

УДК 629.733.5

ПРОЕКТ ТРАНСПОРТНОГО ДИРИЖАБЛЯ “D-20”*В.П. Гусынин¹, д-р техн. наук, Г.Г. Козаченко², А.В. Гусынин³**¹ Национальное космическое агентство Украины,**² Авиационный научно-технический комплекс «Антонов»,**³ Национальный технический университет Украины «КПИ»*

Приведены результаты первого этапа создания дирижабля жесткой схемы “D-20” для транспортировки грузов массой до 20 т. Оценена конструктивная внешняя и внутренняя компоновочные схемы дирижабля, определены форма и размеры силового корпуса и оперения. Рассмотрены вопросы технологии причаливания и швартовки дирижабля, а также особенности процесса погрузки и разгрузки грузов.

* * *

Наведені результати першого етапу створення дирижабля жорсткої схеми “D-20” для транспортування вантажів вагою до 20 т. Оцінена конструктивна зовнішня та внутрішня компоновальна схеми дирижабля, визначена форма та розміри силового корпусу і оперення. Розглянуті питання технології причалування та швартування дирижабля, а також особливості процесу навантаження та розвантаження вантажів.

* * *

This paper shows results of the first phase of a rigid airship "D-20" creation for cargo transportation with lifting capacity up to 20 tons. An airship feature is the opportunity of cargo transportation both on an outside load and inside of a vehicle hull. The constructive outside and inside scheme diagram of the airship is appreciated. Forms and sizes of the power hull and tail are determined. Configuration of a cargo cabin, structure and preliminary accommodation of the equipment are considered. Questions of airship mooring technology and feature of loading-unloading processes are considered.

Введение

В последние годы во многих странах вновь возрастает интерес к летательным аппаратам легче воздуха. Но в отличие от аналогичного процесса конца 70-х – начала 80-х годов XX столетия, когда произошло возрождение небольших мягких дирижаблей за рубежом, объектом внимания нынешнего повышенного интереса являются проекты транспортных дирижаблей большой дальности и высокой грузоподъемности, предназначенных для перевозки тяжелых негабаритных грузов. К таким грузам относятся неделимые блоки атомных электростанций, сверхмощные турбины и генераторы, секции мостов, части газо- и нефтепроводов и т.д. Потенциальный объем перевозок таких грузов различными видами транспорта составляет около 5 млрд. т [1]. Независимо от вида транспортировки – наземным, воздушным или морским путем – перевозка тяжелых негабаритных грузов требует особых условий,

является очень дорогой и продолжительной по времени. Проведенные немецкой компанией “Cargo Lifter” маркетинговые исследования показали, что в мире транспортируется более 300 видов грузов массой свыше 100 т, длиной более 25 м и диаметром свыше 4 м. Рынок подобных грузов оценивается в 1 миллиард долларов США ежегодно. Каждый год он увеличивается на ~10...12%, темпы его роста опережают любой другой сектор грузоперевозок. По мнению зарубежных экспертов, дирижабли смогут завоевать не менее 10% этого рынка [2]. На серьезное коммерческое использование уже сегодня претендуют проекты транспортных дирижаблей из разных стран мира, в том числе проекты “CargoLifter CL 160” (Германия) [3], “Aerocraft” (США) [4], “Aeros ML” (США) [5], “SkyCat” (Великобритания) [6], “RA-180” (Нидерланды) [7], “ДЦ-Н1” (Россия) [8]. Проект конкурентоспособного дирижабля разработан и в Украине инженерами Киевского общественного конструкторского бюро воздухоплавания

(КОКБВ) при АНТК «Антонов» [9]. В данной работе приведены обобщенные результаты первого этапа разработки проекта (техническое предложение) по созданию дирижабля жесткой схемы «D-20» для транспортных перевозок грузов массой до 20 т. Отличительной особенностью проекта является возможность установки грузов как под корпусом дирижабля, так и в грузовой кабине внутри корпуса. При необходимости грузовая кабина может быть переоборудована в пассажирский салон. В проекте заложены конструкторские решения, реализованные при создании и эксплуатации наибольших в мире транспортных самолетов большой грузоподъемности украинской фирмы «Антонов» - Ан-124 «Руслан» и Ан-225 «Мрія». Предусматривается максимальное использование серийных агрегатов и систем для обеспечения надежной работы дирижабля. В рамках технического предложения рассмотрены основные вопросы, касающиеся облика дирижабля, его компоновки, состава оборудования, летно-технических характеристик, а также эксплуатации [10].

Компоновка дирижабля

Дирижабль «D-20» является типичным представителем жестких дирижаблей, выполненных по классической сигарообразной схеме. Дирижабль имеет длину 183 м, диаметр 36,6 м, объем 128 000 м³, коммерческую нагрузку 20 т. Его наиболее характерные особенности - носовые и хвостовые дизельные двигатели, приводящие в действие винтовентиляторы, с отклоняемыми рулевыми плоскостями для управления изменением вектора тяги; газонепроницаемые внутренние баллоны; электродистанционная система управления полетом; автоматизированный контроль за работой большинства подсистем. Основным назначением дирижабля является перевозка грузов. Кроме того, он может выполнять функции патрулирования и технического обслуживания трасс газонефтепроводов, линий электропередач в труд-

нодоступных районах. Общий вид дирижабля показан на рис. 1.

