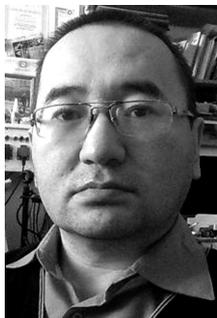


Проект беспилотного дирижабля как инструмент снабжения Арктики

Unmanned airship project as a supply tool for the Arctic

doi 10.26310/2071-3010.2021.271.5.002



Н. А. Леонтьев,

к. т. н., доцент, кафедра радиофизики и электронных систем,
Физико-технический институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, г. Якутск
✉ leonza@mail.ru

N. A. Leontiev,

PhD, assistant professor, department of radiophysics and electronic systems,
Physics and technology institute, North-Eastern federal university, Yakutsk

В данной статье рассматривается проект беспилотного дирижабля для задач снабжения Арктики. Обсуждаются проблемы снабжения удаленных точек Арктики. Анализируются преимущества дирижаблей и возможность построения беспилотного аппарата. Рассчитываются требуемые параметры по грузоподъемности, объему баллона, двигательной установке.

This article discusses a project of an unmanned airship for supplying the Arctic. The problems of supplying remote points in the Arctic are discussed. The advantages of airships and the possibility of building an unmanned vehicle are considered in detail. The required parameters are calculated for carrying capacity, cylinder volume, propulsion system.

Ключевые слова: дирижабль, беспилотный летающий аппарат, снабжение, Арктика.

Keywords: airship, unmanned aerial vehicle, supply, Arctic.

В Арктических районах Российской Федерации и в удаленных местах проживания коренного населения существует проблема снабжения товарами и различными ресурсами для проживания. Раньше это решалось с помощью перевалочных баз, сроки снабжение растягивались на несколько лет. В настоящее время природные условия в Арктике из года в год становятся все более нестабильные: теплые зимы, обильные снегопады, сдвиги сроков открытия автозимников, лед не достигает необходимой толщины для проезда грузового транспорта, наледи и не промерзания рек и ручьев, непогода в виде периодической снежной метели длительностью несколько месяцев и прочие природные аномалии и отклонения. Все это не позволяет пробивать зимники и использовать снежные трассы в полной мере. Обычно зимой доставляют большие объемы продуктов длительного хранения, товары народного потребления, строительные товары, топливо для котельных и дизельных станций.

При доставке грузов в летнее время возникают свои проблемы: зависимость от дождей в верховьях рек, короткая навигация, маловодье на реках, изменение глубин реки в результате наносов, отсутствие наземного пути, длительные дожди, таяние вечномёрзлых грунтов [1].

Трудности возникают при доставке грузов в отдаленные точки, в том числе и места проживания охотников, рыбаков, временные лагеря рабочих, туристов.

Для решения данной проблемы обратим внимание на дирижабли, так как беспилотный режим может вдохнуть новую жизнь в старые технологии.

История развития дирижабля знала часы триумфа и часы провала. В начале XX века были построены гигантские дирижабли объемом до 200 тыс. м³, они

могли совершать полеты на расстояние до 9000 км и перевозить грузы до 20 т [2].

На Западе и в России современные дирижабли имеют, прежде всего военное или полувоенное предназначение, они используются в качестве патрульных аппаратов, для ретрансляции сигналов.

В России создан беспилотный дирижабль ДП-29, высота полета не менее 300 м, груз не менее 5 кг, время полета не менее 1 ч, объем 70 м³, длина оболочки 12,76 м, диаметр в миделе 3,19 м, максимальная скорость полета 15 м/с, скорость ветра при полете не более 7 м/с, при старте 5 м/с. Дирижабль состоит из: оболочки, воздушного клапана, газового клапана, заправочного клапана, двух стабилизаторов с рулями высоты, два киля с рулями высоты, узел крепления целевой нагрузки, гондола с бортовым оборудованием, рама с силовой установкой. Для наземного обслуживания необходимо: наземный пункт управления, автоматизированное антенно-матовое устройство, причальная мачта, подвижная опора для флюгирования дирижабля [3].

Также существует дирижабль дискообразной формы ДП-27 «Анюта» с 4 двигателя внутреннего сгорания. Характеристики: объем 520 м³, диаметр 16 м, максимальная скорость 70 км/ч, максимальная высота полета над уровнем моря 1000 м, максимальная дальность полета 40 км, груз 100 кг, температура окружающей среды –10...+30°С.

