

УДК 658.26

Л. В. ЕГИАЗАРЯН

РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Показано, что нормативная величина расхода электроэнергии энергоустановки с двигателем приводом находится в квадратичной зависимости от производительности, а не обратно пропорционально последней, как это принято считать на практике. Разработан метод уточненного расчета нормативной характеристики с использованием понятия электроемкости продукции.

Ил. 2. Библиограф.: 3 назв.

*Յույժ է արված, որ էլեկտրական շարժիչ-շարժողակ պարունակող էներգատեղակայման էլեկտրաէներգիայի ծախսի շափարոշ մեծությունը ոչ թե հակադարձ համեմատական է ինչպես այդ րեղունված է գործնական հաշվարկներում, այլ երկրորդ կարգի կախում ունի արտադրականությունից: Մշակված է արտադրանքի էլեկտրատնակություն հակադրության օգտագործման վրա հիմնված էջոված շափարոշ բնութագրի որոշման մեթոդ:*

Известно, что норма расхода электроэнергии—это необходимое количество электроэнергии для производства энергоустановкой единицы продукции (работы) установленного качества в определенном технологическом цикле производства [1]. Расчетно-аналитический метод определения нормы расхода электроэнергии (энергоресурса) основывается на разработке и использовании индивидуальных нормативных характеристик энергоустановок, представляющих зависимости удельного расхода энергоресурсов от производительности энергоустановки, работающей в оптимальном эксплуатационном режиме, вида

$$H = \varphi(Q), \quad (1)$$

где  $H$ —норма расхода электроэнергии,  $Q$ —производительность энергоустановки.

Отраслевые инструкции [2, 3] норму расхода электроэнергии энергоустановок с электродвигателями рекомендуют определить по формуле

$$H = k_{\text{н}} P_{\text{ном}} T / Q, \quad (2)$$

где  $k_{\text{н}}$ ,  $P_{\text{ном}}$ ,  $T$ —коэффициент использования, номинальная мощность и продолжительность включения двигателя. Величина  $k_{\text{н}}$  энергоустановок в каждой отрасли промышленности принимается постоянной. Следовательно, норма оказывается в обратно пропорциональной зависимости от производительности, т. е. от коэффициента загрузки  $k_{\text{н}}$  установки. В то же время энергетические характеристики энергоустановок (двигателя и механизма) имеют более сложный характер и упомянутое упрощение его обуславливает значительные (до 10—30%) погрешности результатов расчета (рис. 1).

В статье предлагается практический метод разработки зависимости вида (1) с учетом характеристик действующих энергоустановок с электродвигательным приводом, которые имеют наибольшее распространение в промышленной энергетике. Для определения этой зависимости гребуются реальные электрические и технологические характеристики установки, которые, как правило, отличаются от заданных её паспортных характеристик вследствие технического износа установки в процессе эксплуатации. Таким образом требуется определить  $H = f(P_2, Q, k_{\text{внс}})$  при ограничениях  $\check{Q} < Q < \bar{Q}$ , где  $P_2$  — матрица параметров энергоустановки,  $k_{\text{внс}}$  — поправочный эксплуатационный коэффициент.

Под энергоустановкой подразумевается технологическая установка, представляющая агрегат электрический двигатель—технологическая машина (механизм), преобразующий электроэнергию (мощность  $P_1$ ), потребляемую из электросети в конечную работу (полезную мощность  $P$ ) на выходе установки (рис. 2а). Для мощных и массовых энергоустановок действующих предприятий нормативную характеристику реально возможно определить на основе экспериментальных замеров фактического расхода электроэнергии  $P_1$  и произведенной продукции  $Q$  (работы) за характерный и доступный период работы—цикл, смену и т. п. в условиях соблюдения нормального технологического режима.

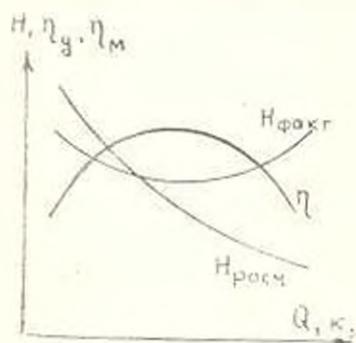


Рис. 1. Характеристики энергоустановки

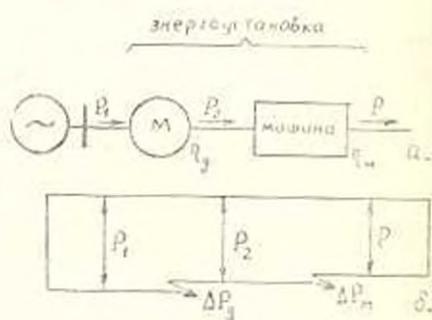


Рис. 2. Энергетическая диаграмма эле. гоустановки.

