

«Сейфуллин окулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана». - 2020. - Т.1, Ч.2 - С.275-278

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПРЕДПРИЯТИИ «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЗАВОДОВ»

***Жанасбаева А.К. магистрант 2 курса,
Таткеева Г.Г. д.т.н., чл.-корр. НАН РК
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан***

Вопросы энергосбережения в настоящее время выходят на одно из ведущих мест во всем мире, что связано, прежде всего, с экономической, социально-политической, экологической ситуацией развитых топливдобывающих стран. Об этом свидетельствует то обстоятельство, что за последние годы при возросшем экономическом подъеме многих стран темпы прироста мирового энергопотребления резко сократились и составляют в промышленно-развитых странах не более 1 % в год. Одним из важнейших аспектов энергосбережения является обеспечение качества электрической энергии и оценка его влияния на технико-экономические показатели энергопотребителей [1].

Основной вид деятельности предприятия – чугунное и стальное литье. Проведем анализ продуктивности предприятия. Удельное энергопотребление на тонну готовой продукции отражает общую продуктивность. Для проведения анализа общей продуктивности необходимо перевести все виды энергоресурсов в одну меру измерений, в нашем случае кВт*ч.

Соотношения величин:

1 тонна кокса = 8 000 кВт*ч

1 тонна угля = 7 250 кВт*ч

Общая продуктивность предприятия составила *3 380,1 кВт*ч/т.*

Сравнение продуктивности схожих предприятий по миру представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные показатели продуктивности литейного производства в мире (выплавка чугуна)

Америка, кВт*ч/т	Европа, кВт*ч/ т	Канада, кВт*ч/ т	Индия, кВт*ч/ т	Средний мировой показатель, развивающиеся страны, кВт*ч/т	Средний мировой показатель , развитые страны, кВт*ч/т	Мирово й стандарт

500-825	520-800	595-1290	3850	Вагранки-950 Индукционные электрические печи- 525-715	Вагранки-780-850	520
---------	---------	----------	------	--	------------------	-----

Как видно, энергозатратность литейного производства обследуемого предприятия превосходит мировой стандарт в 6,5 раз (3 380,1 против 520 кВт*ч/т), а средний показатель для развивающихся стран в 3,5 раза (3 380,1 против 950 кВт*ч/т), и таким образом, имеет значительный потенциал в повышении энергоэффективности и энергосбережения.

Отклонения показатели качества электроэнергии от нормируемых значений ухудшают условия эксплуатации электрооборудования потребителей электроэнергии, могут привести к значительным убыткам. На предприятии применяются электротермические установки, которые являются наиболее энергозатратными.

Режим работы каждой электротермической установки характеризуется определенным набором параметров режима (ток, температура, угол управления и т.д.), значения которых зависят не только от вида, назначения, конструкции установки и особенностей технологического процесса, но и от параметров поступающей в электротермическую установку электрической энергии. Эффективность работы всех электротермических установок во многом определяют наличием в питающей сети электромагнитных помех, при этом электромагнитные помехи могут оказывать влияние и непосредственно на физику протекающих процессов, и отдельные элементы электрооборудования электротермических установок. В целом это приводит к изменению технико-экономических показателей этих установок. Наибольшее влияние на эффективность работы электротермических установок оказывают отклонения напряжения. Отклонения напряжения как вверх, так и вниз от номинального значения приводят к изменению производительности, расходов и потерь электроэнергии.

Все виды электромагнитных помех оказывают существенное воздействие на системы управления электротермических установок. При отклонениях напряжения в пределах $\pm 10\%$ от $U_{ном}$ брака продукции или изменения ее качества нарушения технологических процессов для большинства электротермических установок не наблюдается [2].

На некоторые виды электротермических установок, в нашем случае индукционные печи, оказывают влияние отклонения частоты. В случае если в состав электротермических установок входят конденсаторные установки, то существенное влияние на них оказывают искажения формы кривой напряжения (несинусоидальность напряжения).

Колебания и провалы напряжения не оказывают влияния на электротермические установки в силу их значительной тепловой инерции. Несимметрия напряжения ощутимого действия на экономические характеристики электротермических установок не оказывает, однако для

однофазных установок ее нужно учитывать, так как несимметрия напряжения влияет на отклонение напряжения.

Следует отметить, что практически все показатели качества электроэнергии по напряжению зависят от потребляемой промышленными электроприемниками реактивной мощности. Поэтому вопросы качества электроэнергии необходимо рассматривать в непосредственной связи с вопросами компенсации реактивной мощности.

На предприятии «Производственное объединение литейных заводов» используется индукционная печь ИСТ-1,5. Печь ИСТ обеспечивает высокую производительность. В индукционных печах происходит перемешивание расплава за счёт электродинамических сил, вызванных взаимодействием токов индуктора и садки печи. Благодаря этому при индукционной плавке расплав имеет равномерную температуру и состав по всему объёму печи. Слив металла производится подъёмом и переворотом печи относительно точки слива. Подъём печи производится гидравлической системой или тельфером.

