприятие и вертикальные интегрированные нефтяные компании (ВИНК) осуществляется с помощью технологий Интернет (англ. *Internet*), как системы объединённых локальных компьютерных сетей передачи информации. Технологии Интернет построены на базе стека (семейства) протоколов TCP/IP и являются открытыми, а это значит, что вся специальная информация о протоколе издана и может быть свободно использована специалистами и пользователями.

Все цифровые приложения на всех уровнях управления ТЗК аэропорта являются стандартными программно-аппаратными комплексами с набором технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких сходных задач управления и широко представлены на рынке России. Программно-аппаратный комплекс состоит, соответственно, из двух основных частей: аппаратная часть (англ. *hardware*) с устройствами сбора и обработки информации и программная часть (англ. *software*) имеющие специализированное программное обеспечение для обработки и интерпретации данных, для чего рассмотрим назначение приложений программно-аппаратных комплексов, при этом будем использовать функционал, указанный на рисунке.

Программно-аппаратный комплекс CoTAS (англ. *Computer Terminal Automation System* – Компьютерная Терминальная Автоматизированная Система) предназначен для управления производственными процессами ТЗК.

Система SCADA (англ. *Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных*) представляет собой программный пакет, предназначенный для обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления. Система SCADA может являться частью системы визуализации технологического процесса и обязательна для управления системами ЦЗС аэропортов, а также другими технологическими операциями, там, где требуется операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени.

Система «1С: ERP Управление предприятием 2» представляет собой программный продукт, в котором создана полностью автоматизированная система управления производством, позволяющая повысить качество планирования с учетом нормативных данных. Система позволяет контролировать

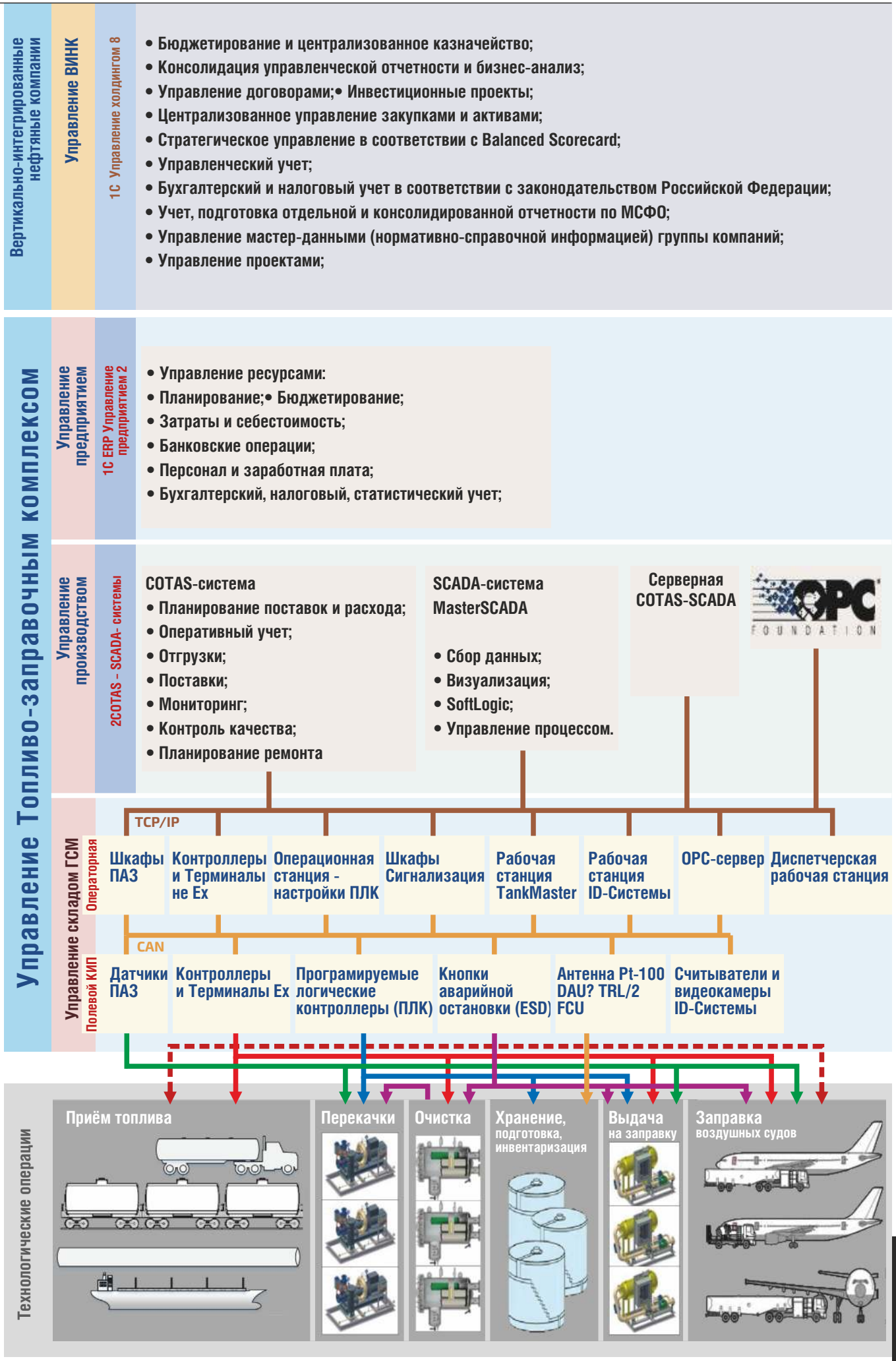


Рис. 1. Схема корпоративного управления ТЗК аэропортов с применением цифровыхтехнологий

материальные потоки и расход ресурсов в процессе деятельности ТЗК, вести учет затрат и расчет себестоимости продукции на основе данных оперативного учета, вести расчет себестоимости и производить ее детализацию в зависимости от объема исходных затрат. В системе управления финансами поддерживаются создание и поэтапное утверждение заявок на расходование денежных средств, а также контроль выполнения платежей по данным заявкам. Там же реализовано управление процессом бюджетирования. Настройка структуры бюджетов производится с использованием «табличной модели бюджетирования».

Система «1С: Управление холдингом 8» предназначена для автоматизации учета, планирования и контроля эффективности ВИНК, помогая реализовать ее бизнес-стратегию на всех уровнях управления. С ее помощью автоматизируется сбалансированная система показателей, процессы бюджетирования, бизнес-анализа, консолидации отчетности различного назначения, корпоративного контроля и учета для эффективного управления работой ВИНК.

Такой мощный набор программного обеспечения функционала от склада ГСМ до корпоративного управления ВИНК позволяет говорить, что данная конфигурация применения цифровых технологий полностью решает поставленную задачу высокой эффективности деятельности ТЗК аэропортов. При этом можно с уверенностью говорить, что «цифровизированные ТЗК» в связке ТЗК - ВИНК представляют собой микроэкономический уровень цифровой экономики.

Рассмотрим несколько примеров применения цифровых технологий на уровне выполнения складских операций.

На Рис. 2.приведена функциональная схема автоматизированного пункта налива из которой видно, что применение цифровых технологий позволяет автоматизировать процесс налива аэродромных топливозаправщиков от резервуара до наконечника нижнего налива как единый процесс без участия человека, включая ведение учетных операций, соблюдение норм безопасности и экологии.

На Рис. 3. приведена схема применения цифровых технологий в заправочных операциях ВС. Как видно из представленной схемы, здесь информационно ёмкая стандартная процедура заправки ВС и, связанные с этим процедуры уточнение объемов заправки при принятии решения на вылет командиром ВС и последующие учетно-расчетные операции включая банковские операции выполнения платежей за заправку с помощью цифровых технологий сведены в единый неразрывный блок. Как видим, здесь цифровые технологии берут на себя значительную часть выполнения функций ручного управления процессом заправки ВС, что приводит к экономии времени и человеческих ресурсов. Однако, следует заметить, здесь потребуется дооснащение аэродромных топливозаправщиков измерительно-информационным оборудованием, объединенных в локальную вычислительную сеть с передачей данных на сервер ТЗК. К выпуску таких аэродромных топливозаправщиков сейчас приступает ООО «Туполев Сервис», и об этом мы будем вас, дорогие читатели, информировать.

Как видим, применение цифровых технологий позволяет сократить эксплуатационные расходы при заправке ВС и повысить эффективность за счет экономии ресурсов. При этом следует отметить, что возрастает информационная нагрузка на водителя-оператора, что требует его дополнительной подготовки.

Хотелось бы немного поговорить и о будущем применении цифровых технологий.

Первое, что необходимо сделать сегодня – это расширить круг управленческих задач для интеграции автоматизированных систем управления ТЗК – ВИНК с Федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации, такими как Федеральная налоговая служба (ФНС России), Федеральная служба государственной статистики (Росстат), Росавиация, Минтранс, Минэнерго и другими. Тогда будем говорить, что «цифровизированные ТЗК» приобретают статус ячейки «цифровой экономики» на макроэкономическом уровне. Но впереди интеграция «цифровизированных ТЗК» в билинговые системы ИАТА, что выведет их на Международный уровень, а через взаимодействие со структурами ИАТА, занимающиеся автоматизированными взаиморасчетами между авиакомпаниями, выводит их на Глобальный уровень.

Это не «Нью Васюки», а вполне реальная постановка задачи, к реализации которой следует приступать уже сегодня, все предпосылки к этому есть. Так на уровне правительства рассматривается специальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», под которую планируется подвести законодательную базу, в которой будут определены цели и задачи развития цифровой экономики как экономического уклада деятельности всех сфер экономики, на основе качественно нового уровня использования информационно-телекоммуникационных технологий во всех сферах социально-экономической деятельности. Программа устанавливает на период до 2025 года перечень вех, прохождение которых свидетельствует о целях и задачах развития цифровой экономики Российской Федерации.

Следующим шагом будет переход от сегодняшних автоматизированных систем управления, основанных на реализации алгоритмов, как набора инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для достижения некоторого результата деятельности человека-управленца, к интеллектуальным системам управления. Они позволять сузить уровни управления до уровня управления производством с дальнейшей интеграцией с Федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации, что во многом изменит облик системы государственного управления и во много крат повысит ее эффективность.

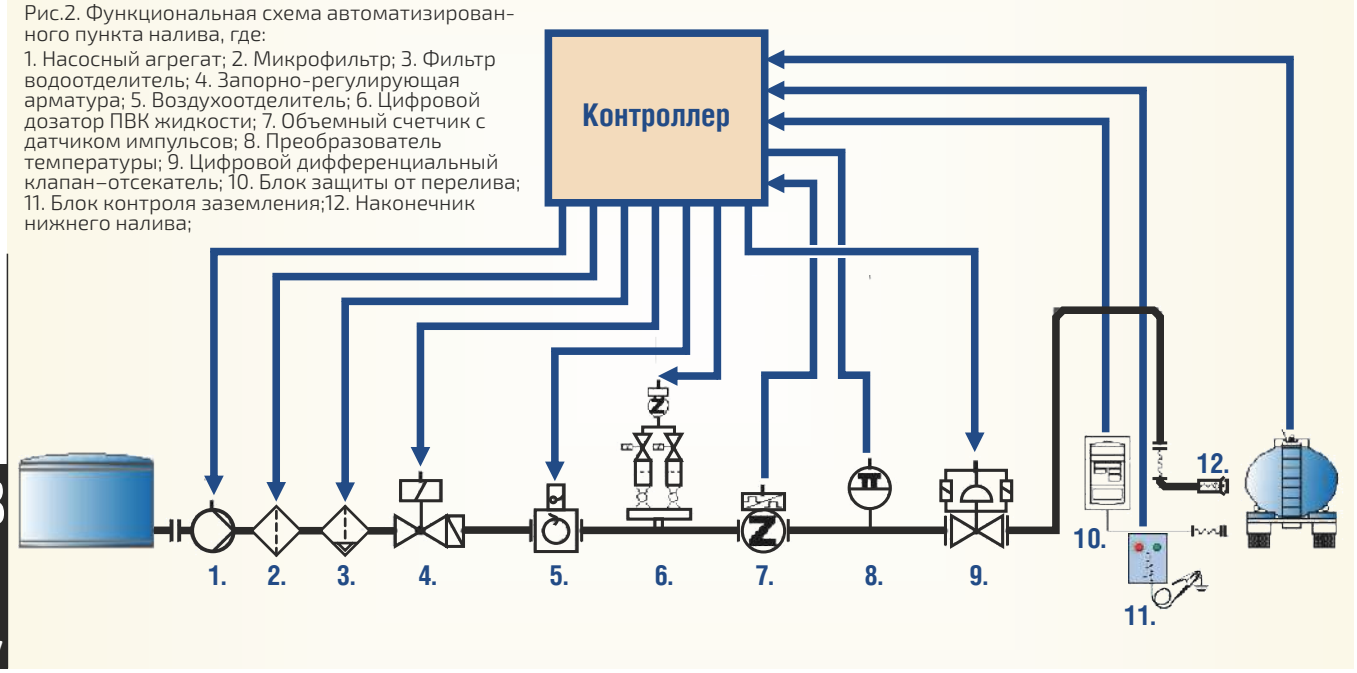
Как следствие перехода на интеллектуальные системы управления, в деятельности ТЗК произойдет переход от автоматизации к роботизации технологических операций, и в первую очередь речь идет о роботизации выполнения трудоёмких операций, таких как слив железно дорожных цистерн, заправка ВС и везде где на сегодня мы не можем отказаться от ручных технологических операций.

Но подробнее о перспективах цифровых систем управления мы расскажем в следующих номерах журнала.

Автор статьи выражает свою точку зрения и готов оказывать консультативную помощь во внедрении цифровых технологий управления ТЗК аэропортов любых уровней.

Контакты:
Тел.:
+7 985 211-20-83
Эл. почта:
v.k.gromov@gmail.com

Рис.2. Функциональная схема автоматизированного пункта налива, где:
1. Насосный агрегат; 2. Микрофильтр; 3. Фильтр водоотделитель; 4. Запорно-регулирующая арматура; 5. Воздухоотделитель; 6. Цифровой дозатор ПВК жидкости; 7. Объемный счетчик с датчиком импульсов; 8. Преобразователь температуры; 9. Цифровой дифференциальный клапан–отсекатель; 10. Блок защиты от перелива; 11. Блок контроля заземления;12. Наконечник нижнего налива;



Инвойс-Сервер
XML Standard for Electronic Fuel Invoices

Офис Авиакомпании

Сервер Авиакомпании

Бортовая измерительно-информационная система воздушного судна.

Банковский сервер
Banking System

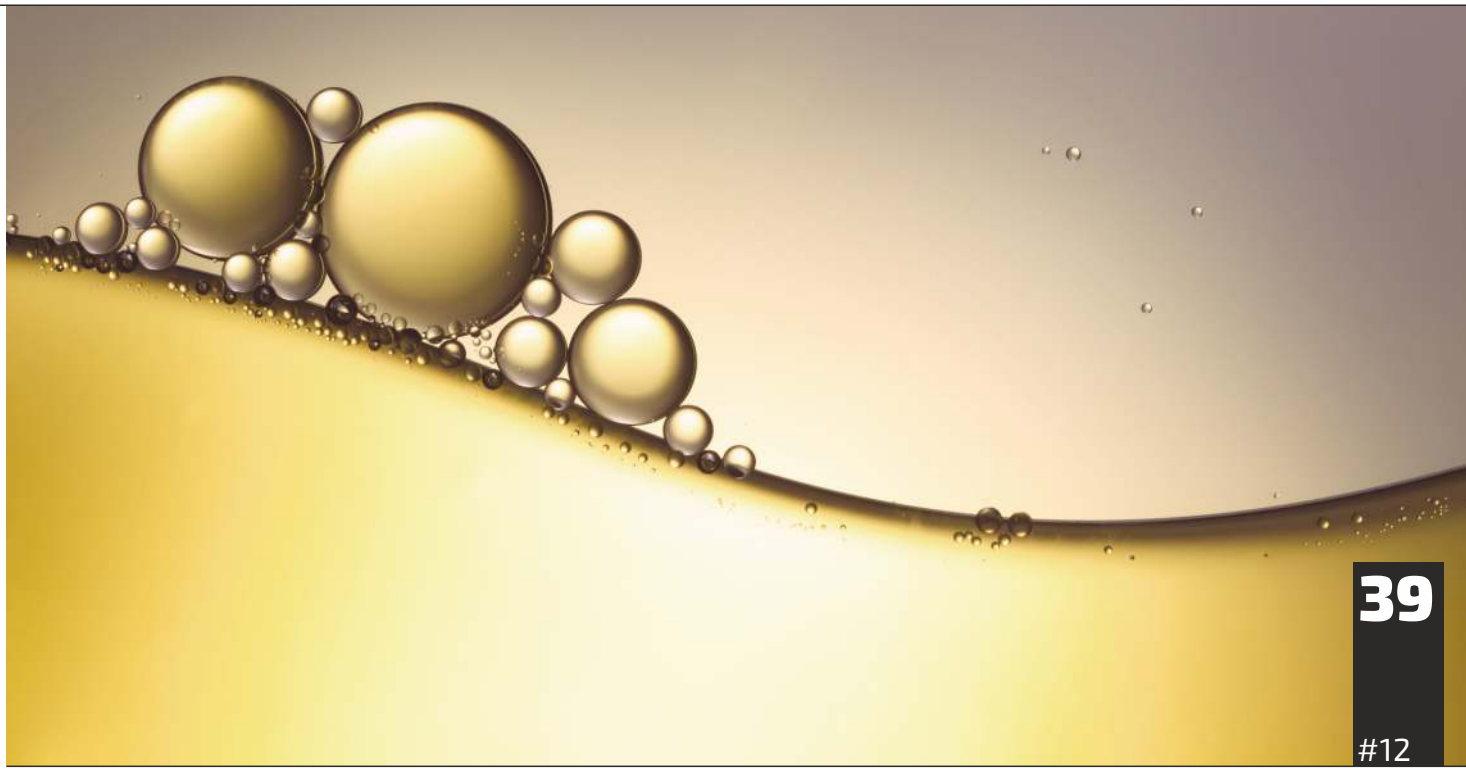
Измерительно-информационная система аэродромного топливозаправщика

Офис топливозаправочного комплекса

Сервер топливозаправочного комплекса

Сервер IATA
Aviation Fuel Data

Рис. 3. Блок-схема применения цифровых технологий при выполнении заправочных операций ВС



Определение коэффициентов весомости показателей качества топлив для реактивных двигателей

ФайзуллинР.Р.
заведующий кафедрой авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева. кандидат технических наук, доцент

Калякин А.В.
доцент кафедры авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, кандидат технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования

Калякина К.А.
курсант Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Важнейшей задачей совершенствования системы контроля качества авиаГСМ является оптимизация номенклатуры показателей качества (ПК) топлив для реактивных двигателей (ТРД). При оптимизации номенклатуры показателей качества топлив для реактивных двигателей возникает задача выделения наиболее весомых показателей качества, т.е. необходимо определение их коэффициентов весомости (КВ).

