

А.П. ЛАЗУРЕНКО, канд. техн. наук., проф., НТУ «ХПИ»,
Н.М. КРУГОЛ, студент, НТУ «ХПИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМАМИ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭЦ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КПД В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Статья посвящена одному из путей решения проблемы повышения энергоэффективности теплофикационных объектов и тепловых электрических станций. Использование группового регулирования механизмами собственных нужд ТЭЦ дает значительную экономию электроэнергии, что увеличивает полезный отпуск электроэнергии в энергосистему. Данный способ применим к центробежным механизмам с близкими режимами изменения производительности. Также этот способ может быть использован на блочных КЭС. Полученные результаты подтверждают существенный технико-экономический эффект

Ключевые слова: ТЭЦ, собственные нужды, преобразователь частоты, центробежные машины

Постановка проблемы. Режимы работы блочных электростанций определяются суточным графиком нагрузки энергосистемы. При этом во время ночных минимумов нагрузки необходимо осуществлять разгрузку энергоблоков. Для разгрузки турбоагрегатов имеются следующие способы: снижение нагрузки до минимальной, останов с последующим пуском, перевод в моторный режим, а для разгрузки парового котла применяется снижение нагрузки до технического минимума, останов с последующим пуском, работа в режиме полиблока, режим вывода котла в горячий резерв [1]. Все эти режимы сопровождаются работой основных механизмов собственных нужд в ненормальных режимах по производительности, что сопровождается дополнительными потерями электроэнергии при использовании неэкономичных способов их регулирования.

Для ТЭЦ с поперечными связями по пару характерен режим работы по тепловому графику нагрузки, при котором в летний период большинство ТЭЦ работают на минимально-допустимых параметрах основного тепломеханического оборудования, что также приводит к неэффективному использованию механизмов собственных нужд (СН) и, как следствие, уменьшению КПД станции.

Материалы исследований. Основными механизмами собственных нужд электростанции являются центробежные машины, которые

потребляют мощность пропорционально кубической степени частоты их вращения, поэтому одним из основных методов снижения потерь электрической энергии на электростанциях может быть использование частотного привода.

В работе [2] предложено на ТЭЦ с поперечными связями использование метода группового регулирования производительности механизмов собственных нужд. При этом данный способ также может быть использован и на блочных электростанциях, участвующих в покрытии полупиковой части графика нагрузки энергосистемы, с турбоагрегатами мощностью до 300 МВт.

По типу рабочих характеристик механизмы СН могут быть разделены на три группы. К первой группе относятся: вентиляторы, дымососы и насосы центробежного типа. Во вторую группу входят: вентиляторы дымососы и насосы осевого типа. К третьей группе относятся: среднеходные, молотковые и шарошаровые мельницы, а также мельницы-вентиляторы. Метод группового регулирования производительности механизмов СН лучше всего применим к первой группе оборудования.

На рисунке 1 представленный характерный график нагрузки для ТЭЦ с поперечными связями в летний период (на примере Харьковской ТЭЦ3). В этот период работает по блочной схеме один котел паропроизводительностью 120 т/час и одна турбина Р-24.

