

24 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

3. Токочакова, Н. В. Управление энергоэффективностью промышленных потребителей на основе моделирования режимов электропотребления / Н. В. Токочакова // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энергет. об-ний СНГ. – 2006. – № 3. – С. 67–75.
4. Токочакова, Н. В. Показатели энергетической эффективности промышленных потребителей / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2006. – № 3 (26). – С. 66–75.
5. Грунтович, Н. В. Проблемные зоны системы управления энергоэффективностью промышленных потребителей республики / Н. В. Грунтович, Н. В. Токочакова // Энергоэффективность. – 2008. – № 3. – С. 6–10.
6. Токочакова, Н. В. Моделирование режимов потребления электрической энергии для задач управления энергетической эффективностью промышленных потребителей / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз, А. С. Фиков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2007. – № 2 (15). – С. 107–114.

УДК 621.3.042:534.632

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М. О. Узбеков, Ф. Н. Насретдинова, А. А. Абуллаев

Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан

На основе модели зависимости расхода электрической энергии от выпуска продукции произведена оценка структуры потребляемой электрической энергии для цементного производства. Для различной загрузки производства представлена оценка веса условно-постоянной составляющей электропотребления и ее влияние на энергоэффективность производства.

Ключевые слова: энергоэффективность, цементное производство, моделирование расхода электроэнергии, производственная программа, условно-постоянная составляющая расхода электроэнергии.

ENERGY EFFICIENCY ASSESSMENT OF CEMENT PRODUCTION

M. O. Uzbekov, F. N. Nasretdinova, A. A. Abullaev

Fergana Polytechnic Institute, the Republic of Uzbekistan

Based on the model of dependence of EE consumption on output, an assessment was made of the structure of consumed electrical energy for cement production. For different loading of production, the weight of the conditionally constant component of power consumption and its impact on the energy efficiency of production were estimated.

Keywords: energy efficiency, cement production, modeling of electricity consumption, production program, conditional component of electricity consumption.

В 2020 г. Законодательной палатой Олий Мажлиса Республики Узбекистан принят в новой редакции Закон «О рациональном использовании энергии». Одними из основных направлений государственной политики в области рационального использования энергии являются:

- оптимизация режимов производства и потребления энергии, организация ее учета;
- введение показателей энергоэффективности и энергосбережения в нормативные документы на энергопроизводящие и энергопотребляющие оборудование и продукцию;
- организация обследований энергоэффективности и энергосбережения на предприятиях, учреждениях и организациях.

В условиях высокого уровня организации учета потребляемых энергоресурсов

и выпускаемой продукции появляется возможность формирования современного научно-методического обеспечения, позволяющего объективно оценивать существующий уровень энергоэффективности (ЭЭФ) производства и прогнозировать его изменение в условиях модернизации и внедрения мероприятий по энергосбережению. В этой связи следует учесть опыт научной школы по технической диагностике и энергоэффективности ГГТУ им. П. О. Сухого [1–5].

Для промышленных потребителей с простой (или сводящейся к ней) зависимостью расхода энергоресурса от объема выпуска продукции рассматривается возможность оценки ЭЭФ производства и структуры потребляемой электрической энергии (ЭЭ) с использованием однофакторной модели «потребляемый энергоресурс – объем выпуска продукции» вида

$$W = w_{\text{уд}}\Pi + W_{\text{усл.-пост}}, \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где W – расход ЭЭ за данный отрезок времени, зависящий от вида производства, цеха, технологической линии и т. д.; $w_{\text{уд}}$ – переменная часть расхода ЭЭ на единицу продукции, в основном зависящая от нагрузки, тыс. кВт · ч; Π – объем продукции за соответствующее время, ед. измерения продукции; $W_{\text{усл.-пост}}$ – постоянная часть расхода ЭЭ в основном, не зависящая от нагрузки, тыс. кВт · ч.

