

О СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УТИЛИЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК МАРТЕНОВСКИХ ЦЕХОВ

В. Е. ЦЕЛЕБРОВСКИЙ

(Основные обозначения см. стр. 102—103)

Энергетические утилизационные установки при технологических агрегатах, как известно, дают возможность использовать часть тепловых потерь, перерабатывая их в энергетическую продукцию. За счет этого естественно повышается энергетический к. п. д. процесса, а, следовательно, сокращается расход первичных тепловых ресурсов на единицу выпускаемой продукции. Исходя из этой задачи утилизационной установки, мы должны отвергнуть все методики подсчета себестоимости производства ее энергетической продукции, которые предлагают не учитывать топливной составляющей [1]. В самом деле, приняв такую условность, мы тем самым лишаем себя возможности оценить экономическую пользу утилизационной установки на месте ее непосредственной работы. Иными словами, лишаем себя возможности определить, насколько сокращается расход топлива или другого первичного энергоресурса на единицу технологической продукции того агрегата, при котором начала работать энергетическая утилизационная установка. Таким образом, то, что происходит в действительности, не отражается в этом случае в расчетах. Это совершенно очевидно, так как, не приняв ничего на свой счет, утилизационная установка не может и снять части расхода топлива с основного технологического процесса, а следовательно, и с основного технологического продукта. Технологический агрегат с энергетической утилизационной установкой можно с экономической точки зрения рассматривать как единый энерготехнологический агрегат, выпускающий два вида продукции: технологическую и энергетическую. Рассматривая тепловой баланс такого агрегата, мы имеем возможность определить затраты тепла и распределить их между технологическим продуктом и энергией, вырабатываемой в утилизационной установке. Проделаем это на частном примере работы мартеновской печи с утилизационной установкой. Представим себе тепловой баланс такого энерготехнологического агрегата в схематизированном виде, данном в таблице 1.

Распределение потерь Q_n между технологическим и энергетическим процессами произведем пропорционально количеству тепла, использованному в том и другом процессе. В этом случае величина потерь, относимых на счет технологического процесса, определится из соотношения:

$$Q_{n\ m}^n = \frac{Q_n \cdot Q_u^1}{Q_u^1 + Q_{yy}}$$

а потери, относимые на счет утилизационной установки, будут равны:

$$Q_{n\ yy}^n = \frac{Q_n \cdot Q_{yy}}{Q_u^1 + Q_{yy}}$$

Таблица 1

Составляющие статьи баланса	В ккалориях на тонну стали	Доля каждой статьи в своей части баланса
Получаемое тепло		
Химически связанное тепло топлива	Q^m	α
Тепло от прочих возможных источников	Q^{∂}	β
Всего получено	$Q^m + Q^{\partial}$	100%
Используемое тепло		
На основной технологический процесс	Q_u^1	γ
В утилизационной установке на производство энергетической продукции	Q_{yy}	λ
Итого использовано	Q_u	ψ
Общие потери тепла в процессе	Q_n	ξ
Всего израсходовано	$Q_u + Q_n$	100%

Очевидно, что сумма $Q_m^m + Q_{yy}^n = Q_n$. Если считать, что все первичные источники тепла рассматриваемого энерготехнологического процесса участвуют в обеспечении расходных статей баланса пропорционально своему удельному весу в приходной части, то к. п. д. $\eta_{мэ}^м$ по отношению к затраченному в процессе топливу запишется в виде:

$$\eta_{мэ}^м = \frac{Q_u^1 + Q_{yy} - \psi Q^{\partial}}{Q^m}, \quad (1a)$$

и по отношению к прочим источникам тепла приходной части баланса в виде:

$$\eta_{мэ}^м = \frac{Q_u^1 + Q_{yy} - \psi Q^m}{Q^{\partial}}. \quad (16)$$

Общий же тепловой экономический к. п. д. энерготехнологического процесса найдется из соотношения:

$$\eta_{мэ}^м = \frac{Q_u^1 + Q_{yy}}{Q^m + Q^{\partial}}. \quad (1)$$

Все три к. п. д., найденные из выражений (1a), (16), (1) равны между собой. В этом легко убедиться, если учесть, что величина $(Q_u^1 + Q_{yy}) = \psi(Q^{\partial} + Q^m)$, а численное значение $\psi = \eta_{мэ}^м$.

