



## РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ

### КОНФЕРЕНЦИЯ ПО АВИАЦИИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ВИДАМ ТОПЛИВА

Мехико, Мексика, 11–13 октября 2017 года

Пункт 4 повестки дня. **Определение концептуального видения ИКАО в области альтернативных видов авиационного топлива и целей на будущее**

#### **ЭЛЕКТРИЧЕСТВО В ЖИДКОСТЬ (PtL): АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА, УСТОЙЧИВО ПРОИЗВОДИМЫЕ ЗА СЧЕТ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

(Представлено Германией)

##### **АННОТАЦИЯ**

Парижское соглашение 2015 года в рамках Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата предусматривает масштабное сокращение эмиссии парниковых газов во всех секторах к середине столетия с тем, чтобы заложить основу для глобальной нейтральности парниковых газов во второй половине данного века. Возобновляемое топливо является основным структурным элементом в процессе достижения абсолютного сокращения эмиссии авиации. Данный рабочий документ представляет концепцию производства устойчиво производимого реактивного топлива с использованием возобновляемого электричества, так называемую концепцию "Электричество в жидкость" (PtL). В нем объясняются способы производства и возможности получения эквивалентного реактивного топлива. В отличие от биотоплива для производства PtL не требуются пахотные земли и предусматривается значительно более низкая потребность в воде. В долгосрочной перспективе производимое из возобновляемого электричества топливо PtL потенциально может стать практически CO<sub>2</sub>-нейтральным. Оно может внести существенный вклад в дело достижения целей сектора воздушного транспорта в области глобального климата.

Действия Конференции указаны в п. 7.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 В Парижском соглашении 2015 года в рамках Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата сообщество государств заявило о намерении сохранить уровень глобального повышения температуры значительно ниже 2 °C, и о проведении мероприятий по дальнейшему ограничению повышения температуры уровнем 1,5 °C сверх

доиндустриальных уровней. Данное соглашение требует существенного сокращения эмиссии парниковых газов во всех секторах и областях деятельности, включая воздушный транспорт, для достижения нейтральности парниковых газов во второй половине данного столетия. В действительности, долгосрочные прогнозы перевозок ИКАО на предстоящие 20 лет предполагают ежегодный рост мирового объема авиации на 4,5 %. Меры повышения эффективности в секторе воздушного транспорта важны и должны быть существенно улучшены. Однако простое повышение уровня эффективности будет недостаточным. Поэтому амбициозные планы сокращения эмиссии требуют наличия видов топлива, позволяющих минимизировать эмиссию парниковых газов и основанных на возобновляемой энергии, при этом без истощения природных ресурсов. "Корзина мер" ИКАО подчеркивает важность сокращения эмиссии ПГ за счет использования устойчиво производимых видов авиационного топлива в качестве основополагающего принципа. Соответственно, CORSIA (Система компенсации сокращения выбросов углерода для международной авиации), принятая государствами – членами ИКАО в октябре 2016 года, а также концептуальное видение ИКАО в области устойчиво производимых альтернативных видов топлива для авиации должны включать PtL в качестве одного из механизмов существенного сокращения эмиссии ПГ от авиации. Ранее информация о PtL была представлена Германией на совещании Руководящей группы CAEP в 2016 году и германскими поставщиками на Семинаре ИКАО по альтернативным видам топлива, который прошел в феврале 2017 года<sup>1</sup>.

## 2. ЧТО ТАКОЕ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО В ЖИДКОСТЬ"?

2.1 Аббревиатура PtL означает "электричество в жидкость" и охватывает производимые синтетическим методом виды жидкого углеводородного топлива для двигателей внутреннего сгорания в авиации и других видах транспорта. Основным источником энергии и исходным сырьем для производства топлива по методу "электричество в жидкость" являются возобновляемое электричество, вода и двуокись углерода (CO<sub>2</sub>).

2.2 Есть несколько возможных методов производства. Как правило, производство PtL состоит из трех основных этапов<sup>2</sup>:

- 1) производство водорода из возобновляемого электричества посредством электролиза воды;
- 2) получение возобновляемого CO<sub>2</sub><sup>3</sup> и конверсия;
- 3) синтез жидких углеводородов с последующей переработкой/конверсией в очищенные виды топлива.

2.3 Существуют различные синтетические методы получения возобновляемого реактивного топлива PtL, например синтетический метод Фишера – Тропша (FT) или синтез метанола (MeOH).

