

Курс “Транспортные системы”

Лекция 8.

Воздушная транспортная система (часть 1)

Автор: Кузнецов В.П.

ПЛАН ТЕМЫ

- 8.1. Особенности и характеристики воздушной транспортной системы.
- 8.2. Номенклатура грузов перевозимых воздушным транспортом.
- 8.3. Воздушные транспортные пути и сети и их эксплуатационные особенности.
- 8.4. Топливная эффективность воздушных судов
- 8.5. Факторы, влияющие на эффективность перевозки грузов воздушным транспортом.

8.1.ОСОБЕННОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ.

Воздушная транспортная система осуществляет перевозки пассажиров, грузов и почты самолётами, вертолётами и другими летательными аппаратами. Летательные аппараты обладают способностью создавать подъёмную силу и совершать полёты.

В настоящее время воздушный транспорт (ВТ) обеспечивает основную массу пассажирских перевозок на расстояния, превышающие 1000 км.

В настоящее время мировой ВТ показывает стабильные темпы роста объёмов перевозок пассажиров и грузов (в среднем по 5 – 6 % в год).

Распределение оборота авиационных грузов по регионам на июнь 2004 г. (в метрических тоннах)

Regional distribution of air freight turnover as of June 2004 (in metric tons)

| Регион/ Region | 06.2004 | 01–06.2004 | 06.2003–06.2004 | % к 06.2003 % over June 2003 |
|------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| Африка / Africa | 87 637 | 511 448 | 994 192 | 13.7 |
| Азия / Asia | 1 942 107 | 11 232 510 | 22 389 975 | 23.5 |
| Европа / Europe | 1 238 290 | 7 216 395 | 14 279 355 | 11.6 |
| Латинская Америка Latin America | 268 940 | 1 569 817 | 3 125 006 | 15.2 |
| Ближний Восток Middle East | 273 334 | 1 607 928 | 3 190 877 | 12.3 |
| Северная Америка North America | 2 289 360 | 13 629 856 | 27 462 666 | 9.0 |
| Всего / Total | 6 099 668 | 35 767 954 | 71 442 071 | 14.3 |

