

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Донцов О. А.

научный руководитель д.т.н., проф. Краснобаев Ю. В.

Сибирский федеральный университет

Удорожание стоимости ископаемых энергоносителей, произошедшее за последние десятилетия, привело к существенному повышению стоимости электроэнергии. В свою очередь это привело к интенсификации работ по совершенствованию характеристик солнечных элементов и наращиванию объемов их производства. Так с 1990 года и по настоящее время суммарная мощность солнечных элементов и батарей на их основе, производимых за год, увеличилась более чем в 500 раз. Увеличение объемов производства при одновременном снижении стоимости солнечных батарей (СБ) привело к тому, что использование солнечной энергии стало реальной альтернативой ископаемым источникам энергии.

Поскольку генерирование энергии посредством СБ происходит в светлое время суток, а используется электроэнергия круглосуточно, то параллельно СБ подключается аккумуляторная батарея (АБ). При этом происходит недоиспользование мощности СБ на величину ΔP , достигающее 15-30% от максимальной [1] из-за того, что при параллельном включении СБ и АБ напряжение $U_{СБ}$ на выходе СБ поддерживается равным напряжению $U_{АБ}$ на АБ, и меньшим напряжения $P_{СБ.max}$ на выходе СБ при максимальной мощности СБ. На рис. 1 приведены внешняя и мощностная характеристики СБ, поясняющие недоиспользование мощности СБ на величину ΔP .

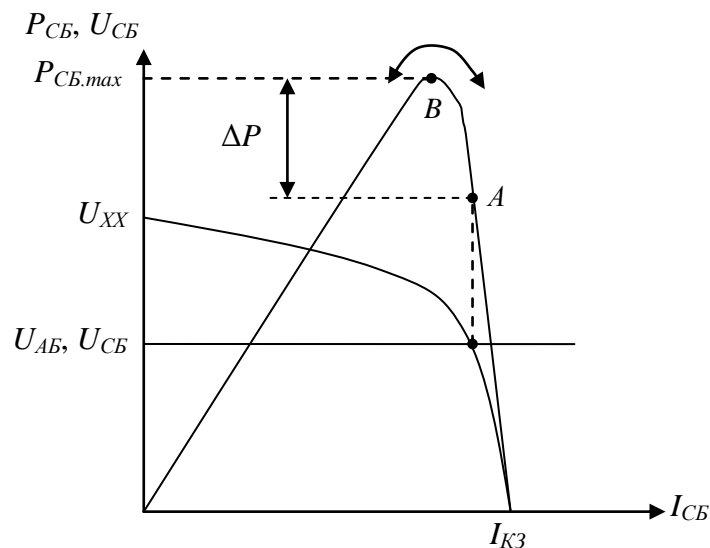


Рис. 1. Внешняя и мощностная характеристики СБ

В связи с чем актуальной задачей является разработка системы электропитания (СЭП) на основе СБ, в которой обеспечивается аккумулирование электроэнергии и исключается недоиспользование мощности СБ.

Решить эту задачу можно, выполнив СЭП в соответствии с функциональной схемой, приведенной на рис. 2. В состав СЭП кроме СБ, АБ и нагрузки Н входит экстремальный регулятор (ЭР), выполненный в виде конвертора понижающего типа,

датчики тока ДТ1 и ДТ2, измеряющие соответственно выходной ток конвертора и ток АБ. Устройство управления (УУ) конвертором выполняет ряд функций:

- поиск точки экстремума на мощностной характеристике СБ и работу конвертора в режиме отбора экстремальной мощности СБ;
- ограничение величины зарядного тока АБ;
- снижение зарядного тока при достижении заданного напряжения АБ;
- индикация разряда АБ.

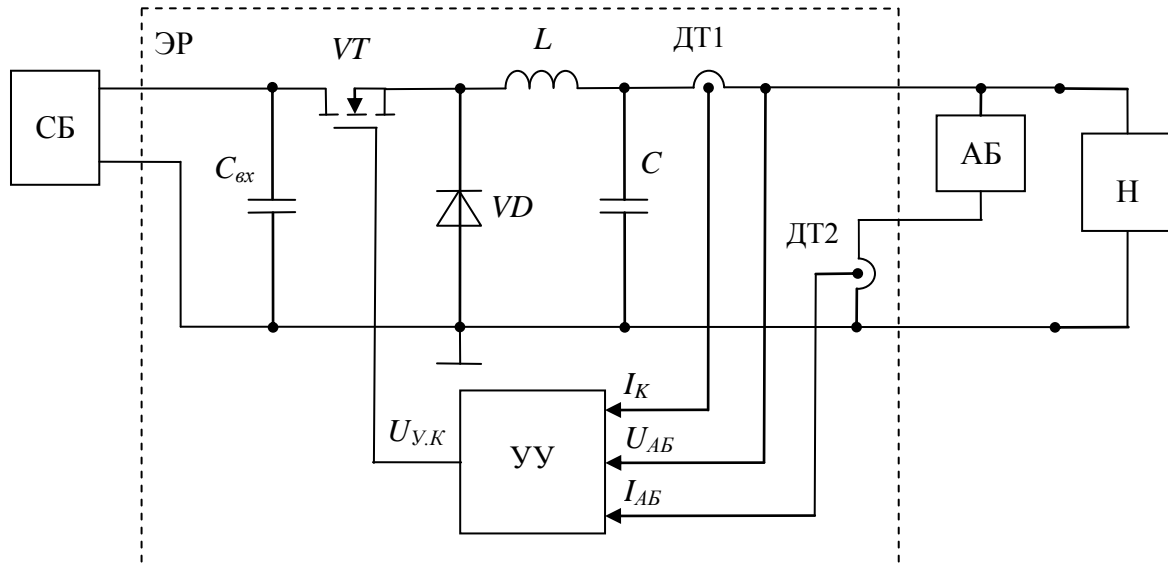


Рис. 2. Функциональная схема СЭП

Структурная схема УУ, обеспечивающего выполнение заявленных функций, приведена на рис. 3 и состоит из аналого-цифрового преобразователя (АЦП), микроконтроллера (МК) и драйвера силового ключа (ДК) конвертора.

