

УДК 621.311

НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ

Лычковский С.Н.

Научный руководитель – старший преподаватель Ярошевич Т.М.

Как известно, в энергосистеме существует баланс мощностей - мощность потребленной электроэнергии, в любой момент времени должна быть равна генерируемой мощности.

Режим потребления электрической и тепловой энергии, для различных потребителей разный. Потребление энергии зависит от технологического процесса и производства, от времени суток, месяца и года. Например, на одном предприятии потребление энергии в летнее время уменьшается, из – за снижения осветительных и отопительных нагрузок, а на другом предприятии, наоборот, увеличивается расход электроэнергии из – за резкого увеличения нагрузок на производство, например, холода и создания требуемых условий окружающей среды в помещении.

Изменение потребления энергии в течение определенного отрезка времени отражается с помощью графика нагрузки. Из графиков электропотребления предприятий складывается суммарный график потребления для энергосистемы. Идеальным графиком энергосистемы является прямая линия. При ровном графике электропотребления нагрузка энергосистемы в любое время суток будет равна ее средней величине. Выравнивание графика нагрузки энергосистемы позволяет снизить капитальные затраты на генерирующие мощности электростанций, уменьшить уставленную мощность трансформаторов и сечения проводников питающих линий электропередачи, к уменьшению удельного расхода топлива на выработку электроэнергии и к недоиспользованию основного электрооборудования электростанций.

Регулирование режимов электропотребления промышленных предприятий, упорядочивание графиков работы отдельных агрегатов, варьирование времени ремонтов различных установок, создание запасов сырья с целью изменения времени выполнения некоторых промежуточных операций технологических процессов, применение на предприятии собственных генерирующих источников и тому подобные могут способствовать выравниванию графиков нагрузки электроэнергетической системы.

Эффективной мерой выравниванию графиков нагрузок, осуществляемыми средствами энергетической системы, относится использование накопителей различных видов энергии: в часы провала нагрузки следует запастись электроэнергией, а в часы максимума – использовать ее.

Для того чтобы накопитель обеспечивал дальнейшее использование энергии, он должен включать в себя следующие блоки:

- 1) устройство управление потоком энергии, регулирующее и преобразующее энергию одного рода в другой в соответствии с законом изменения мощности;
- 2) аккумулирующий элемент, непосредственно запаасающий и хранящий энергию.

В энергетике возможно использование нескольких типов аккумулирующих элементов: маховиков, гравитационных установок, конденсаторов, химических и тепловых аккумуляторов, криопроводящих и сверхпроводниковых соленоидов.

Существует два типа устройства управления накопителей энергии: электрическое – управляемый преобразователь; электромеханическое – асинхронизированная синхронная машина, машина постоянного тока или синхронная машина.

Типы накопителей электроэнергии:

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) – старейший тип энергетических установок, получивший широкое применение в энергосистеме разных стран, предназначенных для работы в переменной части графика нагрузки.

Принцип работы ГАЭС: имеются два резервуара с водой, верхний и нижний бьеф, расположенные друг от друга по высоте на несколько десятков метров. В период прохождения провала нагрузки насосная установка ГАЭС перекачивает воду из нижнего бьефа в верхний и происходит ее заряд. Во время прохождения максимума нагрузки ГАЭС работает как обычная гидростанция.

Для ГАЭС характерно, что:

- с увеличением напора снижаются удельные капиталовложения;
- при строительстве ГАЭС с проектной мощностью свыше 2800 МВт, вращающиеся агрегаты принимают нагрузку в течение нескольких секунд из недогруженного состояния и 1,5 – 2 мин – из нерабочего состояния. Это позволяет ГАЭС выполнять функции частотного и аварийного резерва, кроме того, могут выполнять роль генераторов реактивной мощности при работе в режиме синхронного компенсатора как на холостом ходу, так и в процессе заряда и разряда при перевозбуждении электромашины с отдачей реактивной мощности.

Недостатком ГАЭС, является невысокая удельная энергоёмкость, в связи с тем, что при строительстве происходит отчуждение значительных площадей под водохранилище и требуется значительный перепад высот. Значит, существуют специальные требования к месту установки ГАЭС. Возможности строительства ГАЭС в Республике Беларусь практически исчерпаны.

Воздухоаккумулирующие газотурбинные электростанции

Газотурбинные установки (ГТУ) можно использовать в энергосистеме для покрытия пиков нагрузок, аварийного резервирования и для электроснабжения удаленных потребителей. ГТУ часто устанавливают на действующих тепловых электрических станциях.

Газотурбинные электростанции (ГТЭС) могут комплектоваться из двух ГТУ на газовых турбинах и авиационными двигателями. Авиационные двигатели превосходят стационарные ГТУ по времени запуска, надежности и удельной стоимости, но уступают по удельному расходу топлива и по КПД.

Преимущества ГТЭС:

- сокращение капиталовложений в линии электропередач (ЛЭП) от базовых электростанций;

- уменьшение потерь электроэнергии в ЛЭП.

Недостаток ГТУ:

- невысокий КПД установок;

- высокая стоимость топлива, так как приходится импортировать;

- необходимость в проведении защитных мер от загрязнения окружающей среды;

- невозможность учувствовать в заполнении провалов нагрузки.

Однако, для того чтобы уменьшить расход топлива, можно сочетать ГТУ с пневматическими аккумуляторами.

Принцип действия воздухоаккумулирующей газотурбинной электростанции (ВАГТЭС) следующий: в часы прохождения она работает в режиме накопления энергии – воздух с помощью компрессора закачивается в специальное хранилище. В период прохождения пика нагрузки сжатый воздух подается из хранилища в камеру сгорания ГТУ.

