

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016» атты
XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»

PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»

2016 жыл 14 сәуір
Астана

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2016»
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір

Астана

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

Ғ 96

Ғ96 «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: [http://www.enu.kz/ru/nauka/ nauka-i-obrazovanie/](http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/), 2016. – б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-764-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

ISBN 978-9965-31-764-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2016

УДК 528.837

МАГНИТНАЯ И СОЛНЕЧНАЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Кумисбек Гани Маратулы

Магистрант 1 курса физико-технического факультета, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Д.Б. Каргин

Данный доклад посвящён обзору двух пассивных методах стабилизации космического аппарата – магнитной стабилизации и солнечной, которые будут использоваться в качестве системы стабилизации космического аппарата дистанционного зондирования Земли с целью получения космических снимков поверхности Земли без затраты ресурсов аппарата.

Магнитная стабилизация КА – пассивный метод стабилизации аппарата с применением магнитного поля Земли. Следует различать два метода магнитной стабилизации:

- *пассивный метод* магнитной стабилизации, предусматривает использование постоянных магнитов;
- *активный (или полупассивный) метод* магнитной стабилизации утилизирующий электрическую обмотку.

Основное устройство, применяемое в качестве стабилизатора, является *моментный магнитопровод*, суть работы которого заключается в гашении внешних возмущений влияющих на КА и придание аппарату управляющих моментов, позволяющих контролировать угловую скорость вращения аппарата [1, стр. 204]. Магнитопроводы состоят из набора *электромагнитов*, которые вырабатывают асимметричные магнитные поля вдоль определенной площади, которая регулируется при помощи периодического переключения тока через специальные намотки внутри магнитопровода. В качестве управляющего блока магнитопровода используется бортовая вычислительная машина, которая дает команду на переключение тока внутри намотки. Сам принцип работы данного устройства схож с принципом функционирования двигателя постоянного тока. Здесь в роли ротора выступает обмотка магнитопровода, а в роли статора, собственно, магнитное поле Земли.

Электромагниты магнитопровода размещены таким образом, чтобы вырабатываемая ими магнитная сила, направленная на магнитное поле Земли, создает обратную силу в результате которого возникает механический управляющий момент, воздействующий на центр притяжения аппарата. Данный управляющий момент описан в книге автора Гуцина, где сказано, что принцип возникновения управляющего механического момента M_y указан на рисунке 1, где B это поток магнитной индукции, создаваемой в результате протекания по обмотке тока i_y с потоком индукции магнитного поля Земли B_e [2].

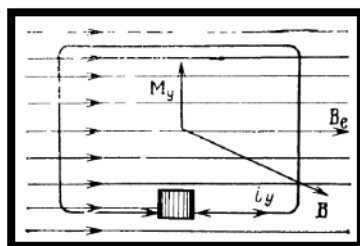


Рисунок 1 – Схема принципа возникновения управляющего момента

В книге автора Попова детально приведен принцип работы пассивного магнитного стабилизатора. Здесь в качестве стабилизатора выступает *постоянный магнит*. При данном методе, стабилизация осуществляется за счет постоянного магнита, который жестко фиксирован к корпусу аппарата по оси симметрии. Направление аппарата, использующий пассивный метод, всегда направлено вдоль силовых линий магнитного поля. Таким образом, магнитный диполь (так называют совокупность двух равных по модулю, но противоположных по знаку точечных электрических зарядов $\pm q$, находящихся на некотором расстоянии l друг от друга) согласуется с направлением магнитных силовых линии Земли [3] [4]. На рисунке 2 приведена ориентация спутника согласно магнитным силовым линиям.

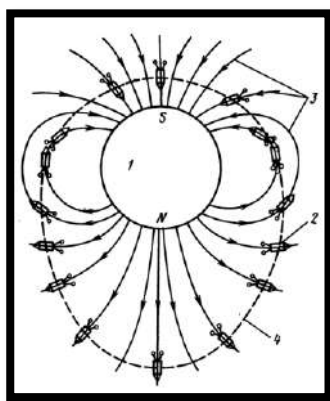


Рисунок 2 – Ориентация спутника согласно магнитным силовым линиям [4]

Следует отметить, что система магнитной стабилизации также выполняет роль демпфера колебаний КА при комбинированном использовании других систем стабилизации. Магнитная стабилизация, в целом, применяется на высотах от 600 км до 6000 км, то есть на высотах влияния магнитного поля Земли. Это связано еще и с тем, что с увеличением расстояния от поверхности Земли ее магнитное поле стремительно ослабевает, пропорционально кубу расстояния от центра Земли [2] [4].