Решение этой задачи предлагается путём применения метода группового ранжировании ПК с учетом различных факторов их значимости, важности, взаимосвязи и представляет собой один из вариантов построения критериальных структур [1...3]

Основу решения задачи составляет программа ранжирования, которая формирует матрицу парных сравнений (по методу Электра), осуществляет расчет рангов объектов по «спортивной модели» и упорядочение объектов в соответствии с рангами [1,4...6]

Схема решения задачи включает: подготовку исходных данных; ввод исходных данных в раздел библиотеки; проведение расчета; анализ результатов; корректировку исходных данных; повторный расчет и анализ результатов.

В результате проведение многокритериального группового ранжирования единичные ПК ТРД ранжируются по их весомости. Под весомостью понимается количественная характеристика важности данного ПК в общей системе при рассмотрении совокупности действий всех имеющихся критериев.

Рассмотрим возможность выделения весомых ПК ТРД. Причем в исследовании рассматриваются ПК ТРД, включенные в нормативно-техническую документацию согласно ГОСТ 10227-2013[7]. Из исследования исключёны следующие показатели качества по причинам:

- давление насыщенных паров - определяется только у топлива марки Т-2, которое в настоящее время в Российской Федерации не производится;
- массовая доля нафталиновых углеводородов, люминометрическое число, термоокислительная стабильность динамическим методом при температуре 150-180°С - определяются только у топлива марки РТ;
- содержание суммы водорастворимых щелочных соединений - определяется у топлив марок Т-1С, Т-1, Т-2, производство которых составляет менее 1 % от общего производства ТРД в Российской Федерации.

Определение КВ исследуемых ПК проводится по следующему алгоритму:

1. Выбраны критерии оптимизации ПК:

- К1 - критерий информативности;
- К2 - критерий, учитывающий степень влияния ПК на отказы в двигателе в случае выхода значений показателя за пределы, установленные нормативными документами;
- К3 - критерий, учитывающий кинетику изменения значений ПК в процессе хранения.

В основе выбора критериев лежит объективная возможность определения весомости единичных ПК, состоящая в оценке степени их информативности, влияния на изменение эффективности работы двигателя, а также на развитие процесса изменения качества ТРД при хранении.

2. Определение веса критериев оптимизации.

Значения весов критериев оптимизации после проведенных расчетов составили: K_1= 0,34; K_2=0,47; K_3= 0,19.

Каждый ПК ТРД был оценен по выбранным критериям. Причем значения весомости ПК по первому критерию (К1) были вычислены по результатам регрессионного и экспертного методов, по второму критерию (К2) - в результате анализа случаев отказа двигателей воздушных судов гражданской авиации за период с 1980 по 2014 гг. и опроса специалистов-экспертов, по третьему (К3) - в результате обработки экспериментальных данных определения кинетики изменения значений ПК ТРД при хранении.

Результаты расчета коэффициентов весомости ПК ТРД представлены в Таблице 1.

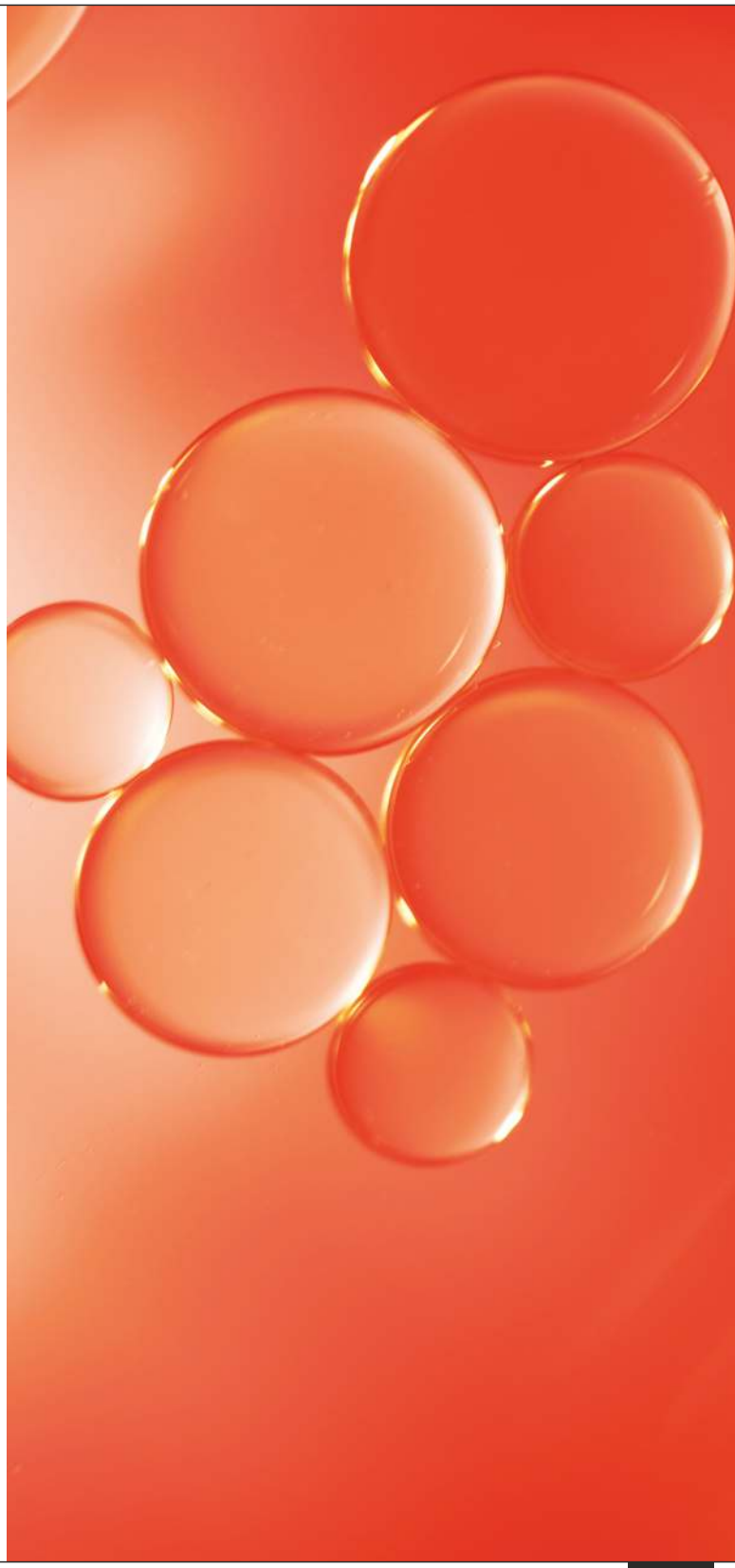
Анализ таблицы 1 показывает, что наибольшие КВ среди ПК ТРД имеют показатели «Температура начала кристаллизации», «Содержание механических примесей и воды», «Объёмная (массовая) доля ароматических углеводородов», «Плотность при 20°С», «Кинематическая вязкость при температуре минус 40°С».

Таблица 1

Результат расчета коэффициентов весомости показателей качества топлив для реактивных двигателей

№ п/п	Показатель качества	Коэффициент весомости	Ранг ПК
1.	Плотность при 20°С	6,0	4
2.	Фракционный состав	5,7	7
3.	Кинематическая вязкость при температуре 20°С	4,8	11
4.	Кинематическая вязкость при температуре минус 40°С	5,9	5
5.	Низшая теплота сгорания, кДж/кг, не менее	3,2	16
6.	Высота некоптящего пламени, мм, не менее	2,5	20
7.	Кислотность, 1 мг КОН / 100 см^3 топлива	2,6	19
8.	Йодное число, 1 гI_2 / 100 г топлива, не более	4,5	13
9.	Температура вспышки в закрытом тигле	4,6	12
10.	Температура начала кристаллизации	7,8	1
11.	Термическая стабильность в статических условиях при температуре 150°С,	5,4	9
12.	Объёмная (массовая) доля ароматических углеводородов	6,2	3
13.	Массовая доля общей серы	4,1	14
14.	Массовая доля меркаптановой серы	5,8	6
15.	Массовая сероводорода	4,0	15
16.	Зольность, %, не более	3,0	17
17.	Содержание фактических смол	5,5	8
18.	Испытание на медной пластине	0,4	24
19.	Содержание ВКЩ	2,0	21
20.	Содержание мыл нафтеновых кислот	0,7	23
21.	Содержание механических примесей и воды	7,6	2
22.	Взаимодействие с водой	1,4	22
23.	Удельная электрическая проводимость, пСм/м:	5,3	10
24.	Термоокислительная стабильность при контрольной температуре не ниже 260°С	3,0	18
	ИТОГО:	100,0	

Таким образом, в результате проведённого экспериментально-теоретического исследования все ПК ТРД четко распределяются по рангу в соответствии с их весомостью, что дает возможность принимать более объективные решения по определению стандартной НПК, составлению перечней ПК по видам анализов при контроле качества топлива в гражданской авиации.



Список использованных источников:

1. Левин М.Ш. Применение оптимизационных комбинаторных моделей в автоматизированных системах. Обзорная информация, серия С-9. Автоматизированные системы проектирования и управления. - М.: ВНИИТЭМР, 1986. Вып.1 - 56 с.

2. Азгальдов Г.Г. Количественная оценка качества продукции - квалиметрия (некоторые актуальные проблемы). - М.: Знание, 1966. – 116с.

3. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях. – М.: Знание,1979, - 64 с.

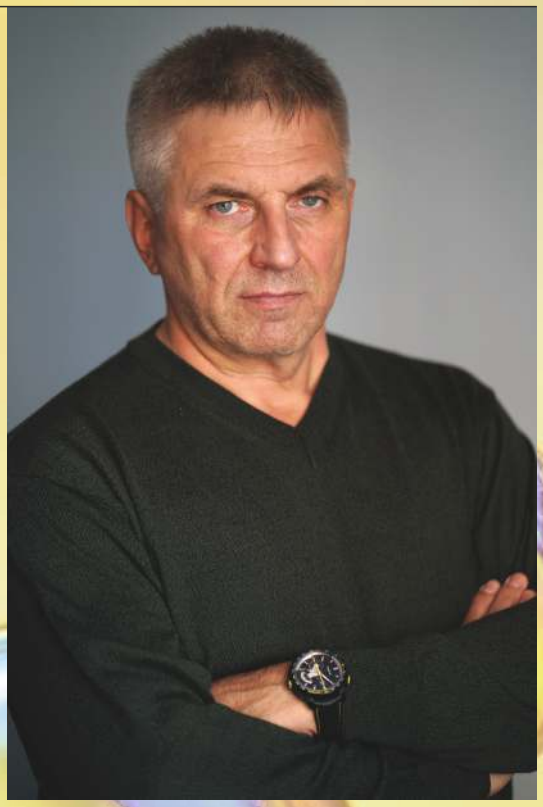
4. Белкин А.Р., Левин М.Ш. Комбинаторно-графовые модели обработки информации при принятии решений. – М.: Кибернетика АН СССР, 1985.

5. Белкин А.Р., Левин М.Ш. Принятие решений: комбинаторные моделиаппроксимации информации. - М.: Наука, 1990. - 160 с.

6. Левин М.Ш., Махсон К.А. Вопросы применения современных методов оценки качества продукции при госнадзоре. Обзорная информация, серия «Управление качеством продукции». - М.: ВНИИКИ, 1986.Вып.1. - 36 с.

7. ГОСТ 10227-2013. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия.

Отечественное производство по международным стандартам качества



Кравцов Дмитрий Станиславович
Генеральный директор ООО "НПО"ДКДжет"

Значимым событием 2016 года для компании «ДКДжет» стала организация собственной производственной базы в г. Таганроге, Ростовской области. Строительство завода по выпуску топливозаправщиков и другой техники для наземного обслуживания ВС стало еще одним шагом, способствующим сближению компании «ДКДжет» и наших заказчиков. Проектная мощность завода рассчитана на производство 10 аэродромных топливозаправщиков и 10 единиц другой техники авиационного назначения в год с возможностью увеличения объемов выпуска без потери качества.

Компания «ДКДжет» гордится тем, что за год работы завода удалось внедрить и успешно использовать международные стандарты качества.

На производстве внедрена система менеджмента качества применительно к проектированию, разработке, производству, ремонту, сервисному обслуживанию и продаже специализированной наземной авиационной техники ISO 9001, основанная на процессном подходе, позволяющем планировать процессы и их взаимодействие, что подтверждается Сертификатом ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) регистрационный № РОСС RU.ИСМ001.К01199 и Лицензией на осуществление разработки, производства, испытания и ремонта авиационной техники № 14052-АТ от 20.01.2017г. Установленные требования направлены, главным образом, на достижение удовлетворенности потребителя посредством предупреждения несоответствий продукции на всех стадиях от проектирования до обслуживания.

Рост технического уровня и качества выпускаемой продукции является в настоящее время наиболее приоритетным направлением работы компании «ДКДжет». В современных условиях именно сертификат на систему качества служит важным фактором для заключения контракта на поставку продукции. Соблюдение международных стандартов качества является гарантией того, что заказчик получит топливозаправщик отечественного производства по конкурентоспособной цене, изготовленный с учетом международных требований качества. Потребитель, являясь главной фигурой, определяет направления развития производства топливозаправщиков, приобретая технику по своему собственному желанию. Тем самым потребитель указывает, что следует производить.

Топливозаправщики ДКДжет становятся все более популярными благодаря эксплуатационным качествам, высокой надежности машин и оперативному сервису.

Компания «ДКДжет» постоянно проводит модернизацию и доработку аэродромных топливозаправщиков с тем, чтобы они соответствовали современным требованиям качества и запросам заказчика. Кроме того, все машины адаптированы к суровым российским условиям, поэтому они предназначены для эксплуатации как в региональных центрах, так и в самых удаленных точках с низкой температурой воздуха. Более того, высокий уровень ремонтопригодности и доступность запасных частей позволяют эксплуатантам техники более эффективно ее использовать с минимальными затратами времени на простой в период технического обслуживания.

Топливозаправщики производства «ДКДжет» обладают рядом преимуществ:

- цистерна топливозаправщика выполнена из полированной коррозийностойкой (нержавеющей) стали, автоматической сваркой, что обеспечивает равномерные швы и облегчает процесс зачистки цистерны;
- эстетичный внешний вид цистерны;
- надёжная конструкция заправочного модуля;
- надёжность подтверждается эксплуатацией в большом количестве аэропортов при минимальном количестве возникающих неисправностей в гарантийный и послегарантийныйпериоды эксплуатации;
- хорошая эргономика;
- конструкция агрегатного модуля выполнена максимально удобной для обслуживания (лёгкий доступ ко всем приборам и соединениям);
- все приборы управления и диагностики в агрегатном модуле выполнены на одной панели, что облегчает эксплуатацию и обслуживание.
- наш топливозаправщик сконструирован с учётом самых передовых технологий, постоянно осуществляются доработки конструкции топливозаправщиков с учётом отзывов;
- окончательная комплектация определяется по тех.заданию заказчика и согласованию сторон.