Недостатком пневматических установок: специальные требования к их месту установки; невысокий КПД; значительные эксплуатационные расходы.

Магнитогидродинамические электростанции

Магнитогидродинамическое (МГД) генерирование электроэнергии – это получение электричества непосредственно от газового потока, не требующее при этом применение обычных турбин и электрогенераторов. МГД - электростанции целесообразно использовать как пиково – аварийные. Они работают в режиме выдачи 2 – 4 ч в сутки, в остальное время происходит накопление газообразного кислорода в специальных хранилищах.

Достоинство МГД – установок, оптимальные удельные капиталовложения.

Недостатком МГД – электростанций является более узкий диапазон применения МГД – установок, чем у накопителей, а также худшие маневренные свойства.

Тепловые накопители электроэнергии

Тепловые накопители энергии – устройства, в которых путем повышения температуры или изменения состояния рабочего тела вследствие нагревания запасается энергия.

Аккумуляция тепловой энергии имеет четыре основные области применения в энергосистеме:

- аккумуляция теплоты у потребителя для кондиционирования воздуха и нагрева воды;

- аккумуляция теплоты на электростанции для подогрева питательной воды;

- аккумуляция теплоты на электростанции в виде пара, расплавленных солей и т.п.;

- аккумуляция теплоты для горячего водоснабжения и отопления на стороне потребителя.

Теплоаккумулирующие установки могут работать в трех режимах:

1) без накопления – часть пара, направляемого в турбину, забирается и используется для подогрева питательной воды котла, благодаря чему повышает общий КПД рабочего цикла;

2) накопления – забирается большая часть пара, чем в первом, причем выходная электрическая мощность установки уменьшается, а избыточный пар используется для подогрева воды в накопителе теплоты;

3) выдачи – горячая вода из накопителя при отключении ее нагревателей используется в качестве питательной воды котла.

Преимуществом тепловых накопителей, является возможность использовать их непосредственно на тепловых и атомных электростанциях, используя их теплотехническое оборудование.

Недостатками тепловых накопителей являются:

- ограниченный КПД;
- небольшое время хранения, связанное с теплопередачей и конвекцией теплоты с поверхности рабочего тела
- значительное время реверса.

Накопители электрической энергии

К накопителям электрической энергии относятся:

- топливные элементы (ТЭ);
- электрохимические аккумуляторные батареи (ЭАБ);
- сверхпроводниковые индуктивные накопители (СПИН);
- емкостные накопители (ЕН).

Электрохимические аккумуляторные батареи – один из самых распространённых типов накопителей.

ЭАБ состоит из многих элементов, соединенных последовательно и параллельно. Заряд ее происходит во внепиковые часы, а заряд – в часы пиков нагрузки. В процессе заряда электроэнергии электрохимическим путем преобразуется в химическую. При заряде накопленная энергия высвобождается в процессе обратной реакции.

ЭАБ имеют значительное КПД. Недостатком ЭАБ – ограниченное число зарядно – разрядных циклов, малое время хранения энергии и отрицательное экологическое воздействие.

Топливные элементы, можно отнести к химическим накопителям энергии. Аккумуляция энергии осуществляется за счет использования внепиковой энергии для производства синтетического топлива, накопления этого топлива и последующего его применения в периоды пика нагрузки для выработки электроэнергии в ТЭ, газовых турбинах или котлах. Водород можно хранить в баках при высоких давлениях. В период пиков путем понижения давления и повышения температуры гидридов металла высвобождается водород и используется в ТЭ. Преобразователь переменного тока в постоянный, ранее использующий как выпрямитель для электролиза, теперь работает как инвертор и передает накопленную энергию в сеть.

Недостатками накопителя энергии, основанного на применении ТЭ, является невысокий КПД и ограниченное время хранения энергии.

Емкостной накопитель энергии представляет собой достаточно мощную батарею из конденсаторов на напряжении в десятки киловольт, выдерживающих токи в несколько килоампер. Это позволяет использовать батарею в качестве АЭ накопителя энергетического назначения. Емкостные

накопители не имеют отрицательного экологического воздействия, и он может быть установлен в любом месте.

Недостатками ЕН является: большое число контактных соединений, может оказать отрицательное воздействие на надежность всего устройства и необходимость изменения полярности батарей при переключении из заряда в разряд.

Сверхпроводниковые индуктивные катушки соединены с сетью через 12 – пульсный преобразователь, состоящий из двух тиристорных мостов и трансформаторов, первичная обмотка которого соединена в треугольник, а две вторичные - в треугольник и звезду. Она потребляет мощность из сети переменного тока, работая в течение одного полупериода как нагрузка, в течение следующего полупериода выдает мощность обратно.

Преимуществом СПИН является:

- высокий КПД;
- высокая плотность запасаемой энергии;
- незначительное экологическое влияние.

При использовании, того или иного, накопителя электроэнергии в качестве устройства для выравнивания графиков нагрузки необходимо проведения комплекса научно – исследовательских работ. Следует определить:

- экономический эффект накопителей энергии;
- экономию топлива;
- снижение потерь энергии;
- уменьшение капиталовложений;
- повышение надежности электроснабжения потребителей;
- выбор места установки накопителей;
- уменьшение вредного влияния на окружающую среду и т.д.

Литература:

1. Астахов Ю.Н. Накопители энергии в электрических системах / Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, А.Г. Тер – Газарян: Москва «Высшая школа», 1989. 159с.
2. Радкевич, В.Н. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. пособие/ В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 589 с.