Преобразование электроэнергии в энергоустановке сопровождается потерями мощности в двигателе  $\Delta P_у$  и в механизме (машине)  $\Delta P_м$ . Для установления связи между затраченной полезной мощностью и произведенной продукцией вводится понятие электроемкости продукции (работы) энергоустановки, равной  $c = P/Q$ . Экспериментально определенное значение электроемкости косвенно отображает влияние  $k_{\text{внс}}$  на её теоретическую величину. Потери мощности энергоустановки определяются с помощью КПД электродвигателя  $\eta_у$  и машины  $\eta_м$ .

$$\eta_d = f_1(\Pi_d, k_1), \quad \eta_m = f_2(\Pi_m, k_2),$$

где  $\Pi_d$ ,  $\Pi_m$  — матрицы параметров двигателя и машины,  $k_1 = P_1 \eta_d / P_{ном,д}$  — коэффициент загрузки двигателя,  $k_2 = k_1 \eta_m / \alpha$  — коэффициент загрузки машины,  $\alpha = P_{ном,м} / P_{ном,д}$  — коэффициент согласования мощностей двигателя и машины,  $P_{ном,д}$  и  $P_{ном,м}$  — номинальные мощности двигателя и машины.

Из рис. 26 следует:  $\eta = k_1 P_{ном,д} / P$ ,  $\eta_m = P_1 (k_2 P_{ном,д}) / P$ ,  $P = P_1 \eta_d \eta_m$ ,  $P_1 = e Q / (\eta_d \eta_m)$ . При этом норма расхода электроэнергии определяется как

$$H = eT + \Delta P_1 T Q, \quad (2)$$

где  $T$  — время работы энергоустановки при производстве продукции (работы) в объеме  $Q$ ,  $\Delta P_1 = P_1 (1 - \eta_d \eta_m)$  — потери мощности в энергоустановке.

Выражение (2) представим в виде

$$H = H_1 + H_2,$$

где  $H_1 = eT$  — постоянная составляющая нормы расхода электроэнергии, определяемая характеристиками процесса преобразования энергии в энергоустановке;  $H_2 = \Delta P_1 T Q$  — переменная составляющая нормы расхода электроэнергии, определяемая техническими параметрами элементов энергоустановки и режимом её работы.

При производстве продукции  $Q$  за время  $T$  расходуется энергия, равная

$$E = (eQ + \Delta P_1) T, \quad (3)$$

При изменении производительности до  $Q_1$  за то же время расход энергии определится по формуле (3), где потери мощности в энергоустановке будут соответствовать данной производительности

$$\Delta P_{м1} = k_{м1} (1 - \eta_{д1} \eta_{м1}) P_{ном,д} \eta_{д1}.$$

Для получения зависимости (2) действующей установки при заданных экспериментальных значениях одного режима ( $P_1$ ,  $T$ ,  $Q$ ) определяется приближенное значение коэффициента загрузки  $\bar{k}_1 = \eta_{ном,д} / P_1 P_{ном,д}$ . Далее, по величине  $\bar{k}_1$  вычисляется  $\eta_{д1} = f_1(\Pi_d, \bar{k}_1)$  и уточняется значение коэффициента загрузки по формуле  $k_1 = \bar{k}_1 \eta_d / \eta_{д1}$ . Для этого режима рассчитывается значение  $\eta_m = f_2(\Pi_m, k_2)$ , определяются полезная мощность энергоустановки  $P$  и постоянная составляющая нормы  $H_1$ . Задаваясь рядом значений  $k_{мi}$ , определяется соответствующий ряд значений  $\eta_{дi}$ ,  $\eta_{ми}$ ,  $\Delta P_{мi}$ ,  $Q_i$ ,  $H_{2i}$ ,  $i = 1, L$ , где  $L$  — число расчетных точек кривой аппроксимации. Пу-

тем квадратичной аппроксимации полученных данных определяется нормативная характеристика энергоустановки

$$H = a + bQ + cQ^2,$$

где  $a, b, c$  — коэффициенты аппроксимации.

По известным индивидуальным нормам далее определяются групповые нормы расхода электроэнергии. Для некоторого технологического процесса с производительностью  $Q_T$  нормативная характеристика в нем занятой группы энергоустановок определяется формулой

$$H_T = \frac{1}{Q_T} \sum_{k=1}^N a_k Q_k + \sum_{k=1}^N b_k Q_k : Q_T \sum_{k=1}^N c_k Q_k.$$

где  $Q_k, a_k, b_k, c_k$  — производительность и коэффициенты  $k$ -ой энергоустановки,  $N$  — число энергоустановок в группе.

