

Нормування електроспоживання в системі електропостачання Олександрійської фабрики діаграмних паперів

В статті наведені результати дослідження електроспоживання в системі електропостачання Олександрійської фабрики діаграмних паперів та виведені енергетичні характеристики, які можуть служити основою нормування електроспоживання.

електроспоживання, енергетичні характеристики, кореляційний аналіз, питомі витрати електроенергії, нормування електроспоживання

Розвиток енергетики, зростання енергоспоживання в промисловості виставляють нові вимоги до точності і обґрунтованості рішення різноманітних техніко-економічних і оптимізаційних задач, пов'язаних з раціональним використанням електричної енергії.

Як показує досвід, накопичений в нашій країні і за кордоном для ефективного рішення вказаних задач необхідні науково і технічно обґрунтовані норми загальних і питомих витрат електричної енергії та урахування властивостей і характеристик споживачів електроенергії.

Основи теорії і розрахунку по нормуванню електроспоживання в промисловості і його раціонального використання на основі енергетичних балансів і енергетичних характеристик закладені в працях Гофмана І.В., Авілова-Карнаухова Б.Н., Ястребова П.П., Волобрина С.Д., Тайца А.А., Константинова Б.Н., і інших.

У відповідності до цілей и задач дослідження електроспоживання на Олександрійській фабриці діаграмних паперів (ОФДБ) розглядалися наступні питання:

- ознайомлення зі станом нормування електроспоживання підприємств поліграфічної промисловості;
- ознайомлення зі структурою електроспоживання, технологічним процесом і існуючими методами нормування електроспоживання на досліджуваному підприємстві;
- розробка методики і математичної моделі дослідження електроспоживання по цехам і фабриці в цілому;
- вибір показників нормування і виведення енергетичних характеристик, що є основою дослідження електроспоживання і розрахунку загальних і питомих витрат електричної енергії в залежності від продуктивності (випуску продукції).

Практика і статистичні дослідження показують, що зростання праці, впровадження нових підприємств і технологічних установок приводить до зростання електроспоживання в промисловості. Ця тенденція буде, напевне, зберігатися і в майбутньому до тих пір поки не буде обґрунтований і встановлений критерій оптимального рівня електрифікації промислового виробництва.

Зростання електроспоживання пред'являє, в свою чергу, все більш жорсткі вимоги до обґрунтування необхідних витрат енергії на випуск продукції.

Таким чином, визначення науково обґрунтованих загальних і питомих витрат електроенергії на одиницю продукції є важливою задачею.

Визначаючи на наукових засадах значення загальних і питомих витрат електроенергії на одиницю продукції чи роботи, ми створюємо базу для розрахунку потреби в енергетичних ресурсах ділянок виробництва, цехів, підприємств, територіальних комплексів і країни в цілому.

У широкому сенсі роботи по нормуванню електроспоживання на підприємствах повинні включати в себе:

- дослідження технології і енергетики процесів, аналіз факторів, що впливають на продуктивність і витрати електроенергії, встановлення зв'язку між витратами енергії і продуктивністю;
- аналіз технологічних операцій і процесів, нормалізацію енергетичних і технологічних параметрів і встановлення раціональних режимів роботи устаткування;
- аналіз фактичних питомих витрат енергії, оцінку можливості зниження витрат і планування конкретних заходів по економії енергії;
- складання нормалізованих енергобалансів, а де це можливо, енергетичних характеристик і розрахунок на цій основі обґрунтованих норм загальних і питомих витрат енергії;
- впровадження встановлених норм, контроль за їх виконанням, складання і аналіз фактичних енергобалансів і енергетичних характеристик, виявлення нових резервів економії енергії;
- перегляд на вказаній основі діючих норм і встановлення нових, більш прогресивних.

Таким чином, технічне нормування пов'язане з технологією виробництва і раціоналізацією енергогосподарства, а також енергетичним обліком, контролем і аналізом електроспоживання, утворюють разом з ними комплексну систему робіт, що планомірно проводяться і періодично повторюються та забезпечують ефективне використання енергоресурсів.

В основі виходу розрахунково-дослідних зв'язків покладена енергетична характеристика вигляду:

$$W = f(A), \quad (1)$$

де W – загальна витрата електроенергії, $\text{кВт} \cdot \text{год}$;

A – випуск продукції, тис.м^2 .