В перечне техники для заправки ВС поставляемой компанией «ДКДжет»:

- Аэродромные топливозаправщики ёмкостью от 10 м^3 до 60 м^3
- Автотопливозаправщики
- Диспенсеры
- Цистерны ёмкостью от 10 м^3 до 60 м^3
- Пункты налива
- Стремянки для заправки ВС
- Контейнерные заправочные системы

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная организация «ДКДжет»

Административный отдел: +7(863) 222-50-82
Коммутационный факс: +7(863) 222-35-29
Отдел снабжения и логистики: +7(863) 222-08-13
Технический отдел: +7(863) 222-50-82
Отдела продаж: +7(863) 222-50-84
Юридический отдел: +7(863) 222-07-93
Сайт: ***www.dkjet.ru***
E-mail: ***dkjet@dkjet.ru.***
Адрес для корреспонденции:
344004, ул. Мадояна 65/12, г.Ростов-на-Дону, Россия.

ОГНЕОПАСНО

ОГНЕОПАСНО
ОГНЕОПАСНО

ОГНЕОПАСНО
ОГНЕОПАСНО

Контроль качества и испытания изделия LOGICON HJS - 63 A

Филиппов Анатолий Анатольевич
технический директор ООО «СПРИНТ»

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «ВОЕННЫЙ СТАНДАРТ»

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «ИНСТИТУТ ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ»

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ СДС ВС 05.004-2017

Срок действия с «03» июля 2017 г. по «03» марта 2020 г.

удостоверяет, что должным образом идентифицированная продукция

Наконечник нижней заправки «LOGICON» HJS-63A (тип 02)

Партия продукции с регистрационными номерами от № 001418 до № 002750

код ЕК 001-2014: 4930
код ОК 034-2014: 28.14.13

соответствует требованиям, установленным

ГОСТ Р 52906-2008

Заявитель ООО «Спринт»

141009, г. Королев, Московская область, ул. Советская, д. 27

Изготовитель Changzhou Lantian Tengfei Aviation Equipment Co., Ltd.

213118, д. Жукэу, г. Хэнчэньцин, Уцзянь, Чанчжоу, провинция Цзянсу, Китайская Народная Республика

Руководитель органа по сертификации продукции В.Н. Пасарин

№ 000061 СДС ВС

Уважаемые коллеги и друзья, в прошлом году, в статье о доверии оборудованию, произведенному в Китайской Народной Республике, мы кратко осветили наиболее веские причины, благодаря которым наконечник нижней (закрытой) заправки LOGICON HJS - 63 A, заслуженно приобретает все большую популярность среди эксплуатирующих организаций. После публикации прошлогоднего выпуска журнала, мы получили массу отзывов и предложений, приобрели новых партнеров и пользователей наших наконечников и сопутствующего оборудования. В 2017 году была проведена широкая подконтрольная эксплуатация наконечника нижней (закрытой) заправки LOGICON HJS - 63A, в различных климатических зонах Российской Федерации. Об этом и о других проведенных работах, о результатах проведенных испытаний и других достигнутых улучшениях мы коротко расскажем в этой статье.

Как вы уже знаете в 2015 году ООО «Спринт» обратилось в орган по сертификации наземной авиационной техники ООО НИИЦ "АГРЕГАТ-тест" с просьбой провести работы по подтверждению соответствия наконечников нижней заправки LOGICON™ HJS-63A и сопутствующего оборудования, требованиям национальных и межгосударственных стандартов. После проведения экспертизы документации и результатов соответствующих испытаний, был получен сертификат соответствия Системы сертификации ГОСТ Р.

В 2017 году успешно завершены работы по сертификации наконечника нижней (закрытой) заправки LOGICON HJS - 63A, в системе добровольной сертификации «Военный стандарт» (сертификат соответствия № СДС ВС 05.004-2017). Но прежде чем осветить результаты испытаний наших изделий, хотелось бы немного коснуться вопроса, «для чего мы это делаем?», «для чего нужны испытания?», и что это дает нашим партнерам, эксплуатирующим организациям, конечному пользователю ННЗ LOGICON HJS-63A. По большому счету, всё это делается для наших партнеров и конечных эксплуатирующих организаций.

Цели и задачи испытаний и контроля.

Испытания являются неотъемлемой частью взаимоотношений заказчика и изготовителя продукции, предприятия-изготовителя конечной продукции и предприятий–смежников, поставщика и потребителя во внутреннем и международном товарообмене.

Испытания можно считать источником почти всех достоверных сведений о свойствах и качестве продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Испытания являются основанием совершенствования конструкции, технологии изготовления, технического обслуживания в процессе эксплуатации. Синонимом понятия «испытания» является эксперимент. В Федеральном законе «О техническом регулировании» такими синонимами определены «исследование» и «измерение». Измерение значительно шире понятия «испытания», хотя в определенных условиях оно может и совпадать.

Совокупность испытаний на разных этапах жизненного цикла продукции – разработки, производства, эксплуатации (потребления) – составляет систему испытаний. Испытания начинаются при формировании технического задания, когда заказчик и проектировщик тщательно изучают свойства лучших образцов-аналогов, отдельных их элементов.

На стадии конструирования опытного образца с помощью испытаний ведется исследование единичных образцов, проверяется правильность инженерных решений. После проведения приемочных испытаний и начала серийного производства изделия сопровождают другие виды испытаний. При приемке продукции ОТК проводят приемо-сдаточные испытания, а через определенное время периодические испытания. Таким образом, складывается определенная система испытаний по всему жизненному циклу изделий. Подобный цикл можно проследить для любой другой продукции. Например, конструкционные материалы, резинотехнические изделия, строительные конструкции, продукция легкой, пищевой промышленности, сельскохозяйственное сырье. Для каждого вида продукции испытания имеют свою специфику, однако, и здесь они сопровождают ее от создания до потребления. Система испытаний имеет многоуровневый характер. Она является неотъемлемой частью организации общества, важным элементом технологического процесса создания, производства и использования продукции и начинается с лабораторий предприятия.

Основная цель испытаний – объективная оценка качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла. При этом под качеством понимается совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребности в соответствии с ее назначением. Согласно основной концепции ГОСТ Р 9000-2015, качество продукции – степень соответствия присущих ей характеристик и параметров, заданным требованиям, с учетом оптимизации уровня рисков при её эксплуатации.

Задача испытаний – получение количественных и качественных оценок характеристик объекта, т.е. оценивание способности продукции выполнять требуемые функции.

Задача контроля качества – установление соответствия характеристик объекта заданным в нормативной документации требованиям. Эта задача решается по результатам испытаний.

Цели и задачи испытаний устанавливаются в зависимости от их вида. Так, при исследовательских испытаниях определяются характеристики, свойства предполагаемого к разработке изделия. Такие испытания проводятся на этапе научно-исследовательской разработки на специально созданном макете. Предварительные испытания проводят на этапе завершения опытно-конструкторской разработки с целью определения возможности предъявления изделия на приёмочные испытания.

Цель приёмочных испытаний – установление соответствия продукции предъявляемым требованиям и решения вопроса о целесообразности постановки испытанных изделий на производство.

Обязательным условием проведения испытаний всех видов является получение достоверной, объективной информации о метрологических, технических, эксплуатационных характеристиках, свойствах изделия, обеспечение единства и достоверности результатов испытаний.

Единство и достоверность результатов испытаний:

- создают условия для взаимного признания результатов испытаний у поставщика и потребителя,
- являются основой объективной оценки характеристик испытуемых изделий,
- позволяют исключить или существенно уменьшить количество и объем проводимых испытаний.

Достоверность и воспроизводимость результатов испытаний, обеспечиваются:

- применением аттестованных образцовых средств измерений (ОСИ), испытательного оборудования, программ и методик испытаний;
- стабильностью характеристик испытуемого изделия,
- отсутствием или минимальным влиянием на характеристики изделия внешних воздействующих факторов при транспортировании, хранении, эксплуатации.

Для получения информации о качестве изделий на всех стадиях жизненного цикла пользуются испытаниями и техническим контролем.

Критерием оценки качества является степень соответствия фактических значений параметров и показателей качества требованиям нормативной документации.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2008:

- ***испытание*** – это определение одной или нескольких характеристик согласно установленной процедуре;
- ***контроль*** – процедура оценивания соответствия путем наблюдения и суждений, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой.
- ***характеристика*** – отличительное свойство.
- ***процедура*** – установленный способ осуществления деятельности или процесса.
- ***процесс*** – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы и выходы.

Согласно ГОСТ 16504 ***испытаниями*** принято называть экспериментальное определение количественных и качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и воздействий.

Техническим контролем называют проверку соответствия изделия установленным техническим требованиям.

Исследования проводятся не только в лабораториях и производственных площадках. Бывают характеристики, которые можно оценить лишь субъективно. В этих случаях в методику испытаний включают экспертные оценки, оценки группы потребителей или потребительские опросы. В нашем случае предметом подобной оценки мы считаем рекомендательные письма от пользователей, которые уже много лет эксплуатируют ННЗ LOGICON HJS - 63 A.

И так повторюсь, в 2017 году успешно завершены работы по сертификации наконечника нижней (закрытой) заправки LOGICON HJS - 63A, в системе добровольной сертификации «Военный стандарт» (сертификат соответствия № СДС ВС 05.004 -2017). В результате успешного проведения испытаний были получены положительные результаты в абсолютном большинстве ключевых технических характеристик, фрагмент протокола испытания вы можете увидеть ниже (Таблица 1). С копией всего протокола наши партнеры могут ознакомиться по запросу.

Результат сертификационных испытаний используется при подготовке документов о возможности включения наконечника нижней (закрытой) LOGICON HJS - 63 A., в перечень комплектующих изделий импортного производства, разрешенных к применению для нужд Министерства обороны Российской Федерации.

Это еще не все работы, которые мы планируем провести для улучшения удобства работы наших партнеров с нашим оборудованием и нашей компанией. Для подтверждения соответствия наконечника нижней (закрытой) заправки LOGICON HJS-63A требованиям технических средств заправки воздушного судна (ВС) и летательного аппарата (ЛА), в 2018 году планируется проведение государственных испытаний серийных образцов наконечника нижней (закрытой) заправки LOGICON HJS - 63 A в составе аэродромных топливозаправщиков.

Испытания в современном мире, на фоне внедрения по ГОСТ Р 9000-2015 риск–ориентированного мышления получили чрезвычайно широкий размах. Без них немыслимо производство и дальнейший прогресс в его развитии. Десятки тысяч лабораторий предприятий ежедневно проводят сотни тысяч, если не миллионы испытаний продукции в процессе ее изготовления. Испытательные или исследовательские лаборатории, центры, полигоны, совместно с производственными подразделениями образуют индустрию качества. Проблема обеспечения качества продукции сегодня приняла общероссийский характер, стала первостепенной задачей государства. Правильная политика государства в области качества может быть фундаментом системы мер по защите потребительского рынка от некачественной продукции.

Таблица 1. **Характеристика регуляторов давления ННЗ при подаче через один рукав 1200 дм/мин и оборотах насоса 1400 мин$^{-1}$. Управляющее давление 0,6 Мпа (6,9 кгс/см^2)**

№ п.п.	наименование параметра	значение параметра	
		нормативное	по результатам измерений
1.	Пиковое (пульсирующее) давление на выходе из ННЗ со временем закрытия 2 сек., Мпа (кгс/см^2)	не более 0,83 (8,3)	0,56 (5,6)
2.	Давление на выходе из ННЗ по мере уменьшения расхода со временем закрытия 30 сек., Мпа (кгс/см^2)	не более 0,35 (3,5)	0,3 (3,0)
3.	Давление на выходе из ННЗ при нулевом расходе (остановка потока), Мпа (кгс/см^2)	не более 0,42 (4,2)	0.24 (2,4)
4.	Повышение давления на выходе из ННЗ через 30 сек. после остановки потока, Мпа (кгс/см^2)	не более 0,035 (0,35)	0.01 (0,1)
5.	Герметичность в течение 3 минут при сохранении давления 0,82 Мпа	обеспечена	протечки и отпотевания отсутствуют
6.	Герметичность в течение 1 минуты при сохранении давления 1,2 Мпа	обеспечена	протечки и отпотевания отсутствуют

Современные масла для авиационных ГТД и требования, предъявляемые к ним.

Михеичев П.А.
советник руководителя Росавиации, кандидат технических наук

Столяров И.Э.
член Совета директоров АО «НПЦ Спецнефтьпродукт»

Богданов А.М.
руководитель направления

В настоящее время сложилась ситуация, когда производство, поставка и применение авиационных ГСМ оказались практически бесхозной деятельностью. Это произошло из-за прекращения деятельности Межведомственной комиссии по испытаниям и допуску к производству и применению горюче-смазочных материалов, из-за отмены обязательной сертификации принятия Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации от 24.06.2015 г. № 162, согласно которому документы по стандартизации стали носить добровольный характер.

Авиационные правила, изданные Межгосударственным авиационным комитетом, не содержат механизма, процедур и методик подтверждения норм летной годности воздушных судов в ожидаемых условиях эксплуатации в части применяемых авиационных смазочных материалов. Необходимо предусмотреть разработку и внедрение таких механизмов и процедур, обеспечивающих включение в документацию на агрегаты и воздушное судно только тех марок и ассортимента авиаГСМ, которые будут способны обеспечить летную годность авиационной техники при ее разработке, производстве, сдаче эксплуатирующей организации и на протяжении всего жизненного цикла изделия.

В связи с этим и эксплуатант не имеет механизма подтверждения безопасности полетов и норм летной годности при выборе тех или иных марок авиаГСМ, производимых на разных предприятиях или ввозимых на территорию Российской Федерации из-за рубежа.

В целях выполнения требований воздушного законодательства, подтверждения норм летной годности в ожидаемых условиях эксплуатации при разработке новых редакций Федеральных авиационных правил начаты работы по внесению процедур подтверждения соответствия эксплуатационных характеристик производимой авиационной техники на авиационных топливах, маслах, смазках, гидравлических и специальных жидкостях.

Это в дальнейшем позволит ввести в авиационные правила порядок выбора и подтверждения эксплуатантами ассортимента авиаГСМ, производителей и поставщиков, обеспечивающих безопасность полетов и поддержания норм летной годности в ожидаемых условиях эксплуатации на территории Российской Федерации.

Авторы в данном техническом обзоре изложили современные требования, процедуры и методики по выбору и доказательству пригодности авиационных масел для авиационных двигателей. По мнению авторов, в сфере основные положения мирового опыта должны быть использованы отечественными производителями авиационных масел, двигателей и агрегатов при организации производства, разработке документации и включены в нормативные акты Российской Федерации.

Вступление.

Современные теплонапряженные авиационные ГТД предъявляют повышенные требования к маслам, которые должны обеспечить бесперебойную и надежную работу элементов двигателя и маслосистемы в целом во всем диапазоне эксплуатационных условий.

Маслосистема авиационного ГТД и циркулирующее в ней масло, как неотъемлемые части газотурбинного двигателя, в равной степени с остальными компонентами ГТД, отвечают за достижение двигателем высоких удельных параметров, характеризующих его эффективность.

Высокие удельные параметры, способствующие росту эффективности ГТД, напрямую зависят от уровня совершенства газодинамического цикла, снижения веса и упрощения конструкции, но они неизбежно влекут за собой рост теплонапряженности ГТД, и, как следствие, теплоотдачи в масло, от которого требуется высокая термостабильность и сохранение свойств в течение длительного времени эксплуатации. В существующей практике за рубежом на большинстве современных двигателей, эксплуатируемых «по состоянию», масло не заменяется в процессе эксплуатации до отправки двигателя в ремонт.

Зарубежный опыт подтвердил необходимость предъявления все более жестких требований к характеристикам используемых масел, выбора разработчиком газотурбинных двигателей наиболее термостабильных масел для обеспечения надежной работы маслосистем, теплого режима подшипников опор роторов ГТД и других узлов, омываемых маслом, в условиях прогрессирующего и неизбежного роста рабочих температур с каждым новым поколением авиационных двигателей. При этом должно соблюдаться условие низкого уровня эксплуатационных затрат: невысокий расход масла; эксплуатация маслосистемы без замены масла; исключение процедур слива масла и промывки маслосистемы заменяемым маслом при смене марки масла; увеличение периодов между инспекциями элементов маслосистемы и т.д.

Сквозная унификация применяемых масел на авиадвигателях, вспомогательных установках, агрегатах трансмиссии вертолетов существенно облегчает эксплуатацию и повышает эффективность использования авиационной техники.

