

УДК 669.1.004.18

А.Л. КАНЕВСКИЙ, к.т.н., заведующий лабораторией, **А.Г. НОТЫЧ**, к.т.н., ведущий научный сотрудник
Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь», г. Харьков

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ И ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

Рассмотрено энергосберегающее мероприятие – замена мартеновского производства стали конвертерным совместно с внедрением машин непрерывного литья заготовок и выводом из эксплуатации обжимного цеха. Показано, что реализация данного комплекса является чрезвычайно эффективной – экономия энергоресурсов составляет 98,5 кг у.т./т стали. В цехе с годовым производством 5 млн т стали можно сократить расход топливно-энергетических ресурсов на 500 тыс. т у.т., а удельной эмиссии парниковых газов – на 252 кг CO₂/т стали; общее сокращение выбросов – более 1300 тыс. т CO₂ в год. Оформление данного комплексного энергосберегающего мероприятия в рамках проектов совместного осуществления позволит предприятию получить от зарубежного инвестора за продажу единиц сокращения выбросов парниковых газов более 350 млн грн.

энергосберегающее мероприятие, мартеновское производство, конвертер, удельная эмиссия парниковых газов, проект совместного осуществления

Горно-металлургический комплекс (ГМК) – ведущая отрасль экономики, потребляющая 1/4 всех топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), расходуемых в Украине [1]. Одной из насущных проблем, стоящих перед предприятиями ГМК, в первую очередь металлургическими комбинатами, является эффективное использование ТЭР. В этой связи большое значение приобретают вопросы рационального применения первичных энергетических ресурсов (ПЭР), утилизации и использования вторичных энергоресурсов (ВЭР).

В 2007 г. металлургическими предприятиями ГМК произведено чугуна 35,6 млн т, стали – 42,8 млн т, проката – 36,2 млн т. Расход ТЭР на производство продукции металлургических предприятий ГМК Украины составляет ~44,8 млн т у.т., в т.ч. котельно-печного топлива – около 38,8 млн т у.т., из них природного газа – более 7,8 млрд м³. Новая редакция «Государственной программы развития и реформирования горно-металлургического комплекса на период до 2012 года» предусматривает сокращение потребления природного газа на 6,12 млрд м³, кокса – на 5,02 млн т, электроэнергии – на 3,16 млрд кВт·час.

На рис. 1 приведен общий расход ТЭР на металлургических предприятиях ГМК Украины.

Известно, что одним из основных показателей эффективности производства является энергоемкость выпускаемой продукции. Что касается энергоемкости металлургического производства, то необходимо отметить, что в

настоящее время при расчете энергоемкости принят подход, при котором рассматривается только котельно-печное топливо, что приводит к снижению расчетной величины удельной энергоемкости на ~160 кг у.т./т. Учет доменного газа, который вырабатывается в результате использования кокса при производстве чугуна, приводит к двойному учету энергоносителей, что увеличивает удельную энергоемкость на ~210 кг у.т./т. Расчеты, выполненные УкрГНТЦ «Энергосталь», показали, что средняя энергоемкость производства проката на металлургических предприятиях Украины составляет 1225 кг у.т./т. Для сравнения, согласно данным Центрального научно-исследовательского института черной металлургии (ЦНИИЧМ, Москва, Россия), рас-



Рисунок 1 – Расход топливно-энергетических ресурсов на металлургических предприятиях ГМК Украины



ход условного топлива, отнесенный на 1 тонну проката, составляет в России 1240 кг у.т./т; в странах ЕС – 990 кг у.т./т; в Японии – 900 кг у.т./т [2].

На металлургических предприятиях, входящих в объединение «Металлургпром», разработана комплексная программа технического перевооружения, которая включает модернизацию аглодоменного, сталеплавильного, прокатного и энергетического производств [3], при успешной реализации которой энергоемкость проката понизится, как минимум, на 290 кг у.т./т. Это позволит, по предварительным расчетам УкрГНТЦ «Энергосталь», уменьшить эмиссию парниковых газов не менее чем на 20 млн т CO_2 .

Оценка эффективности этой программы была сопряжена с рядом трудностей как при технико-экономическом обосновании мероприятий, так и при расчете выбросов парниковых газов при реализации механизмов Киотского протокола. Обоснование проектов совместного осуществления (ПСО) невозможно без проверенных методик расчета удельной энергоемкости выпускаемой продукции и расчета эмиссии парниковых газов. Решение этих вопросов потребовало учета специфических условий производства, в частности учета взаимосвязи потребления топлива на отдельном агрегате с общим потреблением энергоресурсов для всего металлургического цикла.

