

компенсация гармоник, кратных трем. Присутствует незначительно только третья гармоника, величина которой при изменении частоты тока от 10 Гц до 50 Гц находится в пределах от 0,31 % до 0,41 %, что значительно ниже допустимых значений. Наиболее выражена пятая гармоника – от 1,65 % до 1,99%, седьмая гармоника – от 0,72 % до 0,95 %, одиннадцатая гармоника – от 0,61 % до 0,95 %, тринадцатая гармоника – от 0,39 % до 0,72 %. Незначительно присутствуют другие нечетные гармоники, но их уровни в разы ниже допустимых значений.

В результате исследований доказано, что трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом обеспечивает в 1,5...3 раза меньшее значение коэффициента искажения синусоидальности напряжений, чем другие исследованные схемы, за счет компенсации высших гармоник. Он может успешно применяться для питания электроустановок с регуляторами частоты.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ СКАЧКООБРАЗНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Колесник Ю.Н., Иванейчик А.В.

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О.  
Сухого», г. Гомель

Целью исследования является выявление оптимального режима работы предприятия (нахождение оптимального графика нагрузки при заданной производительности), при котором обеспечивается минимум расхода электроэнергии, а также минимум затрат на электроэнергию, в условиях, когда режимы электропотребления изменяются скачкообразно, а расходные характеристики описываются дискретно-непрерывными моделями (рис. 1).

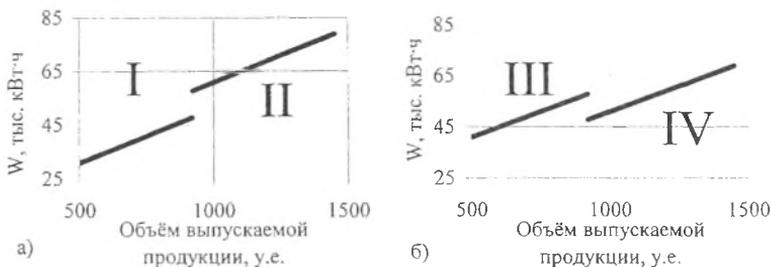


Рисунок 1 – Зависимости расхода электроэнергии от объёмов выпускаемой продукции

Существуют два основных вида дискретно-непрерывных моделей расходных характеристик. На рис. 1.а представлена зависимость расхода электроэнергии от объёмов выпускаемой продукции (назовём её зависимость вида 1), в соответствии с которой, при увеличении объёмов производства, происходит резкий скачок электропотребления и предприятие начинает работать не на характеристике I, а на другой, более энергоёмкой характеристике II. На рис. 1.б представлена зависимость (назовём её зависимостью вида 2), в соответствии с которой, при увеличении объёмов производства, происходит скачкообразное снижение тенденции электропотребления и предприятие начинает работать на другой, более эффективной характеристике IV.

Для решения поставленной задачи была получена модель электропотребления, имеющая следующий вид:

$$W_i = \begin{cases} a_1 \cdot x_i + b_1 & \text{при } V_1 \leq x_i \leq V_2 \\ a_2 \cdot x_i + b_2 & \text{при } V_2 < x_i \leq V_3 \end{cases}, \quad (1)$$

где  $x_i$  – объём выпущенной продукции в  $i$ -м часу;  $a_1, b_1, a_2, b_2$  – коэффициенты линейных функций;  $W_i$  – расход электроэнергии в  $i$ -м часу;  $V_1, V_2, V_3$  – объёмы производства продукции.

