

Литература

1. Катус, Г. П. Информационные сканирующие системы / Г. П. Катус. – Москва, Машиностроение, 1965. – 448 с.
2. Кириленко, А.И. О некоторых применениях двухзеркального сканера / А. И. Кириленко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы X междунар. науч.-техн. конф., Минск, 4 апреля 2013 г.: в 4 т. // БНТУ. – Минск, 2013. – Т. 3. – С. 330.

УДК 504.3

Актуальные экологические проблемы авиации

Кириленко А. И.

Белорусская государственная академия авиации
Минск, Республика Беларусь

В работе рассматриваются вопросы воздействия авиации на окружающую среду. Затрагиваются проблемы глобального и локального уровней, в том числе загрязнения в зоне аэропортов, на прилегающих территориях и в самом самолете. Указывается, что не все вредные факторы учитываются, например, нет исследований по инфразвуку, генерируемому авиацией. Показано, что уже в настоящее время разрабатываются технологии способные кардинально улучшить ситуацию.

Периодически в СМИ вбрасывается информация о колоссальном экологическом ущербе, который наносит авиация окружающей среде (ОС). Это один из методов конкурентной борьбы между различными видами транспорта, обеспокоенных тем, что авиация развивается динамичнее других отраслей. По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), авиация несет ответственность примерно за 3,5% антропогенного изменения климата, включая воздействие выбросов CO₂ и не CO₂ [1]. Локальные загрязнения могут быть более существенными. Отметим, что экологические проблемы находятся под пристальным вниманием Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Цель работы – акцентировать внимание на прорывных технологиях решения экологических проблем авиации. Некоторые из этих технологий могут быть внедрены достаточно быстро, другие находятся в стадии изучения или испытаний, третьи могут применяться в отдаленной перспективе. Основные экологические проблемы авиации можно разделить на несколько категорий.

1. Глобальные. Это выбросы парниковых газов CO₂, H₂O, а также CO, SO_x, NO_x. В состав продуктов сгорания реактивных топлив входят: N₂ –

76–78 %, O_2 – 14–15 %, H_2O (пары) – 3–5,5 %, CO_2 – 5–12 %, CO – 0,01–1 %, NO_x – 0,2005–0,5 %, углеводороды – 0,001–0,5 %, альдегиды – 0–0,2 %, SO_x – 0,04 %, сера – 0,1 %, сажа 0,1 –1 г/м³, а также твердые частицы Al_2O_3 со средним размером 0,1 мкм и до 10 мкм. При работе двигателей на взлете и посадке в окружающую среду поступает наибольшее количество CO_2 и углеводородных соединений, а в процессе полета – максимальное количество оксидов азота. По причине неполного сгорания топлива в атмосферу попадают частицы углерода. Твердые частицы формируют аэрозоли и тем самым воздействуют не только на качество воздуха, но и на климат.

Проблема воды в верхних слоях атмосферы. Роль водяных паров в атмосфере до конца не ясна. При высокой влажности воздуха из конденсационных следов самолетов образуются перистые облака. Эти облака перераспределяют длинноволновое инфракрасное (ИК) излучение и в космос, и на Землю. Есть предположения, что в верхних слоях атмосферы водяной пар провоцирует образование озоновых дыр.

Отдельно стоит проблема озона. При температурах порядка 2000 К в камере сгорания двигателя азот атмосферы образует оксиды NO и NO_2 . Они на больших высотах (более 16 км) разлагают озон, а на малых – образуют. Тропосферный озон усиливает парниковый эффект, отрицательно влияет на здоровье и никак не защищает планету от ультрафиолета [2].

2. Проблемы, возникающие непосредственно на борту воздушного судна. Известны случаи обнаружения следов масла в кабине пилотов. Пары появляются в системе подачи воздуха. Это пары масла ВСУ (вспомогательной силовой установки), жидкость гидравлической системы. Источником паров в пассажирской кабине является противообледенительная жидкость. Пары масла из двигателя попадают через сальниковые уплотнения, стартер – генераторы, коробки проводов агрегатов и подшипники с масляной смазкой. Причиной может быть переполнение масляного резервуара для двигателя и ВСУ. Пары гидравлической жидкости втягиваются в ВСУ вместе с наружным воздухом, предназначенным для вентиляции, если эта жидкость пролита на поверхность фюзеляжа. Гидравлическая жидкость и наружный воздух нагреваются в компрессоре и в конечном итоге поступают в пассажирскую кабину и кабину экипажа

3. Воздействие на ОС в зоне аэропортов. Шумовое загрязнение. Сюда же следует отнести вибрации и ультразвук. Шум исходит из трех основных источников: шум, созданный турбулентными потоками, аэродинамические шумы – шум двигателя; шум от систем самолета. Авиационный шум зависит от направления взлетно-посадочных полос (ВПП) и трасс полетов, интенсивности полетов в течение суток, сезонов года, от типа самолетов. При круглосуточной работе аэропортов уровни звука в жилой