2.4 Синтетический метод Фишера – Тропша позволяет получить смесь различных длинноцепочечных углеводородов, которые должны пройти дальнейшую переработку для получения реактивного топлива, бензина, дизельного топлива и других основных химических веществ. Сортамент продукции может быть составлен таким образом, чтобы получить не меньше

<sup>1</sup> [https://www.icao.int/Meetings/altfuels17/Documents/20170208\\_ROTH\\_V1-0\\_submitted.pdf](https://www.icao.int/Meetings/altfuels17/Documents/20170208_ROTH_V1-0_submitted.pdf)

<sup>2</sup> Еще один способ, электролиз окиси углерода, для преобразования воды и CO<sub>2</sub> одновременно, после чего осуществляется этап 3.

<sup>3</sup> Как, например, получение CO<sub>2</sub> из биогенных источников или CO<sub>2</sub>, извлекаемый из воздуха.

50 % доли компонентов реактивного топлива в энергетическом содержании. Синтез метанола приводит к получению продукции очень высокой степени чистоты, которая впоследствии перерабатывается в длинноцепочечные углеводороды.

2.5 Другие технологии производства возобновляемого жидкого топлива небиогенного характера в настоящее время находятся на стадии исследования и разработки, например процесс преобразования солнечной энергии в жидкость<sup>4</sup>, разрабатываемый в рамках программы ЕС "Горизонт 2020".

### 3. ПОЧЕМУ ИМЕННО ТОПЛИВО PtL?

3.1 Поскольку в среднесрочной и долгосрочной перспективе, предположительно, авиация будет по-прежнему зависеть от жидких видов топлива, необходимо разработать процесс производства и использования жидких видов топлива, нейтральный с точки зрения генерации парниковых газов и способствующий достижению глобальных целей в области климата.

3.2 Топливо PtL может использоваться практически без образования дополнительной эмиссии парниковых газов, при условии, что оно получено за счет возобновляемого электричества и возобновляемого CO<sub>2</sub>. Заводы по производству PtL должны получать электропитание только из дополнительных источников возобновляемой энергии и не должны создавать дополнительную генерацию тепловой электроэнергии, поскольку в противном случае положительного воздействия на климат не будет<sup>5</sup>.

3.3 PtL обеспечит более высокую эффективность в случаях, когда энергия получается из таких возобновляемых источников энергии, как устройства на фотоэлементах или ветровая энергия<sup>6</sup>. Потребности в воде для производства PtL также значительно ниже по сравнению с производством биотоплива. Следовательно, PtL может рассматриваться как основная технология, позволяющая обеспечить полностью регенеративную устойчивую поставку неископаемого топлива для авиации, одновременно избегая высоких рисков и негативных побочных эффектов за счет активного использования культивируемой биомассы (см. п. 2.1)<sup>7</sup>.

3.4 В среднесрочной перспективе важно разработать синтетические виды топлива типа PtL. Поскольку синтез PtL требует больших объемов возобновляемой энергии, их следует использовать в тех секторах, в которых нельзя напрямую использовать электричество. Сюда входят пилотные и демонстрационные проекты производства PtL, цель которых заключается в

---

<sup>4</sup> См. представленный ЕС рабочий документ относительно позиции европейских стран и поддержки процесса разработки и использования устойчиво производимых альтернативных видов авиационного топлива [CAAF2/17-WP/14]: проект "СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ в ЖИДКОСТЬ" в рамках программы "Горизонт 2020" (4,5 млн евро). Недавно была проведена демонстрация производства первого в истории солнечного реактивного топлива, и продолжается работа по завершению интегрированной цепочки производства топлива, которая пройдет валидацию на предпромышленной стадии.

<sup>5</sup> Возобновляемая мощность, которая заменяет мощность из органических источников, имеет высокий потенциал замены парниковых газов. В случае конвертации возобновляемой мощности в PtL потенциальные возможности значительно меньше. Немецкое природоохранное агентство/Umweltbundesamt – UBA: „Integration of Power to Gas/Power to Liquids into the ongoing Transformation Process“. Position Paper, June 2016. <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/integration-of-power-to-gas-power-to-liquids-into>

<sup>6</sup> См. рис. 3.12, с. 82 в [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Studien/studie-langfristszenarien.pdf?sessionid=CE4153CFA38BCBF287D242AD39BA2635?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Studien/studie-langfristszenarien.pdf?sessionid=CE4153CFA38BCBF287D242AD39BA2635?__blob=publicationFile&v=4) (“Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global”, March 2012, only in German. Study for the German Ministry for Environment.

<sup>7</sup> Немецкое природоохранное агентство/Umweltbundesamt – UBA: „Power-to-Liquids - Potentials and Perspectives for the Future Supply of Renewable Aviation Fuel“. Background Paper, September 2016. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/power-to-liquids-potentials-perspectives-for-the>

снижении производственных расходов за счет экономии масштаба, выводе продукции на рынок и обеспечению достаточных производственных возможностей для использования этой технологии в долгосрочном плане<sup>8</sup>.

