

История развития транспортных самолетов

Арутюнов А.Г.*, **Дыдышко Д.В.****, **Кузнецов К.В.*****

Авиакомпания Волга-Днепр, ул. Карбышева, 14, Ульяновск,

432072, Россия

**e-mail: artem.arutyunov@volga-dnepr.com*

***e-mail: danil.dydyshko@volga-dnepr.com*

****e-mail: konstantin.kuznetsov@volga-dnepr.com*

Аннотация

В статье представлен краткий анализ истории возникновения и развития транспортных самолетов, описаны самолеты, которые можно считать наиболее характерными представителями машин данного класса. Приведены и проанализированы статистические данные по некоторым характеристикам транспортных самолетов, описаны основные отличительные черты транспортных самолетов, приведена их классификация.

Ключевые слова: транспортный самолет, грузовая рампа, десантирование грузов, грузовая кабина, уникальный негабаритный груз, генеральный груз, рамповый грузовой самолет, специальный транспортный самолет.

Введение

Транспортным самолетом (ТС) называется самолет, предназначенный для *перевозки грузов* различного типа, размеров и назначения. Современные

транспортные самолёты отличаются от пассажирских (ПС) увеличенными размерами грузовых помещений, наличием больших грузовых люков, более прочным полом, установкой на борту средств механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Зарождение грузовых авиаперевозок

Перевозки грузов на самолетах стали осуществляться еще в 1910-е годы, вместе с пассажирскими, но в силу неразвитости авиаиндустрии и несовершенства самолетов того времени (особенно, крайне низкой надежности), широкого распространения не получили. Период между двумя мировыми войнами отмечился стремительным ростом гражданских авиаперевозок. Это было обусловлено большим количеством военных летчиков, демобилизованных из армии после Первой мировой войны, а также высвобождавшимися из вооруженных сил самолетами [1]. На базе этих самолетов были построены гражданские транспортные машины, например Vickers Vernon (1921 г., выпущено 55 шт.) [2] и Vickers Victoria (1922 г., 97 шт.) [2], АНТ-9 (1931 г., ~100шт.) [2]. Однако более успешными были самолеты, изначально спроектированные и построенные как *транспортно-пассажирские*, такие как Junkers W 33/34 (1926 г., ~3200 шт.) [2], Ju.52 (1931 г., 4845 шт.) [2], DC-3/Ли-2 (1935, >16000 шт.) [2]. Но они *не имели* характерных компоновочных или конструктивных черт, отличающих их от самолетов других назначений (пассажирских, бомбардировщиков, разведчиков). Под специальные транспортные задачи (перевозка автомобилей, танков и т.п.) модифицировались уже имеющиеся

военные и гражданские самолеты путем выреза грузовых люков или организации внешней подвески для негабаритных грузов (см. Рис. 1).

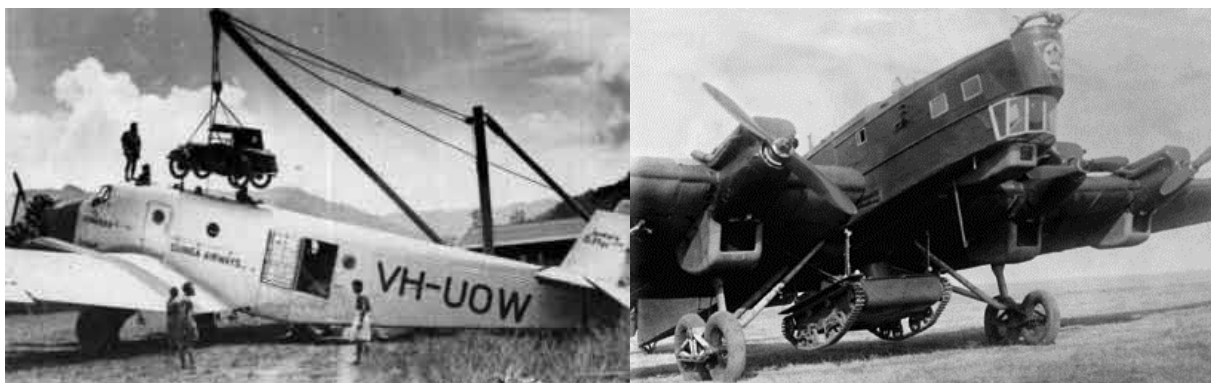


Рис. 1 Погрузка автомобиля в самолет Ju.52 (слева) и внешняя подвеска танка под ТБ-3 (справа)

Появление транспортных самолетов

Катализатором выделения *транспортных самолетов (ТС)* в отдельный класс воздушных транспортных средств стала Вторая мировая война. Необходимо было иметь самолеты для быстрой перевозки грузов значительных габаритов и, что особенно важно – неделимых (в современной терминологии – *моногрузы*) – пушки, автомобили, легкие танки. Выгрузка этих грузов должна была производиться за минимальное время и часто без аэродромной инфраструктуры, что также предъявляло повышенные требования к посадочным характеристикам (хорошие взлетно-посадочные характеристики, прочное и проходимое шасси).