Именно наличие в заводском, цеховом электропотреблении условно-постоянной составляющей расхода ЭЭ привело к тому, что в общем виде зависимость общезаводского удельного расхода ЭЭ $W_{\text{уд}}$ от объема выпуска продукции имеет гиперболическую зависимость:

$$W_{\text{уд}} = w_{\text{уд}} + W_{\text{усл.-пост}}/\Pi, \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед. измерения продукции}. \quad (2)$$

Исследования по оценке ЭЭФ цементного завода г. Ферганы произведены на основе месячных статистических данных по выпуску цемента и месячному объему потребленной ЭЭ. Ставилась задача разработать однофакторную модель зависимости расхода ЭЭ на выпуск цемента марки М-400 и с использованием модели оценить структуру потребления ЭЭ, а именно – выделить технологический расход ЭЭ и вес условно-постоянной составляющей в общем электропотреблении для различной загрузки производства.

Важность условно-постоянной составляющей затрат энергоресурса (части расхода энергоресурса, не зависящей от загрузки производства) признают и энергетики промышленных производств, и энергоаудиторы. В публикациях, посвященных вопросам управления энергетической эффективностью (ЭЭФ) современных производств, показано, что наличие условно-постоянной составляющей в расходе энергоресурса определяет [2, 5]:

- регулировочную способность по энергоэффективности за счет изменения объема выпуска продукции (горизонтальное регулирование);
- текущее состояние энергоэффективности;
- эффективность внедряемых мероприятий по энергосбережению.

Собрана статистика по месячным объемам выпуска цемента и соответствующего расхода ЭЭ за четырехлетний период. Оценка степени тесноты связи между объемом выпуска продукции и расходам ЭЭ показала достаточно высокий коэффициент корреляции, который составил $R = 0,98$. По месячным данным построена однофакторная модель зависимости расхода ЭЭ от выпуска продукции (рис. 1):

$$W = w_{\text{уд. техн}} \Pi + W_{\text{усл.-пост}} = 74,7 + 2412908,5/\Pi, \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (3)$$

26 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

Таким образом, удельный технологический расход ЭЭ на производство цемента марки М-400 составляет 74,7 кВт · ч /т, а условно-постоянная составляющая расхода ЭЭ – 2412908,5 кВт · ч.

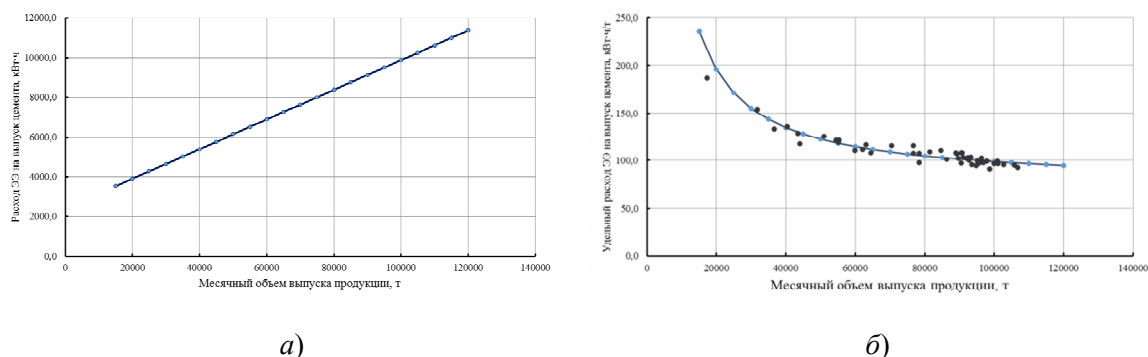


Рис. 1. Модели общего (а) и удельного расхода (б) ЭЭ на производство цемента М400 Ферганского цементного завода от объема выпуска продукции

На основе рассчитанной модели произведем оценку структуры потребленной ЭЭ для различной загрузки производства (см. таблицу).

Как видно из таблицы, вес условно-постоянной составляющей расхода ЭЭ цементного производства возрастает до 68,3 % при низкой загрузке производства 15000 т в месяц и снижается до 21,2 % в условиях наращивания объема выпуска продукции. Соответственно наибольший расход ЭЭ – 235,6 кВт · ч/т будет при минимальном объеме выпуска продукции. Для минимального объема производства цемента говорить об эффективности производства не приходится. С другой стороны, при максимальном объеме выпуска продукции снижается вес условно-постоянной составляющей расхода ЭЭ в общем электропотреблении и снижается до минимума удельный расход ЭЭ – 94,8 кВт · ч /т, что повышает ЭЭФ цементного производства.

