

виході перетворювача частоти реактивний елемент, що створює разом із тяговою мережею резонансний коливальний контур. При налагодженні контуру в резонанс знижується струм на виході автономного інвертора, що призводить до зменшення струму випрямляча.

Втрати енергії як у випрямлячі, так і в інверторі перетворювача частоти залежать від рівня напруги живлення. Перетворювачі ТПЧ-200-5, ТПЧ-250-5 живилися від мережі напругою 3 x 380 В. У останній модифікації (ТОВ1-160) перейшли на вищий рівень напруги (3 x 660 В). Це повною мірою відповідало загальній тенденції переходу шахтного електроустаткування на підвищену напругу живлення.

1. Транспорт з індуктивною передачею енергії для вугільних шахт. Під ред. Г.Г.Півняка. - М. 1990.

УДК 621.363

Э. Цкитишвили, М. Губинский, В. Сапов, Н. Кияшко
ОАО «Алчевский металлургический комбинат»,
Национальная металлургическая академия Украины

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ НАГРЕВЕ СЛИТКОВ В РЕГЕНЕРАТИВНЫХ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КОЛОДЦАХ

© Цкитишвили Э., Губинский М., Сапов В., Кияшко Н., 2002

На підставі аналізу енерговитрат по технологічній лінії виробництва прокату знайдено методи енергозбереження при нагріванні злитків у регенеративних нагрівальних колодцях.

On the basis of the analysis of the expenditure energy on a technological line of manufacture of hire not traditional ways energy-saving are determined at heating ingots in regenerating heating wells.

В черной металлургии потребляется 21,5% топлива (в том числе 11% природного газа) и 18% электроэнергии, используемых в Украине. Высокая энергоёмкость металлургической продукции является одним из важных факторов, отрицательно влияющих на ее конкурентоспособность на мировом и внутреннем рынках. Более 40% себестоимости металлургической продукции составляют энергоресурсы.

В конце XX столетия металлургическая отрасль на Украине модернизировалась по двум основным направлениям:

- внедрение технологий непрерывного литья заготовок и отказ от мартеновских цехов и обжимных станов с отделениями нагревательных колодцев – ОАО «Днепропетровский металлургический комбинат, ОАО «Днепроспецсталь» и другие;
- совершенствование существующих технологий выплавки стали в мартеновских печах и конвертерах с одновременной модернизацией технологии и оборудования нагревательных колодцев обжимных цехов – КГТМК «Криворожсталь», ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь», ОАО «Алчевский металлургический комбинат».

Второе направление имеет для Украины большое значение, так как позволяет без длительных перерывов и значительных капиталовложений конкурировать на рынке металлопродукции. Учитывая, что доля непрерывной разливки в условиях Украины не

превышает 30%, энергосбережение при нагреве слитков в нагревательных колодцах является актуальной задачей как в настоящее время, так и на обозримую перспективу.

В последние годы основное направление энергосбережения при нагреве слитков в колодцах было связано со снижением удельного расхода топлива по таким направлениям:

- сокращение потерь тепла при нестабильной работе станов [1];
- повышение эффективности работы теплоутилизирующих устройств [2];
- использование технологий нагрева слитков с жидкой сердцевиной [3].

Указанные направления относятся к традиционным путям экономии топлива на нагревательных колодцах. В то же время современный подход к энергосбережению предполагает системный анализ потребления энергии с учетом затрат всех энергоносителей по всей технологической цепочке [4,5].

Анализ энергоемкости металлургической продукции по переделам показывает, что доля энергозатрат на этапе производства стали составляет около 60% при использовании технологии кислородно-конвертерного производства и более 70% при выплавке стали в мартеновских печах [6,7].

В табл. 1 приведена структура изменения энергоемкости металлургической продукции по технологическому циклу.

Таблица 1

Структура изменения энергоемкости металлургической продукции по технологическому циклу [6]

| Технологические переделы | Доля первичных энергоносителей, % | Доля производимых энергоносителей, % | Доля косвенной составляющей энергоемкости, % | Энергоемкость металлургической продукции, кг.у.т./т. | Рост энергоемкости по технологическим переделам, % от суммарного значения |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--|---|
| Добыча руды | 25,3 | 74,7 | --- | 9,1 | 0,4 |
| Обогащение руды | 35,1 | 19,9 | 45,0 | 36,2 | 1,9 |
| Агломерация | 64,5 | 6,4 | 29,0 | 119,5 | 6,2 |
| Производство чугуна | 65,7 | 14,9 | 19,4 | 1083 | 56,9 |
| Сталеплавильное производство | 2,9 | 3,4 | 93,7 | 1124,5 | 59,1 |
| Производство проката | 10,4 | 3,8 | 85,5 | 1903,0 | 100 |

Из табл. 1 видно, что энергоемкость стальных слитков, поступающих в обжимные цеха, вдвое превосходит удельные энергозатраты непосредственно в прокатном переделе. Следовательно, наряду с традиционными путями «прямого» энергосбережения, снижение потерь металла в окалину является одним из наиболее эффективных мероприятий по энергосбережению на металлургическом предприятии.