В 1941 году был создан *военно-транспортный самолет (ВТС) Ar.232* (1941 г., ~20 шт.) с взлетной массой 20 т [3], который может считаться *первым* представителем самолетов этого класса (Рис. 2).

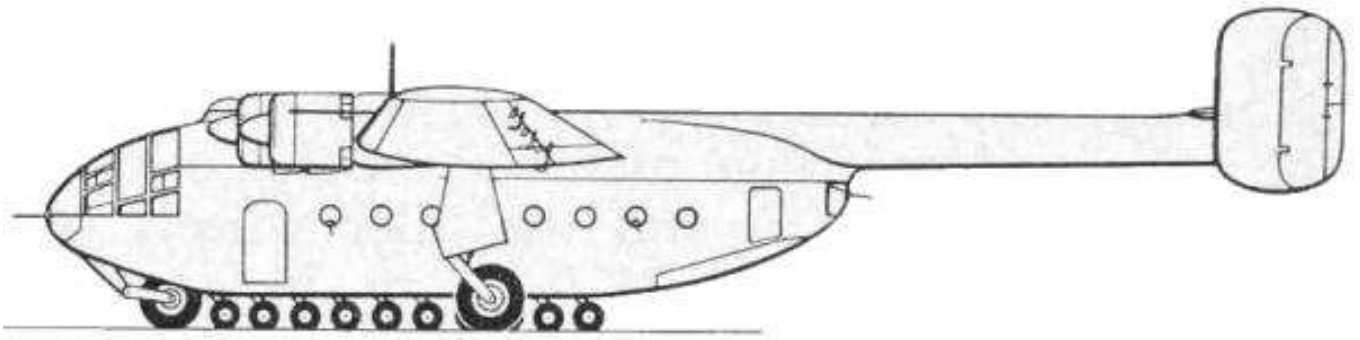


Рис. 2 Военно-транспортный самолет Ar.232

В этом самолете впервые, наряду с просторным грузовым отсеком и многодвигательной силовой установкой, были воплощены конструктивные решения, ставшие позже характерными для транспортных самолетов: *грузовой люк большого размера, грузовая рампа, многоопорное шасси, развитая механизация крыла, функция приседания у шасси и встроенный тельфер на потолке грузовой кабины.*

Для уменьшения длины пробега Ar.232 предполагалось использовать тормозные парашюты, а для сокращения разбега, если было необходимо, могли быть применены ракетные ускорители. В качестве способа увеличения подъемной силы была предложена система сдува пограничного слоя. Многие из этих решений впоследствии также будут использоваться в конструкции транспортных самолетов.

Большое распространение в годы Второй мировой войны получили *десантно-грузовые планеры*: Go.242 (1941 г., полезная нагрузка 2400кг, выпущено около 1500 шт.) [2], Me.321 (1941 г., 20 000 кг, 200 шт.) [4], AS.51 Horsa (1941 г., ~3500 кг, 3799 шт.) [2], WACO CG-4A (1942 г., 1850 кг, 13916 шт.) [2], GAL.49 Hamilcar (1943г., 7983 кг, 412 шт.) [4], WACO CG-13A (1943 г., 3000 кг, 132 шт.) [2], WACO CG-15A (1943г., 1850 кг, 473 шт.) [2], Ц-25 (1943 г., 1800кг, 251 шт.) [2].

