

СИСТЕМА ЭМИССИОННЫХ СБОРОВ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ВЫБРОСАМИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В ПОЛЁТЕ

Тарасов А. С., Ципенко А. В., Приданников Д.

А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва,
Россия

Проблема снижения эмиссии вредных веществ от двигателей воздушных судов гражданской авиации является хоть и недавней, но уже одной из основных для мирового авиационного сообщества. На данный момент вклад авиации в общее загрязнение окружающей среды не столь велик. В целом, он составляет около 3% от всего антропогенного воздействия [1]. Однако по прогнозам САЕР при ИКАО (Комитет Совета по охране окружающей среды от воздействия авиации при Международной организации гражданской авиации), если не предпринимать никаких шагов по снижению авиационных выбросов, то к 2050 году доля неблагоприятного воздействия авиации на окружающую среду возрастет до 8% [1].

Сегодня без учета показателей экологических аспектов: эмиссии вредных веществ от авиадвигателей, её воздействия на верхние слои атмосферы и окрестности аэропортов, шума на местности и топливной эффективности – не возможно создание и сертификация конкурентоспособных самолетов, а также формирование эффективной технической политики эксплуатации всей авиатранспортной системы. Стремительный выход проблемы охраны окружающей среды на ведущее место среди приоритетов развития гражданской авиации показывает нарастающую актуальность рассматриваемой проблемы.

Состояние проблемы

Проблема эмиссии вредных веществ существует на протяжении всего времени выполнения воздушным судном полётной миссии: от момента запуска двигателей до момента их полной остановки, и отличается лишь влиянием на разные объекты окружающей среды в зависимости от этапа полета. Так, в зоне аэродрома происходит воздействие на животный и растительный мир, а на режимах набора крейсерского эшелона, крейсерского полета и снижения – на атмосферу, а точнее на вклад в её температурный баланс.

Поэтому при рассмотрении влияния эмиссии вредных веществ от воздушных судов четко выделяют две части:

1. Эмиссия в районе аэропорта;
2. Эмиссия в крейсерском полете.

Несмотря на видимую схожесть частей, для их решения применяются абсолютно разные подходы. Нормирование авиационной эмиссии в данный момент времени происходит только для зоны аэропорта, используя входные данные по вредным выбросам [2] и взлётно-посадочный цикл ИКАО [3]. Однако данный метод даёт сильно завышенные результаты, вследствие чего должен быть предложен альтернативный более точный подход.

Несмотря на то, что проблема авиационной эмиссии на крейсерском участке полёта становится всё более актуальной, авиационное сообщество до сих пор не выработало подходов по снижению вредных выбросов и их влияния на окружающую среду.

Цель работы

Основная цель работы – выявить проектные и эксплуатационные параметры, определяющие количество вредных выбросов, силу их воздействия на окружающую

среду, а также показать механизм возможного регулирования авиационной эмиссии через эмиссионные сборы.

Основные этапы проекта

В процессе работы над проектом было реализовано:

- создана инженерная математическая модель определения эмиссии вредных веществ для полного полётного цикла гражданского ВС [5], [6];
- предложен альтернативный подход для решения эмиссионных задач в районе аэропорта [6];
- для участка крейсерского полёта предложена модель оценки влияния авиационной эмиссии на окружающую среду, основанная на вкладе этой эмиссии в температурный баланс атмосферы (GWP – Global Warming Potential, потенциал глобального потепления [1]);
- предложена модель регулирования вредных выбросов на крейсерском участке полета через использование эмиссионных сборов;
- проведено исследование влияния проектных и технико-эксплуатационных параметров ВС на авиационную эмиссию; определены оптимальные значения исследуемых параметров: геометрии крыла, скорости и высоты полёта.

В рамках проекта математические модели аэродинамики, лётно-технических характеристик, двигателя ВС, эмиссии двигателей и её влияния на окружающую среду были реализованы в программе AAPSIm (Aircraft Aerodynamics and Performance Simulation). Программа изначально создавалась в рамках проекта GERST [7] на базе Delft University of Technology (TU Delft, Нидерланды), при участии Московского Авиационного Института МАИ. В дальнейшем программа дорабатывалась Инженерным центром EG Project [8] под требования Международного аэропорта Домодедово.

Результаты исследования: зона аэропорта

Исследуемый аэропорт: Домодедово.