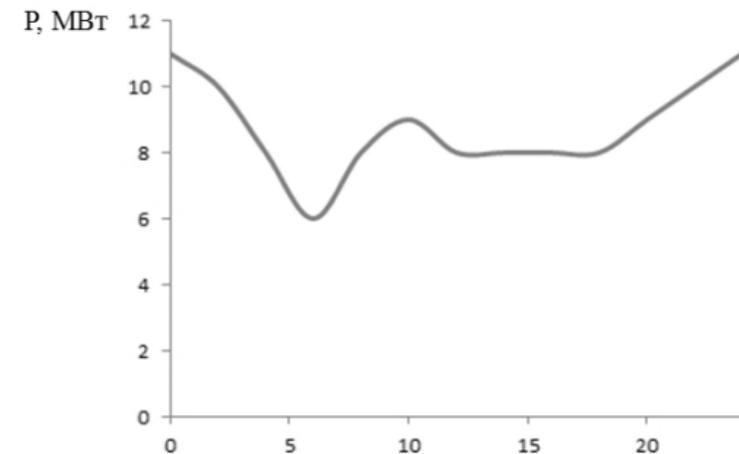


Рис. 1 – Суточный график работы ТЭЦ по тепловому графику нагрузки

В таблице 1 представлена режимная карта котла с нагрузкой основных агрегатов тяго-дутьевой системы котла. По режимным картам котла и турбоагрегата был проанализирован расход электрической энергии на механизмы тяго-дутьевой системы котла при данном графике нагрузки ТЭЦ.

Таблица 1 – Режимная карта энергетического парового котла

Параметр	Значение			
Паропроизводительность, т/час	70	90	104	120
Давление воздуха после воздухонагревателя, кг/м ²	2	15	20	50
Разряжение в топке котла, кг/м ²	1	1	1,5	1,5
Нагрузка на ВГД (А/Б), А	13/0	14/0	15/0	16/16
Нагрузка на дымососе (А/Б), А	27,5/0	26/22	24/24,5	25/25

Как известно мощность центробежных механизмов при частотном регулировании можно описать следующей формулой [3]:

$$P = A_2 n^2 Q - B_2 n Q^2 + D_2 n^2,$$

где коэффициенты равны:

$$A_2 = \frac{P_1 - P_0 + B_2 n Q_1^2}{n^2 Q_1},$$

$$B_2 = \frac{(P_2 - P_0) Q_1 - (P_1 - P_2) Q_2}{n Q_1 Q_2 (Q_1 - Q_2)},$$

$$D_2 = \frac{P_0}{n_{НОМ}^2},$$

где n – частота вращения вала механизма, мин⁻¹;

$n_{НОМ}$ – номинальная частота вращения механизма, мин⁻¹;

Q – подача (расход) механизмов СН, м³/ч (Q_1, Q_2 – различные значения подачи);

P – мощность, развиваемая механизмом, кВт (P_1, P_2 – мощности при разных подачах);

$P_{НОМ}$ – номинальная мощность при номинальной подаче;

P_0 – мощность при закрытой задвижке (шибере).

При этом для каждого агрегата участвующего в групповом регулировании производительности была определена минимально-допустимая частота питающего напряжения. На преобразователь частоты, который питает группу двигателей, подается сигнал управления, задающий его частоту, пропорционально производительности в соответствии с графиком нагрузки. После этого точное регулирование производительности механизмов СН в небольшом диапазоне может осуществляться дросселированием.

По данной режимной карте был получен график потребления электроэнергии агрегатами котла (Рис. 2), при их питании от системы электроснабжения 50Гц, а используя законы подобия для центробежных машин, была построена зависимость потребляемой мощности при питании вентиляторов от частотного преобразователя.



Рис. 2 – Потребление электроэнергии механизмами тяго-дутьевой системы котла

Выводы. Из представленного графика нагрузки видно, что использование метода группового регулирования производительности механизмов СН дает значительную экономию электроэнергии (площадь между кривыми), а это в свою очередь позволяет увеличить полезный отпуск электроэнергии в сеть при переменном графике нагрузки. Также в случае останова блока или перевода его в режим со скользящими параметрами, потребление электроэнергии на собственные нужды ТЭС уменьшается.

Использование схемы распределительного устройства СН с двумя системами шин, для ТЭЦ с поперечными связями по паре дает возможность использование одного преобразователя частоты для питания лю-

бого из двигателей 6кВ, что в свою очередь позволяет уменьшить капитальные вложения при модернизации действующих ТЭЦ.