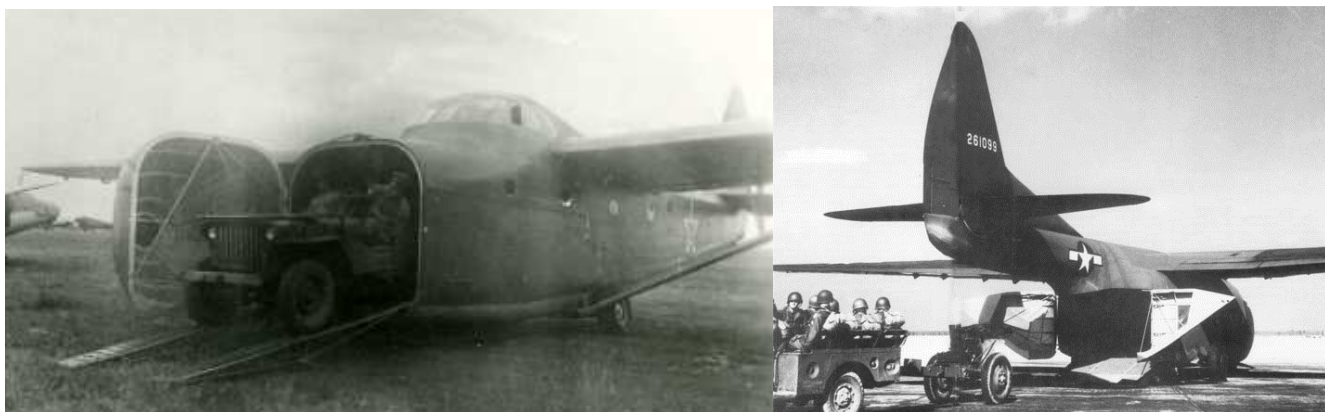


Рис. 3 Створки в носовой (C-25) и хвостовой (CG-10A) части фюзеляжа

Для погрузки и выгрузки грузов применялись технические решения, до того времени практически не встречавшиеся: створки в носовой или хвостовой части фюзеляжа, отклоняемая вверх или вбок носовая часть фюзеляжа, отклоняемая или вовсе отделяемая хвостовая часть фюзеляжа (Рис. 3).

В 1942 году транспортные планеры Go.242 и Me.321 были оснащены поршневыми моторами, став *первыми в мире серийными транспортными самолетами* – Go.244 [4] и Me.323 (Рис. 4) [2].



Рис. 4 Me.323

Самолет Me.323 с взлетной массой 45 т обладал конструктивными особенностями *тяжелых транспортных самолетов (ТТС)*: грузовая рампа для подъема самоходной техники, носовая часть фюзеляжа с большими створками, кабина пилотов, размещенная над грузовым отсеком, дополнительная грузовая

палуба. В сентябре 1942 г. на самолете Me.323 выполнена, *первая* транспортировка *негабаритных авиационных грузов* – 12 фюзеляжей для опытной партии самолётов He.219 из польского г. Мелец на аэродром Швехат возле Вены [4]. Таким образом, Me.323 стал первым широко применяемым тяжелым транспортным самолетом, оборудованным *грузовой рампой*.

К концу Второй мировой войны определились *основные признаки*, характерные для транспортных самолетов как отдельного класса летательных аппаратов (ЛА):

- грузовая кабина (ГК) значительных размеров, середина которой расположена вблизи центра тяжести самолета. Размеры ГК определяют размеры фюзеляжа;

- грузовой пол, обладающий значительной прочностью, позволяющий размещать колесную или гусеничную технику и другие грузы, дающие сосредоточенную нагрузку на пол, который оснащается силовыми узлами для швартовки грузов;

- грузовой люк большого размера (сравнимый с максимальным поперечным сечением грузовой кабины), открывающий доступ к заднему или переднему торцу грузовой кабины;

- грузовая рампа, позволяющая колесной или гусеничной технике загружаться в грузовую кабину своим ходом. Для этого наклон рампы обычно составляет 8...12°.

Развитие транспортных самолетов после второй мировой войны

К 1943 году возникла проблема в переброске большого количества грузов и войск на значительные расстояния, особенно в армии США. Решением стало создание *грузовых самолетов (ГС)* на базе *пассажирских* самолетов. Среди них

следует отметить С-54 (1942 г., более 1100 шт.) [2], С-69/121 (1943 г., 22/332 шт.) [2]. Главным отличием от базового самолета, как и в 30-е годы, были усиленный пол и грузовая дверь увеличенных размеров, расположенная сбоку.

Транспортные самолеты 1950-х гг. строились на базе пассажирских самолетов, реже – бомбардировщиков (С-97, 1947 г., 888 шт. в различных вариантах) [2]. Они обладали ограниченными возможностями по десантированию грузов. Иногда в качестве ТС выступал специально спроектированный самолет, например С-124 (1949 г., 448 шт.) [2]. Обладая большим грузовым люком, рампой для закатки техники, и люком для десантирования груза в полете, этот самолет был выполнен по схеме *низкоплана*.

