

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Некоторые вопросы технического учета электроэнергии на промышленном предприятии

Саитбаталова Р. С., канд. техн. наук

Казанский государственный энергетический университет

Предложена методика выбора мест установки приборов для измерения активной энергии с целью систематического контроля за расходом электроэнергии при минимальном количестве электросчетчиков из-за отсутствия достаточных средств для организации полного технического учета электроэнергии.

Ключевые слова: экономия электроэнергии, технический учет, электрические счетчики, автоматизированные системы управления (АСУ), системы регистрации.

Нормирование расхода электроэнергии необходимо для обеспечения ее рационального и экономного потребления в процессе производства. С целью его реализации требуется организация технического учета расхода электроэнергии, который в настоящее время осуществляется с помощью электросчетчиков или информационно-измерительных систем (типа АСКУЭ), входящих в АСУ. При использовании информационно-измерительных систем в цехах и других подразделениях устанавливаются специальные приборы, совмещающие помимо прочих функции датчиков, охватывающих необходимое число точек. Приборы, подключаемые непосредственно к измерительным трансформаторам, имеют встроенный монитор и цифровой канал связи для подключения к АСУ, находящейся на уровне предприятия.

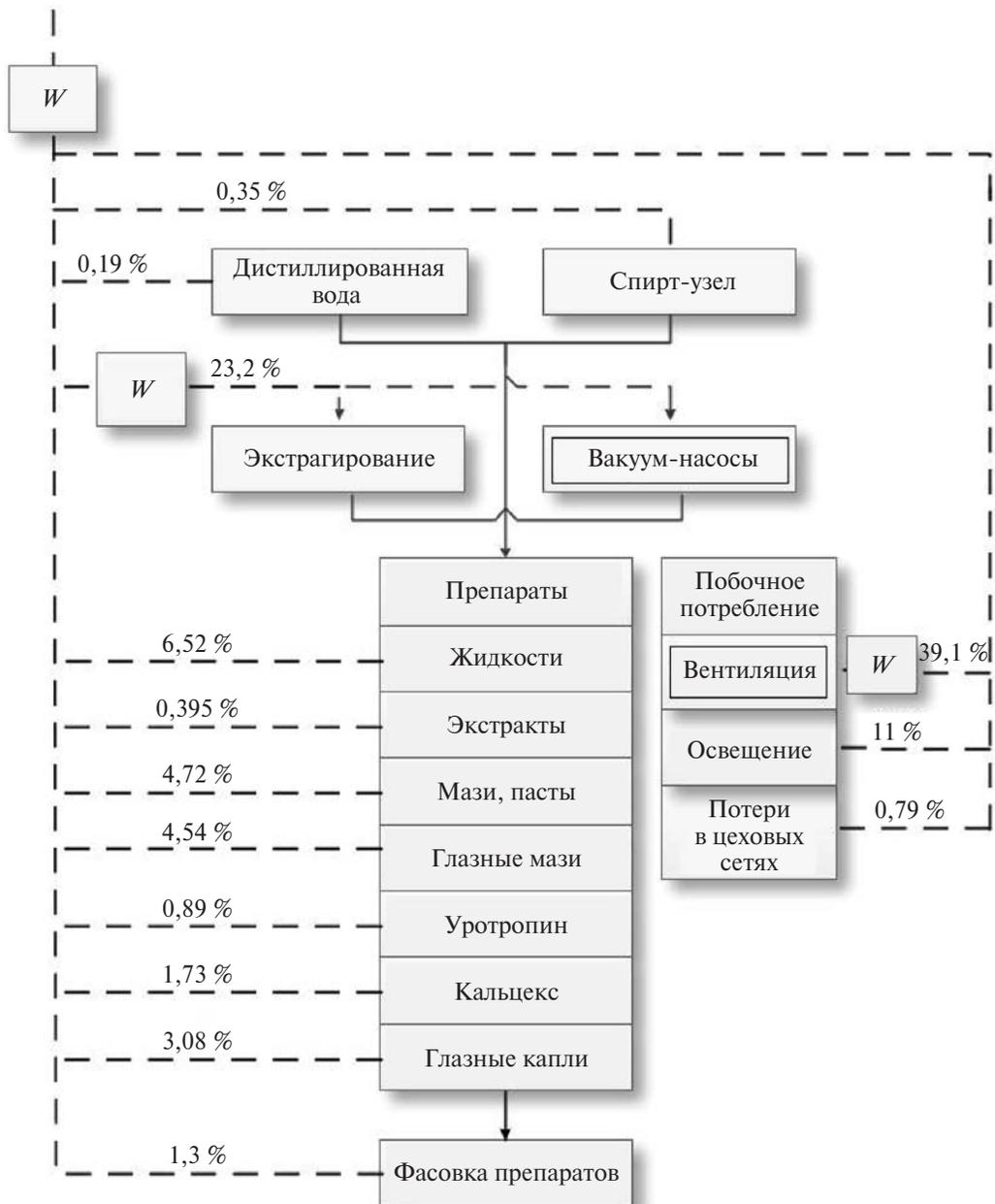
Электросчетчики обычно размещают на подстанциях, руководствуясь «Общими положениями о порядке учета и контроля расхода топлива, электрической и тепловой энергии на промышленных и других предприятиях». Поскольку нередко электроприемники получают питание по нескольким (более двух) линиям от шин подстанций, от которых питаются и другие потребители, возникает задача эффективного размещения электрических счетчиков активной энергии для контроля за нормой электропотребления. Эта задача актуальна при установке датчиков (приборов) и в случае применения информационно-измерительного комплекса.

