

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Подгузова Владимира Андреевича на тему  
«Электромеханический накопитель энергии с магнитным ВТСП подвесом»,  
представленной на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности 2.4.2.  
«Электротехнические комплексы и системы»

Тема диссертационной работы является **актуальной** и посвящена решению ряда важных вопросов по проектированию и созданию высокоэффективных электромеханических накопителей энергии. Так как неуклонно повышается нагрузка на энергосистему и требования к качеству электроэнергии. Кроме этого существуют потребители, не допускающие даже кратковременного перерыва электроснабжения (например, медицинские учреждения, информационно-вычислительные центры, объекты атомной промышленности). Также необходимо резервирование мощности в энергосистеме для покрытия пиковых нагрузок.

Решением этих проблем является использование накопителей энергии, как правило, на базе химических источников тока, которые позволяют обеспечить резервирование мощности и работают на нагрузку параллельно с сетью. Также накопители могут работать некоторое время автономно, в качестве аварийного источника питания для обеспечения требования бесперебойности электроснабжения. Вместе с тем существует проблема утилизации аккумуляторов, в частности, литий-ионных.

Поэтому представляют большой интерес электромеханические накопители энергии (ЭМН) – устройства для накопления и хранения кинетической энергии во вращающемся маховике с последующим её преобразованием в электрическую энергию в мотор – генераторе. По удельным показателям ЭМН не уступают химическим источникам тока, обладая большим сроком службы.

В связи с этим автором предложены рациональные конструктивные решения ЭМН, существенным преимуществом которых является модульность и хорошая масштабируемость для различных областей применения.

Предложены методики проектирования, по которым с использованием пакетов программ для эскизного и твердотельного моделирования были проведены расчёты основных конструктивных узлов: мотор-генератора на основе трёхфазной синхронной машины, маховика, магнитной опоры и бесконтактных магнитных подшипников на основе эффекта сверхпроводимости.

Проведены экспериментальные исследования макетных образцов для верификации теоретических расчётов, которые подтвердили корректность предложенных методик проектирования.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Впервые предложен комплексный подход к разработке ЭМН с ВТСП магнитным подвесом.
2. Разработаны новые конструкции и методики расчета ВТСП магнитных подвесов с постоянными магнитами.
3. Впервые предложено использовать магнитную опору с целью обезвешивания маховика в составе ЭМН для обеспечения его длительной стабильной работы.
4. Разработана новая методика расчета синхронной электрической машины без ферромагнитопровода.
5. Предложена и экспериментально отработана перспективная технология создания многослойного маховика с бандажированием из углеволоконного материала.

К **практической** ценности диссертационной работы следует отнести:

- разработана технология создания бесконтактных подшипников на основе ПМ и ВТСП с охлаждением жидким азотом;
- разработан единственный в России ЭМН с магнитным ВТСП подвесом с запасаемой энергией до 5 МДж;
- показано, что введенные в конструкцию ЭМН новые технологические решения дали возможность существенно увеличить время хранения запасенной энергии в ЭМН и применять их в различных областях народного хозяйства.

**Достоинством** работы является обоснованный новый взгляд на проектирование электромеханических накопителей энергии, позволяющий ускорить процесс разработки электромеханических накопителей энергии с магнитными ВТСП подвесами различного уровня запасенной удельной энергии за счет предложенных методик расчета конкретных узлов электромеханических накопителей энергии, а также предложенных конструктивных схем магнитных ВТСП подвесов.

К автореферату есть следующие **вопросы**:

Не ясно, каковы затраты на обслуживание рассматриваемых накопителей энергии по сравнению с затратами на обслуживание энергоёмких аккумуляторных батарей.

Не отмечено, до каких уровней мощности справедлива предложенная методика расчёта мотор-генератора.

Также по автореферату можно сделать следующие замечания:

1. На с.10 «ЭМН большой мощности». Накопитель характеризуется запасаемой энергией, а мощность определяется временем её вывода. Отсутствует рис.5.
2. На с.11 упоминается рис. 6б. Про рис. 6а ничего не сказано.
3. На с.19 отсутствуют рис. 16а и рис. 16б.
4. По тексту автореферата имеются редакционные замечания.

Несмотря на указанные недостатки, на основании автореферата можно заключить, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, которая удовлетворяет требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г., ред. 11.09.2021г.), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Подгузов Владимир Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

/ Высоцкий Виталий Сергеевич

Доктор технических наук,

Зам. заведующего и научный руководитель отделением № 4

Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности»,

Почтовый адрес: 111024, г. Москва, шоссе Энтузиастов, дом 5

Электронная почта: vysotsky@gmail.com

Телефон: +7 (495) 542-22-70

«23» мая 2024 г.

Подпись Высоцкого В.В. удостоверяю

Директор научного направления — заведующий отделением № 4 «ВНИИ КП»

д.т.н. С.С. Фетисов

2



Создано

Означено

3.06.2024