

# Повышение энергетической эффективности промышленных потребителей за счет увеличения объемов выпускаемой продукции

Окончание. Начало в № 12/2008 г.

Рассмотрим снижение удельного расхода электрической энергии при увеличении объемов выпускаемой продукции для завода полиэфирной текстильной нити (рис. 4). Среднесуточный объем выпускаемой продукции в 2007 г. составил  $\Pi_{M2007} = 64124$  кг/сут, а в 2008 г. —  $\Pi_{M2008} = 69865$  кг/сут. Фактический среднесуточный расход электрической энергии предприятия в 2007 г. равен площади прямоугольника  $abcd$ , среднесуточный расход электрической энергии предприятия в 2008 г. равен площади прямоугольника  $aefh$ . Гипотететический расход электрической энергии предприятия в 2008 г. с уровнем ЭЭФ 2007 г. равен площади прямоугольника  $aged$ . Тогда экономия электрической энергии за счет увеличения объемов выпускаемой продукции можно определить как разницу между фактическим электропотреблением 2008 г. ( $aefh$ ) и гипотетическим потреблением ( $aged$ ).

Тогда выражение (1) можно записать в виде:

$$\Delta W = W_{уд.2008} \cdot \Pi_{M2008} - W_{уд.2007} \cdot \Pi_{M2008}, \text{ кВт}\cdot\text{ч.} \quad (2)$$

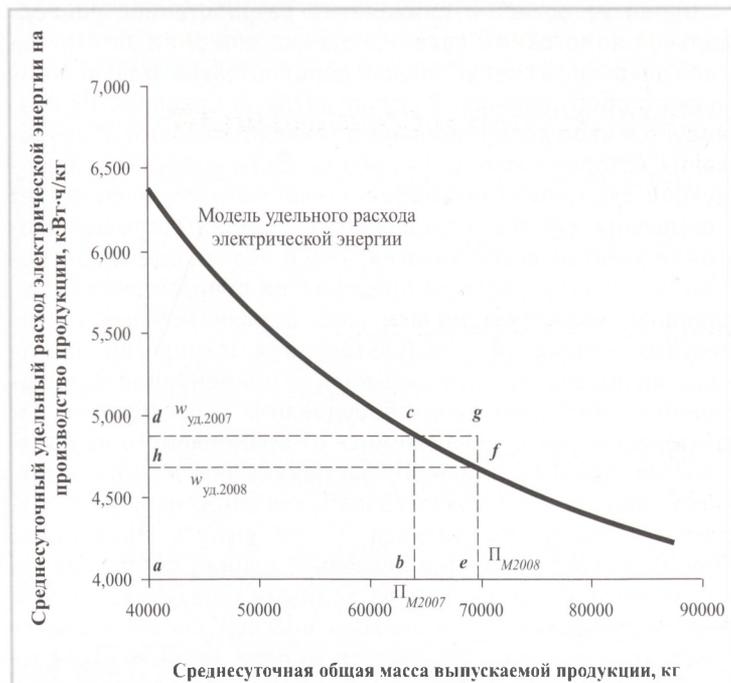


Рис. 4. Снижение удельного расхода электрической энергии за счет увеличения объемов выпускаемой продукции

С учетом гиперболической зависимости удельного расхода электрической энергии от объемов выпускаемой продукции получим:

$$\Delta W = \left( w_{уд.2008} + \frac{w_{усл.пост.2008}}{\Pi_{M2008}} \right) \cdot \Pi_{M2008} - \left( w_{уд.2007} + \frac{w_{усл.пост.2007}}{\Pi_{M2007}} \right) \cdot \Pi_{M2008}, \text{ кВт}\cdot\text{ч.} \quad (3)$$

где  $w_{уд.2008}$ ,  $w_{уд.2007}$  — величина удельного технологического расхода электрической энергии на выпуск продукции в 2008 и 2007 гг. соответственно;  $w_{усл.пост.2008}$ ,  $w_{усл.пост.2007}$  — величина условно-постоянного электропотребления предприятия в 2008 г. и 2007 гг. соответственно.

Поскольку мы оцениваем экономию электрической энергии только от увеличения объемов выпускаемой продукции, параметры модели удельного расхода 2007–2008 гг. можно принять равными ( $w_{уд.2008} = w_{уд.2007}$  и  $w_{усл.пост.2008} = w_{усл.пост.2007}$ ). Тогда раскрыв скобки в выражении (3), получим выражение для оценки экономии ЭЭ:

$$\Delta W = w_{усл.пост.2007} - \left( \frac{w_{усл.пост.2007}}{\Pi_{M2007}} \right) \cdot \Pi_{M2008} = w_{усл.пост.2007} \left( 1 - \frac{\Pi_{M2008}}{\Pi_{M2007}} \right). \quad (4)$$

