

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ СХЕМ ФЮЗЕЛЯЖА У ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ САМОЛЕТОВ

Калинина И.С., Коновалов С.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Ключевые слова: фюзеляж, форма поперечного сечения, плотность компоновки, полезный объем, конструктивно-силовая схема, аэродинамическая подъемная сила.

Аннотация. Рассматриваются достоинства и недостатки форм поперечного сечения фюзеляжа грузовых и пассажирских самолетов. Излагается исследование нетрадиционных схем фюзеляжа. Отмечаются особенности аэродинамики и конструктивно-силовой схемы самолетов, форма поперечного сечения фюзеляжа которых отличается от круглой, влияющие на его вместимость и габаритные размеры при стоянке на перроне или месте хранения.

PROSPECTS OF APPLICATION OF NON-TRADITIONAL FUSELAGE SCHEMES IN PASSENGER AND CARGO AIRCRAFT

Kalinina I.S., Konovalov S.V.

Orenburg state university, Orenburg

Keywords: fuselage, shape of cross-section, density of arrangement, useful volume, structural force scheme, aerodynamic lifting force.

Abstract. Advantages and disadvantages of the fuselage forms of cargo and passenger planes are considered. The research of non-traditional fuselage schemes is presented. The peculiarities of aerodynamics and structural and power scheme of aircrafts, the shape of the fuselage cross-section differs from the round one, influencing its capacity and overall dimensions at the parking on the platform or storage place, are noted.

Введение

Фюзеляж – корпус воздушного судна (ВС), связывает между собой крылья, оперение и иногда шасси. Именно фюзеляж является местом размещения целевой нагрузки (пассажиры и грузы).

На сегодняшний день большинство самолетов имеет фюзеляж с круглой формой поперечного сечения, но при применении такой формы, неэффективно используется площадь с боков и снизу фюзеляжа, что ведет к увеличению его миделя и поверхности.

Поэтому в данной работе рассматриваются конструкции фюзеляжа нетрадиционных форм поперечного сечения одинакового уровня комфорта (полезного объема), которые могут оказаться легче за счет большей плотности компоновки и меньших размеров.

Существует Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы», целью которой является создание конкурентоспособной авиационной техники отечественного производства для удовлетворения потребностей внутрироссийских перевозок с увеличением объема валовой добавленной стоимости в отрасли авиастроения в 3,5 раза по отношению к 2013 году. В связи с этим, исследование перспектив применения самолетов с фюзеляжем сечения отличного от формы правильного круга является одним из путей по реализации данной программы.

Классификация

В зависимости от значения диаметра фюзеляжа (эквивалентного диаметра) современные магистральные ВС осесимметричного сечения условно будем делить на узкофюзеляжные (до четырех метров в диаметре, типа Airbus A320, Boeing 737, Boeing 757, MC-21, Ту-154) и широкофюзеляжные (более четырех метров в диаметре. Двухпалубные – Boeing 747, Airbus A380; однопалубные Boeing 777, Ил-86).



Рис. 1. Классификация магистральных ВС

Анализ поперечных сечений фюзеляжа

Размеры фюзеляжа пассажирского самолета определяются заданным числом пассажиров при стандартном размещении кресел и потребным объемом грузовых помещений. Для того, чтобы выбрать

оптимальные параметры фюзеляжа, необходимо учесть назначение воздушного судна (пассажиро– или грузоперевозки) [1].



Рис. 2. Наиболее распространенные формы поперечного сечения фюзеляжа

Для транспортировки крупногабаритных грузов удобно выполнять прямоугольное сечение миделя фюзеляжа с закругленными углами, но такие схемы не нашли широкого применения из-за следующих недостатков:

- большой вес герметичного фюзеляжа, поскольку плоские панели, нагруженные избыточным давлением, имеют значительный вес;
- плохая аэродинамика из-за значительного периметра и, следовательно, большой площади смачиваемой поверхности [3].

