



РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО АВИАЦИИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ВИДАМ ТОПЛИВА

Рио-де-Жанейро, Бразилия, 16–18 ноября 2009 года

Пункт 1 повестки дня. Экологическая устойчивость и взаимозависимости

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА НА МЕСТАХ ОТ ЭКОЛОГИЧНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

(Представлено Секретариатом)

АННОТАЦИЯ

Основным преимуществом, достигаемым за счет разработки экологичных видов альтернативного топлива для воздушных судов, является возможность уменьшения эмиссии парниковых газов (GHG) в течение жизненного цикла. В то же время в результате использования иного сырья такие альтернативные виды топлива будут отличаться меньшим содержанием серы. Доказано, что уменьшение содержания серы в топливе является надежным способом повышения качества воздуха и связано со снижением объема выбросов окисей серы (SO_x) и микрочастиц (PM).

Конференции предлагается утвердить выводы и рекомендации в пп. 5 и 6.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Как говорилось в документе CAAF/09-IP/06, использование экологически безопасных видов топлива дает возможность уменьшить эмиссии парниковых газов. Выгодным с точки зрения чистоты воздуха может оказаться снижение уровня серы в реактивном топливе, что связано с уменьшением эмиссии окисей серы (SO_x) и микрочастиц (PM).

2. СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В ТОПЛИВЕ

2.1 За счет устранения содержания серы в обычном реактивном топливе можно получить низкосернистое реактивное топливо и снизить объем выбросов микрочастиц и SO_x во

время полетов. В настоящее время спецификациями на реактивное топливо допускается содержание серы до 3000 промилле; при этом существующие виды топлива отличаются существенно меньшим содержанием серы. Согласно результатам исследований, проводившихся в 2007 году по всему миру, годовое среднее взвешенное содержание серы в реактивном топливе составляло 321–800 промилле¹. Гидродесульфурация, которая позволяет устранять содержание серы в топливе, довольно часто применяется на нефтеочистительных заводах; кроме того, низкосернистое дизельное топливо уже получило широкое распространение по всему миру. Низкосернистое реактивное топливо отличается содержанием серы менее 15 промилле.

2.2 Уменьшение эмиссии в результате устранения содержания серы было продемонстрировано на примере легковых и грузовых автомобилей и других транспортных средств; это связано с тем, что содержание серы в дизельном топливе было существенно уменьшено в нескольких регионах². Так, в Японии, США и странах ЕС за последние несколько лет было уменьшено содержание серы в дизельном топливе. Это свело объем выбросов SO_x практически к нулю, что, как будет показано в п. 3, позволило существенно уменьшить объем выбросов вторичных микрочастиц и летучих первичных микрочастиц.

2.3 Процесс гидродесульфурации, который применяется для уменьшения содержания серы в реактивном топливе, вызывает незначительное увеличение эмиссии парниковых газов при переработке нефти. Кроме того, уменьшение эмиссии серы на полетной высоте может усилить глобальное потепление, поскольку в верхних слоях атмосферы SO_x отражает солнечную радиацию, снижая общий уровень радиационного воздействия. Таким образом, при планировании уменьшения содержания серы в обычном реактивном топливе необходимо изучить взаимозависимость между преимуществами с точки зрения чистоты воздуха и увеличением эмиссии парниковых газов.

3. МИКРОЧАСТИЦЫ

3.1 Микрочастицы (PM), возникающие при сжигании топлива, представляют собой смесь микроскопических твердых тел, капель жидкости и частиц с твердыми и жидкими компонентами, взвешенными в воздухе. Копоть, сажу и другие твердые частицы обычно называют нелетучими микрочастицами. К летучим микрочастицам относятся неорганические кислоты (и их соли, например нитраты и сульфаты) и органические химические соединения, образующиеся при неполном сгорании топлива.

3.2 Обычно микрочастицы классифицируются в зависимости от размера. Частицы размером менее 2,5 мкм (обозначаются $PM_{2,5}$) обычно именуются тонкими частицами. Авиационные выбросы состоят в основном из сверхтонких ($<PM_{0,1}$) частиц³.

3.3 При сжигании топлива также производятся выбросы газообразных загрязнителей, прежде всего оксидов азота (NO_x), оксидов серы (SO_x), а также несгоревших углеводородов. Такие загрязнители называются предшественниками вторичных микрочастиц, поскольку в атмосфере они преобразуются в аэрозольные микрочастицы. Формирование вторичных микрочастиц, которое происходит в результате сложных химических реакций в атмосфере и/или процессов образования

¹ Taylor, W. F. *Survey of Sulfur Levels in Commercial Jet Fuel*. — CRC Aviation Research Committee of the Coordinating Research Council. — Февраль 2009 г. — Alpharetta, GA

² U. S. Environmental Protection Agency. *National Clean Diesel Campaign*. — <http://www.epa.gov/otaq/diesel/index.htm>. — Сентябрь 2009 г.

³ Transportation Research Board of the National Academies, Airport Cooperative Research Program. *Research Needs Associated with Particulate Emissions at Airports*. — ACRP Report 6. — Washington, D.C. — 2008 г.

