

УДК 681.11.031.1

СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЛОКАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ

Савастеев К.В., Рамонович А.С.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Мышковец Е.В.

Передача электроэнергии от источника к потребителям в сети происходит мгновенно и непрерывно. Потребление энергии в течение суток происходит неравномерно, поэтому возникает необходимость постоянно регулировать подачу электроэнергии в сеть, поддерживая в любой момент времени баланс между вырабатываемой и потребляемой энергией. От соблюдения баланса зависит частота электрического тока – одного из показателей качества электрической энергии и важнейшего параметра режима энергосистемы. Согласно государственному стандарту, частота должна находиться в пределах $50 \pm 0,2$ Гц не менее 95% времени суток, не выходя за предельно допустимые $50 \pm 0,4$ Гц.

В большинстве случаев баланс мощности в системе поддерживается путём изменения выдачи мощности в сеть генераторами электростанций. Такой режим управления не только заметно увеличивает скорость износа генерирующего оборудования, но приводит к дополнительному расходу топлива. Особенно заметен перерасход топлива, когда к регулированию переменной части графика нагрузки привлекаются крупные блоки электростанций. Кроме того, не всегда существует технологическая возможность быстрого пуска/остановки генерирующего объекта. К тому же при аварийных ситуациях, когда резервов мощности на электростанциях недостаточно, для восстановления допустимого уровня частоты применяют ограничения нагрузки потребителей. Это в свою очередь может привести к значительному ущербу, связанному с перерывом энергоснабжения потребителей.

В качестве технического решения проблемы управления электроэнергетической системой (ЭЭС) может быть предложено создание и применение мощных систем накопления электрической энергии Рис.2. – сетевых накопителей энергии (СНЭ), которые предназначались бы для участия в покрытии пиковых и полупиковых участков суточных графиков нагрузки энергосистемы. Это позволит оптимизировать режимы ЭЭС, снизить расход топлива, значительно повысив энергоэффективность процессов производства и передачи электроэнергии и, в конечном счете, повысить экономическую эффективность управления энергосистемой.

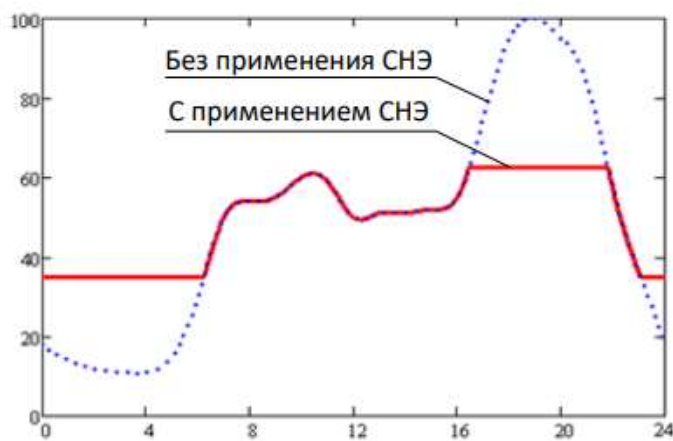


Рисунок 1. Потребление мощности из сети, кВт

В настоящее время проявляется повышенный интерес к литий-ионным накопителям, постоянно ведётся работа по их усовершенствованию. Они обладают высокой энергоёмкостью, глубокими циклами заряда-разряда (70–80%), низким током саморазряда, отсутствием эффекта памяти, то есть лишены недостатков, присущих накопителям энергии на основе серно-натриевых аккумулирующих установок. Тем не менее у литий-ионных аккумуляторов есть и свои недостатки: высокая удельная стоимость, недостаточный ресурс работы (небольшое количество циклов заряда-разряда), существенное уменьшение ресурса при работе в пиковых режимах при заряде и разряде, наличие специальных требований к глубине разряда.

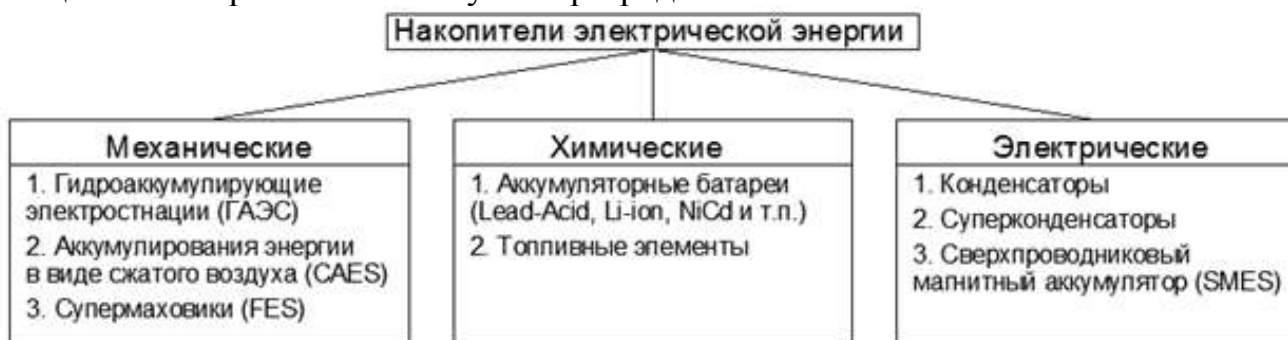


Рисунок 2. Накопители электрической энергии

По прогнозам мирового экспертного сообщества и ведущих исследовательских институтов в области электроэнергетики, одним из ключевых трендов определяющих дальнейшее развитие отрасли будет постепенное увеличение доли возобновляемых источников электрической энергии (ВИЭ) в общем объеме генерирующих мощностей.