Для пассажирских самолетов предпочтительно используют круглую форму поперечного сечения фюзеляжа, что повышает работоспособность конструкции на восприятие избыточного давления в гермокабине [2].

Региональные и средние самолеты имеют большую целевую нагрузку и овальное поперечное сечение, у которого высота больше, чем ширина. При этом нижняя часть сечения используется для размещения багажных отсеков для контейнеров, а верхняя часть – для ручного багажа над креслами. Возможна схема овального сечения с шириной больше высоты [1, 4]. Такая форма дает возможность увеличить количество рядов сидений в салоне, тем самым увеличив количество посадочных мест. Также овальный фюзеляж будет являться лучшим в аэродинамическом отношении, так как обеспечит минимальную при заданных габаритах площадь поверхности.

Исследование нетрадиционных схем фюзеляжа

Boeing 747 – первый в мире двухпалубный самолет. Часть его фюзеляжа имеет сечение эллипсовидной формы с высотой больше ширины. Такая форма поперечного сечения дает возможность создать вторую палубу, увеличив пассажировместимость.

Airbus A380, двухпалубный по всей длине авиалайнер, способный вместить от 500 до 800 пассажиров на борту. Применение поперечного сечения, представляющее собой овал с высотой большей ширины, позволяет наиболее эффективно использовать внутрифюзеляжное пространство. Такая форма поперечного сечения позволяет создание второй палубы, что дает возможность увеличить число посадочных мест, при соблюдении норм комфорта для пассажиров.

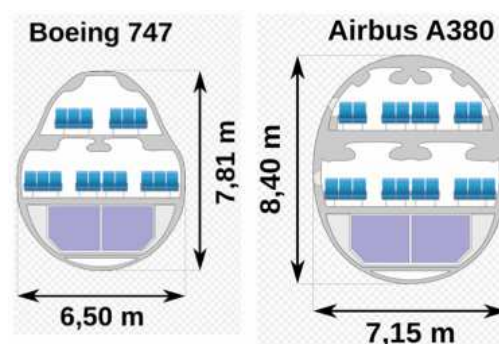


Рис. 3. Поперечные сечения Boeing 747 и Airbus A380

Одним из новых проектов конкурентоспособных образцов авиационной техники является «Фрегат Экоджет», разрабатываемый ОАО ФПГ «Росавиаконсорциум».



Рис. 4. Фрегат Экоджет

Разработчики данного проекта используют эллиптическое сечение фюзеляжа для увеличения пассажировместимости путем увеличения числа кресел в ряду. При этом используются свойства фюзеляжа создавать аэродинамическую подъёмную силу. Подобная схема позволяет на 30-40% уменьшить взлётную массу самолёта при одинаковой пассажировместимости, по сравнению с конкурентами.

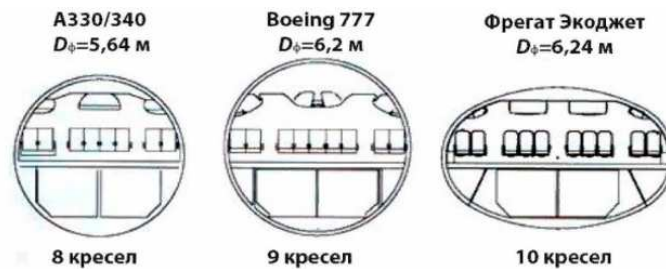


Рис. 5. Сравнение компоновки салона Фрегат Экоджет и конкурентов

Габариты мест стоянки самолетов на перроне и мест стоянки хранения самолетов являются ограничением для проектировщиков ЛА. Поиск оптимального сечения фюзеляжа с точки зрения компоновки проводился в направлении обеспечения минимальных габаритов самолёта на стоянке при условии размещения в фюзеляже 300 – 350 пассажиров в трёх салонах с тремя главными проходами шириной не менее 500 мм с шагом кресел не менее 810 мм.

