

УДК: 568.26.004. 18: 666.94 (571.17)

Г.И. Разгильдеев, С.М. Леоненко, С.В. Лобачев, Т.Ф. Малахова

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА

Производство цемента требует существенных затрат электроэнергии на основных и вспомогательных стадиях процесса. Так на ООО "Топкинский цемент" общий средний удельный расход электроэнергии на выпуск 1 т продукции составляет 135,8 кВт·ч со среднеквадратическим отклонением $\sigma = 3,08$ кВт·ч. При годовом объеме производства цемента 2700 тыс. т общее электропотребление в 2007 г. составило 366660 тыс. кВт·ч. Из приведенных цифр видно, что даже экономия 5 % от общего расхода электроэнергии может привести к снижению годовой себестоимости продукции примерно на 15,6 млн. рублей.

Требования повышения экономической эффективности мероприятий по снижению удельного расхода электроэнергии привели к вводу в действие в 2006 г. системы поагрегатного ее учета. Эта система построена на базе преобразователей тока и напряжения типа "Омь", установленных в измерительных цепях трансформаторов тока на присоединениях, питающих крупные технологические агрегаты. Сигналы от преобразователей поступают в контроллер ТМР 138 "Овен", где преобразуются в формат RS 485 и по двухпроводной линии передаются в компьютер, установленный в помещении РУ 6/0,4 кВ. При помощи программного обеспечения "Скада" полученные значения тока и напряжения пересчитываются в активную мощность. Возможности программы позволяют получить для последующего анализа значения потребляемой активной мощности в реальном времени, а также среднечасовое потребление электроэнергии отдельными технологическими агрегатами и цехами за любой промежуток времени. Применение описанной выше системы позволило наладить учет электроэнергии практически на всех стадиях технологического процесса и с достаточной точностью определить удельное потребление отдельными агрегатами, цехами и переделами и завода в целом. На этой основе были разработаны нормы удельного электропотребления (табл. 1). В летние месяцы эти нормы снижались по отдельным агрегатам и установкам (цехам) в среднем на 13,6 %.

Планирование технологического процесса на основе норм удельного расхода позволило управлять этим процессом, поднять общую культуру электропотребления на предприятии, что привело к общему снижению расхода электроэнергии.

Очевидно, что при планировании расхода электроэнергии на основе удельных норм, резервы ее экономии ограничиваются рамками возмож-

ностей, имеющихся как в самом технологическом процессе, так и в отдельных его звеньях. Таким образом мероприятия по экономии за счет рационального планирования на основе удельных норм можно рассматривать как имеющие относительно небольшие резервы.

Для поиска эффективных путей электросбережения проведен анализ возможности применения мероприятий, уже опробованных в других отраслях народного хозяйства. С этой целью потребители электроэнергии основного производственного процесса были условно разделены на четыре группы:

- крупные синхронные электродвигатели (ЭД) 6 кВ;
- асинхронные ЭД 6 кВ;
- асинхронные ЭД 0,4 кВ мощностью 15÷140 кВт;
- асинхронные ЭД 0,4 кВ мощностью менее 15 кВт.

Таблица 1. Нормы расхода электроэнергии на
ООО «Топкинский цемент»

Наименование цехов и отделов	Единицы измерения	Средняя удельная норма расхода электроэнергии
<i>Цех «Горный»,</i>		
в том числе:		
вскрыша	кВ ч/т	0,358
добыча известняка	кВ ч/т	0,475
добыча глины	кВ ч/т	0,439
приготовление шлама	кВ ч/т	2,128
карьерный водоотлив	кВ ч/м ³	1,242
погрузка в ж.д. транспорт	кВ ч/т	0,275
взорванная горная масса	кВ ч/т	0,373
<i>Дробильное отделение,</i>		
в том числе:		
дробление известняка	кВ ч/т	5,729
дробление гипса	кВ ч/т	5,970
<i>Сыревое отделение,</i>		
в том числе:		
сыревой шлам	кВ ч/т	22,00
шлам «Гидрофол»	кВ ч/т	26,00
<i>Обжиг</i>		
<i>Помол цемента</i>		
<i>Шлакосушильное отделение</i>		
Итого:	кВ ч/т	141,9