Области применения:

- доставка комплекта аппаратуры в район применения, находящийся на расстоянии до 40 км от места базирования дирижабля, и обратно;
- контроль строительства и реконструкции различных объектов;
- отслеживание системами видеонаблюдения и радионаблюдения в режиме реального вре-

мени оперативной обстановки на акваториях, государственных границах, транспортных магистралях, в жилом секторе, местах расположения достопримечательностей и проведения спортивных и общественно-зрелищных мероприятий;

- проведение поисково-спасательных операций;
- проведение мониторинга оперативного состояния лесного и сельского хозяйства;
- ведение и ретрансляцию связи;
- проведение экологического мониторинга;
- проведение наблюдения за состоянием опасных производств, магистрального нефтегазового трубопроводного транспорта;
- освещение объектов в темное время суток;
- проведение гидрографических и географических исследований;
- проведение рекламных мероприятий.

Из данного перечня интересными пунктами применения для Арктики могут быть:

- проведение поисково-спасательных операций;
- проведение мониторинга оперативного состояния лесного и сельского хозяйства;
- проведение экологического мониторинга;
- проведение наблюдения за состоянием опасных производств, магистрального нефтегазового трубопроводного транспорта;
- проведение гидрографических и географических исследований;

Основные преимущества дирижаблей перед традиционными летательными аппаратами выделяют:

- меньшую стоимость их создания и эксплуатации;
- быструю готовность после развертывания комплекса;
- возможность оперативной передислокации;
- значительную грузоподъемность;
- возможность варьирования скоростью движения вплоть до нулевой;
- возможность вертикального взлета и посадки вне аэродромной сети [3-4].

Дирижабли по конструкции делятся на жесткие, полумягкие и мягкие. Конструкция дирижабля для работы по доставке грузов сильного различия не имеет, так как на первый план выступает грузоподъемность.

Например, дирижабль Зодиак-Вест производства Франции 1925 г. имел объем 4000 м³, два двигателя по 150 л. с., грузоподъемность 1,7 т, скорость до 85 км/ч.

Предлагают применять дирижабли для тушения лесных пожаров. Он может широко использоваться в качестве противопожарной техники благодаря тому, что это мобильное и надежное средство при достаточно большой автономности, может обладать высокой грузоподъемностью и весовой отдачей, универсальностью применения и достаточно низкой по сравнению, например, с самолетом стоимостью.

Технико-экономические параметры дирижаблей улучшаются по мере увеличения их грузоподъемности. Это связано с тем, что основная часть подъемной силы дирижаблей (включая гибридные) создается за счет объема аппарата, пропорционального кубу линейных размеров, а энерговооруженность дирижабля и расходы на материалы (основные составляющие стоимо-

сти аппарата и его эксплуатации) пропорциональны квадрату линейных размеров.

Вместе с тем, дирижабли в отличие от авиации не создают шумового загрязнения и не приводят к загрязнению атмосферы. Один реактивный самолет, пересекая Атлантику, сжигает свыше 35 т кислорода, содержащегося примерно в 120 тыс. м³ воздуха. Только при взлете современный реактивный лайнер сжигает около 2 т топлива. Поэтому применение дирижаблей весьма перспективно в связи с ратификацией Россией Киотского протокола. При грузопотоках более 250-300 тыс. т в год перевозки по воздуху экономичнее перевозок по зимникам даже в районах с самыми сложными природными условиями. И здесь лучше применять грузовые дирижабли грузоподъемностью до 500 т и дальностью полета до 2000 км. По расчетам специалистов Русского воздухоплавательного общества, летный час дирижабля стоит 4,6 тыс. руб., вертолета — от 12 до 30 тыс. В результате стоимость грузоперевозок дирижаблями сопоставима со стоимостью перевозок на барже, скорость которой 30 км/ч. Сейчас средняя скорость при обычной смешанной системе транспортировки с использованием грузового автотранспорта, железной дороги и сухогруза составляет 8-10 км/ч, а средняя скорость дирижабля 100 км/ч [5].

Пытаются создать дирижабли с электроходом и с питанием от солнечных элементов [6].

Также представлены концепция и эскизный проект беспилотной платформы легче воздуха, оснащенной различными технологиями дистанционного зондирования. Цель состоит в том, чтобы оценить возможность использования дистанционно управляемого дирижабля для наземного мониторинга городских или сельских территорий среднего размера (до 107 м²) на относительно небольших высотах (ниже 1000 м) и его потенциального удобства по сравнению с другими стандартными удаленными и удаленными объектами, другими системы зондирования. Предложение включает оборудование для визуального, теплового и гиперспектрального изображения высокой четкости, а также сканирование LiDAR. Данные, собранные из этих различных источников, могут быть затем объединены для получения продуктов с географической привязкой, таких как карты земельного покрова, содержания влаги в почве, температуры поверхности земли и индекса площади листьев. Обсуждаются также потенциальные возможности использования мониторинга состояния конструкций над застроенными территориями [7].

