



**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<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub> 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 промилле<sup>1</sup>. 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 регионах<sup>2</sup>. Так, в Японии, США и странах ЕС за последние несколько лет было уменьшено содержание серы в дизельном топливе. Это свело объем выбросов SO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> 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<sub>2,5</sub>) обычно именуются тонкими частицами. Авиационные выбросы состоят в основном из сверхтонких (<PM<sub>0,1</sub>) частиц<sup>3</sup>.

3.3 При сжигании топлива также производятся выбросы газообразных загрязнителей, прежде всего оксидов азота (NO<sub>x</sub>), оксидов серы (SO<sub>x</sub>), 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

<sup>1</sup> 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

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

<sup>3</sup> 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 ( $\text{SO}_2$ ), получаемой при окислении серы, содержащейся в природном топливе, в пары серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 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 ( $\text{NH}_3$ ), формируя различные частицы сернокислых соединений (например, сульфат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ );
- b) превращение двуокиси азота ( $\text{NO}_2$ ) в пары азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ), которая воздействует на микрочастицы в атмосфере и в результате реакции с аммиаком образует частицы нитрата аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ );
- 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 человека<sup>4</sup>, на долю первичных микрочастиц приходится 13 % совокупного вреда от микрочастиц. Воздействие вторичных микрочастиц значительно серьезнее: серные микрочастицы отвечают за 33 %, а микрочастицы  $\text{NO}_x$  – за 54 % совокупного вреда. При использовании низкосернистого реактивного топлива уровень эмиссии  $\text{SO}_x$ , 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 дети<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> 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](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<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> 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.