

Оценка работы ТЭС

Шичко С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Эффективность функционирования тепловых электрических станций определяется рядом факторов: экономичностью, надежностью, безопасностью и экологичностью. Все приведенные показатели характеризуют уровень качества электростанций [1]. Влияние промышленности и в частности энергетики на окружающую среду имеет возрастающую тенденцию и ограничение негативного экологического воздействия остается одной из приоритетных задач. В [2] дается оценка ущерба от воздействия ЭС на окружающую среду с учетом затрат на "здоровоохранение". При этом показано, что учет всех затрат может повышать себестоимость отпускаемой от ЭС продукции на 15-30 %. На наш взгляд следует избегать детерминированного подхода в связке "экология—деньги", т.к. методы оценки экологического ущерба могут значительно варьироваться, а в некоторых случаях ценностный фактор может быть выше финансовой прибыли (например, угрозы здоровью или жизни).

В работе [3] представлено решение задачи синтеза двух показателей: надежности и экономичности с помощью обобщенной функции полезности. В этой работе критерий представлен в мультипликативной форме, аналогичного подхода будем придерживаться и мы при расчете функции полезности.

$$g_i = x_1 + x_2 y_i, \quad (1)$$

где g_i – значение параметра оптимизации по безразмерной шкале; x_i – коэффициенты.

$$d_i = \exp[-\exp(-g_i)]. \quad (2)$$

При построении шкалы полезности, устанавливающей соотношение между значением отклика y_i и соответствующим ему значением частной функции полезности d_i , итоговая функция представляет собой среднее геометрическое между функцией надежности и функцией экономичности:

$$D_{н+э} = \sqrt{d_n \cdot d_э}. \quad (3)$$

Обобщенная функция полезности применяется при сравнении разнородных характеристик, при этом характеристики при-

водят к безразмерному и нормированному виду. Нормированная функция полезности устанавливает соответствие различных по смыслу и шкалам измерения характеристик со шкалой полезности. Следует отметить, что при установлении соответствия определенного значения по шкале желательности к отдельным откликам важную роль играют экспертные оценки, т.е. показатели наилучших и неприемлемых значений исследуемого параметра могут значительно варьироваться.

Введем в рассматриваемую функцию полезности дополнительный параметр, характеризующий воздействие энергетического объекта (в данном случае энергоблока, а в общем электростанции и котельной) на окружающую среду. Частную функцию этого параметра назовем функцией экологичности Э. Из всего многообразия воздействий ТЭС на окружающую среду включающего электромагнитное, тепловое, шумовое воздействия, выпаривания водного и воздушного бассейнов выделим выбросы в атмосферу, как основные. Согласно данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь доля электростанций концерна "Белэнерго" в суммарных выбросах диоксида серы на территории Беларуси составляет 30,4%, в выбросах оксидов азота – 23,0%. Значительна также доля энергетики в выбросах диоксида углерода – около 1/3 общего объема эмиссий. Лукомльская ГРЭС занимает второе место по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу среди предприятий. [4].

Из приведенных в табл.1 выбросов ТЭС для формирования частной функции экологичности примем к рассмотрению только оксиды серы и азота, т.к. оксид углерода характеризует, как правило, режимы горения, а диоксид углерода – объемы вырабатываемой энергии и к.п.д. энергоустановок. При работе на газообразном топливе, соответственно, будем учитывать только выбросы оксидов азота.

Учитывая структуру топливного баланса Республики Беларусь, рассмотрим в качестве исследуемого параметра функции экологичности выбросы оксидов азота. Выбор оптимального соотношения затруднен из-за имеющейся тенденции к ужесточению норм на выбросы вредных веществ. Так в Российской Федерации норма выбросов NO_x для природного газа равна 150

мг/м³, для жидкого топлива 200 мг/м³, а для стран ЕС соответственно 100 мг/м³ и 200 мг/м³.

Таблица 1. Расход топлива, выработка электрической и тепловой энергии и величины выбросов в атмосферу от предприятий концерна "Белэнерго" в 1996–2000 гг. [4]

Год	Расход топлива, млн. т у.т.	Выбросы в атмосферу, тыс. т у.т.				Производство	
		SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	электроэнергии, млрд. кВт.ч	тепла, млн. Гкал.
1996	12,9	104,2	34,3	5,3	22900	23,7	37,0
1997	12,8	59,4	34,3	4,9	23070	26,0	36,2
1998	11,8	57,9	31,9	4,3	21320	23,5	35,5
1999	12,3	49,8	32,6	4,9	21920	26,5	32,5
2000	11,8	25,4	30,6	4,6	20100	25,6	31,2

Объективное сравнение различных генерирующих источников по степени их влияния на окружающую среду, можно произвести при применении показателей удельного загрязнения по отношению к используемой мощности или выработанной тепловой и электрической энергии. С учетом экологического фактора, получим итоговую табл. 2, где в качестве оптимального показателя экологичности взят номинальный показатель выбросов оксида азота на котлоагрегате ТГМП-354—лучшего по экологическим характеристикам среди однотипных агрегатов работающих на электростанциях белорусской энергосистемы.

Таблица 2. Показатели эффективности энергоблока

Отметки на шкале полезности	b ₃	Э (NO _x)	K _r
0,999	318	125	0,9999
0,2	357,6	400	0,9760

Обобщенная функция полезности с учетом экологического фактора примет вид:

$$D = \exp \left\{ -\frac{1}{3} \left[\exp(64,048 - 0,186 \cdot b_j) + \exp(-301,7 + 308,6 \cdot K_z) \right] \right\} \left[+ \exp(40,4 - 0,268 \cdot NO_x) \right] \quad (8)$$

Литература

1. Борушко, А.П. Управление качеством в энергосистеме. – Мн.: Выш. шк., 1981. – 98 с.
2. Щинников, П.А. Перспективы энергоблоков ТЭЦ в условиях экологических ограничений Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2000. – №3. – с.59-65.
3. Карницкий, Н.Б. Решение задач синтеза надежности с помощью мультипликативных критериев оптимальности // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2001 – № 3. – с. 115-119.
4. <http://president.gov.by/Minpriroda/rus/publ/nd2000>

УДК 621.311.22

Влияние отложений в проточной части на надежность и экономичность работы турбины

Карницкий Н.Б., Чиж В.А., Нерезько А.В.

Белорусский национальный технический университет

В последние годы энергетика Беларуси и большинства развитых стран мира испытывает определенные трудности в связи со снижением надежности и экономичности работы проточных частей паровых турбин. Белорусская энергосистема имеет в своем составе турбоагрегаты различных параметров:

- турбины среднего давления АПР-6, АР-6, Р-6, ВПТ -25 (Барановичская, Брестская и Пинская ТЭЦ);
- высокого и сверхвысокого давления К-160, Т100, Р50, ПТ-60, Р-130 (Березовская ГРЭС, Минская ТЭЦ-4, Мозырьская ТЭЦ, Гродненская ТЭЦ-2, Новополоцкая ТЭЦ);
- сверхкритического давления Т-250, К-300 (Минская ТЭЦ-4, Лукомольская ГРЭС).