Источник / Source: ACI

Trends and statistics

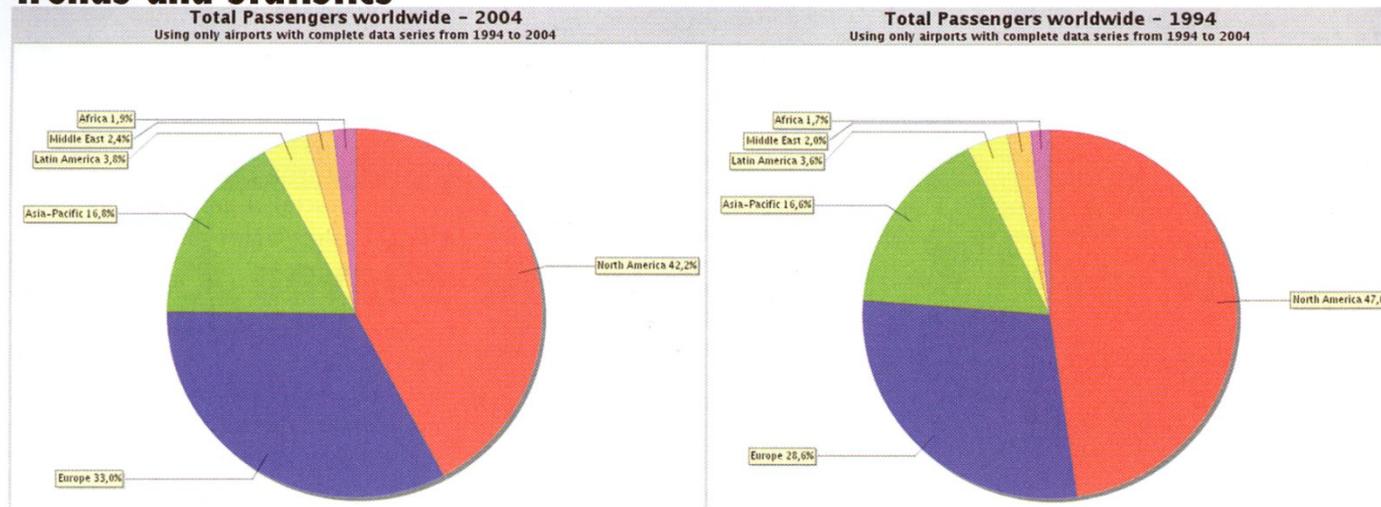


Рис.1

Доля воздушного транспорта в перевозках грузов невелика и составляет всего около 0,2 % от общей массы перевозимых грузов. Вместе с тем примечательно, что ВТ перевозятся наиболее ценные грузы. Их доля составляет 10% от общей стоимости грузов. Несмотря на невиданный расцвет разнообразных электронных средств связи, ВТ традиционно перевозятся значительные объёмы почты.

В настоящее время появились авиакомпании, осуществляющие срочную доставку почты в масштабе земного шара, так называемые экспресс-перевозки почты. Эти компании обеспечивают пересылку почтовых отправок с доставкой внутри континента на следующий день и между континентами через день.

Численность персонала мировой системы воздушного транспорта превышает 3 млн. Авиакомпании мира (около 1000 регулярных авиакомпаний) эксплуатируют около 18 000 воздушных магистральных судов взлетной массой более 9 тонн.

На Земле функционируют 1170 международных аэропортов.

По данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО), мировой воздушный транспорт с учетом авиационной и смежных отраслей промышленности обеспечивает 22 млн. рабочих мест.

Помимо воздушных судов (ВС), принадлежащих авиакомпаниям, в авиаперевозках в больших масштабах используется **деловая (административная) авиация**. Собственными самолетами, способными пересекать океаны и континенты, располагают 500 крупнейших промышленных и торговых компаний, благодаря этому достигается большая экономия времени и средств.

По имеющимся данным, деловая авиация приносит годовую экономию, близкую к 3,5 млрд. долл.

Мировой парк самолетов деловой авиации в 2000 г. насчитывал более 20 тыс. единиц, в их числе примерно половина реактивных, и половина — турбовинтовых самолетов.

Необычайно широкое развитие получила **авиация общего назначения (АОН)**.

Летательные аппараты АОН используются для выполнения разнообразных авиационных работ (строительных, сельскохозяйственных, лесных, пожарных, геологических, санитарных и т.д.), в качестве личного транспорта, а также в учебных, спортивных, развлекательных и рекламных целях.

В настоящее время в различных странах мира зарегистрировано более 500 тыс. таких аппаратов и их численность растёт.

Воздушный транспорт имеет свою сферу применения в области грузовых перевозок. В районах со слабо развитыми наземными путями сообщения, по воздуху могут перевозиться любые грузы, срочно необходимые для жизни этих районов.

Особое значение воздушный транспорт имеет для доставки грузов в отдалённые и труднодоступные районы: на Аляске, в Северной Канаде, в России, в Африке, в Северной Австралии, в Антарктиде др. районах Земли. В районах же с развитой сетью наземного транспорта характер авиационных грузов должен быть подчинён более строгому и избирательному отбору, при котором экономическая эффективность экстренности воздушной перевозки оправдала бы её стоимость. Так эксперты считают, что при стоимости груза свыше 25 \$ за 1 кг массы, воздушная перевозка становится экономически выгодной.

Благодаря высокой скорости передвижения воздушный транспорт обеспечивает колоссальную экономию общественно полезного времени, значительное уменьшение нерациональных потерь времени пассажиров на передвижение.

В настоящее время на трассах средней и большой протяженности повсеместно реализуются околосветовые скорости полетов (800 – 850 км/час). 27 лет на нескольких воздушных трассах использовались англо-французские сверхзвуковые самолеты Конкорд, летающие со скоростью свыше 2000 км/час. Билет стоил 5000 \$. В настоящее время, полёты самолётов Конкорд приостановлены по причине выработки ресурса самолётов.

