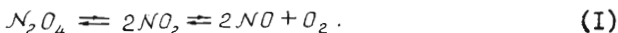


УДК.681.142.2+621.311.25

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОВЫХ АЭС ЦИКЛОВ
НА ДИССОЦИИРУЮЩИХ ГАЗАХ НА СИСТЕМЕ "МИНСК-222"

М.А.Бажин, В.П.Бубнов, И.С.Захарова,
Ю.Г.Косарев, В.Б.Нестеренко

В Институте ядерной энергетики АН БССР проводится комплекс работ, связанных с возможностью применения химически реагирующих систем в качестве рабочих тел энергетических установок атомных электростанций (АЭС). Одним из таких тел предложена система



В [1,2] даны методы расчета термодинамических циклов для этой системы. Целью расчета является нахождение эффективного к.п.д. цикла η_e , коэффициента полезной работы F , удельной мощности $N_{\text{уд}}$, тепла регенерации $Q_{\text{рег}}$ и ряда других величин при различных значениях исходных параметров.

Искомые величины являются функциями энтальпии T , энтропии S и теплоемкости при постоянном давлении C_p , вычисляемым по следующим формулам:

$$\ln K_{p10} = f_1(T), \quad \ln K_{p20} = f_2(T); \quad (2)$$

$$\gamma_j = F(P/P_j, T/T_j); \quad (3)$$

$$K_{p1} = K_{p10} / \gamma_A, \quad K_{p2} = K_{p20} \gamma_A^2 / (\gamma_C^2 \cdot \gamma_D); \quad (4)$$

$$\alpha_1 = (1 - \alpha_2)^2 K_{p2} / [\alpha_2^3 P - K_{p2} (1 + \alpha_2)(1 - \alpha_2)^2], \quad (5)$$

где $0 \leq \alpha_2 \leq 1$ - корень полинома

$$\sum_{i=0}^6 b_i(K_{p1}, K_{p2}, P) \alpha_2^i = 0; \quad (6)$$

$$i_j = f_{3j}(T), \quad s_j = f_{4j}(T); \quad (7)$$

$$\Delta H_j = \frac{RT^2}{y_j} \frac{dy_j}{dT}, \quad \Delta S_j = \frac{\Delta H_j}{T} + R \ln y_j; \quad (8)$$

$$J_j = i_j - \Delta H_j + H_j^0, \quad S_j = s_j - \Delta S_j + S_j^0; \quad (9)$$

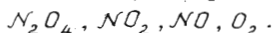
$$y = f_5(y_j, \alpha_1, \alpha_2), \quad S = f_6(S_j, \alpha_1, \alpha_2) \quad (10)$$

$$C_p = \frac{dy}{dT}. \quad (11)$$

Здесь R, H_j^0, S_j^0 - константы; функции (2), (7) имеют вид:

$$\sum_{i=0}^n \alpha_i T^{i-\kappa} + \alpha_{n+1} \ln T,$$

где α_i, κ - константы; функции (10) - рациональные функции от аргументов и их логарифмов; функция F , вычисляется с помощью таблиц; индекс $j = A, B, C, D$ под которыми соответственно понимаются компоненты химически реагирующей системы (I)



Данная задача была запрограммирована для машины "Минск-22". На ее счет ушло около 3000 часов машинного времени в течение полутора лет. Время счета одного варианта в зависимости от начальных значений T_1 и T_3 колебалось от 5 до 40 мин. Основная часть этого времени уходила на многократные вычисления J, S и C_p .

Эти величины в конечном счете зависят от двух переменных P, T и могут быть затабулированы [3]. Оказалось, что каждая из этих функций может быть с достаточной точностью получена с помощью таблицы объемом 4.000 чисел и последующей линейной интерполяции. Хранение этих таблиц на магнитной ленте и вызов по мере надобности малоэффективен из-за незакономерного обращения к таблицам.

Поэтому для решения данной задачи была применена система "Минск-222". Указанные таблицы могут быть размещены в оперативных памяти системы из двух машин. Процесс вычислений между машинами оказался целесообразным разделить следующим образом: первая машина ведет счет основного алгоритма и время от времени обращается ко второй машине за значениями J и S . Вторая машина содержит таблицы для J и S , выбирает из таблиц и интерполирует требуемые значения J и S .

Таблицы J и S имеют полностью совпадающий вид. Шаг по T у них постоянен $h_T = 2^4$, интервал по P разбит на пять частей (1,00; 1,25; ...; 5,50), (6,0; 6,5; ...; 8,0), (10,12, ..., 48), (64,80, ..., 96), (128,160, ..., 320), в каждой из которых шаг

h_p постоянен и равен соответственно 2^{-2} ; 2^{-1} ; 2 ; 2^4 и 2^5 .