Маломощные энергоустановки с суммарным потреблением энергии порядка 10—15% от ожидаемых общих электрозатрат при нормировании и представляются с помощью обобщенных нормативных характеристик (ОНХ), что обеспечивает достаточную точность расчетов. ОНХ каждой энергоустановки приписывается зависимость  $\eta_k = f_1(P_k, k_k)$  асинхронного двигателя с параметрами, характерными для маломощных машин. Параметры обобщенной энергоустановки определяются как средневзвешенные величины времени работы, коэффициента загрузки и активной мощности энергоустановок рассматриваемой группы.

Если известны номинальные параметры электродвигателя энергоустановки  $\gamma_{ном}, s_{ном}, b_m, \cos \varphi_{ном}, U_{ном}$ , то его КПД вычисляется в следующей последовательности.

1.  $s_c = s_{ном} (b_m + 1 \sqrt{b_m^2 + 1})$  — критическое скольжение;
2.  $r_1 = a_1 \gamma_k (1 - s_{ном}) / [2,02c_1 b_m (c_1 + a_1 s_k)]$ , где  $a_1 = 1,7$  при  $U_{ном} = 380$  В и  $a_1 = 1$  при  $U_{ном} = 6$  кВ;  $c = 1,03$ ;
3.  $\Delta P_{м. ст. ном} = \Delta P_{ст. ном} + \Delta P_{м. п. ном}$  — номинальные активные потери мощности в обмотках двигателя, где  $\Delta P_{м. ст. ном} = r_1 (\gamma_{ном}^2 \cos^2 \varphi_{ном}) =$  номинальные активные потери мощности в статоре,  $\Delta P_{м. п. ном} = 1,01 s_{ном} (1 - s_{ном})$  — номинальные активные потери мощности в роторе;
4.  $\Delta P_{с. ном} = (1 - \gamma_{ном} \gamma_{ном} - 0,015 - \Delta P_{м. ном})$  — номинальные активные потери мощности в стали двигателя;
5.  $a_1 = \Delta P_{с. ном} (1 - s_{ном}), a_2 = \Delta P_{м. ном} (1 - s_{ном})$  — коэффициенты;
6.  $\eta_k = \frac{k_1^2 k_2 - s_{ном} k_2^2}{k_1^2 k_2 + 0,01 k_2^2 - s_{ном} k_2 - 0,01 s_{ном} k_1 + a_1 k_1^2 + a_2 s_1^2}$  — КПД двигателя при заданных значениях  $k_1$  и  $k_2, U/U_{ном}$ .

При практическом нормировании расхода электроэнергии энергоустановок с электродвигательным приводом необходимо пользоваться

нормативными характеристиками, разрабатываемыми на основе характеристик двигателя и технологической машины (механизма) с использованием экспериментальных данных одного эксплуатационного режима работы установки.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Основные положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве.—М.: Атомиздат, 1986.—16 с.
2. Временная инструкция по нормированию расхода газа и электрической энергии в литейном производстве.—Минск: Авторемпроект, 1981.—106 с.
3. Инструкция по нормированию расхода электрической энергии при обогащении руды на предприятиях медной подотрасли.—Свердловск: УНИПРОМЕДЬ, 1983.—47 с.

ЕрПИ

2 IV, 1989

Изв. АН Армении (сер. ТН), т. XLIII, № 6, 1990, с. 276—280.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 531.75:65.011.56

С. Г. КЮРЕГЯН

### К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ

Рассмотрена операция отпуска и приема жидких продуктов, осуществляемая парком различных резервуаров. Задача сведена к нелинейному программированию с критерием минимума погрешности измерения массы всего продукта.

Определено оптимальное распределение продуктов в резервуарах, на основании чего предлагается построить автоматизированную систему распределения и учета жидких продуктов в резервуарном парке.

Табл. 1. Библиогр.: 2 назв.

*Գրադրված է հեղուկ նյութերի ստացման և առաքման գործողության իրագործումը տարրեր պահեստարանների համակարգի միջոցով: Այն բերված է ոչ դժային ծրագրավորման խնդրի՝ բազա ամբողջ նյութի շտիման փոքրագույն սխալի շտիմանիչով: Որոշված է հեղուկ նյութերի նպաստակաճարմար բաշխումը պահեստարաններում, որի հիման վրա տեսչարկվում է պահեստարանների համակարգում ստեղծել հեղուկ նյութերի բաշխման և հաշվառման ավտոմատացված նոմակարգ:*

Учет жидких продуктов в вертикальных резервуарах при проведении товарных операций осуществляется с лимитированной погрешностью. Например, ГОСТ 26976-86 [1] регламентирует учет массы нефтепродуктов с относительной погрешностью не более  $\pm 0,5\%$ .

В общем случае товарные операции проводятся одновременно в нескольких резервуарах, при этом масса продукта  $M$  определяется как

273