Данное выражение позволяет оценить экономию электрической энергии за счет увеличения объемов выпускаемой продукции в кВт·ч. Обозначим  $\frac{\Pi_{M2008}}{\Pi_{M2007}} = \frac{J}{100}$  — темпы роста объемов производимой продукции. Обе части выражения (4) разделим на электропотребление 2007 г. и умножим на 100%:

$$\frac{\Delta W}{W_{2007}} \cdot 100\% = \frac{w_{усл.пост.2007}}{W_{2007}} \cdot 100\% \cdot \left( 1 - \frac{J}{100} \right). \quad (5)$$

В левой части выражения получили процент снижения электропотребления предприятия ( $\delta W$ ) за счет увеличения объемов выпускаемой продукции. Величина  $\frac{w_{усл.пост.2007}}{W_{2007}} \cdot 100\%$  является процентной долей условно-постоянного потребления в общем потреблении 2007 г. Обозначив ее  $W_{пост.\%}$ , получим:

$$\delta W = W_{пост.\%} \cdot \left( 1 - \frac{J}{100} \right) \quad (6)$$

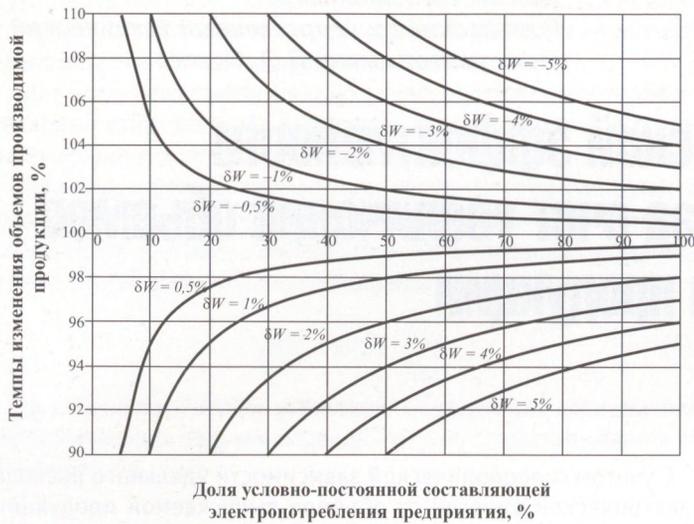


Рис. 5. Номограмма для оценки экономии ЭЭ за счет увеличения объемов производства продукции



Рис. 6. Ключ пользования номограммой для оценки экономии ЭЭ за счет увеличения объемов производства продукции

Из выражения (6) видно, что процент экономии ЭЭ за счет увеличения объемов выпускаемой продукции зависит только от темпов роста объемов производимой продукции и доли условно-постоянного расхода ЭЭ в общем электропотреблении предприятия. Это позволяет использовать выражение (6) для построения универсальной номограммы для определения экономии ЭЭ за счет увеличения объемов выпускаемой продукции.

Поскольку выражение (6) содержит три переменные, то номограмма для оценки экономии окажется сетчатой. Сетчатые номограммы дают возможность изобразить практически любую зависимость с тремя переменными. При построении номограммы для выражения (6) удобно бинарное поле взять таким, чтобы образовалась ортогональная сетка. Уравнения сетки запишутся в виде:

$$x = W_{\text{пост}\%}, \quad y = \left(1 - \frac{J}{100}\right). \quad (7)$$

Уравнение семейства линий  $\delta W$  запишется:

$$\delta W = x \cdot y. \quad (8)$$

Это уравнение равносторонних гипербол, имеющих асимптотами оси  $Ox$  и  $Oy$ . Для построения этого семейства составляем таблицу значений  $y$  как функции  $x$  при фиксированных значениях  $\delta W$ . Например,  $\delta W = -10$ , тогда:

$$y = \frac{\delta W}{x} = \frac{10}{x}. \quad (9)$$

Доля условно-постоянной составляющей электропотребления промышленного потребителя может варьироваться от 100% до 0% в зависимости от индивидуальных особенностей технологического процесса. Тогда область возможных значений переменной  $x$  лежит в диапазоне от 0 до 100. Рассчитанные значения  $y$  заносим в таблицу. Аналогичный рас-

чет производится для остальных значений  $\delta W$ . Выразив темпы роста объемов производимой продукции через  $y$ , выражение (7), заменим ось  $y$  на ось  $J$ , получим номограмму (рис. 5). Ключ пользования номограммой представлен на рисунке 6.

Для определения экономии ЭЭ за счет увеличения объемов выпускаемой продукции необходимо по оси  $x$  отложить долю постоянного расхода ЭЭ в общем электропотреблении предприятия в текущем году и провести линию, параллельную оси  $y$ . На оси  $y$  отложить планируемые темпы роста объемов производимой продукции и провести линию, параллельную оси  $x$ . Линия, соответствующая расчетной экономии ЭЭ, проходит через точку пересечения отложенных прямых.

