

при воздействии на них ветровой нагрузки. Авторами рекомендуется использовать продемонстрированный метод при проектировании воздушных линий, в том числе и нетиповых, для более точного и технически обоснованного выбора типа прокладываемых опор в заданных условиях и учета воздействующих на них механических нагрузок. Метод применим для любого типа местности и рельефа, достаточно прост, а также позволяет значительно улучшить качество проектирования линий электропередачи и существенно уменьшить число аварий на линиях, обеспечив тем самым необходимую надежность электроснабжения потребителей.

Список литературы

1. Minenergo.gov.ru: Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.minenergo.gov.ru/activity/powerindustry/>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Абдулвелеев И.Р. Выбор типа опор воздушных линий электропередачи с использованием систем автоматизированного проектирования // Отраслевые аспекты технических наук. – 2012. - №5 (17). – С. 37-41.

3. Библия электрика : ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. – М.: Эксмо, 2010. (Российское законодательство. Техническая литература). – С.- 191

4. Линт Н.Г., Казаков С.Е., Семенко О.В. Экономика строительства линий электропередачи на стальных многогранных опорах // Электр. – 2007. - №6. – С. 47-53.

5. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks. – М.: ДМК Пресс, 2010., ил. (Серия «Проектирование») – 252 с.

УДК 621.311.1.004.12:621.311.2:621.165

ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ И КОТЛОАГРЕГАТОВ СОБСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.В. Кочкина, А.В. Малафеев, Н.А. Курилова, Р.П. Нетунский

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия, г. Магнитогорск
aleksandra-khlamova@yandex.ru, malapheev_av@mail.ru,
EC091@mail.ru, romanet30@mail.ru*

Аннотация

В статье приведена методика построения технико-экономических моделей турбогенераторов и котлоагрегатов электростанций энергоемких промышленных предприятий необходимых для внутростанционной оптимизации распределения тепловой и электрической энергии.

Ключевые слова: генератор, котлоагрегат, электростанция, оптимизация, технико-экономическая модель

TURBO-GENERATOR AND BOILER TECHNO-ECONOMIC MODELS OBTAINING OF INDUSTRIAL POWER PLANT

A.V. Kochkina, A.V. Malafeev, N.A. Kurilova, R.P Netupsky

Nosov Magnitogorsk State Technical University

Russia, Magnitogorsk

aleksandra-khlamova@yandex.ru, malapheev_av@mail.ru,

EC091@mail.ru, romanet30@mail.ru

Abstract

The article describes a method of obtaining the techno-economic models of turbo-generators and boilers of power plants-intensive industrial enterprises necessary for optimize the distribution of thermal and electrical energy.

Key words: generator, boiler, power station, optimization, techno-economic model

Актуальность работы

На сегодняшний день в виду увеличения тарифов на электрическую энергию, покупаемую из энергосистемы, на крупных промышленных предприятиях наблюдается тенденция увеличения мощностей собственных источников мощности. Кроме того технологический процесс некоторых предприятий предполагает наличие вторичных энергетических ресурсов: коксовый, доменный и конверторный газы, использование которых в качестве топлива для получения тепловой и электрической энергии значительно снижает себестоимость 1 кВт·ч, вырабатываемого на собственных источниках. Таким образом, встает вопрос о рациональном использовании как покупных, так и вторичных энергетических ресурсов. Для этого необходимо разработать технико-экономические модели (ТЭМ) котлоагрегатов/турбогенераторов, отражающие зависимость паропроизводительности/мощности на клеммах генератора от себестоимости 1 т свежего пара. ТЭМ является показателем эффективности работы генераторов и котлоагрегатов [1].

Основные проблемы и решения

Заводские электростанции отличаются следующими особенностями: неблочность тепловых схем, использование в топливной смеси разнородных энергетических ресурсов в различном соотношении, наличие значительной тепловой нагрузки.