Разрабатываются миниатюрные закрытые платформы-роботы-дирижабли, которые обеспечивают высокую мобильность, безопасность и увеличенное время полета. Разработанная система была окончательно протестирована на простом пути после эксперимента в целях проверки концепции, доказав ее эффективность в достижении желаемого курса и высоты. Предлагаемая платформа роботизированного дирижабля может быть использована в различных образовательных и исследовательских целях [8].

Также разрабатывают и испытывают макет силовой установки для беспилотного дирижабля. Макет рассчитан на питание целевой нагрузки номинальной мощностью не более 500 Вт, пиковой мощностью не

более 1000 Вт и суточным энергопотреблением не более 2600 Вт·ч (из них в темноте — не более 1300 Вт·ч) при суточной суммарной солнечной радиации не менее 5,51 кВт·ч/м² (дана среднесуточная за июль по Московской области). Тестирование макета, заключающееся в проверке характеристик отдельных элементов макета в наземных условиях, показало целесообразность использования дирижаблей в служебных секторах [9].

На внешней подвеске можно перевозить не боящихся низких температур грузы, для перевозки скоропортящихся грузов зимой для обогрева можно использовать отводимое тепло от дирижабля. Выхлопные газы двигателя можно применить также для повышения подъемной силы.

Для практического применения необходимо учет погодных условий, учет скорости ветра, тумана, обледенения, дождя. Учет болтанки при порывах ветра, гроз, статического электричества. Минусы дирижаблей — отсутствие противообледенительных систем.

Отрицательные стороны применения беспилотных летательных аппаратов:

- применение в террористических целях, в атаках инфраструктуры издалека (пример: атака нефтяных заводов в Саудовской Аравии);
- атака транспорта (пример: атака нефтяных танкеров на Ближнем Востоке);
- применение гражданских и самодельных БПЛА в вооруженных конфликтах.

Требования к дирижаблю

Дирижабль должен будет преодолевать расстояния до 300 км за время около 5-8 ч. Загруженность дирижабля должна быть до 500 кг. Доставку необходимо организовать круглый год. Температура окружающей среды от -70°С до +40°С. При круглогодичной эксплуатации примерное количество перевезенного груза за год более 150 т. Максимальная высота полета до 2,5 км, что достаточно для горных районов Арктики, горы достигают высоты 2 км. Емкость топливного база на 15-20 ч полета, так как на крайней точке обычно отсутствуют возможности дозаправки аппарата. Из-за попутного или встречного ветра расход топлива меняется непредсказуемо, поэтому необходим запас топлива. Примерная мощность двигателя — 100 л. с. Расход топлива сравним по показателям на тонну груза с расходом топлива на самолеты.

Основное преимущество в отсутствии взлетной полосы и пилота, что позволяет эксплуатировать дирижабль без учета светового дня. Удаленный пункт управления при применении спутниковых широкополосных систем передачи данных может быть расположен в любом месте земного шара.

При применении малой авиации необходимо использовать сухие грунтовые или бетонные взлетные полосы. В сельских населенных пунктах такие бетонные полосы обычно отсутствуют, а погодные условия непредсказуемые. В случае применения дирижабля

можно обойтись причальной мачтой или просто площадкой для выгрузки груза.

Для эксплуатации необходимо учесть возможности аварийных ситуаций, оборудование черным ящиком, системой поиска аппарата, аварийной сигнализации.

Объем оболочки для перевозки груза до 500 кг составляет примерно 1500 м³. Общий вес дирижабля составляет около 600 кг и вес топлива до 400 кг. Общий вес дирижабля — это вес оболочки, двигателей, системы управления.

Обычно оболочка дирижабля наполняется гелием, но возможно применение смеси водорода и другого инертного газа. Подъемная сила водорода 1,15 кг, гелия 1 кг.

Система управления должна включать навигационный комплекс на основе системы ГЛОНАСС, систему авионики для управления аппаратом, систему загрузки и поддержки полезной нагрузки. Аппарат должен уметь возвращаться на базу, иметь удаленное управление, связь со спутниками. Для этого надо использовать спутниковую низкоорбитальную систему «Гонец». Данная спутниковая система применяется для обмена сообщениями и имеет устойчивое соединение в районах Крайнего Севера.

