

КРИТЕРИИ СОПОСТАВЛЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

*Кальнишевский А.В., Радченко Р.В.
УрФУ, mr.kalnishevsky@outlook.com, rurad@mail.ru*

Недостатком электричества как энергоносителя является невозможность накопления энергии в достаточном количестве. С развитием электроэнергетических систем, ростом мощностей установок, генерирующих энергию, становится все более острой проблема накопления и хранения энергии.

Исправить этот недостаток возможно путем использования накопителей энергии – реверсивных устройств для частичного или полного разделения во времени выработки или потребления энергии. В накопителях энергии осуществляется аккумуляция энергии, получаемой из электроэнергетической системы, ее хранение и выдача при необходимости обратно в энергосистему.[1]

К основным существующим типам накопителей электрической и тепловой энергии можно отнести:

1. Механические системы аккумуляции энергии (гидроаккумулирующие (Pumped hydropower) и газоаккумулирующие станции (Compressed Air Energy Storage), маховые колеса (Flywheels).
2. Электрические системы аккумуляции энергии (электростатические и индуктивные системы).
3. Химические системы аккумуляции энергии.
4. Тепловые аккумуляторы.
5. Водородные аккумуляторы.

Большое количество типов аккумуляторов энергии, отличающихся характером протекания физических, химических и других процессов, принципом действия, конструктивным исполнением, технологией изготовления и многим другим наряду с возрастающим объемом их применения в различных сферах, создает задачу выбора того или иного типа накопителя, для чего и необходимо обозначить критерии их сопоставления.

Сопоставительный анализ типов накопителей энергии проводят, используя набор параметров, позволяющий достаточно полно охарактеризовать эти устройства:

- осуществимость – существуют ли экспериментальные или промышленные образцы данного типа аккумуляторов энергии;
- удельные капиталовложения на единицу энергоемкости аккумулятора – стоимость единицы энергоемкости. Представляет собой отношение капитальных затрат к технически оптимальной энергоемкости.
- технически оптимальная энергоемкость (предполагаемая или выявленная на основе опыта эксплуатации) является одним из основных показателей при выборе накопителя;
- удельная энергоемкость – отношение энергоемкости накопителя энергии к его объему (энергоемкость накопителя энергии – это максимальная энергия, которую он может аккумулировать за один цикл заряда наибольшей длительности);
- требования к месту установки;

- коэффициент полезного действия – отношение энергии, отдаваемой накопителем потребителю при разряде (до установленного предела), к энергии, передаваемой каким-либо источником этой энергии накопителю при заряде. Этот критерий является определяющим при выборе накопителя энергии, так как от него зависит величина общего эффекта от установки накопителя;

- номинальное напряжение или ток аккумулятора;
- время работы – максимально возможное время заряда или разряда с заданной мощностью;
- время реверса мощности – время, в течение которого аккумулятор энергии может быть переведен из режима выдачи в режим накопления, и наоборот;
- время хранения энергии – время, в течение которого сохраняется энергия, накопленная в аккумуляторе;
- число циклов работы [1].

Однако все описанные выше параметры позволяют оценить эффективность работы той или иной аккумулирующей установки лишь на основе первого закона термодинамики – баланса энергии, отражающего количественное соотношение между различными видами энергии. При этом не учитываются качественные различия между различными видами энергии и потери энергии в необратимых процессах (диссипативные потери), что делает ограниченным анализ работы установок.

Одним из возможных вариантов сопоставления накопителей энергии является проведение эксергетического анализа. По определению, эксергия – это максимальная работа, которую может совершить термодинамическая система при переходе в состояние равновесия с окружающей средой. Эксергетический анализ учитывает не только количественные, но и качественные характеристики энергоресурсов в различных элементах накопителей энергии, а также необратимость процессов, протекающих в этих элементах и установке в целом [2]. Потери энергии за счет необратимости реальных процессов обуславливают в эксергетическом балансе существенную долю расхода, в то время как при составлении тепловых (энергетических) балансов не могут быть учтены принципиально [2].

Эксергетический анализ эффективности работы энерготехнологических установок позволяет определить наиболее узкие с точки зрения термодинамической эффективности звенья и наметить пути совершенствования оборудования, минимизируя эксергетические потери.

Очевидно, что существующие в настоящее время методы и критерии сопоставления накопителей энергии не отражают полную информацию об экономичности, надежности и преимуществе одного вида накопителя над другим. Предложенный эксергетический метод анализа накопителей энергии может существенно дополнить картину при определении преимущества одного типа аккумулятора над другим, а в современных условиях дефицита энергоресурсов, отрицательного воздействия энергетики на экологию это приведет к увеличению эффективности использования энергоресурсов, повышению надежности

объектов, предъявляющих повышенные требования к надежности поставки электроэнергии и экологии.

Библиографический список

1. Астахов Ю.Н., Веников В.А., Тер-Газарян А.Г. Накопители энергии в электрических системах: учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1989. 159 с.
2. Белоусов В.С., Ясников Г.П., Мориллов А.А. Эксергетические методы анализа термодинамических процессов: Методические указания по дисциплине «Техническая термодинамика». Свердловск: изд. УПИ им. С.М. Кирова, 1985. 27 с.

ОЦЕНКА СООТНОШЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДУХА И РАБОЧЕГО ТЕЛА ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ

*Канчурина В.Ф., Жаркова Ю.Р., Бушуев А.Н.
Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
Оренбургского государственного университета, г. Орск
viktoria_949494@mail.ru*

Газотурбинная установка представляет собой двигатель, в котором сгорание топлива происходит непосредственно в рабочем теле цикла, осуществляемого в потоке газа.

В газовую турбину поступают продукты сгорания природного газа под давлением порядка 10-20 атмосфер и при температурах свыше 1000 °С. Коэффициент избытка воздуха в камере сгорания турбины определяется, прежде всего, максимально допустимой температурой рабочего газа перед турбиной и его значение лежит в пределах при 3,0-4,5.

При термодинамическом рассмотрении цикла газотурбинной установки в большинстве расчетов не учитывается изменение массы рабочего тела при сгорании топлива, а также не принимается во внимание происходящее при этом изменение химического состава газа, и все расчеты проводятся по отношению к 1 кг чистого воздуха.

Однако в точных тепловых расчетах данного агрегата с точки зрения авторов недопустимо пренебрегать изменением химического состава рабочего тела и, таким образом, изменением зависимости параметров рабочего тела по сравнению с воздухом.

Наиболее важным параметром рабочего тела при расчете любого энергетического агрегата, в том числе и газотурбинной установки, является, несомненно, энтальпия и коэффициент адиабаты.

Произведем сравнение зависимостей данных энтальпии и адиабаты рабочего тела, представляющего собой продукты сгорания природного газа с показателями атмосферного воздуха.

Для термодинамического расчета примем следующий химический состав природного газа в массовых долях:

