



1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином
Роб Миджли (Rob
Midgley),
менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор
Роб Миджли (Rob
Midgley),
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

БЮЛЛЕТЕНЬ SHELL AVIATION

Автомобильный бензин Опасность применения в авиации



www.shell.com/aviation



Shell Aviation



1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования электростатических зарядов внутри фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных судов автомобильным бензином
Роб Миджли (Rob Midgley),
менеджер по технологии, авиационное топливо

Редактор
Роб Миджли (Rob Midgley),
менеджер по технологии, авиационное топливо

1.0 Приветствие

Приветствую читателей выпуска бюллетеня Shell Aviation за первый квартал 2009 г.

В этом выпуске ежеквартального бюллетеня мы продолжим рассмотрение вопросов безопасности на конкретном примере возгорания фильтра в одном из региональных аэропортов. К возгоранию резервуаров приводит целый ряд факторов, сочетание которых создает пожароопасную ситуацию, как, например, в рассматриваемом нами случае, когда пожар возник в результате образования электростатического заряда в горючей атмосфере внутри резервуара. Это происшествие не только учит нас тому, как избежать возгорания фильтров, но и служит превосходным примером практического применения методики ОТБОС. Думается, это пример ярко демонстрирует роль 4-х основополагающих принципов процесса контроля за рисками и их последствиями (английское сокращение – NEMP): выявление, оценка, контроль, исправление ситуации. В рассматриваемом случае выявление источников опасности и их первопричин привело к выработке многоуровневого подхода к их устранению, когда к каждому отдельно взятому источнику опасности принимаются отдельные меры. Призываю всех вас не просто извлечь уроки в плане устранения факторов риска, связанных с фильтрующими резервуарами, но и взять этот пример на вооружение как напоминание о том подходе, который нужно применять при устранении всех выявленных источников опасности.

Третий материал данного выпуска посвящен применению автомобильного бензина (английское сокращение – Mogas) для заправки легких воздушных судов с поршневыми двигателями. Работающие в гражданской авиации топливозаправочные службы поставлены контрольно-распорядительными органами ряда стран в довольно затруднительное положение из-за закрепленного в законодательстве разрешения использовать горючее для наземного транспорта при заправке отдельных категорий частных воздушных судов, что, по мнению как поставщиков топлива, так и большинства изготовителей двигателей и корпусов летательных аппаратов, чревато неконтролируемыми рисками. В нашем материале мы рассмотрим возникающие в этой связи вопросы безопасности, а также тот весьма серьезный риск, которому подвергаются пилоты летательных аппаратов при заправке новыми видами автомобильного топлива (например, биотопливом), которое всё шире применяется во многих странах мира.

Компания Shell всегда придерживалась твердой позиции относительно того, что в авиации должно применяться только и исключительно авиационное топливо. Обращая внимание на чрезвычайно рискованные игры тех, кто готов воспользоваться вышеупомянутым законодательным разрешением, в нашем материале мы подробно разьясняем, почему мы ни при каких обстоятельствах не намерены пользоваться при заправке воздушных судов горючим для наземных видов транспорта.

Гэри Вудвард (J. Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации, технике и снабжению



1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином
**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор
**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

2.0 Новое в сфере безопасности

Опасность образования электростатических зарядов внутри фильтрующих резервуаров

Введение

В одном из весьма загруженных региональных аэропортов было обнаружено возгорание внутри резервуара фильтра-водоотделителя (английское сокращение – FWS). На участке имелся единственный FWS, который обслуживал как линию поступления топлива, так и загрузку топливозаправщиков. Авиационный керосин поступал в подземный резервуар непосредственно из фильтра в обход трубопровода с системой клапанов, предназначенных для того, чтобы держать резервуар все время заполненным. Установка, которой владеет совместное предприятие (СП), служит как для приемки топлива, так и для загрузки топливозаправщиков, принадлежащих обоим участникам СП.

Впервые возгорание произошло еще в 2004 г., за ним последовали новые в 2007 и 2008 г.г. Чтобы устранить причины происшествий, резервуар подвергся серии доработок, последние из которых, по всей видимости, увенчались успехом.

Вот какие были произведены усовершенствования:

- Между крестообразной заземляющей пластиной и стенкой резервуара фильтра смонтирован специальный анодный кабель выравнивания потенциалов.
- Установлена автоматизированная система медленного заполнения в виде трубы малого диаметра с дроссельной диафрагмой вокруг впускного клапана FWS, ограничивающей интенсивность подачи 100 литров в минуту при перекрытом клапане, а наверху фильтра смонтирован датчик уровня топлива, автоматически перекрывающий впускной клапан по заполнению FWS, тем самым подача топлива включается на максимум только тогда, когда это безопасно.
- На выходе из FWS установлен регулирующий клапан, препятствующий подаче топлива в подземные резервуары-хранилища во время простоя установки.