Если рассматривать только топливную составляющую, то потребление топлива на этапе получения стальных слитков в условиях ОАО «Алчевский металлургический комбинат» составляет около 79% суммарных затрат. Потери в окалину 3-4% при нагреве в нагревательных колодцах эквивалентны потерям топлива 60000-80000 тыс т.у.т в год, что составляет 65-75% затрат топлива на нагрев в колодцах. Таким образом, снижение угара металла в окалину является одной из первоочередных задач технологии нагрева.

Интерес представляет также структура энергопотребления (табл. 1) непосредственно в прокатном производстве. Доля косвенной составляющей энергоемкости превышает 85%, то есть основные энергозатраты в прокатном производстве связаны с созданием оборудования,

инструментов, их ремонта и замены. В связи с этим значительное снижение энергоемкости металлургической продукции в прокатном производстве связано с увеличением стойкости оборудования прокатных цехов, в том числе и нагревательных колодцев обжимных цехов.

Однако решающим фактором при реализации мероприятий по энергосбережению являются экономические показатели: экономический эффект, срок окупаемости [8], величина которого, как правило, не должна превышать одного года. В связи с этим особое значение приобретают цены на энергоносители и соотношение их. Так, замена первичных топлив (природного газа, мазута) на вторичные топливные энергоресурсы (доменный газ, коксовый газ) становится одним из основных способов снижения себестоимости продукции металлургических предприятий. По данным табл. 2 можно оценить влияние различных видов газового топлива на себестоимость продукции.

Таблица 2

Показатели топливоиспользования на ОАО «Алчевский металлургический комбинат» в 1999 году

| Вид топлива, показатели | Природный газ | Коксовый газ | Доменный газ | Всего |
|--------------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------|
| Годовое потребление, млн.т.у.т | 760,2 | 147,4 | 455,0 | 1362,62 |
| Тепловые доли в тепловом балансе, % | 56 | 11 | 33 | 100 |
| Доли финансовых затрат на топливо, % | 85 | 6 | 9 | 100 |

Необходимо учитывать теплотехнические характеристики топлив (калориметрическая температура, количество дымовых газов, требуемое количество топлива), определяющие возможность их замены. Известно, что для большинства нагревательных и термических печей коксовый и природный газ взаимозаменяемы, поэтому экономия коксового газа эквивалентна снижению расхода природного газа. Следовательно, мероприятия по экономии природного и коксового газов являются наиболее рентабельными.

Таким образом, основными направлениями энергосбережения при нагреве слитков в колодцах являются:

- снижение потерь в окалину;
- повышение стойкости оборудования колодцев;
- экономия природного и коксового газов.

1. *Энергосберегающая технология нагрева слитков в нагревательных колодцах / В.А.Лозовая, В.А. Нечепоренко, В.А. Шеремет и др. // Металлургическая теплотехника.- Днепропетровск. 1999.-Т.1.-С. 136-138. 2. Проскурня А.Я., Жук С.Н., Горбунов А.Д. Решение некоторых вопросов энергосбережения в рекуперативных нагревательных колодцах // Металлургическая теплотехника.- Днепропетровск. 1999.-Т.2.-С.73-75. 3. Горбунов А.Д., Миленский И.А., Вершинина Ю.И. Разработка математической модели теплового состояния слитков в процессах охлаждения, затвердевания и нагрева// Металлургическая теплотехника.- Днепропетровск. 1999.-Т.2.-С.144-146. 4. Никифоров Г.В., Заславец Б.И. Энергосбережение на металлургических предприятиях.- Магнитогорск. 2000. 5. Основні методичні положення з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві.- Київ.,1997. Наказ Держком енергосбереження № 93 від 14 жовтня 1997 р. 6. Лисиенко В.Г., Восков В.В., Маликов Ю.К. Улучшение топливоиспользования и управление теплообменом в металлургических печах.-М. 1988. 7. Смернов А.И., Емченко О.Е. Эффективность энергосберегающих технологий в черной металлургии.- К. 1992. 8. Ковалко М.П., Денесюк С.П. Энергосбережения – пріоритетний напрямок державної політики.- К. 1998.*