К *преимуществам* системы магнитной стабилизации аппарата можно перечислить следующие факторы:

- легкая конструкция устройства;
- простота конструкции, вследствие которой повышается надежность устройства;
- повышенная энергоэффективность, а в случае пассивного метода так и еще отсутствие необходимости затрачивать энергоресурсы аппарата;
- отсутствие движущихся механических компонентов [5].

К *недостаткам* системы магнитной стабилизации можно отнести:

- потребность высокого уровня магнитной индукции для быстрого маневра аппарата;
- зависимость от силы магнитного поля, что делает его непригодным для длительной миссии дальнего космоса;
- низкая точность ориентации;
- большая масса устройства (магнитопровода и постоянных магнитов) [4].

Стабилизация аппарата световым давлением солнечных лучей является одним из методов пассивной стабилизации, которая также, как и метод аэродинамической стабилизации, имеет зависимость управляющих моментов от величины эффективной поверхности стабилизатора и взаимного расположения масс и центра давления аппарата. В качестве стабилизатора в системе солнечной стабилизации используется *солнечный парус*, так как обычно традиционные КА несут собой запас рабочего тела, повышающий вес и себестоимость запуска запускаемого аппарата, что делает солнечные паруса привлекательным решением для дорогостоящих и массивных космических миссии, так как не требуется дополнительные затраты энергии [6].

Для стабилизации аппарата относительно направления солнечного излучения проектировщиками космических аппаратов был предложен целый ряд пассивных систем стабилизации, использующих световое давление солнечных лучей, то есть для корректировки ориентации аппарата можно использовать давление солнечного света. Солнечный парус обычно рассматривается как способ транспортировки аппарата в космическом пространстве, однако на спутник усложненной конструкции с антеннами и солнечными аккумуляторами, Солнце тоже может оказывать определенное воздействие, такое что данное воздействие может рассматриваться как преграда для других систем ориентации, либо, если проектировщики аппарата предварительно провели расчёт момент сил, можно было использовать данный способ для ориентации космического аппарата [7].

Рассмотрим простейший случай ориентации космического аппарата на Солнце. Если придать аппарату определенную форму, к примеру, коническую, или нанести на него специфическое монохромное покрытие, то под действием солнечного давления, формирующего управляющий момент, КА обращается к Солнцу одной стороной. Падающие солнечные лучи отражаются от паруса (при идеальной плоскости поверхности солнечного паруса с зеркальным отражением) и производит две составляющие силы: одна направлена сторону падающего солнечного излучения, а другая направлена в противоположную сторону, то есть в сторону отраженных солнечных лучей [6].

В векторе результирующей силы, компоненты вектора касательные к поверхности паруса сокращаются, а компоненты вектора перпендикулярные к поверхности складываются для создания силы тяги направленную по нормали направления паруса. Для увеличения управляющих моментов применяются специальные солнечные стабилизаторы с большой площадью поверхности, имеющей заданные оптические характеристики [6].

Примером использования метода солнечной стабилизации может послужить КА НАСА «Маринер – 4». В 1973 году космический аппарат НАСА «Маринер – 4», отправившийся к Венере и Меркурию, использовал солнечное давление для построения ориентации аппарата [6, 7].



Рисунок 3 – Изображение КА «Маринер – 4» [8]

Другой пример использования метода солнечной стабилизации был продемонстрирован на КА «Кеплер» (рис. 4). Находчивость конструкторов и инженеров лаборатории атмосферной и космической физики поражает — когда на космическом телескопе «Кеплер» отказали два из четырех двигателей - маховиков, лаборатория разработала способ стабилизации аппарата при помощи двух оставшихся двигателей - маховиков и солнечного давления, чтобы телескоп поочередно исследовал четыре участка пространства в год:

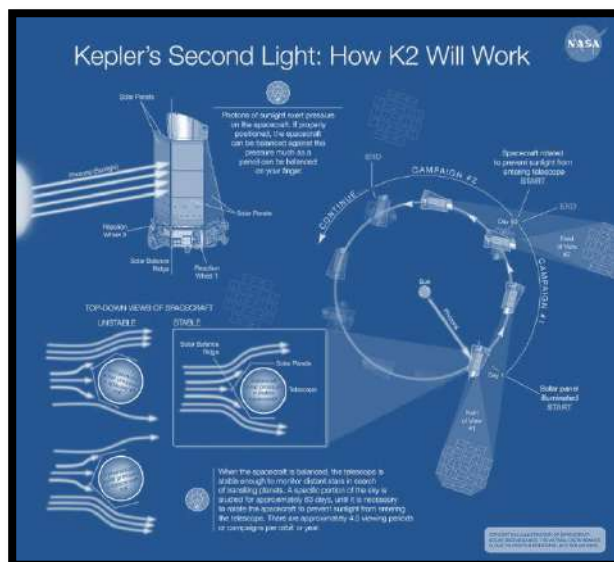


Рисунок 4 – Схема полета космического телескопа «Кеплер» [7]