В ряде стран разрабатываются проекты сверхзвукового пассажирского самолёта второго поколения. В будущем такие самолёты обязательно будут построены и будут летать.

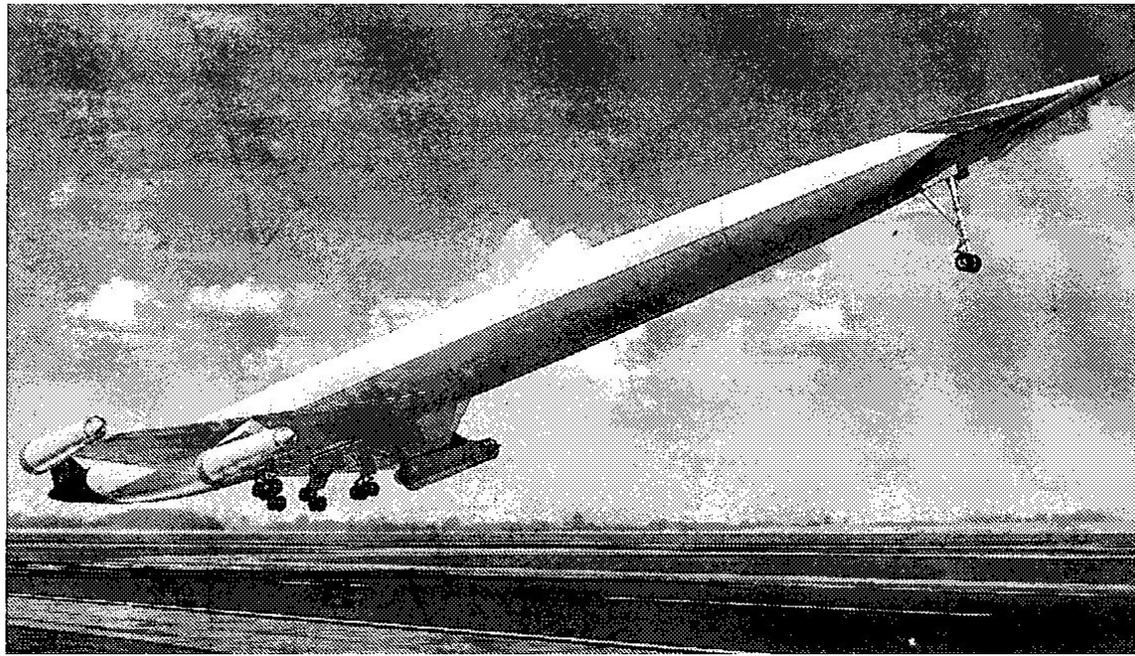


Рис.2. Рабочая модель британского сверхзвукового самолёта со скоростью полёта в 5 раз больше скорости звука

Перелет из Парижа в Нью-Йорк на самолёте В747 занимает 7 ч 55 мин. Самолёт Конкорд преодолевал этот путь за 3 ч 35 мин.

Не безынтересно знать, что в 1850 г. парусник пересекал Атлантику за 16 суток, в 1910 г. пароход - за 3 суток.

На первый перелет через Атлантику из Нью-Йорка в Париж, совершенный Чарльзом Линдбергом в 1927 г., потребовалось 33 ч 30 мин.

8.2. НОМЕНКЛАТУРА ГРУЗОВ ПЕРЕВОЗИМЫХ ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Самолётами и вертолётами обеспечиваются перевозки грузов весьма широкой номенклатуры:

- свежие фрукты, овощи, виноград и ягоды;
- свежая и мороженая рыба, мясо и мясопродукты;
- технические и продовольственные товары высокой стоимости;
- грузы, перевозимые по адресам геологических партий;
- грузы, предназначенные для ликвидации аварий и последствий стихийных бедствий;
- опасные грузы (взрывчатые материалы, сжатые и сжиженные газы, авиационное горючее и т.д.) при соблюдении особых профилактических условий;
- радиоактивные вещества (особенно с коротким периодом полураспада), различное оборудование для работы с радиоактивными веществами;
- биологические препараты (вакцина, сыворотка), диагностические средства для проведения профилактических мероприятий и ликвидации заболеваний животных;
- консервированная кровь и сыворотка;
- домашние животные и птица, суточные цыплята и племенное яйцо;
- рыбопосадочный материал, пчёлы, цветы и живые растения.