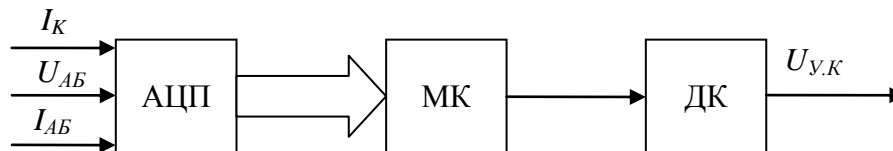


Рис. 3. Структурная схема УУ

Рассмотрим работу УУ в наиболее сложном режиме поиска и поддержания экстремума мощности СБ. В этом режиме посредством МК периодически осуществляется вычисление текущей мощности системы: СБ – конвертор путем перемножения выходного тока I_K конвертора и напряжения U_{AB} АБ. После измерения текущей мощности системы производится её запоминание и на следующем периоде поиска экстремума посредством МК производится изменение коэффициента заполнения импульсов управления силовым ключом конвертора. Это приводит к изменению выходного тока конвертора и положения рабочей точки на внешней и мощностной характеристиках СБ. После чего посредством МК вновь осуществляется вычисление текущей мощности системы и её сравнение с запомненной на предыдущем периоде. В случае прироста мощности производится увеличение коэффициента заполнения импульсов управления силовым ключом конвертора, а в случае снижения мощности системы производится уменьшение коэффициента заполнения импульсов управления силовым ключом конвертора. Таким образом после достижения экстремума

мощности системы производятся постоянные поисковые движения, приводящие к колебаниям рабочей точки относительно точки B экстремума мощности СБ (рис. 1).

Для проверки работоспособности рассмотренного алгоритма поиска экстремальной мощности в среде OrCAD была разработана имитационная модель СЭП в соответствии с функциональной схемой, приведенной на рис. 2. На рис. 4 приведены временные диаграммы, полученные с использованием имитационной модели СЭП. До момента времени t_1 мощность нагрузки незначительна, и конвертор ЭР работает в режиме ограничения зарядного тока АБ. При этом выходной ток $I_{СБ}$, мощность $P_{СБ}$ и входной сигнал $U_{ШИМ}$ поддерживаются на некотором фиксированном уровне.

В момент времени t_1 происходит ступенчатое увеличение тока нагрузки, приводящее к появлению тока разряда АБ, что свидетельствует о недостатке мощности, генерируемой СБ. При этом МК начинает работать в режиме поиска экстремума в соответствии с рассмотренным алгоритмом. Поэтому выходной ток $I_{СБ}$, мощность $P_{СБ}$ и входной сигнал $U_{ШИМ}$ начинают ступенчато изменяться. К моменту времени t_2 рабочая точка на мощностной характеристике СБ приходит в окрестность точки максимума мощности и начинаются поисковые движения, приводящие к колебаниям рабочей точки относительно точки B экстремума мощности СБ (рис. 4).

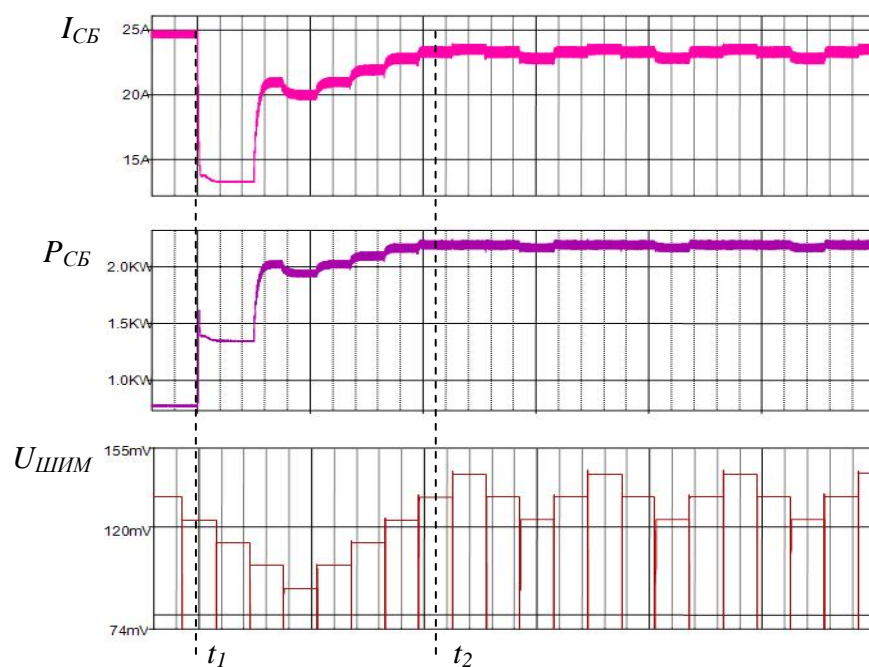


Рис. 4. Временные диаграммы процессов с СЭП

Исследования СЭП, проведенные с использованием её имитационной модели, подтвердили работоспособность предложенного алгоритма поиска экстремальной мощности системы: СБ – конвертор. Кроме того, результаты исследования СЭП подтвердили ее работоспособность в остальных заявленных режимах работы.

Литература

1. Соустин Б.П., Иванчура В.И., Чернышев А.И., Исляев Ш.Н. Системы электропитания космических аппаратов. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма, 1994. – 318с.