В целом, зарубежный опыт показывает, что развивая такой подход, производители авиационных масел для ГТД, конкурируя, предлагают практически сходные масла с повсеместной доступностью, а оператор-эксплуатант авиатехники, в свою очередь, имеет возможность оптимального выбора наиболее подходящих продуктов. Немаловажным фактором для авиакомпаний является возможность использования одной марки масла на всем флоте своих, зачастую разнотипных, ВС.

Заправка маслобака открытым способом из типовой тары.

В данном обзоре предлагается общая информация о специфике требований, предъявляемых за рубежом к современному синтетическому маслу для авиационных ГТД, способному обеспечить эффективную эксплуатацию авиационной техники.

Развитие спецификации SAE AS 5780:

В конце 80-х годов производители газотурбинных двигателей гражданского назначения все больше расходились в формулировке требований к маслам, работающим в высокоэффективных двигателях с высокой степенью двухконтурности и маслам, предназначенным для работы в двигателях военного назначения.

По инициативе компании *Rolls-Royce* при SAE (Society Automotive Engineers - объединение инженеров американской автомобильной индустрии в независимое общество, которое отвечает за нормы и классификацию в американском автомобилестроении. Департамент SAE, занимающийся проблемными вопросами аэрокосмической индустрии, носит аббревиатуру AS-AeroSpace) был создан комитет E-34 (вопросы масел для реактивных систем), задачей которого стала формулировка комплекса требований к маслам, предназначенных для использования на двигателях гражданской авиации, отработка тестовых методик и реализация единой политики по управлению изменениями.

Улучшение рецептуры антиокислительных присадок и базовых эфиров, привели к росту характеристик масел в сравнении с изначальными требованиями к маслам «типа I» и «типа II», изложенными в военных стандартах MIL-PRF-7808L и MIL-PRF-23699G соответственно. Гражданские двигателестроительные фирмы, при поддержке компаний-разработчиков масел и военных организаций, издали новую спецификацию SAE AS 5780, содержащую современные требования к составу и характеристикам масел для ГТД гражданского назначения. В спецификации SAE AS 5780, вобравшей в себя наиболее важные требования к маслам «типа II» из военной спецификации MIL-PRF-23699G, были ужесточены существующие нормативы и разработаны новые, определяющие необходимую сопротивляемость масла образованию отложений, а также совместимость с эластомерами, конструкционными материалами, актуальную для долгосрочного использования в пределах жизненного цикла гражданского ГТД.

Как и в военном стандарте MIL-PRF-23699G, в спецификации SAE AS 5780, существует разделение масел по признакам термостойкости и термоокислительной стабильности:

- **SPC** (Standard Performance Capability Class) – пониженный (стандартный) уровень эксплуатационных требований;
- **HPC** (High Performance Capability Class) – высокий уровень эксплуатационных требований, масло должно быть работоспособно при высоких тепловых нагрузках.

Новая спецификация формализовала процедуры, связанные с управлением изменениями в рецептуре, составе масла или в технологии его изготовления, что явилось необходимым для гражданских и государственных организаций, таких, например, как FAA (Federal Aviation Authority) и гражданских двигателестроителей – держателей Сертификата типа.

Группа качества продукта (QPG), имеющая в своем составе, в основном, представителей двигателестроительных компаний, разработчиков масел и действующих под надзором Performance Review Institute (PRI) при SAE, рассматривает предложения об изменениях в лабораторных и квалификационных методах исследований с тем, чтобы иметь возможность отбора масел, обладающих высочайшими характеристиками для будущих двигательных систем.

Основные особенности спецификации SAE AS 5780:

- длительные исследования на совместимость с уплотнительными материалами;
- наличие метода Rolls-Royce и Def Stan по определению термоокислительной стабильности;
- Rolls-Royce HLPS;
- Vapor Phase Cooking;
- GE Alcor HTDT;
- WAM трибологический тест;
- RR ALTE Bearing Wear;
- исключены стендовые испытания масла на турбовальном ГТД T63.

Тем не менее, ряд тестов имеет статус «для сведения» с целью набора статистики исследований и определения целесообразности их ввода в спецификацию на постоянной основе.

Комплекс требований к синтетическому маслу для газотурбинных двигателей нами представлен относительно спецификации SAE AS 5780 Rev A, некоторых требований стандарта MIL-PRF-23699G и включает в себя определение:

- физических свойств;
- химических свойств и совместимости;
- комплекс испытаний на термоокислительную стабильность;
- стойкости масла к образованию высокотемпературных отложений;
- трибологических характеристик.

Ниже представлены основные требования и краткое описание некоторых методик их определения.

Физические свойства

Определение физических свойств важно, в первую очередь, с точки зрения оценки качественных параметров товарной партии масла, среди которых критичными являются: вязкостно-температурные характеристики (ВТХ), температура вспышки, застывания и склонность к пенообразованию.

Вязкостно-температурные характеристики масла являются определяющими для оценки работоспособности в маслосистеме двигателя. Так же это основной параметр для контроля качества масла в процессе производства. Определяется с помощью вискозиметров гравитационного типа, согласно требованиям стандартов ASTM-D445/IP 71 (при -40°C; 40°C и 100°C SAE AS 5780 и при 200°C - ASTM-D341 и SAE AS 5780).

ASTM-D2532 (как составной части метода определения стабильности вязкости при -40°C, MIL-PRF-23699G) и ASTM-D445 при 40°C, 100°C - MIL-PRF-23699G.

Температура вспышки – самая низкая температура, при которой пары масла могут создать горючую смесь в воздухе. Имеет практическое значение с точки зрения оценки одного из аспектов пожароопасности масла. Также эта температура, при которой горение паров масла не будет поддерживаться при удалении источника огня. В авиапромышленности температура вспышки определяется в открытом тигле по методу Кливленда (ASTM-D92).

Потери от испарения – «мера изменчивости» (тенденция масла к переходу из жидкой фазы в газообразную). Позволяет оценить негативное влияние потери некоторой массовой доли масла на качественные характеристики. Определяется по потере массовой доли масла при обдуве сухим нагретым воздухом испытуемого образца (ASTM-D972, MIL-PRF-23699G, SAE AS 5780).

Примечание: метод в настоящее время не может считаться универсальным и подлежит замене другим методом.

Пенообразование – характеризует стойкость масла к образованию пены при аэрации и воздействии высоких температур в узлах маслосистемы двигателя. Повышенная склонность масла к вспениванию ведет к увеличению объема откачиваемого из опор двигателя масла, снижению термоокислительной стабильности масла в объеме и его способности к теплосъему, ухудшению смазывающей способности.

Стойкость масла к пенообразованию определяется методом ASTM-D892 и IP-16 (SAE AS 5780, MIL-PRF-23699G): образец масла в количестве 100 мл. аэрируется через пористый газовый диффузор с расходом воздуха 94 мл/мин. в течении 5 минут. После прекращения аэрации производится замер уровня пены. Следующий замер производится через одну минуту после выдерживания образца без аэрации. Затем, замер производится при нагреве масла до 93,5°C и последующей выдержкой без аэрации в течении 1-ой минуты.

Заключительным этапом является последующая аэрация масла, охлажденного до температуры 24°C.

Химические свойства

Общим назначением тестов на определение химических характеристик масла является контроль качества производимых партий продукта. Из четырех представленных тестов, наиболее важными можно считать три. В целом, исследование масла, работавшего в двигателе, по этим критериям позволяет контролировать запас качества продукта в условиях эксплуатации.

Кислотное число – уровень кислотного числа позволяет косвенно определить качество товарного масла и отследить состояние масла при хранении. Кислотность масла может влиять на его коррозионную активность. «Старение» масла под воздействием высоких температур или же хранение масла при ненадлежащих условиях могут вызвать рост кислотного числа.

Согласно метода SAE-ARP 5088 (SAE AS 5780, MIL-PRF-23699G) определение кислотного числа образца масла проводится автоматизированным титрованием. Значения кислотного числа выражаются в количестве миллиграмм щелочи (КОН), необходимой для нейтрализации кислотности одного грамма масла.

Сам по себе уровень кислотного числа не использованного масла не демонстрирует какой-либо тенденции к потере качества масла. Как будет показано далее – важное значение имеет склонность к изменению кислотного числа при стандартных исследованиях масла на термоокислительную стабиль-

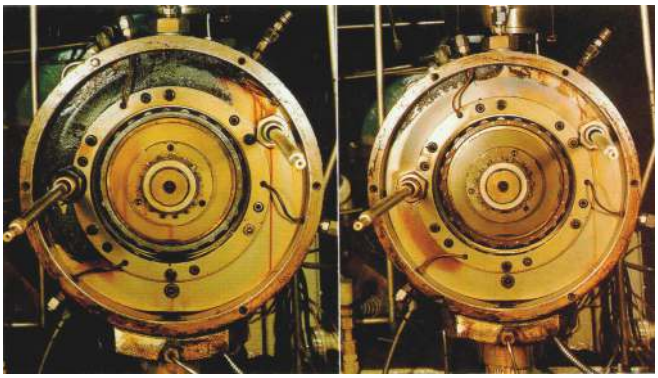
ность или в условиях эксплуатации.
Гидролитическая устойчивость. Исторически к определению гидролитической стабильности выдвигались требования английской военной спецификации Def Stan 05-50 (part 61, метод 6). Гидролитическая стабильность свидетельствует о способности базового эфира сопротивляться гидролизу – процессу деградации основных характеристик базового эфира под воздействием повышенной температуры и воды. Продуктами гидролиза являются исходные компоненты реакции этерификации – органические спирты и жирные кислоты. В спецификации SAE AS 5780 пределы значений кислотного числа не установлены, однако, предусмотрена их регистрация. Ранее, определение гидролитической устойчивости было характерно для исследования органофосфатных авиационных гидравлических жидкостей, обладающих высокой гигроскопичностью и склонностью к гидролизу основы.
Следы металлов. В первую очередь, содержание металлов в товарном масле – характеризует техпроцесс на производстве, при котором содержание побочных включений, таких как металлы, должно быть минимальным. В последствии, это также позволяет корректно оценивать концентрацию продуктов износа элементов двигателя в масле в процессе эксплуатации для диагностики состояния элементов ГТД.
Методика определения: атомно-эмиссионная спектроскопия. Спецификацией SAE AS 5780 предписывается следовать программному документу, издаваемому PRI, в котором перечислены стандарты на калибровку оборудования и порядок аккредитации лабораторий, выполняющих такие исследования.

Термоокислительная стабильность. FED-STD-791 (Метод 5308).

Метод 5308 является основным для оценки стабильности свойств масла уже около 52 лет. В SAE AS 5780 метод был перенесен из стандарта MIL-PRF-23699, где он использовался для оценки термоокислительной стабильности масла в объеме с 1963 года. Регламентируемые изменения вязкости, и изменения, проявляющиеся при проведении теста, исключают использование масел «типа I» с модификаторами вязкости, а также ненадежных компонентов, предназначенных для улучшения низкотемпературных ВТХ для масел «типа II».
Допустимый уровень кислотного числа значительно разнится для масел класса SPC и HPC что, в основном и является определяющим в классификации этих масел. Однако, окончательным подтверждением соответствия масла классу HPC является успешное прохождение квалификационных тестов, таких как: HTDT (Alcor, метод GE), HLPC (метод Rolls-Royce), ERDCO.
Термоокислительная стабильность масла и его совместимость с металлами является важнейшим свойством масла. Представленный ниже метод можно считать попыткой имитации реальных условий работы масла. Недостатком метода является его относительно невысокая точность в свете современных требований. В спецификации SAE AS 5780 он будет, возможно, заменен аппаратно-автоматизированным методом, позволяющим оценить, в том числе, индукционный период и температуру, при которой начинается резкий рост кислотного числа («break point») и т.д.
Метод 5308 стандарта FED-STD-791. Небольшой испытуемый образец масла, в который помещены металлические купоны, подвергается нагреву и аэрации. Тест проводят дублировано, при трех характерных температурах: 175°C, 204°C и 218°C. Металлические купоны помещены в масло, объем которого составляет 100 мл, продолжительность испытания 72 часа. Аэрация исследуемого масла осуществляется с расходом воздуха - 5 литров в минуту. Емкость, в которую помещены масло и металлические купоны, имеет длину 50 см. и диаметр 5 см.; внутри расположен конденсатор Алина. По завершении теста, фиксируется степень изменения характеристик масла после воздействия температуры, воздуха и каталитического действия металлов. Металлические купоны исследуются на коррозию.

Высокотемпературные отложения.

Несмотря на отработанность методик определения физико-химических характеристик масел, эти параметры имеют большее значение для оценки качества масла в процессе производства и предполагают лишь предварительную оценку работоспособности масла в реальных условиях. Комплекс перечисленных ниже квалификационных испытаний имеет большее практическое значение, т.к. условия и методики проведения таких исследований акцентированы на реальных условиях работы в авиационных ГТД.
Тест ERDCO.
Квалификационный стендовый метод оценки масла, при котором конечный объем исследуемого масла циркулирует по маслосистеме испытательного стенда, в рабочей зоне которого находится эквивалент турбинной опоры ротора ГТД. Эквивалент опоры включает в себя корпус опоры с кольцевым нагревательным элементом, в котором закреплена внешняя обойма роликового подшипника (D=100 мм). Внутренняя обойма поддерживает вал, приводимый во вращение с частотой 10 000 об/мин и нагруженный радиальным усилием 2200 Н. Маслосистема включает в себя маслобак; отсечный клапан; нагнетающий маслонасос; маслофильтр, с установленными до и после фильтра манометрами; форсунки, подающие масло в полость между обоймами подшипника; маслосборник; фильтр в линии откачки; откачивающий маслонасос; трехходовый кран.
Продолжительность испытания составляет 100 часов для масла класса SPC и 200 часов для масла класса HPC.
В процессе испытаний осуществляется мониторинг температуры масла в маслобаке, на входе в рабочую зону (опору). Также фиксируется прокачка масла, радиальная нагрузка, расход воздуха. Температура внешней обоймы подшипника поддерживается на уровне 260°C, что имитирует подвод теплового потока от элементов турбины. Фиксация параметров осуществляется каждые 30 минут.
По окончании испытания корпус опоры вскрывается и проводится визуальная оценка отложений в полости опоры, измеряется вес отложений, фиксируется изменение вязкости и кислотного числа, оценивается количество осадка на маслофильтрах. В



Вид на опору после испытания.
Слева – отложения после испытания масла SPC-класса; справа - состояние опоры после испытания HPC-масла

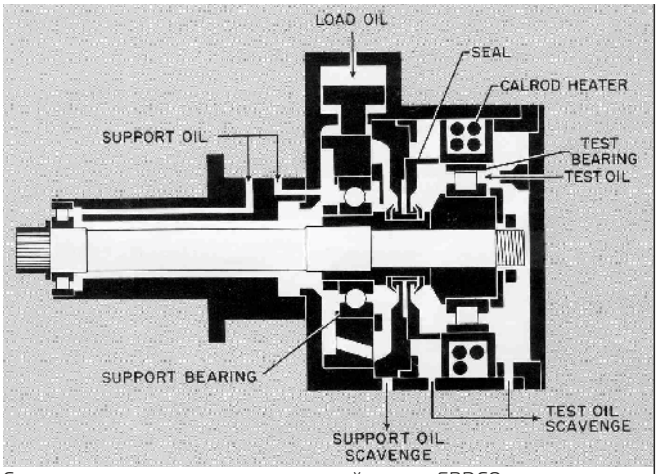


Схема эквивалента подшипниковой опоры ERDCO

данном исследовании требования к маслам класса SPC и HPC четко разделены.
Метод оценки отложений при исследовании в однофазном имитаторе тепловых процессов (HLPS) ARP5996.
Высокие температуры в маслосистемах, в масле и на смоченных маслом поверхностях, способствуют повышению рисков образования отложений в ГТД. Отложения могут привести к частичной или полной закупорке маслоподводящих и маслооткачивающих трубопроводов. Задачей метода является определение уровней роста отложений в маслоподводящих трубопроводах опор двигателя, которые не могут быть определены другими имеющимися на сегодняшний день методами. Целью метода является оценка стойкости масла к образованию отложений в представленных условиях при непрерывной прокачке масла под давлением.
SAE ARP 5996 определяет процедуру теста и его аппаратное обеспечение. Для этой процедуры определен лабораторный комплекс HLPS 300 и HLPS 400 производства компании FALEX.
Аппаратная часть включает в себя:
- резервуар с маслом, наддуваемый азотом;
- участок трубопровода с нагреваемым эталонным стержнем;
- подводящие и отводящие маслопроводы;
- маслонасос;
- контрольное и регистрирующее оборудование.

Исследуемое масло циркулирует по замкнутому контуру с давлением 1380 кПа при температуре 375°C. Продолжительность теста 20 и 40 часов. Вес отложений, образовавшихся в «горячей части» участка трубопровода, демонстрирует склонность масла к образованию отложений. Точность определения веса отложений - до 0,1 мг. Для масел класса HPC масса отложений лимитируется:
- 0,4 мг максимально (20 часов);
- 0,6 мг максимально (40 часов).