Одним из важнейших элементов при разработке ПСО является обоснование базового и проектного сценариев на этапе PIN (общее описание проекта, технология, которую предполагается применять, и предварительная оценка ожидаемого сокращения парниковых газов).

В качестве примера рассмотрим изменение удельного расхода ТЭР и эмиссии парниковых газов при замене мартеновского производства стали конвертерным [4–6]. Украина – безусловный лидер по применению мартеновского производства среди мировых производителей стали (производство мартеновской стали составляет более 45 %). Одна из основных причин, побуждающих предприятия на замену мартенов на конвертеры, – это большой расход природного газа в мартеновских печах, достигающий на отдельных предприятиях 120–135 м³/т стали. В результате потребление природного газа в мартеновских печах составляет ~1,5 млрд м³ (рис. 2).

Основными энергоносителями при производстве стали являются природный газ и электроэнергия, на некоторых предприятиях применяют в небольших количествах мазут. Средний расход природного газа в мартеновских печах составляет ~76 м³/т, в конвертерах – на порядок ниже. Расчеты показывают, что при замене мартеновского производства стали на конвертерный цеховая энергоемкость стали уменьшится в среднем на 79 кг у.т./т. При производительности цеха ~5,0 млн т стали это обеспечит экономию ~400 тыс. т у.т., в т.ч. ~380 млн м³ природного

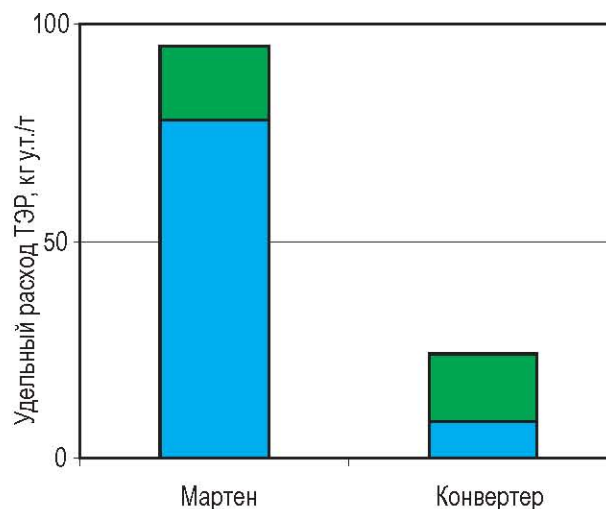


Рисунок 2 – Расход топливно-энергетических ресурсов при мартеновском и конвертерном производстве стали:
ряд 1 – природный газ; ряд 2 – электроэнергия

газа. Такая экономия ТЭР позволит предприятию уменьшить выбросы парниковых газов на 690 тыс. т CO_2 в год. Следует отметить, что при расчетах эмиссии парниковых газов учитывали, в отличие от рекомендаций [7], расход электроэнергии. Оформление в качестве ПСО технического мероприятия по замене мартеновских печей конвертерами позволит предприятию получить от зарубежного инвестора в течение 5 лет около 200 млн грн, что послужит дополнительной финансовой поддержкой при модернизации производств.

Однако приведенные расчеты отражают только изменение цеховой энергоемкости при производстве стали.

Известно, что при производстве конвертерной стали расход чугуна больше на 100 кг/т. На производство этого чугуна необходимо дополнительно использовать до 50 кг кокса, 12 м³ природного газа и 1,5 кВт · час электроэнергии. Это обусловит дополнительный расход более 62 кг у.т./т (рис. 3).

Учет дополнительных расходов ТЭР на производство агломерата и извести приведет к тому, что снижение расхода ТЭР при переходе от мартеновского производства стали на конвертерное уменьшится более чем на порядок по сравнению с первоначальным и составит 5,8 кг у.т./т. Это связано, в основном, с дополнительным потреблением кокса, коксовой мелочи, угля и электроэнергии, а также более 13 м³/т природного газа (рис. 4).

В результате удельная эмиссия парниковых газов изменится от -137,9 кг CO_2 /т при рассмотрении в границах цеха до +71,0 кг CO_2 /т при учете выбросов за границами проекта. Реально замена мартеновских печей на конвертеры не приводит к снижению эмиссии парниковых газов на предприятии, а, наоборот, увеличивает ее. То есть мероприятие нельзя рассматривать как ПСО. Этот вывод

