

## **ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ПРИ ПЛАВКЕ И ТЕРМООБРАБОТКЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОМЕЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Л.Е.РОВИН, А.В.ТКАЧЕНКО, В.А.ЖАРАНОВ**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О.Сухого», Республика Беларусь*

Экономия и рациональное использование топливных и энергетических ресурсов для Республики Беларусь - одна из приоритетных задач. Для предприятий региона, где сосредоточен ряд крупных предприятий металлургии, машиностроения, производства строительных материалов, стекла и т. п., эта задача особенно актуальна.

Проблема усугубляется переходом к работе в рыночных условиях, когда от предприятия требуется гибкость, выпуск продукции малыми партиями, освоение малотоннажного производства. Зачастую имеющееся оборудование, рассчитанное на крупномасштабное массовое производство, оказывается неэффективным при новых условиях.

Снижаются технико-экономические показатели также из-за высокой изношенности теплотехнического оборудования, в частности плавильных, нагревательных установок, сушил и т. п.

Вместе с тем, энергоаудит, проведенный на предприятиях машиностроительного профиля, целевое обследование энерго- и топливоиспользующего технологического оборудования показали, что имеются значительные ресурсы, позволяющие сократить удельное потребление топлива и электроэнергии при тепловых процессах: плавке металлов, нагреве заготовок при обработке металлов давлением (ковка, штамповка и др.), при термической и химико-термической обработке, сушке материалов, особенно дисперсных.

Обследование показало, что большая часть нагревательных топливных печей работают с термическим КПД 7 - 10 %, печи для химико-термической обработки и сушила 12 - 15 %. Исключение нагревательные печи БМЗ, которые имеют ТКПД в пределах 60 - 65 %.

Плавильные печи имеют несколько больший КПД. Так, коксовые вагранки на заводах ВРЗ, заводе им. Кирова, Центролите и др. имеют ТКПД около 40 - 45 %, электрические индукционные печи Центролита, ЗЛиНа - 40 - 60 % в зависимости от режима работы. Последний определяется работой цеха в целом. Из-за снижения потребности в жидком металле печи большой емкости приходится использовать в качестве копильников, что приводит к завышенным расходам энергии. Так, если теоретически необходимое количество электроэнергии для приготовления 1 т жидкого чугуна примерно 350-380 кВт ч, лучшие производственные показатели - 500 - 550 кВт ч, то на данных предприятиях удельные расходы достигают 1,5 - 2,0 тыс. кВт ч.

Примерно такое же положение с плавкой цветных сплавов.

Необходимо при этом учитывать, что низкий ТКПД или завышенные затраты электроэнергии и топлива это не просто потери и удорожание продукции. Потерянная энергия расходуется на производство загрязнений окружающей среды, включая тепловое, химическое, механическое и др. Загрязнения, стоки и твердые отходы представляют опасность, с которой, в свою очередь, необходимо бороться, затрачивая энергию и немалые средства.

Каковы же пути решения проблемы сокращения затрат энергоресурсов при тепловой обработке материалов, включая нагрев, сушку, плавку и термообработку?

В настоящее время имеется достаточно широкий спектр технических решений. Они различаются эффективностью и стоимостью. Наиболее простое решение - замена устаревшего оборудования новым современным, имеющим лучшие экономические и экологические характеристики, высокий уровень автоматизации и хорошие условия труда. Как правило, это импортное оборудование, требующее сырье соответствующего качества, развитую обслуживающую периферию, зачастую при внедрении осуществляется и перепланировка здания.

Оборудование такого рода является дорогостоящим, причем оплата производится в валюте, что представляет для многих предприятий определенные трудности.

Более рациональным представляется путь реконструкции или модернизации существующих печей, а так же использование альтернативных источников энергии, прежде всего вторичных энергоресурсов (ВЭР).

В настоящее время машиностроение использует только 0,4 % ВЭР, образующихся в технологических процессах. Основная их доля в виде физического и «химического» тепла приходится как раз на отходящие газы печей. «Химическое» тепло - тепловая энергия, которую можно получить, дожигая отходящие газы, содержащие оксид углерода (СО), водород и углеводороды.

Очевидно, что при ТКПД менее 50 % основная часть сжигаемого природного газа, кокса или потребляемой электроэнергии и составляет эти ВЭР.

Использовать ВЭР печей можно для рекуперации, т. е. возврата тепла путем подогрева дутья для топливных печей или шихты для электрических. Кафедра «Машины и технология литейного производства» Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого занимается разработкой систем рекуперации тепла в этих двух вариантах. В настоящее время имеются апробированные решения для вагранок (последняя разработка - радиационный рекуператор встроенного типа для вагранки 12 т/ч, внедренный в этом году на Минском автозаводе), рекуператоры и воздухоподогреватели конвективного типа для нагревательных и обжиговых печей. Путем рекуперации можно, использовать, примерно, 30 - 35 % теряемого с отходящими газами тепла.

Остальное тепло можно использовать для других нужд цеха, например, отопления в осеннее-зимний период. С этой целью газы после рекуператоров направляются в воздухоподогреватели или водоподогреватели (экономайзеры).

