

ВЛИЯНИЕ АВИАЦИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Автор: **Абдувахидова Х**

Научный руководитель: **Шукурова С**

Аннотация. Сегодня очень серьезно встают такие проблемы, как загрязнение атмосферы, глобальное потепление, таяние ледников. Актуальность этих проблем нетрудно понять из сообщений о наводнениях, стихийных бедствиях и засухах, которые почти каждый день появляются в новостях. Чтобы привести простой пример, за последние 20 лет средняя температура земного шара увеличилась на несколько градусов. При этом количество вредных газов, выбрасываемых производственными предприятиями, автотранспортом, особенно с самолетов, очень велико. По мере увеличения населения мира растет и спрос на воздушный транспорт. Сегодня население планеты практически зависит от этого транспорта.

В данной статье раскрываются такие понятия, как: загрязнение атмосферы, качество воздуха в аэропорту, выбросы авиационных двигателей и некоторые статистические данные по ним.

Ключевые слова: авиационный шум; загрязнение атмосферы; радиационный эффект; углекислый газ ; выбросы авиационных двигателей.

Одним из наиболее активных источников загрязнения атмосферы является транспорт. Хотя сегодня авиация значительно (примерно в 15 раз) уступает автомобильному транспорту по количеству выбрасываемых в воздух загрязняющих веществ, она ежедневно воздействует на экологию верхней тропосферы и нижней стратосферы. В отличие от других видов транспорта авиация преодолевает огромные расстояния, влияя на качество воздуха локально, регионально и глобально. При этом воздействие авиации на атмосферу можно разделить на акустическое и химическое. В 1972 г. на Конференции ООН по Окружающая среда В Стокгольме позиция Международной организации гражданской авиации (ИКАО) была изложена следующим образом: «Выполняя свою роль, ИКАО осознает вредное воздействие на окружающую среду, которое может быть связано с эксплуатацией воздушных судов, а также свои обязанности и ответственность государств-членов ИКАО за достижение максимальной совместимости между безопасным и упорядоченным развитием

гражданской авиации и качеством окружающей человека среды». Следуя этой позиции, в 1983 году был создан САЕР (Комитет по охране окружающей среды от воздействия авиации), технический комитет Совета ИКАО по защите окружающей среды от воздействия авиации. Комитет помогает Совету формулировать политику и принимать новые нормативные документы ИКАО. -Стандарты и Рекомендуемая практика (SARPS) - касающиеся авиационного шума, эмиссии авиационных двигателей и более общего воздействия авиации на окружающую среду. В основном эти документы выпускаются в виде Приложения 16 "Охрана окружающей среды" к Конвенции о международной гражданской Авиация.

Авиационный шум является важнейшим фактором негативного отношения населения к авиации на прилегающих к аэропорту территориях. Он затрагивает относительно большое количество людей, проживающих в окрестностях, а также сотрудников аэропорта и пассажиров. Авиационный шум оказывает негативное влияние на здоровье людей (чаще всего это нарушения слуха, стрессовые состояния, проблемы, связанные с концентрацией внимания). Политика ИКАО по авиационному шуму включает в себя разработку мер по снижению акустического загрязнения: внедрение технологий шумоподавления, наземное планирование (например, запрет полетов в ночное время), ужесточение норм шума для существующего парка воздушных судов, развитие стандартов на новые модели самолетов. В свое время из-за введения жестких норм по авиационному шуму Россия лишилась возможности эксплуатировать отечественные самолеты для международных полетов, что нанесло огромный удар по отечественному авиастроению. В настоящее время разрабатываются принципиально новые конструкции самолетов и концепции двигателей. [3], производители стремятся к тому, чтобы их продукция соответствовала самым высоким требованиям экологических стандартов. Нормы и рекомендуемые методы по авиационному шуму изложены в первом томе Приложения 16. Здесь допустимые уровни шума и метод их измерения для формулируются самолеты различных категорий (учитываются год выпуска, количество двигателей и их тип, значения максимальной сертифицированной взлетной массы самолета). независимые эксперты, созданные ЦАПО, сформулировали среднесрочные (до 2020 г.) и долгосрочные (до 2030 г.) технологические цели. Они представляют собой стандарты, которые станут обязательными для четырех категорий воздушных судов в 2030

году. Цели представлены в виде значений шумоподавления относительно предельных параметров номинального и максимального взлетного веса. Уровень шума измеряется в единицах EPN дБ – эффективно воспринимаемый уровень шума в децибелах. Учитывая, что в 2014 г. [4] эти уровни в зависимости от типа самолета составляли 89-106 EPN дБ, становится очевидным, насколько радикально ИКАО собирается бороться с акустическим загрязнением атмосферы.

