

ДИРИЖАБЛЬ ОБЫКНОВЕННЫЙ

Александр Аркадьевич Гомберг
3D-графика Наталии Устиновой



"Дирижабль" в переводе с французского означает "управляемый". Имеется в виду, что это – управляемый воздушный шар. В начале XX века на дирижабли, как на вид транспорта, возлагались большие надежды. Предполагалось, что они станут скоростным пассажирским трансконтинентальным транспортным средством будущего. И к тому все вроде и шло. Граф Цеппелин строил огромные дирижабли своего имени. Понятия "цеппелин" и "дирижабль" даже стали синонимами. Воздушных гигантов использовали в военных целях: в качестве стратегических бомбардировщиков и авианосцев (если применить к ним понятия сегодняшнего дня). Увы, серия аварий и катастроф в Старом и Новом свете произвела шокирующее действие на общественное мнение в 30-е годы прошлого века. Проблемы были вполне объективными, связанными в первую очередь с использованием водорода в качестве несущего газа. Впрочем, беда была не только с газом: американские воздушные гиганты "Акрон" и "Мэкон" наполнялись инертным гелием. Их незавидная судьба была связана больше с конструкционными особенностями. С развитием авиации казалось, что воздухоплавательные "Титаники" навсегда ушли в прошлое. Воздухоплавание оставалось только в виде привязных аэростатов, да свободных воздушных шаров-зондов и тепловых аэростатов. Но дирижабль – единственный тип летательного аппарата, который способен надолго зависнуть в воздухе с выключенным мотором, а после включить его и продолжить полет.

Впрочем, судьба оказалась не столь зла к "управляемым". Их способность долго барражировать в заданной зоне на высотах до 2000 м послужила в пятидесятые годы XX века поводом для возвращения интереса к дирижаблям. Ряд военных задач: дальнейшее радиолокационное обнаружение, мониторинг земной и водной поверхности, ретрансляция радиосигнала с их помощью решались легко. Серийно строились в течение тридцати лет и успешно эксплуатировались американские "Скайшипы". Им нашлись и другие применения: для туристических полетов, аэрофотосъемки и в качестве носителей рекламы.

Как ни трудно расставаться с иллюзиями, но если мы хотим реально эксплуатировать дирижабли, следует трезво оценить сложившуюся ситуацию и возможности аэростатических аппаратов. Только тогда мы сможем найти те условия, при которых производство и эксплуатация аэростатических воздушных судов будет полезной и рентабельной для всех участников процесса.

Учитывая все особенности воздухоплавательной техники, можно утверждать, что, несмотря на специфичность дирижаблей, определенные ниши для них существуют и перспективы относительно широкого использования вполне оптимистичны.

Основная "головная боль" дирижаблестроителей, прежде всего, обусловлена большими (подчас – огромными) размерами этих летательных аппаратов, а значит – значительной их парусностью. При этом, в отличие от парусных судов, дирижабли – аппараты односредные. У них "напору ветра в паруса" не противопоставит сопротивление воды. Полет дирижабля происходит со скоростью не более 100 км/ч, что сравнимо со скоростью ветра, который дует не всегда в нужном направлении, и надежды на его преодоление опираются только на силу тяги двигательной установки. Размерами аппарата определяются и сложности в наземном обслуживании. Дирижаблям требуются огромные эллинги; непростыми в исполнении оказываются операции причаливания и маневрирования на земле.

Технические проблемы связаны прежде всего с материалом оболочки дирижабля (замечу, что в рассмотрение будем принимать только мягкие и полужесткие схемы, реальных перспектив у дирижаблей жесткой схемы не просматривается). Он должен обладать высокой прочностью, газонепроницаемостью, длительной стойкостью к воздействию атмосферы и солнечных лучей, технологичностью, термостойкостью и др.

