

УДК 621.771.004.18

Троицкая Л.К.¹, Василенко С.В.²

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОКАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

На основании экономического энергоаудита, как составляющей полного энергоресурсаудита, было рассмотрено прокатное производство, выявлены источники нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь и предложено введение энергосберегающих технологий, на базе управляемого электропривода с применением преобразователя частоты.

В настоящее время горно-металлургический комплекс Украины характеризуется структурным несовершенством и технологическим отставанием предприятий по таким причинам: более 70 % металлопродукции Украины изготавливается по старым технологиям; удельный вес непрерывного способа разлива стали составляет лишь 20 %, тогда как в мире этот показатель превышает 80 % [1]. Общие непроизводительные энергозатраты для поддержания жизнедеятельности ложатся на сократившийся объем выпускаемой продукции, вследствие чего увеличиваются доли энергозатрат в ее себестоимости. Ограниченные финансовые возможности приводят к тому, что возникающие на предприятиях технические проблемы часто решаются по временной схеме, без технико-экономической проработки, а это приводит в долговременном плане к большим финансовым потерям.

Высокая энергоемкость металлургических производств при росте цен на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) ставит проблему энергосбережения на одно из первых мест. Наиболее полное решение вопросов оптимизации структуры энергетического хозяйства объектов черной металлургии дает системный подход. Рассмотрение энергохозяйства в качестве сложной системы, оптимизация работы каждого элемента и учет их влияния на работу объекта в целом могут дать значимый результат, особенно на реконструируемых и проектируемых объектах.

Особенность потенциала энергосбережения на металлургических предприятиях заключается в том, что существует значительный моральный и физический износ основного энерготехнологического оборудования и наблюдается существенная неритмичность работы металлургических комбинатов, связанная с особенностью современного рынка продукции [1]. Эти два фактора вместе с проблемой системы учета и контроля расхода ТЭР, требующей коренного улучшения на всех уровнях производства, в основном определяют значительную часть нерациональных потерь ТЭР на производстве (до 70 % от потенциала энергосбережения).

Поставленную задачу помогает решить энергоаудит систем энергоснабжения и энергопотребления.

Цель энергоаудита предприятия – минимизация потерь электроэнергии и напряжения в электрической сети на основе структурного и функционального анализа системы электроснабжения [2].

Целью данной работы является выявление источников нерационального использования ТЭР, путем проведения энергоаудита, разработкой энергосберегающих программ и их непосредственного внедрения на металлургическом предприятии.

Существует два метода анализа: физический и финансово-экономический.

Физический анализ оперирует физическими (натуральными) величинами и имеет целью определение характеристик эффективности энергоиспользования.

¹ПГТУ, ст. препод.

²ПГТУ, аспирант

Финансово-экономический анализ проводится параллельно с физическим и имеет целью придать экономическое обоснование выводам, полученным на основании физического анализа. Финансово-экономические критерии имеют решающее значение при анализе энергосберегающих рекомендаций и проектов.

На прокатном стане 3600 ОАО «МК «Азовсталь» был проведен экономический энергоаудит. Основными объектами аудита были электропривод, т.к. он является основным потребителем электроэнергии, и система оборотного водоснабжения. Был рассмотрен асинхронный электропривод, как высоковольтный (10 кВ), так и низковольтный (0,4 кВ). Изучены режимы работы двигателей и приводимых ими механизмов (насосы, вентиляторы и т.д.), получены соответствующие графики. Выявлено, что основными источниками нерациональных энергозатрат, неоправданных потерь энергии являются нерегулируемые приводы насосов закалочной машины, вентиляторов методических печей и вентиляторов охлаждения главного привода; выводы получены на основании анализа графиков работы приводных механизмов в зависимости от сортамента прокатываемого металла. Так, вне зависимости от марки стали и толщины листа, все механизмы работают с номинальными параметрами, т.е. потребляемая электроприводом мощность и производительность вентиляторов остаются неизменными. В случае с насосом ситуация несколько иная, привод является нерегулируемым, а подачу воды регулируют задвижкой, за счет уменьшения площади выходного трубопровода снижается производительность до уровня 0,3 от номинальной. Кроме того, при прокатке тонколистовой стали, закалочная машина вообще не используется, а расход газа и воздуха на нагрев может составлять 75 % номинального.

Более подробно остановимся на приводе вентилятора методической печи. Нерациональность его работы наглядно видна из анализа графика его работы, представленного на рис. 1.