После того, как эти доработки были произведены, внутренние возгорания прекратились, что свидетельствует об эффективности выполненной модернизации.

Выводы и применение их на практике

Повсюду, где фильтры расположены наверху хранилища, присутствует риск просачивания топлива из резервуара и проникновения воздуха в фильтр. Все фильтры, оснащенные вантузом, который удаляет воздух перед поступлением топлива или загрузкой его в топливозаправщики, необходимо осмотреть самым тщательным образом и обеспечить медленное их заполнение во избежание образования в них электростатических зарядов и, как следствие, возникновения пожаро- и взрывоопасной ситуации. Помимо этого, необходимо осмотреть и сам резервуар на предмет откачки из него воздуха во избежание возгорания.

Добиться этого возможно не всегда. При поставке топлива автоцистернами воздух неизбежно поступает в приемные резервуары, когда шланги отсоединяются от опорожненной цистерны и присоединяются к следующей, что не менее опасно.

При быстром заполнении фильтрующих резервуаров после их опорожнения (даже частичного) возможно образование на фильтрующих элементах сильных электростатических зарядов, способных привести к



1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином
**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор
**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

БЮЛЛЕТЕНЬ SHELL AVIATION

возгоранию паров топлива внутри фильтрующего резервуара, если последний надлежащим образом не соединен кабелем выравнивания потенциалов с резервуаром-хранилищем.

Заземление крестообразной пластины и фильтрующего резервуара, безусловно, снижает риск образования электростатических зарядов и их разряда, однако полностью его не устраняет. Чтобы избежать образования электростатических разрядов при прохождении топлива через фильтрующие элементы, необходимо снизить скорость заполнения до уровня ниже 100 литров (26 галлонов) в минуту. Разряд статического электричества в легко воспламеняющемся воздухе создает крайне взрывоопасную ситуацию.

Необходимые меры

- По возможности поддерживать фильтры заполненными топливом.
- Если поддерживать фильтры заполненными топливом в ходе обычного рабочего цикла невозможно, необходимо обеспечить медленное их заполнение всякий раз, когда топливо проходит через фильтр или в него попадает воздух (например, при отсоединении разгрузочного шланга от пустой автоцистерны и присоединении его к следующей).
- При проведении осмотра фильтрующего резервуара или замены фильтрующих элементов проверить, нет ли на элементах и внутренней поверхности стенок и крышки резервуара признаков искрения, нагара или сажи. При обнаружении таких признаков обратиться за помощью.
- При обнаружении в пробах топлива, отобранных для контроля качества, любых признаков обесцвечивания (обычно это вещество серого или коричневого цвета, которое медленно осаждается на дно) произвести вскрытие и осмотр фильтра.
- Риск попадания воздуха в фильтр многократно повышается, если фильтр расположен наверху хранилища, поэтому необходимо снизить скорость заполнения таких фильтров всякий раз, когда они в работе.
- Установлено ли у вас устройство медленного заполнения резервуаров FWS? Если нет, поставьте весь свой персонал в известность о необходимости снизить скорость заполнения резервуаров FWS до уровня не выше 100 литров (26 галлонов) в минуту.
- Указания о замедленном заполнении должны присутствовать в инструкциях о порядке приемки и выдачи топлива.
- Поставьте весь свой персонал в известность о риске, связанном с образованием электростатических зарядов, создающих внутри фильтров пожаро- и взрывоопасную ситуацию.

Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и соблюдению нормативов



1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином
**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор
**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

3.0 Автомобильный бензин и заправка воздушных судов

Причины отказа компании Shell от заправки воздушных судов автомобильным бензином

Многим известно о существовании так называемых дополнительных сертификатов типа (Supplementary Type Certificates, сокращенно STC), в соответствии с которыми допускается замена авиационного бензина (Avgas) бензином автомобильным (английское сокращение – Mogas) при заправке отдельных легких воздушных судов или летательных аппаратов, оснащенных определенным сочетанием двигателей. Однако несмотря на то, что топливо Mogas допускается к применению органами управления гражданской авиацией, компания Shell Aviation, как и другие крупнейшие нефтяные компании, а также изготовители двигателей, неизменно выступают против применения в авиации этого вида топлива, особенно для заправки воздушных судов, оборудованных наиболее распространенными двигателями воздушного охлаждения типа Textron Lycoming и Teledyne Continental. Почему? По мнению циников, за этим кроется стремление продать побольше топлива Avgas. На самом же деле речь идет исключительно о безопасности и пригодности топлива.