Потребителя всегда интересует цена вопроса: сколько стоят сам летательный аппарат, наземный комплекс технического обслуживания, каковы эксплуатационные расходы и степень эксплуатационных рисков. Прежде всего надо оставить надежды, рожденные не слишком обоснованным оптимизмом некоторых популяризаторов дирижаблей, сплошь и рядом встречающимся как в художественной литературе, так и в некоторых научных статьях. Итак, первое: и сам дирижабль дешевым не бывает, и его эксплуатация тоже стоит немалых денег. Второе: надежность и безопасность не являются естественным свойством дирижаблей, а зависят от глубины и качества проработки конкретной конструкции, комплекса специальных мероприятий и систем спасения. Так, например, до сих пор для дирижаблей нет технических решений, исключающих возможность обледенения. И, наконец, если

вы хотите быстро и вовремя попасть из пункта "А" в пункт "В", то лучше... воспользоваться традиционным транспортом. Понятия о том, что такое "быстро" за сто без малого лет несколько изменились. И еще: как это ни печально, но возить большие грузы на большие расстояния – традиционная вроде бы "дирижабельная" служба – это как раз наиболее сложная задача для дирижабля. Такие перевозки реальны только там, где другие транспортные средства неприменимы по каким-либо причинам.

Так что же все-таки остается дирижаблям? Есть ли у аэростатических летательных аппаратов реальные выигрышные особенности? Несомненно, да. В первую очередь, это – возможность длительного на-



хождения над заданной зоной Земли при относительно небольшой полезной нагрузке, что и используется в существующих аппаратах. Затем, это возможность длительных перелетов над "ненаселенной", это еще и хорошая плавность хода, это - большое обитаемое пространство и несомненная рекламная привлекательность.

Полагаю, стоит обратить внимание на следующие направления применения и, соответственно, на типы дирижаблей:

- дирижабль "обыкновенный" - уже хорошо изученный аппарат, изготавливаемый из реально существующих материалов, с известными аэродинамическими свойствами, более-менее универсального назначения;

- стратосферный беспилотный дирижабль с относительно длительным пребыванием на высотах 20...30 км над заданной точкой или движущийся по определенному маршруту: "высотная платформа" для различного вида оборудования, частично выполняющий работу спутника;

- грузовой дирижабль для перевозки уникальных тяжелых и крупногабаритных грузов на относительно небольшие расстояния.

Так как два последних направления пока не представлены сколько-нибудь приемлемыми проектами и содержат ряд еще неразрешенных технических проблем, оставим их для более глубоких теоретических исследований и экспериментов и займемся "обыкновенным" дирижаблем.

Прежде, чем рассматривать наш проект, попробуем сформулировать те задачи, которые надо решить, учитывая недостатки реальных летающих сегодня аппаратов. А недостатки следующие:

- небольшая дальность. Ни один из дирижаблей сегодня не "вылетает" дальше 1000 км, то есть уступает даже вертолету. Дирижабль, пригодный для эксплуатации, должен иметь дальность не меньше 3000 км;

- невысокая скорость. Ни один из известных дирижаблей не способен развить больше 90 км/ч, что может быть достаточно, собственно, для обычной эксплуатации, но крайне мало для полета и посадки в сильный ветер. То есть скорость для дирижабля - это еще и вопрос безопасности! Кроме того, для пассажирских туристических полетов крейсерская скорость нужна все-таки не менее 100 км/ч (иначе на автомобиле можно будет добраться из "пункта А в пункт Б" быстрее), а максимальная - 120 км/ч;

- весьма невысокие надежность и безопасность в нештатных ситуациях, в том числе при значительных повреждениях оболочки и выходе несущего газа.

Дирижабль представляет собой летательный аппарат (воздушное судно) и должен соответствовать всем нормам и требованиям, предусмотренным для данного типа летательных аппаратов. Известно, что в период наиболее широкого применения этого типа ЛА в первые три десятилетия XX века было зафиксировано большое число предпосылок к летным происшествиям, аварий и несколько катастроф, которые привели к практически полному исчезновению этих летательных аппаратов. В настоящее время в эксплуатации находятся 5-6 типов пилотируемых дирижаблей малого и среднего объема, мягкой и полужесткой конструкции, общим числом не более 20. И, тем не менее, в результате аварий было потеряно два дирижабля. Обе аварии произошли на земле во время стоянки. Причинами являются плохие метеоусловия, нарушения правил эксплуатации, недостаточная квалификация экипажей и технического персонала, недостатки конструкции самого дирижабля и наземного оборудования. Эти недостатки и не позволяют существующим сегодня воздухоплавательным аппаратам найти более широкое применение.