Основными приборами контроля за расходом электроэнергии до настоящего времени

были индукционные счетчики класса точности 2,5, имеющие много недостатков и часто не удовлетворяющие современным требованиям к учету электроэнергии, особенно больших ее потоков. Для повышения точности измерений мощности и энергии нужно учитывать особенности энергетических процессов при наличии нагрузок, ухудшающих форму кривой напряжения и создающих колебания напряжения и несимметрию. Точность измерений мощности и энергии, потребляемых нагрузкой в системе электроснабжения, определяется не только классом точности измерительного прибора, но и его структурой, т. е. зависит от того, насколько полно применяемое устройство учитывает искажающие свойства нагрузок.

Электронные счетчики электроэнергии классов точности 0,2 и 0,5 позволяют более точно, чем индукционные, учитывать расход электроэнергии, имеющей значительные отклонения от нормируемых показателей ее качества. Помимо этого они обладают широкими возможностями измерения активной и реактивной мощности и электроэнергии. Их применяют также в составе комплекса АСКУЭ. Основной их недостаток — высокая стоимость.

В статье предлагается методика выбора мест установки приборов измерения активной энергии для систематического контроля за расходом электроэнергии. Для выбора производственных процессов и установок, электропотребление которых следует упорядочить в первую очередь, необходимо представить процессы и установки как основных цехов, так и всего предприятия в виде по-



следовательной технологической цепи с количественным указанием потребления электроэнергии по отдельным процессам. Благодаря этому наглядно выделяются стадии производства со значительными расходами электроэнергии.

В качестве примера на рисунке представлена схема производственного процесса одного из цехов ПО "Татхимфармпрепараты", где направления потоков сырья и промежуточных продуктов показаны стрелками, а распределение электроэнергии — штриховыми линиями. Как видно, значительный годовой объем электроэнергии (39,1 %, или 465 000 кВт · ч) расходуется на вентиляцию, а из технологических установок наибольшее годовое элек-

тропотребление (280 000 кВт · ч) наблюдается у вакуум-насосов. На рисунке указаны требуемые места расположения приборов учета расхода электроэнергии (W). Общий годовой расход электроэнергии 1 188 228 кВт · ч принят за 100 %. Однако из-за особенностей схемы электроснабжения цеха установка отдельного счетчика для контроля за расходом электроэнергии на вентиляцию невозможна, так как вентиляционные установки получают питание совместно с технологическим оборудованием от нескольких распределительных пунктов. По техническим условиям устанавливать электрические счетчики можно лишь на питающих цех линиях, присоединенных к шинам подстанции. Но кроме них от шин

Таблица 1

Место установки прибора измерения активной энергии (номер фидера, РП)	Величина снижения интервала неопределенности потерь	
	мощности, кВт	электроэнергии, кВт · ч
Ф14, РП-1, РП-2, Ф29 ПС 1 (ввод в цех № 1)	0,0425	255
Ф11, РП-1, Ф25, РП-4	0,0233	134
Ф33, Ф24, РП-13 (глазные мази)	0,00753	45
Ф35, РП-11 (глазные капли)	0,0051	31
Ф7, РП-6 (спиртузел)	0,0022	13

подстанции отходят и другие линии, по которым получают питание прочие потребители. Поэтому необходимо определить наиболее целесообразную последовательность установки электрических счетчиков, а также дать технико-экономическое обоснование такого их расположения.