Alcor HTDT (высокотемпературный тест на образование отложений). Был первоначально разработан компанией Alcor совместно с Wright Air Development в 60-х годах для оценки масел «типа I». В дальнейшем, Управление ВМФ признало этот тест полезным применительно к маслам «типа II».
HTDT представляет собой тест на автоматизированной установ-

Опытная установка HLPS производства «ALCOR»

ке фирмы Alcor. Он имитирует условия работы масла в маслосистеме двигателя, результатами теста является оценка уровня формируемых отложений и степени ухудшения характеристик масла. Отслеживаются тенденции масла к окислительным процессам, образованию осадка и отложений, определяется критическая температура.

HTDT позволяет разделить масла «типа II» на классы в спецификации SAE AS 5780 – SPC и HPC. Этот тест позволяет также оценить и исключить масла, чьи формулировки не отвечают требованиям, предъявляемым условиями работы в современных ГТД еще на стадии предварительных одобрений.

Трибологические характеристики.

В первые годы использования реактивных двигателей для исследования и оценки смазывающих качеств масла использовались так называемые редукторные тесты. Наибольшее признание и распространение получил Ryder Gear Test и схожий с ним IAE Gear Test. Также известность получил редукторный тест FZG. Высокоскоростные редукторные тесты могли охарактеризовать противоизносные свойства масла на основе уровня износа поверхностей зубьев зубчатых колес.

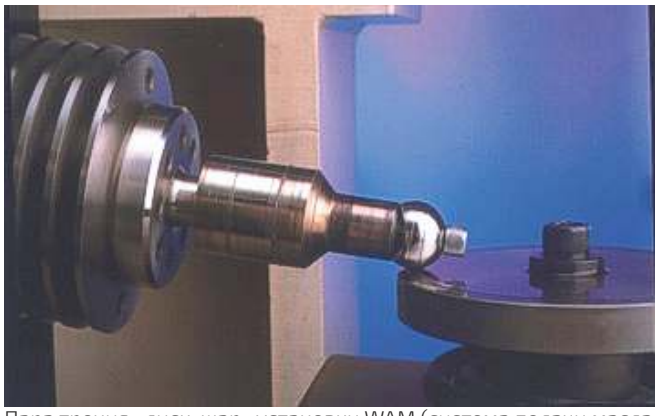
Ryder Gear Test, изначально используемый для исследования материалов зубчатых колес, мог быть применен для определения смазочных свойств синтетических масел для авиационных ГТД при высоких температурах.

Исходя из соображений высокой стоимости испытаний масла по этой методике, а также ограниченной доступности и несоответствия полноты представляемых результатов современным требованиям, принято считать, что метод Ryder Gear Test практически не имеет дальнейших перспектив. Тем не менее, этот метод до настоящего времени используется при квалификационных оценках трибологических характеристик масел.

В 80-е годы шла отработка других методов определения трибологических свойств синтетических масел, один из которых – на установке WAM (Wedeven Associates Inc.) «Высокоскоростной тест на определение несущей способности» признан в настоящее время одним из самых перспективных.

WAM-метод. Признанный комитетом E-34 WAM-метод, как наиболее перспективный, был принят временно под обозначением AIR 4978. Тест проводится на универсальной установке WAM, в которой реализована возможность гибко настраивать любые режимы трибологических исследований (в системе трения диск-шар) в условиях ступенчатого увеличения уровня нагружения пары «диск-шар» по широкой номенклатуре методик в интересах промышленности, авиации, флота и т.д. В AIR 4978 указаны четкие значения установленных параметров для определения трибологических характеристик исследуемого масла.

Параметры теста, установленные для «Временного метода определения несущей способности смазочных масел реактивных систем» (AIR 4978) подобраны таким образом, чтобы результаты WAM-теста имели, по возможности, максимальную сходимость с результатами Ryder Gear Test (FED-STD-791 метод 6508).


Пара трения «диск-шар» установки WAM (система подачи масла демонтирована)

После завершения испытания результаты представляют в виде графической зависимости вычисленного коэффициента трения от номера «ступени» нагружения. Принимаются усредненные результаты для 4-х последовательных тестов. Нижним пределом для масел класса HPC установлен уровень противоизносных характеристик эталонного эфира Hercolube-A (не менее 15 «ступеней» нагружения).

Заключение:

Современные синтетические масла, удовлетворяющие требованиям спецификации SAE AS 5780 и внесенные в QPL-PRI-5780 (список масел одобренных институтом PRI), обладают лучшими характеристиками среди прочих полиэфирных масел, что позволяет эффективно использовать их в маслосистемах современных газотурбинных двигателей гражданского назначения без риска снижения надежности работы силовых установок по причинам, связанным с маслом.

Количество одобренных по спецификации SAE AS 5780 масел насчитывает единицы, в то время, как список масел, формально соответствующих требованиям стандарта MIL-PRF-23699G и перечисленных в QPL-23699 (Qualified Product List) состоит из десятков наименований масел различных производителей, в т.ч. тех, чьи масла никогда не получали одобрения для использования на газотурбинных двигателях гражданского назначения.

Решенные вопросы требований к совместимости масел во многих случаях позволяют производить замену одной марки масла другой маркой без слива масла и операций, связанных с промывкой маслосистемы новым маслом. Переход осуществляется, как правило, последовательной дозаправкой новым маслом, по мере расхода в эксплуатации – так называемый «Topping up». Такой подход реализован объединением CFMi на двигателях серии CFM-56 (около 25 тысяч двигателей этого типа находится в коммерческой эксплуатации), IAE на двигателях серии V2500, на большинстве двигателей разработки General Electric Aircraft Engines и других.

Низкая испаряемость масел на основе неопентильных эфиров полиолов обеспечивает относительно невысокие расходы масла, к примеру, на уровне 0,2 кг/ч для двигателей CFM-56 и V2500 самых массовых самолетов гражданской авиации – семейств узкофюзеляжных самолетов AIRBUS 319/320/321 и BOEING 737-classic/NG. В перспективных двигателях разработки Rolls-Royce, Pratt&Whitney планируют ограничить расход масла величиной в 0,05 кг/ч.

Однако, один из заметных эксплуатационных недостатков 5-сСт масел проявляется при низких температурах. Он связан с существенным ростом величины кинематической вязкости при температурах ниже -30°C и ограничениями, налагаемыми на запуск двигателей при низких значениях температуры окружающего воздуха, характерных, например, для многих регионов Российской Федерации в зимний период.

Характеристики термоокислительной стабильности масел, одобренных по спецификации SAE AS 5780, позволяют эксплуатировать их без замены длительные сроки, без риска образования высокотемпературных отложений в двигателе и недопустимого снижения качества масла, «старения». Особенно можно отметить здесь масла класса HPC, обладающие существенно более высокой стойкостью к образованию отложений различного типа. Однако, как правило, масла HPC более агрессивны к конструкционным и уплотнительным материалам, в сравнении с маслами класса SPC, имеют существенно более высокие значения кинематической вязкости при низких температурах, обладают худшей смазывающей способностью и несколько более высокой стоимостью.

Дальнейшее совершенствование спецификации SAE AS 5780 под руководством PRI позволит применять более совершенные методы проверки соответствия новых масел изменяющимся требованиям разработчиков маслосистем и двигателей в короткие сроки, минимизируя потребность в длительных стендовых испытаниях новых масел и программах эксплуатационных проверок. Более гибкая система управления изменениями может способствовать своевременному предложению масла улучшенной рецептуры для удовлетворения растущих потребностей новейших теплонапряженных двигателей в качественном масле.

Разработка комплекса требований к новому поколению перспективных российских авиационных масел, с учетом мирового опыта в этой области, позволит, по нашему мнению, оптимизировать общие подходы к формированию стройного комплекса квалификационных методик, направленных на создание и оценку масел, соответствующих лучшим мировым образцам. Создаваемые российскими предприятиями перспективные высокоэффективные авиадвигатели гражданского назначения по общим параметрам газодинамического цикла, теплонапряженности и механическим нагрузкам, по оценке специалистов, находятся на одном уровне с аналогичными двигателями зарубежных фирм. Очевидно, что только полное соответствие характеристик перспективных масел эксплуатационным требованиям, закладываемым в настоящее время разработчиками авиационных ГТД в конструкцию своих двигателей, новые компоновки маслосистем, позволит обеспечить надежность и безопасность эксплуатации, высокий ресурс компонентов на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Создание базовой кафедры «Обеспечение авиаГСМ и техническими средствами» при АО «Газпромнефть-Аэро»

Файзуллин Р.Р.
заведующий кафедрой авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева. кандидат технических наук, доцент

Калякин А.В.
доцент кафедры авиатопливообеспечения Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, кандидат технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования

Концепция развития транспортного образования определяет один из эффективных инструментов интеграции образования и рынка труда – это формирование базовых кафедр образовательных организаций на предприятиях.

На сегодняшний день сотрудничество УИ ГА и АО «Газпромнефть-Аэро» достигло такого высокого уровня, что выполняются все условия приказа Министерства образования и науки РФ от 14 августа 2013 г. № 958 о создании совместного структурного подразделения (базовой кафедры). Согласно данного приказа условиями для создания базовой кафедры являются:

1. Соответствие реализуемой образовательной организацией образовательной программы профилю деятельности организации.

Это условие выполняется без всяких сомнений, т.к. основным видом профессиональной деятельности АО «Газпромнефть-Аэро» является авиатопливное обеспечение воздушных перевозок и авиационных работ.

2. Наличие имущества, необходимого для достижения целей деятельности структурного подразделения.

3. Создание безопасных условий обучения.

На сегодняшний день АО «Газпромнефть-Аэро» является лидером по оснащенности современными средствами заправки, автоматизации технологических процессов подготовки и заправки ВС авиатопливом. Причем, на первом месте руководством этой компании определено создание комфортных и безопасных условий, как для работы, так и для обучения.

4. Обеспечение проведения практики, практических занятий, семинаров, лабораторных практикумов и иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом, в структурном подразделении.

АО «Газпромнефть-Аэро» предоставляет институту возможность проводить все виды практических занятий и различные виды практик на своих предприятиях, оснащенных современными техническими средствами и оборудованием. Руководителями предквалификационной практики курсантов УИ ГА на авиапредприятиях являются заместители директоров по производству.

5. Обеспечение организацией условий для подготовки обучающимися выпускных квалификационных работ и иных видов работ, предусмотренных образовательной программой, в том числе участие в формировании тем выпускных квалификационных работ и иных работ, обеспечение научного руководства и рецензирование выпускных квалификационных работ и иных работ, безвозмездное предоставление обучающимся доступа к информации, необходимой для подготовки выпускных квалификационных работ.

И данные условия выполняются в полной мере. В частности, уже второй год подряд председателем государственной экзамена-

ционной комиссии для приема выпускных квалификационных работ курсантов участвует генеральный директор АО «Газпромнефть-Аэро» Егоров Владимир Егорович, членами комиссии - первый заместитель генерального директора-заместитель генерального директора по производству АО «Газпромнефть-Аэро» Дайнеко Ирина Вениаминовна и др. сотрудники организации.

Основаниями для создания базовой кафедры являются:

1. Договор о создании структурного подразделения, заключенный между образовательной организацией и работодателем. 29 июня 2017 г. такой договор был подписан между институтом и АО «Газпромнефть-Аэро».

2. Разработка положения о базовой кафедре и решение ученого совета образовательной организации о создании структурного подразделения.

30 августа 2017 г. решением Ученого совета УИ ГА принято положительное решение о создании совместного структурного подразделения (базовой кафедры) при АО «Газпромнефть-Аэро», принято и рекомендовано к утверждению Положение о базовой кафедре.

Целью деятельности создаваемой Базовой кафедры является совершенствование практической подготовки обучающихся, направленной на формирование профессиональных компетенций путем реализации части образовательной программы на базе предприятий АО «Газпромнефть Аэро».

Основные задачи базовой кафедры:

- организация и проведение практических занятий в соответствии с учебными планами на базе Ульяновского филиала АО «Газпромнефть-Аэро»;
- разработка научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по направлению деятельности кафедры с участием сотрудников АО «Газпромнефть-Аэро»;
- организация и проведение учебной, предквалификационной и преддипломной практик на базе предприятий АО «Газпромнефть- Аэро»;
- привлечение сотрудников АО «Газпромнефть-Аэро» к проведению учебных занятий, руководству практиками, участию в Государственной итоговой аттестации, оказанию помощи в формировании тем выпускных квалификационных работ, обеспечению научного руководства и рецензирования выпускных квалификационных работ и др.

Базовая кафедра получила название «Обеспечение авиаГСМ и техническими средствами» и территориально находится при Ульяновском филиале АО «Газпромнефть-Аэро». Структурно базовая кафедра входит в состав учебного подразделения факультета подготовки авиационных специалистов УИ ГА. Для качественного проведения всех видов занятий, практик и других видов образовательной деятельности на складе ГСМ Ульяновского филиала АО «Газпромнефть-Аэро» совместными усилиями отремонтирована и введена в эксплуатацию учебная аудитория.

АО «Газпромнефть-Аэро» для образовательной деятельности безвозмездно предоставляет все объекты авиапредприятий. Все виды занятий и практик проводят штатные преподаватели кафедры и приглашенные сотрудники АО «Газпромнефть-Аэро».

Созданное совместное структурное подразделение (базовая кафедра) приносит огромную пользу, как для института, так и для УИ ГА.

Для института появилась возможность проводить практические занятия максимально приближенные к реальным технологическим процессам, проводимым при приеме, хранении, контроле качества и подготовке авиатоплива к заправке воздушных судов в ТЗК. При этом учитываются требования работодателя к компетентности выпускника.

Руководство АО «Газпромнефть-Аэро» во время обучения может осуществлять подбор наиболее подготовленных курсантов в качестве претендентов на вакантные должности, имеющиеся на авиапредприятиях.

Таким образом, создание совместного структурного подразделения УИ ГА и АО «Газпромнефть-Аэро» оказывает серьезное влияние на обеспечение качества подготовки специалистов авиатопливообеспечения в Российской Федерации.

«Туполев Сервис» внедряет инновационные технологии в аэродромные топливозаправщики

Авиатопливообеспечение существует столько же, сколько авиация – более ста лет.
Авиаторы недаром говорят: «Топливо – это кровь самолета». На современных воздушных судах масса заправленного авиатоплива составляет до 70% от максимальной взлетной массы.

Григорий Литинский
Руководитель проекта

ООО «ТЗК Туполев Сервис»
140185, Московская область, г. Жуковский,
ул. Туполева, корп. 57
Тел.: (495) 556-51-53
E-mail: tupolevservis@yandex.ru
Сайт: ***www.tupolevservis.ru***

Предприятие «Туполев Сервис» было создано в первую очередь для оказания квалифицированных услуг по авиатопливообеспечению для ПАО «Туполев» и других ведущих самолетостроительных компаний России на аэродроме Раменское (ЛИИ им.М.М. Громова) при летных испытаниях опытных изделий авиационной техники. Более восемнадцати лет компания «Туполев Сервис» обеспечивает высокий технологический уровень заправки и безопасности полетов, подтверждая свою репутацию надежного партнера в непростых жестких конкурентных условиях. В последнее время компания расширила сферу деятельности и является не только оператором авиатопливообеспечения, но и стала одним из разработчиков современных наземных средств заправки.

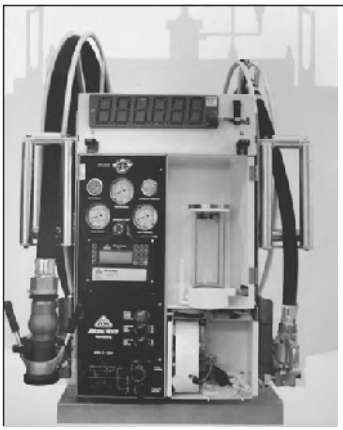
Коллектив «Туполев Сервис» поставил перед собой сложную техническую задачу – разработка и изготовление новых современных аэродромных топливозаправщиков с применением инновационного европейского технологического оборудования по конкурентоспособной цене для российского рынка.

За относительно небольшой период времени компания «Туполев Сервис» смогла организовать сборочное производство и успешно реализовала программу создания серии современных аэродромных топливозаправщиков с объемом резервуара от 330 до 30 000 литров. Все топливозаправщики были собраны методом крупноузловой сборки с использованием оборудования ведущих европейских и российских компаний. Топливозаправщики прошли процедуру сертификации в России и соответствуют требованиям национального ГОСТ Р 52906-2008.

Залогом успеха проекта создания современных топливозаправщиков является тесное и плодотворное сотрудничество с всемирно известной немецкой компанией Alfons Haar, так как основным элементом топливозаправщиков является технологическая унифицированная установка заправки самолетов типа **ARU** (Aircraft Refuelling Unit – авиационная заправочная установка) с производительностью заправки 600, 1200, 2400 литров в минуту. Эта установка представляет собой технологически законченный, готовый к применению модуль с заданной производительностью и в то же время открытый для наращивания дополнительных опций под любые требования заказчика.

