

Как микроволны могут заменить традиционное топливо.

Представьте, что на дворе 2050 год, и вы совершаете перелёт на новом типе самолёта, который не использует топливо. Самолёт поднимается в воздух, но вместо привычного набора высоты, он выравнивается, а двигатели снижают мощность до тихого гула. Пассажиры напрягаются, не зная, нормально ли это. И вот, на горизонте появляется огромная антенная решётка, направляющая мощный луч электромагнитного излучения на днище самолёта. Поглощая эту энергию, двигатели снова набирают мощность, и самолёт продолжает подъём. За несколько минут луч передаст достаточно энергии, чтобы достичь следующей наземной антенны, расположенной через несколько сотен километров.

Электромагнитные волны во время полёта кажутся фантастикой, но по сравнению с другими предложениями по декарбонизации авиации это не так уж и безумно. Аккумуляторы, водород и альтернативные углеводородные топлива не могут хранить энергию так же эффективно и дешево, как ископаемое топливо, и не удовлетворяют потребности коммерческих авиаперевозок. Так почему бы не передавать энергию с земли?

Для беспроводного источника энергии инженеры выбрали бы микроволны, поскольку этот вид излучения может проходить через облака, и приёмники на самолётах могут полностью поглощать его без риска для пассажиров. Чтобы направить микроволны на движущийся самолёт, потребуется узкий управляемый луч, который можно создать с помощью фазированных решёток.

Фазированные решётки работают на принципе интерференции. Излучение из антенн накладывается, и в определённых направлениях волны складываются конструктивно, создавая узкий управляемый луч энергии. Максимальная дальность передачи энергии ограничена дифракционным пределом. В оптимальных условиях диаметр наземных антенн должен быть не менее 170 метров.

Передача энергии авиалайнерам может показаться не такой уж безумной идеей. Однако не спешите расстегивать ремни безопасности — эту концепцию ожидает немало "турбулентности".

Для взлёта Boeing 737 требуется около 30 мегаватт — в тысячу раз больше мощности, чем было продемонстрировано в любом эксперименте по беспроводной передаче энергии. Достичь такого уровня, сохраняя при этом аэродинамичность самолетов, будет непросто.

Рассмотрим конструкцию антенны, принимающей микроволны и преобразующей их в электричество для питания самолета. Эту выпрямляющую антенну, или ректенну, необходимо установить на нижней поверхности с учетом аэродинамики. Передача энергии будет максимальной, когда самолет находится прямо над наземной станцией, но значительно снизится, когда станции окажутся далеко впереди или позади. Под такими углами луч будет активировать лишь переднюю или заднюю часть самолета, что затруднит получение достаточной мощности.

При мощности 30 МВт на небольшой площади возникнет проблема высокой плотности энергии. Для самолета размером с Boeing 737 ректенне придется вместить около 25 Вт на каждый квадратный сантиметр. Учитывая, что элементы массива располагаются на расстоянии примерно половины длины волны (2,5 см) друг от друга, это соответствует примерно 150 Вт на элемент. Это опасно близко к максимальной плотности мощности любого твердотельного устройства преобразования энергии. Для сравнения, высшая оценка на конкурсе IEEE/ Google Little Box Challenge в 2016 году составила около 150 Вт на кубический дюйм (менее 10 Вт на кубический сантиметр).

Ректенна должна быть легкой и минимально влиять на воздушный поток. Изменение ее геометрии из-за аэродинамических требований может снизить эффективность. Современный КПД передачи энергии составляет всего около 30%, поэтому ректенна не может позволить себе слишком много компромиссов. Все это оборудование должно будет работать в электрическом поле напряжением около 7000 вольт на метр — такова сила энергетического луча. Для сравнения, электрическое поле внутри микроволновой печи, сила которого составляет лишь треть от этого значения, может вызвать коронный разряд или электрическую дугу между зубцами металлической вилки. Представьте, что может произойти внутри электроники ректенны при такой мощности.

Кстати о микроволновых печах: чтобы пассажиры случайно не "приготовились" на своих местах, окна самолета с лучевой электроэнергией потребуют такой же защитной сетки, как на дверцах микроволновок. Это предотвратит выход мощных полей за пределы самолета. Однако у птиц такой защиты не будет.

Птица, пролетающая через луч вблизи земли, может подвергнуться нагреву мощностью более 1000 Вт на квадратный метр — сильнее, чем от солнца в жаркий день. На большей высоте луч сфокусируется, создавая еще более интенсивный нагрев. Однако поскольку эта точка фокуса будет двигаться очень быстро и располагаться выше, чем обычно летают птицы, случаи "жареной утки, падающей с неба" будут редки в прямом и переносном смысле. Рэй Симпкин, главный научный сотрудник компании

Emrod, сообщил, что даже при использовании их относительно маломощной системы на "приготовление" птицы ушло бы "более 10 минут".

Юридические вопросы также стоят остро. Высокая мощность излучения потребует тщательного регулирования, чтобы предотвратить возможные риски для пассажиров и окружающей среды. Кроме того, строительство необходимой инфраструктуры, включая наземные антенны, будет требовать значительных инвестиций.

Строительство необходимой инфраструктуры, включая наземные антенны, будет требовать значительных инвестиций. Для полноценного покрытия территории потребуется множество таких антенн, особенно в гористой местности, где прямая видимость ограничена. Частично решить проблему можно, размещая антенны вблизи существующих аэропортов и солнечных ферм.