Во многих областях автомобильный и авиационный бензин отличаются друг от друга как по составу, так и по способам контроля топлива. Отсюда возникает ряд вопросов, касающихся безопасности применения топлива Mogas даже при строгом соблюдении всех правил и ограничений (об этом поговорим ниже).

Вот в чем основные отличия авиационного бензина от бензина автомобильного:

- ◆ Слабый контроль за допустимыми добавками в топливо
 - Спецификации допускают ввод в топливо Mogas целого ряда компонентов, известных в авиации как весьма проблемные и даже способные привести к снижению тяги. Помимо отличия в присадках, топливо Mogas, как правило, содержит в себе больше ароматических соединений, а вскоре, вероятно, будет разбавляться и спиртом. Спирта мы подробнее коснемся ниже, пока же остановимся на тех проблемах, которые могут возникнуть из-за применения бесспиртовых видов топлива Mogas. Ароматические соединения в высокой концентрации не только способны вести себя как агрессивная среда в отношении уплотнений, деталей карбюратора, внутренней облицовки топливных баков и т.д., но и резко снизить скорость воспламенения топлива, что уже не раз становилось причиной перегрева и отказа выхлопных клапанов двигателей. Двигатели и другие системы воздушных судов предназначены и сертифицированы для работы на авиационном бензине, следовательно, замена топлива всегда сопряжена с дополнительным риском, который при проектировании не учитывается.

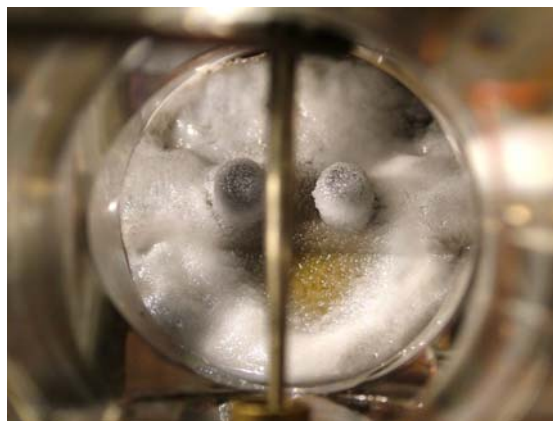
1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
 генеральный директор по эксплуатации и
 технике

2.0 Новое в сфере безопасности
 Опасность образования
 электростатических зарядов внутри
 фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
 генеральный менеджер по ОТБОС и
 соблюдению нормативов

3.0
 Заправка воздушных
 судов автомобильным
 бензином
**Роб Миджли (Rob
 Midgley)**,
 менеджер по технологии,
 авиационное топливо

Редактор
**Роб Миджли (Rob
 Midgley)**,
 менеджер по
 технологии,
 авиационное топливо

- ♦ Повышенная летучесть топлива Mogas
 - Диапазон точки кипения автомобильного бензина шире, чем бензина авиационного, что приводит к повышенной летучести. Иными словами, топливо Mogas легче превращается в пар, нежели Avgas. Это может создавать серьезные проблемы для топливных систем воздушных судов из-за парообразования в топливопроводе, препятствующего подаче топлива, что может привести к отказу двигателя. Почему же с этой проблемой не сталкиваются автомобили? Да просто потому, что автомобили эксплуатируются на земле, а не высоко в воздухе. Падение давления по мере набора высоты ведет к усиленному парообразованию даже при умеренной температуре.
- ♦ Повышенная летучесть топлива Mogas способствует обледенению карбюратора
 - Повышенное содержание в топливе Mogas углеводородов с низкой точкой кипения ускоряет парообразование при впрыске топлива в двигатель. При парообразовании поглощается скрытое тепло, которое топливо берет из окружающего воздуха. Такое поглощение тепла ведет к падению температуры воздуха нередко даже ниже точки замерзания воды. Чем больше топлива подвергается быстрому испарению, тем больше атмосферной влаги осаждается на карбюраторе в виде льда. Именно по этой причине обледенение карбюратора представляет собой гораздо более серьезную проблему при применении автомобильного бензина, чем при заправке воздушных судов менее летучим топливом Avgas. Проблема эта не ограничивается тем, что обледенение карбюратора ведет к сужению канала впрыска топлива (а следовательно, к падению тяги двигателя). Замерзание внутренних деталей карбюратора не позволяет им двигаться. А поскольку обледенение карбюратора, как правило, случается при низких оборотах двигателя, то ситуация становится крайне опасной, особенно при посадке, когда пилоту может вдруг понадобиться резко усилить тягу, чтобы уйти на второй круг из-за ошибки при заходе на посадку.
- ♦ Состав и свойства топлива Mogas меняются со сменой времен года
 - Зимние марки автомобильного бензина обладают еще более высокой летучестью, чем бензин, произведенный летом, что делается намеренно, т.к. облегчает запуск двигателя на морозе. Иными словами, чтобы двигатель легче запускался при низкой температуре, в топливо Mogas добавляют зимой присадки с низкой точкой кипения. Однако, как мы уже объяснили, вещества с низкой точкой кипения способствуют образованию паровых пробок в топливных системах воздушных судов. А поскольку воздушные суда эксплуатируются, как правило, реже, чем автомобили, весьма высока вероятность того, что топливо Mogas зимней марки останется в баках воздушного судна с приходом весеннего и летнего тепла, когда летучие компоненты резко повышают риск образования паровых пробок. В то же время, состав и характеристики топлива Avgas не только не зависят от времени года, страны его производства или применения, но и подлежат особому контролю во избежание образования паровых пробок.
- ♦ Топливо Mogas не предназначено для длительного хранения
 - Автомобильный бензин, как правило, сгорает в двигателях машин за несколько недель с момента его производства, поэтому срок его годности беспокойства не вызывает. Бывает, однако, что при длительном хранении в топливе Mogas формируются липкие лакообразные и смолистые отложения, способные привести к сбоям в работе топливного инжектора или