Качество воздуха в аэропорту.

Интерес к загрязнению воздуха в аэропортах начал возрастать в начале 1970-х годов, когда активизировались коммерческие перевозки с использованием турбовинтовых самолетов. Химическое загрязнение воздуха в аэропортах представлено такими авиационными выбросами, как оксиды углерода (CO, CO2), оксиды азота (NOx), оксиды серы (SOx), углеводороды (HC) и взвешенные частицы, образующиеся в результате работы двигателей и сгорания топлива. авиационное топливо.

Расчетные долгосрочные перспективы снижения авиационного шума к 2030 г.

Aircraft category	Long-term goals, db
Regional jet aircraft 40 t (nominal) 50 t (maximum)	21.5±4 17±4
Short-range/medium-range twin-engine aircraft Turbofan: 78 t (rated) 98 t (max)	30±4 26.5±4
Twin-engine trunk-route aircraft 230 t (nominal) 290 t (max)	28±4 24.5±4
Four-engine mainline aircraft 440 t (nominal) 550 t (max)	27±4 20.5±4

Источники выбросов, связанные с авиацией, могут распространяться и приводить к ухудшению качества воздуха в близлежащих населенных пунктах. Эти выбросы представляют потенциальную опасность для здоровья населения и окружающей

среды, поскольку могут вызвать повышение концентрации приземного озона и привести к кислотным дождям. Национальные и международные программы мониторинга качества воздуха постоянно требуют от уполномоченных авиационных и государственных организаций контролировать качество воздуха вблизи аэропортов. Особое внимание также уделяется воздействию авиации на окружающую среду, связанному с качеством воды, утилизацией отходов, потреблением энергии и влиянием на местную окружающую среду вблизи аэропортов (особенно предотвращение утечек топлива).

За последние несколько десятилетий достигнут значительный прогресс в снижении выбросов за счет повышения экологичности авиационных топлив (частичная замена керосина сжиженным природным газом или биотопливом) и технических усовершенствований авиационных двигателей (повышение их тяговой эффективности, предполагающее снижение по расходу топлива). Однако в будущем этот прогресс может быть сведен на нет увеличением объема авиаперевозок..

Для оценки качества воздуха в аэропорту еще в 2007 г. был разработан «Инструктивный материал по сбору за авиационные выбросы, связанные с качеством местного воздуха», который предполагал введение взимаемых государством пошлин, специально разработанных и применяемых для предотвращения или снижения экологическое воздействие на местное качество воздуха, вызванное эксплуатацией гражданской авиации. Методика оценки выбросов авиационных двигателей была изложена в Документе 9889 «Руководство по качеству воздуха в аэропортах», которое было разработано позже. В нем сформулированы методы оценки выбросов авиационных двигателей в аэропорту, основанные на рассмотрении трех параметров. Первый параметр – это время в минутах, которое самолет фактически затрачивает на установку одного из режимов взлетно-посадочного цикла: при работе двигателя на малых газах, при посадке, при наборе высоты и взлете. Вторым параметром является эмиссионный индекс EI (масса вещества, выделяющегося при сгорании единицы массы топлива) и третьим - расход топлива. Нормируются выбросы: дым, несгоревшие углеводороды (HC), окись углерода (CO), оксиды азота (NOx). Банк данных по выбросам двигателей ИКАО (EEDB - ICAO Engine Emission Bank) содержит информацию о значениях EI для сертифицированных двигателей (в граммов загрязняющих веществ на килограмм топлива по NOx, CO и

НС), а также от расхода специальных топлив (в килограммах в секунду) для разных режимов работы разных типов двигателей. Кроме того, здесь указывается число дымности - безразмерный параметр, вычисляемый по 10-бальной шкале и характеризующий дымовыделение как "непрозрачность" выхлопной струи. Показатели выбросов для двигателя PW4074D, которым оснащаются, например, аэробусы А330, представлены на рисунке 2.