Есть еще один пример использования солнечной стабилизации - советский проект «Регата-Плазма» (рис. 5), разрабатывавшийся в 90-х годах. При помощи солнечного паруса-стабилизатора и поворачивающихся рулей аппарат занимал ориентацию в направлении Солнца и при необходимости можно было придать ему момент вращения:

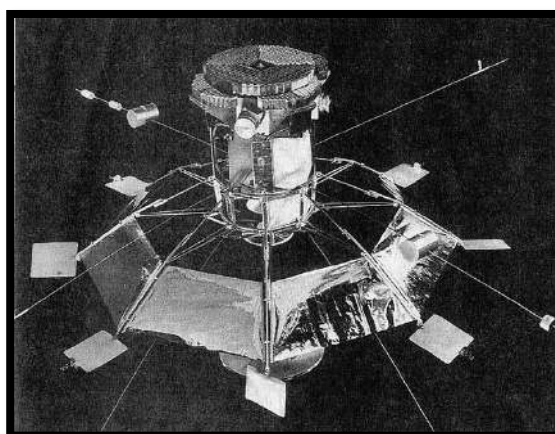


Рисунок 5 – Изображение КА «Регата-Плазма» [7]

Основным достоинством системы солнечной стабилизации заключается в его доступности. Несмотря на то что сила солнечного давления относительно мала, по сравнению с другими видами движущих сил, данная сила легкодоступна, и, следовательно, может быть использована для приведения в движение КА на дальние дистанции без применения других средств реактивного движения. Другим преимуществом данной системы может быть его относительная энергоэффективность – данный метод стабилизации не нуждается в затрате рабочего тела или горючего [6, 7].

Основным недостатком данного метода, пожалуй, является сравнительно небольшой угол поворота стабилизатора (т.е. солнечного паруса). К сожалению, нельзя построить ориентацию по трём осям. Вторым существенным недостатком данной системы является дисфункциональность устройства при больших угловых отклонениях аппарата от заданного положения равновесия, так как это потребует вмешательства со стороны активной системы стабилизации, что ведет к затратам рабочего тела. Третьим недостатком является то что,

данный метод стабилизации неприменим за пределами солнечной системы из – за отсутствия солнечного давления. И последний недостаток метода – неработоспособность в теневой фазе Земли, что делает его крайне неэффективным в эксплуатации на низкой орбите [6, 7].

Список использованных источников

1. James R. Wertz. Spacecraft Attitude Determination and Control. - P.: Springer, 1978, 204-205 p.
2. Гущин В. Н. Основы устройства и конструирования космических аппаратов: Учеб. пособ. для вузов / В. Н. Гущин, Б. М. Панкратов, А.Д. Родионов. -М.: Машиностроение, 1992, С. 194-195.
3. Варламов А.А. Электрический диполь и его электрический момент // Квант. 1985. № 11. С. 21-23.
4. Попов В. И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, С. 31-34.
5. Vincent Francois – Lavet. Study of passive and active attitude control systems for the OUFTI nanosatellites. // Master thesis report, University of Liège. 2010. P. 23.
6. Попов В. И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, С. 44-48 с.
7. «Как опереться на пустоту?». Электронный ресурс: Научно-популярно о космосе и астрономии. URL: <http://engineering-ru.livejournal.com/343962.htm>. 2010.
8. Техническая документация КА «Маринер». Электронный ресурс: NASA. URL: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1964-077A>. 2016.

УДК669

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ РКТ

Лашук Максим Юрьевич

lashuk-maksim@mail.ru

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан
Научный руководитель – Демесинова С.С.

Главным недостатком существующих технологий ракетно – космической промышленности (РКП) является ограничение на габариты деталей, которые не должны превышать габаритов рабочих зон соответствующих технологических установок, а так же на их форму, которая должна обеспечивать движение инструмента. Необходимой частью производства любого соединения является сборка деталей, заключающаяся в их позиционировании относительно друг друга с заданной точностью и последующем разъемном или неразъемном соединении, что требует уникальной и – как правило – крупногабаритной технологической оснастки. Поскольку большая часть изделий ракетно-космической техники (РКТ) имеет минимальную серийность (либо являются уникальной), изготовление специальной оснастки значительно увеличивает стоимость производства. Альтернативой является использование ручного труда рабочих высокой квалификации, подготовка которых и их удержание на конкретном производстве являются сложными организационно – экономическими задачами.

Хотя бы частичное решение указанных проблем может заключаться в широком внедрении в РКП аддитивных технологий. Аддитивные технологии, или технология послойного синтеза, сегодня из наиболее динамично развивающихся за рубежом направлений «цифрового производства». Данные технологии объединяют одно обстоятельство: построение детали происходит путем добавления материала (от англ. add –