Обледенение карбюратора может лишить двигатель тяги в тот момент, когда она особенно необходима

1.0 Приветствие

Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности

Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0

Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином

**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,

менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор

**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

карбюратора. Состав авиационного бензина контролируется гораздо строже, поэтому топливо можно хранить месяцами без ущерба качеству, что крайне важно в авиации, где воздушные суда нередко месяцами простаивают с полными баками в ангаре.

- ♦ Топливо Mogas не подпадает под те же самые ограничения по качеству и обращению с ним
 - Гарантией качества авиационного бензина служат особые условия его производства и хранения. Так, например, для перевозки топлива Avgas существуют особые автоцистерны, а для хранения на летном поле – особые резервуары. Кроме того, вода обязательно подвергается удалению, а топливо в ходе доставки проходит многократные проверки. В совокупности все эти меры практически полностью устраняют риск загрязнения. При заправки воздушных судов топливо Avgas, как правило, подвергается очистке фильтрами – настолько тонкими, что они, наверное, могли бы обладать бактерицидными свойствами. Эти тончайшие фильтры способны извлекать частицы в 10 раз меньше тех, которые различимы невооруженным глазом. В итоге пилот может быть уверенным в том, что воздушное судно заправлено полностью очищенным, обезвоженным и соответствующим спецификации топливом.

Ни одно из вышеперечисленных ограничений по качеству не применяется в цепочке поставки топлива Mogas, где, напротив, существует множество звеньев, в каждом из которых перекрестное загрязнение весьма вероятно. Достаточно упомянуть об отсутствии специализированных транспортных средств для перевозки именно этого вида топлива или о перекачке автомобильного бензина на большие расстояния по универсальным трубопроводам, которые одновременно служат для транспортировки и других нефтепродуктов – от дизельного до печного топлива.

Помните, что в воздухе нельзя остановиться на обочине и посмотреть, что там стряслось с мотором.

Есть и еще одно коренное отличие авиационного бензина от бензина автомобильного – октановое число.

Октановое число характеризует стойкость топлива к детонации. Если температура и давление в цилиндре достаточно высоки, то топливо любого вида автоматически сгорает до момента наступления детонации, то есть сгорания со взрывом. При сильной детонации рост температуры и давления в камере сгорания настолько стремителен и неконтролируем, что может привести к разрушению двигателя за считанные секунды. Октановое число служит показателем устойчивости топлива к детонации: чем оно выше, тем сильнее можно сжать топливо или топливовоздушную смесь без наступления детонации. Иными словами, октановое число – это не мера заключенной в топливе энергии, а показатель сопротивления топлива детонации. Преимущество высокооктановых видов топлива состоит в том, что его более высокий коэффициент сжимаемости (или способность выдерживать избыточное давление) реализуется в виде повышенного коэффициента использования полезного объема двигателя что, в свою очередь, способствует росту удельного КПД топлива.



**Повреждение
детонацией**

Потребность двигателя в топливе с определенным октановым числом (иначе говоря, способность топлива к детонации внутри двигателя) определяется множеством факторов. Вот лишь некоторые из них: коэффициент сжатия, давление, создаваемое нагнетателем, температура впрыска, температура стенок цилиндра, фазы зажигания, нагрузка (или режим работы двигателя), обороты двигателя, диаметр расточки цилиндра и т.д. По сравнению с автодорожным транспортом, в авиации гораздо больше факторов, диктующих повышенные требования к октановому числу топлива: это и работа двигателя на низких оборотах, и воздушное охлаждение (отсюда – высокая температура стенок цилиндра), и большой диаметр расточки цилиндров, и нагнетание без промежуточного теплообменника (из-за чего воздух на



1.0 Приветствие

Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и технике

2.0 Новое в сфере безопасности

Опасность образования электростатических зарядов внутри фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и соблюдению нормативов

3.0

Заправка воздушных судов автомобильным бензином

Роб Миджли (Rob Midgley),
менеджер по технологии, авиационное топливо

Редактор

Роб Миджли (Rob Midgley),
менеджер по технологии, авиационное топливо

впуске характеризуется повышенной температурой и давлением), и фиксированные фазы зажигания индуктором, и относительно высокий средний уровень тяги двигателя.

