

2. Комплексное энергообеспечение агрогородков / Л.С. Герасимович [и др.]/Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2009. – №1. – С. 99–105.

3. Разработка системы критериев оценки, структуры, алгоритма, программного обеспечения и типовых задач имитационного моделирования энергосистем агрогородков, обеспечивающих принятие эффективных решений при использовании местных и возобновляемых энергоресурсов: отчет о НИР (этап 1.3 Выбор обследованное и имитационное моделирование энергосистем)/ ИЭ НАН Беларуси; рук. темы Л.С. Герасимович. – Минск, 2011. – 29с. - № ГР 20111767.

УДК 697.9.658.26

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПOTЕНЦИАЛЬНЫХ ВЭР

Занкевич В.А., к.ф.-м.н., доцент, Синица С.И., ст. препод., Логунов А.А., ст.
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск

Сизов В.Д., к.т.н., доцент
УО «Белорусский национальный технический университет»
г. Минск

Энергосбережение является важной составляющей энергобезопасности любого государства. Проблема использования вторичных энергоресурсов (ВЭР), приводящих к уменьшению расхода первичных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), актуальна во всем мире. Особенно данная проблема встает остро для стран не имеющих больших запасов первичных ТЭР и с суровыми климатическими условиями (температура холодного периода года меньше -10°C), в том числе и для РБ. Энергосбережение в РБ является приоритетным направлением в энергетической политике.

Одним из способов экономии тепловой энергии является использование низкопотенциальных ВЭР [1-5]. Основой при этом является преобразование сбросовых энергетических потоков, не использованных в одних энергетических установках, в энергетические потоки энергоснабжения для других процессов. Наибольшее количество сбрасываемой низкопотенциальной тепловой энергии (температура теплоносителя меньше 50°C) наблюдается в холодный период года в системах теплоснабжения и вентиляции жилых и административных зданиях, промышленных предприятиях в виде сточных вод, воздушных выбросов и т.д. [2-5]. Для преобразования (теплоутилизации) данных потоков широко используются, например, тепловые насосные установки (ТНУ), пластинчатые рекуперативные теплообменники и т.д.

При проектировании теплоутилизаторов и их применении широко используются информационные САЭС-технологии. Пакет программ их численного моделирования, основанных как на энергетическом, так и эксергетическом методах для данных целей сложны и используются за рубежом только в крупных инженерных фирмах. Он дорогой и не общедоступен. Для решения вышеуказанных задач в мелких и средних фирмах применяют упрощенные расчеты или используют имитационное моделирование [7-8]. Моделирование приводит к уменьшению сроков проектирования, внедрения, например, систем энергоснабжения с теплоутилизаторами, что в конечном итоге приводит к уменьшению первичных ТЭР на выработку единицы продукции на промышленных предприятиях, т.е. уменьшению себестоимости данной продукции. В жилых и административных зданиях, правильное использование низкопотенциальных ВЭР приводит к уменьшению стоимости за тепловую энергию, за счет экономии ТЭР. Моделирование использования низкопотенциальных энергетических потоков тесно переплетается с проблемами системного анализа и оптимизации технологических процессов в различных отраслях промышленного производства, в том числе и на предприятиях АПК. С другой стороны на устаревшем оборудовании тепловые потери более высокие, т.е. проблема моделирования затрагивают и вопросы модернизации данного оборудования.

Информационные CALS-технологии широко внедряются в учебный процесс ВУЗов. По некоторым дисциплинам в ряде ВУЗов, например [9], к примеру создан интегрированный обучающий комплекс «ДВС». Данный комплекс включает все элементы учебного процесса по поршневым двигателям: лекции, лабораторные, практические занятия, проектирование и моделирование процессов в ДВС. Подобный подход можно применять в учебных курсах ВУЗов по некоторым специальностям теплоэнергетического профиля, например, на кафедре энергетики БГАТУ по некоторым разделам курса «Энергосбережение в АПК». За основу можно взять метод имитационного моделирования, в частности, программу «МОДЭН», разработанную директором ОДО «Энергогент» к.т.н. Г.Я.Волковым [7, 8] (сайт разработчика: www.enerqovent.com).

Изменив несколько архитектуру программы или включив некоторые методики в версии, рассмотрим основные положения из архитектуры программы:

1. Теплоутилизацию объектов с большим запасом низкопотенциальной энергии, находящихся в зданиях и сооружениях, можно проводить при условии, что теплопотери через строительные ограждения зданий соответствовали нормам. Нормы теплопотерь для зданий и сооружений в РБ и методики их расчета приведены в [1].

2. Определение источников и потребителей ВЭР по следующим признакам: а) их тепловых мощностей и расходов; б) температурах на выходе источников и входе потребителей; в) их агрегатных состояний; г) режимам их работы в разные периоды года.

3. Группирование источников и потребителей по вышеуказанным признакам и выбор принципиальной схемы их транспортировки с составлением спецификации узлов по данной схеме, включая их стоимость. Составление на основе принципиальной схемы монтажного проекта и стоимости монтажа.