В первую очередь электрические счетчики устанавливаются на тех линиях, достоверная информация о которых позволяет наиболее значительно снизить интервал неопределенности потерь мощности и электроэнергии. При наличии данных о суммарной нагрузке сети среднеквадратическая погрешность измерения потерь мощности определяется по формуле [1]

$$\Delta[\Delta P] = \frac{2}{U^2 b} \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i b - a)^2 \Delta_i^2},$$

где U — напряжение сети.

Значения коэффициентов a , b , c_i находят из выражений:

$$a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_i m_j R_{ij};$$

$$b = \sum_{i=1}^n m_i;$$

$$c_i = \sum_{j=1}^n m_j R_{ij},$$

где m_i и m_j — математические ожидания нагрузки i -го и j -го узлов; R_{ij} — взаимное (если $i=j$, то собственное) узловое сопротивление; n — число узлов.

В качестве примера в табл. 1 приведены результаты расчета целесообразной последовательности оснащения сети, питающей цех ПО «Татхимфармпрепараты», средствами из-

мерения активных нагрузок и показатели эффективности их применения. Фидеры 14, 11, 33, 35, 7 присоединены к I секции шин подстанции, а 29, 25, 24 — к II секции шин подстанции. Как видно, в первую очередь необходимо установить электрические счетчики активной энергии на фидерах 14, 29, затем — на фидерах 11, 25 и т. д.

После приблизительной расстановки счетчиков следует оценить экономический эффект от применения системы технического учета. Его можно найти по формуле [2]

$$\mathcal{E}_y = \Delta e W c (1 - \Pi) - [E_H (K_y n + K_{o.t.m} + K_H) + N_y n + N_H],$$

где Δe — относительная величина ожидаемой экономии электроэнергии; W — годовой расход электроэнергии, кВт · ч; c — стоимость 1 кВт · ч электроэнергии, руб.; Π — доля общей экономии, расходуемой на премирование работников, обеспечивающих ее получение, отн. ед.; $E_H = 0,15$ — нормативный коэффициент отчислений; K_y — единовременные затраты на приобретение и установку одного прибора, руб.; K_H — единовременные затраты, связанные с разработкой и применением научно обоснованных норм расхода электроэнергии, руб.; $K_{o.t.m}$ — единовременные затраты, связанные с внедрением мероприятий по улучшению режима электропотребления, руб.; N_H — ежегодные расходы, связанные с научно обоснованной нормой расхода электроэнергии, руб./год; N_y — ежегодные расходы на обслуживание одного прибора учета электроэнергии, руб./год; n — число приборов учета.

В табл. 2 приведены результаты расчета годового экономического эффекта применительно к цеху ПО «Татхимфармпрепараты». При этом предполагалось, что уже проведены организационные мероприятия, направленные на экономию электроэнергии (и со-

Таблица 2

Место установки прибора измерения активной энергии (номер фидера)	Годовой расход электроэнергии, кВт · ч	Экономический эффект, тыс. руб/год
Ф14	362 400	84,9184
Ф11	337 706	77,8022
Ф24	316 728	72,1174
Ф29	169 200	30,7732
Ф25	162 243	28,753
Ф33	147 607	24,6655
Ф35	54 702	– 1,3155
Ф7	7682	– 14,447

ответственно $K_{0.т.м} = 0$), на питающих линиях установлены электрические счетчики типа “Альфа”, а стоимость электроэнергии $c = 2,49$ руб/(кВт · ч). Как видно, экономический эффект отрицателен при установке счетчиков на фидерах 35 и 7. Таким обра-

зом, из восьми питающих линий электрические счетчики можно устанавливать только на шести, где экономический эффект положителен.

В заключение следует отметить, что предлагаемый подход к организации технического учета электроэнергии позволяет:

при минимальном количестве электрических счетчиков получить достаточную информацию для расчета технических потерь электроэнергии в сети;

осуществлять контроль за расходом электроэнергии;

составлять баланс электрической энергии по предприятию и цехам;

контролировать общепроизводственную заводскую норму.

Список литературы

1. Железко Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. — М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Забелло Е. П. Народнохозяйственная эффективность информационно-измерительных систем учета и контроля электроэнергии. — Промышленная энергетика, 1983, № 1.

SaidBat@gmail.com