

### Беседа 3 «Гибриды» накопителей энергии

Прежде чем в наших беседах продолжить рассмотрение накопителей энергии, решим вопрос: различные накопители энергии – конкуренты друг другу, или союзники? Например, часы. Все, наверное, помнят настенные часы-ходики, работавшие от энергии, накопленной в поднятой гирьке. Даже огромные часы-куранты работали когда-то от энергии поднятого большого груза. Теперь они питаются от электросети, а маленькие часы перешли на «батарейки». Не путайте, пожалуйста, «батарейки» с накопителями – это «гальванические элементы первого рода», которые работают, пока в них не закончится химическая реакция, потом их утилизируют. А накопители электроэнергии или аккумуляторы – это «элементы второго рода», которые могут подзаряжаться от сети. Правда, их срок службы сравнительно невелик.

А помните ли вы электрофонари «жуки», на которые надо было несколько раз нажать, раскрутить находящийся там маховик-накопитель, от которого фонарик какое-то время светил? Сейчас таких почти нет, а место маховичка занял электроаккумулятор или «элемент второго рода» - накопитель. Замечу, что я когда-то построил маховичную бритву, о которой много писали и даже показывали по телевидению (рис.1 или краткое видео <https://www.youtube.com/watch?v=5NLqc70kKsI>).



Рис.1 – Маховичная бритва, построенная проф. Н.В.Гулиа

А теперь бритвы и машинки для стрижки волос работают от электроаккумуляторов – тех же накопителей.

Это редкие случаи конкуренции накопителей энергии. А энергоемкие и мощные накопители энергии чаще всего работают как союзники в так называемых «гибридах», где каждый тип накопителя выполняет ту функцию, которой он «владеет» лучше.

Вот, например, гибрид электроаккумулятора с накопителем кинетической энергии или маховичным накопителем. Электромобиль, или так «модный» сейчас электробус движется энергией, накопленной в электроаккумуляторах. Эти накопители – аккумуляторы обладают высокой удельной энергоемкостью, а вот по удельной мощности они слабоваты. А интенсивный разгон транспортного средства требует большой мощности, при этом интенсивное торможение, характерное для городского транспорта, тех же электробусов, требует большой отдаваемой мощности, которая обычно гасится в тормозах. Но если мы хотим рекуперировать, т.е. накапливать с последующей отдачей кинетическую энергию этого электробуса, то его аккумулятор будет не в состоянии этого сделать, т.к. мощность, которую может «поглотить» аккумулятор невелика для его размеров и массы. Поэтому для рекуперации энергии торможения электробуса с его интенсивным движением подойдет лишь кинетический или маховичный накопитель.

Какова же мощность торможения городского электробуса массой, например 20 тонн. Если скорость перед торможением была 60 км/час или 16,7 м/с, то его кинетическая энергия равна примерно 2,8 МДж или 0,8 кВт\*ч. Если тормозить с замедлением в  $1,2 \text{ м/с}^2$ , что допустимо для городского транспорта, то на это уйдет 13 секунд, а мощность, передаваемая в накопитель при рекуперации составит свыше 200 кВт. А современный литий-ионный аккумулятор массой в 1 тонну способен «принять» мощность всего 100 кВт максимум. Между тем, маховичный накопитель «Кинетик»

массой в 1 тонну способен «принять» свыше 1 МВт мощности и 5 кВт\*ч энергии. Стало быть, электробусу потребуется кинетический накопитель «Кинетик» примерно 200 кг массой, который накопит 1 кВт\*ч энергии (вместо 0,8 кВт\*ч требуемых) и воспримет номинальную мощность как раз 200 кВт, при максимальной раза в два большей! Выходит, гибридный электроаккумулятор (который может быть взят несколько меньшего веса и мощности) и накопителя «Кинетик» массой 200 кг может обеспечить интенсивное движение электробуса, да еще и с рекуперацией энергии торможения, что не менее, чем на 30% сократит расход энергии и увеличит ресурс электроаккумуляторов.

Если уж говорить об электробусах, то для стран с холодным климатом, котором принадлежит и Россия, нужно обязательно обогревать салон (да и сам аккумулятор, а то он перестанет работать!). Сейчас это делается печкой, питающейся горючим, сжигающей кислород и выделяющей отравляющие газы. Для чего же заменяли двигатель автобуса на аккумулятор электробуса? Применение для отопления салона и обогрева аккумулятора теплового накопителя, заряжающегося вместе с самим аккумулятором снимет эту проблему. Тепловые накопители широко известны и их удельная энергоемкость в разы превышает энергоемкость лучших электроаккумуляторов!

