

вом, – роль буферного фильтра, и в результате установка получается более компактной.

По разработанным технологиям из воды удаляется только основная часть ионов кальция, а ионы магния остаются в обработанной воде. Достоинством технологии является то, что в качестве реагента используется только серная кислота.

ВЫВОД

Разработаны технологические схемы бессточных методов частичного умягчения воды катионированием с безреагентной утилизацией стоков. Предложены различные варианты технологических схем частичного умягчения воды. Выбор одной из этих схем зависит от конкретных условий, и в первую очередь от состава исходной воды и от требования, предъявляемого к содержанию ионов кальция в обработанной воде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фейзиев, Г. К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды / Г. К. Фейзиев. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Лапотышкина, Н. П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей / Н. П. Лапотышкина, Р. П. Сазонов. – М.: Энергоиздат, 1982.
3. Спос о б обработки подпиточной воды теплосети: а. с. 768764 СССР, МКИЗ В 013 49/00 //02В 1/40. / Г. К. Фейзиев, А. М. Кулиев, Э. А. Сафиев, М. Ф. Джалилов // Открытия. Изобретения. – 1980. – № 48.

Представлена кафедрой
теплоснабжения и теплотехники

Поступила 24.04.2009

УДК 614.715.621.311.22

К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК МЕЖДУ КОТЛАМИ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЯГОДУТЬЕВЫХ МАШИН

Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И., студ. ТЕЛЬПУК А. С.

Белорусский национальный технический университет.

В настоящее время все шире для регулирования производительности тягодутьевых машин котлов стал использоваться частотный управляемый привод (ЧУП). Основное преимущество по сравнению со способом изменения направления потока с помощью направляющего аппарата (НА) заключается в его экономичности при нагрузках котлов в диапазоне 30–85 % $Q_{\text{ном}}$. Из-за ограниченности финансовых средств в котельных обычно частотным приводом оснащается часть котлов. В связи с этим возник вопрос,

касающийся распределения тепловых нагрузок между котлами с традиционным регулированием мощности тягодутьевых машин и котлами с ЧУП.

На рис. 1 приведено относительное потребление мощности тягодутьевыми машинами при различных способах регулирования их производительности [1].

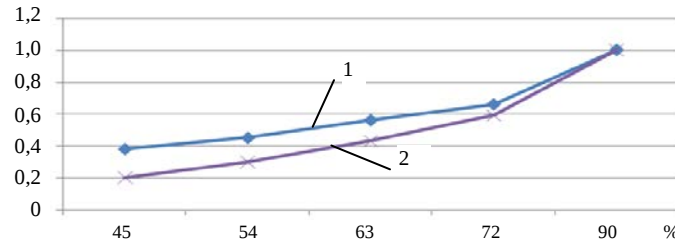


Рис. 1. Относительное потребление мощности при различных способах регулирования производительности тягодутьевых машин: 1 – частотное управление приводом; 2 – регулирование направляющими аппаратами

Как видно из рис. 1, потребление мощности тягодутьевыми механизмами, оснащаемыми различными системами управления, различается существенно, особенно на низких нагрузках. Поэтому целью настоящих исследований было выявить степень влияния способов регулирования на распределение нагрузок между котлами в диапазоне 30–80 % $Q_{\text{ном}}$. Исследование проводилось для наиболее распространенных типов котлов – ДКВр-10 и ДЕ-25-14. Рассматривались варианты распределения нагрузок между двумя и тремя котлами. В первом варианте нагрузки распределялись между двумя однотипными котлами ДКВр-10, но с различными характеристиками $b = f(Q)$ [2]:

$$b_1 = 0,0641 Q_1^2 - 0,891 Q_1 + 40,59; \quad (1)$$

$$b_2 = 0,0272 Q_1^2 - 0,336 Q_2 + 38,82. \quad (2)$$

Здесь b_1 и b_2 – соответственно удельные расходы топлива для первого и второго котлов, кг/ГДж; Q_1 и Q_2 – тепловые нагрузки первого и второго котлов, МВт.

Считалось, что какой-либо из котлов оснащен ЧУП. Распределение нагрузок осуществлялось по относительным приростам с учетом расхода электроэнергии на собственные нужды (тягу-дутье), т. е. вначале определялся полный расход условного топлива на котлах B_1 и B_2 , а затем находились относительные приросты:

$$B_1 = b_1 Q_1 \cdot 10^{-3} + \frac{b_3 N_{\text{тл(н)}}}{3,6} K; \quad (3)$$

$$B_2 = b_2 Q_2 \cdot 10^{-3} + \frac{b_3 N_{\text{тл(н)}}}{3,6} K; \quad (4)$$

$$\frac{\partial B_1}{\partial Q_1} = b_{1\text{отн}} = 0,1923 Q_1^2 - 1,782 Q_1 + 40,59 + \frac{b_3 N_{\text{тл(н)}}}{3,6} \frac{\partial K}{\partial Q_1}; \quad (5)$$

$$\frac{\partial B_2}{\partial Q_2} = b_{2\text{отн}} = 0,0816Q_2^2 - 0,672Q_2 + 38,82 + \frac{b_3 N_{\text{тд(н)}}}{3,6} \frac{\partial K}{\partial Q_2}. \quad (6)$$

