



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

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВОГО ГАЗА ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА

(Представлено Соединенными Штатами Америки)

АННОТАЦИЯ

Альтернативные виды реактивного топлива из возобновляемых источников позволят сократить влияние авиации на глобальное изменение климата. Однако чтобы выяснить, принесет ли биотопливо или любой другой вид альтернативного топлива пользу или вред для климата, необходимо провести полную оценку жизненного цикла выбрасываемых парниковых газов, начиная от точки добычи, поля или месторождения, и заканчивая выбросом в воздушные потоки позади воздушного судна. В данном рабочем документе представлена общая информация о применении анализа жизненного цикла для оценки объемов выброса парниковых газов.

В п. 7 представлены выводы Конференции, в п. 8 – рекомендации.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Доступные на сегодняшний день альтернативные виды топлива, получаемые из возобновляемых источников, дают принципиальную возможность сокращения выбросов парниковых газов, создаваемых авиацией. Такая перспектива достижима отнюдь не за счет нового состава топлива и не благодаря оптимизации эффективности двигателя. Сокращение выбросов достигается благодаря процессу извлечения, обработки и горения альтернативного топлива. Посредством расчета всего жизненного цикла выбрасываемых парниковых газов, начиная от точки добычи, поля или месторождения, и заканчивая выбросом в воздушный след самолета, можно выяснить, насколько меняются объемы выброса газа в результате применения альтернативного топлива.

1.2 Топливо СПК (Synthetic Paraffinic Kerosene), получаемое путем применения процесса синтеза Фишера-Тропша (Ф-Т) или топливо HRJ (Hydroprocessed Renewable Jet), получаемое путем гидрообработки возобновляемых масел, имеют молекулярный состав аналогичный обычному топливу для реактивных двигателей. При сгорании топлива СПК выделяется на 4 % меньше CO₂ (на единицу массы топлива), чем при сгорании обычного авиатоплива (1).

1.3 В зависимости от сырья для производства топлива, условий получения и обработки жизненный цикл выброса парниковых газов от топлива СПК может варьироваться на два порядка. Если для выработки топлива и для получения энергии для процесса его производства применять исключительно побочные продукты, можно добиться десятикратного сокращения выбросов по сравнению с объемами выбросов от обычного реактивного топлива. Однако, если для получения и производства топлива придется осваивать земли с большими запасами углерода, это может привести к выбросам, в восемь раз превышающим выбросы от обычного топлива (1). Такие изменения могут быть гораздо больше того изменения на 4 %, о котором говорится в предыдущем пункте.

1.4 В настоящем рабочем документе дается вводное описание основных пунктов анализа жизненного цикла для оценки эмиссии парникового газа от альтернативных видов топлива (2), а также перечисляются проводимые сейчас исследования в США и Европе, цель которых – оценить жизненный цикл выбросов парникового газа от альтернативных видов топлива.

2. ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВОГО ГАЗА ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА

2.1 Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) представляет собой компиляцию и последующую оценку вложений, отдачи и потенциального воздействия системы производства на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла (3, 4). ОЖЦ альтернативных видов топлива может включать анализ экологических последствий через изучение воздействия процессов получения, производства и сгорания топлива на качество воздуха и воды, однако в данном случае следует сосредоточиться на выработке кадастра выбросов на всем жизненном цикле выброса парниковых газов.

2.2 Жизненный цикл эмиссии парниковых газов начинается с выбросов в результате добычи сырья и продолжается вплоть до момента сгорания обработанного топлива в двигателе самолета. Его можно условно разделить на пять стадий цикла: 1) *Сбор сырья*, 2) *Транспортировка сырья*, 3) *Производство топлива из сырья*, 4) *Транспортировка топлива и заправка воздушного судна*, 5) *Эксплуатация воздушного судна*. Во второй главе доклада, указанного в источнике 2) в списке литературы, даны примеры этих пяти стадий для разных циклов топлива Ф-Т и HRJ.

2.3 Как правило кадастр выбросов строится на основе показателей эмиссии или воздействия эмиссии относительно какой-нибудь единицы производительности, получаемой в результате применения топлива. Для гарантии объективного сравнения топлива СПК и обычного топлива, которые характеризуются разными запасами энергии как на единицу массы, так и на объем единицы, показатели эмиссии даны из расчета единицы энергии, поступающей в топливный бак самолета. Для гарантии объективного сравнения выброса углекислого газа и других парниковых газов, выбрасываемых при производстве топлива, таких как N₂O и CH₄, Потенциалы Глобального Потепления (ППП) в основном применяются для суммирования выбросов и выражения их в единицах эквивалента углекислого газа (CO₂e). Жизненный цикл эмиссии

парниковых газов как таковой часто представляется в виде показателей граммов эквивалента двуокиси углерода на мегаджоуль.