Создание самолетов Ан-12 (1957, 1248 шт.) [2] и С-130 (1954, более 2300 шт.) [2, 4], изображенных на Рис. 5, стало одним из важнейших этапов послевоенного развития ТС. Во-первых, эти машины изначально проектировались как ТС под конкретные технические требования и должны были обеспечить небывалую до их появления мобильность войсковых подразделений. Во-вторых, обладая всеми характерными чертами именно транспортных самолетов, они задали своего рода стандарт данного класса крылатых машин. В-третьих, серии этих летательных аппаратов были уникальными для ТС и исчислялись тысячами штук, что даже для пассажирского самолета подобной размерности является неплохим результатом. Следует отметить, что Ан-12 изначально проектировался совместно с пассажирским вариантом Ан-10 с максимальной унификацией узлов и агрегатов [4], а на базе самолета С-130 создана модификация L-100 для гражданских авиакомпаний.



Рис. 5. С-130 (слева) и Ан-12 (справа)

Следующим этапом развития транспортных самолетов можно считать создание в СССР первого в мире *тяжелого транспортного самолета (ТТС) Ан-22*, максимальной грузоподъемностью 80 т (Рис. 6) [4]. Всего было построено 68 машин, однако Ан-22 оказал существенное влияние на развитие тяжелой транспортной авиации. Во-первых, был сделан огромный научно-технический задел в сфере широкого применения в конструкции титановых сплавов, крупногабаритных панелей и т.д. Во-вторых, Ан-22 обеспечил решение ряда транспортных задач гражданской хозяйственной деятельности, которые ранее решить было нельзя, таких как доставка крупногабаритного оборудования для освоения нефтяных месторождений Сибири [5].



Рис. 6. Ан-22

Третьим знаковым этапом послевоенного развития ТС можно считать создание *сверхтяжелых* транспортных самолетов С-5 и Ан-124 (см. Рис. 7). Эти самолеты эксплуатируются как в варианте ВТС в вооруженных силах США и России, так и в гражданском варианте (Ан-124-100) в таких компаниях, как ГрК «Волга-Днепр» и «Авиалинии Антонова», и на настоящий момент являются одними из самых больших самолетов в мире. Создание летательных аппаратов таких размеров и грузоподъемности требует разработки прорывных решений во всех сопутствующих научных областях: аэродинамике, материаловедении, технологии производства, системах управления и т.п. Так на Ан-124 впервые в мировой практике для самолета подобного класса было получено максимальное аэродинамическое качество $K \approx 18$ [6, 7], применены сверхдлинномерные цельнометаллические панели крыла протяженностью 30 м, автоматическая система обеспечения устойчивости в полете и многое другое.



Рис. 7. С-5А (слева) и Ан-124 (справа)

Можно проследить некоторые тенденции в изменении характеристик ТС во времени (на диаграммах представлены самолеты Ar.232, Me.323, Ан-12, С-130, Ан-22, Ил-76, С-141, С-17, А400М, С-5, Ан-124, Ан-70, КС-390, С-27J, Ан-178, ВАе-146, С-1, С-160, С-295, Ан-72, С-2, Ан-26, С-133, С-124, Short Belfast).

На Рис. 8 приведены данные по максимальной взлетной массе (МВМ) некоторых ТС. Подписями обозначены самолеты, характеризующие этапы развития ТС. Видна четкая тенденция к увеличению МВМ по этапам развития от Me.323 к Ан-124 (примерно в 9 раз). После 1990-х годов заметен переход к менее грузоподъемным самолетам. Это связано с тем, что сверхтяжелых самолетов к тому времени было построено достаточное количество, особенно в США.

