

нерные расчеты, улучшать конструкторское мышление, тем самым не давая допускать им такие ошибки, которые влекут за собой не только разрушение, но и гибель людей.

Выводы:

- в ходе исследования были проведены ознакомления с бизнес-правилами предприятия и составлены схемы работы отделов ПКТИ в текстовом виде;
- в результате анализа полученной информации были составлены графические модели работ всех структурных единиц ПКТИ;
- были выявлены недостатки организации процессов и предложены рациональные пути их решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романова М.А. Управление проектами развития. Маркетинг / М. Романова - 2005. - №6 (85). - 92 с.
2. Андерсен, Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Б. Андерсен; пер.с англ. С.В. Ариничева; науч.ред. Ю.Л. Адлер. - 3-е изд. - М.: РИА Стандарты и качество, 2005. - 25 с.
3. Виноградова О.В. Реінжиніринг бізнес - процесів у сучасному менеджменті: Монографія / О.В. Виноградова - Донецьк: ДонДУЕТ ім.М.Туган-Барановського, 2005. -29 с.
4. Абдикеев Н.М. Реинжиниринг бизнес-процессов / . - М.: Эксмо, 2005. - 47 с.
5. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. «Управление жизненным циклом продукции», Москва, Анахарсис, 2002 г. ISBN 5-901352-16-5, стр. 162.
6. Дубова Н.В. Системы управления производственной информацией. Открытые системы, # 3, 1996, 93 с.
7. Зыков О.А. Промышленная автоматизация: движение от САПР к PLM. // IT News. 2005. – №05.

УДК 621.311.4.003-192

Е.В. Семененко, д.т.н.
(ИГТМ НАН Украины),
В.М. Федотов, к.т.н.,
В.Г. Скосырев к.т.н.
(ПГТУ)

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Компоненти енергетичного процесу представлено як фізичні величини, для яких можливими є вимірювання, витлумачення та порівняння із загальноприйнятими розрахунковими показниками

ON THE OCCASION OF TOTAL AND IMAGINARY POWER DETERMINATION

Components of power-producing process are represented as physical magnitudes for which measuring, interpretation and comparison with generally accepted calculated characteristics are possible

Введение. В горнодобывающей и горно-обогащительной промышленности используется большое количество электрооборудования разных видов, работающего на переменном токе. Постоянное повышение цен на энергоносители вынуждает искать пути снижения энергозатрат. Оптимизация энергетической схемы горного предприятия требует, прежде всего, учёта потребляемой элек-

троэнергии, причем, желательно, чтобы все величины, необходимые для расчета, могли быть непосредственно измерены [1 – 3]. Однако величины, параметры и характеристики энергетических процессов в электротехнике переменных токов, являющиеся в настоящее время общепринятыми, вырабатывались в конце 19-го и в начале 20-го веков на основе существовавших в то время физических представлений о работе электрооборудования переменного тока, возможностей математического описания и измерительной техники. Так, были сформулированы понятия действующих значений тока I , напряжения U , активной мощности P , реактивной мощности Q , полной мощности S , коэффициента мощности $\lambda = P/S$ и многие другие, составляющие арсенал инженеров-электриков в их научной и производственной практике. Следует отметить, что эти понятия были основаны на так называемой «чистой», т.е. идеальной синусоидальной форме токов и напряжений с нормированными отклонениями от идеальности не более 5%. Измерительным обеспечением энергетики переменных токов служили вольтметры и амперметры действующего значения, а также ваттметры активной мощности, по показаниям которых рассчитывались значения Q , S , λ , которые имели абстрактный характер и не могли быть непосредственно измерены.

В принципе, первоначально принятые определения, несмотря на свою ограниченность и абстрактность, были вполне оправданными и во многих случаях вполне пригодными для применения как сейчас, так и в обозримом будущем. Однако всё большее использование нелинейных нагрузок, приводящих к существенному искажению синусоидальности форм токов и напряжений вынуждали искать уточнения общепринятых определений, как, например, с помощью новой абстрактной величины «мощности искажений T » или искусственной гармонизации несинусоидальных процессов, что загоняет проблему определения полной и реактивной мощностей в ещё больший тупик.

