

*Мельник О.Е., кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры «Экспертиза и управление недвижимостью»
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ХЕРСОНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ХТУ»)
Россия, г. Генчешек.*

ГРАВИТАЦИОННЫЕ НАКОПИТЕЛИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

В статье рассмотрено оборудование для гравитационного хранения энергии, как ключевого элемента цепи электроснабжения. Необходимость хранения энергии возникла в начале создания сетей, а при их активном развитии, необходимость только возрастает.

За последние годы наибольшее влияние на развитие гравитационного хранения энергии повлекло увеличение требований к нормам выбросов парниковых газов в атмосферу, которые непосредственно влияют на экологичность генерирования электроэнергии с помощью топливных энергоносителей.

Результаты, полученные в статье, позволят определить необходимость использования того или иного вида гравитационного накопителя в зависимости от особенностей проектирования энергосистемы или модернизации имеющейся, что дает возможности для рационально накопления, хранения и отдачи электроэнергии в сеть.

Ключевые слова: гравитационный накопитель энергии, генерирование, энергосистема, энергопотребление.

The article considers equipment for gravity energy storage as a key element of the power supply chain. The need for energy storage emerged at the beginning of the creation of networks, and with their active development, the need is only increasing.

In recent years, the greatest impact on the development of gravity energy storage has been the increase in requirements for greenhouse gas emission standards in the atmosphere, which directly affect the environmental friendliness of electricity generation using fuel-based energy carriers.

The results obtained in the article will allow to determine the necessity of using one or another type of gravity storage device depending on the peculiarities of power system design or modernization of the existing one, which provides opportunities for rationally accumulating, storing and delivering electricity to the grid.

Key words: gravity energy storage, generation, power system, power consumption.

Вступление. При эксплуатации электросетей нужно постоянно контролировать соотношение между генерацией и потреблением электроэнергии для обеспечения стабильности энергосистемы. Две составляющие, которые характеризуют генерацию и потребление, должны быть максимально сбалансированы, это спрос и предложение. Спрос электроэнергии можно предсказать, утром и вечером - рост, днем - более линейный, а в ночи – снижение потребления, исходя из этого, энергосистема должна быть максимально гибкая. Гибкость обеспечивают системные операторы, которые в зависимости от спроса регулируют выходную мощность.

Обеспечить стабильности работы в часы пик возможно достичь с помощью гравитационных накопителей энергии, которые могут мгновенно отреагировать на дефицит мощности и начать отдавать электроэнергию в сеть.

Цель и задачи. Целью работы является анализ различных видов гравитационных накопителей энергии и возможности применения в системе электроснабжения.

В соответствии с поставленной целью, должны быть решены следующие задачи:

1. Типизировать информацию о гравитационных накопителях энергии.
2. Определение особенностей гравитационных накопителей, их виды и принцип действия.

Материал и результаты исследований.

Гравитационный накопитель энергии представляет собой оборудование, которое работает за счет хранения потенциальной энергии. Принцип действия достаточно прост, в часы низкого спроса, накопитель использует электроэнергию из сети для поднятия груза, а в часы высокого спроса, высвобождает сохраненную энергию путем опускания груза, в это время электродвигатели работают в режиме генератора и стабилизируют энергосистему. Сочетание гравитационного накопителя вместе с возобновляемыми источниками энергии дает существенный эффект для энергосистемы, например солнечные панели генерируют максимальную мощность днем, когда потребление умеренное, то энергию возможно использовать для "зарядки" гравитационного накопителя, такой же пример использования в сочетании с ветряными мельницами, мощный ветер может быть в любое яку время суток, поэтому важно с максимальной эффективностью использовать генерирующую энергию.

Ниже представлены концепты гравитационных накопителей энергии:

1) Гравитационный накопитель энергии от компании Energy Vault [1] отдел разработки компании Energy Vault (Швейцария) представил собственное запатентованное решение для концепции использования гравитации и потенциал



ное на рис.1

Рисунок 1 - гравитационная батарея [1]

Принцип работы заключается в подъеме и опускании композитных блоков для хранения и распределения электроэнергии. Также они предлагают автономную координацию сбалансированного накопления и распределения электроэнергии для сети.

К основным характеристикам накопителя можно отнести:

- долгая продолжительность (возможность хранения энергии от 2 до 18 часов с эффективностью свыше 80%);
- долговечность (использование мобильного композитного блока);
- интегрированность (быстрая интеграция в сеть и возможности подключения возобновляемых источников энергии);
- экономичность (возможность использования большинства компонентов местного производства, что дает экономический эффект для той местности, где осуществляется внедрение проекта);
- экологичность (использование переработанных отходов для изготовления композитных блоков).

2) Гравитационный накопитель энергии от компании ARES North America

Компания представила проект по накоплению энергии – технология ARES (англ. Advanced Rail Energy Storage) [2], на рис.2 изображен концепт

диска, в котором используются железнодорожные пути и мобильная генерирующая платформа, которая движется по ним. Принцип работы повторяет предыдущий образец, описанный в данной статье, но в данном случае используется наклонный склон. Преимуществами данной технологии являются высокая эффективность системы, быстрая реакция на дисбаланс в сети и возможность применения в засушливых районах. К недостаткам можно отнести использование достаточно большой площади территории.