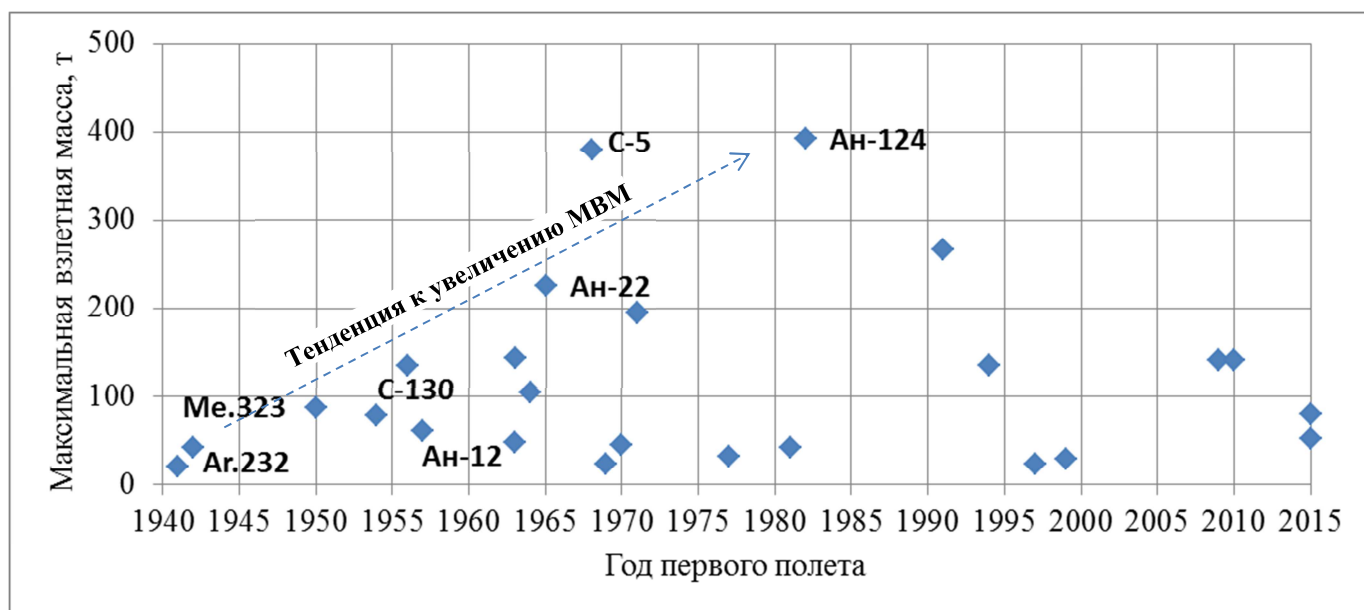


Рис. 8 Максимальная взлетная масса ТС в зависимости от года первого полета

Крейсерская скорость полета транспортных самолетов также возрастала (см. Рис. 9), но к настоящему моменту вышла к определенному пределу около 800 км/ч, характерную для максимального значения аэродинамической дальности $K \cdot V$ для большинства ТС.

Переход к бóльшим скоростям полета всегда сопровождается увеличением относительной массы конструкции, вызванным бóльшими аэродинамическими нагрузками. Несмотря на это, массовая отдача ТС по этапам развития возрастала в период с 40-х по 60-е годы прошлого века. Это связано с переходом от поршневых двигателей к реактивным. На данном этапе развития среднее значение массовой

отдачи незначительно увеличивается, что можно объяснить переходом на новые материалы, прогрессом в технологии проектирования и производства авиационных конструкций, но в целом этот параметр не превосходит $\approx 55\text{...}57\%$ (см. Рис. 10).

