

Загребельная Л.И., Канюк Г.И.

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПОТЕРЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Преимущество газотурбинных установок – возможность достижения наиболее высокой температуры подвода тепла, и преимущество паротурбинных – наиболее низкая температура отвода тепла в цикле. Комбинирование, при котором температура подвода тепла в объединенном цикле равняется максимальной температуре газового цикла, а температура отвода тепла – минимальной температуре парового цикла обеспечивает достижение максимального КПД всего цикла.

Любая необратимость процессов преобразования энергии в ПГУ приводит к уменьшению фактической работы, отдаваемой потребителю, по сравнению с максимально возможной работой. Практическая работоспособность системы уменьшается по сравнению с максимальной на величину

$$П = T_0 \Delta s_{\Sigma}$$

Эксергетические потери:

$$l_0 = l_0^{\max} - T_0 \Delta s_{\Sigma}$$

Метод эксергетических потерь основан на подсчете эксергетических потерь в пределах каждого узла системы. Относительное влияние необратимости процессов в отдельном узле на снижение общей термодинамической эффективности системы характеризуется коэффициентом эксергетических потерь, представляющим собой отношение потерь эксергии на данном участке к полной эксергии, вводимой в систему.

Располагаемая работа равна разности энтальпий начального и конечного состояний рабочего тела и одновременно разности эксергий в этих же состояниях:

$$l_0 = h_1 - h_2 = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2.$$

Наличие необратимости, вызванной трением в потоке, приводит к возрастанию энтропии рабочего тела. При определении эксергетического КПД процесса адиабатного расширения за полезную эксергию принимают фактическую располагаемую работу процесса, учитывая, что эксергия уходящего рабочего тела обычно используется в последующих узлах установки. В качестве затрат эксергии принимают разность между эксергиями рабочего тела в начальном и конечном состояниях:

$$\eta_s = \frac{l_0}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}.$$

Эксергетические потери в турбине:

$$П_T = c_p T_0 \ln(\lambda - \eta_T (\lambda - 1)).$$

Коэффициенты эксергетических потерь для отдельных элементов установки составят:

-турбины

$$\Omega_T = P_T / (\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1);$$

- компрессора

$$\Omega_T = P_K / (\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1)$$

При сжигании органических топлив в камерах сгорания происходят большие потери эксергии, достигающие до 50%. Это вызвано тем, что по условиям прочности деталей установок допускаемая максимальная температура рабочего тела значительно ниже максимальной теоретической температуры горения топлива. Эта вынужденная разность температур эквивалентна (в смысле влияния на работоспособность) необратимому теплообмену между источником теплоты и рабочим телом при такой же разности температур.