Для обліку впливу на електроспоживання випадкових і другорядних факторів використовується апарат теорії ймовірностей і математичної статистики, а саме кореляційний аналіз.

Інформація по випуску продукції і втратам електроенергії за 40-60 діб отримана на основі даних планово-виробничого відділу підприємства і відділу головного енергетика.

Вхідні дослідні дані групуються у формі подвійної кореляційної таблиці, яка являє собою основу для вивода зв'язку (1) методом математичної статистики.

Для того, щоб знайти зв'язок (1) потрібно вирішити дві задачі: визначити форму зв'язку і встановити її силу (тісноту).

Аналіз дослідних даних дозволяє стверджувати, що кореляційні зв'язки (1) можуть бути приблизно представлені прямою лінією вигляду:

$$W = b \cdot A + W_{\text{ном.}}, \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}}. \quad (2)$$

Дані по електроспоживанню і випуску продукції за 47 діб цеха стрічкових діаграм ОФДБ приведені в таблиці 1, яка являє собою основу для подальших досліджень.

На основі таблиці 1 знаходимо показники статистичного зв'язку:

- повні середні

$$A = \frac{\sum n_A \cdot A_h}{n} = 671.27 \text{ тис.м}^2; \quad (3)$$

$$W = \frac{\sum n_m \cdot W_i}{n} = 2.31 \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}}; \quad (4)$$

- стандарти

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{1}{n} \sum n_A \cdot A_h^2 - A^2} = 87.97 \text{ тис.м}^2; \quad (5)$$

$$\sigma_W = \sqrt{\frac{1}{n} \sum n_w \cdot W_i^2 - W^2} = 0.164 \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}}; \quad (6)$$

- коваріація (cov)

$$\mu_{11} = \frac{1}{n} \cdot \sum n_{h,i} \cdot A_h \cdot W_h - \bar{A} \cdot \bar{W} = 7.008; \quad (7)$$

- коефіцієнт кореляції

$$r = \frac{\mu_{11}}{\sigma_A \cdot \sigma_W} = 0.4856. \quad (8)$$

Таблиця 1 - Подвійна кореляційна таблиця до виводу зв'язку $W = f(A)$ цеха стрічкових діаграм

$A_h, \text{ тис.м}^2$ W_i $\text{тис.кВт} \cdot \text{год}$ доба	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	n_w
2.0	1	1									2
2.2	2	1	5	5	5	5	1				24
2.4		2		5	5	3					15
2.6			1		1	2	1				5
2.8										1	1
n_A	3	4	6	10	11	10	2	0	0	1	47
$\bar{W}_h$	2.133	2.25	2.26	2.3	2.32	2.34	2.4	-	-	2.8	

Коефіцієнт кореляції оцінюється за співвідношенням:

$$|r| \cdot \sqrt{n-1} = 0.485 \cdot \sqrt{47-1} = 3.29 > 3, \quad (9)$$

яким визначається його значущість і реальність існування встановленого зв'язку;

- кореляційне відношення:

$$\eta = \frac{\sigma_{\bar{W}}}{\sigma_W} = 0.554, \quad (10)$$

де

$$\sigma_W = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum n_A \cdot \bar{W}_h^2 - \bar{W}^2} = 0.0908 \quad (11)$$

знаходимо допоміжний критерій:

$$T_{\eta} = \frac{(S-2) \cdot (1-n^2)}{(n-S) \cdot (\eta^2 - r^2)} = 1.48, \quad (12)$$

де S – число строїв кореляційної таблиці 1.

Крім цього, ступені свободи K_1 і K_2 рівні:

$$K_1 = n - S = 47 - 8 = 39; \quad (13)$$

$$K_2 = S - 2 = 8 - 2 = 6. \quad (14)$$

За таблицею F-розподілення з надійністю висновку 0,95 (при рівні значущості $\alpha=0,05$) знаходимо $T_{\text{табл.}} = 3,77$. Так як $T_{\eta} < T_{\text{табл.}}$, то це вказує на те, що розходження між кореляційним відношенням і коефіцієнтом кореляції можна вважати випадковим, а регресію – прямолінійною.