Одной из областей применения разработанной универсальной номограммы является оценка экономии электрической энергии за счет установки дополнительного технологического оборудования. В случае когда на предприятии планируется ввод дополнительного технологического оборудования, которое позволит увеличить объем выпускаемой продукции, экономический эффект может быть увеличен за счет повышения ЭЭФ всего предприятия и соответствующей экономии электрической энергии. Такой подход оценки экономии не оправдан, если на предприятии производится существенная модернизация или ввод дополнительных значительных мощностей с использованием технологии производства продукции, отличающейся от применяемой на предприятии. Массовый ввод оборудования с расходными характеристиками, отличающимися от применяемого на предприятии, приведет к изменению параметров модели электропотребления, что может вызвать как снижение, так и увеличение удельного расхода ЭЭ на выпуск продукции. При этом, когда вводится несколько единиц оборудования (в том числе и с отличными расходными характеристиками), в силу эмерджентности технологической системы значительного изменения параметров модели электропотребления не произойдет, а оценка экономии электрической энергии за счет увеличения объемов производства продукции окажется точной.

## Выводы

1. Энергоемкость ВВП Республики Беларусь в 1,5–1,8 раза больше, чем в развитых странах. Более 80% потребляемых в республике энергетических ресурсов импортируется, что делает экономику зависимой от внешних дестабилизирующих факторов.

2. Введение Закона «Об энергосбережении» в 1998 г. и активная деятельность государства в области энергосбережения привели к необходимости концентрации внимания на технологических мероприятиях по энергосбережению.

3. Выполнение задания Президента Республики Беларусь по снижению энергоемкости ВВП к 2020 г. на 60% от уровня 2005 г. возможно при сохранении темпов снижения энергоемкости ВВП на уровне 1997–2005 гг.

4. Изменение объемов выпускаемой продукции для предприятий с простой взаимосвязью между электропотреблением и объемами выпускаемой продукции приводит к повышению энергетической эффективности.

5. Изменение энергетической эффективности предприятия при увеличении объемов выпускаемой продукции зависит только от величины условно-постоянной составляющей электропотребления и темпов роста объемов производства продукции.

6. Разработана универсальная номограмма оценки экономии ЭЭ при увеличении объемов производства продукции за счет повышения энергетической эффективности предприятия. 

## Литература

1. Об утверждении Концепции энергетической безопасности и повышения энергетической независимости Республики Беларусь и Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов в 2006–2010 гг.: Указ Президента Республики Беларусь, 25 августа 2005 г., № 399 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс]. 000 «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2006.

2. Поспелова, Т.Г. Основы энергосбережения / Т.Г. Поспелова. Минск: УП «Технопринт», 2000. 356 с.

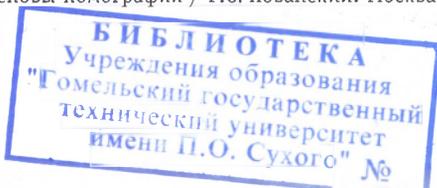
3. Об энергосбережении: Закон Респ. Беларусь, 15 июля 1998 г., № 190-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 20.07.2006 г. // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] 000 «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2006.

4. Статистика: показатели и методы анализа: справ. пособие / Н.Н. Бондаренко [и др.]; под ред. М.М. Новикова. Минск: Современная школа, 2005. 628 с.

5. Проскураков, В.М. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов: показатели, факторы роста, анализ / В.М. Проскураков, Р.И. Самуйловичюс. М.: Экономика, 1988. 175 с.

6. Токочакова, Н.В. Показатели энергоэффективности промышленных потребителей // Н.В. Токочакова, Д.Р. Мороз. Вестн. Гом. гос. техн. ун-та им. П.О. Сухого. 2006. № 3. С. 66–75.

7. Хованский, Г.С. Основы номографии / Г.С. Хованский. Москва: Наука, 1976. 351 с.



# В НАДЕЖНОСТИ УВЕРЕНЫ!



## Насосы GRUNDFOS серии TP для котельных и отопительных систем

- > Расход - от 2 до 4500 м<sup>3</sup>;
- > Напор - до 170 м;
- > Широчайший выбор параметров;
- > Соосные патрубки;
- > Электродвигатели высшего класса энергоэффективности (Eff 1);
- > Высокий КПД;
- > Коррозионно-стойкое катафорезное покрытие;
- > Варианты с преобразователем частоты;
- > Удобство монтажа;
- > Разрешение Проматомнадзора.



сертификат РБ

**Представительство GRUNDFOS в РБ**  
220123, г. Минск, ул. В.Хоружей 22,  
офис 1105 (11-й этаж)  
т/ф: +375 (17) 233 97 65, (17) 233 97 69  
[www.grundfos.by](http://www.grundfos.by)

# GRUNDFOS

УНП 102301706