Репрезентативная выборка парка ВС: Airbus A319-100, Airbus A320-100, Airbus A320-200, Airbus A321-100, Airbus A330-200, Airbus A340-300, Airbus A330-243, Boeing B737-200, Boeing B757, Boeing B767-300ER, Ту-154М, Ил-86.

Результаты исследования показали, что используемая в данный момент методика ИКАО для определения взлетно-посадочного цикла ВС [3] выдает завышенные значения при расчёте эмиссии вредных веществ в районе аэропорта. Отличие от фактических значений достигает 39%–45% [8].

При детальном моделировании взлётно-посадочного цикла: учете траекторий выхода и входа в зону аэропорта каждого рассматриваемого ВС, учете его индивидуальных особенностей, режимов работы его двигателей, атмосферных условий и т.д. суммарная ошибка в определении общего фона загрязнения по сравнению с данными замеров может быть существенно снижена и составлять всего около 4.5%, что является очень весомым аргументом для Аэропортов перед контролирующими органами.

Это достаточно хороший результат, показывающий, что [6]:

- полученные по данной методике выходные данные легко сопоставляются с результатами замеров в зоне аэропорта, и не являются чрезмерно завышенными, как результаты методики ИКАО, что, в свою очередь, приводит к снижению экологической ответственности Аэропорта перед контролирующими органами;
- данная методика может быть использована для отражения текущей фактической экологической обстановки в зоне аэропорта;
- с помощью описанного подхода можно и нужно решать задачи оптимизации полетных процедур с целью минимизации авиационной эмиссии.

Результаты исследования: участок крейсерского полёта

Для исследований влияния технико-эксплуатационных и проектных параметров на эмиссионные крейсерские сборы было выбрано базовое ВС А340-300 с двигателями CFM56-С4. Влияние технико-эксплуатационных параметров показано на изменении скорости и высоты полёта ВС. Влияние проектных параметров – на примере изменения геометрии крыла базового ВС. На основании исследований, проведённых в работе, было выявлено, что:

1. введение эмиссионных крейсерских сборов влечёт за собой изменение скорости и высоты крейсерского полёта для минимизации эмиссии вредных веществ и её воздействия на окружающую среду;
2. увеличение себестоимости билета за счет введения крейсерской эмиссионной пошлины составит 2,5...3,5% от его текущей себестоимости;
3. оптимальная крейсерская скорость ВС (на примере Airbus А340) при условии минимизации эмиссионных крейсерских сборов составит 800...840 км/ч при существующей крейсерской скорости, равной 870 км/ч;
4. оптимальная крейсерская высота ВС (на примере Airbus А340) при условии минимизации эмиссионных крейсерских сборов составит 9 км;
5. при уменьшении стреловидности крыла значение крейсерской эмиссионной пошлины снижается. Оптимальная стреловидность – 25^0 , т.к. при ней крейсерская скорость будет равна 770...800 км/ч. Дальнейшее уменьшение стреловидности нецелесообразно, т.к. влечет за собой снижение крейсерской скорости полета и заметное увеличение времени доставки на дальние расстояния (7...10% от времени при крейсерской скорости, равной 870 км/ч).

Список литературы

1. Aviation and the Global Atmosphere, Joyce E. Penner, etc., IPCC, 1999.
2. Приложение 16 к конвенции о международной гражданской авиации «Охрана окружающей среды», издание второе, июль 1993.
3. Air Traffic and the environment- Background, Tendencies and Potential Atmospheric effects. Proceedings of a DLR International Colloquium, Schumann U., Bonn, Lecture Notes in Engineering, Vol. 60 Springer-Verlag, 1990
4. Generic Airplane and aero-Engine Simulation Procedures for Exhaust Emission Studies, Savad A. Shakariyants, Alexander Tarasov et al., GT2007-27943, Montreal, Canada.
5. Математическое моделирование полетного цикла гражданского воздушного судна для задач авиационной экологии, Тарасов А.С., научный вестник МГТУ ГА, серия «Аэромеханика, прочность», 2010 г.
6. Моделирование оценки количества эмиссии вредных веществ от двигателей воздушных судов: зона аэропорта, Тарасов А.С., научный вестник МГТУ ГА, серия «Аэромеханика, прочность», 2011 г.
7. Generic Methods for Aero-Engine Exhaust Emission Prediction, Savad A. Shakariyants, Delft University Press, 2008, ISBN 978-90-9023346-8.
8. Краткое описание программы AAPSim 2.0:
<http://www.egproject.ru/aapsim20.html>.