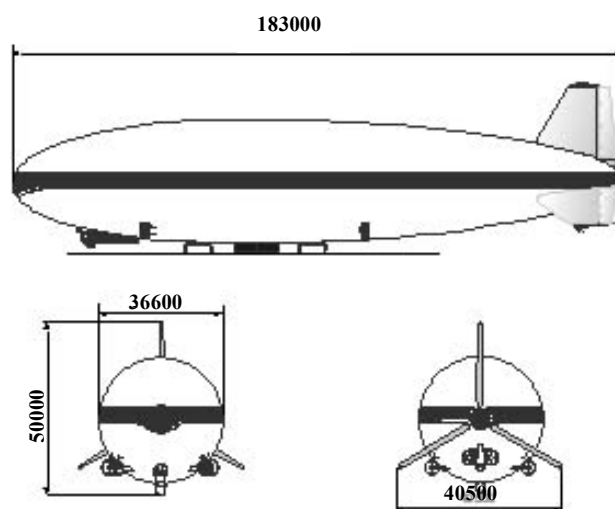


Рис. 1. Дирижабль «D-20»

Корпус дирижабля имеет обтекаемую форму, образуемую рядом поперечных кольцеобразных ферм-шпангоутов, располагаемых на определенных расстояниях друг от друга, и продольными фермами-стрингерами, соединяющими углы шпангоутов. Последние образуют меридиональный обвод фермы корпуса, замыкаемый с концов носовым и хвостовым конусообразными куполами. Нижняя часть шпангоутов сконструирована таким образом, что внизу вдоль всего корпуса образуется коридор-проход и в соответствующих местах корпуса находятся служебные помещения и грузовой отсек. Поскольку шпангоуты имеют в поперечном разрезе треугольное сечение, то в этих полостях удобно разместить балластные и топливные баки, а также другие необходимые коммуникации дирижабля.

В качестве материала для оболочки дирижабля используют полиэстер, покрытый с внешней стороны для защиты от атмосферных воздействий полиуретаном со специальным лакокрасочным слоем.

Оперение дирижабля - «λ» - образное, состоит из трех неподвижных, расположенных под углом 120°, стабилизаторов, верхний из которых установлен вертикально по оси симметрии.

Вдоль корпуса дирижабля попарно установлено шесть силовых установок с винтовентиляторами – в носовой, средней и хвостовой частях аппарата.

Силовая схема конструкции. Корпус дирижабля представляет собой жесткую ферменно-балочную конструкцию и имеет 20 поперечных силовых элементов-шпангоутов жесткой ферменной конструкции. Форма сечения шпангоута - треугольник, основанием лежащий на теоретическом контуре корпуса. Размеры сечения шпангоута (3 x 2,5 м в средней части) позволяют разместить внутри него агрегаты систем, емкости с балластом и топливом, проходы к силовым установкам, служебные помещения и т.д. Расстояния между шпангоутами в средней части корпуса меньше, чем между шпангоутами в носовой и хвостовой частях корпуса. Это позволяет по возможности уравнивать нагрузки, приходящиеся на стрингерные балки от газоместилищ в средней и концевых частях корпуса.

В поперечном сечении корпуса шпангоут представляет собой 17-угольник, через вершины которого проходят 17 основных стрингерных балок коробчатого сечения (рис.2).

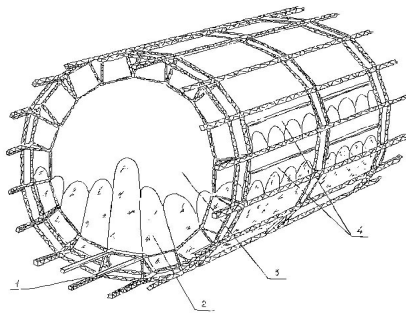


Рис. 2. Силовая схема конструкции:

1 - элементы конструкции корпуса дирижабля; 2 - пленочная оболочка газоместилища; 3 - тканевая катанарная система крепления оболочки газоместилища к каркасу; 4 - катанарные пояса передачи усилий на стрингерные балки каркаса дирижабля

В их функции входит восприятие продольных нагрузок в корпусе от общих нагрузок изгиба и кручения и местных нагрузок от катанарных систем креп-

ления газоместилищ. В районе хвостового оперения, кабины экипажа, силовых установок стрингерные балки воспринимают также местные сосредоточенные нагрузки.

Размеры сечения основных стрингерных балок - 20 x 40 см в средней части корпуса. Форма сечения - прямоугольная, как наиболее технологичная.

По диагоналям клеток, образуемых шпангоутами и стрингерными балками, а также по диагоналям клеток ферм шпангоутов располагают тросовые расчалки, обеспечивающие конструкции корпуса жесткость на изгиб и кручение.

Чтобы минимизировать часть объема дирижабля, занимаемую конструкцией каркаса, и шпангоуты, и стрингерные балки выводятся на геометрический контур корпуса и занимают совмещенные строительные объемы. Посередине между основными стрингерными балками располагаются 17 вспомогательных стрингеров, назначение которых - натяжение наружной обшивки. Форма сечения стрингера - изменяемая по высоте балка с поясами таврового сечения.

Применяемые конструкционные материалы позволяют добиться высокой весовой отдачи конструкции корпуса, обеспечить необходимый ресурс, высокую технологичность изготовления деталей и сборки.

