

УДК 621.577

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Тарнапович Д.С.

Научный руководитель – БЫЧКОВ М.М.

В настоящее время более половины всего топлива, расходуемого в системах энергоснабжения, используется для теплоснабжения.

Тепловой насос, отбирая у внешнего теплоисточника (земля, грунтовые воды, воздух) низкопотенциальное тепло, передает его в систему отопления с необходимой температурой теплоносителя. Для повышения температуры до необходимого уровня расходуется дополнительная энергия. Эффективный тепловой насос отличается тем, что теплота, выработанная им, многократно превышает количество энергии, затраченной на привод самого насоса.

Оценка энергетической эффективности автономного теплоснабжения на базе тепловых насосов (на стадии проектирования) выполняется практически всегда. Однако каждый раз разработчик сталкивается со значительными трудностями. Дело в том, что тепловая эффективность теплонасосных установок напрямую зависит, как правило, только от коэффициента трансформации, то есть отношения выработанной тепловой энергии к затраченной энергии, как правило, электрической, на его привод. При этом коэффициент трансформации теплонасосной установки не является величиной постоянной, а в значительной степени зависит от параметров теплоносителя внешних контуров.

Вторым важным моментом, который следует отметить, является определение и расчет тепловых нагрузок. Методика расчета нагрузок для проектирования таких установок до настоящего времени не нашла отражения в нормативных материалах. Проектировщики либо рассчитывают тепловые нагрузки по утвержденным методикам для проектирования котельных установок, либо пользуются зарубежными нормативными материалами. Последние говорят о том, что к выбору нагрузок для теплонасосных установок нельзя подходить с теми же мерками, как для котельных. Существенное отличие подходов в том, что при проектировании котельных установок расчетная нагрузка – это, обычно, пиковая нагрузка потребителя тепловой энергии и, в некоторых особых случаях, установка аккумулирующих емкостей с целью снижения пиковой нагрузки источника. А в случае с тепловыми насосами проектируют на существенно меньшие нагрузки, вводя в схему либо пиковые источники, либо идут на заведомый и рассчитанный дискомфорт. Применение аккумулирующих емкостей в теплонасосных системах является нормой.

Для практического решения этих двух проблем предлагается использовать при проектировании подход, который основан на имитационном моделировании как самого теплоисточника, так и потребителей тепловой энергии. При этом имитационная модель должна позволить рассмотреть и оценить работу тепловой насосной установки в динамике.

В качестве инструмента, позволяющего строить имитационные модели, предлагается программа МОДЭН. Все приведенные в настоящей научной работе рисунки взяты из программы МОДЭН без какой-либо редакторской корректировки, за исключением некоторых комментариев на отдельных рисунках.

Программа МОДЭН позволяет моделировать как физическую природу окружающей действительности, так и технологические процессы оборудования, систем и предприятий в целом. Программа дает полное представление о работе моделируемой системы в динамике, приближенное к реальной действительности с задаваемой степенью точности. На выходе – расчет в динамике поведения энергетической системы с выводом всех необходимых параметров системы в графическом, табличном и текстовом виде.

Практические задачи, решаемые с помощью программы МОДЭН:

- моделирование в динамике различных энергетических и технологических систем и процессов;
- моделирование тепловлажностных процессов во ограждающих конструкциях и режимов в помещениях зданий;
- моделирование гидравлических тепловых процессов в системах теплоснабжения и отопления, с построением пьезометрических графиков;
- моделирование работы систем автоматизации;
- моделирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- энергетический аудит, прогнозирование и контроль эффекта от внедрения энергосберегающих мероприятий;
- оценка показателей надежности систем отопления.

Расчет теплового насоса в динамических режимах сводится к пересчету его паспортных параметров под конкретные внешние условия работы, а именно фактические рабочие температуры в испарителе и конденсаторе. Паспортные параметры теплового насоса содержатся в базе данных оборудования и материалов МОДЭН. После связи структуры «Тепловой насос» с базой эти параметры переходят в проект. Паспортными параметрами тепловых насосов являются:

- тип (марка) теплового насоса (холодильной машины);
- температура входа теплоносителя в испаритель;
- температура выхода теплоносителя из испарителя;
- температура входа теплоносителя в конденсатор;
- температура выхода теплоносителя из конденсатора;
- мощность на отопление;
- мощность на охлаждение;
- мощность электрическая на привод.

Дополнительно в паспортные параметры входят:

- расчетный напор компрессора;
- температуру испарения паспортную;
- температуру конденсации паспортную.

Метод создания имитационной модели подобен монтажу из готовых блоков (модулей, шаблонов), соответствующих реальной структуре моделируемой системы. Каждый шаблон в программе – это элемент энергетической системы (трубопровод, вентиль, регулятор, насос, компрессор, испаритель, конденсатор и так далее).

Литература

- 1 Троицкий, А. А. Основные принципы и показатели энергосбережения и энергоаудита / А. А. Троицкий. – СПб.: Наука, 2005. – 158 с.
- 2 Маков, Е. Г. Тепловые насосы / Е. Г. Маков. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 474 с.