

УДК62-523.2

## МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ ПРИВОД ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОГО ОТДЕЛЕНИЯ НАНОСПУТНИКА

Кострюков Е. Е., Юсупов Р. Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В России и за рубежом реализованы десятки проектов по выводу малых спутников на платформе, размещаемой в переходном отсеке ракеты-носителя, например, на платформах «Днепр» и «Ariane». Экономически эффективно запускать малые спутники попутно с основной полезной нагрузкой. По сложившейся терминологии малые спутники массой 1-10 кг получили название наноспутников (НС) [1]. По инициативе международных организаций НС массой от 1 до 3 кг разрабатываются в исполнении «CubeSat» с размерами 100x100x100 мм.

Системы запуска малых спутников используют энергию сжатых газов, пружинные толкатели с электромеханическим затвором (например, «ISIPOD», «J-SSOD» для спутников в исполнении «CubeSat» [2]), пиротехнические устройства. Недостатки механических устройств отделения:

- отсутствие оперативного управления скоростью отделения НС;
- относительно большая масса по сравнению с НС – до 150%;
- сравнительно низкая скорость отделения – до 1 м/сек.

Впервые предложен способ отделения НС за счёт использования магнитно-импульсного привода (МИП) с ёмкостным накопителем энергии (НЭ) [3]. Отделение попутных НС можно проводить с помощью импульсного магнитного поля, создаваемого разрядом ёмкостного НЭ на индуктор. Энергия разряда в индукторе преобразуется в импульсное давление, воздействующее на НС с интенсивностью, необходимой для их отделения.

В этом случае появляется возможность:

- регулирования скорости отделения НС с различной массой в широких пределах с помощью унифицированного устройства;
- использования остаточного ресурса электроэнергии бортового питания ракеты-носителя;
- многократного использования устройства запуска НС.

На рисунке 1 представлена электрическая схема МИП.

После выведения ракеты-носителя на заданную орбиту и отделения основной полезной нагрузки подается команда на зарядный блок 2, который заряжает НЭ 1 до заданного уровня напряжения. При разряде НЭ 1 через разрядник 3 на адаптер со спутником 10 происходит отделение НС.

Для запуска второго и последующих НС производится последовательный цикл разряда общего НЭ 1 через разрядники 4, 5, 6 на адаптеры со спутниками 11, 12, 13 и т.д. Таким образом, система отделения НС может объединять в себе от одного – один зарядный блок, один накопитель и один индуктор, до нескольких адаптеров – один общий зарядный блок и накопитель и несколько последовательно подключаемых индукторов.

Реализовать МИП можно двумя способами.

1) НС отделяется от платформы за счёт давления импульсного магнитного поля индуктора, воздействующего на переходную пластину из электропроводного материала. Пластина закрепляется на корпусе НС или является стенкой корпуса.

Скорость отделения НС зависит от запасаемой энергии накопителя и определяется балансом энергии заряда  $W_0$  и кинетической энергии НС в момент отделения  $W_1$ :

$$W_0 = k_0 \cdot C \cdot U^2 = W_1 = m \cdot V^2,$$

где  $C$  – ёмкость НЭ,  $U$  – напряжение заряда НЭ,  $k_0$  – постоянный коэффициент, учитывающий параметры связи системы: накопитель – индуктор – переходная пластина,  $m$  – масса НС,  $V$  – начальная скорость отделения.

2) Отделение НС происходит импульсом давления, передаваемого по акустическому волноводу, который жёстко закреплен на индукторе.

Максимальная амплитуда давления зависит от напряжения заряда НЭ:

$$P_{max} = k \cdot \frac{c \cdot u^2}{2 \cdot S},$$

где  $k$  – коэффициент связи системы индуктор – волновод,  $S$  – эффективная площадь индуктора,  $C$  – ёмкость НЭ,  $U$  – напряжение заряда НЭ.

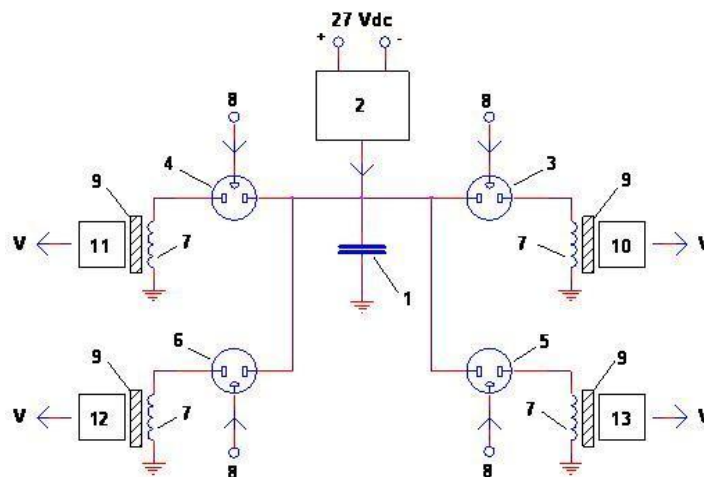


Рис. 1. Схема МИП системы отделения НС

#### Библиографический список

1. Овчинников, М. Ю. Малые спутники и проблемы их ориентации. Современные проблемы прикладной математики. [Текст]: Сборник научно-популярных статей. Под ред. акад. А.А. Петрова./М.Ю. Овчинников. – М.: МЗ Пресс. – 2005. – С. 197-231.
2. [Электронный ресурс]. 24.01.2013.
3. Заявка № 2011118259 Российская Федерация, МПК В64G 1/22, В64G 1/64. Способ запуска наноспутников в качестве попутной нагрузки и устройство для его осуществления [Текст]/ Глущенко В.А. [и др.] (РФ); Заявитель и патентообладатель Самарский государственный аэрокосмический университет (СГАУ). – №2011118259/11(027041); заявл. 05.05.2011.
4. Ермилов, И.В. Современные импульсные высоковольтные конденсаторы с пленочным диэлектриком [Текст]/И.В. Ермилов.// Электронные компоненты. – 2005. – №4. – С. 37-44.
5. <http://www.ultravolt.com> [Электронный ресурс]. 24.01.2013.
6. <http://www.matsusada.com> [Электронный ресурс]. 24.01.2013.