Хвостовое оперение. Оперение дирижабля - "λ"-образное, что обеспечивает большой клиренс (расстояние между нижними поверхностями стабилизаторов и землей). Форма и площадь всех трех стабилизаторов одинакова и соответствует минимальному шарнирному моменту. Каркас оперения выполнен из алюминиевых профилей. Стабилизаторы сконструированы в виде свободностоящих пространственных ферм, имеющих обтекаемую форму. На стабилизаторах смонтированы, на шарнирных навесах, аэродинамические рули направления и высоты.

Силовая установка. Силовая установка дирижабля создана на базе серийно выпускаемого дизельного двигателя мощностью 300 л.с. Двигатели установлены внутри дирижабля в специальных отсеках, примыкающих к силовым шпангоутам и продольному коридору в нижней части корпуса. Эти машинные отделения отделены от остального внутреннего пространства дирижабля специальными непроницаемыми для огня перегородками. Двигатели расположены перпендикулярно продольной оси дирижабля и приводят в движение находящиеся снаружи винтовентиляторы в кольцевых насадках. Использование серийно выпускаемых агрегатов в трансмиссии силовых установок позволяет упростить до некоторой степени их проектирование и изготовление. Питание двигателей топливом осуществляется из специальных расходных баков, расположенных в непосредственной близости с машинным отделением, а подача топлива в расходные баки - посредством специальных трубопроводов и насосов основной топливной системы дирижабля. Размещение силовой установки вдоль корпуса дирижабля выполнено попарно, т.е. два двигателя на носу аппарата, два - в средней части и два - в хвостовой части. Носовые силовые установки оборудованы специальными отклоняемыми рулевыми плоскостями, позволяющими отклонять струю воздуха от винтовентилятора в вертикальной плоскости дирижабля на угол до 35° . Этим можно изменить вектор тяги силовой установки и осуществлять управление дирижаблем на околонулевых скоростях полета и в режиме висения, что облегчает маневры дирижабля при швартовочных операциях. Подобного рода управление вектором тяги осуществлено и на хвостовых силовых установках, но только в горизонтальной плоскости, что позволяет управлять дирижаблем по курсу. Силовые установки, расположенные в средней части корпуса, управления вектором тяги не имеют и выполняют функции только

чисто маршевых двигателей для достижения соответствующей путевой скорости.

Кабина экипажа. Кабина экипажа (гондола) длиной 17,5 м выполнена из кевлара и эпоксидного пластика. Пол, потолок и шпангоуты выполнены из легких и высокопрочных панелей из волокнистого материала. Гондола прикрепляется к корпусу посредством переходной силовой схемы в восьми силовых узлах. Иллюминаторы гондолы и лобовой обтекатель из прозрачного пластика обеспечивают хороший круговой обзор. Схема компоновки кабины экипажа показана на рис. 3.

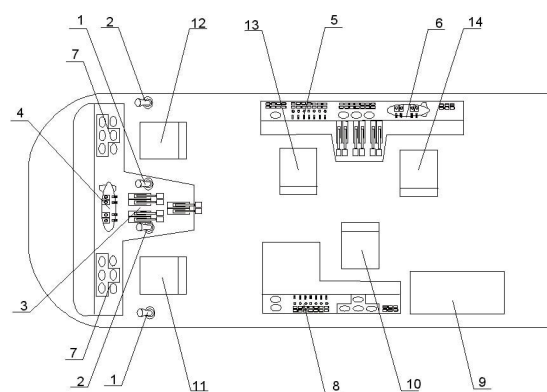


Рис.3. Компоновка кабины экипажа:

1 – рукоятка управления аэродинамическими рулями направления и высоты; 2 – рукоятка управления газодинамическими рулями направления и высоты, изменяющими направления векторов тяги; 3 – рычаги управления силовыми установками, имеющими газодинамические рули изменения вектора тяги по курсу и высоте; 4 – мнемосхема и органы управления системами выпуска маневрового газа и балласта; 5 – органы управления и приборы контроля работы силовой установки и систем энергоснабжения; 6 – органы управления и приборы контроля работы систем дирижабля (газовой, балластной, причально-швартовочной и т.п.); 7 – пилотажно-навигационные приборы; 8 – пилотажно-навигационные приборы штурманского обеспечения и радиосвязное оборудование; 9 – шкаф с органами управления и автоматами защиты сети систем дирижабля; 10 – место штурмана-навигатора, он же радист-метеоролог; 11 – место командира дирижабля, он же рулевой по курсу; 12 – место рулевого по высоте и управлению сплавной силой дирижабля; 13 – место бортинженера по управлению и контролю силовых установок; 14 – место бортинженера по управлению и контролю систем дирижабля

Грузовая кабина. Грузовая кабина предназначена для перевозки грузов, требующих поддержания положительной температуры во время полета (по сравнению с контейнером, подвешенным снаружи), для перевозки крупногабаритных грузов, а также грузов, по общему весу близких к максимальной грузоподъемности дирижабля, в условиях, когда не нужна быстрая погрузка-разгрузка и возможна длительная неподвижная швартовка дирижабля. Состояние грузов, перевозимых в грузовой кабине, можно контролировать в полете.

Под грузовую кабину выделяется грузовой отсек размером 16 x 6 x 3,5 м. Конструктивно грузовая кабина состоит из двух отсеков по 8 м длиной каждый. Ширина грузовой кабины, равная 6 м, конструктивно выбрана из условия базирования пола на одной стороне 17-гранника, образующего контур шпангоута вблизи миделя корпуса. Такие размеры позволяют перевозить колесную, гусеничную, самоходную и несамоходную технику, грузы, спакетированные на поддонах, и большой ассортимент крупных моногрузов. При необходимости грузовую кабину можно переоборудовать в пассажирский салон, разместив в объеме грузовой кабины два ряда пассажирских кают с коридором между ними.