Оценка структуры потребления электроэнергии для различной производственной программы выпуска продукции

$P_{\text{мес}}, \text{ т}$	Расход ЭЭ, тыс. кВт · ч	Удельный расход ЭЭ, кВт · ч /т	Технологический расход ЭЭ, $W_{\text{тех}} \text{ ЭЭ}$, тыс. кВт · ч	Вес технологической составляющей расхода ЭЭ в общем расходе, $W_{\text{тех}}/W_{\text{сум}} \cdot 100, \%$	Условно-постоянная расхода ЭЭ, тыс. кВт · ч	Вес условно-постоянной составляющей расхода ТЭ в общем расходе $W_{\text{усл-пост}}/W_{\text{сум}} \cdot 100, \%$
15000	3533,4	235,6	1120,5	31,7	2412,91	68,3
20000	3906,9	195,3	1494,0	38,2	2412,91	61,8
25000	4280,4	171,2	1867,5	43,6	2412,91	56,4
30000	4653,9	155,1	2241,0	48,2	2412,91	51,8
35000	5027,4	143,6	2614,5	52,0	2412,91	48,0
40000	5400,9	135,0	2988,0	55,3	2412,91	44,7

Окончание

П _{мес} , т	Расход ЭЭ, тыс. кВт · ч	Удель- ный расход ЭЭ, кВт · ч / т	Технологи- ческий расход ЭЭ, $W_{\text{тех}} \text{ЭЭ}$, тыс. кВт · ч	Вес технологи- ческой состав- ляющей расхода ЭЭ в общем расходе, $W_{\text{тех}}/W_{\text{сум}} \cdot 100, \%$	Условно- постоян- ная расхода ЭЭ, тыс. кВт · ч	Вес условно- постоянной составляющей расхода ТЭ в общем расходе $W_{\text{условн}} /$ $W_{\text{сум}} \cdot 100, \%$
45000	5774,4	128,3	3361,5	58,2	2412,91	41,8
50000	6147,9	123,0	3735,0	60,8	2412,91	39,2
....
110000	10629,9	96,6	8217,0	77,3	2412,91	22,7
115000	11003,4	95,7	8590,5	78,1	2412,91	21,9
120000	11376,9	94,8	8964,0	78,8	2412,91	21,2

Литература

1. Токочакова, Н. В. Показатели энергетической эффективности промышленных потребителей / Н. В. Токочакова, Д. Р. Мороз // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2006. – № 3 (26). – С. 66–75.
2. Using models of energy consumption from influencing factors to assess the current state and energy efficiency forecasting / Moroz, D. [et al.] // EDP Sciences : In E3S Web of Conferences. – Vol. 220. – P. 01024.
3. Грунтович, Н. В. Влияние структуры потребления ТЭР предприятия на эффективность внедрения мероприятий по энергосбережению / Н. В. Грунтович, Е. Л. Шенец // Энергетика. Изв. вузов и энергет. об-ний СНГ. – 2014. – № 2. – С. 58–66.
4. Мороз, Д. Р. Развитие методического обеспечения для диагностирования энергетической эффективности / Д. Р. Мороз, С. Г. Жуковец, Е. Л. Шенец // Энергия и менеджмент. – 2017. – № 1 (94). – С. 8–13.
5. Использование методов математического моделирования для решения практических задач оценки энергоэффективности / Д. Р. Мороз [и др.] // Энергия и менеджмент. – 2017. – № 3 (96). – С. 7–11.

UDC 620.921

CREATING A MAP OF THE SOLAR ENERGY POTENTIAL OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

D. T. Isozoda, I. B. Makhsumov

Tajik Power Engineering Institute, Kushoniyon district, Tajikistan

The article presents data on the solar energy resources of the main settlements of Tajikistan, their energy potential is determined. To obtain accurate data on wind speed and total daily solar radiation on the territory of the republic, NASA data and the RESTscreen Expert program were used. With the help of the Solar Atlas web resource, a preliminary map of solar energy supply to the territory of the Republic of Tajikistan was created.

Keywords: renewable energy, solar radiation, solar potential map.

The role of green energy and its production in the modern world are becoming day