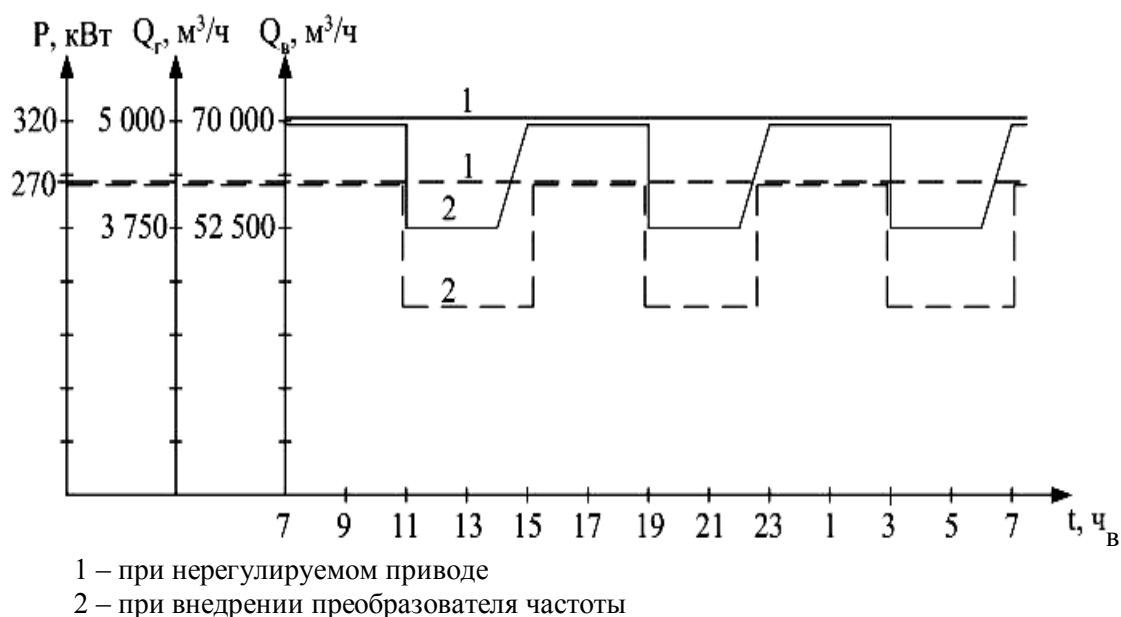


Рис. 1 – Графики расхода воздуха, газа, потребляемой мощности вентилятором методической печи

На рис. 1 показан режим работы прокатного стана при прокатке толстого и тонкого листа по 4 часа каждый соответственно, за период работы двух смен по 12 часов. Из графика видно, что производительность и потребляемая мощность при нерегулируемом приводе не изменяются (кривые 1) какой бы лист не катали. Но для нагрева тонкого листа необходимо меньшее количество тепла, примерно на 25 %, а, следовательно, и меньшее количество расходуемого природного газа. Следовательно, при нерегулируемом приводе, который в настоящее время работает на предприятии, имеет место не только неоправданное потребление активной мощности, но и нерациональное использование энергоресурсов, в частности газа. Снижение производительности вентилятора, при прокатке тонкого листа, уменьшением его

оборотов, возможно, осуществить при помощи регулируемого привода. Кривые 2 на рис. 1 показывают, как изменится потребляемая мощность в зависимости от необходимой производительности вентилятора. При снижении производительности вентилятора на 25 % потребление мощности снижается почти на 50 %.

Экономия электроэнергии рассчитывается исходя из формул подобия [3], которые связывают напор и потребляемую мощность в зависимости от частоты вращения двигателя отличной от номинальной:

$$\frac{Q_P}{Q_H} = \frac{n_P}{n_H}; \quad (1)$$

$$\frac{P_P}{P_H} = \left(\frac{n_P}{n_H}\right)^3. \quad (2)$$

Отсюда мощность, потребляемая регулируемым насосом:

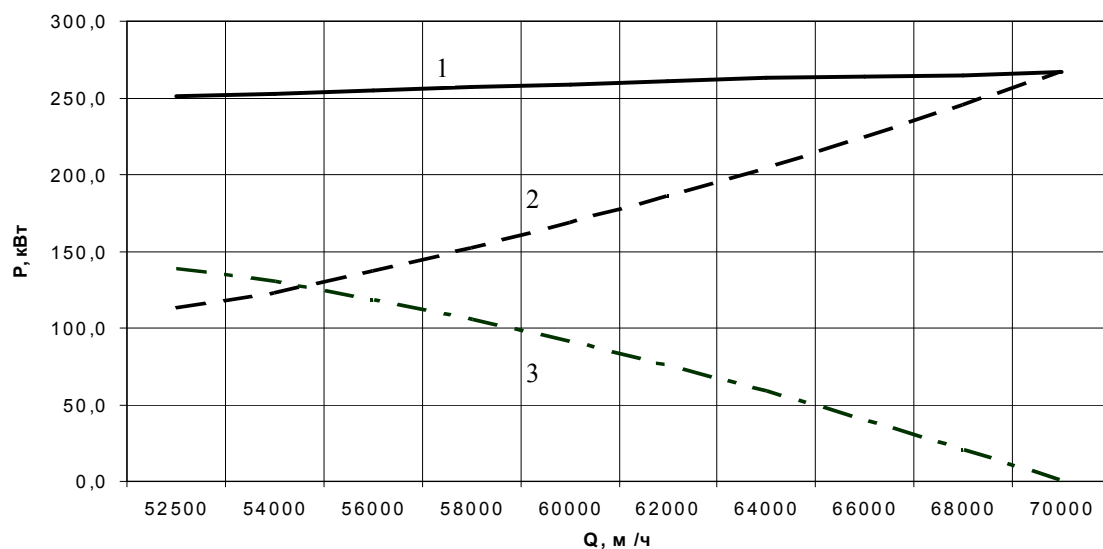
$$P_P = P_H \cdot \left(\frac{Q_P}{Q_H}\right)^3. \quad (3)$$