Полужесткая схема представляется наиболее перспективной, так как в отличие от мягкой схемы не полностью теряет возможность управляемого полета в случае повреждения оболочки и утечки гелия или отказа системы поддержания давления. В то же время жесткая схема дирижабля бо-

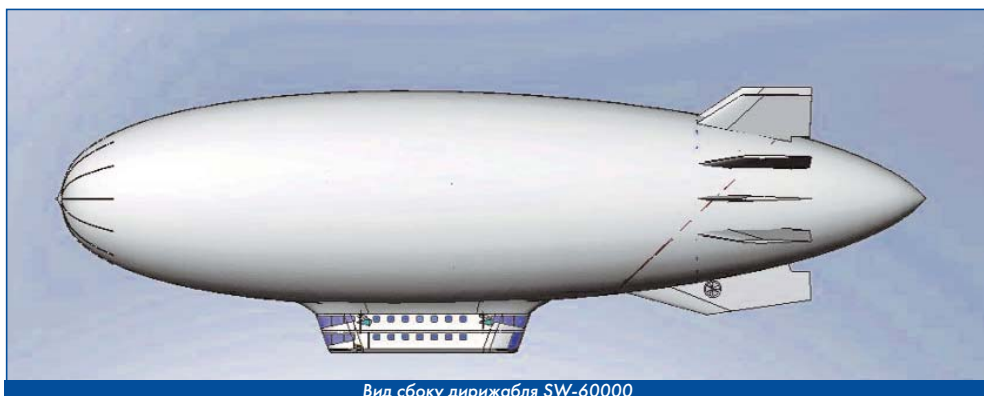
лее опасна при случайных локальных нагрузках на ферму, которые могут привести к потере устойчивости и разрушению всей конструкции. Не менее вредны для нее нагрузки от воздействия собственных элементов управления при слишком энергичном маневрировании с последующим обрывом силового троса, разрывом мешка с несущим газом и, вследствие этого - аварии (или, как на наполненном водородом "Гинденбурге", взрывом).

Таким образом, полужесткая схема является наиболее предпочтительной и с точки зрения надежности, живучести и безопасности, для данной формы и размера (объема).

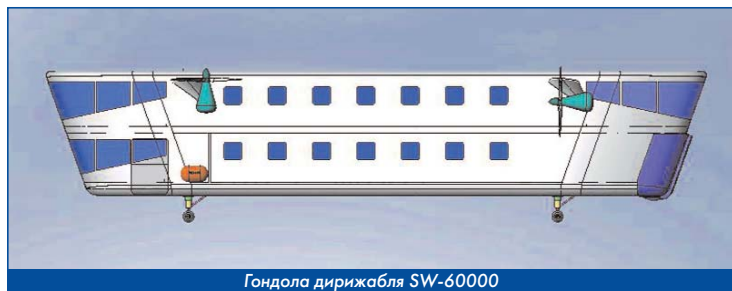
Автором предлагается пилотируемый дирижабль SW-60000 "Небесный странник", при разработке которого мы попробовали уйти от большей части перечисленных недостатков. Он предназначен для пассажирских и грузопассажирских перевозок, туристических и рекламных полетов, выполнения поисково-спасательных операций, аэрофотосъемки и других дистанционных методов зондирования земной поверхности, оценки состояния инженерных сооружений и коммуникаций. Аппарат вполне применим для контроля воздушной обстановки, а также в качестве временной платформы для ретрансляции радиосигналов, наблюдательного пункта и воздушного крана.

Дирижабль выполняется по полужесткой схеме с ограниченным перетяжением (то есть он в целом несколько тяжелее воздуха). Под внешней оболочкой находится воздух (это воздушный баллонет), а поделенная на секции гелиевая оболочка размещается внутри нее. Форма внешней оболочки классическая веретенообразная с многоплановым оперением. На поверхности передней и кормовой части внешней оболочки предусмотрены усиления. Между оболочками проходит нижняя продольная частично нагруженная силовая ферма. К ней на гибких связях подвешена двухэтажная гондола с размещенными в ней двигателями. Четыре поворотных воздушных винта изменяемого шага вынесены в стороны на пилонах. В гондоле кроме двигателей размещаются экипаж, пассажиры и грузы. Пространство между внешней и внутренней (гелиевой) оболочками заполняется воздухом из атмосферы, в который может подмешиваться горячий выхлопной газ от двигателей для противодействия обледенению и создания дополнительной подъемной силы при полетах с перетяжением. Баллонет снабжен электрическим нагнетателем и предохранительными и стравливающими клапанами. Каждая секция гелиевой оболочки также снабжена стравливающими клапанами.