Рис. 7. Показатели выбросов двигателя PW4074D из банка данных выбросов ИКАО [7]

Operating mode	Engine power %	Time min	Fuel consumption kg / s	Fuel emission index			Smoke quantity
				HC	CO	Nox	
Takeoff	100	0,7	3,042	0,02	0,3	42,46	4,22
Climb	85	2,2	2,471	0,02	0,35	32,71	2,36
Decrease	30	4	0,869	0,04	0,96	11,35	0,65
Small gas	7	26	0,305	3,12	26,34	3,8	0,33
Fuel (kg) and emissions (g) of TLC			1138	1502	12885	20269	-

Выбросы авиационных двигателей.

Основная часть авиатоплива сжигается не в приземном слое вблизи аэропортов, а в более высоких слоях атмосферы. Специалисты считают, что ежегодно увеличивающиеся выбросы углекислого газа, воды и метана двигателями гражданской авиации меняют химический и радиационный баланс атмосферы, что, наряду с выбросом сажи и сульфатных аэрозолей, может влиять на климат (рис. 1). Особое значение имеют такие компоненты, как углекислый газ и оксиды азота. Оксиды азота принимают участие в химии озона (его увеличение может привести к нагреву верхней тропосферы) и увеличению количества гидроксильных радикалов (ОН) — основного окислителя атмосферы. Увеличение НЕ приводит к сокращению времени жизни метана СН₄, что может привести к похолоданию, а параллельно – в масштабах десятилетий – уменьшению тропосферного озона. Оксиды серы и сажа приводят к образованию аэрозолей. Аэрозоли и их предшественники (сажа и сульфаты) увеличивают облачность в виде линейных следов конденсации и перистых облаков. В зависимости от состояния окружающей атмосферы эти следы могут существовать иногда несколько минут, а иногда и часов, распространяясь на ширину в несколько километров и напоминая перистые или высоколучевые облака.

Весьма существенное влияние на радиационный баланс следует ожидать в результате выбросов сажевых частиц - твердотельных продуктов неполного сгорания топлива, играющих роль ядер конденсации. В верхней тропосфере сажевые аэрозоли имеют размер 0,1-0,5 мкм и состоят из агломератов первичных частиц диаметром 20-40 нм. Их средняя концентрация колеблется от 0,004 до 0,5 см⁻³. Ранее при оценке климатических последствий выбросов сажевого аэрозоля основное внимание уделялось изменениям состава атмосферы, вызванным гетерогенными химическими реакциями на поверхности частиц сажи. Однако заметного влияния эмиссии этих частиц на газовый состав атмосферы пока не обнаружено. В настоящее время считается, что влияние эмиссии сажевых частиц на климат в основном связано с образованием долгоживущих следов конденсации. (прямой эффект) и инициирование образования перистых облаков (вторичный эффект).

Радиационное воздействие таких облаков крайне сложно оценить — даже знак этого влияния не определен с уверенностью. Получены модельные оценки глобального влияния авиационной сажи на радиационный баланс (влияние крупномасштабных перистых облаков, в формировании которых роль ядер конденсации играли частицы сажи), выполненные с использованием моделей химического переноса при различных допущениях и параметризациях. перепады от -110 до +260 МВт/м² [8].

Действительно, отсутствие подробного описания процессов в моделях и полнота данных наблюдений ограничивают уверенность в количественной оценке вклада радиационного форсинга. По расчетам [9], суммарное радиационное воздействие за счет авиационных выбросов (без учета наведенных перистых облаков) в 2005 г. составило ~55 МВт/м², с учетом перистых облаков ~78 МВт/м². Упрощенные прогнозные оценки радиационного воздействия на климат под влиянием авиации, приведенные в той же работе, показывают, что к 2050 г. эти цифры увеличатся примерно в 3 раза. Особое внимание среди продуктов сгорания авиатоплива занимают парниковые газы. , чьи выбросы могут способствовать процессу глобального потепления. Чтобы их уменьшить, у авиакомпаний есть, по сути, только два варианта. Во-первых, это увеличение роста топливной экономичности (то есть удельного расхода топлива). Второй – использование альтернативных видов топлива: синтетического топлива из угля, природного газа или биомассы. Природное топливо не содержит серы и ароматических

углеводородов, что значительно снижает выбросы летучих аэрозолей и ядер облачной конденсации, тем самым снижая влияние на радиационный баланс. Кроме того, модельные эксперименты показали, что использование топлива, очищенного от серы, приводит к значительному экологическому «оздоровлению» тропосферы по содержанию озона, сульфатов и нитратов.

