

«Сейфуллин окулары – 12: Ғылым жолындағы жастар-болашақтың инновациялық әлеуеті» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференция материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке - инновационный потенциал будущего" . – 2016. – Т.1, ч.3 – С.126-128

## **ВОМОЖНОСТИ ГИБРИДНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИМПУЛЬСНОЙ НАГРУЗКИ**

*Ногай А.С., Ускенбаев Д.Е.*

Накопление, хранение и рациональное использование накопленной электрической энергии – одна из самых актуальных задач современной энергетики. Традиционно для хранения и последующего использования электрической энергии используются аккумуляторы, конденсаторы и суперконденсаторы. Однако новые требования, которые выдвигаются к перезаряжаемым источникам электрической энергии, невозможно удовлетворить только путем использования любого из указанных источников питания в отдельности.

Целью данной работы изучить модель «суперконденсатор - батарея», работающей под импульсной нагрузкой.

Для реализации поставленной цели изучены взаимосвязи между батареей, суперконденсатором и нагрузкой в терминах их мощностных и энергетических долей, что делает возможным провести оценку потенциального увеличения пиковой мощности, сокращения внутренних потерь и увеличения срока эксплуатации.

Суперконденсатор моделирован в виде номинальной емкости и эквивалентного последовательного сопротивления. Батарея рассматривается, как идеальный источник напряжения и внутреннего сопротивления. Батарея обладает определенной емкостью в терминах молей реактивного материала и, поэтому, запасенный заряд измеряется в Кулонах.

За основу модели нами выбрана базовая электрическая схемасуперконденсатора, соединенного параллельно с батареей, а также составлена их эквивалентная схема. Модели, существенно упрощены для облегчения проведения анализа. Суперконденсатор моделирован в виде номинальной емкости и эквивалентного последовательного сопротивления. Батарея рассматривается, как идеальный источник напряжения и внутреннего сопротивления. Батарея обладает определенной емкостью в терминах молей реактивного материала и, поэтому, запасенный заряд измеряется в Кулонах.

Электрическая мощность, получаемая на внешних контактах, зависит от внутренних потерь, которые, в основном, определяются внутренним сопротивлением. В настоящей работе мы обозначаем это как очень простой, одиночный, сосредоточенный эквивалент последовательного сопротивления. Суперконденсатор на самом деле имеет очень сложную характеристику заряда/разряда, обладающую разнообразными постоянными времени или,

более детально, обладающую распределенной емкостью и сопротивлением [1 - 4].

Путем анализа напряжения и импеданса эквивалентов параллельной системе в частотной области, установлено, что выходное напряжение является линейной комбинацией источника напряжения Тевенина и внутреннего падения напряжения.

С помощью уравнений для исследуемой системы и ее решений показан результат перераспределения энергии между суперконденсатором и батареей в начале разряда.

Найдены выражения для номинального тока нагрузки, тока батареи и тока суперконденсатора построены соответствующие графики для конкретных значений.

Из данного анализа видно, что и батарея и суперконденсатор обеспечивают токи для нагрузки, когда она включена, в то время как батарея заряжает суперконденсатор, когда нагрузка отключена. Мгновенный ток батареи, который должен был бы быть на том же уровне, что и ток нагрузки, существенно снижен благодаря поддержке суперконденсатора. Ток, обеспечиваемый суперконденсатором при подключенной нагрузке, существенно снижает пиковый ток батареи и, поэтому, значительно улучшает возможности системы. Процент тока, поставляемого суперконденсатором, зависит не только от размера суперконденсатора и конфигурации, но также и от условий работы, таких как частота импульса и степень нагрузки.

### Список литературы

1. Учайкин В.В., Амброзевич А.С., Сибатов Р.Т., Амброзевич С.А. Е.В. Морозова Эффекты памяти и нелинейного транспорта в процессах зарядки-разрядки суперконденсатора // Журнал технической физики, 2016, том 86, вып. 2, С. 95 - 104.

2. Компан М.Е., Кузнецов В.П., Малышкин В.Г., Торощина Н.В. Дифференциальный импеданс твердотельного суперконденсатора при функционировании в гибридном режиме // Письма в ЖТФ, 2012, том 38, вып. 8, С. 89- 94.

3. Mikio Fukuhara and Kazuyuki Sugawara. Electric charging/discharging characteristics of super capacitor, using de-alloying and anodic oxidized Ti-Ni-Si amorphous alloy ribbons // Nanoscale Research Letters. 2014. V. 9(1) Is. 253. P. 1-6.

4. Кузьмин А.В., Горбачевский О.С., Юртов Е.В. Жидкие кристаллы Лидодецилбензолсульфоната как электролит для суперконденсаторов // Успехи химических наук. Т. 28, № 14, С. 52 - 54.