Для обеспечения выполнения погрузочно-разгрузочных работ грузовая кабина снабжается двумя грузовыми люками с рампами (рис. 4).

Проем каждого люка при ширине 5,3 м вписывается в расстояние между соседними силовыми шпангоутами. При угле наклона рампы к горизонтальной плоскости, равном 12° , проем между рампой и окантовкой люка на высоте составляет 3 м. Такие габаритные размеры и расположение люков позволяют осуществить поперечную загрузку-разгрузку кабины при минимальном перемещении грузов вдоль кабины.

Газовые баллоны. В качестве несущего газа на дирижабле используют инертный газ гелий, а в качестве маневренного газа – флегматизированный

гелием водород (безопасная гелиево-водородная смесь).

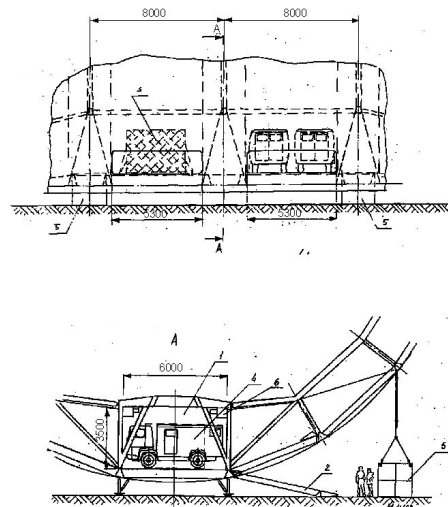


Рис. 4. Схема размещения грузов в грузовой кабине: 1 - грузовая кабина; 2 - напольная рампа; 3 - спакетированная секция грузов; 4 - грузовой автомобиль; 5 - балластные грузы; 6 - лебедочное устройство

Размещаются они в газовых баллонах по всей длине корпуса дирижабля. Газовые баллоны, содержащие подъемный газ, расположены в 11 отсеках, образуемых соответствующими группами стоящих рядом трех шпангоутов. Они представляют собой цилиндрические по форме конструкции, повторяющие конфигурацию внутренних объемов дирижабля (рис. 5).

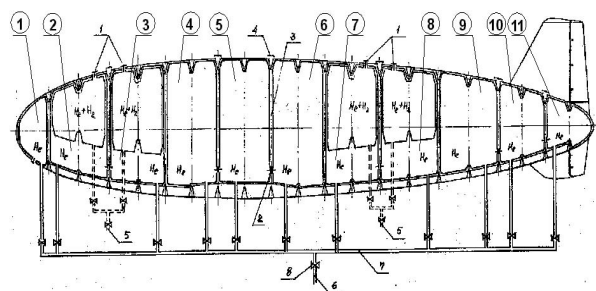


Рис. 5. Схема газовой системы:

1 – маневровые управляемые клапаны для стравливания расходного газа (чистый водород или гелиево-водородная негорючая смесь); 2 – предохранительные автоматические клапаны для стравливания несущего газа (гелия); 3 – вытяжная шахта; 4 – защитный кожух от атмосферных воздействий; 5 – штуцер заправки расходным газом; 6 – штуцер заправки гелием; 7 – трубопровод заправки гелием; 8 – перекрывные краны

Особенность конструкции газовых баллонов дирижабля состоит в том, что при наполнении их газом нагрузки от возникающей сплавной силы передаются на силовой каркас дирижабля. Каждый газовый баллон снабжен газовым клапаном, предназначенным для обеспечения автоматического открытия и выпуска несущего газа из оболочки при превышении давления выше допустимого. Клапаны и вытяжные шахты газовых баллонов смонтированы в пустотелых треугольных зонах, образуемых фермами шпангоутов. Автоматическое открытие клапана происходит в процессе подъема дирижабля или при его перегреве, когда внутреннее давление превышает 40...50 мм вод. ст. Четыре отсека газовых баллонов (два - в носовой части и два - в средней части) имеют дополнительные полости для размещения маневрового газа. Клапаны этих полостей имеют принудительный привод из кабины управления, а газовые выходы выведены на поверхность корпуса дирижабля.

Система наполнения дирижабля несущим газом состоит из штуцеров большого диаметра (100...150 мм) - для принятия газа гелия из газгольдера, штуцеров малого диаметра - для принятия газа гелия из баллона высокого давления, а также подобных штуцеров для принятия водорода из специальных газгольдеров и баллонов. От штуцеров гелиевого наполнения идет рукав вдоль корпуса дирижабля, в котором установлены индивидуальные ответвления к каждому газовому баллону через перекрываемый клапан. У каждого перекрываемого клапана имеется специальный сигнализатор, соединенный с манометром и расходомером, по которому определяют величину заправки газом каждой емкости.

Сводная информация о количестве и величине давления газа в каждой емкости также выведена на щиток пилотской кабины.

Система управления полетом. На дирижабле "D-20" устанавливается электродистанционная система управления полетом. В некоторых ка-

налах управления предусматривается дублирование (резервирование) источников электроснабжения, электрических, гидравлических и механических магистралей, исполнительных механизмов. Для обеспечения надежной работы системы предусматривается максимальное использование серийных электрических и гидравлических агрегатов, отработанных и доведенных на самолетах механических систем и их элементов.