Целью данной работы является представление полной и реактивной мощностей как физически значимых величин, допускающих не только аналитическое описание, но и экспериментальное определение. Это будет способствовать совершенствованию нормативной и экспериментальной базы электроэнергетики в части качества энергии и её измерительного обеспечения.

Между тем, несмотря на абстрактность общепринятых определений полной и реактивной мощности, качественно они выражают конкретный физический смысл содержания энергетического процесса. В частности, реактивная энергия – это обменная энергия, а полная – это энергия, представляющая весь процесс, а не только его части. Отсюда можно заключить, что полная и реактивная мощности суть физические величины, возможные для непосредственного измерения, как это имеет место для активной мощности.

Для решения этой проблемы следует, прежде всего, определиться с исходным выражением, несущим полную информацию об энергетическом процессе. Без всякого сомнения, таковым является представление мгновенной мощности $p(t)$, являющейся произведением мгновенных значений тока $i(t)$ на напряжение $u(t)$

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) \quad (1)$$

В развёртке $p(t)$ представляет собой кривую мгновенной мощности, содержащей в общем случае участки как положительной, так и отрицательной полярности.

Для синусоидальной формы $i(t)$ и $u(t)$ это кривая $p_s(t)$. Как известно, она представляется 2-й гармоникой тока и напряжения [2, 3]

$$P_s = \frac{U_m I_m}{2} [(1 - \cos 2\omega t) \cos \varphi - (\sin 2\omega t \cdot \sin \varphi)] \quad (2)$$

где $U_m = \sqrt{2}U$ и $I_m = \sqrt{2}I$ – амплитуды и действующие значения $u_s(t)$ и $i_s(t)$; φ – фаза тока по отношению к напряжению.

Следует отметить, что использование среднеквадратических значений сыграло определённую роль в выборе энергетических величин, поскольку разработанные к началу 20-го века электромеханические измерительные приборы переменного тока и напряжения (электромагнитные, электродинамические, электростатические и т.п.) измеряли именно среднеквадратическое значение, причём усреднение осуществлялось за счёт инерционности подвижных частей приборов. При этом приборы электромеханической индукционной системы решили проблему измерения активной мощности P и энергии W_a .

В общем случае периодическая кривая $p(t)$, будучи надлежащим образом обработана, может дать все необходимые для практики компоненты, и вопрос, собственно, заключается в методах и средствах обработки.

Заметим, что во времена начальных определений у исследователей не было технических возможностей определить кривую $p(t)$ и осуществить её обработку, поскольку ни электроники, ни современной вычислительной и измерительной техники тогда ещё не существовало.

Рассмотрим методику обработки кривой мгновенной мощности для выделения физических величин полной, реактивной и активной мощности. Полагаем, что мгновенные значения напряжения $u(t)$ и тока $i(t)$ являются периодическими функциями с одной и той же частотой основной гармоники. Тогда кривая $p(t)$ также будет периодической функцией с удвоенной по отношению $i(t)$ и $u(t)$ частотой. Конкретная форма $i(t)$ и $u(t)$ может быть произвольной.

Среднее значение функции $p(t)$ суть активная мощность P

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt.$$

Для определения значения физической полной мощности S_ϕ необходимо усреднение участков кривой $p(t)$ отдельно для положительной и отрицательной полярности и затем их сложение, что соответствует усреднению абсолютных значений $|p(t)|$:

$$S_{\Phi} = \frac{1}{T} \int_0^T |p(t)| dt.$$

В отличие от общепринятой полной мощности S , мощность S_{Φ} является уже физической величиной, действительно отражающей прохождение по цепи полной, т.е. в обе стороны, энергии. Она будет отличаться от расчётной S в зависимости от фазировки $i(t)$ и $u(t)$, что затрудняет их сопоставление, хотя для определённых конкретных форм $i(t)$ и $u(t)$ она достаточно проста.

Во всяком случае, S_{Φ} является физической величиной, пригодной для измерения, представления, толкования в учебных целях, а также использования для каких-либо конкретных задач.

