

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТЭР ПРИ УЧЕТЕ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

Н. В. Грунтович<sup>1</sup>, Л. М. Маркарянц<sup>2</sup>, А. В. Виноградов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный лингвистический университет имени Мориса Тореза»,  
Российская Федерация

<sup>3</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
г. Орел, Российская Федерация

Диагностирование энергетической эффективности подразумевает оценку текущего состояния энергетической эффективности (ЭЭФ) технической системы и прогнозирование ее изменения во времени при учете влияющих факторов. В качестве показателей ЭЭФ определены абсолютные или удельные величины потребления ТЭР на производство единицы продукции. В Российской Федерации в качестве индикаторов ЭЭФ, наряду с используемыми в Республике Беларусь общим и удельным расходом ТЭР и энергетической составляющей затрат в структуре себестоимости продукции, используется условно-постоянная составляющая энергопотребления, не зависящая от объемов производства предприятия.

Сложность диагностирования ЭЭФ объясняется большим количеством электроприемников (ЭП), входящих в состав современных технологических комплексов. Начавшееся в 50–60-х гг. *качественное* (по составу и сложности оборудования) и *количественное* изменение технологического оборудования *привело* к росту количества электроприемников (ЭП) от  $10^2$  до  $10^5$  по отдельным производствам: на магистральном нефтепроводе «Дружба» установлено 1483 ЭП с  $P_{\text{ср}} = 115,7$  кВт; завод по производству химических волокон имеет около 20000 ЭП с  $P_{\text{ср}} = 11$  кВт; завод по производству сельскохозяйственных машин имеет 43900 шт., ЭП  $P_{\text{ср}} = 7,8$  кВт. Для оценки и прогнозирования ЭЭФ современных технологических систем необходимо использовать методы и модели системного анализа. В частности, это могут быть регрессионные модели, связывающие показатели ЭЭФ с влияющими на них факторами [1]. Для диагностирования и прогнозирования ЭЭФ технологических систем, где расход

ТЭР описывается конечной продукцией, а влиянием других факторов на электропотребление можно пренебречь, может использоваться однофакторная модель зависимости общего (удельного) расхода энергоресурса(ов) от объема выпущенной продукции (рис. 1). Для построения такой модели используются суточные, месячные сведения по объемам выпуска продукции и потреблению ТЭР. С использованием модели указанного вида возможно: осуществлять анализ энергоэффективности существующих режимов производства; рассчитывать плановую потребности ТЭР в условиях изменяющейся производственной программы; производить оценку потенциала повышения ЭЭФ за наращивание объемов выпуска продукции; оценивать эффективность внедрения энергосберегающих мероприятий. Диагностирование ЭЭФ с использованием модели вида  $W_{уд} = F(\Pi)$  основано на сравнении расположения точки фактического удельного расхода ТЭР на модели по отношению к точкам всего возможного диапазона изменения удельного расхода ТЭР. Например, для пластмассового производства модель удельного расхода ЭЭ представлена на рис. 1, может быть оценено фактическое состояние ЭЭФ.

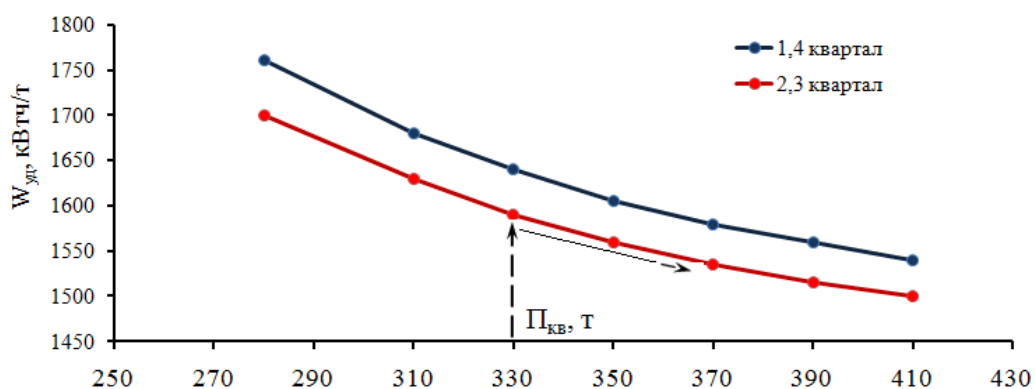


Рис. 1. Однофакторные квартальные модели зависимости  $W_{уд} = F(\Pi)$  для пластмассового производства

В условиях, когда предприятие во втором квартале выпустило 330 т пластмассовых изделий, фактический удельный расход ЭЭ составил  $W_{уд} = 1590$  кВт · ч/т.

Достигнутое значение  $W_{уд}$  ниже  $W_{уд}$  зимнего периода на 3,7 %. Потенциал повышения ЭЭФ от достигнутого значения при наращивании объемов выпуска продукции составит:

$$(W_{уд, \Pi = 410} - W_{уд, \Pi = 330}) / W_{уд, \Pi = 330} \cdot 100 \% = (1500 - 1590) / 1590 \cdot 100 \% = -5,7 \%$$

Анализ статистических данных по другим предприятиям показал, что потенциал повышения ЭЭФ в условиях низкой и средней загрузки производства может достигать десятков процентов, что определяется высокой долей условно-постоянной составляющей расхода ТЭР в общем его расходе и достаточно широким диапазоном изменения объемов выпуска продукции (таблица).

**Оценка потенциала повышения ЭЭФ некоторых производств  
от минимального объема выпуска продукции**

| Наименование производства             | Единица измерения | Модель  | Диапазон изменения объемов продукции, $\Delta П$ , % | Регулировочная способность по ЭЭФ, % |
|---------------------------------------|-------------------|---|--|--------------------------------------|
| Производство карбамид                 | т                 | Среднегодовая модель ТЭ: $W_{уд} = 674 + 11434,8 / П$               | 52,41  | -0,6                                 |
| Производство жидких азотных удобрений | т                 | Среднегодовая модель ЭЭ $W_{уд} = 73,81 + 29459,7 / П$              | 356,6  | -30,1                                |
| Производство жидких азотных удобрений | т                 | Среднегодовая модель ТЭ $W_{уд} = 101,2 + 87581,1 / П$              | 356,6  | -45                                  |
| Производство метанола                 | т                 | Среднегодовая модель ЭЭ $W_{уд} = 187,2 + 388930,3 / П$             | 126,1  | -52,1                                |
| Производство метанола                 | т                 | Среднегодовая ТЭ $W_{уд} = 101,2 + 87581,1 / П$                     | 126,1  | -45,7                                |
| Производство листового стекла         | т                 | Среднегодовая модель по газу $W_{уд} = 0,023 + 106,2 / П$           | 11,4   | -9,1                                 |
| Производство шин                      | усл. ед.          | Среднемесячная модель ТЭ $W_{уд} = 12 + 7503943 / П$                | 133,3  | -22,8                                |
| Производство шин                      | усл. ед.          | Среднемесячная модель ЭЭ $W_{уд} = 5,9 + 3869630 / П$               | 133,3  | -29,8                                |
| Производство швейных изделий          | усл. ед.          | Квартальная модель удельного расхода ЭЭ $W_{уд} = 0,445 + 37,2 / П$ | 100  | -33,8                                |

## Л и т е р а т у р а

1. Развитие методического обеспечения для диагностирования энергетической эффективности / Н. В. Грунтович [и др.] // Энергия и Менеджмент. – 2017. – № 1 (94). – С. 8–13.