Нагрев дутья до 350 - 500 °С позволяет сократить соответственно на 25 - 35 % расход топлива (кокса или газа). Экономический эффект подсчитать не трудно, если стоимость кокса 150 - 160 тыс. руб. за 1 т, а природного газа около 50 тыс. руб. за 1000 м<sup>3</sup>. В настоящее время на 1 т чугуна в вагранках расходуется до 200 кг кокса и более, а в газовых печах при температуре нагрева металла 900 - 1000 °С расходуется до 300 м<sup>3</sup> газа. Окупаемость рекуператоров составляет от 1 месяца до 1 года в зависимости от производительности печи. Если рекуператор дополнен утилизаторами тепла (стоимость 1 Гкал тепла 40 тыс. руб), то экономический эффект еще выше.

Предварительный нагрев шихты до 500 - 700 °С перед плавкой в электродуговых индукционных печах обеспечивает сокращение расхода электроэнергии на 150 - 200 кВт ч на 1 т металла. При этом повышается производительность печи, сокращается на 20 - 25 % расход электродов в дуговых печах, а в индукционных соответственно повышается стойкость футеровки. Подогрев может осуществляться как за счет тепла отходящих газов (для дуговых печей), так и за счет сжигания природного газа в количестве 12-13 м<sup>3</sup>/т. Экономический эффект в последнем случае обеспечивается за счет разницы в стоимости ед. тепла, получаемого от сжигания газа и от преобразования электроэнергии: в РБ это соотношение примерно 1:10. Установки, работающие на природном газе, проще и надежнее в эксплуатации, поэтому предприятия предпочитают именно этот тип. Установка подогрева шихты успешно эксплуатируется на индукционных печах с начала 90-х годов на ЗЛиНе. В настоящее время изготовлен полупромышленный вариант для дуговых печей на МТЗ, ведется разработка промышленных установок для МТЗ, МоАЗ и завода «Центролит». Большие перспективы внедрения подобной системы на БМЗ, где ориентировочный эффект составляет свыше 11 млн долл. Однако пока этот проект, практически, заморожен.

Имеются и другие возможности экономии энергоресурсов при плавке и нагреве. Так, на вагранках интенсификации процесса плавки и существенного сокращения расхода кокса можно достичь путем обогащения дутья кислородом на 2 - 5 %. На ряде заводов кислород имеется, например, на РУП ГЛЗ «Центролит». В электродуговых и индукционных печах кислород может успешно применяться при продувке ванны жидкого металла (по типу конвертерного процесса). Положительный опыт такого рода имеется на БМЗ, однако в литейных цехах не используется.

За счет разности в стоимости энергоносителей эффект может быть получен при частичной замене кокса природным газом. В Беларуси такой опыт также имеется: до 30 % кокса успешно заменяется эквивалентным количеством газа без существенной переделки вагранки. Коксогазовые вагранки эксплуатировались на Минском заводе им. Октябрьской революции.

Хорошие перспективы имеет переход на дуплекс-процессы при плавке металлов. Сочетание двух агрегатов (вагранка - индукционная канальная печь, индукционная тигельная - канальная, вагранка - электродуговая и т. п.) с различными принципами действия позволяет максимально использовать их преимущества и, тем самым, повысить общий ТКПД.

Учитывая переход многих предприятий на малотоннажное производство, возникла необходимость переоборудования печей на меньшую производительность или замены агрегатов. При этом целесообразно одновременно провести модернизацию печей, используя новейшие достижения прогресса в области теплотехники и метал-

лургии. Примеры подобных технических решений также имеются на кафедре: устройства загрузки, системы подачи дутья, системы контроля и т. п.

Одной из таких разработок является ротационная печь для дисперсных материалов, которая позволяет заменить существующие нагревательные устройства, например, барабанные и камерные сушилки, печи с кипящим слоем и т. п. Ротационные печи позволяют сократить удельный расход тепла, примерно, втрое и соответственно время обработки полидисперсного материала.

Необходимо обратить внимание также на системы очистки выбросов. Несмотря на то, что использование отходящих газов печей в качестве ВЭР снижает уровень загрязнений окружающей среды, санитарные нормы требуют оснащения печей средствами пылегазоочистки.

Эффективные системы очистки также достаточно дорогие и энергоемкие сооружения. Например, трубы Вентури и дезинтеграторы расходуют до 10 кВт ч электроэнергии на 1000 м<sup>3</sup> очищаемых газов. Вместе с тем, в последнее время удалось разработать методы магнитной и конденсационной очистки, которые имеют в 3 - 5 раз меньшую энергоемкость при той же эффективности. Первый метод предназначен для сухой очистки, второй - для так называемой «мокрой», с использованием воды.

Система конденсационной очистки была апробирована в условиях ваграночной плавки, т. е. на горячих газах, на Гомельском ОАО «Сантэп» и обеспечила очистку от пыли до 0,1 - 0,08 г/м<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> - до 0,04 - 0,05 г/м<sup>3</sup>. При дополнении ее системой бессточного водоснабжения система успешно решает экологические проблемы плавки при минимальном энергопотреблении.

Этот краткий перечень путей решения проблемы сокращения расхода энергоресурсов при плавке и нагреве материалов не исчерпывает все имеющиеся технические возможности, которые разработаны в настоящее время в отечественной и зарубежной практике. При заинтересованности предприятий специалисты ГГТУ им. П.О. Сухого готовы оказать содействие в конкретной работе по их внедрению.