Результаты расчета сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Расчет потребляемой мощности в зависимости от расхода воздуха

Q, м ³ /ч	52500	54000	56000	58000	60000	62000	64000	66000	68000	70000
P _{ПЧ} , кВт	112,6	122,6	136,7	151,9	168,1	185,5	204,1	223,8	244,8	267,0
P _{Д-Д} , кВт	251	253	255	257	259	261	263	264	265	267
P _{эк} , кВт	138,4	130,4	118,3	105,1	90,9	75,5	58,9	40,2	20,2	0,0

На основании табл. 1 построены графики зависимости мощности от необходимой производительности вентилятора.



- 1 – характеристика насоса при дросселировании
- 2 – характеристика насоса при частотном регулировании
- 3 – экономия электроэнергии

Рис. 2 – Потребление мощности при различных способах регулирования скорости вращения насоса.

Окупиться преобразователи должны за счет средств сэкономленных при их установке и за счет снижения потерь энергии, что ведет к уменьшению оплаты за электроэнергию в целом. Полученные результаты отображены в табл. 2.

Таблица 2 – Экономический эффект внедрения преобразователя частоты

Вентилятор ВД-15,5	Привод	$R_{кл}$, Ом	$I_{ср}$, А	ΔP , кВт	W , тыс. кВт·ч	C , тыс. грн.
	1*	0,008	450,0	492,1	1958,0	448,4
	2**	0,008	320,1	249,0	990,6	226,8
	экономия			243,1	967,4	221,5

Примечание * нерегулируемый привод
** частотно регулируемый привод

Принят преобразователь частоты Siemens Micromaster ECO мощностью 315 кВт.

В настоящее время цена преобразователя Siemens мощность 315 кВт около 150 000 тыс. грн. Установка частотного преобразователя на привод вентилятора методической печи окупится за 8 месяцев. Была также произведена замена приводного двигателя. Это связано с тем, что старый двигатель имел меньший коэффициент мощности и КПД, по сравнению с новым (0,8 и 0,8 соответственно старый и 0,9 и 0,94 – новый), а также имели место большие потери в самом двигателе. В результате энергоаудита была также рассмотрена замена кабельных линий питающих машзал № 1 на токопровод, что повышает надежность электроснабжения и снижает потери электроэнергии.

Выводы

1. Установлены источники нерациональных энергозатрат. Таковыми являются: нерегулируемые приводы насосов закалочной машины, двигатели вентиляторов методических печей и вентиляторов охлаждения прокатных двигателей.
2. Для двигателей вентиляторов, основываясь на требованиях технологии производства и возможности внедрения энергосберегающих технологий, выбрано применение регулируемого привода, на базе преобразователя частоты.
3. Внедрение частотного преобразователя на вентилятор методической печи ВД-15,5 позволяет сэкономить 967,4 тыс. кВт·ч в год, при идеализированном графике работы.
4. Для вентилятора методической печи выбран преобразователь частоты Siemens Micromaster ECO, мощностью 315 кВт. Данное внедрение окупится через 8 месяцев.

Перечень ссылок

1. Логвиненко Л.В. Перспективы развития энергоэффективности крупного промышленного региона / Л.В. Логвиненко // Энергосбережение. – 2004. – № 10. – С. 3 – 6.
2. Анчарова Т.В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях / Т.В. Анчарова, С.М. Гамазин. – М.: Высшая школа, 1990. – 245 с.
3. Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А.И. Колесников, М.Н. Федорова. – М.: ИНФРА, 2005. – 124 с.
4. Ильинский Н.Ф. Энергосбережение в электроприводе / Н.Ф. Ильинский, А.О. Горнов. – М.: Высшая школа, 1989. – 145 с.
5. Плавное регулирование скорости вращения с помощью преобразователей частоты: Техническое пособие. – Запорожье: 2001. – 38 с.
6. Киреев Э. А. Автоматизация и экономия электроэнергии в системах промышленного электроснабжения / Э.А. Киреев, Т. Юнес. – М.: Энергоатомиздат, 1998 – 320 с.

Рецензент: И.В. Жежеленко
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 30.11.2007