Зная требования двигателя к октановому числу топлива, как определить характеристики последнего? Замеры октанового числа топлива производятся в лаборатории с применением одноцилиндрового испытательного двигателя (который также называют двигателем CFR), оснащенного камерой сгорания переменного объема, что позволяет изменять коэффициент сжатия. Трудность состоит в том, что различные режимы работы двигателя (с переменной температурой, нагрузкой, оборотами и т.п.) дают разные результаты по октановому числу одного и того же топлива.

Октановое число автодорожных видов топлива определяется исследовательским методом (по шкале RON), при котором испытательный двигатель работает при низкой температуре цилиндра и пониженной нагрузке, имитируя работу автомобильного двигателя жидкостного охлаждения при движении по свободному шоссе. Полученный результат служит, как правило, эталонным показателем автомобильного бензина. Октановое число авиационных видов топлива определяется более жестким моторным методом (MON), при котором испытательный двигатель работает с повышенной нагрузкой на высоких оборотах при, соответственно, более высоких температурах.

Поскольку испытания по MON проводятся в более жестких условиях, нежели RON, они дают более низкое значение октанового числа типичного бензинового топлива. Так, например, октановое число неэтилированного бензина лежит в диапазоне 95 - 98 RON и 82 - 90 MON. Октановое число авиационного бензина определяется по сходному с MON методу оценки сортности на бедной смеси, минимально допустимая спецификация которого составляет 99,6 MON (то есть, грубо говоря, на 15 октановых единиц выше типового показателя автомобильного бензина, составляющего 85 MON), но на практике, то есть в производстве, это значение достигает примерно 102 – 104 MON. Отсюда совершенно очевидно, что стойкость авиационного бензина к детонации гораздо выше, чем автомобильного бензина.

Возникает вопрос: но ведь те двигатели, которые не предъявляют строгих требований к октановому числу топлива, могут работать на низкооктановом бензине? Именно этот аргумент и служит основанием для выдачи сертификатов STC на применение автомобильного бензина. В США компания Petersen Aviation Inc и ряд других организаций, среди которых Ассоциация экспериментальных летательных аппаратов (EAA), применяют согласованную с Федеральным управлением гражданской авиации (FAA) программу испытаний маломощных воздушных судов, по результатам которых конкретные летательные аппараты, оснащенные определенными двигателями, допускаются к заправке неэтилированным автомобильным бензином. Такая методика аттестации, одобренная органами управления гражданской авиацией и ряда других стран, например, в Европе и Австралии, предусматривает прогонку авиационного двигателя, работающего на обычном автомобильном бензине, на земле с наблюдениями за появлением признаков детонации, а затем – проверку самолета в воздухе на предмет образования паровых пробок.

Симптоматично, что по указанной методике двигатель проходит проверку в заранее заданных испытательных условиях, а не во всем диапазоне рабочих режимов. При этом игнорируется тот факт, что требования, предъявляемые двигателем к октановому числу топлива, резко возрастают по мере нагрева цилиндров, и что одна-единственная точка отсчета момента наступления детонации не может служить подтверждением стойкости автомобильного бензина к детонации во всем диапазоне рабочих режимов двигателя.

Нельзя забывать и еще об одном факторе риска – паровых пробках, образованию которых способствует высокая летучесть автомобильного бензина. Ситуацию может усугубить неудачная конструкция топливной системы. Например, близкое расположение топливопровода к подверженным нагреву деталям двигателя усиливает испарение, особенно при малом напоре топлива.

1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином
Роб Миджли (Rob
Midgley),
менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор
Роб Миджли (Rob
Midgley),
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

События могут развиваться следующим образом. При работе двигателя на низких оборотах перед взлетом образовывается паровая пробка. Двигатель продолжает работать, пока не кончится топливо в поплавковой камере карбюратора. Этого количества может вполне хватить для взлета, после чего последует отказ двигателя. Такое уже случалось при заправке воздушных судов автомобильным бензином. Иначе говоря, уже доказано, что этот вид топлива – убийца.



