

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПСЕВДОСПУТНИКА

Шабалов А.А., Макарьянц Г.М., Белов Г.О.
Самарский университет, г. Самара, shabalov_a@bk.ru

Ключевые слова: система автоматического регулирования, псевдоспутник, аэростатическая платформа.

На первой взгляд космической державе неактуально развивать альтернативные носители, но с учётом величины минимальной цены запуска российскими ракетносителями одного кг груза на геостационарную орбиту, оцениваемую в пятнадцать тысяч долларов, а также неоднозначной геополитической обстановки не стоит исключать использование технологий, которые ранее не развивали.

Идея псевдоспутников сама по себе не нова – чаще всего оборудование со специализированными функциями размещают на возвышенностях или специальных сооружениях – в этом случае такая конструкция может выполнять функции геостационарных искусственных спутников Земли. Стоит отметить, что не всегда есть возможность размещения оборудования на естественных возвышенностях, а построение специальных вышек – дело затратное и небыстрое. В этих случаях оборудование можно размещать на специальных воздухоопорных платформах привязных аэростатах, такие носители производятся серийно рядом российских предприятий. Привязные аэростаты хорошо зарекомендовали себя в качестве платформ для так называемых геостационарных псевдоспутников. Разработкой и серийным производством таких аэростатов занимаются такие известные предприятия как НПО «Авгурь-РосАэроСистемы», концерн «Калашников», АО «ДКБА», Google и другие.

Несмотря на широкое распространение привязных аэростатов у них есть один серьёзный недостаток – отклонение положения под действием ветра. Все серийные производители данной техники пошли по одному пути – многократному превышению Архимедовой силы над силой тяжести конструкции. Такой подход приводит к значительному увеличению размеров платформы, расхода несущего газа, времени запуска, количеству обслуживающего персонала; платформа становится условно мобильной – для её транспортировки требуется специально оборудованный грузовик с запасом гелия и оболочкой, выполненной по подобию дирижабля. Такие аэростатические платформы способны находится в воздухе неделями, удерживаемые леером.

В своей работе мы предложили использовать схему так называемого «привязного аэростата змейкового типа» – такие конструкции имеют неоспоримые преимущества в виде наличия аэродинамической подъёмной силы, аналогичной крылу самолёта, это позволяет в разы снизить габариты носителя при той же полезной нагрузке. Единственный известный из открытых источников проект такого аэростата был реализован в ОКБЭС МАИ [1].

Стоит отметить, что для ряда задач необходимо обеспечить практически полное отсутствие ветрового сноса аэростатической платформы. Это возможно осуществить лишь механическим приложением силы, в своей работе мы предложили использовать для этого «тянущий» винт. Такую конструкцию привязных аэростатов в открытых источниках найти не удалось.

Для синтеза системы автоматического управления положения псевдоспутника необходимо знать величину ветрового сноса. Методики расчёта ветрового сноса привязной аэростатической платформы и расчёта нагрузок на элементы конструкции отсутствуют в открытых публикациях, хотя элементы таких расчётов присутствуют в работах [2-5]. Одна из причин такого положения дел – сложный расчёт тангажа аэростатической платформы при воздействии ветра. По сложившейся практике тангаж привязных аэростатов определяют только в ходе натурных испытаний, что делает проблематичным расчёт змейковых платформ.

Исходя из вышесказанного, сформулирована цель – разработка системы автоматического управления положения псевдоспутника. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создание математической модели позволяющей оценить ветровой снос и нагрузки на элементы конструкции;
2. Разработка конструкции основных элементов платформы;
3. Синтез элементов системы автоматического управления положения псевдоспутника.

В связи с тем, что ветровая нагрузка непостоянная требуется система автоматического управления положения псевдоспутника (аэростатической платформы). Так как аэростатическая платформа развернута по направлению ветра, достаточно реализовать один вектор тяги переменного значения, таким образом, движитель платформы в виде воздушного винта будет иметь всего одну степень свободы. Для отслеживания положения также понадобится датчик, по которому будет осуществляться регулирование оборотов двигателя с помощью контроллера. Реализация такой несложной конструкции является недорогим и практичным решением, что и показано в настоящей работе.

Список литературы

1. Сайт: https://mai.ru/science/results/dev/index.php?ELEMENT_ID=9897.
2. Пономарёв П.А. Разработка методики проектирования мобильных привязных аэростатных комплексов нового поколения// Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск №44.
3. Морозов Л.И. Объединённая методика расчёта функциональных параметров работы аэростатно-канатных систем// Инженерный вестник Дона. №1. 2015.
4. Захаров П.С. Математическое моделирование мобильного привязного аэростатного комплекса для мониторинга лесных пожаров на основе энергоаккумулирующих веществ// Сборник научных трудов аспирантов. Москва, 2014.
5. Болдырева А.А. Разработка новых технических решений и методов проектирования воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения // Диссертация кандидата технических наук, МАИ. Москва, 2016.

Сведения об авторах

Шабалов А.А., магистрант ИАРКТ. Область научных интересов: АРКТ.

Макарьянц Г.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация авиационной техники». Область научных интересов: динамические процессы.

Белов Г.О., к.т.н., доцент кафедры АСЭУ. Область научных интересов: динамические процессы.

THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF THE POSITION OF THE PSEUDO SATELLITE

Shabalov A.A., Makaryants G.M., Belov G.O.
Samara University, Samara, Russia, shabalov_a@bk.ru

Keywords: automatic control system, pseudo satellite, aerostatic platform.

The balloon is capable of creating lift in the presence of wind. The rail holds the balloon in the required place. The balloon has a pulling screw that adjusts its position according to the wind vector. The position sensor transmits an input signal to the screw speed control controller. This design is simple and effective.