2.4 Система показателей с применением ППП имеет значительные ограничения в части исследования влияния авиационной эмиссии компонентов иных, чем CO₂ (5). В этой связи, не смотря на то, что выбросы в результате сгорания иные, чем CO₂, должны оцениваться в рамках единого кадастра жизненного цикла выброса парниковых газов, адекватные средства объединения показателей таких выбросов с выбросами на стадиях 1–4 (от точки извлечения до бака) и выбросами CO₂ на стадии 5 (из бака в воздушный след) пока не были созданы.

2.5 В следующих разделах описаны три области, требующие пристального внимания для оценки жизненного цикла выброса парниковых газов: 1) *Определение границ системы*, 2) *Распределение эмиссии между сопутствующими продуктами* и 3) *Качество данных и погрешность*.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ СИСТЕМЫ

3.1 Согласно стандартам ISO (2,3) кадастр выбросов вредных парниковых газов должен включать полный расчет эмиссии парниковых газов, выбрасываемых в результате получения всех материалов, энергии и деятельности, связанной с производством топлива, не только на этапах основной производственной цепи, но также и в части сопутствующих процессов, необходимых для поддержания основной цепочки производства. Таким образом границы системы следует определять с учетом всех процессов, необходимых для создания авиационного топлива. В третьей главе доклада, указанного в источнике 2) в списке литературы, дано обсуждение различных методологий определения границ системы.

3.2 Если бы значительные объемы продуктов сельского хозяйства перенаправляются из сферы производства продуктов питания на производство биотоплива, то смещение землепользования в сторону непрямого назначения должно учитываться в анализе жизненного цикла. Например, полное местное применение существующего сельхозпродукта в качестве топливного сырья привело бы к сокращению экспорта этого продукта, а это означает, что где-то необходимо будет компенсировать его недостаток и воспользоваться другими землями для получения этого продукта. В результате сдвиг в землепользовании может привести к значительным выбросам парниковых газов, особенно если задействованные для новых задач земли относятся к системам высокой секвестрации двуокиси углерода, как то, тропические леса или торфяники. И наоборот, задействование невозделываемых сельскохозяйственных земель или избыточных урожаев к таким дополнительным выбросам парниковых газов не приведет.

3.3 Для точной оценки выбросов парниковых газов, которые образуются в результате непрямого использования земель, требуются сложные экономические модели, охватывающие аграрный и энергетический секторы глобальной экономики. Оценка жизненного цикла парниковых газов от HRJ на основе сои (1), которая дополняет результаты такого экономического анализа (6), показала, что выбросы от косвенного изменения использования земель в результате значительного переориентирования с производства соевого масла на производство биотоплива привело бы к двукратному увеличению выбросов парниковых газов по сравнению с обычным топливом. Это сравнимо с эмиссией от получения жидкого топлива путем перегонки угля (синтеза Ф-Т) без улавливания и секвестрации углекислого газа.

4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМИССИИ МЕЖДУ СОПУТСТВУЮЩИМИ ПРОДУКТАМИ

4.1 В рамках цепи получения топлива некоторые процессы позволяют получать сразу несколько разных продуктов. Например, в результате переработки, помимо авиационного топлива, можно получить бензин и дизельное топливо. Другой пример, наблюдаемый в сфере производства некоторых видов биотоплива: получение продуктов питания с одновременным созданием возобновляемого масла, которое затем можно перерабатывать в HRJ. Выбросы, которые образуются из-за таких процессов, должны разделяться и распределяться между продуктами.

4.2 Согласно предписаниям ISO такие эмиссии должны распределяться по побочным продуктам следующими методами и в следующем порядке: 1) *дезагрегация процесса* – когда единица процесса разбивается на два или более субпроцесса, 2) *расширение системы* – когда границы системы расширяются для включения дополнительных функций, связанных с побочными продуктами, 3) *распределение* по физическим свойствам (например, массе, объему, запасу энергии) или по рыночной стоимости⁴. В четвертой главе доклада в источнике 2) в списке литературы, эти методы подробно описаны.

4.3 В случае производства биотоплива субъект, регулирующий жизненный цикл, должен распределять выбросы от создания биомассы на основе соотношения массы, запаса энергии или рыночной стоимости масла и продуктов питания, которые остаются после получения масла. Это необходимо потому, что систему нельзя разбить далее на более мелкие составляющие, а для расширения системы может потребоваться модель для целой сельскохозяйственной отрасли. Выбор стратегии распределения может серьезно повлиять на объемы выбросов топливных парниковых газов, в том числе на возможность нереалистичных оценок выбросов, что указывает на важность этого параметра (см. главу 4 источника 2) и источник 1) в списке литературы).