Отдельными контрольно-распорядительными органами наложены ограничения на применение автомобильного бензина как раз из-за паровых пробок. Так, например, в Великобритании действуют ограничения по температуре топливного бака (не выше 20 градусов по Цельсию) и по набору высоты (не более 6000 футов, т.е. примерно 1800 м). Но даже если летчик в курсе ограничений по температуре топлива (а это далеко не всегда так), контролировать её он просто не может, так как малые воздушные суда, как правило, не оснащаются датчиками температуры в топливных баках. Поэтому ему и невдомек, что температура топлива поднялась, к примеру, градусов на 15 выше температуры воздуха снаружи в солнечный день. И даже если он об этом знает, соблазн поскорее попасть домой нередко берет верх над мыслями о риске.

Заправка автомобильным бензином нередко производится недозволёнными и просто опасными способами: из неподходящих резервуаров, без заземления, без фильтров...

Спирт

Интересно, что сертификаты STC, разрешающие применение автомобильного бензина, готовы утвердить контрольно-распорядительные органы (федеральные и местные управления гражданской авиации), тогда как нефтяные компании, изготовители двигателей и авиастроительные предприятия в большинстве своем выступают против. Компания Shell никогда не была среди сторонников применения автомобильного бензина в авиации, считая, что этот вид топлива для авиации не подходит, а его применение плохо поддается контролю. Правомочность одного из аргументов "против", а именно, тот факт, что в автомобильном бензине может содержаться спирт, признана даже разрешительными органами, поэтому топливо Mogas, содержащее спирт, исключено из сертификатов STC, иначе говоря, применение такого топлива в авиации запрещено.

Почему? Разве спирт – не биотопливо, источником которого служит растительное сырьё? Несомненно, этот вид топлива снижает выбросы углеродных соединений в атмосферу, то есть является экологически чистым. Что же в этом плохого? Вообще-то параллельно ведется разработка целого ряда технологий по производству заменителей этилированного авиационного бензина, в качестве одного из которых органы управления гражданской авиации рассматривают как раз авиационный этанол. Конечной целью этих разработок призвано стать появление спецификации, которая ляжет в основу сертификации воздушных судов нового типа, работающих на таком топливе. На этом пути предстоит еще преодолеть множество препятствий технического свойства. Нет никакой уверенности в том, что этанол и в самом деле станет заменителем авиационного бензина.

Однако это – отдельный вопрос, никак не связанный с выдачей сертификатов STC на применение автомобильного бензина в авиации. Да и проблемы, связанные с топливом на базе этанола, довольно



1.0 Приветствие

Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности

Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0

Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином

**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,

менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор

**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

БЮЛЛЕТЕНЬ SHELL AVIATION

сильно отличаются от возникающих при применении обычного бензина, в котором спирт содержится в сравнительно небольших количествах. Это последнее сочетание несет в себе серьезный риск для авиации, главным образом, из-за значительного снижения точки испарения топливной смеси.

Почему же летучесть бензина (упругость паров) с 10-процентным содержанием этанола гораздо выше аналогичного показателя как чистого бензина, так и чистого этилового спирта? Ответ на этот вопрос дают отклонения от закона упругости пара (известного как закон Рауля), вызванные различными силами межмолекулярного взаимодействия в чистом этиловом спирте и в углеводородной смеси.

Большинство составляющих бензина "живет" по закону Рауля: упругость их паров равна упругости паров каждого отдельно взятого компонента в чистом виде, помноженной на его молярную долю (относительное содержание) в смеси. Закон Рауля позволяет прогнозировать свойства паров большинства бензиновых смесей по содержанию каждого из компонентов.

Давайте рассмотрим чистый спирт. Его молекулярный вес равен 46, а точка кипения достигает 86 градусов по Цельсию, то есть гораздо выше, чем у других веществ со схожим молекулярным весом. Так, например, пропан с молекулярным весом, равным 44, становится газообразным веществом уже при комнатной температуре и обычном атмосферном давлении. Высокая точка кипения и низкая упругость паров чистого этанола объясняются силами межмолекулярного взаимодействия, вытекающими из образования водородной связи между молекулами этилового спирта. Водород одной из молекул и электронная пара кислорода другой молекулы притягиваются друг к другу. Для того чтобы разделить эти молекулы при переходе вещества в газообразное состояние (иначе говоря, при кипении), требуется больше энергии, то есть тепла. Кроме того, этанол обладает высоким моментом диполя: асимметричное распределение электронов усиливает межмолекулярное притяжение.

Иная картина наблюдается в углеводородной смеси, где преобладающие неполярные молекулы углеводородов легко разрывают связь между молекулами этанола. Этанол – вещество растворимое, и его полярным молекулам весьма непросто образовать водородную связь с другими молекулами этилового спирта, что привело бы к повышению точки кипения и, соответственно, к снижению летучести. В составе такой смеси этанол ведет себя как любое другое вещество с малым молекулярным весом (напомним, у этанола он равен 46), а удельная упругость его паров становится гораздо выше, чем следует из закона Рауля. Таков механизм, лежащий в основе высокой летучести смеси бензина со спиртом.