Преимущества:

1. Автоподстройка при изменении электрических параметров печи в процессе плавки;
2. Возможность плавки черных и цветных металлов без перенастройки оборудования;
3. Малые безвозвратные потери сырья;
4. Эффективная быстродействующая защита;
5. Контроль состояния футеровки;
6. Низкие потери в шинпроводах.

Недостаток использование данной печи – высокая стоимость электричества как энергоресурса по сравнению с коксом.

Емкостной объем индукционной печи ИСТ – 1,5 тонны. Используется ручная загрузка металла. Характеристики индукционной печи представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики индукционной печи ИСТ-1,5

Печь ИСТ-1.5	
Установленная мощность, кВт	1,500
Фактор загрузки, K_a %	0,367
Средняя продолжительность работы в день T_{day} , ч	1-3
Среднее энергопотребление в день W_{day} , кВт*ч	4,365
Среднее количество дней работы в месяц, $n_{раб}$	21
Среднемесячное энергопотребление $W_{мес}$, кВт*ч	91,667

Так как индукционная печь ИСТ является тигельной, коэффициент мощности составляет 0,3-0,8 и поэтому требует установки компенсирующих устройств реактивной мощности.

Как правило, индукционные тигельные печи оснащаются батареями косинусных конденсаторов, необходимых для повышения коэффициента мощности до заданной величины. Обычно коэффициент мощности индукционной тигельной печи с учетом компенсации равен $\cos \phi = 0,95$.

Мощность конденсаторной батареи, необходимой для повышения коэффициента мощности до заданной величины, определяется по выражению:

$$Q_c = P (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2), \text{ кВАр,}$$

где $\operatorname{tg} \phi_1$ - соответствует рассчитанному значению коэффициента мощности индукционной тигельной печи;

$\operatorname{tg} \phi_2$ - соответствует заданному коэффициенту мощности.

После определения Q_c , используя справочную литературу, подбирается соответствующий конденсатор.

Конденсаторные батареи, устанавливаемые на тигельных печах, используют не только для повышения коэффициента мощности, но и одновременно с печным трансформатором для регулирования мощности печи. Батареи делятся на регулируемую и нерегулируемую части. Нерегулируемая часть подключена постоянно к индуктору и компенсирует в основном реактивную мощность холостого хода.

Переменная составляющая реактивной мощности, значение которой зависит от режима работы печи, свойств и состава загружаемого материала и степени заполнения тигля, регулируется за счет переключения секций регулируемой части батареи конденсатора. Число ступеней регулирования их мощности

выбираются часто на основании имеющихся аналогов и корректируются в процессе эксплуатации печной установки [3].

Для улучшения показателей качества и экономии электрической энергии электротермических установок на предприятии «Производственное объединение литейных заводов» выявлено:

1. Правильная эксплуатация печи, поддержание футеровки и электрооборудования в хорошем состоянии, соблюдение графика планово-предупредительного ремонта;

2. Использование верхней крышки, когда печь не заполнена. До 20% энергии теряется через открытую крышку, особенно, при высоких температурах (>10000 С).

3. Поддержание высоких значений коэффициента мощности;

4. Поддержание оптимального уровня (минимального) остаточного металла при сливе металла;

5. Снижение до минимально необходимых значений времени простоя печи;

6. Сократить расход охлаждающей воды.

Экономическая эффективность после внедрения мероприятий:

- 20% экономии энергии на плавку = 220 000 кВт*ч/год;

- экономия затрат 3 080 000 тенге в год;
- Инвестиции – 0 тенге.

Список литературы

1. Энергосбережение и качество электрической энергии: Учебное пособие /Г.Н. Климова, В.В.Литвак,Г.З. Маркман, Н.Н.Харлов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 157 с.
2. Шваб, А. И. Электромагнитная совместимость :пер. с нем. / А.И. Шваб. – М.:Энергоатомиздат, 1995. – 480 с.
3. Индукционные электрические печи и основные показатели их электрической нагрузки / А.Л. Кислов, А.Н. Бергузинов, О.Г. Потапенко, М.Ж. Мусагажинов // Вестник ПГУ, 4-2011. ISSN 1811-1858.
4. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих объектов/ Под общей редакцией д.т.н. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. – М.: ЗАО «Технопромстрой».
5. Глобальный бенчмаркинг энергоэффективности промышленности (Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking). Организация Объединённых Наций по Промышленному развитию (ЮНИДО,UNIDO).- 2010.- С.15-54
6. The State program of the Russian Federation "Energy Efficiency and Energy Development" (app. RF Government Decree of April 15.- 2014.- № 321).