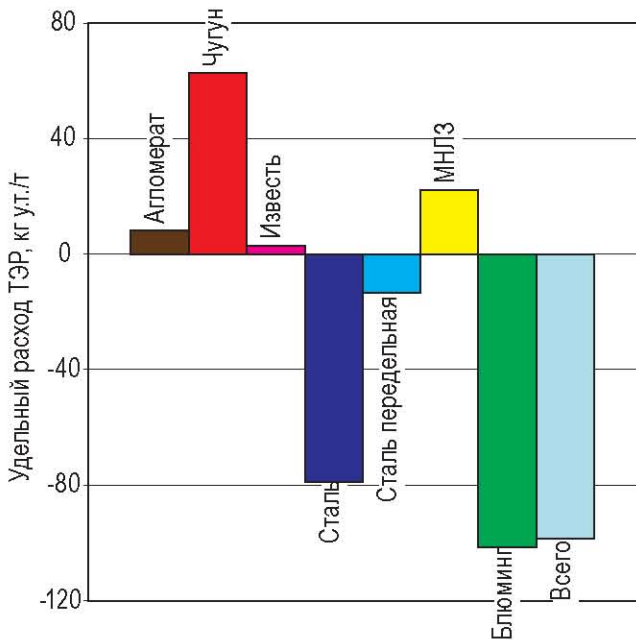


Рисунок 3 – Воздействие различных производств на изменение удельного расхода ТЭР при замене мартеновского способа производства стали конвертерным

сделан для выбранных средних показателей и требует уточнения для каждого конкретного агрегата.

Применение машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) для разливки стали позволяет снизить расходный коэффициент передела и уменьшить обрезь на 15–17 %. Внедрение МНЛЗ и вывод из эксплуатации обжимного цеха приводят к тому, что реализация комплекса по замене мартеновского производства стали на конвертерный становится энергетически выгодна – экономия энергоресурсов составляет 98,5 кг у.т./т стали. Таким образом, в цехе с годовым производством 5 млн т стали можно сократить расход ТЭР на 500 тыс. т у.т. Изменение составляющих топливно-энергетического баланса приведено на рис. 5.

Внедрение конвертеров при производстве стали позволит экономить более 100 м³/т природного газа, более 220 м³/т доменного газа, почти 25 кВт · час/т электроэнергии; потребует дополнительно использовать более 56 кг/т кокса, более 4 кг/т угля.

Установлено, что сокращение удельной эмиссии парниковых газов для такого комплексного энергосберегающего мероприятия составит 252,1 кг CO₂/т стали, а общее сокращение выбросов – более 1300 тыс. т CO₂ в год. Оформление данного мероприятия через ПСО позволит предприятию получить от зарубежного инвестора за продажу единиц сокращения выбросов парниковых газов более 350 млн грн.

Приведенные примеры свидетельствуют, что для определения энергоэффективности мероприятий по мо-

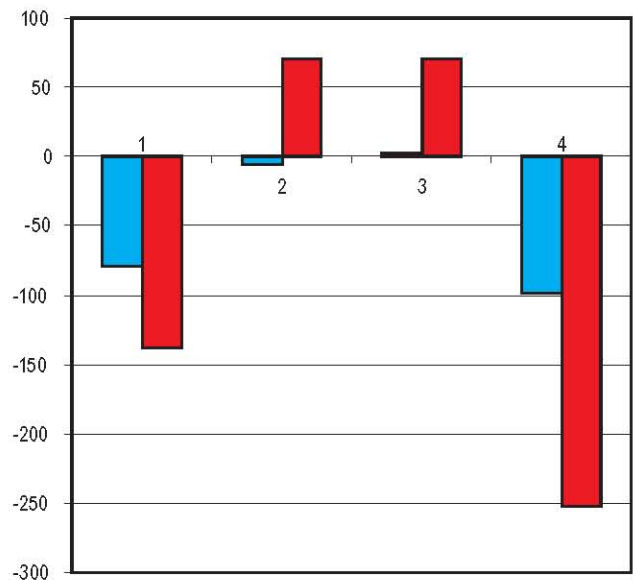


Рисунок 4 – Изменение удельной энергоемкости производства стали (ряд 1 – в кг у.т./т) и удельной эмиссии парниковых газов (ряд 2 – в кг CO₂/т): 1 – в границах сталеплавильного цеха; 2 – учет производства чугуна, агломерата и извести; 3 – учет разливки стали на МНЛЗ; 4 – учет вывода из эксплуатации блюминга

дернизации производств металлургических предприятий и оценки их воздействия на эмиссию парниковых газов следует учитывать взаимосвязь объекта с соседними производствами. При этом для получения правильного результата важно качественное проведение обоснования методологии расчета и выполнение расчетов по базовому и проектному сценариям на этапе PIN ПСО.