Продольная ферма представляет собой две секционированные трубы из композиционных материалов, сужающиеся к носовой и кормовой частям дирижабля. Части фермы соединяются трубчатыми элементами. К ней прикреплены носовое и хвостовое усиление, а также пространственная поддерживающая ферма для крепления хвостового оперения. Ферма может надуваться воздухом для увеличения прочности и жесткости. Внутри фермы находятся топливные и балластные обогреваемые баки, разнесенные от центра тяжести так, чтобы перекачкой топлива и балласта можно было оптимальным образом управлять центровкой дирижабля на различных режимах полета. На нижнем вертикальном плане (киле) хвостового оперения имеется фенестрон для управления по курсу при малых скоростях полета и на режиме висения.

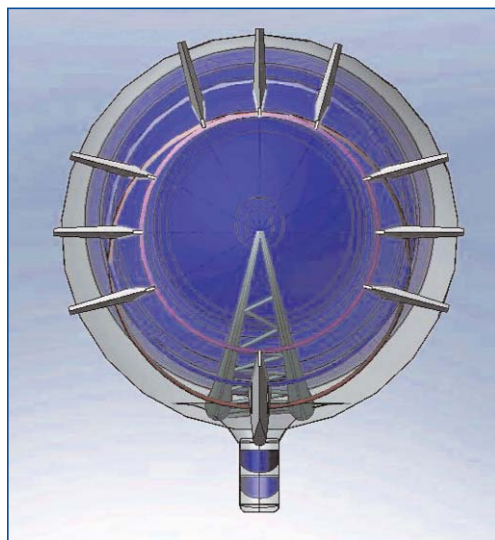


Вид сбоку дирижабля SW-60000



Гондола дирижабля SW-60000

Гондола представляет собой пространственную ферму из алюминиевых прямоугольных профилей с прикрепленными к ней легкими внешними панелями и внутренними перегородками. Передняя и кормовая части гондолы имеют одинаковые обводы, кабина экипажа расположена в носовом отсеке верхней палубы, остальное пространство используется для размещения пассажиров, грузов и вспомогательных систем аппарата. Гондола допускает быстрое переоборудование. Она может иметь множество различных вариантов исполнения в зависимости от требований заказчика. В ней размещаются все необходимые агрегаты, средства навигации и управления, система жизнеобеспечения, основная и вспомогательная силовые и энергетические установки, спасательные средства. Под полом нижней палубы будут располагаться емкости для питьевой, технической воды и жидких отходов, аккумуляторы и другие системы. В кормовой части гондолы предусмотрен открывающийся грузовой люк, а в центре нижней палубы - спасательный люк. Снаружи гондолы расположены спасательные плоты типа ПСН-10 в контейнерах. По потолку нижней палубы перемещается тельфер-лебедка. Две свободно ориентирующиеся стойки шасси расположены на днище гондолы и снабжены датчиками для контроля веса и центровки дирижабля на стоянке. Гондола подвешивается к ферме с помощью системы тросов и имеет механизм для постоянного поддержания ее в горизонтальном положении, компенсируя неудобства при полете с положительным и отрицательным углами атаки.



Вид сзади



Поворотные винты с длинными валами

Силовая установка состоит из четырех дизельных двигателей жидкостного охлаждения, расположенных попарно в мотоотсеках над верхней палубой. Воздушные винты изменяемого шага приводятся трансмиссией состоящей из муфты сцепления, длинного вала, конической передачи с углом между приводным валом и валом винта 75°. Такая передача позволяет поворачивать вал винта по конической траектории вокруг оси пилона на 360°, обеспечивая оптимальное направление воздушного потока. Воздушные винты, снабженные системой флюгирования, оборудованы антиобледенительной системой. В состав силовой установки входит также вспомо-

гательный дизель-генератор, обеспечивающий электроэнергией системы дирижабля на стоянке или в полете при пиковых нагрузках.

Предлагаемый дирижабль может выполнять полеты в любое время суток при скорости ветра не более 20 м/с, в том числе и в сложных метеоусловиях при температурах воздуха - 40...+40 °С.

Дирижабль выводится из эллинга с помощью мобильной мачты и перемещается на площадку для старта. После запуска и прогрева двигателей, предстартовой проверки и размещения пассажиров и грузов производится балансировка аппарата путем перекачки топлива и балласта в соответствующие баки на основании показания весовых датчиков на стойках шасси. Воздушные винты переводятся в положение "тяга вверх" или в положение, компенсирующее воздействие ветра. Дирижабль отцепляется от мачты, она отъезжает и дирижабль набирает высоту 100 м. Вертикальный взлет может производиться с перетяжением не более 6 тонн. Затем производится плавный разгон до скорости 40...50 км/ч, возможно, с набором высоты. При переходе к горизонтальному полету вертикальная тяга двигателей уменьшается, а аэродинамическая подъемная сила увеличивается благодаря установке дирижабля под положительным углом атаки в пределах 5 град, соответствующего величине перетяжения и скорости полета. В этих границах поддерживается горизонтальность пола гондолы. На крейсерском режиме (80...100 км/ч) центр тяжести перемещается вперед на оптимальную величину для данного режима полета. Кабрирующий момент от тяги двигателей компенсируется аэродинамической силой стабилизаторов, направленной вверх, так что подъемная сила увеличивается. По мере выработки топлива и уменьшения общего веса аппарата угол атаки уменьшается до нуля. В дальнейшем полет может проходить с переоблегчением уже на отрицательном угле атаки. Переоблегчение может быть не более 4 т. При перелетах на максимальную дальность возможен прием водяного балласта из открытых водоемов с режима висения, а в зимнее время возможно применение системы конденсации водяного пара из выхлопных газов двигателей. Крейсерский полет (особенно при отсутствии встречного ветра) может осуществляться на двух двигателях. При длительных перелетах необходимо учитывать направление ветра по маршруту полета, что уменьшит время перелета и позволит сэкономить топливо. При выполнении посадки с перетяжением производятся действия, аналогичные взлетным, но в обратной последовательности. В случае выполнения посадки переоблегченного дирижабля тяга двигателей направлена вниз и после посадки и причаливания к мачте производится прием балласта, топлива или прикрепление к днищу гондолы балластной тележки.

Для стоянки и обслуживания дирижаблей необходимы специальные базы - дирижабледромы, расположенные в удобных для пассажиров местах. Следует учитывать, что они не должны находиться в непосредственной близости от гражданских аэропортов. В состав таких баз должен входить комплекс сооружений и оборудования для технического обслуживания дирижаблей и обслуживания пассажиров, обработки грузов. Основное сооружение дирижабледрома - эллинг на один или несколько аппаратов. Здесь же должны располагаться посадочные площадки, стационарные и мобильные причальные мачты, топливозаправщики и склад ГСМ, хранилище гелия и оборудование для его очистки в оболочке дирижабля и многое другое. Длительная стоянка дирижабля на причальной мачте без эллинга нежелательна. В хороших метеоусловиях и слабом ветре дирижабль может стоять без причальных устройств с работающими двигателями или на легкой мачте под контролем экипажа.

В проекте дирижабля "Небесный странник" уделено особое внимание вопросам безопасности, а также сохранности аппарата при нерасчетных нагрузках, живучести дирижабля при отказах и повреждениях, предусмотрены и системы для спасения пассажиров в аварийных ситуациях. Надежность дирижабля SW-60000 обеспечивается применением уже известных технических решений, давно прошедших проверку практикой.

Напоминаю, что в SW-60000 гелием наполнена внутренняя оболочка. Она разделена перегородками - мембранами. Это

задумано в том числе и для уменьшения выхода несущего газа при возможном разрыве. Секционирование оболочки увеличивает надежность конструкции по аналогии с водонепроницаемыми переборками на судах. Внешняя оболочка служит защитой внутренней от механических повреждений. Кроме того, при утечке гелия газ выходит не в атмосферу, а под внешнюю оболочку, и дирижабль медленнее теряет грузоподъемность, и, как следствие - высоту. Изменение центровки при утечке газа может компенсироваться перекачкой топлива и/или изменением величины и вектора тяги двигателей.

При нерасчетных и аварийных посадках вертикальные перегрузки гасятся не только амортизаторами стоек шасси. Система подвески gondoly при касании земли (воды) позволяет оболочке дирижабля продолжить перемещение вниз на некоторую величину. При этом, благодаря уменьшению веса аппарата на величину веса gondoly с полезным грузом, происходит быстрое торможение. Возможные деформации фермы gondoly также гасят энергию при столкновении с землей. При аварийных ситуациях над водной акваторией предусмотрены спасательные средства: надувные плоты, спасательные жилеты, средства подачи сигналов и средства связи, в некоторых случаях - парашюты. Для эвакуации пассажиров предусматривается два штатных выхода и нижний аварийный люк, все окна так же являются аварийными люками. Предусмотрены тросы для спуска и страховки, лебедка и др. приспособления.