К основным характеристикам накопителя можно отнести:

- эффективность (составляет более 85%);
- долговечность (срок эксплуатации 20-40 лет, минимальный износ материалов);
- надежность (продолжительность безотказной работы более 95%, негорючесть материалов)
- гибкость (продолжительность от 15 мин. до 12 часов);
- интегрированность (сочетание работы вместе с возобновляемыми источниками энергии).



Рисунок 2 - Технология ARES [2]

3) Гравитационный накопитель энергии от компании Gravitricity

Реализован демонстрационный проект (рис.3, а) от компании, установка включает в себя четырехэтажную шахту лифта, генерирующее и талевое оборудование, тросы и тому подобное.

Принцип работы максимально схож с проектом от компании Energy Vault, но в данном случае используется только одна шахта. Груз весом около

50 тонн движется к горе при хранении энергии, а вниз при отдаче в сеть. Краткосрочная мощность может достигать 250 кВт в течение 11 с., но с меньшей скоростью опускания соответственно и ниже высвобожденная мощность [6].

4) Также от данной компании есть еще один концепт гравитационного накопителя (рис.3, б), все предварительно рассмотренные накопители включать в себя размещение на поверхности Земли, а этот использует подземное пространство. Использование подземного пространства дает большое преимущество перед другими накопителями, так как могут быть использованы шахтные стволы на законсервированных шахтах [5].

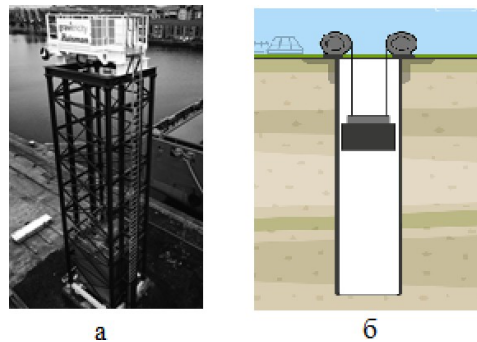


Рисунок 3 - гравитационный накопитель

5) ООО «Энергозапас», резидент технопарка «Сколково» – единственный в России разработчик решений в области создания промышленных накопителей электроэнергии на принципе лифта твердотельных аккумулирующих электростанций (ТАЭС). Для разработки ТАЭС комплексно применяются технологии из таких отраслей техники как механика, гидравлика, пневматика, силовая электроника, аэродинамика, строительство и многих других.

Проект Гравитационный накопитель электроэнергии на твёрдых грузах «WeightsUp» это создание гравитационного накопителя электроэнергии на твердых грузах (ГНТ) и вывод его на рынок. ГНТ

превосходит конкурирующие решения по цене, эффективности, надежности. Кроме того, он лишен основных ограничений по требованиям к рельефу, по тяжести последствий в случае аварии или ухудшении экологии. Реализация ГНТ позволит существенно повысить гибкость энергораспределения и повысит эффективность мощных электростанций всех типов. [3].

К основным характеристикам накопителя можно отнести:

- превосходит конкурирующие решения по цене, эффективности и надёжности;
- лишён основных ограничений по требованиям к рельефу, по тяжести последствий в случае аварии или ухудшении экологии;
- позволяет повысить гибкость энергораспределения и эффективность мощных электростанций всех типов.

Выводы. Система гравитационного накопления энергии обеспечивает и повышает стабильность энергосистемы, имеет возможность интеграции для возобновляемых источников энергии, чем самым повышается эффективность самого накопителя. Отсутствие в необходимости использования ископаемых ресурсов, отлично влияет на экологичность данной системы, а также использование композитных блоков от компании Energy Vault.

Каждое решение, представленное в статье может быть применено и интегрировано к любой энергосистеме в зависимости от следующих характеристик: мощность; скорость реагирования; местность для использования а также гибкость интеграции.

Развитие накопителей гравитационного типа в России позволит создать надежную и эффективную сеть систем по накоплению, которая сможет максимально быстро или стабильно долго адаптироваться к изменениям в энергосистемах, обеспечивая предложение на уровне спроса.

Использованные источники:

1. <https://cyberleninka.ru/article/n/gravitatsionnye-akkumulyatory-tehnologiya-hraneniya-energii-buduschego/viewer>
2. <https://energypolicy.ru/v-bushuev-n-novikov-infrastrukturnye-nakopiteli-v-energetike/energetika/2020/14/20/>
3. <https://navigator.sk.ru/orn/1121519>
4. <https://www.facte.eu/energiya/tehnologiya-nakopleniya-energii-ares>
5. Gravity storage [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://gravitricity.com/technology/>
6. <https://sst.ru/press/expert-articles/technology-energy-storage-gravitricity-/>