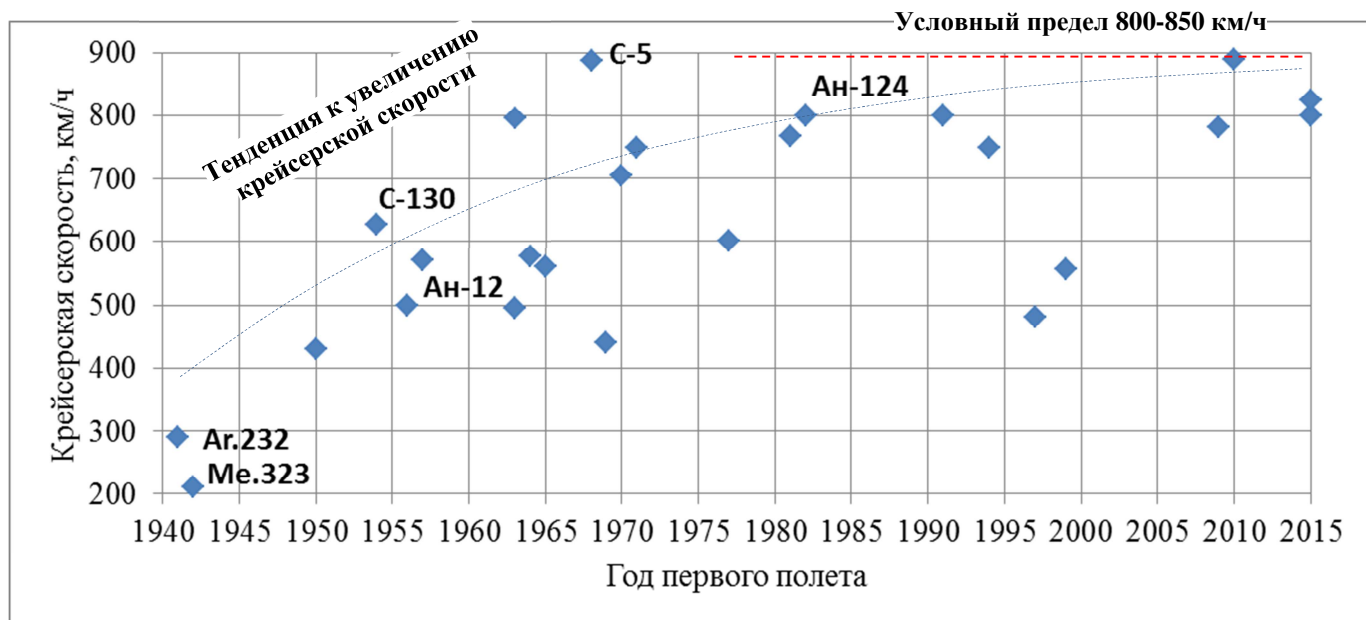


Рис. 9 Крейсерская скорость полета ТС в зависимости от года первого полета

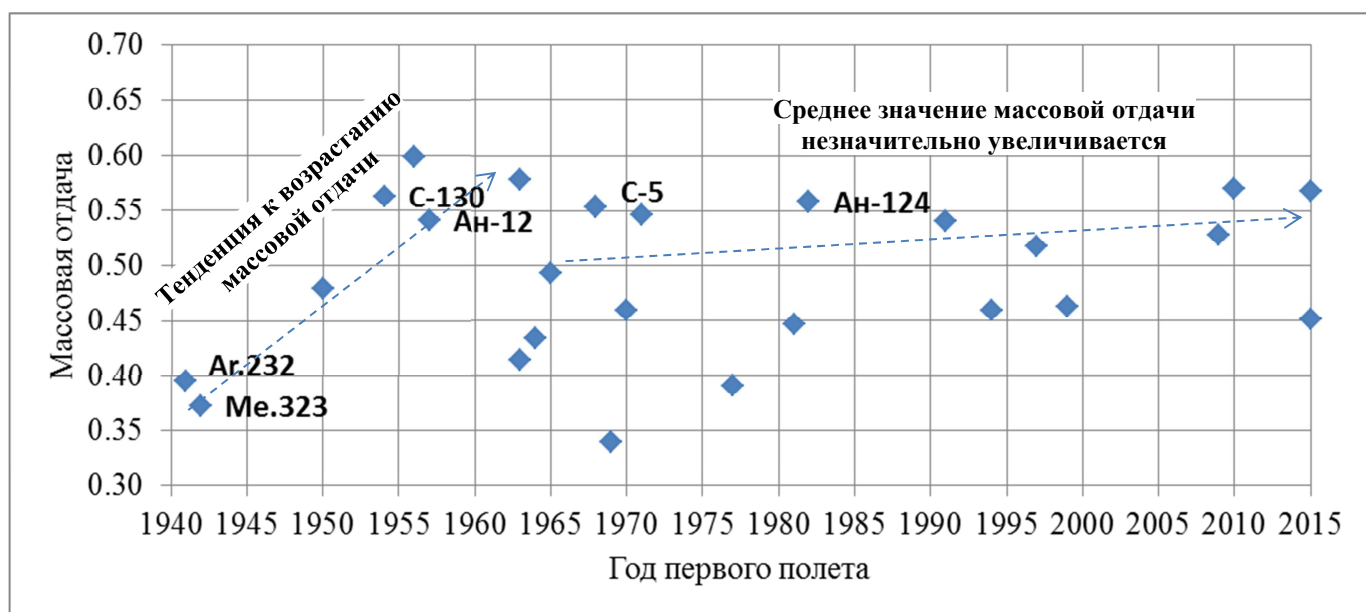


Рис. 10 Массовая отдача ТС в зависимости от года первого полета

Площадь поперечного сечения (см. Рис. 11) грузовой кабины возрастала, что говорит о возраставших в период с 1940 по 1990 гг. габаритах грузов. В данный

момент потребность в перевозке крупногабаритных грузов покрывается существующими сверхтяжелыми ТС.

