

использованием биогаза, получаемого путём сбраживания органических отходов;

газотурбинные циклы с прямым сжиганием твёрдого топлива в камере сгорания газовой турбины;

газотурбинные циклы с внешним сжиганием топлива;

установки на основе цикла Стирлинга.

Прямое сжигание генераторного газа в газовых турбинах осуществить достаточно трудно ввиду высокого абразивного износа частей турбины и необходимости сжигания топлива под давлением. В качестве альтернативного решения используют внешнее сжигание.

В настоящее время при использовании твёрдой биомассы (древесных отходов, фрезерного топлива, соломы и пр.) наибольший интерес представляют технологии ОРЦ с применением прямого сжигания биомассы в котлоагрегатах с промежуточным теплоносителем (термомасляным контуром).

На наш взгляд, внимания заслуживают комбинированные установки, сочетающие в себе несколько технологий. Например, комбинация газотурбинного агрегата с внешним сжиганием топлива и паросилового цикла на низкокипящем (органическом) рабочем теле (ОРЦ).

### УДК 536.3

#### **Экспериментальная оценка теплоотдачи в ограниченном пространстве при работе вихревого теплогенератора в системе теплоснабжения**

Несенчук А.П., Качар И.Л., Бегляк В.В., Матрунич А. Ю.  
Белорусский национальный технический университет

В качестве современного источника теплоснабжения может быть использован вихревой теплогенератор (ВТГ) или вихревой насос (ВН). В таких устройствах происходит двойное преобразование формы движения материи (энергия электрического тока – механическая форма движения материи – тепловая форма движения материи).

Анализ эксплуатационных возможностей вихревых теплогенераторов, выполненный в работах докт. техн. наук, проф. А. А. Халатова чл.-корр. НАН Украины позволяет сделать выводы, что ВТГ обладает:

- компактностью и исключительной простотой устройства;
- взрыво- и пожаробезопасностью;
- возможностью работы с использованием неподготовленных жидкостей (технической водой);
- автономностью работы в автоматическом режиме.

Установка, реализующая теплоснабжение с использованием вихревого теплогенератора, имеющаяся на каф. «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника», использует вихревой теплогенератор марки ВТГ-2,2.

Все эксперименты для изучения теплоотдачи от отопительных приборов в условиях свободной конвекции и конвекции в ограниченном пространстве выполнялись с использованием мягких отопительных приборов.

Эксперимент (трехфакторный анализ) выполнялся в соответствии со специально разработанным планом эксперимента при установившемся тепловом режиме.

Опыты выполнялись в десяти точках и были связаны с измерением температур теплоотдающей и тепловоспринимающей поверхностей, а также температуры в ограниченном пространстве.

Для изучения теплоотдачи в ограниченном пространстве также необходимо учесть свободное положение отопительного прибора. Исходя из этого, были произведены серии опытов, в которых изменялся угол  $\varphi$  между теплоотдающей поверхностью отопительного прибора и вертикалью (при  $\varphi = 0$  – вертикальное расположение; при  $\varphi = 90^\circ$  – горизонтальное):  $\varphi = 0; 15^\circ; 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ; 75^\circ; 90^\circ$ .

УДК 62.50:620.4

### Алгоритм решения задачи оптимизации структуры и состава системы централизованного теплоснабжения (СЦТ)

Седнин В.А., Шкляр И.В., Карпова Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Задача модернизации существующих СЦТ является актуальной в современных условиях. Особенно сложной проблемой она является для крупных городов с плотной застройкой и разветвленной системой тепловых сетей. К тому же строительство административных, гражданско-социальных и жилых зданий в центре городов ещё больше увеличивает плотность застройки и тем самым приводит к возрастанию тепловых нагрузок. Ввиду того, что одновременно происходит и модернизация самих тепловых сетей и теплоисточников, представляет определенный интерес эффективное решение задачи оптимизации структуры и состава СЦТ.

В сетевой постановке, если  $\{x_{ij}\}$  и  $\{y_{ij}\}$  обозначают дуговые потоки и увеличение пропускной способности дуг  $(i, j) \in U$  соответственно, задача может быть сформулирована следующим образом: минимизировать суммарные затраты  $(\sum_{(i,j) \in U} c_{ij} y_{ij} + \sum_{i \in S} c_i v_i)$  на модернизацию сети, при условиях: