

## ОЦЕНОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ\*

*Аннотация.* Анализируются показатели энергопотребления и эффективности использования энергетических ресурсов. Рассмотрен порядок расчета энергоемкости продукции во взаимосвязи с ее металлоемкостью и методика, содержащая в своей основе принцип составления материального и энергетического балансов. Однако изучать расходы энергоресурсов в отдельно взятом технологическом процессе или по отдельным энергоносителям необходимо с учетом всех особенностей производства, начиная со стадии добычи и обработки первичного сырья и заканчивая стадией упаковки и транспортировки готового продукта.

*Ключевые слова:* энергетические ресурсы, энергопотребление, энергоэффективность, энергоемкость, расходный коэффициент.

I. Kashkina

The Russian New University (Moscow)

ESTIMATING FIGURES OF EFFECTIVE POWER CONSUMPTION OF PRODUCTION IN RUSSIA

*Abstract.* The article is focused on the analysis of estimating figures of power consumption and effectiveness of the use of energy resources. The main concern of the paper is the pattern of calculation of power consumption of production in connection with its steel intensity as well as the procedure based on the principle of the composition of material and energy balances. The author puts a particular accent on the fact that the study of energy consumption in a separate technological process or on individual energy carriers requires considering all features of production, beginning from the stage of mining and raw material processing to packing and transporting the output.

*Key words:* energy resources, energy consumption, effective use of energy, power-consuming, power consumption coefficient.

На сегодняшний день потребление энергии остается одним из важнейших не только экономических, но и социальных процессов, во многом определяющих уровень жизни людей. Анализ динамики потребления первичных энергоресурсов показал, что за прошлое столетие общее потребление их в мире увеличилось в 13-14 раз [1]. Влияние темпов мирового экономического развития и, соответственно, рост спроса и цен на энергоносители и другие факторы, приводили к увеличению величины потребления первичных энергоресурсов. Вследствие этого за первую половину XX в. оно возросло примерно на 3 млрд. т у.т., а за второе пятидесятилетие – на 9,5 млрд. т у.т. Причем в пределах второго пятидесятилетия прирост был неодинаковым: в 1950-1960 гг. произошло увеличение потребления первичных энергоресурсов на 0,7 млрд. т у.т., в 1960-1970 гг. – на 2,1 млрд. т у.т., в 1970-1980 гг. – на 1,9 млрд. т у.т., в 1980-1990 гг. – на 2,1 млрд. т у.т., в 1990-2000 гг. – на 2,7 млрд. т у.т. [1], что связано с неравномерностью экономического развития стран мира. Вследствие роста энергопотребления крупнейшими развивающимися стра-

\* ©Кашкина И.О.

нами, идущими по пути индустриализации, в 2007 г. потребление энергоресурсов в мире составило 11,1 млрд. т у.т. [2].

С обострением мирового финансово-экономического кризиса и началом падения мирового валового внутреннего продукта (ВВП) стали сокращаться глобальные потребности в топливе, а также и финансовые возможности закупки энергоресурсов. Так, по оценке Международного энергетического агентства, выражающего в основном позицию импортеров энергоресурсов, в 2008 г. глобальный спрос на энергоносители впервые снизился (на 0,2%) [3]. А согласно данным British Petroleum, рост потребления основных видов первичной энергии за 2008 г. замедлился до 1,7%. Причем в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) энергопотребление сократилось на 2,1%, тогда как в развивающихся государствах данный показатель продолжал увеличиваться (в Китае – на 7,5%, Индии – на 5,9, Индонезии – на 5,5, Бразилии – на 3,5%) [3]. Таким образом, в группе развивающихся стран впервые суммарное потребление превысило суммарное потребление первичной энергии странами ОЭСР.

Финансово-экономический кризис самым серьезным образом отразился на экономике и в том числе энергетическом секторе России. Тем не менее именно энергетика, представляющая собой отрасль, на которой строится система жизнеобеспечения всех российских регионов, может и должна сыграть в ближайшие годы ключевую роль в преодолении кризиса и дальнейшем развитии экономики. В утвержденной Правительством РФ Энергетической стратегии до 2030 г. наряду с вопросами развития топливно-энергетического комплекса рассматриваются задачи внедрения инновационного подхода уже в саму энергетическую отрасль, перевод ее деятельности на высокотехнологичные рельсы и увеличение доли добавленной стоимости, производимой внутри страны.

Изучение показателей энергопотребления и эффективности использования энергетических ресурсов как на мировом уровне, так и в отдельных отраслях, регионах и хозяйствующих структурах может способствовать выявлению и реализации мер, обеспечивающих удовлетворение потребностей в товарах и услугах при наименьших экономических и социальных затратах на необходимую энергию, и при минимальных расходах, необходимых для сохранения природной среды.

Исследования показывают, что среди основных показателей уровня энергосбережения те страны, в которых максимально эффективно использование энергоресурсов является частью экономической политики, как правило, выделяют количественные характеристики удельной энергоемкости продукции, выраженные в виде физических, денежных или других единиц измерения. На уровне страны также могут быть применены конкретные выражения энергоемкости производимой продукции (работ, услуг), в том числе такой показатель, как удельная энергоемкость единицы произведенного валового внутреннего продукта, или валовой добавленной стоимости. Для отраслей и предприятий это может быть целый перечень конкретных показателей. Как известно, производственную деятельность в области энергосбережения характеризуют абсолютными, удельными и относительными показателями энергопотребления и потерь энергетических ресурсов в ходе хозяйственной деятельности за определенный промежуток времени.

К примеру, энергоемкость производства выступает в качестве интегральной оценки экономичности использования топливно-энергетических ресурсов при производстве продукции, выполнении работ или оказании услуг. Обратимся к расчету энергоемкости продукции, представленной двумя составляющими – энергозатратами на сырье и материалы, использованными при производстве продукции и прямыми энергозатратами конкретного технологического процесса [4]:

$$\mathcal{E}_j = \sum_{i=1}^n \sum_{\gamma=1}^3 H_{i,\gamma} N_{\gamma} k_i + \sum_{\gamma=1}^3 H_{\gamma} N_{\gamma} , (1)$$

где  $\mathcal{E}_j$  – энергоемкость  $j$ -ой продукции;  
 $i=1,2,\dots,n$  – виды сырья и материалов, затрачиваемые при производстве данного вида продукции;

$\gamma=1,2,3$  – виды энергоресурсов (котельно-печного топлива, теплоэнергии, электроэнергии);

$H_{i,\gamma}$  – фактический среднеотраслевой удельный расход  $\gamma$ -го вида энергоресурсов при производстве  $i$ -го вида сырья или материала;

$H_\gamma$  – фактический среднеотраслевой удельный расход  $\gamma$ -го вида энергоресурсов в технологическом процессе производства данной продукции;

$N_\gamma$  – коэффициент перевода  $\gamma$ -го вида энергоресурса в условное топливо;

$k_i$  – среднеотраслевой расходный коэффициент  $i$ -го вида сырья или материала при производстве данного вида продукции.

Расходный коэффициент ( $k_i$ ) определенного вида сырья или материала при производстве рассматриваемой продукции отражает прямую зависимость между материалоемкостью и энергоемкостью продукции. Реализация мероприятий по снижению расходного коэффициента позволяет добиться успехов в области эффективного использования энергоресурсов, прежде всего в сырьевых и фондосоздающих отраслях.

Следовательно, наглядным примером определения энергоемкости продукции во взаимосвязи с ее металлоемкостью может служить черная металлургия, являющаяся одной из наиболее энергоемких отраслей промышленности. Управление расходным коэффициентом, допустим, металла, позволит снизить энергоемкость продукции, что в дальнейшем приведет к уменьшению уровня энергопотребления. Например, на Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК) ведется постоянная работа по совершенствованию технологии производства и снижению расходных коэффициентов, включающая в себя пересмотр объемов инвестиций, снижение цен на сырье, сокращение расхода основных видов сырья, освоение новых видов продукции.

Так, снизить расходные коэффициенты в первом квартале 2009 г. позволили увеличившиеся на 22,8% объемы переработки металлургических шлаков по сравнению с показателями предыдущего квартала и составившие 1,55 млн т [5]. В условиях мирового финансового кризиса для стабилизации экономического положения каждого предприятия большую роль играет экономия всех видов ресурсов. Следовательно, на ММК занимаются поиском внутренних резервов сырья, к которым относится, в частности, переработка металлургических шлаков.

В последние 20-30 лет в мировой практике шел интенсивный поиск методов сокращения расхода энергии в металлургии. Применение всевозможных подходов привели к снижению расхода энергии нетто в мировой металлургии более, чем на 30%, а показатель энергопотребления главных европейских металлургических заводах полного цикла в настоящее время составляет менее 20 ГДж (682 кг т у.т.) на тонну жидкого металла [6]. Кроме того, полная энергоемкость металлургической промышленности в среднемировом измерении на сегодняшний день составляет примерно (в кг у.т. на тонну продукции): медь – 5000; сталь – 750-850; алюминий – 7000; огнеупоры – 220 [6].

Рассмотрим методику, содержащую в своей основе принцип составления материального и энергетического балансов [7]. Расчет расходных коэффициентов производился для каждого процесса (добыча руды, обогащение, окускование сырья, выплавка чугуна, выплавка стали, производство проката) в расчете на единицу конечного продукта.

Так, например, определив по результатам энергобаланса удельные расходы энергоресурсов на выплавку 1 т стали, рассчитывается количество выплавленной стали ( $M^{cm}$ )

необходимое для производства 1 т проката при заданной структуре технологий в прокатном производстве

$$M^{cm} = \frac{1}{\sum_{Pnr} \beta_p^{np} \gamma_p^{год}}, \quad (2)$$

где  $Pnr$  – индекс технологии прокатного производства,

$\beta_p^{np}$  – доля в производстве проката, причем  $\sum_p \beta_p^{np} = 1$ ,

$\gamma_p^{год}$  – выход годного при  $p$ -ой технологии прокатного производства.

Затем исчислялся расход энергоресурсов ( $\mathcal{E}_{jk}^{cm}$ ) в расчете на 1 т проката.

$$\mathcal{E}_{jk}^{cm} = \mathcal{E}_{jk}^{cm} M^{cm}, \quad (3)$$

где  $j$  – индекс процесса выплавки стали и всей технологической схемы.

Количество выплавленного чугуна ( $M_j^{чуг}$ ), необходимое для производства 1 т проката, определяется по формуле:

$$M_j^{чуг} = \frac{g_j^{чуг}}{\sum_{Pnr} \beta_p^{np} \gamma_p^{год}}, \quad (4)$$

где  $g_j^{чуг}$  – расход чугуна в  $j$ -ой технологии выплавки стали, 1 т чугуна/1 т стали.

А расход энергоресурсов в производстве чугуна в расчете на 1 т проката составит:

$$\mathcal{E}_{jk}^{чуг} = \mathcal{E}_{jk}^{чуг} M_j^{чуг}. \quad (5)$$

Поскольку в разработанной методике [7] расходные коэффициенты определяются на основе материального баланса процессов, то данный подход позволяет выявлять эффективность каждого процесса с точки зрения использования металла на энергетические затраты всей технологической схемы проката.

Итак, в основной методике оценки расходов ресурсов, как показывают исследования, базируются либо на сравнении фактических и нормативных затрат по отдельным агрегатам и участкам производственного процесса, либо на составлении балансов потребляемых ресурсов (материальный баланс, тепловой баланс, топливный баланс и пр.). Однако такие методы, на наш взгляд, не позволяют оценить в полной мере возможности энергосбережения, поскольку недостаточно анализировать расходы энергоресурсов в отдельно взятом технологическом процессе или по отдельным энергоносителям. Объективная оценка эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий может быть получена с учетом всех особенностей производства, начиная со стадии добычи и обработки первичного сырья и заканчивая стадией упаковки и транспортировки готового продукта.

Следовательно, при определении энергоэффективности необходимо использовать как апробированные способы, так и их усовершенствованные варианты. Важно сочетать микроэкономические показатели (по отдельным технологическим процессам, хозяйствующим субъектам и пр.) с макроэкономическими показателями эффективности энергопотребления (по отраслям экономики и непродуцированной сферы, валового регионального и внутреннего продукта).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Максаковский В.П. Пути развития мировой энергетики // География. 2002. № 31.
2. Иванов А.С., Матвеев И.Е. Мировой энергетический рынок: «перезагрузка» в контексте глобального финансово-экономического кризиса // Бурение и нефть. 2009. №11.
3. Матвеев И. Серьезные неурядицы // Мировая энергетика. 2009. № 8.
4. Давыдов Б.А., Белицкий В.Г., Лященко Г.А. Влияние металлоемкости продукции черной металлургии на уровне энергопотребления // Проблемы энергосбережения. № 4, 1990.
5. Кудрявцев О. Магнитка: дорогу – «новому классическому»! // Металлоснабжение и сбыт. 2009. № 7.

6. Вышегородский Д. Энергопотребление и энергосбережение в российской металлургии // Уральский рынок металлов. 2005. № 6.
7. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Методы оценки энергетической эффективности основных направлений экономии металла // Проблемы энергосбережения. 1990. № 4.