Система управления дирижаблем "D-20" содержит:

- каналы управления величиной и направлением вектора тяги воздушного винта четырех из шести установленных на дирижабле силовых установок;
- каналы управления выпускными клапанами специальных секций газовых баллонов и всех объектов балласта, предназначенных для изменения сплавной силы и углов атаки (дифферента) дирижабля;
- каналы управления аэродинамическими рулями направления и высоты;
- каналы управления газодинамическими рулями направления и высоты.

На дирижабле "D-20" установлены:

- шесть силовых установок с дизельными двигателями с управляемой мощностью (оборотами) и шагом (тягой) воздушного винта;
- аэродинамические рули - руль направления на вертикальном киле и две секции руля высоты на левой и правой консолях "λ"-образного оперения;
- газодинамические рули, представляющие собой управляемые рулевые поверхности и расположенные за воздушными винтами силовых установок;
- два управляемых выпускных клапана на газовых баллонах (передний и задний - для одновременного или раздельного управления сплавной силой);
- управляемые сливные клапаны на балластных емкостях (передний и задний - для одновременного или раздельного управления сплавной силой).

При проработке системы управления рассматривались различные варианты использования командных, магистральных и исполнительных участков того или иного канала управления. Были оценены величины шарнирных моментов и силы сопротивления перемещению управляемого объекта (руль, золотник гидроусилителя, заслонка клапана, кран подачи гидросмеси и т.п.), требования к надежности и точности срабатывания системы, технологические, экономические и эргономические требования, требования к весовой культуре и унификации.

Балластная система. Балластная система предназначена для управления дирижаблем в вертикальной плоскости при отсутствии или недостаточной эффективности аэродинамических рулей, или же параллельно с ними. Управление производится путем изменения величины и точки приложения избыточной сплавной силы, действующей на дирижабль.

В качестве балласта на дирижабле чаще всего используют воду, как наиболее дешевое и удобное в перемещении вещество. Основной её недостаток - в условиях отрицательных температур необходимо добавлять в неё антифриз для снижения точки замерзания. При полетах над пустынями балластная система может быть переориентирована на песок.

В общем случае на борту дирижабля должно быть 8 т балласта. Весь балласт делится на два объема: 4 т - посадочного и 4 т - расходного.

Посадочный балласт размещается в восьми баках объемом по 500 л каждый, расположенных двумя группами по 4 шт. вблизи носовой части и вблизи кормы на примерно равных расстояниях от центра объема. Баки снабжены сливными кранами большого расхода, позволяющими при взлете-посадке быстро изменять угол тангажа дирижабля.

Расходный балласт размещается в шести баках объемом по 650 л вблизи центра объема. Эти баки снабжены сливными кранами, которые путем

слива балласта позволяют увеличивать сплавную силу дирижабля. Перекачивающие насосы, установленные в магистральном трубопроводе балластной системы, позволяют перемещать, при необходимости, центр тяжести балласта, управляя тем самым углом тангажа дирижабля. С помощью таких же насосов заливается вода в баки из наземных источников.

Баки снабжены электродистанционными датчиками уровня. Все краны электромагнитные с дистанционным управлением. Это позволяет на пульте управления в любой момент времени иметь информацию о весе и центре тяжести балласта.

Баки расходного балласта снабжены перекидными кранами таким образом, что после слива из них воды они могут быть подсоединены к топливной системе и заполнены топливом для силовых установок.

Топливная система. Основное назначение топливной системы - питание топливом силовых установок дирижабля. Общий вес дизельного топлива на дирижабле - 17820 кг. Это топливо размещается:

- в четырех баках емкостью по 1250 л каждый, находящихся вблизи центра объема газоместности;
- в 12 баках по 700 л каждый, вблизи носа и в 12 баках вблизи хвостовой части дирижабля;
- в шести расходных баках, емкостью по 300 л вблизи каждого из шести двигателей.

Баки емкостью по 700 л удалены от центра объема для обеспечения возможности изменения центровки дирижабля путем перекачки топлива между баками. Магистральный газопровод, идущий от носовых до хвостовых баков, предназначен для перекачки топлива между баками при заправке, при изменении центровки, при сливе в расходные баки, из которых топливо самотеком поступает в двигатели. Расходные баки каждой из трех пары двигателей закольцованы для повышения надежности.

Топливная система сообщается с частью баков балластной системы, которые, при необходимости, также могут заполняться топливом.

Каждый топливный бак имеет дренаж, датчик уровня с 10 %-ным шагом показаний и сигнализатор минимально допустимого остатка топлива.

Все краны и электронасосы - с электродистанционным управлением. Пульт управления топливной системой в любой момент дает информацию об остатке топлива и обеспечивает возможность: дозаправки, слива, перекачки между баками, перекачки в расходные баки и из них.

Состав причально-швартовочного оборудования

Состав бортового и наземного причально-швартовочного оборудования, необходимого для технического обслуживания дирижабля, определяется технологией причаливания и швартовки дирижабля, транспортировки его по земле, обслуживания газовой системы, а также предполетного, послеполетного, текущего обслуживания и ремонта дирижабля. Исходя из изложенного выше, в состав причально-швартовочного оборудования входит оборудование, устанавливаемое на борту дирижабля, и наземное причально-швартовочное оборудование.