В настоящее время УкрГНТЦ «Энергосталь» проводит работы по определению эффективности внедрения

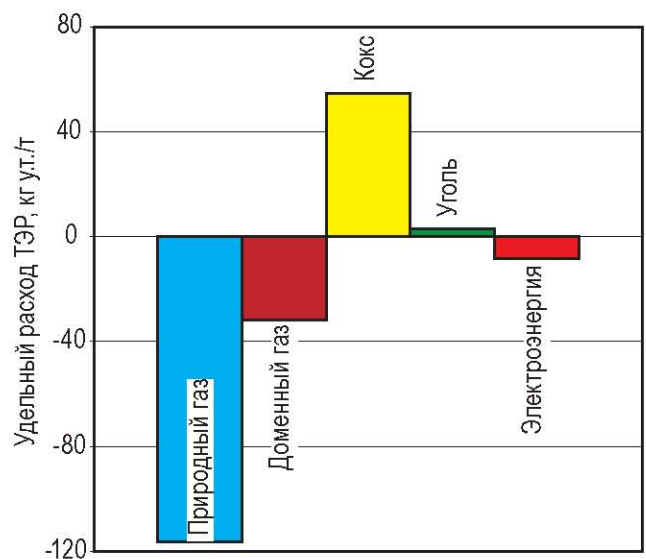


Рисунок 5 – Изменение составляющих топливно-энергетического баланса при замене мартеновского производства стали конвертерным



енергосберегающих мероприятий и обоснованию ПСО на двух базовых предприятиях. Опыт предполагается распространить на все металлургические предприятия отрасли. Работы выполняются при содействии объединения «Металлургпром».

УкрГНТЦ «Энергосталь» готов оказать содействие предприятиям ГМК Украины при их реконструкции в определении энергоэффективности мероприятий и обосновании проектов совместного осуществления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Лякишев, Н.П.** Металлургия стали: тенденции, проблемы и перспективы развития [Текст] / Н.П. Лякишев, А.В. Николаев // Металлург. – 2003. – № 2. – С. 40–45.
2. **Макаров, Л.П.** Проблемы сбалансированного развития черной металлургии [Текст] / Л.П. Макаров, Л.И. Макарова // Металлург. – 2004. – № 9. – С. 6–7.
3. **Харахулах, В.С.** Предприятия «Металлургпрома»: производство, экономика, техпереворужение [Текст] // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2007. – № 2. – С. 1–4.
4. **Ботштейн, В.А.** Формирование научно-технической политики по энергосбережению на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины [Текст] / В.А. Ботштейн, В.В. Лесовой, А.Л. Каневский, А.Г. Нотыч, А.С. Козлов // Экология и промышленность. – 2007. – № 4. – С. 4–7.
5. **Карп, И.Н.** Количественная оценка влияния энергосберегающих технологий на экономию природного газа в промышленности и энергетике [Текст] / И.П. Карп, Е.И. Сухин // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. – № 4. – С. 24–33.
6. **Назюта, Л.Ю.** Анализ структуры потребления топливно-энергетических ресурсов [Текст] / Л.Ю. Назюта, А.С. Рыбко, А.В. Губанова // Черная металлургия: Бюл. инта «Черметинформация». – 2007. – № 1. – С. 3–10.
7. **Каленский, И.В.** Рекомендации по учету выбросов CO₂ на предприятиях черной металлургии [Текст] / И.В. Каленский // Сталь. – 2007. – № 5. – С. 121–129.

Поступила в редакцию 10.04.2008

Розглянуто енергосберігаючий захід – заміну мартенівського виробництва сталі конвертерним спільно з упрощенням машин безперервного лиття заготовок та виводом з експлуатації обтискового цеху. Показано, що реалізація цього комплексу є надзвичайно ефективною – економія енергоресурсів складає 98,5 кг у.п./т сталі. У цеху з річним виробництвом 5 млн т сталі можливо скоротити витрати паливно-енергетичних ресурсів на 500 тис. т у.п., а питомої емісії парникових газів – на 252 кг CO₂/т сталі; загальне скорочення викидів – більше ніж 1300 тис. т CO₂ на рік. Оформлення даного комплексного енергосберігаючого заходу в рамках проектів спільного впровадження дозволить підприємству отримати від закордонного інвестора за продаж одиниць скорочення викидів парникових газів більше ніж 350 млн грн.

The paper concerns the energy-saving action – substitution of open-hearth steel-making process for converter. Introduction of continuous casting machines and withdrawal of blooming mill department results that substitution of open-hearth steel-making process for converter is energetically favourable, namely saving of energy resources amounting to 98.5 kg of fuel per 1 t of steel. In the shop with annual output 5 million ton of steel, it is possible to reduce fuel-energy resources consumption on 500 thousand t per 1 t of steel as well as greenhouse gas emission – on 252 kg of CO₂ per 1 t of steel; total emissions decrease will amount to more than 1300 thousand t of CO₂ per year. Registration of the energy-saving action, in question, through joint implementation projects gives the possibility to the enterprise of receiving 350 million grivnas from the foreign investor for sale of emission reduction units of greenhouse gases.