Исходными данными для построения ТЭМ являются стоимостные показатели энергетических ресурсов, режимные карты котлов, диаграммы режимов турбогенераторов. Рассмотрим построение моделей источников электроэнергии и котлоагрегатов на примере генератора ТГ- 5 и котла № 1 ТЭЦ ОАО «ММК». Особенностью режимов работы котлов ТЭЦ является то, что они могут одновременно работать как на природном газе (ПГ), так и на смеси ПГ с угольной пылью. Основная особенность применения разнородных видов топлива заключается в возможности выбора объема использования различных энерго-ресурсов в зависимости от технических или экономических показателей электростанций. Для разработки ТЭМ генераторов и котлоагрегатов примем вариант работы котла на смеси природного газа и угольной пыли. Сложность определения себестоимости пара на ТЭЦ ОАО «ММК» заключается в том, что в режимных картах не приводятся значения расхода угля, т. о. необходимо разработать методику расчета себестоимости единицы расходуемого пара. С этой целью разработан алгоритм расчета себестоимости 1 т пара на ТЭЦ, приведенный в табл. 1.

Таблица 1

Алгоритм расчета себестоимости 1 т пара на ТЭЦ ОАО «ММК»

Порядок расчета	Расчет
1	2
1. Перевод расхода природного газа из тыс.м ³ в т.у.т.	Для котла, работающего только на ПГ: 1 тыс. м ³ = 1,154 т.у.т.; 13,5 м ³ = т.у.т. Для котла, работающего на смеси: 6 м ³ = 6,9 т.у.т.
2. Определение расхода угля в зависимости от паропроизводительности и расхода ПГ.	$\rho_{\text{уг}} = D_{0\text{мг}} - D_{0\text{см}}$ <p>где $\rho_{\text{уг}}$ - расход угля, т.у.т; $D_{0\text{мг}}$ - расход ПГ при работе котла на ПГ, т.у.т; $D_{0\text{см}}$ - расход ПГ при работе котла на смеси, т.у.т. $\rho_{\text{уг}} = 15,6 - 6,9 = 8,65$ т.</p>

Продолжение табл. 1

1	2
3. Перевод расхода угольной пыли из т.у.т в тыс. м ³ .	В России за единицу условного топлива (т.у.т.) принимается теплотворная способность 1 кг каменного угля, поэтому 8,655 т.у.т равны 8,655 т угольной пыли.
4. Расчет затрат на ПГ и угольную пыль в рублях.	$W_{\text{уг}} = \rho_{\text{уг}} \cdot S_{\text{уг}},$ <p>где $\rho_{\text{уг}}$ - расход угля, т; $S_{\text{уг}}$ - себестоимость угля, руб./т. $W_{\text{уг}} = 8,6 \cdot 2981 = 25801$ руб.</p> $W_{\text{нз}} = \rho_{\text{нз}} \cdot S_{\text{нз}},$ <p>где $\rho_{\text{нз}}$ - расход ПГ, м³; $S_{\text{нз}}$ - себестоимость ПГ, руб/ м³. $W_{\text{нз}} = 6,9 \cdot 2706,51 = 16239$ руб.</p> <p>Суммарные затраты на топливо:</p> $W_{\text{топливо}} = W_{\text{нз}} + W_{\text{уг}},$ $W_{\text{топливо}} = 16239 + 25801 = 42040 \text{ руб.}$
5. Определение затрат на фонд оплаты труда, расход химически очищенной воды (ХОВ), технической воды, электрической энергии и конденсата, затрачиваемые на производство одной тонны свежего пара.	<p>Данные затраты были вычислены из калькуляционной документации в процентах от себестоимости одной тонны свежего пара. $Z_{\text{эл.эн}}=5,1\%$; $Z_{\text{ХОВ}}=0,279\%$; $Z_{\text{тех.вод}}=0,01\%$; $Z_{\text{пар}}=2,6\%$; $Z_{\text{ФОТ}}=1,2\%$</p>
6. Расчет затрат на собственные нужды в рублях.	<p>Необходимо определить предварительную себестоимость :</p> $S_{\text{предвар}} = \frac{W_{\text{топливо}}}{D_0},$
	$S_{\text{предвар}} = \frac{42040}{170} = 247 \text{ руб/т ;}$ <p>Затраты на электроэнергию при производстве одной тонны свежего пара :</p> $Z_{\text{эл.эн}} = 0,051 \cdot S_{\text{предвар}},$ $Z_{\text{эл.эн}} = 0,051 \cdot 247 = 12,6 \text{ руб/т.}$ <p>По аналогии были найдены все затраты на собственные нужды.</p>