«Туполев Сервис» стала единственной в России компанией, успешно наладившей сборку топливозаправщиков на базе установки типа ARU компании Alfons Haar. В конструктивной схеме модуля реализованы все последние современные технологические достижения и новинки, соответствующие требованиям российских и зарубежных нормативных документов.

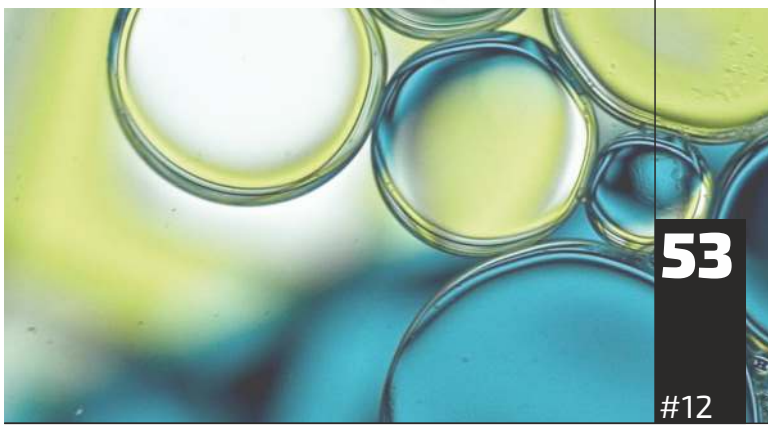
PRECI Control – инновационная система управления и контроля заправочным процессом



ARU – авиазаправочная установка модульного типа

В настоящее время компания «Туполев Сервис» совместно с немецкими партнерами приступила к созданию топливозаправщиков нового поколения на принципиально другой технологической платформе: с системой управления **PreciControl**, которая обеспечит электронный контроль и управление всеми технологическими операциями в процессе заправки воздушных судов.
Применение новой платформы, с использованием связующей единой шины **PreciBus**, позволит не только повысить уровень безопасности процесса заправки, но и улучшить показатели технологичности и контролепригодности при техническом обслуживании и дальнейшей эксплуатации. Для облегчения управления заправочными операциями оператор топливозаправщика получит дополнительную информационную поддержку, что позволит избежать операционных ошибок.
Многофункциональный монитор-контроллер **ARU-Master** – основной элемент новой системы управления. Являясь центральным информационным и операционным блоком, он принимает все сигналы с датчиков, обрабатывает их и вырабатывает управляющие команды для выполнения технологических операций заправки воздушных судов. Кроме того, системные события регистрируются в электронном журнале и сохраняются таким образом, что в любой момент времени они могут быть прослежены и отображены на экране монитора или распечатаны на принтере. Возможности новой системы позволяют автоматически управлять и контролировать процесс заправки: от работы двигателя автомобиля и до бортового штуцера топливных баков ВС. Предлагаемая система позволит постоянно следить за процессом фильтрации в фильтре-водоотделителе: наличием воды и воздуха, в особенности за перепадом давления на фильтроэлементах по отношению к текущему расходу. Эта функция важна для определения уровня загрязнения фильтрующих элементов и формировании сигнала на прекращения процесса заправки. Топливозаправщики с установкой типа **ARU**, с использованием технологии **PreciControl**, могут в дальнейшем успешно функционировать в системе обмена данными согласно стандарта **IATA Aviation Fuel Data** между топливозаправщиком – бортовой измерительно-информационной системой ВС и авиакомпанией.
Надеемся, что новое поколение топливозаправщиков значительно повысит уровень безопасности и качества заправки воздушных судов в России и позволит интегрироваться в международную систему обмена информацией и ведения расчетов.

Коллектив «Туполев Сервис» поставил перед собой сложную техническую задачу – разработка и изготовление новых современных аэродромных топливозаправщиков с применением инновационного европейского технологического оборудования по конкурентоспособной цене для российского рынка.



КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНО ГОСТАНДАРТА

«Технологии авиатопливообеспечения. Средства фильтрации авиатопливообеспечения. Общие технические требования»

Осипов О.П.
зам. директора по научной работе ООО НПО «Агрегат»,
канд.техн.наук

Талаев А.Г.
зам.директора ООО НИИЦ «АГРЕГАТ-тест»
канд.техн.наук

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 08.11.2013 №1341-ст введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р «Технологии авиатопливообеспечения. Основные положения», в котором предложена структура комплекса национальных стандартов в области авиатопливообеспечения.

Комплекс национальных стандартов «Технологии авиатопливообеспечения» регламентирует требования, нормы и правила выполнения технологических процессов авиатопливообеспечения при проектировании, строительстве, модернизации и эксплуатации объектов, сооружений, производственных участков организаций авиатопливообеспечения в аэропортах, на аэродромах совместного базирования государственной и гражданской авиации, а также на складах ГСМ вертодромов, гидроаэродромов и посадочных площадках с соблюдением действующих норм охраны труда, правил промышленной, пожарной и экологической безопасности с целью обеспечения безопасности полетов воздушных судов (далее – ВС).

Комплекс национальных стандартов определяет основные принципы и тенденции повышения технического уровня технологического оборудования (технологических модулей) авиатопливообеспечения, безопасного выполнения процедур заправки ВС авиатопливом и спецжидкостями, соблюдения правил пожарной безопасности и охраны окружающей среды с учетом особенностей использования в рядовых условиях эксплуатации в различных климатических зонах Российской Федерации.

В период с 2012 г. по 2017 г. Ассоциацией организаций авиатопливообеспечения воздушных судов гражданской авиации (далее – Ассоциация) разработаны и внедрены следующие стандарты комплекса:

- ГОСТ Р 18.12.01-2015 «Технологии авиатопливообеспечения. Функциональные и технологические параметры автотопливозаправщиков (топливозаправщиков) аэродромных. Требования заказчика»;
- ГОСТ Р 18.3.01-2016 «Технологии авиатопливообеспечения. Типовые схемы».

Завершено согласование и подготовка к утверждению в Росстандарте стандарта ГОСТ Р 18.12.02-2017 «Технологии авиатопливообеспечения. Оборудование типовых схем авиатопливообеспечения. Общие технические требования».

Внедрение указанных национальных стандартов подтверждается технико-экономической целесообразностью их разработки с обеспечением:

- оптимизации основных параметров технологических модулей авиатопливообеспечения (далее – ТМ АТО) в проектируемых типовых схемах авиатопливообеспечения (далее – ТС АТО), изготовленных и испытанных в заводских условиях;
- формирования минимально необходимых требований безопасности, предъявляемых к оборудованию ТС АТО и ТМ АТО, с целью обеспечения безопасности полетов ВС, сохранения жизни и здоровья граждан, а также имущества и охраны окружающей среды, с учетом минимально допустимых рисков при эксплуатации;
- сокращения сроков и трудоемкости разработки проектной, конструкторской документации (далее – КД), эксплуатационных документов (далее – ЭД) при оптимальной продолжительности подготовки и проведения строительно-монтажных работ на объектах авиатопливообеспечения в реальных условиях эксплуатации;
- возможности целенаправленного использования банковских кредитов и оборотных средств организаций авиатопливообеспечения и топливо-заправочных компаний.

Принимая во внимание отсутствие утвержденных нормативных документов (далее – НД) к средствам фильтрации авиатопливообеспечения (далее – СФ АТО), содержащих современные и гармонизированные с правилами EI, рекомендуемыми практиками IATA и стандартами ICAO требования, Ассоциация и Технический комитет по стандартизации ТК018 предлагают для публичного обсуждения концепцию основополагающего стандарта комплекса национальных стандартов – ГОСТ Р 18.12.03 «Технологии авиатопливообеспечения. Средства фильтрации авиатопливообеспечения. Общие технические требования».

Настоящая концепция:

- устанавливает требования к СФ, используемым в ТС АТО по ГОСТ 18.3.01 на аэродромах и вертодромах государственной, гражданской и экспериментальной авиации, посадочных площадках;
- определяет основные принципы построения СФ АТО, технические характеристики и конструктивные параметры фильтров-водоотделителей (далее – ФВ), фильтров (далее – Ф) и микрофильтров (далее – МФ) для авиатоплива и противоводокристаллизационных жидкостей (далее – ПВКЖ);
- распространяется на СФ, подлежащие эксплуатации в технологических линиях нефтеперегонных заводов на завершающих этапах производства авиатоплива для выдачи в цистерны предназначенных транспортных средств и танки нефтеналивных судов;
- регламентирует требования безопасности, в т.ч. мероприятия по снижению рисков от воздействия статического электричества, правила обеспечения пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

В настоящей концепции заложены общетехнические требования Технических регламентов ТС (ЕАЭС), межгосударственных и национальных стандартов, а также учтены рекомендации основных нормативных положений международных правил, стандартов ASTM, рекомендуемых практик ICAO и IATA и спецификаций EI [1] – [15].

В концепции используются следующие термины и определения:

- **фильтрация авиатоплива и ПВКЖ**: очистка авиатоплива и ПВКЖ от загрязнений (механических примесей) при прохождении рабочей среды под давлением через фильтрующую перегородку;
- **коагуляция**: укрупнение микро капельнерастворенной (свободной) воды в авиатопливе за счёт полярного эффекта на лиофобных поверхностях;
- **водоотделение**(сепарация): разделение несмешивающихся полярной и малополярной жидкостей на лиофобной поверхности;
- **фильтр гидравлический** (далее – ФГ): устройство, работающее под избыточным давлением, внутри корпуса которого размещены элементы для фильтрации из различных фильтрующих материалов, обеспечивающие непрерывное удаление загрязнений из рабочей среды до требуемого уровня;
- **фильтр**(Ф): устройство, работающее под избыточным давлением, внутри корпуса которого размещены элементы для фильтрации из различных фильтрующих материалов, обеспечивающие непрерывное удаление загрязнений из рабочей среды, с требованиями к конструкции элементов, номинальной пропускной способности, рабочему давлению и тонкости фильтрации, определенными в договоре (контракте) на разработку, изготовление и поставку продукции;
- **микрофильтр**(МФ):устройство, работающее под избыточным давлением, внутри корпуса которого размещены элементы для фильтрации из различных фильтрующих материалов, обеспечивающие непрерывное удаление загрязнений из рабочей среды до требуемого уровня с наружным диаметром до 150 мм и тонкостью фильтрации 1, 2, 3, 5 или 10 мкм [11], [12];
- **фильтр-водоотделитель**(ФВ): устройство, работающее под избыточным давлением, внутри корпуса которого размещены элементы для фильтрации, коагуляции и сепарации, обеспечивающие непрерывное удаление загрязнений (механических примесей) и нерастворенной (свободной) воды из авиатоплива до требуемого уровня;
- **средства фильтрации авиатопливообеспечения** (СФ АТО): унифицированные Ф, МФ, ФВ, элементы различного исполнения и дополнительное оборудование.

В настоящей концепции определены и обоснованы, с учетом принципов гармонизации с действующими НД (EI, ICAO, IATA), основные технологические и технические требования к СФ АТО.

1 Технологические требования к средствам фильтрации авиатопливообеспечения.

1.1 СФ АТО должны обеспечивать выполнение процедур фильтрации авиатоплива и ПВКЖ, предусмотренных ТС АТО.

1.2 СФ АТО должны обеспечивать последовательное повышение тонкости фильтрации и отделение свободной воды в процессе перекачки авиатоплива из средств транспортирования до выдачи в баки ВС, с обеспечением его качества установленным нормам и требованиям.

В составе СФ АТО следует предусмотреть использование оборудования для фильтрации ПВКЖ, обеспечивающее повышение тонкости фильтрации в процессе перекачки ее из средств транспортирования до устройства дозированного введения в авиатопливо.

1.3 Основные технологические принципы комплектации СФ АТО – это последовательное повышение степени очистки авиатоплива от механических примесей и свободной воды, которое должно обеспечивать:

- предварительную фильтрацию авиатоплива и ПВКЖ от крупных механических примесей, с целью защиты оборудования АТО;
- фильтрацию авиатоплива и ПВКЖ с заданными значениями тонкости фильтрации и содержания механических примесей;
- микрофильтрацию авиатоплива и ПВКЖ с заданными значениями тонкости фильтрации и содержания механических примесей;
- фильтрацию авиатоплива и отделение нерастворимой (свободной) воды с заданными значениями тонкости фильтрации, содержания механических примесей и свободной воды;
- отбор проб авиатоплива и ПВКЖ на входе и выходе СФ (со сбором и локализацией остатков);
- контроль режимов работы и безопасности функционирования СФ;
- проведение зачистки корпусных деталей СФ и трубопроводов;
- замену элементов без демонтажа коммуникаций (трубопроводов) и оборудования;
- полное опорожнение СФ авиатоплива и ПВКЖ;
- сбор и локализацию возможных проливов авиатоплива, ПВКЖ, загрязненных рабочих сред.

1.4 СФ АТО должны предусматривать использование:

- фильтров (Ф);
- микрофильтров (МФ);
- фильтров-водоотделителей (ФВ);
- технологических трубопроводов и коллекторов с газосбрасывающими и обратными клапанами;
- запорной и предохранительной арматуры;
- устройств управления, средств измерения (далее – СИ) и средств контроля параметров технологических процессов;
- устройств сбора и локализации возможных проливов авиатоплива (при замене элементов, проведении монтажных и наладочных работ и зачистке СФ АТО).

1.5 При проектировании ТС АТО следует предусматривать четырех-ступенчатую схему комплектации СФ авиатоплива, предназначенного для заправки ВС, от механических примесей и отделения нерастворимой (свободной) воды, которая должна включать в себя:

1-я ступень – при приеме авиатоплива на склад авиаГСМ: **Ф–МФ**.

Допустимые загрязнения отфильтрованного авиатоплива: тонкость фильтрации – не более 10 мкм, общее количество механических примесей по массе и содержание свободной воды не регламентируются.

Способность задержания механических примесей – 4 г/дм^3 в минуту.

2-я ступень (допускается не применять) – при перекачке авиатоплива из приемных резервуаров в расходные: **Ф– МФ–ФВ**.

Допустимые загрязнения отфильтрованного авиатоплива: тонкость фильтрации – не более 5 мкм, общее количество механических примесей не более 1 мг/дм^3, содержание свободной воды – не более 0,0015% масс, вымываемость волокон – не более 10 шт. на 1 дм^3.

Способность задержания механических примесей – 2,64 г/дм^3 в минуту.

3-я ступень – при выдаче авиатоплива из расходных резервуаров на пункты налива подвижных и передвижных средств заправки ВС, в систему централизованной заправки самолетов (далее – ЦЗС), агрегаты заправки ВС из ЦЗС (далее – АЦЗС), подвижные агрегаты фильтрации (далее – АФТ-П): **Ф – МФ – ФВ**.

Допустимые загрязнения отфильтрованного авиатоплива: тонкость фильтрации – не более 3 мкм, общее количество механических примесей – не более 0,26 мг/дм^3, содержание свободной воды – не более 0,0015 % масс, вымываемость волокон – не более 10 шт. на 1 дм^3.

Способность задержания механических примесей – 1,3 г/дм^3 в минуту.

4-я ступень – при заправке ВС подвижными и передвижными средствами заправки ВС, АЦЗС и АФТ-П: **МФ или ФВ**.

Допустимые загрязнения отфильтрованного авиатоплива в ВС: тонкость фильтрации – не более 3 мкм, общее количество механических примесей – не более 0,26 мг/дм^3, содержание свободной воды – не более 0,0015 % масс, вымываемость волокон – не более 10 шт. на 1 дм^3.

Способность задержания механических примесей – 1,3 г/дм^3 в минуту.

1.6 Тонкость фильтрации и способность задержания механических примесей должны определяться при полноте отсева механических примесей – не менее 97 %.

1.7 Перепад давления на фильтрующих элементах Ф при номинальном расходе должен быть не более:

- начальный – не регламентируется;
- конечный – 50 кПа.

Перепад давления на фильтрующих элементах МФ при номинальном расходе должен быть не более:

- начальный – 50 кПа;
- конечный – 150 кПа.

Перепад давления на элементах фильтрующих коагулирующих ФВ при номинальном расходе должен быть не более:

- начальный – 70 кПа;
- конечный – 200 кПа.

1.8 Элементы ФВ должны обеспечивать содержание свободной воды в авиатопливе на выходе из ФВ – не более 0,0015 % масс (при номинальной подаче) в течение:

- при содержании свободной воды в авиатопливе на входе 0,05 % масс – 30 мин;
- при содержании свободной воды в авиатопливе на входе 0,01 % масс – 60 мин.

При наличии свободной воды в авиатопливе на выходе из ФВ, превышающем 0,0015% масс, установленные элементы подлежат замене.