зоне достигают в дневное время 80 дБА и в ночное время – 78 дБА. По требованиям ИКАО максимальные уровни колеблются от 92 до 108 дБА. Вероятно, наиболее оптимальным для человека является уровень звука от 30 до 60 дБ, поскольку полная тишина действует угнетающе. Хорошо известно, что полеты воздушных судов генерируют инфразвуки, частоты которых лежат в диапазоне 0,1–10 Гц, что близко к частотам собственных колебаний человеческого тела и отдельных органов. Инфразвук оказывает влияние на биоритмы мозга. Главное «коварство» инфразвука состоит в том, что он крайне слабо затухает. В литературе нет информации об инфразвуковом загрязнении территорий вблизи ВПП.

Световое загрязнение. Проблема состоит в том, что на свет летят насекомые, за ними – птицы. Столкновения случаются. Ущерб также состоит в том, что приходится перемещать оптические системы слежения и наблюдения, в частности, астрономические, подальше от аэропортов.

Отчуждение и загрязнение территорий. На площади около 4 км² выделяется в атмосферу за сутки от 1,0 до 1,5 т СО₂, 300–500 кг углеводородных соединений и 50–80 кг оксидов азота. Углеводороды нефти обладают способностью проникать на значительную глубину. Так в трещиноватых породах авиационный керосин за 5 месяцев проникает на глубину более 700 метров. Наиболее значительны выбросы при взлете. В почву попадают свинец из бензина, присадки к топливу. В верхних слоях почвы вблизи аэропортов концентрация свинца составляет по разным оценкам 60–550 мг/кг. Фоновый уровень свинца в почвах, незагрязненных антропогенными процессами, составляет 16 мг/кг. Вероятно, основная масса свинца попадает от наземного обслуживающего транспорта. Обнаруживаются также антиобледенительные присадки. Причина – их избыток при обработке самолетов и их агрессивность к ОС. Еще один фактор – слив топлива. Количество топлива, сливаемого самолетом за один раз, колеблется от 1 до 50 тыс. литров. За 2017 г. над Германией вылиты 580 т горючего за 30 полетов, из них 16 полетов – пассажирские.

Электромагнитное загрязнение. Его производит радиолокационная и радионавигационная техника аэропортов и летательных аппаратов (ЛА), необходимая для наблюдения за полетами и метеообстановкой. Электромагнитную обстановку определяет в основном излучение мощных радиолокационных станций СВЧ и УКВ диапазона. В районе ряда аэропортов и вблизи расположенных населенных пунктах (60 % обследованных случаев) требуются спецмероприятия по защите населения. Важным фактором электромагнитного загрязнения может стать использование беспилотных летательных аппаратов непосредственно в городах. Россия и Германия давно имеют по 500 тыс. дронов, а США – еще больше для гражданского применения.

Аэропорты поглощают огромное количество воды. Аэропорты России в начале 21 в. потребили 37 млн. м³ воды в год, при этом объем оборотной и повторно используемой воды составлял всего 6 %. В сточных водах авиапредприятий содержатся бензол, ацетон, нефтепродукты, кислоты, щелочи, следы алюминия, бериллия, хрома, а также ядохимикаты.

4. Ущерб для самой авиации. Провоцирование осадков в зоне аэропорта. Причина не только в загрязнении воздуха, но и в изменении распределения давлений при взлетах и посадках. С это связано:

- повышение температуры и влажности, что ухудшает взлетные характеристики воздушных судов;

- затопление прибрежных аэропортов, рост интенсивности осадков;

- рост интенсивности Эль-Ниньо (засухи, волны тепла);

- усиление конвекции, низкоуровневый сдвиг ветра, град, молнии, турбулентность на верхней границе грозового облака, внезапные обледенения;

- увеличение вероятности обледенения по причине общего потепления и увеличения влажности, повышение верхних границ обледенения, пыльные бури в субтропиках. Эти факторы существенно нарушают безопасность и регулярность полетов.

Обсудим перспективные методы снижения вредных воздействий на ОС. На величину выбросов оказывают влияние химический состав топлива, конструкция двигателя, режим его работы. Снижению ущерба для ОС может способствовать снижение количества потребляемого топлива. Это достигается облегчением веса самолета путем применения новых конструкционных материалов (углепластики, композиты); использованием новых форм летательных аппаратов (ЛА), таких как несущий фюзеляж; применением новых топлив и ГСМ (при условии учета полного экологического ущерба при их производстве). Актуально применение новых форм планирующего полета – полное использовать потенциал струйных течений; применение клинообразного (птичьего) полета нескольких самолетов на большие расстояния. Цель всех этих мероприятий – удешевить эксплуатацию, обслуживание и утилизацию ЛА и, как следствие, снизить потребление дорогостоящего топлива и тем самым снизить загрязнение ОС.