5. КАЧЕСТВО ДАННЫХ И ПОГРЕШНОСТЬ

5.1 Качество данных и погрешность зависит от временного интервала и масштаба. Например, по существующему продукту (обычное реактивное топливо из сырой нефти) достоверные данные получить проще, чем по несуществующему или находящемуся на стадии разработки (например HRJ из водорослей). Достоверные данные необходимы для разработки кадастра жизненного цикла парниковых газов, который можно было бы использовать для принятия обдуманных решений в отношении перехода на альтернативные виды авиационного топлива. В главе 5 источника 2) в списке литературы описаны вопросы качества и погрешности данных.

5.2 Также для выделения выбросов из жизненного цикла топлива был применен анализ по сценариям, в результате чего были выделены методы оценки погрешности (1). Для определения трех сценариев применялись разные ключевые показатели и допущения. В результате были получены метод оценки и ожидаемый разброс значений.

6. ПОСТОЯННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

6.1 В США и Европе ведутся постоянные исследования по оценке жизненного цикла выбросов парниковых газов от традиционных и альтернативных видов авиационного топлива. Кроме того прилагаются большие усилия по оценке жизненного цикла выбросов парниковых газов от топлива для наземных видов транспорта.

6.2 В США Национальная лаборатория энергетических технологий провела исследование выбросов парниковых газов от американских видов топлива для транспортных средств, включая реактивное топливо, полученное из обычной нефти (7). Партнерская группа Partnership for AiR Transportation Noise and Emissions Research (PARTNER) исследовала целый ряд альтернативных видов топлива и его влияние на природу (1). Боинг спонсирует исследования авиационного топлива на основе ятрофы в Йельском университете и исследования авиационного топлива на основе водорослей в Вашингтонском университете и в Государственном университете Вашингтона.

6.3 Кембриджский университет (Великобритания) исследовал авиационное топливо из водорослей в рамках деятельности консорциума OMEGA, а в исследовательском центре ONERA (Франция) в данный момент проводится оценка разных видов топлива в рамках работы SWAFEА (Европейский экологически устойчивый метод использования альтернативного топлива и энергии в авиации).

7. **ВЫВОДЫ**

7.1 Конференции предлагается:

- a) заключить, что возможность измерить жизненный цикл выбросов парниковых газов от альтернативного авиационного топлива является фундаментальной составляющей в глобальной оценке выбросов парниковых газов международной авиации;
- b) признать, что производство альтернативных видов реактивного топлива может приводить к выбросам парниковых газов в связи с прямым и косвенным изменением в землепользовании;
- c) отметить, что в США, Европе и других странах сейчас ведется множество исследований по оценке жизненного цикла выбросов парниковых газов от обычного и альтернативных видов реактивного топлива, а также от горючего для наземных видов транспорта;
- d) согласиться с тем, что необходимо постоянно проводить экспертную оценку жизненного цикла выбросов парниковых газов во всех секторах.

8. **РЕКОМЕНДАЦИИ**

8.1 Конференции предлагается:

- a) рекомендовать применение анализа жизненного цикла в качестве адекватного метода сравнения объемов парниковых газов от альтернативных видов реактивного топлива относительно выбросов от обычного реактивного топлива.

— — — — —

APPENDIX

REFERENCES

1. Stratton, R.W., Wong, H.M., and Hileman, J.I., "Life Cycle GHG Emissions from Alternative Jet Fuels," PARTNER-COE Report, in preparation, to be posted at <http://web.mit.edu/aeroastro/partner/projects/project28.html>.
2. Additional information on estimating life cycle GHG emissions from alternative jet fuels can be found in the report, "Framework and Guidance for Estimating Greenhouse Gas Footprints of Aviation Fuels," from the Aviation Fuel Life Cycle Assessment Working Group, a group convened by the U.S. Air Force. The report is to be published in Autumn 2009.
3. ISO 14040:2006. Environmental management — Life cycle assessment – Principals and framework. 2006.
4. ISO 14044:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. 2006.
5. Wuebbles, D.J., Huiguang Y., and Redina H., "Climate Metrics and Aviation: Analysis of Current Understanding and Uncertainties." U.S. Federal Aviation Administration, 2008.
6. Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., and Yu, T.-H., "Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change," *Science*, Vol. 319. no. 5867, 2008, pp. 1238-1240. DOI:10.1126/science.1151861.
7. Skone, T.J., and Gerdes. K., "Development of Baseline Data and Analysis of Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Petroleum-Based Fuels." U.S. Dept. of Energy, National Energy Technology Laboratory. 2008.