Если принять часовые объёмы производства продукции одной смены за  $x_1, x_2, \dots, x_8$ , и учесть, что минимум затрат будет достигаться, если во временной период максимумов нагрузок (примем с 8.00 до 11.00) объём выпускаемой про-

дукции, а следовательно и максимальная потребляемая мощность будут одинаковыми ( $x_1 = x_2 = x_3$ ), то затраты на покупку электроэнергии по двухставочному тарифу при заданном объёме продукции за смену, будут иметь следующий вид:

$$Z = \left[ \begin{matrix} a_1 \cdot x_1 + b_1 \text{ при } V_1 \leq x_1 \leq V_2 \\ a_2 \cdot x_1 + b_2 \text{ при } V_2 < x_1 \leq V_3 \end{matrix} \right] \cdot a + \left[ \sum_{i=1}^8 \begin{matrix} a_1 \cdot x_i + b_1 \text{ при } V_1 \leq x_i \leq V_2 \\ a_2 \cdot x_i + b_2 \text{ при } V_2 < x_i \leq V_3 \end{matrix} \right] \cdot b, \quad (2)$$

При рассмотрении всего вышеизложенного на примере оптимизации графика электрических нагрузок условного предприятия с односменным режимом работы, которое имеет расходную характеристику вида 1 (см. рис. 1.а), были получены следующие результаты, представленные в таблице 1.

Для потребителя с расходной характеристикой вида 2 (см. рис. 1.б), были получены результаты, занесённые в таблицу 2.

Таблица 1 – Результаты оптимизации

Оптимизация	Электропотребление, тыс. кВт·ч	Затраты на электроэнергию, тыс. руб. / %	Стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч / %	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/у.е. / %
Исходный график	487,2 / 100%	130089 / 100%	267 / 100%	60,9 / 100%
По минимуму затрат на электроэнергию	447,2 / 91,8%	99146 / 76,2%	222 / 83,1%	55,9 / 91,8%
По минимуму электропотребления	427,2 / 87,7%	109448 / 84,1%	256 / 95,9%	53,4 / 87,7%
По двум критериям сразу	427,2 / 87,7%	104909 / 84,1%	246 / 92,1 %	53,4 / 87,7%

Таблица 2 – Результаты оптимизации

Оптимизация	Электропотребление, тыс. кВт·ч	Затраты на электроэнергию, тыс. руб. / %	Стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч / %	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/у.е. / %
Исходный график	447,2 / 100%	119408 / 100%	267 / 100%	63,9 / 100%
По минимуму затрат	397,2 / 88,8%	98966 / 82,9%	249 / 93,3%	56,7 / 88,7%
По минимуму электроэнергии	377,2 / 84,3%	101441 / 85,0%	269 / 100,01%	53,9 / 84,4%
По двум критериям сразу	377,2 / 84,3%	101196 / 84,7%	268 / 100,01%	53,9 / 84,4%

Таким образом, формирование оптимальных графиков нагрузки существенно снижает расход и затраты на электроэнергию предприятий с дискретно-непрерывными моделями электропотребления, только лишь за счёт перераспределения режимов производства, что возможно, как правило, без существенных денежных вложений.

## ТЕРМОЛАБИЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНА ЗЛАКОВ

Корко В.С.,

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Модель вещества зерна можно упрощено представить как матрицу из пористого материала, содержащую в порах влагу. Матрица, в свою очередь, обладает сложной структурой и ярко выраженными гидрофильными свойствами. При этом считают, что в пределах гигроскопического влагосодержания вся вода в веществе злаков связана физико-химически. С точки зрения электрофизических характеристик в таком виде связанная влага сообщает веществу новые свойства, повышая его электрическую проводимость. Приближенный расчет проводимости вещества может быть проведен по формуле Френкеля для ионных проводников:

$$\gamma = \frac{n_0 q^2 \delta^2 \nu}{6kT} e^{-\frac{U_0}{kT}} = A e^{-\frac{U_0}{kT}}, \quad (1)$$

где  $n_0$  – концентрация свободных ионов,  $\text{м}^{-3}$ ;  $q$  – заряд иона, Кл;  $\delta$  – длина свободного пробега иона, м;  $\nu$  – частота собственных колебаний иона,  $\text{с}^{-1}$ ;  $k$  – постоянная Больцмана, Дж/К;  $T$  – температура среды, К;  $U_0$  – энергия активации, Дж;  $A$  – постоянная величина, существенно не зависящая от температуры, так как ее влияние практически не сказывается на величине предэкспоненциального множителя, а проявляется через показатель степени.