***Н.Г. Хасанов, асп.; рук. А.Б. Шигапов, д.т.н. проф.***

 ***(КГЭУ, г. Казань)***

**СПОСОБ УЧЁТА ПЕРЕМЕННОСТИ СВОЙСТВ РАБОЧЕГО ТЕЛА СТАЦИОНАРНОЙ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ.**

Фундаментальное свойство работы газа – зависимость от пути термодинамического перехода системы из начального состояния в конечное [1]. Путь термодинамического перехода на каждом элементарном участке процесса определяется уравнением, связывающим, например, температуру и давление посредством показателя адиабаты [2]. В классической отечественной и зарубежной литературе [3,4] оценка работы газа производится по заранее осреднённому значению . В тепловом расчёте обычно известен перепад давлений, эффективность процесса (изоэнтропический КПД), и начальная температура рабочего тела. Для определения калорических величин поиск конечной температуры процесса сжатия (расширения) ведётся итеративно, сходимость данного цикла не обеспечивает достоверного определения , причем погрешность тем выше, чем больше перепад давлений процесса. Кроме того, оперирование осреднённой по температуре теплоёмкостью  и  подразумевает их линейную зависимость от температуры [5].  и  имеют сложную зависимость от температуры, как для воздуха, так и для продуктов сгорания [6,7] . В этом случае работу газа можно определить как  [1]. Однако для воздуха нельзя пренебрегать зависимостью и  и от давления [5]. Влияние вышеперечисленных свойств существенно обостряется в перспективных установках с промежуточным охлаждением воздуха в компрессоре.

В литературе учёт переменности теплоёмкости при расчёте работы рабочего тела представлен в основном численными методами. Их недостатком является невозможность определения действительной политропической температуры конца процесса. Анализ относительно прост и реализуем при использовании аппроксимационных зависимостей и  от температуры низких порядков, что отрицательно сказывается на точности расчётов. Чрезвычайно затруднительна оценка влияния давления на и. Диаграммы энтальпия-энтропия-условное давление весьма точны [8], однако нарушается аналитическая стройность расчёта (значительное количество интерполяций табулированных данных), невозможность учёта влияния давления на и .

Авторами доклада предложена математическая модель: процесс расширения разбивается на элементарные участки, количество которых определяется требуемой точностью расчёта. Изменение теплоёмкости на данных участках является с высокой точностью линейным, и осреднённая по температуре теплоёмкость фактически является истинной . Процесс термодинамического перехода рабочего тела (зависимости температуры от давления) оценивается итеративно на участке небольшого приращения давления. Термические величины на элементарных участках сходятся очень точно на малых интервалах итеративного приближения. Совокупность участков процесса рассчитывается последовательно, параметры на входе в последующий участок равны параметрам на выходе предыдущего. Температура на выходе последнего участка расширения (сжатия) будет равна действительной конечной температуре политропической процесса. Известное распределение температур рабочего процесса позволяет построить непрерывную зависимость . В докладе приводятся результаты расчёта процессов расширения и сжатия в рамках данной модели. Таким образом, достигается достоверная оценка , учёт переменности и  от температуры и зависимость их от давления при сохранении аналитической стройности расчёта. Без учёта реальных термодинамических свойств рабочих тел невозможна разработка современной конкурентоспособной техники.

**Библиографический список**

1. Вукалович М. П., Новиков И. И. Техническая термодинамика. М.: «Энергия», 1968.

2. Цанев С.В. Буров В.Д. Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М.: МЭИ, 2009. - 584 с.

3. Уваров В.В. Газовые турбины и газотурбинные установки. М., "Высшая школа", 1970.

4.Hih Saravanamutto. Gas Turbine Theory - Harlow, Pearson Education Limited, 2001.

5. Хасанов Н.Г., Шигапов А.Б. Влияние реальных свойств воздуха на показатели стацио-нарных газотурбинных установок. Изв. вузов. Проблемы энергетики, 2014, № 9-10

6. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Наука, 1972. - 721 с.

7. P.J. Linstrom and W.G. Mallard, Eds., NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database Number 69, National Institute of Standards and Technology.

8. Дорофеев В.М., Маслов В.Г., Первышин Н.В. Термогазодинамический расчет газотурбинных силовых установок. М.: Машиностроение, 1973. — 144 с.