Грузы, срочная доставка которых оправдывается целями, несмотря на повышенные издержки, связанных с применением высоких авиа тарифов.

На воздушном транспорте перевозятся только авиатранспортабельные грузы. Это означает, что объектом воздушной перевозки могут быть только те грузы, которые по объёму, габаритам и другим физическим свойствам подходят для транспортировки летательными аппаратами, т.е.:

- вписываются в габариты дверей, люков и грузовых помещений;
- не создают недопустимых нагрузок на площадь пола грузовых отсеков;
- без ущерба переносят условия полёта по давлению, температуре и перегрузкам.

Огромную роль в использовании авиации в грузовых перевозках играют вертолёты. Особенно при перевозках тяжеловесных и негабаритных грузов в бездорожных районах.

Работая на коротких расстояниях, но, как правило, в труднодоступных местах, вертолёт создаёт своеобразный мост между конечным транспортным пунктом (станцией, пристанью, аэропортом) и бездорожным районом, обеспечивая непрерывность перевозки исключительно важных грузов.

8.3. ВОЗДУШНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ ПУТИ И СЕТИ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Важнейшим достоинством воздушного транспорта является:

- отсутствие потребностей в постройке магистральных сооружений (дорог, мостов, тоннелей);
- независимость воздушных магистралей от земного рельефа, населенности, природных и
- климатических условий регионов, над которыми прокладываются воздушные трассы.

Для реализации воздушных сообщений достаточно строительства аэродромов и аэровокзалов в начальном и конечном пунктах трасс. Это обуславливает очень большую экономию капитальных вложений, ресурсов и времени и имеет чрезвычайное значение при освоении новых сырьевых и промышленных районов. Следствием независимости воздушного транспорта от путейских сооружений явились **быстрый рост протяженности воздушных трасс** и значительное превышение их длины над протяженностью междугородных автомобильных и особенно железнодорожных магистралей.

Общая протяженность воздушных трасс на планете (62 млн. км) втрое превышает протяженность автомобильных дорог и более чем в 50 раз — железнодорожных путей, хотя, как известно, и автомобильные, и железные дороги строились в течение времени, значительно превышавшего время развития и существования воздушного транспорта.

Общая длина воздушных трасс над Землей в 1500 раз превышает длину экватора.

Это свидетельствует и о большой плотности сети воздушных трасс.

Другой важной особенностью воздушных трасс по сравнению с наземными и водными коммуникациями, соединяющими одни и те же населенные пункты, является их меньшая протяженность по сравнению с водными и наземными коммуникациями, соединяющими одни и те же населенные пункты.

Протяженность воздушных трасс в некоторых случаях (например, в горных районах) оказываются короче наземных в 2-3 раза.

ВТ не нуждается ни в дорожном, ни в рельсовом пути, ни в мостах и тоннелях.

Однако подобно морскому и речному транспорту он нуждается в технических средствах для маркировки

воздушного пространства, обозначения воздушных трасс, воздушных коридоров и задания траекторий движения воздушных судов при посадке на землю, в средствах контроля за полетами по воздушным трассам.

Все упомянутые функции реализуются с помощью специальных наземных радиотехнических и светотехнических систем. Таким образом, воздушные перевозки все же предполагают установку и эксплуатацию соответствующего магистрального оборудования, и это требует выделения определенных средств и ресурсов.

Эти ресурсы значительны, но они неизмеримо меньше ресурсов, расходуемых на сооружение и эксплуатацию автомобильных и железнодорожных путей.

Самая протяженная в мире беспосадочная авиалиния Нью-Йорк — Гонконг. Ее протяженность 13581 км. Она проходит через Северный полюс. Самолёт В747-100 преодолевает это расстояние за 15 ч 40 мин. Во время полета друг друга сменяют два экипажа.

Воздушные трассы отличаются большой пропускной способностью. Благодаря вертикальному эшелонированию в пределах одной воздушной трассы создается большое число одновременно функционирующих воздушных магистралей.

Сети воздушных трасс, как правило, отличаются от сетей транспортных коммуникаций других видов транспорта своей геометрической структурой.

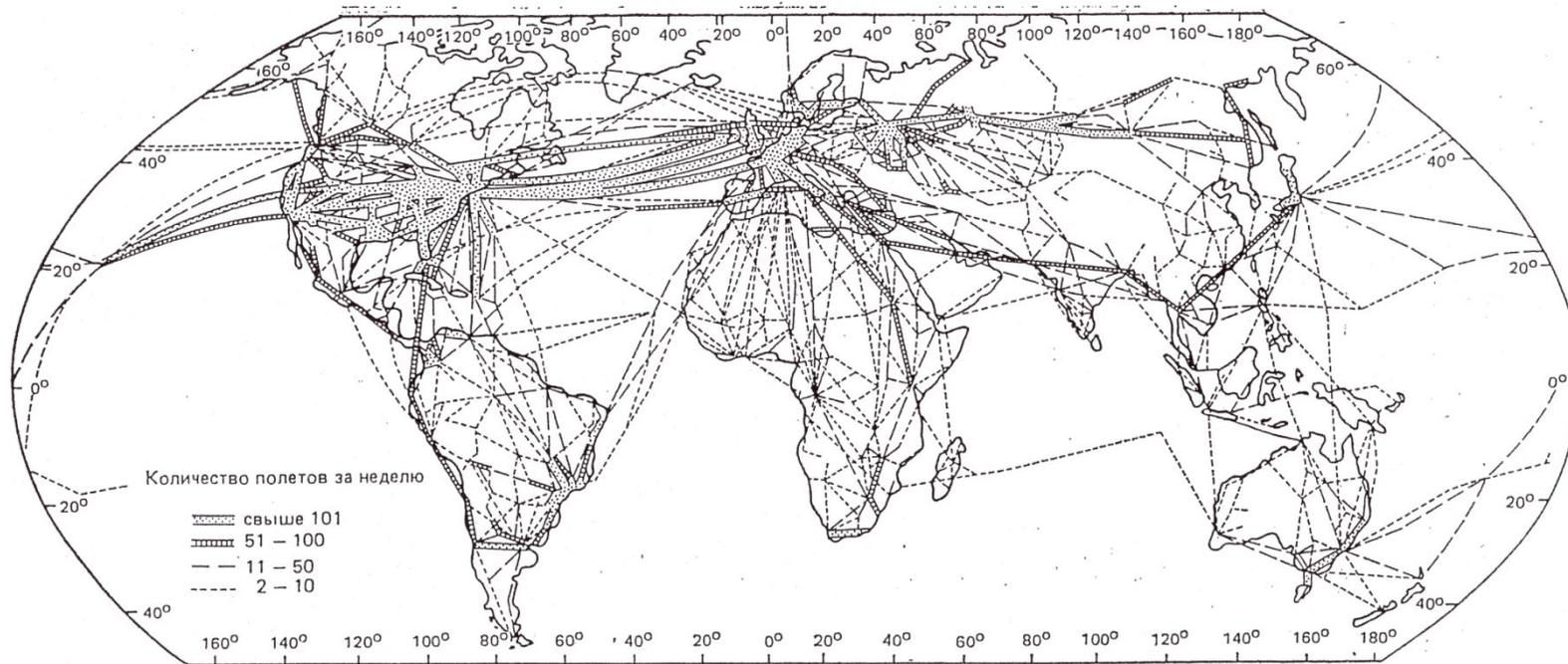


Рис.3 Основные авиалинии в мире

По типу геометрической конфигурации воздушные сети можно разделить на три группы:

- первую группу образуют сети, состоящие из множества прямых без транзитных воздушных трасс, соединяющих определенное множество населенных пунктов на одном континенте либо в одном регионе с некоторым множеством пунктов на другом континенте или в другом регионе. Чрезвычайно интересно, например, что между американским и европейским континентами в настоящее время существует около 230 таких трасс.
 - вторую группу составляют сети радиальной конфигурации, представляющие собой множество прямых воздушных трасс, исходящих из данного пункта и ориентированных вдоль радиальных направлений относительно этого пункта. Подобного рода сети формируются вокруг крупных административных или промышленных центров.
 - к третьей группе относятся сети радиально-узловой конфигурации, состоящие из отдельных магистралей (либо из пучков магистралей), соединяющих узловые аэропорты, от которых подобно спицам колеса веером ответвляются многочисленные трассы региональных или воздушных местных линий. Подобные сетевые конфигурации также существуют между Европой и Америкой. Сети первого типа не встречаются (либо встречаются крайне редко) в сетях других видов транспорта.
- Толщина этого слоя по Международной стандартной атмосфере (МСА) составляет 11 км.

Конфигурации сетей второго и третьего вида встречаются и в других видах транспорта, в частности, в железнодорожном и автомобильном. Однако, только воздушный транспорт позволяет в полной мере реализовать на деле полезные свойства этих геометрических структур.

Полёты современных транспортных дозвуковых самолётов осуществляются в нижних слоях атмосферы Земли, в её первом околоземном слое, называемым тропосферой.

Воздух - газовая оболочка Земли, механическая смесь газов (в нижних слоях азота ~ 78 %, кислорода ~ 21 % и др. газы).

Параметры, характеризующие состояние воздуха в нижнем слое атмосферы.

Выделим те, которые во время полёта имеют важное значение для жизни человека и состояния грузов:

- ▣ давление - P , н. /м²;
- ▣ плотность - ρ , кг/м³;
- ▣ температура – T , С°;

Эти параметры значительно меняются не только по высоте, но и от широты, долготы, времени года и суток.

Согласно Международной конвенции о МСА, приняты следующие численные значения параметров воздуха:

на поверхности Земли:

- ▣ давление $P = 760$ мм. рт. ст.;
- ▣ плотность $\rho = 1,225$ кг/ м³;
- ▣ температура $T = + 15$ С°.

На высоте 11 км:

- ▣ давление $P = 169,6$ мм. рт. ст.;
- ▣ плотность $\rho = 0,363$ кг/ м³;
- ▣ температура – $T = - 56,5$ С°

Значительные перепады температур и атмосферного давления, зависящие от высоты, могут оказать существенное влияние на качественное состояние грузов, особенно жидких замерзающих материалов, и на их упаковку, которая должна выдерживать избыточное внутреннее давление. Поэтому, на современных пассажирских и грузовых самолётах имеется специальная высотная система, которая автоматически поддерживает давление воздуха внутри герметической части самолёта, где расположены пассажиры и грузы, не ниже 75 % от нормального давления (760 мм. рт. ст.), и температуру в пределах 20 С°.

Неравномерное нагревание отдельных участков Земли и атмосферы в разных районах земного шара и на различных высотах, а также вращение Земли способствуют развитию воздушных течений, как горизонтальных так и вертикальных.

Большое значение для безопасности полётов имеют вертикальные воздушные течения (порывы), величина которых вверх и вниз может составлять до 15 м/сек и оказывать значительное влияние на самолёт, а, следовательно, и на пассажиров и груз.

Изменение нагрузки на самолёт, пассажира, груз в полёте оценивается перегрузкой.

Перегрузка – это число, которое показывает, во сколько раз действующая на самолёт, пассажира, груз инерционная сила больше их силы тяжести.

Например, если перегрузка в полёте составляет 2, то это означает, что в данный момент на самолёт, на каждого пассажира и груз, расположенных в самолёте действует сила в 2 раза больше, чем его собственная масса.

В реальном полёте при значительных вертикальных порывах воздуха перегрузка может достигать величины 2 – 2,5.