Как мы уже упоминали, летучие виды топлива становятся источником таких проблем, как паровые пробки и недостаточная подача топлива, причем проблемы эти возникают именно на высоте, а не на земле, а потому они затрагивают воздушный, а не автомобильный транспорт.

Но и это еще не всё. Спиртосодержащие виды топлива ведут себя как агрессивная среда по отношению к упругим полимерам, уплотнениям и переключкам, применяемым в топливных системах воздушных судов: соприкосновение со спиртосодержащим топливом может вывести такие детали из строя. А это, в свою очередь, ведет к протечкам топлива, сбоям в работе двигателя из-за слабого контроля за топливной смесью, даже к возникновению пожара на борту (такие случаи уже известны).

При использовании этилового спирта в смеси с неэтилированным бензином возникает и еще одна проблема, в основе которой лежит явление, знакомое всем по разбавленному водой виски, то есть тому же этиловому спирту. Смесь со спиртом не просто увеличивает долю биотоплива в бензине. Будучи высокооктановым компонентом, спирт радикальным образом влияет на октановые свойства топливной смеси на основе автомобильного бензина. Вода, попадая в спиртосодержащее топливо, связывает растворенный в нем спирт, то есть как бы вымывает его из топлива. Удаление спирта из топлива ведет к снижению октанового числа последнего, иными словами, октановое число не достигает значения, зафиксированного в спецификации автомобильного бензина, и перестает соответствовать требованиям двигателя. Как уже отмечалось выше, заправка топлива со слишком низким октановым числом может



1.0 Приветствие
Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности
Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0
Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином
Роб Миджли (Rob
Midgley),
менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор
Роб Миджли (Rob
Midgley),
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

БЮЛЛЕТЕНЬ SHELL AVIATION

иметь катастрофические последствия для двигателя, при этом нужно помнить, что авиационные двигатели из-за своей конструкции предъявляют гораздо более высокие требования, нежели их автомобильные аналоги.

Так почему же вода создает проблемы в топливных баках воздушных судов, а в автомобильных бензобаках их не возникает? Относительно низкие значения давления и температуры воздуха на высоте полета, во-первых, вызывают охлаждение как корпуса, так и топливных баков летательного аппарата, а во-вторых, давление, нарастающее при снижении воздушного судна, ведет к проникновению в холодные топливные баки влажного воздуха, где он конденсируется, превращаясь в воду, которая перемешивается с топливом. Проблемы возникают и из-за особенностей режима эксплуатации воздушных судов, которые нередко простаивают долгие недели и даже месяцы – за это время в баках может скапливаться изрядное количество воды не только из-за конденсации, но и обыкновенного дождя. Все эти факты объясняют, почему летчики ежедневно сливают воду из топливных баков, чем довольно редко занимаются водители автомобилей.

Применение в авиации спиртосодержащих видов топлива создает и множество других проблем, например, связанных с обледенением карбюратора из-за поглощения спиртом скрытого тепла в большом количестве в процессе испарения. Скрытым теплом при испарении называется энергия, поглощаемая жидкостью при переходе в газообразное состояние. Как выше уже отмечалось, топливо при впрыске в двигатель поглощает эту энергию из воздуха. Если один из компонентов топлива обладает относительно высокой потребностью в скрытом тепле, то он и поглощает относительно высокое количество энергии из поступающего в двигатель воздуха, тем самым его охлаждая и, следовательно, повышая риск превращения содержащейся в воздухе влаги в лёд, который осаждаётся на впуске двигателя или на карбюраторе.



Образец проб топлива для проверки на присутствие этилового спирта по методу, рекомендованному некоторыми разрешительными органами, в частности, Управлением гражданской авиации Великобритании (см. пункт 4b брошюры UK CAA Safety Sense Leaflet)

По этим причинам сертификаты STC на применение автомобильного бензина в авиации обязывают пилотов предварительно проверять любое топливо Mogas на присутствие в нем этилового спирта. Большинство спецификаций на топливо Mogas (например, европейский норматив EN228) допускают применение этилового спирта в составе такого топлива без обязательного уведомления заказчика. Иными словами, поставщик вправе менять компоненты топлива, не уведомляя потребителя, поэтому отбор проб остается единственным способом узнать, есть ли в топливе этиловый спирт или нет. Отдельные органы контроля лётной годности рекомендуют простой способ проверки топлива на присутствие этилового спирта: взяв чистую пробирку, заполнить ее примерно на 10% водой, а на остальные 90% – топливом, после чего отметить границу между двумя веществами. Затем эту смесь тщательно перемешать и оставить осесть. Явное увеличение объема воды – признак присутствия в топливе этилового спирта. Применять такое топливо для заправки воздушных судов запрещается.