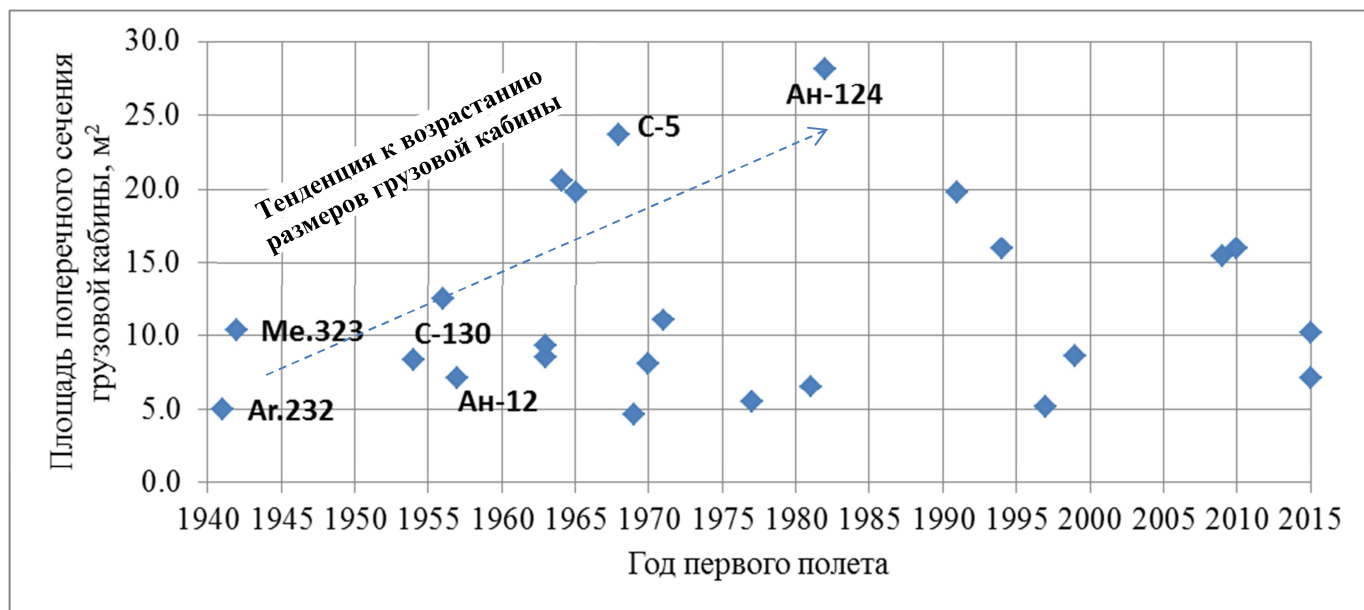


Рис. 11 Площадь поперечного сечения грузовой кабины ТС в зависимости от года первого полета

Вместе с развитием пассажирской авиации все большее распространение после Второй мировой войны стали получать грузовые самолеты (ГС) для перевозки т.н. *генеральных грузов*, - грузов, размещаемых на *стандартизованных* поддонах (паллетах) и в контейнерах. Эти самолеты, выполняемые на базе практически всех типов пассажирских самолетов, хорошо приспособлены к интенсивной эксплуатации с аэродромов с развитой инфраструктурой, позволяют сочетать хорошие летно-технические характеристики (ЛТХ) с низкими эксплуатационными расходами (ЭР). Отдельно стоит упомянуть Boeing 747, при проектировании которого изначально учитывалось *не только пассажирское, но и транспортное назначение машины*.

В практике авиастроения существует также направление по созданию *специальных транспортных самолетов (СТС)* для перевозки негабаритных грузов, в

основном аэрокосмической промышленности. Первыми представителями самолетов этого класса можно считать Aero Spacelines B-377 Guppy (1962 г., 7 шт.) [4] и Conroy Aircraft CL-44-O Skymonster (Guppy CL44, 1969 г., 1 шт.) [2].

Они обладали грузовым люком, равным сечению грузовой кабины, а также большим грузовым отсеком. Но в силу отсутствия грузовой рампы, эти самолеты требовали наличия сложных наземных погрузочно-разгрузочных комплексов в аэропортах применения. Современными представителями транспортных самолетов для перевозки негабаритных грузов стали A300-600ST Beluga (1994 г., 5 шт.) [2, 4] и Boeing 747 LCF Dreamlifter (2007 г., 4 шт.) [2].