1.9 Температура, рабочее давление и подача перекачиваемого авиатоплива должны соответствовать техническим характеристикам, указанным в паспортах на Ф,МФ и ФВ, а перепад давлений

на элементах – значениям, указанным на этикетках используемых элементов.
1.10 Для элементов всех типов, используемых для комплектации схемы по п. 1.5, не допускается:
- использование вне рабочей зоны эксплуатации, которая в обязательном порядке регламентируется ЭД;
- использование при параметрах, значения которых превышают указанные в ЭД;
- использование при достижении максимально допустимого перепада давлений;
- использование при фильтрации авиатоплива, имеющего признаки помутнения, при температурах авиатоплива ниже минус 70С, за исключением сетчатых элементов, изготовленных из стали 12Х18Н10Т;
- эксплуатация без одновременного измерения и регистрации перепада давлений и пропускной способности в журналах учета работы СФ;
- использование для фильтрации авиатоплива при концентрации загрязнений перед элементами более 0,05 г/дм^3 и содержанием свободной воды более 0,05 % масс.

1.11 Не допускается эксплуатация СФ АТО:
- в комплекте с элементами, не имеющими подтверждения соответствия и не предусмотренными ЭД на конкретный образец СФ;
- в комплекте с элементами в диапазоне температур, не предусмотренном ЭД;
- при нарушенных пломбах (нечетких клеймах) на контрольно-измерительных приборах;
- при истекших сроках поверки контрольно-измерительных приборов или их повреждениях;
- при невозможности возвращения указателей на контрольно-измерительных приборах в нулевое положение;
- при частичной замене элементов;
- при не согласованном применении иных комплектующих с изготовителем корпуса СФ;
- при одновременном использовании в одном корпусе элементов различных изготовителей, не согласованных предварительно с изготовителем корпусов СФ.

1.12 При проектировании ТС АТО следует предусматривать трехступенчатую схему комплектации СФ ПВКЖ, предназначенной для заправки ВС, от механических примесей, которая должна включать в себя:
1-я ступень - при приеме ПВКЖ на склад авиаГСМ: **Ф**.
Допустимые загрязнения отфильтрованной ПВКЖ: тонкость фильтрации - не более 15 мкм, общее количество механических примесей по массе не регламентируется.
Способность задержания механических примесей – 4 г/дм^3 в минуту.
2-я ступень – при выдаче ПВКЖ из приемно-расходных резервуаров на пункты налива для наполнения расходно-контрольных резервуаров средств заправки ВС, АЦЗС и АФТ-П: **Ф – МФ**.
Допустимые загрязнения отфильтрованной ПВКЖ: тонкость фильтрации – не более 5 мкм, общее количество механических примесей – не более 1 мг/дм^3.
Способность задержания механических примесей – 2,64 г/дм^3 в минуту.
3-я ступень – при заправке ВС подвижными и передвижными средствами заправки ВС, АЦЗС и АФТ-П: **Ф – МФ – МФ**.
Допустимые загрязнения отфильтрованной ПВКЖ: тонкость фильтрации – не более 3 мкм, общее количество механических примесей – не более 0,26 мг/дм^3.
Способность задержания механических примесей – 1,43 г/дм^3 в минуту.
1.13 Тонкость фильтрации и способность задержания механических примесей должны определяться при полноте отсева механических примесей не менее 97 %.
1.14 Перепад давления на фильтрующих элементах Ф при номинальном расходе должен быть не более:
- начальный – не регламентируется;
- конечный – 50 кПа.

Перепад давления на фильтрующих элементах МФ при номинальном расходе должен быть не более:
- начальный – не регламентируется;
- конечный – 50 кПа.

1.15 Температура, рабочее давление и подача перекачиваемой ПВКЖ должны соответствовать техническим характеристикам, указанным в паспортах на Ф, МФ, а перепад давлений на элементах - значениям, указанным на этикетках используемых элементов.
1.16 Для элементов всех типов, используемых для комплектации схемы по п. 1.12, не допускается:
- использование вне рабочей зоны эксплуатации, которая в обязательном порядке регламентируется ЭД;
- использование при параметрах, значения которых превышают указанные в ЭД;
- использование при достижении максимально допустимого перепада давлений;
- использование для фильтрации авиатоплива при концентрации загрязнений перед элементами более 0,05 г/дм^3
- эксплуатация без одновременного измерения и регистрации перепада давлений и пропускной способности в журналах учета работы элементов.

1.17 Не допускается эксплуатация СФ:
- в комплекте с элементами, не имеющими подтверждения соответствия и не предусмотренными ЭД на конкретный Ф, МФ;
- в диапазоне температур, не предусмотренном ЭД;
- при нарушенных пломбах (нечетких клеймах) на контрольно-измерительных приборах;
- при истекших сроках поверки контрольно-измерительных приборов или их повреждениях;
- при невозможности возвращения указателей на контрольно-измерительных приборах в нулевое положение;
- при частичной замене элементов;
- при не согласованном с изготовителем применении иных комплектующих;
- при одновременном использовании в одном корпусе элементов различных изготовителей, не согласованных предварительно с изготовителем корпусов Ф, МФ.

2. Технические требования к средствам фильтрации авиатопливообеспечения

2.1 Общие требования.

2.1.1 В ТС АТО должны использоваться СФ с комплектацией по [1], [9] – [15], а также дополнительное оборудование к ним, номенклатуру которого допускается согласовывать с Заказчиком в спецификации к договору (контракту) на разработку, изготовление и поставку продукции (далее – спецификация).
2.1.2 Номенклатура основных параметров (характеристик) СФАТО должна быть достаточной для определения конструктивных особенностей и регламентировать фактические значения следующих показателей:
- номинальная пропускная способность, м^3/ч;
- рабочее давление, МПа, не более;
- расчетное давление, МПа, не более;
- пробное давление, МПа, не более;
- перепад давления на порожнем корпусе СФ при номинальной пропускной способности, кПа;
- внутренний диаметр корпуса, мм;
- масса изделия, кг.

2.1.3 Номинальная пропускная способность СФ в сборе с элементами может ограничиваться минимальной пропускной способностью корпуса СФ и/или установленного элемента (группы элементов) и/или физико-химическими свойствами рабочей среды.
2.1.4 Перепад давления на порожнем СФ определяется при нормальных условиях на авиатопливе ТС-1 или Jet-A1 при номинальной пропускной способности и является постоянной величиной конкретного изделия, которая вносится в ЭД.
2.1.5 Гидравлическая характеристика корпуса СФ (без элементов) определяется для каждого типа изделия.
2.1.6 Допустимые загрязнения авиатоплива и ПВКЖ на выходе из СФ (тонкость фильтрации, общее количество механический примесей, отделение свободной воды и вымываемость волокон) обуславливаются элементами, применяемыми в СФ.
2.1.7 При проектировании и изготовлении СФ должна быть обеспечена прочность комплектующих от воздействия возникающий нагрузок при эксплуатации, а также герметичность сварных и разъемных соединений.
Корпус с крышкой, а также комплектующие изделия СФ должны выдерживать транспортную тряску с ускорением 30 м/с^2 при частоте 80-120 ударов в минуту.
2.1.8 Корпус СФ является сосудом, работающим под избыточным давлением. Прочностные расчеты корпуса, деталей СФ и элементов трубопроводов следует проводить в соответствии с НД, указанными в КД, и требованиями [13].
Результаты расчетов должны быть приведены в паспортах сосудов, работающих под давлением на конкретные изделия СФ.
2.1.9 В прочностных расчетах следует предусмотреть анализ и минимизацию рисков, возникающих при проектировании, изготовлении, испытаниях и эксплуатации компонентов СФ, приведенных в ЭД и обосновании безопасности.
В технических условиях (далее – ТУ) и ЭД, с учетом обоснования безопасности, должны быть приведены перечни критериев отказов и предельного состояния компонентов СФ в объеме, достаточном для безопасной эксплуатации.
2.1.10 При обнаружении фактов наличия критериев предельного состояния эксплуатация СФ должна быть прекращена. Следует провести экспертизу технического состояния изделий с целью определения причин выхода их из строя и возможности дальнейшего использования по назначению.
2.1.11 Конструктивное исполнение СФ должно предусматривать:
- окончательную сборку изделий в заводских условиях, обеспечивающую их монтаж в технологические линии ТС АТО;
- возможность замены элементов без демонтажа трубопроводов основного потока;
- установку устройств отбора проб из отстойных зон;
- правильную установку при монтаже и ремонте;
- ориентацию комплектующих изделий по направлению потока рабочей среды.

2.1.12 СФ следует устанавливать в технологическую линию АТО с обеспечением герметичности разъемных соединений и непрерывности электрической цепи с общим контуром заземления по [14].
Порядок монтажа комплектующих изделий на СФ следует предусмотреть в ЭД.
2.1.13 Комплектующие изделия СФ АТО должны сохранять работоспособность и восстанавливаемость параметров и режимов работы в процессе и после воздействия внешних (климатических) факторов по ГОСТ 15150 при значениях температуры воздуха при эксплуатации от плюс 40° С до минус 45°С (климатическое исполнение У, категория размещения 1).

2.1.14 При проектировании и изготовлении СФ АТО следует учитывать требования, предусмотренные ГОСТ Р 52630 и [8], [10] – [12].
2.1.15 Корпуса и крышки СФ должны изготавливаться из коррозионно-стойкой стали или алюминиевых сплавов.
Допускается изготовление корпусов СФ для авиатоплива из углеродистой стали с внутренним эпоксидным покрытием по [7].
При выборе материалов для изготовления корпуса и его составных частей следует учитывать расчетное давление, температуру стенки (максимальную и минимальную), химический состав и показатели безопасности рабочей среды, технологические свойства и коррозионную стойкость применяемых материалов.
Соответствие материалов предъявляемым требованиям должно подтверждаться паспортами качества по химическому составу и/или сертификатами соответствия (декларациями о соответствии).
2.1.16 Предельные отклонения размеров корпуса и его составных частей следует указывать в КД с учетом требований ГОСТ 52630.
2.1.17 Обечайки корпусов диаметром до 1000 мм следует изготавливать с одним или двумя продольными сварными швами.
2.1.18 Днище корпуса СФ следует изготавливать в форме торсферической поверхности с учетом требований ГОСТ 52630:
- высота выпуклой части, измеренной по внутренней поверхности, – не менее 0,2 внутреннего диаметра днища;
- внутренний радиус отбортовки – не менее 0,095 внутреннего диаметра днища;
- внутренний радиус кривизны центральной части – не более внутреннего диаметра днища.

2.1.19 Крышки корпусов СФ следует изготавливать плоскими или торсферическими.
В последнем случае параметры крышки должны соответствовать требованиям п.2.1.18.
2.1.20 Крышки корпуса СФ следует проектировать и изготавливать съемными или откидными.
Крепление крышки к корпусу определяется в КД; данные расчетов устройства крепления на прочность следует представить в паспорте на конкретное изделие.
2.1.21 Форма уплотнения между корпусом и крышкой СФ должна быть определена в КД и выдерживать максимальное давление при испытаниях корпуса на прочность.
Прокладки должны быть стойкими к воздействию авиатоплива и/или ПВКЖ, а также не ухудшать их качества при непосредственном контакте с рабочей средой.
Для изготовления уплотнительных прокладок для СФ ПВКЖ следует применять материалы, химически стойкие к эфироспиртам и растворителям.
2.1.22 На поверхности обечайки, днищ и других составных частях корпуса СФ не допускаются риски, забоины, царапины, раковины и другие дефекты, если их глубина превышает установленную в КД величину предельных отклонений.
2.1.23 Корпуса СФ должны быть приспособлены для осмотра и очистки.
2.1.24 Корпуса СФ должны устанавливаться на опоры, прочность которых следует подтверждать расчетами.
Опоры из углеродистых сталей допускается применять для корпусов, изготовленных из коррозионно-стойкой стали при условии установки промежуточной пластины между опорой и корпусом, форма и параметры которой должны быть определены в КД.
2.1.25 Корпуса СФ малого объема следует закреплять на кронштейнах.
2.1.26 СФ следует оснащать устройствами отбора проб авиатоплива и ПВКЖ, удаление врезки штуцеров которых от корпуса СФ не должно превышать четырех диаметров трубопровода.
Соединительные трубопроводы от точки отбора проб до пробоотборника следует проектировать с минимальным числом изгибов и изготавливать без карманов и застойных мест, в которых могут скапливаться механические примеси, остатки авиатоплива, ПВКЖ и паровоздушная смесь.
Устройства отбора проб должны предусматривать возможность предварительной промывки методом слива авиатоплива и ПВКЖ перед началом отбора проб в специальную емкость.
2.1.27 Присоединительные фланцы патрубков следует изготавливать по КД с учетом ГОСТ Р 54432, ГОСТ 12815, ГОСТ 12820, ГОСТ 12821; сварные соединения фланцев с патрубками по ГОСТ 5264 и ГОСТ 14711.
Применение компенсационных устройств между фланцами патрубков корпуса и всасывающим и напорным трубопроводом определяется КД.
Герметичность фланцевых соединений следует указывать в КД по ГОСТ 9544.
Допустимые отклонения от параллельности уплотнительных поверхностей фланцев не должна превышать 10 % от толщины прокладки.
Отклонение уплотнительной поверхности фланца от плоскостности должно быть не более 1 мм на 100 мм наружного диаметра фланца.
2.1.28 В соответствии со спецификацией СФ АТО следует комплектовать запорной арматурой с ручным или дистанционным управлением, порядок монтажа которой должен быть определен в КД.
Герметичность затвора запорной арматуры должна соответствовать классу «А» по ГОСТ 9544.
2.1.29 Для измерения давления на входе и/или выходе из корпуса СФ должны применяться поверенные манометры (мановакуумметры) класса точности не ниже 1,5.
Для измерения перепада давления на входе и/или выходе из корпуса СФ должны применяться поверенные дифференциальные манометры класса точности не ниже 4.
Указанные СИ должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений РФ.
2.1.30 Для подключения СИ по п. 2.1.29 на корпусе и/или патрубках следует предусмотреть штуцера для присоединения трубок манометров (дифманометров).
2.1.31 Наружное лакокрасочное покрытие (далее - ЛКП) должно быть стойким к воздействию авиатоплива в смеси с ПВКЖ и выбирается по ГОСТ 9.303.
Нанесение покрытия – по ГОСТ 9.301, контроль качества – по ГОСТ 9.302.
2.1.32 Металлические детали и ЛКП, используемые в конструкции СФ и непосредственно контактирующие с авиатопливом и ПВКЖ, не должны содержать ванадий, медь, цинк, кадмий и их сплавы.
Применяемость материалов должна регламентироваться в КД.
ЛКП, включенные в перечень [16], должны иметь свидетельство о государственной регистрации.
2.1.33 Для технического обслуживания СФ и их комплектующих следует предусмотреть установку рабочих площадок, оборудованных лестницами и перилами, необходимость и параметры которых регламентируются КД.
Рабочие площадки, лестницы, перила не должны иметь жесткого крепления к СФ АТО.
2.1.34 Корпуса СФ должны быть оснащены устройствами для пломбирования. В КД следует предусмотреть места и способы пломбирования.
2.1.35 СФ, попадающие под действие [13] и [15], должны иметь подтверждающие документы (декларацию о соответствии или сертификат соответствия).
2.1.36 В комплект поставки импортных СФ должны быть включены ЭД на русском языке в объеме, достаточном для их безопасной эксплуатации и обслуживания, а также доказательная документация, подтверждающая их соответствие требованиям [8], [11] – [13], [15].
2.1.37 Не допускается эксплуатация СФ АТО:
- при нарушении герметичности соединений, геометрии корпуса и деталей, дефектов сварных соединений, возникших в процессе проведения монтажных (такелажных) работ и эксплуатации продукции;
- с использованием неоригинальных запчастей, комплектующих изделий и элементов, применение которых не согласовано с Изготовителем продукции;
- при воздействии на продукцию агрессивных сред, воды, огня, химреактивов, продуктов жизнедеятельности организмов;
- в случае несанкционированного ремонта и внесения изменений в конструкцию и условия эксплуатации продукции без письменного согласования с Изготовителем продукции.

Не допускается эксплуатация и обслуживание СФ персоналом Заказчика (Потребителя), не прошедшим обучение по программе «Технология эксплуатации и обслуживания систем фильтрации оборудования авиатопливообеспечения» в специализированных учебных заведениях или центрах.

2.2 Требования к фильтрам и микрофильтрам

2.2.1 Конструктивное исполнение Ф и МФ должно предусматривать и обеспечивать:
- движение фильтруемого авиатоплива:
  - для МФ – изнутри элемента наружу,
  - для Ф – не регламентируется;
- устройство для слива отстоя и локализации проливов при открытии крышки корпуса;
- расположение входного патрубка:
  - для МФ – в образующей обечайки,
  - для Ф – не регламентируется;
- расположение выходного патрубка:
  - для МФ – в днище корпуса,
  - для Ф - не регламентируется.
- расположение оси корпуса в пространстве – не регламентируется.