Таблицы записаны по столбцам, соответствующим одному значению P . Согласно [3], в этом случае можно применить вспомогательную таблицу I для формирования обращения к столбцам. В табл. I, шаг которой кусочно-постоянен, при переходе от второй части к третьей и от третьей к четвертой изменяется значение порядка P у величины R . Это позволяет воспользоваться приемом, описанным в [3] (случай I.3). Табл. I разбивается на три участка (1,00; 1,25; ...; 8,00), (10, 12, ..., 48), (64, 80, ..., 120). Строится еще одна вспомогательная таблица II, обращение к которой формируется по порядку P .

Выборка из таблиц для P , находящегося в ячейке 0006, и T , находящегося в 0005, осуществляется следующим образом:

0007	71 00 0015 0006		
0010	12 00 0000 0001	01:	0000 0000 0 Pr
0011	15 01 0006 0122		
2	72 00 0016 0002	02:	0000 Ar 0000
3	15 02 0000 0005		
4	66 00 0017 0003	03:	0000 0000 Art
5	00 00 0000 0177		для 0007
6	00 00 7777 0000		для 0012
7	00 00 0000 0114		для 0014

Таблица I

0020	2000 0111 4035	0042	2000 1354 4035
1	2000 0157 0035	3	2000 1354 4035
2	2000 0224 4035	4	2000 1421 0035
3	2000 0272 0035	5	2000 1421 0035
4	2000 0337 4035	6	2000 1465 4035
5	2000 0405 0035	7	2000 1465 4035
6	2000 0452 4035	0050	2000 1532 0035
7	2000 0520 0035	1	2000 1532 0035
0030	2000 0565 4035	2	2000 1576 4035
1	2000 0633 0035	3	2000 1576 4035
2	2000 0700 4035		
3	2000 0746 0035	4	2000 1643 0035
4	2000 1013 4035	5	2000 1707 0035
5	2000 1061 0035	6	2000 1753 0035
6	2000 1126 4035	7	2000 2017 0035
7	2000 1174 0035	0060	2000 2063 0035
0040	2000 1241 4035	1	2000 2063 0035
1	2000 1307 0035	2	2000 2173 0035
0063	2000 2237 0035	0103	2000 3334 0035
4	2000 2303 0035	4	2000 3334 0035
5	2000 2347 0035	5	2000 3337 0035

6	2000	2413	0035	6	2000	3377	0035
7	2000	2457	0035	7	2000	3442	0035
0070	2000	2523	0035	0110	2000	3442	0035
I	2000	2567	0035	I	2000	3505	0035
2	2000	2633	0035	2	2000	3505	0035
3	2000	2677	0035	3	2000	3550	0035
4	2000	2743	0035	4	2000	3550	0035
5	2000	3007	0035	5	2000	3613	0035
6	2000	3053	0035	6	2000	3613	0035
7	2000	3117	0035	7	2000	3656	0035
0100	2000	3163	0035	0120	2000	3656	0035
I	2000	3226	0035	I	2000	3721	0035
2	2000	3271	0035				

Таблица II

0122	2000	0036	0027	7	2000	0054	4032
3	2000	0036	0027	0130	2000	0054	4032
4	2000	0036	0027	I	2000	0066	4035
5	2000	0054	4032	2	2000	0066	4035
6	2000	0054	4032	3	2000	0066	4035

Объем программы обеих машин составляет 2400 команд, из них 16 команд связаны со взаимодействием машин.

Несмотря на то, что машины работают поочередно, благодаря замене счета выборкой из таблицы и последующей интерполяцией, выигрыш во времени по сравнению с одной машиной получается большим. Так подсчет одних и тех же вариантов на одной машине и на системе показал, что для $T = 1073$ и $T = 1473$ время счета на одной машине составляло соответственно 10 и 23 минуты, а на системе 15 и 18 секунд, т.е. система уменьшает время счета для этих вариантов соответственно в 40 и 76 раз.

Л и т е р а т у р а

1. В.Б. Нестеренко. Термодинамические и переносные свойства химически реагирующих газовых систем, под редакцией А.К. Красина, Минск, Изд. "Наука и техника", 1967 г.
2. М.А. Бажин, В.П. Бубнов, В.Б. Нестеренко. Расчет тепла регенерации в циклах, использующих рабочие тела с переменной теплоемкостью. Известия АН БССР, серия ФТН, № 4, 1966 г.
3. Ю.Г. Косарев. Примеры использования таблиц для сокращения времени счета. - Данный сборник, стр. 46-54

Поступила в редакцию
20.УІ.1967 г.