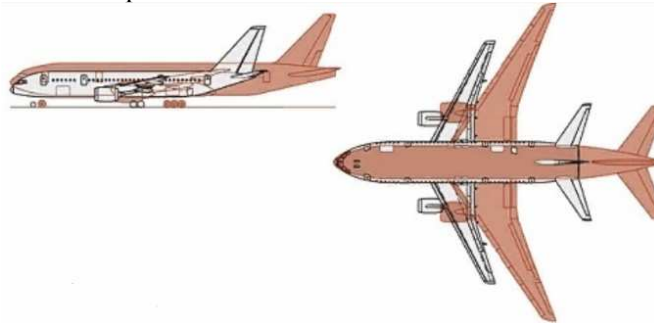


Рис. 6. Сравнение габаритных размеров Фрегат Экоджет и Airbus A300

Основная идея конструктивно-силовой схемы фюзеляжа самолёта Фрегат Экоджет заключается в использовании для восприятия нагрузок от давления пола пассажирской кабины, пола грузовой кабины и введении дополнительного элемента – потолочной балки.[4]

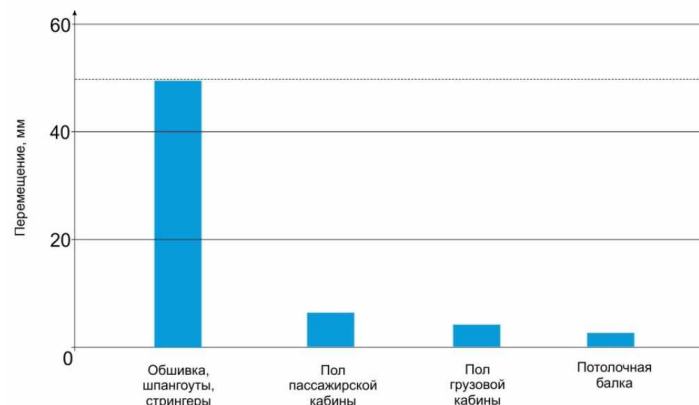


Рис. 7. Диаграмма снижения перемещений от изгиба конструкции при последовательном введении дополнительных силовых элементов

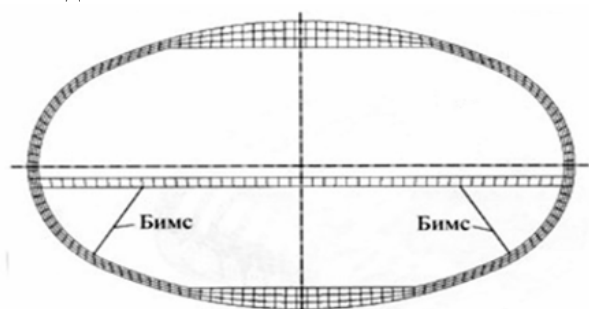


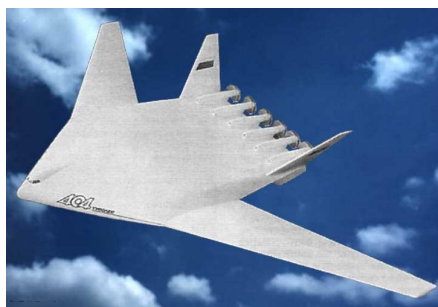
Рис. 8. Конструктивно – силовая схема фюзеляжа Фрегат Экоджет

При исследованиях конструктивно – силовая схема фюзеляжа, из-за эллиптической формы поперечного сечения, моделировалась с использованием конечно – элементного программного комплекса MSC/NASTRAN. Конечно-элементная модель подробно отражает всю конструкцию, включая регулярные шпангоуты, расположенные с шагом 810 мм [4].

На сегодняшний день американская и европейская компании ограничили выпуск широкофюзеляжных Boeing 747 и Airbus A380 до минимума, так как растет влияние узкофюзеляжных машин с вместимостью размеров моделей Boeing 757–767, но без слишком большой дальности полета. На конференции ISTAT Americas в Сан-Диего несколько арендодателей и американских авиакомпаний обсуждали предложения семейства небольших широкофюзеляжных самолетов на 225–260 пассажирских мест с двойным классом и дальностью полета около 9000 км. [5]. Снижение выпуска широкофюзеляжных самолетов связано со сложностями базирования в аэропортах, проведением техобслуживания, а также с совершенствованием узкофюзеляжных самолетов. Airbus A321neoLR и Boeing 737 MAX способны совершать перелеты на 7200 км. Несмотря на это, в Китае, Азии и ОАЭ есть спрос на крупные широкофюзеляжные самолеты из-за большого пассажиропотока. Крупные авиакомпании этих стран получают прибыль даже от рейсов на малые расстояния крупных лайнеров. Прибыльность рынка узкофюзеляжных самолётов здесь ставится под сомнение. Российская компания ОАО ФПГ «Росавиаконсорциум», пытаясь найти средний вариант, работает над проектом Фрегата, который имеет вместимость широкофюзеляжных лайнеров, но габариты узкофюзеляжных, способный преодолевать 3200 км. На данный момент Фрегат Экоджет находится на стадии проектирования.

С 1991 года в ОКБ им. А.Н. Туполева велись научно-исследовательские работы по созданию ВС сверхбольшой пассажировместимости. Проект Ту-404, выполненный по схеме «летающее крыло», рассчитывался на перевозку 1200 пассажиров на дальность 12000 – 13000 км. Однако работы по проекту Ту-404 не вышли из стадии начального проектирования [1].

Однако идея создания пассажирского «летающего крыла» до сих пор используется при разработке перспективных ВС для магистральных авиаперевозок. Компания Boeing имеет в разработке новый проект Boeing 797. Компания прогнозирует увеличение подъемной силы на 50% с общим снижением веса на 25 %, что делает это ВС на 33 % более эффективным, по сравнению с главным конкурентом - Airbus A380.



Ту-404



Boeing 797, выполненный по схеме «летающее крыло»

Рис. 9. Ту-404 и Boeing 797

Глядя на ситуацию рынка широкофюзеляжных самолетов с большой пассажировместимостью, можно сказать, что Ту-404 и Boeing 797 не будут пользоваться высоким спросом, в результате чего в ближайшее время появления пассажирских самолетов, выполненных по схеме «летающее крыло» не стоит ожидать.

Выводы

Согласно статистике, приведенной компанией Airbus, в ближайшие 20 лет пассажирские перевозки в России и СНГ будут расти с темпом 4,1% в год.

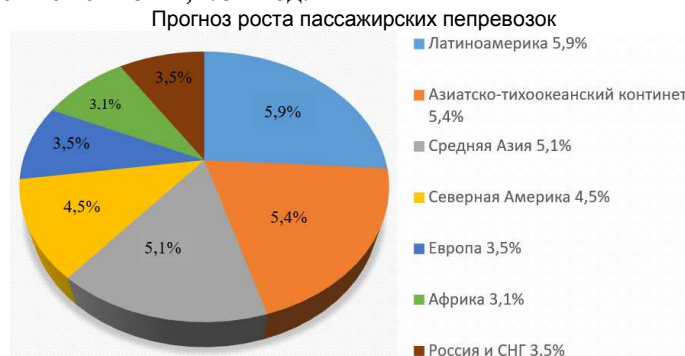


Рис. 10. Рост пассажироперевозок в ближайшие 20 лет

Проблему увеличенного пассажиропотока возможно решить не только организационными методами, но и с помощью проектных, конструкторских решений. Например, используя нетрадиционные схемы фюзеляжа (двухпалубные, эллипсоиды, также схемы «летающее крыло»). Поэтому данная тема является перспективной и актуальной на сегодняшний день.