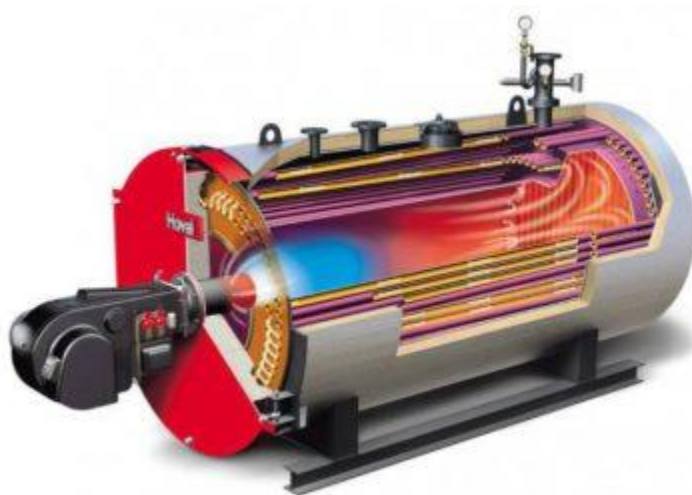


Рис.2 - Накопитель тепловой энергии

И еще про один гибрид, о котором не говорилось раньше – для подъемных кранов. Что такое «подъемный кран»? Да это тот же накопитель энергии, только «гравитационный», т.е. в поднятом грузе еще накапливается потенциальная энергия, равная произведению веса груза на высоту его подъема. Куда же девается энергии при опускании груза? Переходит в тепло при его торможении. А если установить на кран маховичный накопитель, то потенциальную энергию груза можно будет переводить в кинетическую энергию вращения маховика. Можно подумать, что для этого потребуется очень большой маховик, но это далеко не так! Давайте посмотрим, какой маховичный накопитель способен «принять» потенциальную энергию груза в 15 тонн, поднятого на высоту 20 метров, а это очень немало! Расчет показывает, что энергия этого поднятого груза будет та же, что и в разогнанном электробусе в предыдущем примере. А следовательно, ленточный супермаховик «Кинетик» потребует той же массы, что и в предыдущем случае менее 200 кг! Рис. 3.

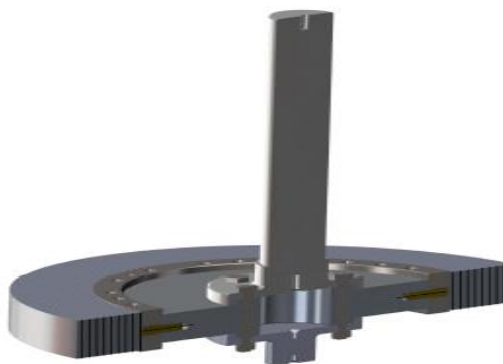


Рис. 3 – Ленточный супермаховик «Кинетик»

*S4 ENERGY 31 августа (возобновляемые источники энергии) - Швейцарский производитель аккумуляторов Leclanche SA (SWX: LECN) и голландский специалист по решениям для хранения данных S4 Energy*

*завершили проект гибридного накопителя энергии с маховиком и аккумулятором в Алмело, Нидерланды.*

*Система была передана S4 Ancillary Service, дочерней компании S4 Energy, которая предоставляет услуги по ограничению частотного резерва для голландского сетевого оператора TenneT.*

*Проект включал поставку под ключ технологии литий-ионных аккумуляторов, аккумуляторных инверторов и системы управления энергопотреблением (EMS) со стороны Leclanche. Батарея мощностью 8,8 МВт / 7,12 МВтч была гибридизирована с шестью запатентованными S4 Energy системами хранения с маховиком KINEXT, которые обеспечивают мощность 3 МВт.*

*По словам Лекланша, такая комбинация снизит энергоемкость и количество циклов литий-ионных батарей, обеспечивая улучшенный профиль использования и как минимум 15 лет срока службы батареи.*

*Проект Almelo является расширением более ранней системы, созданной и пилотируемой Leclanche и S4 Energy. Новая система уже подключена к сети и обеспечивает предварительно определенную мощность 9 МВт для поддержки стабилизации частоты для TenneT.*