Работы по техническому обслуживанию дирижабля производятся преимущественно в специальных закрытых помещениях (элингх). Некоторые виды работ проводятся на открытой стоянке, а в некоторых случаях - в полете, чем дирижабль принципиально отличается от всех других типов воздушных судов.

В конструкции дирижабля используются современные материалы, уже освоенные в серийном производстве. Применяемые технологии также не содержат принципиальной новизны и могут быть освоены на уже существующих предприятиях. Многие узлы, детали и агрегаты выпускаются серийно. Станки и другое технологическое оборудование также имеются на рынке. Необходимым условием для постройки дирижабля является элинг соответствующих размеров, расположенный в непосредственной близости к цеху по производству оболочек. Все остальные узлы могут быть доставлены на сборку с других территорий. В большинстве случаев после окончательной сборки дирижабля на заводе-производителе, наполнения оболочки несущим газом, проведения всех необходимых работ по подготовке к вылету дирижабль перелетает к месту постоянного базирования своим ходом. Однако при необходимости он может быть перевезен наземным, водным или авиационным транспортом к месту назначения в разобранном виде.

Предлагаемый проект дирижабля SW-60000 "Небесный странник" отличается высокой степенью практичности и может быть полностью реализован в настоящее время с технической, технологической и финансовой точек зрения. Конструкция реализует все основные преимущества воздухоплавательных аппаратов и соответствует современным требованиям, превосходит по техническим характеристикам все существующие дирижабли. Так, прежде всего, возможно использовать его для регулярных экскурсионных полетов, туристических перелетов на большие расстояния, например, через Атлантику. Это было бы приемлемое средство для проведения дистанционного сканирования Земли, инженерных сооружений большой протяженности (ЛЭП, нефте- и газопроводов), экологического мониторинга, поиска полезных ископаемых. На таком аппарате возможны уникальные спортивные перелеты - на Северный полюс, кругосветные путешествия, путешествия в труднодоступные места. Им легко обеспечить поисково-спасательные работы, охрану границ, воздушного и морского пространства.

В целом при постройке 5-6 экземпляров расходы должны окупиться в течение трех лет активной эксплуатации. SW-60000 приспособлен для серийного производства, имеет большие



перспективы развития и послужит базой для разработки более крупных проектов. Его успешная коммерческая эксплуатация вполне вероятна при правильном и комплексном подходе к организации полетов в нескольких наиболее востребованных секторах рынка. При любом использовании, доходы от рекламы позволят сделать воздухоплавание коммерчески успешным. Наш проект может показаться "гадким утенком" на фоне амбициозных проектов последнего времени, но на пути его воплощения принципиальных проблем не просматривается.



Таблица

Основные тактико-технические данные дирижаблей семейства SW-60000		
Характеристика	SW-60000	SW-60000H*
Объем оболочки, м ³	60 000	
Объем гелиевой оболочки, м ³	46 000	
Масса взлетная, полная максимальная, т	50,0	54
Масса конструкции (сухая), т	27,3	27,9
Максимальная масса полезной нагрузки, т	10	14
Максимальный запас топлива, т	14	18
Нормальная масса полезной нагрузки, т	8	
Запас топлива (при норм. полезной нагрузке), т	10	14
Число пассажиров	10 - 60	
Размеры оболочки, м:		
длина	120	
диаметр оболочки	30	
высота полная	38	
ширина	32	
Размеры гондолы, м:		
длина	30	
ширина	3	
высота	6	
Высота полета, м	2000	
Скорость максимальная, км/ч	120	
Скорость крейсерская, км/ч	100	
Дальность с нормальной полезной нагрузкой со скоростью 100 км/ч, км	4000	5500
Дальность максимальная с минимальной полезной нагрузкой и скоростью 80 км/ч, км	6500	8500
Силовая установка:		
число двигателей	4	
мощность одного двигателя, л.с.	500	
Воздушные винты - поворотные четырехлопастные изменяемого шага с флюгированием и антиобледенительной системой с редукторами и трансмиссией		
Диаметр воздушного винта, м	3,6	
Расход топлива на крейсерском режиме при скорости полета 100 км/ч, кг/ч	240	

* - с системой подогрева воздуха и конденсации пара.