На современном этапе большое значение придается альтернативным видам топлива. Наиболее приемлемым вариантом таких топлив, скорее всего, является газовое топливо (метан, пропан, бутан и смесь этих газов АСКТ). Ресурсом для них является природный и нефтяной газы, которые в настоящее время просто сжигаются. Что касается самой авиационной техники, то развитие идет по двум направлениям: совершенствование дозвуковых воздушных судов и создание сверхзвуковой гражданской авиации. Другое перспективное решение – разработка самолета на электрической

тягу (технология «all electric aircraft»). Швеция и Норвегия планируют перевод всех внутренних авиарейсов на полностью электрическую тягу к 2040 г. Источником энергии для него планируется водородный топливный элемент.

Весьма перспективны так называемые «невидимые аккумуляторы». Шасси, корпус будут сделаны из материала, запасующего энергию от генератора. Для этой цели разработаны особо прочные композитные материалы с пропиткой желеобразным электролитом. Емкости такого распределенного аккумулятора уже достаточно для электромобиля.

Что касается локального загрязнения, т. е. приаэродромных территорий, то для снижения ущерба необходима разработка новых более экологически безопасных средств, например, таких как антиобледенительные. Снижение электромагнитного загрязнения может быть достигнуто использованием отраженных от самолетов сигналов телевидения, сотовой связи и проч. вместо радаров. Снижение шума уже достигается оптимальным расположением двигателей относительно крыльев и фюзеляжа. Существуют методы активного шумоподавления, основанные на явлении интерференции, которые могут быть использованы для защиты важных объектов.

В настоящее время подвергается критике сам принцип планирующего полета. Для грузоперевозок могут оказаться перспективными дирижабли с ядерной двигательной установкой. Такое решение обусловлено тем, что силы инерции (силы тяги) пропорциональны массе дирижабля, то есть кубу его линейных размеров, в то время как ветровая нагрузка пропорциональна площади, то есть квадрату линейных размеров. Следовательно, дирижабль достаточно больших размеров менее подвержен действию внешних аэродинамических сил. Атомный реактор с мощной радиационной защитой вполне подходит такому ЛА. Начало разработке атомных реакторов для космоса уже начато. РИТЭГи (радиоизотопные термоэлектрические генераторы) маломощны, а компактный реактор способный выдавать 10 кВт в течение 10 лет NASA разрабатывает с 2015 г.

Таким образом, уже на современном этапе развития технологий имеются шансы серьезно снизить загрязнение ОС. Для этого необходимы финансы и политическая воля, поскольку проблема международная. Разумное законодательство и экологическая грамотность населения – залог успеха. На первом этапе необходимо развивать такие технологии, которые потребляют парниковые газы и, прежде всего, CO_2 . Однако основными потребителями этого газа являются леса и фитопланктон океана. Бесконтрольная вырубка лесов, особенно в Амазонии, чревата нарушением экологического равновесия. Интенсивные лесопосадки способны изменить ситуацию. То же самое касается океана. Его глобальное загрязнение также нарушает процесс фотосинтеза и усвоения CO_2 . Однако чистить океан значительно

сложнее. Существенный успех в решении экологических проблем может быть достигнут только при системных усилиях: развитие техники и технологий, природозащитные мероприятия и законодательство.

Литература

1. Авиация и глобальная атмосфера. Специальный доклад рабочих групп I и III МГЭИК / МГЭИК; ред.: Дж. Э. Пеннер [и др.]. – Женева: 1999. – 14 с.

2. Мировой атлас данных / кноема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knoema.ru/atlas>. – Дата доступа: 12.05.2020.

УДК 620.130

Разработка методов контроля свойств объектов в импульсных магнитных полях

Дорошевич Е. С., Павлюченко В. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Представлены разработки методов контроля свойств металлических объектов с помощью пленочных преобразователей магнитного поля: сплошного и дискретного магнитного носителя, магнитооптической пленки и пленочного флюкс-детектора. При этом использованы полученные авторами результаты исследований гистерезисной интерференции в импульсных магнитных полях и представлены примеры алгоритмов. Разработанные методы позволяют повысить точность и оперативность контроля удельной электропроводности, толщины объекта, а также дефектов в нем.

Для контроля удельной электропроводности, магнитной проницаемости, наличия дефектов в объектах, а также определения их геометрических размеров используются магнитные и электромагнитные методы контроля. При этом информацию о свойствах объектов можно записывать на магнитный носитель [1], получать с применением магнитоиндукционной томографии [2] и другими способами. Проводимая авторами разработка методов контроля свойств объектов в импульсных магнитных полях включает в себя следующие действия. Проведение теоретических расчетов гистерезисной интерференции для получения оптимальных значений амплитуды, времени нарастания, полярности и числа импульсов магнитного поля в каждой серии, а также времени задержки импульсов. При этом указанные импульсы могут перекрываться во времени, прикладываться непосред-