К причально-швартовочному оборудованию, установленному на борту дирижабля, относятся:

1. Главный швартовочный трос, выпускаемый в носовой части дирижабля.
2. Кормовой швартовочный трос, выпускаемый из кормовой части дирижабля.

Оба троса взаимодействуют с тросами электрических лебедок, установленных на борту дирижабля. Кроме того, на дирижабле установлены: в передней части – передний буксировочный трос, в кормовой части – задний буксировочный трос. Передний буксировочный трос является элементом автономной электрической лебедки, позволяющей регулировать его длину. Задний буксировочный

трос – нерегулируемый. Установка причально-швартовочного оборудования на борту дирижабля показана на рис. 6.

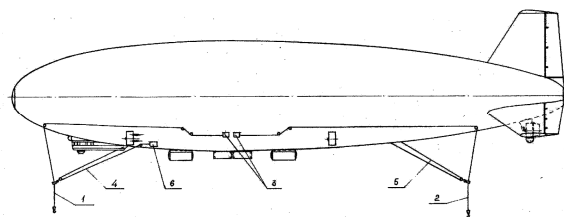


Рис. 6. Бортовое причально-швартовочное оборудование:

1 – главный швартовочный трос; 2 – кормовой трос; 3 – электрические лебедки; 4 – передний буксировочный трос; 5 – задний буксировочный трос; 6 – электрические лебедки переднего буксировочного троса

Наземное причально-швартовочное оборудование включает в себя:

- причальный круг – площадка диаметром 800...1000 м, свободная от посторонних предметов высотой более 2 м;
- спланированная без деревьев и построек площадка диаметром 400 ... 500 м, в центре которой находится в виде пирамиды пилон, в верхней части которого имеется узел, вращающийся вокруг вертикальной оси. На швартовочном круге уложены концентрически два рельса радиусом 80 ± 6 м, по которым могут двигаться на колесах с помощью тягача две платформы в виде тележек с плоским днищем;
- балластная тележка с грузом на самоориентирующихся колесах, установленная на покрытой асфальтом круговой рулевой дорожке;
- четыре балластных груза весом не более 5 тс каждый, смонтированных на самоориентирующихся колесах;
- средства балансировки – вода, песок, дробь и т.д.

Компоновка наземного причально-швартовочного оборудования показана на рис. 7.

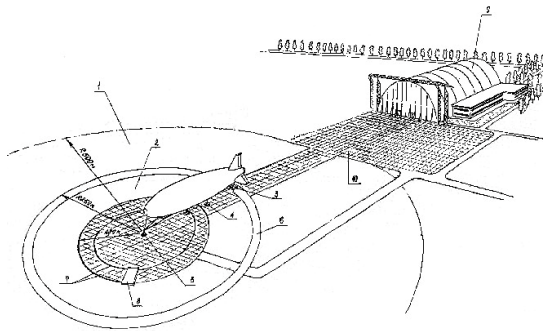


Рис. 7. Наземное причально-швартовочное оборудование:

1 – причальный круг; 2 – швартовочный круг; 3 – балластная тележка; 4 – балластный груз; 5 – пирамидальный пилон; 6 – рулевая дорожка; 7 – рельсовая дорожка; 8 – платформа на колесах; 9 – сборочно-эксплуатационный эллинг; 10 – площадка для обслуживания и ремонта

Назначение элементов наземного причально-швартовочного оборудования:

1. Причальный круг – зона, где после снижения дирижабля перед посадкой происходит его ориентирование против ветра и выравнивание, снижение до высоты 100 ... 150 м с путевой скоростью не больше 1 м/с, и выбрасывание главного и кормового швартовочных тросов.
2. Швартовочный круг – зона, в которой осуществляется снижение до высоты, обеспечивающей зацепление главного троса за буксировщик, а кормового троса – за балластную тележку с самоориентирующимися колесами.
3. Пирамидальный пилон – устройство для длительного удержания дирижабля, обеспечивающее самоориентирование последнего при изменении направления ветра.
4. Балластная тележка на самоориентирующихся колесах – устройство, обеспечивающее закрепление кормовой части дирижабля в случае всплывания при порывах ветра, а также удержание его при изменении направления ветра.
5. Балластные грузы – грузы, удерживающие от всплывания дирижабль при проведении на нем погрузочно-разгрузочных работ, а также работ при техническом обслуживании.

6. Платформы на колесах – подвижные тележки для приема грузовых контейнеров, закрепленных на внешней подвеске дирижабля, а также для осуществления монтажа к дирижаблю очередного контейнера.

7. Средства балансировки – песок, дробь – в мешках по 40 ... 50 кг, вода – в канистрах.

Перед взлетом на дирижабле должны находиться указанные выше средства балансировки в количестве 3000 ... 4000 кгс. Они предназначены для получения необходимой вертикальной скорости в процессе взлета-посадки, а также для осуществления статического уравнивания дирижабля при заходе последнего на посадку.

Технология причаливания дирижабля

Одной из серьезных проблем эксплуатации дирижабля является обеспечение его безаварийной посадки и швартовки. Для обеспечения вертикальной управляемости дирижабля при взлете и посадке применяют различные методы и средства, в том числе сброс балласта и выпуск газа. Трудности на этом этапе заключаются в усложнении управления дирижабле вблизи поверхности земли из-за малой воздушной скорости, что снижает эффективность управляющих аэродинамических поверхностей. Ситуация усложняется при наличии ветра. Поэтому операция посадки и швартовки дирижабля требует помощи наземной команды и ее оснащенности техническими средствами. Для дирижабля “D-20” наземная команда состоит из шести-восьми человек.