Для управления и отслеживания полетом и состояниями системы также можно использовать широкополосные спутниковые системы передачи данных, такие как OneWeb и Starlink. Необходимо учесть, что спутниковая система должна иметь разрешение на работу в России. Скорость передачи данных в таких системах может достигать нескольких сот мегабит в секунду, что обеспечивает передачу видеопотока в реальном времени. Наклон орбиты Starlink — 53°, 53,8°, 70°, 74° и 81°, а OneWeb — 90°. Для электропитания устройств необходимо предусмотреть аккумулятор. Солнечные панели можно использовать только в системах с длительным временем полета без включения двигателей.

Для приема груза можно применять посадку на подготовленную площадку, на открытую местность, поле, лед, снег. Оборудование причальной мачты возможно в местах доставки груза с большой частотой.

Летательный аппарат должен уметь совершать рейсы в ночное время, иметь возможность автоматической отцепки груза, при необходимости можно оборудовать системой автоматической зацепки груза.

Считаем, что беспилотные грузовые дирижабли имеют право на жизнь, при должной организации пункта сервиса, при создании трасс по доставке грузов, при наработке практики доставки груза в любые точки Арктики. Думаем, что основное предназначение — доставка грузов в труднодоступные точки, срочная доставка грузов для различных групп в таежной местности, доставка грузов при отсутствии взлетных полос.

Для создания такого аппарата необходимо разработать надежную беспилотную систему управления и протестировать в режиме реального времени.

Список использованных источников

1. В. Ф. Протопопова. Беспилотный дирижабль для снабжения севера//Форум молодых ученых. 2017. № 5 (9). С. 1727-1730.
2. П. Ионов. Дирижабли и их военное применение. М.: Государственное военное издательство, 1933. 120 с.
3. Электронный ресурс. <http://dkba.ru/projects>.
4. Беспилотный дирижабль линзообразной формы ДП-27 «проект Анжута». «Expriority-2011», Moscow.
5. В. В. Попадейкин. Многоцелевой беспилотный дирижабль как инновация в народном хозяйстве//Вестник экологического образования в России. 2015. Т. 4. С. 27-28.
6. В. Н. Гончаренко. Экологичный беспилотный дирижабль с солнечными батареями//В кн.: Гагаринские чтения-2020. Сборник тезисов докладов. 2020. С. 6-7.
7. P. Gili, M. Givera, R. Roy, C. Surace. An unmanned lighter-than-air platform for large scale land monitoring//Remote Sensing. Vol. 13. Iss. 13, Article 2523. doi: 10.3390/rs13132523.
8. G. Gorjup, M. Liarokapis. A low-cost, open-source, robotic airship for education and research//IEEE Access. Vol. 8. 2020. P. 70713-70721.
9. A. I. Sazhnev, S. E. Smirnov. Development of a power plant for an unmanned airship//Journal of Physics: Conference Series Volume 1683. Iss. 523. December 2020. 3rd Conference on Problems of Thermal Physics and Power Engineering, PTPPE 2020, Moscow.

References

1. V. F. Protopopova. Unmanned airship for supplying the north//Forum molodyh uchenyh [Forum of young scientists]. 2017. № 5 (9). P. 1727-1730. (In Russian.)
2. P. Ionov. Airships and their military applications. M.: Gosudarstvennoe voennoe izdatel'stvo [State military publishing house], 1933. 120 p. (In Russian.)
3. Electronic resource. <http://dkba.ru/projects>.
4. Bespilotnyj Dirizhabl' linzoobraznoj formy DP-27 «proekt Anjuta». «Expriority-2011», Moscow.
5. V. V. Popadejkin. Mnogocелеvoj bespilotnyj dirizhabl' kak innovacija v narodnom hozjajstve//Vestnik jekologicheskogo obrazovanija v Rossii. 2015. T. 4. S. 27-28. (In Russian.)
6. V. N. Goncharenko. Jekologichnyj bespilotnyj dirizhabl' s solnechnymi batarejami//V kn.: Gagarinskie chtenija-2020. Sbornik tezisov dokladov. 2020. S. 6-7. (In Russian.)
7. P. Gili, M. Givera, R. Roy, C. Surace. An unmanned lighter-than-air platform for large scale land monitoring//Remote Sensing. Vol. 13. Iss. 13, Article 2523. doi: 10.3390/rs13132523.
8. G. Gorjup, M. Liarokapis. A low-cost, open-source, robotic airship for education and research//IEEE Access. Vol. 8. 2020. P. 70713-70721.
9. A. I. Sazhnev, S. E. Smirnov. Development of a power plant for an unmanned airship//Journal of Physics: Conference Series Volume 1683. Iss. 523. December 2020. 3rd Conference on Problems of Thermal Physics and Power Engineering, PTPPE 2020, Moscow.