Список литературы

1. Быкова И.С. Автоматизированное проектирование фюзеляжа магистрального воздушного судна / И.С. Быкова, А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2. – С. 3484-3487.
2. Шейнин В.М., Козловский В.И. Проблемы проектирования пассажирских самолетов. М.: Изд-во Машиностроение, 1972.
3. Арутюнов А.Г., Дыдышко Д.В., Ендогур А.И., Кузнецов К.В., Толмачев В.И. Перспективы развития транспортных самолетов // Труды МАИ. 2016. № 90.
4. Бирюк В.И., Климов А.В., Навоев А.А., Черноусов В.И. Конструктивно-силовая компоновка самолета с поперечным сечением фюзеляжа в виде эллипса // Полет. 2011. № 9. С. 102-108.
5. URL: <http://www.frigate-ecojet.ru/ru/news/29>

Сведения об авторах:

Калинина Ирина Сергеевна – к.т.н., доцент кафедры летательных аппаратов, ОГУ, г. Оренбург;

Коновалов Степан Владимирович – студент направления «Авиастроение», ОГУ, г. Оренбург.

УДК 65.011.56 , 004.021

<https://doi.org/10.26160/2541-9579-2019-5-15-17>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РАСКРОЮ ЛИСТОВ МЕТАЛЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМПЛЕКС МЕТОДА

Зубчук И.И.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь

Ключевые слова: система, оператор, оптимизация производства, раскрой металла, симплекс метод.

Аннотация. В статье показан алгоритм для решения задачи оптимального раскроя, которая состоит в том, чтобы выполнить план по количеству готовых деталей, выбрав один или несколько способов раскроя материала используя симплекс метод.

DESIGNING THE SYSTEM FOR OPTIMAL CUTTING OF METAL SHEETS USING SIMPLEX METHOD

Zubchuk I.I.

Tver State Technical University, Tver

Keywords: system, operator, optimization of production, metal cutting, simplex method.

Abstract. The article shows the algorithm for solving the problem of optimal cutting, which consists in fulfilling the plan by the number of finished parts, choosing one or several methods of cutting the material using the simplex method.

Технологическая подготовка производства при смене вида продукции представляет из себя последовательность выполнения производственного процесса нового изделия наиболее рациональным способом. Основной задачей такой подготовки производства является обеспечение выпуска необходимого количества изготавливаемой продукции и создание условий для соблюдения принципов рациональной организации производственных процессов, улучшения использования материалов и энергоресурсов, роста производительности, снижения расходов. Что являет собой актуальность разработки программного обеспечения, позволяющего оптимизировать программу производства.

Оптимизация раскроя с помощью электронно-вычислительной машины позволяет за короткий промежуток времени рассмотреть множество вариантов раскроя и выбрать наиболее эффективный из них.

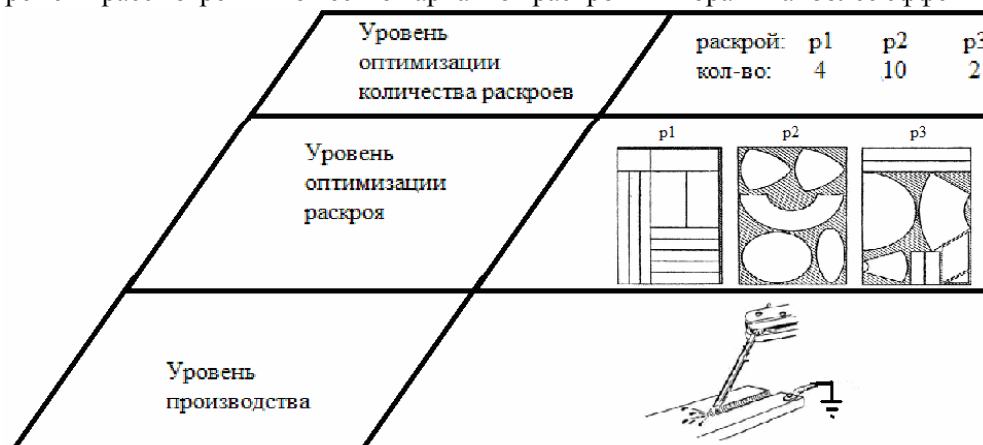


Рис. 1. Схема пирамиды производства