Процесс причаливания начинается заблаговременно. Дирижабль, снижаясь до высоты 150...300 м, делает круг над летным полем и, заходя на посадку с подветренной стороны, снижает путевую скорость до 1 м/с, после чего выбрасывают главный и кормовой швартовочные тросы. Члены наземной команды осуществляют зацепление главного троса за седельное устройство на тягаче, а кор-

мового троса – за буксировочный узел на балластной тележке, после чего включением бортовых лебедок на уборку главного и кормового тросов осуществляют плавное притягивание дирижабля к земле, а именно к тягачу и балластной тележке.

Уборкой длины буксировочного троса с помощью электрической лебедки выставляют дирижабль на такое расстояние от тягача, чтобы главный трос составлял с горизонтом угол $75 \dots 85^\circ$. Зацепление всех тросов за тягач и балластную тележку показано на рис. 8. Затем производят буксировку дирижабля тягачом к пирамидальному пилону, расположенному в центре швартовочного круга.

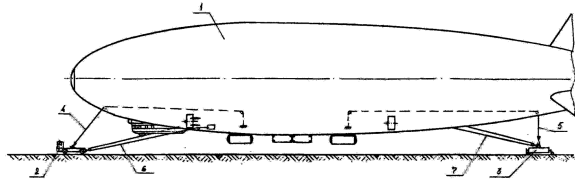


Рис. 8. Начало швартовки дирижабля:

1 – дирижабль; 2 – буксировщик; 3 – балластная тележка; 4 – главный швартовочный трос; 5 – кормовой трос; 6 – передний буксировочный трос; 7 – задний буксировочный трос

Не доходя буксировочным узлом тягача 2...3 м до пилона, останавливают тягач, после чего подают под дирижабль платформу. Из дирижабля выпускают две крановые подвески и закрепляют их за узлы на платформе. Затем выпускают главный трос до снятия на нем нагрузки, которая исчезает после нагружения крановых подвесок (рис. 9).

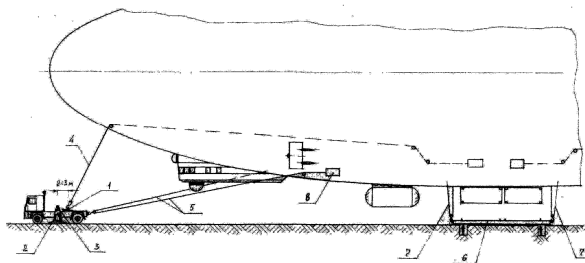


Рис. 9. Установка швартовочной платформы под дирижаблем:

1 – седельное устройство тягача; 2 – пилон; 3 – вращающийся вокруг вертикальной оси узел; 4 – главный трос; 5 – передний буксировочный трос; 6 – платформа; 7 – крановые подвески; 8 – лебедка

Снимают главный трос с седельного устройства и зацепляют его за узел в верхней части пилона. Отсоединяют передний буксировочный трос от тягача и также закрепляют его за тот же узел на пилоне. Лебедкой главного троса выполняют его нагружение, после чего отсоединяют крановые подвески от платформы. Выборкой длины переднего буксировочного троса осуществляют подтягивание дирижабля к пилону на такую длину, чтобы гнезда фитингов подвешенного грузового контейнера разместились над ответными узлами в платформе. Отсоединяют главный и кормовой швартовочные тросы от тросов лебедок, предварительно зафиксировав их на корпусе дирижабля. Из освободившихся тросов лебедок собирают систему для зацепления подвижных блоков этой системы за балластные грузы. Дирижабль подготовлен для проведения на нем погрузочно-разгрузочных работ.

Варианты транспортировки грузов

Перевозка грузов с помощью дирижабля осуществляется в следующих вариантах:

Вариант I. Грузы размещаются на внешней подвеске под корпусом дирижабля в грузовых контейнерах (рис. 10). После доставки груза к месту назначения контейнеры отсоединяют от узлов крепления на дирижабле и подают к месту их назначения.

Вариант II. Грузы размещают в грузовой кабине внутри корпуса дирижабля и закрепляют к грузовому полу с помощью комплекта швартовочного оборудования (сеток, ремней, хомутов, тросов, цепей и т.п.), прилагаемого к дирижаблю (рис. 4).

Этот вариант применяют также для перевозки грузов, требующих для своей сохранности определенного температурного режима, а также взятия большого веса полезных грузов, исключая одновременную перевозку тяжелой тары (контейнера).

По варианту I перевозка грузов в унифицированных контейнерах позволяет осуществлять вы-

грузку и замену доставленных контейнеров вновь подготовленными, что значительно сокращает время нахождения дирижабля на стоянке при проведении погрузочно-разгрузочных работ.