1	2
7. Вычисление себестоимости одной тонны свежего пара в рублях	$S = S_{предвар} + 3,$ $S = 247 + 22,7 = 270 \text{ руб/т.}$

Определение себестоимости пара осуществляется для каждой паропроизводительности котлоагрегата. По результатам расчетов строится технико-экономическая модель рассматриваемого котла (рис. 1).



Рис. 1. Технико-экономическая модель котла №1 ТЭЦ

Построение технико-экономических моделей генераторов основано на полученных моделях котлов. Рассмотрим построение моделей генераторов на примере турбогенератора № 5. 3-я очередь ТЭЦ состоит из котлов № 7 и № 8 работают на общий паропровод и турбогенераторов ТГ-5 и ТГ-6. Выбрав соответствующую тепловой нагрузке расходную характеристику генератора, построим его модель на примере ТГ-5 (табл. 2).

Используя данный алгоритм для нескольких заданных мощностей можно построить технико-экономическую модель генераторов. Для ТГ-5 такая модель приведена на рис. 2.

Таблица 2

Построение технико-экономической модели ТГ-5 ТЭЦ ОАО «ММК»

Порядок расчета	Расчет
Суммирование заданной мощности всех генераторов, работающих на один паропровод. В качестве допущения принимается условие, что загрузка каждого генератора одинакова.	$P = P_5 + P_6,$ <p>где P_5 -мощность ТГ-5; P_6 -мощность ТГ-6</p> $P = 35 + 35 = 70 \text{ МВт.}$

Расчет расхода пара на турбину при заданной мощности всех генераторов.	При суммарной мощности 70 МВт, суммарный расход пара на паропровод будет равен: $D = D_{05} + D_{06}$; $D = 175 + 175 = 350$ т/ч.
Определение паропроизводительности котлов, необходимой для покрытия расхода пара генераторов.	Необходимый расход пара 350 т/ч - паропроизводительность котлов № 7 и № 8 равна 360 т/ч. (При условии что у каждого котла производительность пара равна 180 т/ч.)
Определение затрат на производство одной тонны свежего пара при заданной нагрузке генераторов	По ТЭМ котлов № 7 и № 8 определено $D_0 \cdot S = 180$ т/ч, то $S=231,43$ руб/т.

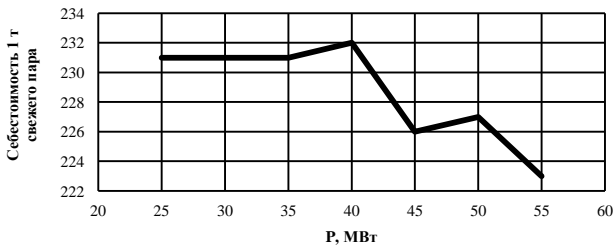


Рис. 2 Техничко-экономическая модель ТГ-5 ТЭЦ ОАО «ММК»

Выводы

Полученные ТЭМ котлоагрегатов и турбогенераторов, отражающие зависимости себестоимости 1 т свежего пара от паропроизводительности котла и мощности на клеммах генератора, позволяют осуществить внутростанционную оптимизацию тепловой и электрической энергии на неблочных заводских электростанциях.

Список литературы

1. Кочкина А.В., Малафеев А.В., Игуменцев В.А., Варганов Д.Е., Ковалев А.Д. Оптимизация установившихся режимов промышленных систем электроснабжения с разнородными генерирующими источниками при решении задач среднесрочного планирования: монография. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. — 112 с.