Следует отметить, что отношение специалистов к биотопливу (производимому из кукурузы, сои, рапса, пальмового масла, водорослей и др.) далеко не однозначно в условиях, когда посевы часто погибают из-за засух или несвоевременных дождей. Специалисты предупреждают, что полный переход на биотопливо грозит постепенным уничтожением тропических лесов и подорожанием продуктов питания [3]. Кроме того, его использование в долгосрочной перспективе не доказало эффекта снижения выбросов CO₂. Тем не менее биотопливо для авиации уже производят в США, Великобритании, Германии, Франции и Финляндии. К 2020 году Китай, наладивший производство топлива из пальмового масла, также намерен довести долю биотоплива до одной трети от общего объема топлива, используемого авиацией. В последние годы в ряде стран, выступающих за экологию, происходит активная замена традиционного авиакеросина криогенным топливом (водород, сжиженный природный газ). При его использовании самолет становится более экономичным (снижается расход топлива), сокращаются выбросы CO₂ в атмосферу.

По разным оценкам, авиационная эмиссия углекислого газа составляет от 2 до 2,5 % от общей антропогенной эмиссии CO₂ в атмосферу. При сжигании 1 кг авиакеросина выделяется 3,16 кг CO₂. Предполагается, что к 2040 г. при оптимистичном прогнозе, связанном с совершенствованием технологий топливной экономичности, объем выбросов авиационного CO₂ может составить около полутора тысяч мегатонн. в год.

В 2016 году CAEP рекомендовал два новых стандарта: для выбросов углекислого газа и для нелетучих взвешенных частиц. Рекомендуемый стандарт для CO₂ предлагается для поощрения более эффективных технологий сжигания топлива при производстве самолетов и аналогичен существующим стандартам по выбросам и авиационному шуму. Нормы будут распространяться на модели нового типа дозвуковых и турбовинтовых самолетов, которые будут введены в эксплуатацию с 2020 г., а на уже находящиеся в эксплуатации – с 2023 г. Если эксплуатируемые модели еще не соответствуют требованиям

стандартов по CO₂ не могут быть должным образом модифицированы до 2028 года, то они не смогут использоваться после этого периода. Выбросы будут регулироваться посредством предлагаемой Глобальной системы рыночных мер. За превышение квот на выбросы (за базовый уровень предполагается прием выбросов в 2019-2020 годах) будет взиматься значительный штраф, который пойдет на природоохранные и компенсационные мероприятия. Такой подход к квотам на выбросы не нов, он используется в странах ЕС с начала 2000-х годов. Например, в апреле 2014 года Германия наложила штрафы за превышение квот на выбросы на 2,7 млн евро на 61 авиакомпанию из России и других стран, 44 из которых базировались за пределами европейской территории.

Новые нормы выбросов CO₂ будут изложены в совершенно новом третьем томе к Приложению 16 «Охрана окружающей среды» в течение 2017 года. Процедура сертификации измерения нЛТЧ, а также предельные значения их массовых концентраций будут включены отдельной главой во второй том Приложения 16 «Выбросы авиационных двигателей»..

ЛИТЕРАТУРА

1. Doc 9854-AN/458. Глобальная операционная концепция ОрВД. - Монреаль: ИКАО, 2005 г.
2. Руководство по планированию обслуживания воздушного движения» Док. ICAO 9426 - AN/924.
3. Приложение 16 ИКАО и Приложение 16 ИФАЛПА. Банк данных по выбросам двигателей ИКАО (EEDB - Банк данных по выбросам двигателей ИКАО).
4. Документ 9889 «Руководство по качеству воздуха в аэропортах».
5. Банк данных ИКАО по выбросам двигателей (EEDB - Банк данных по выбросам двигателей ИКАО)
6. Федеральное агентство воздушного транспорта Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования В.А. Костиков, П.М. Поляков