Перегрузка может быть как положительной, так и отрицательной. При отрицательной перегрузке на пассажира и на груз будет действовать инерционная сила, направленная вверх.

В этом случае, незакрепленный груз может сместиться и нарушить центровку самолёта или разрушить конструкцию самолёта, что может привести к катастрофической ситуации с печальными последствиями.

При положительной перегрузке инерционная сила направлена вниз и прижимает пассажира к креслу, а груз к поверхности размещения.

8.4. ТОПЛИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Основным показателем топливной эффективности транспортных средств служит удельный расход топлива, представляющий собой расход топлива на 1 пассажира км, либо на 1 т. км.

Вопреки ожиданиям, по расходу топлива на 1 т. км воздушный и автомобильный транспорт различаются не столь значительно.

Приведем данные о расходе горючего на воздушном и автомобильном транспорте:

- A. Среди магистральных пассажирских самолётов наименьшим расходом топлива отличаются (далее в скобках указан удельный расход топлива в г /пасс. км): А-310-300 (17), В-777-200D (17,4), Ту-204 (19), Як-42 М (20), L-1011-200 (20), В. Ил-96-300 (23-29,9), В-757-200 (25).

Наиболее высок расход топлива на сверхзвуковом пассажирском самолёте (до 100-150 г/пасс. км), т.е. в 5 – 8 раз больше, чем на дозвуковых самолётах.

- C. Согласно публикациям новые модели и модификации самолетов Airbuse Industrie А-300-600 и А-320-300 имеют расход соответственно 12,4 и 14 г/пасс км.

Уместно заметить, что воздушный транспорт мира ежегодно потребляет 130-180 млн. т топлива (высококачественные авиационные керосин и бензин), что составляет 5-6% от его общего потребления.

Современные легковые автомобили потребляют около 7-11 кг бензина на 100 км. Следовательно, при 3-4 пассажирах расход топлива на 1 пасс. км составляет 18-37 г. Междугородные автобусы более экономичны, чем легковые автомобили. Они потребляют в настоящее время около 10 г бензина на 1 пасс км. Согласно прогнозам автомобили нового поколения будут иметь расход топлива примерно вдвое меньший, т.е. будут потреблять 10-12 г/пасс км. Таким образом, можно утверждать, что по расходу топлива (г/пасс км), вопреки ожиданиям, воздушный транспорт уступает автомобильному сравнительно немного, и объясняется это тем, что расход энергоресурсов на приобретение самолетом большой кинетической и потенциальной энергии с избытком компенсируется ее экономией за счет чрезвычайно малого сопротивления среды, в которой перемещается ВС.

8.5. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Воздушным транспортом перевозятся наиболее ценные и срочные грузы и грузы, транспортируемые в отдалённые и бездорожные районы, или такие, которые не могут быть доставлены другими видами транспорта в строго ограниченные сроки, особенно на дальние расстояния.

1. Высокая скорость доставки грузов обеспечивает:

- сокращение запасов материалов и продуктов производства на складах поставщиков и потребителей;
- более быструю доставку и реализацию поставляемых потребителям готовых изделий;

2. Сокращение дальности и транспортной работы (т. км), так как перевозки выполняются по спрямлённым маршрутам.

При перевозках грузов на дальние расстояния значительно сокращаются расходы на погрузочные и разгрузочные работы в пунктах перевалок, так как грузы доставляются в основном, прямыми рейсами.

Расходы на погрузку, выгрузку и хранение в пунктах перевалки, где грузы нередко подвергаются поломке, порче, утрате и т.п. составляют примерно треть всех транспортных издержек.

Авиационные перевозки, обеспечивая большую сохранность грузов от порчи, поломок и хищений, имеют самые низкие тарифы на страхование. Тарифы самые низкие также по причине высокой надёжности воздушного транспорта и быстрой доставки товаров.

С 70 – х годов ВТ оказался в числе наиболее безопасных видов транспорта.