4. Выбор теплоутилизационного и составление спецификации данного оборудования, включая стоимость. Положение данного пункта выполняется параллельно положению 3. В версию программы можно включить методики расчета различных теплоутилизаторов по агрегатному состоянию первичного (источник) и вторичного (приемник) теплоносителей: газ-воздух, газ-жидкость, жидкость-жидкость и т.д.

5. Рассчитывается КПД теплоутилизатора и количество сэкономленной теплоты [2-5]. По режимам работы данного оборудования, согласно п.2 определяется количество сэкономленной теплоты за год.

6. Составляется технико-экономическое обоснование с определением сэкономленного условного топлива (экономию первичных ТЭР), себестоимость, окупаемость [2-5].

Данные положения близки к положениям программы имитационного моделирования энергетических систем «МОДЭН». Последняя может быть использована в курсах по проектированию и энергосбережению систем ТГВ.

Следует отметить, что использование информационных CALS-технологий, пакетов моделирования процессов теплоэнергетического оборудования способствует лучшему усвоению данных курсов в ВУЗах, а на практике к более широкому внедрению энергосберегающих технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теплоснабжение и вентиляция /под ред. Хрусталева Б.М. – М.: Изд. АСВ. – 2009. – 420с.
2. Куперман Л.И., Романовский С.А., Сидольский Л.Н. Вторичные энергоресурсы и энерго-технологическое комбинирование в промышленности. – Киев: Вища школа, 1986. – 303с.
3. Богословский В.Н., Поз М.В. Теплофизика утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, 1983. – 320 с.
4. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов. – Киев: Техника, 1985. – 383 с.
5. Протасевич А.М. Использование вторичных энергетических ресурсов / Учебное пособие/. – Мн.: БПИ, 1991. – 110 с.
6. Амерханов Р.В. Тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 110 с.

7. Волов Г.Я. Использование тепловых насосов на примере хлебзавода // Энергия и Менеджмент. – 2009, № 6. – с. 27-29.

8. Волов Г.Я. Моделирование работы вертикальных грунтовых теплообменников в теплый и холодный периоды // Энергия и Менеджмент. – 2010. - № 4. – с.21-23.

9. Двигатели внутреннего сгорания. КН. 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС / под ред. Луканина В.Н., Шатрова М.Г. – М.: Высшая школа. – 2007. – 414 с.

УДК 621.577:697.9

К РАСЧЕТУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА

Цубанов И.А., Цубанова И.А.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

Утилизация теплоты удаляемого из помещений вытяжного воздуха является одним энергосберегающих мероприятий в системах вентиляции. С этой целью используют теплообменники-теплоутилизаторы для нагрева приточного воздуха за счет более теплого вытяжного. Однако они позволяют утилизировать, как правило, не более 40% теплоты, доступной для утилизации.

С целью более глубокой утилизации теплоты была разработана двухступенчатая схема теплоутилизационной установки, включающая теплоутилизатор и тепловой насос (ТН). [1]. Приточный вентилятор подает холодный наружный воздух через теплоутилизатор и конденсатор ТН а затем через распределительные воздухопроводы в вентилируемое помещение. Вытяжной вентилятор удаляет из помещения теплый загазованный воздух через теплоутилизатор и испаритель ТН. Тем самым организуется дополнительный нагрев приточного воздуха с помощью ТН.

При анализе эффективности предлагаемого энергосберегающего мероприятия была использована ожидаемая экономия энергоресурсов как один из технико-экономических показателей. Этот показатель непосредственно характеризует энергоэффективность энергосберегающих мероприятий и во многом определяет экономию текущих издержек за счет снижения расходов и стоимости потребляемых энергоресурсов.

Перед работой была поставлена задача: определить на первом этапе исследований ожидаемую относительную экономию топлива при использовании предлагаемой теплоутилизационной установки в системе вентиляции производственного помещения. Это позволило ограничиться выполнением расчетов по отношению к 1 кг воздуха.

Исходными данными являются:

– параметры внутреннего воздуха: температура t_1 , °С, и энтальпия h_1 , кДж/кг;

– параметры наружного воздуха: температура t_2 , °С, и энтальпия h_2 , кДж/кг;

– температурный коэффициент эффективности теплоутилизатора E .

Температура подаваемого воздуха была принята равная температуре внутреннего воздуха.

При анализе энергоэффективности необходимо рассчитать:

– температуру наружного, атмосферного воздуха на выходе теплоутилизатора

$$t_3 = t_2 + E(t_1 - t_2); \quad (1)$$

– удельную теплоту, передаваемую в теплоутилизаторе наружному воздуху, кДж/кг,

$$q_T = c_p(t_3 - t_2), \quad (2)$$

где c_p – удельная изобарная теплоемкость воздуха, которую допустимо принять равной 1,01 кДж/(кг×К);

– удельную теплоту, передаваемую в конденсаторе ТН наружному воздуху перед его подачей в помещение, кДж/кг,

$$q_K = c_p(t_1 - t_3), \quad (3)$$