2.2.2 Внутренняя геометрия и размещение элементов в корпусах МФ должны соответствовать [8] и [9], с целью возможности использования методики сходства (similarity) при подтверждении соответствия (сертификации) разработанного изделия на соответствие требованиям аттестованного образца без проведения полномасштабных испытаний.
2.2.3 Внутренняя геометрия и размещение элементов в корпусах Ф – не регламентируется.
2.2.4 Элементы в корпусах Ф и ФМ должны устанавливаться вдоль обечайки корпуса.
В КД следует предусматривать возможность размещения элементов параллельно, параллельно-последовательно или последовательно.
Предпочтительным размещением является параллельное расположение одиночных элементов или моноблоков из отдельных элементов.
2.2.5 При проектировании Ф и ФМ в КД должны быть заложены следующие ограничения:
- для МФ:
  - величина зазора между элементами и внутренней стенкой корпуса – не менее 13 мм;
  - величина зазора между наружными поверхностями элементов – не менее 6,5 мм;

- для Ф:
  - величина зазора между элементами и внутренней стенкой корпуса – не менее 13 мм;

2.2.6 С целью обеспечения требований п. 2.2.5 в КД следует предусмотреть стационарные установочные устройства крепления элементов, с обеспечением герметичности по классу А – ГОСТ 9455.

2.2.7 Геометрия посадочных поверхностей установочных устройств крепления элементов должна соответствовать типу уплотнительного устройства на элементах.

Усилие затяжки устройства крепления элемента гайкой должно быть определено в КД.

2.2.8 Устройства крепления элементов высотой более 500 мм, должны быть зафиксированы в специальном кронштейне, прикрепленном к внутренней стенке корпуса.

2.2.9 Соотношение длины (L) обечайки к диаметру (D) корпуса Ф и ФМ должно составлять:

- для корпусов диаметром до 610 мм – L/D ≤ 1,78;
- для корпусов диаметром более 610 мм – L/D ≤ 2,5.

2.2.10 Масса снимаемых без применения средств механизации сборочных единиц Ф и ФМ не должна превышать 18 кг.

Крышки ФГ массой более 18 кг (диаметром более 460 мм) должны быть оснащены устройствами (механизмами подъема (открытия) и удержания их в верхнем (открытом) положении).

2.2.11 Сборочные единицы Ф и ФМ, имеющие массу более 18 кг, следует оснащать приспособлениями для подсоединения к крюкам (захватам) грузо-подъемных средств, с указанием мест строповки и массы поднимаемого груза.

2.2.12 Маркировка Ф и ФМ должна содержать обязательную информацию, определенную в КД с учетом требований ГОСТ Р 52630 и [13] на русском языке.

В ТУ и КД следует определить способы, шрифт маркировки и место размещения таблички.

2.3 Требования к фильтрам-водоотделителям

2.3.1 Конструктивное исполнение ФВ горизонтальных (далее – ФВГ) и ФВ вертикальных (далее – ФВВ) должно предусматривать и обеспечивать:

- движение фильтруемого авиатоплива изнутри элементов наружу;
- отвод свободной воды в отстойник (без остановки работы ФВ)с исключением возможности ее попадания в отфильтрованное авиатопливо;
- устройство для слива отстоя и локализации проливов при открытии крышки корпуса;
- полное опорожнение отстойника;
- расположение отстойника по [9]:
  - для ФВГ – в нижней части образующей обечайки,
  - для ФВВ – снизу на днище;
- расположение входного патрубка по [9]:
  - для ФВГ – в нижней части днища, в зоне размещения ЭФК,
  - для ФВВ – снизу под разделительной плитой в зоне размещения ЭФК;
- расположение выходного патрубка:
  - для ФВГ – в верхней части днища в зоне размещения СЭ,
  - для ФВВ – снизу под разделительной плитой в зоне размещения СЭ.

2.3.2 Внутренняя геометрия и размещение элементов в корпусах ФВВ и ФВГ должны соответствовать [8] и [9], с целью возможности использования методики сходства (similarity) при подтверждении соответствия (сертификации) разработанного изделия на соответствие требованиям аттестованного образца без проведения полномасштабных испытаний.

2.3.3 Элементы в корпусе ФВГ должны устанавливаться горизонтально вдоль обечайки корпуса с размещением СЭ на разделительной плите в верхней части корпуса в зоне выходного коллектора.

В КД следует предусматривать возможность размещения элементов параллельно, параллельно-последовательно или последовательно.

2.3.4 Элементы в корпусе ФВВ должны устанавливаться вертикально вдоль обечайки корпуса с размещением СЭ на разделительной плите в зоне выходного коллектора.

В КД следует предусматривать возможность размещения элементов параллельно, параллельно-последовательно или последовательно.

Предпочтительным размещением является параллельное расположение одиночных элементов или моноблоков из отдельных элементов.

2.3.5 При проектировании ФВВ и ФВГ в КД должны быть заложены следующие ограничения:

- величина зазора между элементами и внутренней стенкой корпуса – не менее 13 мм;
- величина зазора между наружными поверхностями элементов – не менее 6,5 мм.

2.3.6 С целью обеспечения требований п. 2.3.5 в КД следует предусмотреть стационарные установочные устройства крепления элементов с обеспечением герметичности по классу А – ГОСТ 9455.

2.3.7 Геометрия посадочных поверхностей установочных устройств крепления элементов должна соответствовать типу уплотнительного устройства на элементах.

Усилие затяжки устройства крепления элемента должно быть определено в КД.

2.3.8 Устройства крепления элементов высотой более 500 мм, должны быть зафиксированы в специальном кронштейне, прикрепленном к внутренней стенке корпуса.

2.3.9 Соотношение длины (L) обечайки к диаметру (D) корпуса ФВВ и ФВГ должно составлять:

- для корпусов диаметром до 610 мм – L/D ≤ 1,78;
- для корпусов диаметром более 610 мм – L/D ≤ 2,5.

2.3.10 Масса снимаемых без применения средств механизации сборочных единиц ФВВ и ФВГ не должна превышать 18 кг.

Крышки ФВВ и ФВГ массой более 18 кг (диаметром более 460 мм) должны быть оснащены устройствами (механизмами подъема (открытия) и удержания их в верхнем (открытом) положении).

2.3.11 Сборочные единицы ФВВ и ФВГ, имеющие массу более 18 кг, следует оснащать приспособлениями для подсоединения к крюкам (захватам) грузо-подъемных средств с указанием мест строповки и массы поднимаемого груза.

2.3.12 Маркировка ФВ должна содержать обязательную информацию, определенную в КД с учетом требований ГОСТ Р 52630 и [13] на русском языке.

В ТУ и КД следует определить способы, шрифт маркировки и место размещения таблички.

2.4Требования к дополнительному оборудованию средств фильтрации.

2.4.1 Корпуса СФ АТО объемом более 30 дм^3 должны оснащаться:

- двумя предохранительными клапанами, объединенными общим трубопроводом с запорной арматурой (основной и резервный).
- газосбрасывающим клапаном с запорной арматурой и с индикатором потока авиатоплива в дренажную систему.

Места установки предохранительной и газосбрасывающей арматуры, а также их применение в СФ АТО объёмом менее 30дм^3, должны определяться КД с учетом требований ГОСТ 12.2.085.

2.4.2 Перед СФ в трубопроводе должен быть установлен обратный клапан в случае, если объем гидравлических коммуникаций и оборудования от обратного клапана до ФВ равен или превышает его объем.

2.4.3 В конструкции отстойника ФВ должен быть предусмотрен указатель уровня и устройство для ручного или автоматического слива отстоя в дренажную систему.

Устройство автоматического управления сливом отстоя из отстойной зоны СФ должно быть адаптировано к требованиям [14] с учётом требований спецификации к договору (контракту) на разработку, изготовление и поставку продукции.

2.5 Общие требования к элементам средств фильтрации.

2.5.1 В СФАТО должны использоваться унифицированные элементы, применение которых предусмотрено ЭД на СФ с комплектацией по [8], [11], [12].

2.5.2 Унифицированными элементами являются элементы серий М1, М2 и М3 серийного производства по ТУ и имеющие литеру «М» в обозначении изделия.

При необходимости номенклатуру и геометрию элементов следует согласовывать с Заказчиком в спецификации к договору (контракту) на разработку, изготовление и поставку продукции.

В этом случае элементы не являются унифицированными изделиями и выпускаются партиями или единичными образцами и на них не распространяется методика сходства (similarity) при проведении испытаний [9].

2.5.3 Номенклатура основных параметров (характеристик) элементов должна быть достаточной для определения конструктивных особенностей и регламентировать фактические значения следующих показателей:

- номинальная пропускная способность, м^3/ч;
- рабочее давление, МПа, не более;
- начальный перепад давления на элементе при номинальной пропускной способности, кПа;
- конечный перепад давления на элементе при номинальной пропускной способности, кПа;
- посадочный размерэлемента, мм;
- наружний диаметр элемента, мм;
- высота элемента, мм;
- масса элемента, кг.

2.5.4 Номинальная пропускная способность СФ в сборе с элементами может ограничиваться минимальной пропускной способностью корпуса СФ и/или установленного элемента (группы элементов) и/или физико-химическими свойствами рабочей среды.

2.5.5 Перепад давления на элементе определяется при нормальных условиях на топливе ТС-1 или Jet-A1 при номинальной пропускной способности и является постоянной величиной конкретного изделия, которая вносится в ЭД.

2.5.6 Допустимые загрязнения авиатоплива и ПВКЖ на выходе из СФ (тонкость фильтрации, общее количество механических примесей, отделение свободной воды, вымываемость волокон) обуславливаются элементами, применяемыми в СФ.

2.5.7 Элементы должны выдерживать транспортную тряску с ускорением 30 м/с^2 при частоте 80-120 ударов в минуту.

2.5.8 В ТУ и ЭД, с учетом обоснования безопасности, должны быть приведены перечни критериев отказов и предельного состояния элементов в объеме, достаточном для безопасной эксплуатации.

2.5.9 При обнаружении фактов наличия критериев предельного состояния эксплуатация элементов должна быть прекращена. Следует провести экспертизу технического состояния изделий с целью определения причин выхода их из строя и разработки

мероприятий с целью повышения технического уровня изделий.
2.5.10 Конструктивное исполнение элементов должно предусматривать:
- окончательную сборку и испытания изделия в заводских условиях;
- установку элементов в корпусе СФ с обеспечением герметичности и ориентации по направлению потока рабочей среды;
- обеспечение постоянно замкнутой цепи «корпус – элементы» для отвода зарядов статического электричества.

2.5.11 Элементы должны сохранять работоспособность в процессе и после воздействия внешних (климатических) факторов при значениях температуры воздуха при эксплуатации от плюс 40° С до минус 45° С (климатическое исполнение У, категория размещения 1 по ГОСТ 15150).
2.5.12 При проектировании элементов в КД должны быть определены требования к нанесению антикоррозионного покрытия с учетом ГОСТ 9.301 и к контролю качества – по ГОСТ 9.302.
2.5.13 Металлические детали элементов, контактирующие с авиатопливом и ПВКЖ, не должны содержать ванадий, медь, цинк, кадмий и их сплавы.
Применяемость материалов должна регламентироваться в КД.
2.5.14 При выборе материалов для изготовления элементов и их составных частей следует учитывать расчетное давление, температуру (максимальную и минимальную), химический состав и показатели безопасности рабочей среды, технологические свойства и коррозионную стойкость применяемых материалов.
Соответствие материалов предъявляемым требованиям должно подтверждаться паспортами качества по химическому составу и/или сертификатами соответствия (декларациями о соответствии).
2.5.15 Форма уплотнения между корпусом (коллектором) и крышкой элементов должна быть определена в КД и выдерживать максимальное давление при испытаниях корпуса на прочность.
Прокладки должны быть стойкими к воздействию авиатоплива и/или ПВКЖ, а также не ухудшать их качества при непосредственном контакте с рабочей средой.
Для изготовления уплотнительных прокладок для элементов следует применять материалы, химически стойкие к рабочей среде.
2.5.16 На поверхности составных частей элементов (крышках, металлической фильтровальной шторы) не допускаются риски, забоины, царапины, нарушения покрытия и другие дефекты.
2.5.17 Для измерения перепада давления на элементах должны применяться поверенные дифференциальные манометры класса точности не ниже 4.
Указанные СИ должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений РФ.
2.5.18 Элементы, попадающие под действие [13] и [15] должны иметь подтверждающие документы (декларацию о соответствии или сертификат соответствия).
2.5.19 В комплект поставки импортных элементов должны быть включены ЭД на русском языке в объеме, достаточном для их безопасной эксплуатации и обслуживания, а также доказательная документация, подтверждающая их соответствие требованиям [8], [10], [11], [13], [15].
2.5.20 Запрещается эксплуатация элементов:
- для фильтрации авиатоплива при концентрации механических загрязнений перед элементами более 0,05 г/дм3 и наличии свободной воды более 0,05 % по массе;
- при рабочем давлении, величина которого превышает указанное в ЭД значение;
- при достижении максимально допустимого перепада давлений;
- вне рабочей зоны, которая указывается в этикетке элементов;
- в диапазоне температур авиатоплива, не предусмотренном в этикетке;
- для фильтрации помутнённого топлива;
- в составе корпусов с неисправными приборами контроля перепада давления или с истекшими сроками их поверки;
- в составе корпусов, имеющих приборы контроля давления с ценой деления большей начального, минимально допустимого перепада давления на элементах;
- с использованием в одном корпусе элементов разных производителей без согласования с Изготовителем корпуса;
- при частичной замене элементов в одном корпусе;
- при использовании элементов с различной тонкостью фильтрации в одном корпусе;
- при наличии наружных дефектов элементов (деформация и нарушение целостности фильтровальной шторы или уплотнения, отрыв уплотнения от крышки);
- без одновременной регистрации перепада давлений и фактической пропускной способности в журнале учёта работы СФ;
- при нарушении целостности упаковки элементов при транспортировке или хранении;
- в случае нарушения правил монтажа и эксплуатации;
- при внесении Потребителем каких-либо конструктивных изменений в элементы без согласования с Изготовителем.

2.5.21 Не допускается эксплуатация и обслуживание элементов персоналом Заказчика (Потребителя), не прошедшим обучение по программе «Технология эксплуатации и обслуживания систем фильтрации оборудования авиатопливообеспечения» в специализированных учебных заведениях или центрах.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] ICAO Doc 9977 AN/489 Руководство по поставкам реактивного топлива в гражданской авиации
[2] IATA JIG 1 Контроль качества авиатоплива и правила проведения работ для топливозаправочных компаний по заправке воздушных судов
[3] IATA JIG 2 Контроль качества авиатоплива и правила проведения работ для складов аэропорта
[4] IATA JIG 3 Контроль качества авиатоплива и правила проведения работ для средств поставки и распределения авиатоплива
[5] IATA JIG 4 Контроль качества авиатоплива и правила проведения работ для малых аэропортов
[6] Рекомендуемая практика EI 1540Проектирование, изготовление, эксплуатация и техническое обслуживание оборудования для заправки воздушных судов
[7] Спецификация EI 1541 Средствы внутреннего покрытия корпусов фильтров
[8] EI 1581 Спецификация и процедуры проведения квалифицированных испытаний топливных фильтров-водоотделителей
[9] EI 1582 Технические требования подобия EI 1581 для фильтров-водоотделителей
[10] Спецификация EI 1589 Совместимость материалов для фильтроэлементов
[11] Спецификация EI 1590 Технические требования и методика квалификационных испытаний микрофильтров
[12] Спецификация EI 1596 Дизайн и конструкция корпусов для фильтров авиатоплива
[13] ТР ТС 032/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением»
[14] ТР ТС 012/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»
[15] ТР ТС 010/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования»
[16] Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно- эпидемиологическому надзору и контролю

Редакция журнала:
Генеральный директор - главный редактор: **Дубасов А.К.**
Редакционная коллегия: **Дубасов А.К. Осипов О.П. Урявин С.П. Громов В.К.**
Дизайн: Соколовский И.А. Фотографии: Браилко А.А. Дружинин Н.А.
первая страница обложки - испытания ННЗ ООО «Спринт»

119027 г. Москва, ул. Центральная, д.10
тел.+7 495 436 7292,
www.association-oato.ru
e-mail: tzk2@list.ru, dubasov.ak@mail.ru

Отпечатано в типографии ООО «Синержи» 125008 г. Москва, Новомихалковский 3-й проезд, д. 3А Тираж – 300 экз.

информационный сборник

№12

Москва - 2017

LOGICON HJS 63A

119027 г. Москва, ул. Центральная, д.10
тел.+7 495 436 7292,

www.association-oato.ru
e-mail: tzk2@list.ru, dubasov.ak@mail.ru

ассоциация ОАТО ВС ГА