Список литературы: 1. Тепловое оборудование и тепловые сети/ Г.В.Арсеньев, В.П.Белюсов, А.А.Дронченко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 400с. 2. А.П.Лазуренко, Н.М.Кругол – Анализ работы ТЭЦ по тепловому графику нагрузки в летний период// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність енергоефективність. №59 (1032) 2013. – Харків НТУ «ХПІ», с.79-84 3. Георгиади В.Х. – Поведение энергоблоков ТЭС при перерывах электроснабжения собственных нужд (часть 1) – М. НТФ «Энергопрогресс», 2003. – 80с.; ил. [Библиотека электротехника, приложение к журналу «Энергетик», вып.4(52)] 4. Электрическая часть электростанций/ С.В.Усов, Б.Н.Михаев, А.К.Череповец и др. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 616с.

Bibliography (transliterated): 1. G.V.Arsen'ev, V.P.Belousov, A.A.Dronchenko *Teplovoe oborudovanie i teplovye seti*. Moscow: Jenergoatomizdat, 1988. 2. A.P.Lazurenko, N.M.Krugol *Analiz raboty TJeC po teplovomu grafiku nagruzki v letnij period Visnik NTU «HPI»*. Serija: *Ener-getika: nadijnist' energoefektivnist'*. No 59. 2013. 79-84. Print. 3. Geor-giadi V.H. – *Povedenie jenergoblokov TJeS pri pereryvah jelektrosnabzhenija sobstvennyh nuzhd (chast' 1)* – Moscow. NTF «Jenergoprogress», 2003. 4. S.V.Usov, B.N.Mihaev, A.K.Cherepovec *Jelek-tricheskaja chast' jelektrostancij*. Leningrad: Jenergoatomizdat. 1987.

Поступила (received) 11.11.2014

УДК 621.311

О.П. ЛАЗУРЕНКО канд. техн. наук., проф., НТУ «ХПІ»;
Г.І. ЧЕРКАШИНА ст. викл., НТУ «ХПІ»

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ РОБОЧОГО БАКУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ВОДОНАГРІВАЧА ЄМНІСНОГО ТИПУ

Електричні водонагрівачі є великим резервом в системах керування електричним навантаженням з метою оптимізацій режиму роботи систем електропостачання. В статті виконаний розрахунок щодо визначення об'єму робочого баку електричного водонагрівача ємнісного типу в умовах, коли включення установки відбувається один раз на добу у зоні «провалу» споживання енергосистеми та при цьому забезпечується добова потреба у гарячій воді споживачів.

Ключові слова: електричний водонагрівач, споживач-регулятор, вибірка, середньоквадратичне відхилення, дисперсія, довірча вірогідність, похибка, довірчий інтервал.

Вступ Останнім часом спостерігається стрімке зростання рівня споживання електричної енергії у побуті. Таким чином, енергосистема більше не може відноситися до побутових споживачів як до пасивної ланки у своєму складі, враховуючі той факт, що побут характеризується значною нерівномірністю споживання електричної енергії у часі.

У попередніх роботах було виконано класифікацію побутових електроприймачів у тому числі за можливістю керування ними[1]. Аналіз показав, що найбільш поширенішими серед побутових споживачів-регуляторів є електричні водонагрівачі ємнісного типу (ЕВН ЄТ)[2, 3, 4]. Оціночно, загальна встановлена потужність таких електроприймачів по Україні складає на кінець 2013 року 5500 МВт, що є істотною потужністю та резервом керування.

Отже, керування ЕВН ЄТ дає можливість сприймати побутових електроприймачів у якості активного учасника в керуванні режимами енергосистеми. Для отримання такої можливості необхідно визначити необхідні характеристики ЕВН ЄТ для експлуатації у таких умовах.

Метою роботи є визначення об'єму робочого бака ЕВН ЄТ для реалізації можливості управління ним.

Матеріали дослідження. Розрахунок об'єму робочого баку АЕВН проводимо за умови, що ЕВН ЄТ повинен забезпечити потреби в гарячому водопостачанні споживача, працюючи на нагрів один раз на добу у період «провалу» споживання енергосистеми.

Для визначення робочого об'єму бака були виконані вимірювання

© О.П. Лазуренко, Г.І. Черкашина, 2014