Рис. 12. Загрузка фюзеляжа в самолет A300-600ST Beluga

Уникальные негабаритные грузы (УНГ) иногда перевозятся на внешней подвеске. Обычно для этого приспособливают существующие самолеты – например, Ан-22, ВМ-Т, Ан-225 и В-747 SCA (Рис. 13).



Рис. 13. Самолет ВМ-Т.

Заключение

Обзор, приведенный в настоящей статье, показывает, что существующие в мире транспортные самолеты необходимо классифицировать по назначению следующим образом:

военно-транспортный самолет (ВТС) – это транспортный самолет, спроектированный под специальные требования эксплуатации в ВС и перевозки военной техники. Такие самолеты имеют рампы и аппарели для подъема техники в грузовую кабину своим ходом, комплекс погрузочно-разгрузочного оборудования, усиленное шасси для посадки на грунт, развитую из условий короткого взлета и посадки механизацию крыла, 4 двигателя, комплекс специального радиоэлектронного оборудования и т.п.;

рамповый грузовой самолет (РГС) – это транспортный самолет, имеющий рампу для подъема техники своим ходом, а также комплекс погрузочно-разгрузочного оборудования. РГС предназначен для перевозки техники, уникальных и негабаритных грузов. Но такому самолету, в отличие от ВТС, не предъявляются требования по эксплуатации в вооруженных силах. Как правило, РГС представляют собой демилитаризованные ВТС;

грузовой самолет (ГС) – это транспортный самолет, предназначенный для перевозки генеральных грузов в стандартных контейнерах и на поддонах (паллетах) и обычно унифицированный по конструкции с пассажирским. В зарубежной литературе такие самолеты называют *freighter* (фрайтер, грузовик). Они обладают

хорошими экономическими показателями, сравнимыми с ПС, а также могут перевозить большую номенклатуру грузов;

специальный транспортный самолет (СТС) – это самолет, спроектированный специально под конкретную транспортную задачу, такую как перевозка ракеты-носителя на внешней подвеске, фюзеляжа или крыла строящегося самолета. Как правило, такой самолет переделывается из серийного ПС или ТС и выпускается в количестве нескольких штук. При этом экономические характеристики подобного самолета отходят на второй план.

Каждая из этих категорий формировалась как ответ на определенные потребности военного или гражданского секторов экономики, а также формировала и стимулировала производство, обеспечивая решение целого ряда уникальных транспортных задач.

Развитие ТС можно проследить по следующим летательным аппаратам, характеризующим каждый из этапов:

Ar.232 – первый ТС, созданный под специальные военно-транспортные задачи;

Me.323 – первый серийный ТС;

C-130 и Ан-12 – первые массовые ТС;

Ан-22 – первый тяжелый ТС

C-5 и Ан-124 – первые сверхтяжелые ТС.

Приведенные в настоящей статье зависимости показывают, что перспективный транспортный самолет (ПТС), скорее всего, не будет иметь сечение грузовой кабины площадью больше 27...30 м². Массовая отдача ПТС для успешной конкуренции с существующими ТС будет составлять не менее 60%. Предпосылок

для роста крейсерской скорости полета ПТС не наблюдается, и скорее всего она останется на уровне ≈ 800 км/ч для ПТС с ТРДД. При этом ПТС в коммерческом исполнении, скорее всего, будет иметь два ТРДД большой степени двухконтурности $m \approx 10$. Взлетная тяга существующих на данный момент двигателей позволяют создать транспортный самолет взлетной массой около 280...300 т. (вплоть до 350т.).

Библиографический список

1. Кузьмин Ю.В., Легенды и мифы авиации. Из истории отечественной и мировой авиации. - М: Фонд "Русские витязи", 2015.-280с.
2. Сайт электронной энциклопедии Wikipedia. URL: <http://www.wikipedia.org>
3. Борисов Ю. Жертва красного карандаша. О немецких "транспортниках" Ar-232. Крылья Родины, 2002 г., №2, С. 20-23.
4. Сайт большой авиационной энциклопедии Уголок неба. URL: <http://www.airwar.ru>
5. Транспортный самолет сегодня и завтра. Антонов О., Толмачев В. Авиация и космонавтика. 1966. №8. С.18-25
6. Бехтир В.П. Практическая аэродинамика самолета Ан-124-100. - Ульяновск: УВАУ ГА, 2005. - 207 с.
7. Шаров В.Д. Сравнительная оценка безопасности посадки самолета Ан-124-100 в двух посадочных конфигурациях // Труды МАИ. 2012. №58: URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=33287>.