Наличие к. п. д. $\eta_{мэ}^м$ позволяет нам выделить из общего расхода тепла в первичных энергоресурсах ту часть, которую следует отнести на счет энергетической установки $(Q_g^m + Q_g^{\partial})$. Эта часть найдется из выражения:

$$Q_g^m + Q_g^{\partial} = \frac{Q_{yy}}{\eta_{мэ}^м}. \quad (2)$$

Так как стоимость тепла в топливе может отличаться от его стоимости в других источниках, то необходимо отдельно определить долю тепла,

приходящегося на выработку энергии в том и другом виде первичных энергоресурсов. Это можно сделать из следующих соотношений:

$$Q_{\text{э}}^m = \frac{\lambda Q^m}{\eta_{m\text{э}}^m} \quad \text{и} \quad Q_{\text{э}}^{\partial} = \frac{\lambda Q^{\partial}}{\eta_{m\text{э}}^{\partial}}. \quad (2a)$$

Равенства (2a) очевидны, поскольку количество тепла, использованное утилизационной установкой, мы можем представить состоящим из двух слагаемых:

$$Q_{\text{уу}} = Q_{\text{уу}}^m + Q_{\text{уу}}^{\partial}, \quad \text{где} \quad Q_{\text{уу}}^m = \lambda Q^m, \quad \text{а} \quad Q_{\text{уу}}^{\partial} = \lambda Q^{\partial}.$$

Количество тепла в первичных энергоресурсах, приходящееся на долю утилизационной установки, можно определить и из следующих зависимостей: при электроэнергетическом варианте использования вторичных энергоресурсов

$$Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial} = \frac{Q_{\text{уэ}}}{\eta_{m\text{э}}^m \eta_{\text{уу}}^{\kappa}} \quad (26)$$

и при теплоэнергетическом использовании их

$$Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial} = \frac{Q_{\text{ум}}}{\eta_{m\text{э}}^m \eta_{\text{ум}}^m} \quad (2в)$$

В этих уравнениях: $Q_{\text{уэ}}$ и $Q_{\text{ум}}$ — количество энергии, получаемой от утилизационной установки, а $\eta_{\text{уу}}^{\kappa}$ и $\eta_{\text{ум}}$ — к. п. д. соответствующих утилизационных установок. Количество тепла $Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial}$ и определяет величину топливной составляющей в себестоимости производства энергии в утилизационной установке. Это будет прямая выгода от работы утилизационной установки с точки зрения удешевления производства стали. Именно на величину $(Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial})$ мы должны уменьшить количество тепла, принимавшегося ранее за основу при исчислении топливной составляющей себестоимости производства стали в мартеновских печах.

Величина топливной составляющей (S_m) на единицу энергии в денежном выражении определится из следующих уравнений: для теплоэнергетического варианта использования вторичных энергоресурсов

$$S_m = \frac{K(Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial})}{Q_{\text{ум}}} = \frac{K(Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial})}{\eta_{m\text{э}}^m \eta_{\text{ум}}^m (Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial})} = \frac{K}{\eta_{m\text{э}}^m \eta_{\text{ум}}^m} \text{ Руб/мкал}, \quad (3)$$

для электроэнергетического варианта

$$S_m = \frac{K(Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial})}{860 \text{ Э} \cdot 10^6} = \frac{K(Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial}) 10^{-6}}{\eta_{m\text{э}}^m \eta_{\text{уу}}^{\kappa} (Q_{\text{э}}^m + Q_{\text{э}}^{\partial})},$$

$$\text{откуда} \quad S_m = \frac{K 8,6 \cdot 10^{-4}}{\eta_{m\text{э}}^m \eta_{\text{уу}}^{\kappa}} \text{ Руб/квт-ч.}$$

Здесь „ K “ [руб/мкал] — стоимость одной мегакалории тепла в первичных энергоресурсах мартеновской печи. Величина „ K “ может быть различной для различного вида первичных энергоресурсов, но это не меняет логики рассуждений при выводе формулы. Если некоторые виды энергоресурсов

не учитываются в себестоимости технологической продукции (при производстве стали в мартеновских печах к такой категории обычно относятся: тепло экзотермических реакций и физическое тепло садки), то, очевидно, что они не должны учитываться и при определении себестоимости производства энергетической продукции. Кроме топливной составляющей, в себестоимость производства энергетической продукции обычным порядком войдут и все остальные ее составляющие: амортизационная— S_a , заработная плата— $S_{зп}$, вспомогательные материалы и вода— S_v , накладные расходы— $S_{нр}$, прочие расходы— $S_{пр}$. Все эти составляющие вычисляются по расходам, которые можно непосредственно отнести на производство энергии в утилизационной установке. Накладные расходы цеха и завода следует распределить между технологической и энергетической продукциями обычным методом, то есть пропорционально прямым расходам. Таким образом, окончательное уравнение для определения себестоимости производства энергетической продукции на утилизационной установке примет вид:

$$S_{уу} = S_m + S_a + S_v + S_{зп} + S_{нр} + S_{пр} \text{ руб./квт-ч (мегакалория).}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов Н. А., Вторичные энергетические ресурсы промышленности, Госэнергиздат, 1951.
2. Савостин Д. З., Тепловой баланс мартеновской печи, „Сталь“ № 3, 1951.