#### 4. ПРЕИМУЩЕСТВА ПО СРАВНЕНИЮ С БИОТОПЛИВОМ

4.1 Использование биотоплива (особенно биотоплива на основе сельскохозяйственных культур) может привести к появлению ряда проблем, включая ожесточение конкуренции за пахотные земли, косвенное изменение условий землепользования и социально-экономические проблемы, связанные с ценами на продукты питания и правами на землю.

4.2 Более того, энергетическая эффективность конкретных видов биотоплива значительно ниже по сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии.

4.3 Биотопливо, произведенное из органических отходов и остатков, создает меньше проблем в отношении устойчивого использования природных ресурсов, но оно уже частично используется в других секторах<sup>9</sup>.

#### 5. УРОВЕНЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ

5.1 PtL может быть получено из концентрированных источников возобновляемого CO<sub>2</sub> путем использования существующих промышленных процессов с уровнем технологической готовности (TRL) от 8 до 9 (из 9 возможных). Хотя индивидуальные процессы применяются в большом масштабе, полностью системная интеграция PtL начала проводиться недавно благодаря демонстрационным заводам в Исландии, Финляндии, Германии и в ближайшем времени в Норвегии<sup>10</sup>. Улучшение процессов выделения CO<sub>2</sub> из воздуха и высокотемпературного электролиза, которые в настоящее время находятся на этапе демонстрации технологии/разработки, повышают производственный потенциал и эффективность, соответственно.

5.2 Расходы на возобновляемую электроэнергию в последние годы значительно снизились, и ожидается их дальнейшее снижение в силу технических усовершенствований.

5.3 Реактивное топливо PtL может стать эквивалентным. Стандарт ASTM на реактивное топливо уже допускает 50 %-ную смесь синтетического топлива по технологии Фишера – Тропша. Получение PtL посредством использования метанола еще не утверждено.

#### 6. ЭКОНОМИКА И МАСШТАБНОСТЬ

6.1 Жизненно важным аспектом крупномасштабного использования PtL является экономическая целесообразность. Основными ограничениями для получения PtL путем синтеза и его использования в краткосрочном плане являются производственные расходы, сопоставимые с

<sup>8</sup> "Возобновляемые источники энергии и снижение последствий изменения климата". Специальный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). Опубликовано в 2012 году. <http://www.ipcc.ch/report/srren/>

<sup>9</sup> Немецкое природоохранное агентство/Umweltbundesamt – UBA: "Sustainable Use of Global Land and Biomass Resources". Position Paper, June 2013. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/sustainable-use-of-global-land-biomass-resources>

<sup>10</sup> <http://carbonrecycling.is/comercial-scale/>; <http://soletair.fi/news/finnish-demo-plant-produces-renewable-fuels/>; <http://www.sunfire.de/en/company/press/detail/sunfire-produces-sustainable-crude-oil-alternative/>; <http://www.sunfire.de/en/company/press/detail/first-commercial-plant-for-the-production-of-blue-crude-planned-in-norway>

расходами на традиционное реактивное топливо. Снижение расходов может достигаться путем снижения расходов на возобновляемую электроэнергию (ветер, солнце), повышения эффективности за счет совершенствования процессов производства PtL (например, высокотемпературный электролиз, извлечение CO<sub>2</sub> и др.), а также экономии масштаба.

6.2 Разработка PtL будет основана на использовании больших потенциальных возможностей генерации возобновляемой электроэнергии в определенных регионах, которые превышают глобальный спрос на электроэнергию. Таким образом, производство PtL сопряжено с повышением энергетической безопасности, с местной добавленной стоимостью и устойчивыми бизнес-перспективами для регионов с избыточным потенциалом возобновляемой энергии.

6.3 PtL – не просто технология для удовлетворения топливного спроса авиации. Производство PtL посредством синтеза по методу Фишера – Тропша позволяет получить широкий спектр углеводородов в качестве промежуточной продукции. Таким образом, для содействия дальнейшему доведению технологии до создания рынка секторам следует проводить совместную работу по достижению синергии, например с химической отраслью.

## 7. ДЕЙСТВИЯ CAAF/2

7.1 CAAF/2 предлагается:

- a) подчеркнуть в рамках концептуального видения ИКАО в области альтернативных видов авиационного топлива срочную потребность в оценке последствий вывода на рынок альтернативных видов топлива, получаемых за счет возобновляемой электроэнергии на основе неорганических источников энергии;
- b) поощрять в рамках концептуального видения ИКАО в области альтернативных видов авиационного топлива разработку стратегии вывода на рынок альтернативных видов топлива, получаемых за счет возобновляемой электроэнергии на основе неорганических источников энергии;
- c) рассмотреть в рамках концептуального видения ИКАО в области альтернативных видов авиационного топлива использование PtL в качестве вклада в "корзину мер" ИКАО.