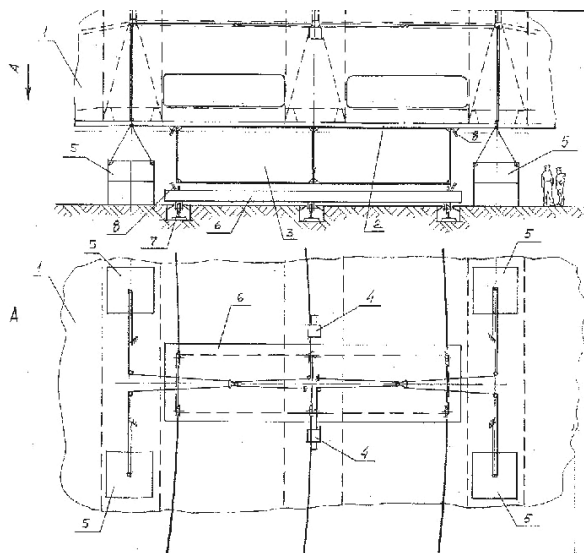


Рис. 10. Размещение грузов на внешней подвеске 1 – дирижабль; 2 – грузовая платформа; 3 – контейнер; 4 – грузовые лебедки; 5 – балластные грузы; 6 – подвижная платформа; 7 – рельсовая дорога; 8 – направляющие для ориентирования контейнера под грузовой платформой

Однако такие операции осуществляются быстро на аэродромах, имеющих "механизированную" землю, т.е. оборудованных вращающимися по кругу платформами, поставляющими и убирающими из-под дирижабля контейнеры.

Для обеспечения транспортировки контейнеры прикрепляют к узлам дирижабля в подвешенном состоянии (на внешней подвеске). Создание погрузочных систем, обеспечивающих заданную высоту стоянки дирижабля над площадкой, а также закрепление и отцепление контейнеров от дирижабля осуществляют с помощью тросов лебедок, погрузочных блоков и балластных грузов, расположенных под дирижаблем на погрузочной площадке.

При транспортировке грузов по варианту II грузы размещают в грузовой кабине на полу дирижабля. Их погрузку осуществляют с помощью автопогрузчиков, а также вручную по наклонным рам-

пам, размещенным у левого борта. Закрепляют грузы швартовочными тросами.

Летно-технические характеристики

Аэродинамические характеристики дирижабля "D-20" были определены расчетным путем с последующим уточнением по результатам испытаний модели дирижабля в аэродинамической трубе. Полученные на их основе летно-технические характеристики дирижабля "D-20" приведены ниже в таблице.

Характеристики	Величина
Объем дирижабля, м ³	128 000
Длина дирижабля, м	183
Высота дирижабля, м	50
Ширина дирижабля, м	49,5
Взлетный вес дирижабля, т	122,65
Макс. коммерческая нагрузка, т	20
Число двигателей	6
Мощность, л.с.	6 x 300
Макс. скорость, км/ч	106
Крейсерская скорость, км/ч	90
Статический потолок, м	3500
Крейсерская высота, м	500...1000
Дальность полета при крейсерской скорости, км	4000

Выводы

Рынок транспортных дирижаблей нового поколения четко определен. Он состоит, прежде всего, в транспортировке тяжелых сверхгабаритных грузов. Этому способствуют уникальные характеристики дирижаблей и умеренные требования к их наземному обслуживанию. К особенностям дирижабельной транспортной системы можно отнести: приемлемую скорость, возможность транспортировки грузов большого объема и веса, высокую топливную эффективность, экологичность, высокий фактор безопасности. Реализовав на практике свои преимущества, транспортные дирижабли смогут стать реальной альтернативой существующим воздушным, морским и наземным средствам транспорти-

ровки грузов. Основной задачей первого этапа проекта дирижабля жесткой схемы "D-20" для транспортировки грузов массой до 20 т была оценка возможности создания в Украине транспортного дирижабля с максимально возможным использованием традиционных технологий авиационного производства. Полученные результаты показали принципиальную возможность создания в Украине конкурентоспособного транспортного дирижабля. Примененные в проекте конструкторские решения, реализованные при создании и эксплуатации наибольших в мире транспортных самолетов большой грузоподъемности украинской фирмы "Антонов" - Ан-124 "Руслан" и Ан-225 "Мрія", - позволяют максимально удешевить проектирование и постройку опытного образца дирижабля. Прежде всего, это касается максимального использования серийных агрегатов, систем и оборудования для обеспечения надежной работы дирижабля.

Литература

1. Гусынин В.П., Гусынин А.В. Технические особенности современных проектов транспортных дирижабельных систем // Механіка та машинобудування. – 2002. - № 1. – С. 41-49.
2. CargoLifter: Annual Report 1998/99 and Annual Financial Statements. – CargoLifter AG. – 1999. – 26 p.
3. Taverna M. Heavy-Lift dirigible demo nears first flight. – Aviation Week&Space Technology. – July 19, 1999. – P. 41-42.
4. NASA исследует новые технологии. – www.avias.com/news/Aviation/4341.html
5. ML Aircraft. – Official Aeros website. – www.aeros-airships.com.
6. SkyCat 20. – Official SkyCat Technologies Inc. website. – www.skycattech.com.
7. RA-180. – Official RAD website. – www.tradezone.com.
8. Щербаков Ю.В. Второе рождение дирижабля Циолковского // Воздух. Информационный бюллетень. – 2000. - №7. – С. 8-12.
9. Техническое предложения по разработке дирижабля "D-20". – К.: КОКБВ, 1999. – 230 с.
10. Gusynin V.P., Kozachenko G.G., Gusynin A.V. Project D-20: A Development Status. – Proceeding of the 4th Airship Convention and Exhibition, Cambridge. – 28-31 July, 2002.

Поступила в редакцию 18.03.03

Рецензенты: канд. техн. наук, профессор Цепляева Т.П., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", г. Харьков; канд. техн. наук, руководитель информационной службы Заугольников Н.Л., НПП «Интеравиасервис», г. Харьков.