Результаты разделения потребителей на ука-

Таблица 2. Характеристики основных групп электропотребителей

Группа	Наименование электродвигателей	Мощность		Количество	Общая мощность	
		кВт	кВ· А		кВт	кВ· А
1	Синхронные 6 кВ		2000	13	27200	34000
			1600			
2	Асинхронные 6 кВ	630		8	8 700	
		500				
		320				
		315				
3	Асинхронные 0,4 кВ 15÷140 кВт			60	3286	
4	Асинхронные 0,4 кВ до 15 кВт			185	236	

занные выше группы приведены в табл. 2.

Если принять некоторое среднее значение коэффициента мощности, например $\cos \varphi = 0,8$, то мощности синхронных ЭД можно привести в соизмеримые единицы измерения (кВт). Это позволяет выразить удельный вес электропотребителей каждой группы p_i в относительных единицах по отношению к общей мощности $P_0 = \sum P_i$ по соотношению

$$p_i = P_i / P_0 . \quad (1)$$

В данном случае при $P_0 = 39\ 422$ кВт эти соотношения имеют следующие значения:

$$p_1 = 0,69; p_2 = 0,22; p_3 = 0,08; p_4 = 0,005.$$

Пусть разрабатываемые мероприятия по каждой из групп электропотребителей дают фиксированное значение экономии электроэнергии $d \% /100$, а потребляемая относительная электроэнергия пропорциональна относительной мощности. Тогда относительную эффективность мероприятий по электросбережению в каждой из групп возможно определить из матрицы

	k_1	k_2	k_3	k_4
k_1	1	k_2/k_1	k_3/k_1	k_4/k_1
k_2	k_1/k_2	1	k_3/k_2	k_4/k_2
k_3	k_1/k_3	k_2/k_3	1	k_4/k_3
k_4	k_1/k_4	k_2/k_4	k_3/k_4	1

В этой матрице $k_i = p_i d \% /100$.

Применимально к рассматриваемому случаю, матрица соотношений эффективности электросберегающих мероприятий имеет следующий вид:

Авторы статьи:

Разгильдеев
Геннадий Иннокентьевич
- докт. техн. наук, проф.
каф. электроснабжения
горных и промышленных
предприятий КузГТУ,
rgi.egrp@kuzstu.ru

Леоненко
Сергей Михайлович
- главный энергетик ООО
«Топкинский цемент»
(г. Топки, Кемеровская
область),
тел.: 8(38454)3-80-10

	k_1	k_2	k_3	k_4
k_1	1	0,32	0,12	0,007
k_2	3,13	1	2,75	0,022
k_3	8,62	2,75	1	0,062
k_4	138,0	44,0	16,0	1

Из этой матрицы видно, что инвестиции в электросберегающие мероприятия первой группы электропотребителей примерно в 140 раз более эффективны, чем в низковольтные ЭД группы 4.

Как видно из табл. 2, группу 1 составляют мощные синхронные ЭД. При наличии таких потребителей существенная экономия электроэнергии может быть получена за счет рационального использования их компенсирующей способности.

Компенсирующая способность электродвигателя q , % может быть найдена по приведенным в ОСТ 12.25.011-84 зависимостям при известных значениях коэффициента загрузки двигателя

$$\beta = P_{\Phi} / P_{\text{н}} ,$$

где P_{Φ} – фактическая мощность, потребляемая рабочим органом машин, $P_{\text{н}}$ – номинальная мощность электродвигателя. Кроме того, должны быть известны фактический ток возбуждения I_B (определяется по показателям амперметра в цепи возбуждения двигателя) и номинальный ток возбуждения $I_{B\text{н}}$ (по паспорту).

Авторы статьи:

Лобачев
Сергей Викторович
- зам. главного энергетика
ООО «Топкинский
цемент»
(г. Топки, Кемеровская
область),
тел.: 8(38454)3-80-10

Малахова
Татьяна Федоровна
- доц. каф. электроснабже-
ния горных и промыш-
ленных предприятий
КузГТУ ,
тел.: 8(3842)58-10-71