Эффективность обнаружения этилового спирта в автомобильном бензине таким способом вызывает большие сомнения, разве что при достаточно высокой концентрации этанола, однако, к сожалению, многие летчики, применяющие топливо Mogas, не считают нужным выполнять даже эту элементарную



1.0 Приветствие

Гэри Вудвард (Gary Woodward),
генеральный директор по эксплуатации и
технике

2.0 Новое в сфере безопасности

Опасность образования
электростатических зарядов внутри
фильтрующих резервуаров
Ру-Серн Чук (Ru-Sern Cheok),
генеральный менеджер по ОТБОС и
соблюдению нормативов

3.0

Заправка воздушных
судов автомобильным
бензином

**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,

менеджер по технологии,
авиационное топливо

Редактор

**Роб Миджли (Rob
Midgley)**,
менеджер по
технологии,
авиационное топливо

проверку качества топлива, тем самым усугубляя риск. Конечно, действующие ограничения на применение топлива Mogas обязывают летчиков быть постоянно в курсе, присутствует ли спирт в автомобильном бензине, залитом в топливные баки их летательных аппаратов. Не проводя такую проверку, летчики не только нарушают условия выдачи разрешения на применение автомобильного бензина (то есть поступают незаконно), но и добровольно подвергают как самих себя, так и окружающих, неконтролируемому риску в полете.

Почему мы именно сейчас обращаем столь пристальное внимание на применение этилового спирта в топливе Mogas? Большинству читателей известно, что сегодня все сектора энергетики подвергаются весьма серьезному давлению в направлении снижения выбросов газов, создающих парниковый эффект. В целом ряде государств уже приняты или находятся на рассмотрении законодательные акты, предписывающие расширение применения биокомпонентов в топливе для наземного транспорта с тем, чтобы снизить темпы глобального потепления путем сокращения доли ископаемого топлива. Это значит, что доля биокомпонентов в топливе для наземного транспорта будет постоянно расти во многих регионах и, в частности, в Австралии, США и странах Европы. Например, в дизельном топливе возрастет доля сложных метиловых эфиров жирных кислот, а в бензине – этилового спирта, сырьем для производства которого служит, как правило, сахарный тростник или кукуруза.

В ряде стран, например, в Швеции, весь обычный автомобильный бензин уже сейчас содержит этиловый спирт, в других странах это относится только к бензину высшего сорта, но процесс перехода на топливо с разной долей биокомпонентов идет полным ходом практически во всех экономически развитых странах мира. Идет он постепенно, но повсеместно – поначалу, как правило, путем экспериментов в ограниченных масштабах на местах, однако общая тенденция такова, что применение биокомпонентов будет возрастать, пока не затронет практически все поставки топлива Mogas в странах Европы, в США и Австралии уже в ближайшие несколько лет.

Темпы и масштабы этих перемен различны в разных странах, несомненно одно: широкое и повсеместное применение этилового спирта в топливе – вопрос ближайшего будущего. В докладе президента США конгрессу о положении в стране в 2007 г. поставлена задача добиться снижения выбросов наземным транспортом газов, создающих парниковый эффект, на 20% в течение ближайших 10 лет, главным образом, за счет наращивания доли этанола в бензиновых смесях. Это предполагает почти 10-кратное увеличение доли этанола в автомобильном бензине в ближайшие годы в США – до прогнозируемых 135 млрд. литров этилового спирта к 2017 г.

В странах Европы и в Австралии поставлены аналогичные задачи, только с гораздо более сжатыми сроками: в Европе долю биокомпонентов в топливе для наземного транспорта намечено повысить до 5,75% уже к 2010 году, а в Австралии – до 10% к 2011 году.

Все эти новшества можно, конечно, рассматривать как весьма положительные с экологической точки зрения, однако это означает, что производство тех сортов топлива Mogas, на применение которых в авиации сегодня выдаются сертификаты STC, будет неуклонно сокращаться вплоть до того, что бесспиртовой автомобильный бензин станет на заправочных станциях редкостью.

Существует, разумеется, альтернатива – авиационный бензин, спецификации которого не допускают даже минимального содержания спирта, более того, условия его производства, хранения, обращения с ним и строгого контроля его качества таковы, что этот вид топлива полностью соответствует принятым в авиации нормативам безопасности.

Давайте подведем итоги. Такие преимущества топлива Mogas, как, например, его относительная дешевизна, сводятся на нет тем колоссальным риском, который влечет за собой применение этого неподходящего и неконтролируемого топлива там, где цена ошибки слишком высока.

Роб Миджли (Rob Midgley),

главный технолог по топливу