Коефіцієнт регресії

$$\rho = r \cdot \frac{\sigma_W}{\sigma_A} = 0.485 \cdot \frac{0.164}{87.97} = 0.0009. \quad (15)$$

Використовуючи отримані величини складаємо рівняння регресії:

$$W - \bar{W} = \rho \cdot (A - \bar{A}) \text{ чи} \\ W - 2.31 = 0.0009 \cdot (A - 671.27),$$

звідки

$$W = 1.704 + 0.0009 A \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}}. \quad (16)$$

Розділив обидві частини рівняння 16 на продукцію, що випускають A отримаємо значення питомих втрат електроенергії W

$$W = \frac{1.704}{A} + 0.0009 \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{тис.м}^2}. \quad (17)$$

Оцінку похибки між розрахунковими значеннями електроспоживання, розрахованими за рівнянням (2) енергетичної характеристики і дослідними даними W_h , вказаними в подвійній кореляційній таблиці 1 зручно виконати за середньоквадратичним відхиленням на одиницю ваги шуканого зв'язку за формулою:

$$\sigma_{\%} = \sqrt{\frac{1}{n-c} \cdot \sum \left(\frac{W - \bar{W}_h}{W} \cdot 100 \right)^2 \cdot n_A} = \sqrt{\frac{1}{47-2} \cdot 142.27} = 1.77, \quad (18)$$

де W – розрахункові значення енергоспоживання;

$\bar{W}_h$ – дослідні значення енергоспоживання;

c – число невідомих параметрів, визначаємих для даного виду зв'язку.

Аналогічні розрахунки були проведені для решти цехів і в цілому по фабриці окремо для літнього і зимового періодів. Дані розрахунків приведені нижче.

Дослідження показали, що сезонні фактори суттєво впливають на електроспоживання в цілому по фабриці через сезонну роботу системи кондиціонування і не впливають на електроспоживання основних виробничих цехів, облік витрати електроенергії котрих не включає систему кондиціонування, що відноситься до загальновиробничих витрат.

Цех дискових діаграм:

$$W = 0.416 A + 404.4 \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}};$$

$$w = 0.416 + \frac{404.4}{A} \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{тис.м}^2};$$

$$\sigma_{\%} = 1.7.$$

Енергетичні характеристики фабрики:

- літній період:

$$W = 8.08 + 0.0058A \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}};$$

$$w = \frac{8.08}{A} + 0.0058 \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{тис.м}^2};$$

$$\sigma_{\%} = 2.57;$$

- зимовий період:

$$W = 2.03A + 5458.61 \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}};$$

$$w = 2.03 + \frac{5458.61}{A} \frac{\text{тис.кВт} \cdot \text{год}}{\text{тис.м}^2};$$

$$\sigma_{\%} = 1.6.$$

Висновки

1. Доведені значимість і реальність існування зв'язку між загальними і питомими втратами електроенергії і випуском продукції.

2. Отримані енергетичні характеристики з похибкою, не перевищуючою 2% можуть бути використані для практичних розрахунків по нормуванню електроспоживання і його раціональному використанню.

3. Об'єднуючи розрахунки по виводу показників статистичного зв'язку, рівнянь енергетичних характеристик і їх похибок на ПК, отримуємо повністю автоматизований метод дослідження і виводу енергетичних характеристик для даної галузі промисловості.

Список літератури

1. Авилов-Карнаухов Б.Н, Казанцев Ю.И. Применение статистических методов и ЭЦВМ к расчету и нормированию электроэнергии в промышленности строительных материалов. /Сб. Нормирование расходов электроэнергии. М.: МДНТП им. Ф.Э. Дзержинского, 1970.
2. Ястребов П.П. Исследование и нормирование электроэнергии в процессах переработки хлебных культур. М.: «Колос». - 1973.
3. Казанцев Ю.И. Основная энергетическая характеристика промышленных предприятий с массовым выпуском однородной продукции. Известия СО АН СССР, 1970, №3.
4. Казанцев Ю.И. Энергетические характеристики предприятий промышленности строительных материалов при многономенклатурном производстве. / Сб. Электрические сети и системы. Львов, вып. 17, 1981.
5. Романовский В.И. Математическая статистика, кн. 2, Изд. АН СССР, 1971.
6. Харман Г. Современный факторный анализ. М.: «Статистика», 1972.

В статье приведены результаты исследования электропотребления в системе электроснабжения Александрийской фабрики диаграммных бумаг и выведены энергетические характеристики, которые могут служить основой нормирования электропотребления.

In the article are organized the results of the research of the consumption of electric energy in the system of the electric supply of the chart paper factory of Alexandria, and developed energy characteristics that can serve as a background for normalization of the energy consumption.