Здесь b_3 – удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии в энергосистеме, кг у. т./кВт·ч; $N_{\text{тд(н)}}$ – номинальная мощность тягодутьевых механизмов котла, кВт ($N_{\text{тд(н)}} = 25$ кВт); K – коэффициент изменения относительной мощности, потребляемой тягодутьевыми механизмами (рис. 1):

- при регулировании направляющими аппаратами

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = -0,166 + 0,048Q; \quad (7)$$

- при регулировании ЧУП

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = -0,072 + 0,037Q. \quad (8)$$

В табл. 1 приведены результаты исследования по данному варианту.

Таблица 1

Нагрузка котельной Q , МВт	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 1 (ДКВр-10)	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 2 (ДКВр-10)	Q_1^{opt} , МВт	Q_2^{opt} , МВт	Δb , кг у. т./ГДж
12	НА	НА	6,8	5,2	–
	ЧУП	НА	6,77	5,23	0,021
	НА	ЧУП	6,87	5,23	0,064
10	НА	НА	6,5	3,5	–
	ЧУП	НА	6,5	3,5	0
	НА	ЧУП	6,8	3,2	0,154

Затем был рассмотрен вариант с котлами ДЕ-25-14 и ДКВр-10 с характеристиками удельного расхода топлива:

$$b_1 = 0,0139 Q_1^2 - 0,26Q_1 + 37,5; \quad (9)$$

$$b_2 = 0,0272 Q_2^2 - 0,336Q_2 + 38,82 \quad (10)$$

и относительными приростами расхода топлива:

$$\frac{\partial B_1}{\partial Q_1} = b_{1\text{отн}} = 0,0417Q_1^2 - 0,46Q_1 + 37,5 + \frac{b_3 N_{\text{тд(н)}}}{3,6} \frac{\partial K}{\partial Q_1}; \quad (11)$$

$$\frac{\partial B_2}{\partial Q_2} = b_{2\text{отн}} = 0,0816Q_2^2 - 0,672Q_2 + 38,82 + \frac{b_3 N_{\text{тд(н)}}}{3,6} \frac{\partial K}{\partial Q_2}. \quad (12)$$

Здесь $N_{\text{тд1(н)}} = 25$ кВт; $N_{\text{тд2(н)}} = 100$ кВт.

Для котла ДЕ-25-14:

при регулировании НА

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = -0,195 + 0,02Q; \quad (13)$$

при регулировании ЧУП

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = -0,17 + 0,0208Q. \quad (14)$$

В табл. 2 приведены результаты исследования по данному варианту.

Таблица 2

Нагрузка котельной Q, МВт	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 1 (ДЕ-25-14)	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 2 (ДКВр-10)	Q_1^{opt} , МВт	Q_2^{opt} , МВт	Δb , кг у. т./ (ГДж)
15	НА	НА	10,75	4,25	–
	ЧУП	НА	10,35	4,65	0,16
	НА	ЧУП	10,85	4,15	0,045
20	НА	НА	12,5	7,5	–
	ЧУП	НА	12,3	7,7	0,16
	НА	ЧУП	12,6	7,4	0,03

Также был рассмотрен вариант с двумя котлами ДКВр-10 и одним котлом ДЕ-25-14 с указанными характеристиками.

В табл. 3 приведены результаты по распределению нагрузок для данного оборудования.

Таблица 3

Нагрузка котельной Q, МВт	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 1 (ДКВр-10)	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 2 (ДКВр-10)	Способ регулирования тягодутьевых механизмов котла № 3 (ДЕ-25-14)	Q_1^{opt} , МВт	Q_2^{opt} , МВт	Q_3^{opt} , МВт	Δb , кг у. т./ (ГДж)
20	НА	НА	НА	6	4	10	–
	НА	ЧУП	ЧУП	6,5	4,0	10,5	0,08
	НА	НА	ЧУП	6,5	4	10,5	0,045

ВЫВОД

Данные исследования показали, что учет при распределении нагрузки потребляемой мощности тягодутьевыми механизмами с различными системами регулирования сдвигает оптимальную точку распределения нагрузок на 2–5 %. Оснащение котельных современными системами теплотехнического контроля и вычислительной техники позволит реализовать данную экономию топлива, которая может составить от 10 до 100 т у. т. в год (в зависимости от состава оборудования, годового отпуска тепла, оснащения ЧУП).

ЛИТЕРАТУРА

1. П л е т н е в, Г. П. Автоматическое управление объектами тепловых электростанций / Г. П. Плетнев. – М.: Энергоиздат, 1981. – 368 с
2. Я н к е л е в и ч, В. И. Наладка газомазутных промышленных котельных / В. И. Янкевич. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 216 с.

Представлена кафедрой ТЭС

Поступила 05.05.2009