

УДК 621.311.16

**НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Самосюк В. А., Стративный В. В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

Накопителями (аккумуляторами) энергии называются устройства для накопления (консервации) энергии с целью её дальнейшего использования. Так как нагрузка на энергосистему неравномерная, то в часы провала графика нагрузки происходит накопление энергии (заряд накопителя), а в часы максимальной нагрузки энергия отдаётся в сеть из накопителя.

Различают следующие типы накопителей: механические, химические, тепловые, электромагнитные и др. Накопители энергии характеризуются следующими показателями: количеством запасённой энергии; удельной теплоёмкостью; удельными капитальными затратами (затратами на единицу запасённой энергии или единицу мощности); коэффициентом полезного действия (отношением энергии, отданной накопителем, к энергии, затраченной на её накопление); удельными текущими затратами на эксплуатацию.

К характеристикам накопителей следует также отнести время консервации энергии, т.е. срок, в течение которого энергия сохраняется в накопителе. Эта же характеристика может быть выражена потерями энергии при её хранении.

Кратко рассмотрим описание некоторых типов накопителей.

1. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Они относятся к механическим (потенциальным) накопителям энергии. В часы провала графика нагрузки ГАЭС работает в насосном режиме, перекачивая воду из нижнего водохранилища в верхнее. При необходимости выдачи энергии, обычно в часы максимума нагрузки, станция переводится в режим генерирования. Вода, сливаясь из верхнего водохранилища, вращает турбину и сопряжённый с ней генератор, отдавая электроэнергию в сеть. Время хранения энергии в ГАЭС практически неограниченно.

2. Накопители сжатого воздуха. Во время пониженной нагрузки электрическая машина вращает компрессор, который закачивает воздух в специальный подземный резервуар. В период повышенной нагрузки сжатый воздух из резервуара подаётся из резервуара в камеру сгорания, где он подогревается и подаётся в газовую турбину.

3. Инерционный (динамический) накопитель. Этот накопитель, накапливающий энергию во вращающейся массе, состоит из тела вращения со значительным моментом инерции (маховика) и системы для подвода и отвода энергии (трансмиссии).

4. Тепловые накопители. Для выравнивания суточных колебаний тепловой нагрузки, обеспечения кратковременного повышения электрической нагрузки и принятия больших нерегулярных потоков теплоты (теплота отработавших газов пиковой газовой турбины; теплота, утилизируемая в металлургических, химических и других технологических процессах), используются тепловые накопители.

Тепловые накопители позволяют на время суточных пиков электрической нагрузки отключать отопительные отборы пара и брать на себя обеспечение тепловой нагрузки. В ряде случаев эти накопители позволяют покрыть кратковременные увеличения тепловой нагрузки и обойтись без пуска пиковой котельной.

Кроме воды для аккумуляции теплоты можно использовать и другие вещества, исключающие применение дорогих резервуаров под давлением.

Требования, предъявляемые к аккумуляющим материалам: высокая теплоёмкость, широкий диапазон рабочих температур, высокая теплопроводность, равномерность теплового поля в теплоаккумулярующем веществе, взрывобезопасность, малая токсичность, низкая стоимость.

5. Химические аккумуляторы электроэнергии. Применению химических аккумуляторов для энергетических систем препятствует в основном их малая ёмкость, высокая стоимость и низкий КПД. Непрерывно предполагается использовать новые типы

аккумуляторов с большой удельной ёмкостью и более длительным сроком службы. Аккумуляторы подключаются к сети переменного тока через преобразовательную подстанцию и создают следующие преимущества для энергосистем: меньшие затраты на передачу электроэнергии, практически мгновенный ввод в работу, высокую надёжность и готовность.

6. Аккумуляторы фазового перехода и термохимические накопители. При заряде теплота затрачивается на плавление определённых видов солей. При разряде теплота забирается через теплообменную поверхность, аккумулирующее вещество при этом твердеет.

7. Сверхпроводящие индукционные накопители электроэнергии. При подключении индуктивности  $L$  к источнику электроэнергии протекающий ток  $I$  создаёт магнитное поле. Образование магнитного поля сопровождается накоплением энергии, которая сначала накапливается в индуктивности, а потом вновь возвращается в сеть.

8. Ёмкостный накопитель электроэнергии. Накопление электроэнергии можно осуществить в устройствах с емкостными характеристиками.

Ёмкостная аккумулирующая установка представляет собой батарею конденсаторов, присоединённую к сети переменного тока через преобразовательную подстанцию и трансформатор. В режиме накопления энергии установка потребляет энергию из сети и заряжает емкостной накопитель. При разряде установка работает как инвертор и выдаёт энергию в сеть.