Однако всё увеличивающаяся роль ВИЭ, характеризующихся непостоянством во времени, приводит к уменьшению стабильности, а в следствии и уменьшению надежности распределительных сетей. Одним из способов борьбы с данной проблемой является применения накопителей электрической энергии (НЭЭ).

Системы распределенной генерации могут создавать положительный эффект в различных областях применения, таких как: коммерческие здания – сокращение затрат при удовлетворении бизнес-потребностей; промышленные

предприятия – обеспечение безопасности технологических процессов и бесперебойных поставок тепловой энергии; жилые районы – повышение надежности энергоснабжения при снижении стоимости электроэнергии; учреждения – обеспечение экономии энергии, сокращения затрат и экологической безопасности; электрификация сельского хозяйства – использование источников экологически чистой энергии для экономического роста.

Основные функции НЭЭ: снижение потерь, уменьшение перепадов частоты увеличение пропускной способности, сглаживание пиков потребления (рис.1.), повышение надежности оборудования, снижение нагрузки на сеть, трансформаторы и т.д., обеспечение горячего резерва, компенсация реактивной мощности, оптимизация графика нагрузки локальных генераторов, снижения загрязнения окружающей среды, обеспечение бесперебытым энергоснабжением потребителей I категории, экономия за счет ценового арбитража.

Таблица 1 – Основные параметры НЭЭ

Технология	Плотность энергии 10^3 Втч/м ³	Плотность мощности 10^3 Вт/м ³	Удельная энергия, Втч/кг	Удельная мощность, Вт/кг	Ном. мощность, МВт
Гидроаккумулирующая электростанция(ГАЭС)	0,5-1,5	0,5-15	0,5-1,5	-	100-5000
Промышленные CAES установки	3-6	0,5-2	30-60	-	До 300
Супермаховик	20-80	1000-2000	10-30	400-1500	До 0,25
Свинцовоокислотные АКБ (Lead-acid)	50-80	10-400	30-50	75-300	До 20
Литий ионные АКБ(Li-ion)	200-500	1500-10000	75-200	150-315	До 0,1
Никель кадмиевые АКБ (NiCd)	60-150	80-600	50-75	150-300	До 40
Топливная ячейка	500-3000	500	80-10000	500	До 50
Конденсатор	2-10	100000	0,05-5	100000	До 0,05
Суперконденсатор	10-30	100000	2,5-15	500-5000	До 0,3
SMES	0,2-2,5	1000-4000	0,5-5	500-2000	До 10

Таблица 2 – Дополнительные параметры НЭЭ

Технология	Плотность энергии 10^3 Втч/м ³	Плотность мощности 10^3 Вт/м ³	Удельная энергия, Втч/кг	Удельная мощность, Вт/кг	Ном. мощность, МВт
Гидроаккумулирующая электростанция(ГАЭС)	0,5-1,5	0,5-15	0,5-1,5	-	100-5000
Промышленные CAES установки	3-6	0,5-2	30-60	-	До 300
Супермаховик	20-80	1000-2000	10-30	400-1500	До 0,25
Свинцовоокислотные АКБ (Lead-acid)	50-80	10-400	30-50	75-300	До 20

Литий ионные АКБ(Li-ion)	200-500	1500-10000	75-200	150-315	До 0,1
Никель кадмиевые АКБ (NiCd)	60-150	80-600	50-75	150-300	До 40
Топливная ячейка	500-3000	500	80-10000	500	До 50
Конденсатор	2-10	100000	0,05-5	100000	До 0,05
Суперконденсатор	10-30	100000	2,5-15	500-5000	До 0,3
SMES	0,2-2,5	1000-4000	0,5-5	500-2000	До 10

В связи с включением в сеть атомной электростанции (АЭС), есть необходимость регулирования мощности на ней. Предложено 6 способов управления генерацией энергосистемы, чтобы вписать АЭС в действующую энергосистему: использование ГАЭС (гидроаккумулирующих станций), использование ВАГТЭ (воздушноаккумулирующих газотурбинных электростанций), электрокотельные и конденсационные электрокотельные, пиковые газотурбинные установки и ТЭЦ, конденсационные электрокотельные и ТЭЦ. На данный момент проводятся исследования по выбору и проектированию системы накопления энергии. В таблице 1 представлены Основные параметры НЭЭ. Включение в электроэнергетическую систему мощных, имеющих лучшие технические и экономические характеристики сетевых накопителей электрической энергии для частичного или полного разделения во времени процессов выработки и потребления энергии является весьма важной комплексной научно-практической задачей, направленной на повышение энергоэффективности процессов производства, передачи и распределения электрической энергии.

Литература

- 1) Bloomberg new energy finance. Режим доступа: <http://www.cenunst.bsu.by/journal/2004.2/01.pdf>. – Дата доступа: 08.05.2020
- 2) Chen H, Cong TN, Yang W, Tan C, Li Y, Ding Y. Progress in electrical energy storage system: a critical review // Prog Nat Sci. – 2009. – 19. – С. 291–312.
- 3) Renewables 2015. Global Status Report. Режим доступа: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report..> – Дата доступа: 08.05.2020
- 4) Коровина Н.В., Скундина А.М. Химические источники тока. – М.: Издательство МЭИ, 2003.
- 5) Кузнецов В., Панькина, О. Конденсаторы с двойным электрическим слоем(ионисторы): разработка и производство // Компоненты и технологии. -2005. – №6.
- 6) Перспективы энергетических технологий 2012. Путь к системе экологически чистой энергии// ИЕА. – Минск: Мир, 2012. – 232 с.