Как показывает анализ статистических данных, в планетарном масштабе риск гибели человека вследствие авиационных катастроф оценивается в 0,000003, что на три порядка ниже риска гибели в автодорожных происшествиях.

Абсолютная численность жертв в автодорожных происшествиях во всём мире, по данным Всемирной организации здравоохранения, превышает 1,1 млн. чел в год. Полвека назад в индустрии авиаперевозок в год происходило 40-50 аварий с жертвами, в 1980-90 годах — около 25 аварий в год.

Прогресс в области безопасности механизмов и обслуживания существенно увеличил безопасность полетов даже с учетом все большей загруженности воздушного пространства.

Как следует из доклада Центра исследования аварий самолётов МСОЕС, в общей сложности в 2008 году погибло 598 человек:

- на 153 меньше, чем в 2007 году,
- на 259 меньше, чем в среднем за
- последние 10 лет.

Если поделить число жертв на 2,5 миллиарда человек - именно столько пассажиров побывало в воздухе за 2008 год, - то получится доля в 0,000024%. Это лишний раз подтверждает репутацию самолётов как самого безопасного вида транспорта.

Во всяком случае, по объективным показателям. Риск попасть в автомобильную аварию по дороге в аэропорт гораздо выше.

По данным немецкой авиакомпании «Люфтганза»:

- 33 % всех пассажиров испытывает страх полёта,
- 10% всего населения боятся настолько, что никогда не летали самолётами.

Согласно статистике, 36% всех аварий самолётов происходит при взлёте, 55% - при посадке и всего 9% - в фазе полёта на высоте. Получается, чем меньше пересадок до конечной точки путешествия, тем ниже риск.

Согласно статистике:

- ▣ 36% всех аварий самолётов происходит при взлёте,
- ▣ 55% - при посадке,
- ▣ и всего 9% - в фазе полёта на высоте.

Получается, чем меньше пересадок до конечной точки путешествия, тем ниже риск.

Таблица 2

| Авиастатистика | | |
|----------------|----------------------------------|------------------|
| Год | Количество разбившихся самолётов | Количество жертв |
| 2008 | 63 | 598 |
| 2007 | 52 | 751 |
| 2006 | 43 | 867 |
| 2005 | 64 | 1054 |
| 2004 | 57 | 516 |
| 2003 | 48 | 674 |
| 2002 | 79 | 1170 |
| 2001 | 79 | 1069 |
| 2000 | 73 | 1171 |
| 1999 | 81 | 678 |

Возможность поставки многих видов грузов в облегченной упаковке.

В этом случае уменьшаются расходы, связанные с изготовлением и приобретением тары, оплатой тарифа за её излишнюю массу при перевозке и за счёт этого увеличивается поставка товаров или продуктов.

Перевозки скоропортящихся грузов **не требуют дополнительных капитальных вложений для строительства холодильного хозяйства и специального оборудования транспортных средств**, так как грузы доставляются в свежем виде, в кратчайшие сроки, на любые расстояния.

При доставке этих продуктов в отдалённые районы другими видами транспорта, **происходят большие потери от снижения их качества** (из – за длительной перевозки, перевалок в пути, завоза в пункты потребления большими партиями на длительные сроки).

Следовательно, **воздушный транспорт существенно снижает складские расходы по хранению продукции**.

Воздушный транспорт изменил методы борьбы конкурирующих фирм и породил новые методы в торговле – **возникла тенденция покупать чаще, но меньше, избегая больших складских запасов в расчёте на быструю доставку товаров самолётами**.

Торговые фирмы прибегают к услугам ВТ, если это даёт возможность обогнать конкурентов, ускорить сбыт, выгадать на страховке и т.п.

Многие компании – по производству автомобилей, ЭВМ, текстильные, швейные и др., в отдельные моменты предпочитают часть своей продукции отправлять ВТ.

Исходя из вышеизложенного, при определении варианта транспортировки грузов по воздуху или в смешанном сообщении нельзя ограничиваться только тарифными соображениями, а следует учитывать весь комплекс экономических преимуществ воздушной перевозки.