ядер частиц, может приводить к созданию новых или увеличению существующих частиц. В качестве примера формирования вторичных частиц можно привести следующие процессы:

- a) превращение двуокиси серы (SO_2), получаемой при окислении серы, содержащейся в природном топливе, в пары серной кислоты (H_2SO_4), которые при конденсации серной кислоты вследствие низкой упругости ее паров образуют капли. Полученный аэрозоль серной кислоты может затем вступать в реакцию с атмосферными парами аммиака (NH_3), формируя различные частицы сернокислых соединений (например, сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$);
- b) превращение двуокиси азота (NO_2) в пары азотной кислоты (HNO_3), которая воздействует на микрочастицы в атмосфере и в результате реакции с аммиаком образует частицы нитрата аммония (NH_4NO_3);
- c) реакции с участием летучих органических соединений, в результате которых формируются конденсируемые органические соединения; они входят в состав частиц в атмосфере и формируют вторичные органические аэрозольные частицы.

3.4 Как показывают результаты недавнего анализа воздействия авиационной эмиссии на здоровье человека⁴, на долю первичных микрочастиц приходится 13 % совокупного вреда от микрочастиц. Воздействие вторичных микрочастиц значительно серьезнее: серные микрочастицы отвечают за 33 %, а микрочастицы NO_x — за 54 % совокупного вреда. При использовании низкосернистого реактивного топлива уровень эмиссии SO_x , а следовательно и объем вторичных микрочастиц, будет значительно ниже. В целом, снижение содержания серы приводит к уменьшению количества летучих первичных микрочастиц. Гидродесульфурация вызывает и другие изменения состава топлива, которые приводят к уменьшению эмиссии нелетучих микрочастиц.

3.5 В настоящее время мы еще недостаточно понимаем природу загрязнения воздуха микрочастицами, чтобы полностью оценить их воздействие на здоровье живых существ и природу. Тем не менее, существующие данные указывают на то, что важным фактором является размер микрочастиц. Несмотря на то, что крупные частицы могут проникать при дыхании в организм, они чаще задерживаются в носовом проходе. Вероятность того, что мелкие частицы проникнут в дыхательную систему, значительно выше. Исследования в области здравоохранения показали наличие взаимосвязи между воздействием тонких и ультратонких частиц и преждевременной смертью от заболеваний легких. Также была обнаружена взаимосвязь между тонкими и сверхтонкими частицами и такими явлениями, как симптомы сердечно-сосудистых заболеваний, включая аритмию сердца и инфаркт миокарда, а также симптомы заболеваний дыхательной системы, например приступ астмы и бронхит. Эти явления могут привести к увеличению количества больных, поступающих в медицинские заведения и посещающих травматологические отделения, росту пропуска учебных занятий или работы, а также увеличению продолжительности ограниченной активности. К воздействию тонких частиц особенно чувствительны люди с заболеваниями сердца и легких, пожилые люди и дети⁵.

⁴ Brunelle-Yeung, E. *The Impacts of Aviation Emissions on Human Health through Changes in Air Quality and UV Irradiance*. — Thesis, Master of Science in Aeronautics and Astronautics. — Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA. — Май 2009 г.

⁵ U. S. Environmental Protection Agency, Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter; Policy Assessment of Scientific and Technical Information. — http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/data/pmstaffpaper_20051221.pdf. — Декабрь 2005 г.

3.6 Стандартизирующие организации определяют обязательные требования к физическим свойствам, химическому составу, предельным значениям загрязнения и общим техническим характеристикам реактивного топлива. Для ограничения эмиссии микрочастиц и SO_x при сжигании топлива стандартами предусматривается максимальное содержание серы в топливе. В Приложении 16 к Конвенции о международной гражданской авиации, том II (Эмиссия авиационных двигателей) стандарты на такую эмиссию не определяются, в частности в связи с тем, что они связаны не с технологией работы двигателя, а с составом топлива.

4. ПРЕИМУЩЕСТВА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА НА МЕСТАХ

4.1 Сырье, применяющееся для производства экологичных альтернативных видов топлива для воздушных судов, не содержит серы, следовательно, сера отсутствует и в полученном топливе. В результате использования таких видов топлива достигается практически полное устранение SO_x и первичных микрочастиц в выбросах в сравнении с обычным реактивным топливом. Кроме того, значительно уменьшается эмиссия вторичных микрочастиц.

5. ВЫВОДЫ

5.1 Конференции предлагается:

- a) сделать вывод о том, что экологичные альтернативные виды топлива для воздушных судов могут обеспечивать не только уменьшение эмиссии парниковых газов в течение жизненного цикла, но и преимущества с точки зрения качества воздуха на местах;
- b) подтвердить наличие зависимости между устранением серы из обычных видов авиационного топлива и влиянием авиационной эмиссии на климат.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ

6.1 Конференции предлагается рекомендовать, чтобы:

- a) государства при принятии стратегических решений об использовании экологичных альтернативных видов топлива для воздушных судов учитывали связанные с ними преимущества с точки зрения качества воздуха на местах;
- b) ИКАО провела углубленные исследования экологических преимуществ и взаимозависимостей альтернативных видов топлива с точки зрения качества воздуха на местах.