Физическая реактивная мощность Q_{Φ} как показатель действительных значений обменной энергии в цепи представляется простой разностью значений S_{Φ} и P

$$Q_{\Phi} = S_{\Phi} - P.$$

Физический коэффициент мощности λ_{Φ} определяется отношением

$$\lambda_{\Phi} = \frac{P}{S_{\Phi}}.$$

Для иллюстрации приведенного подхода рассмотрим две характерные формы $u(t)$ и $i(t)$ – прямоугольную и гармоническую.

Для прямоугольной формы (см. рис. 1)

$$u(t) = \begin{cases} U_m & 0 < wt \leq \pi \\ -U_m & \pi < wt \leq 2\pi. \end{cases}$$

$$i(t) = \begin{cases} -Im & 0 < wt \leq \varphi \\ +Im & \varphi < wt \leq \pi + \varphi \\ -Im & \pi + \varphi < wt \leq 2\pi. \end{cases}$$

$$p(t) = \begin{cases} -U_m Im & 0 < wt \leq \varphi \\ +U_m Im & \varphi < wt \leq \pi \\ -U_m Im & \pi < wt \leq \pi + \varphi \\ +U_m Im & \pi + \varphi < wt \leq 2\pi. \end{cases}$$

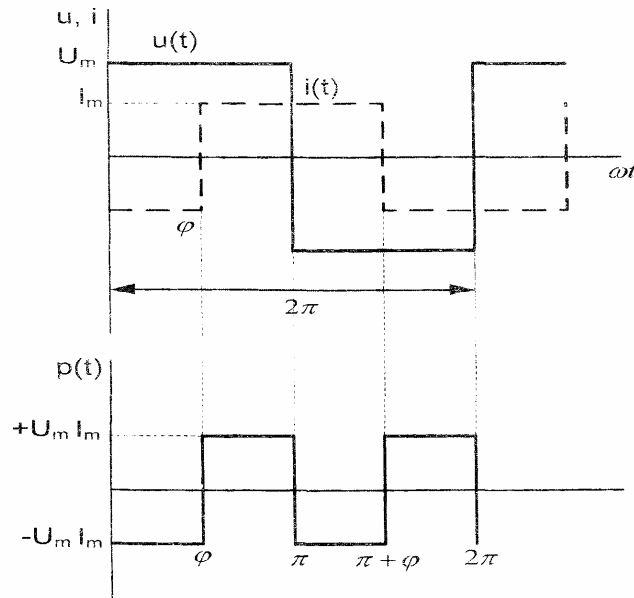


Рис.1 – Эпюры разверток напряжения и мощности прямоугольной формы

Поскольку в пределах от π до 2π значения $p(t)$ повторяются, то рассмотрим $p(t)$ в пределах $0 < \omega t < \pi$:

$$P_+ = \frac{U_m I_m}{\pi} (\pi - \varphi); \quad P_- = \frac{U_m I_m}{\pi} (\varphi);$$

$$P = U_m I_m \left(1 - \frac{\varphi}{\pi} - \frac{\varphi}{\pi}\right) = U_m I_m \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi}\right).$$

$$S_{\Phi} = U_m I_m.$$

$$Q_{\Phi} = S_{\Phi} - P = U_m I_m \left(1 - 1 + \frac{2\varphi}{\pi}\right) = U_m I_m * \frac{2\varphi}{\pi}$$

$$\lambda_{\Phi} = \frac{P_+}{S_{\Phi}} = \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi}\right).$$

Аналогично для синусоидальной формы $i(t)$ и $u(t)$

$$u_s(t) = U_m * \sin \omega t; \quad i_s(t) = I_m * \sin(\omega t + \varphi).$$

$$S_{\Phi s} = S_{\Phi s(-)} + S_{\Phi s(+)} = \frac{1}{\pi} \left[- \int_0^{\varphi} p_s(t) d\omega t + \int_{\varphi}^{\pi} p_s(t) d\omega t \right].$$

$$\int p(t) d\omega t = U * I \left[\cos \varphi \left(\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right) + \frac{1}{2} \sin \varphi * \cos 2\omega t \right].$$

Отсюда

$$S_{\phi s(-)} = \frac{UI}{\pi} \left[\cos(\varphi - \frac{1}{2} \sin 2\varphi) + \frac{1}{2} \sin(\cos 2\varphi - 1) \right].$$

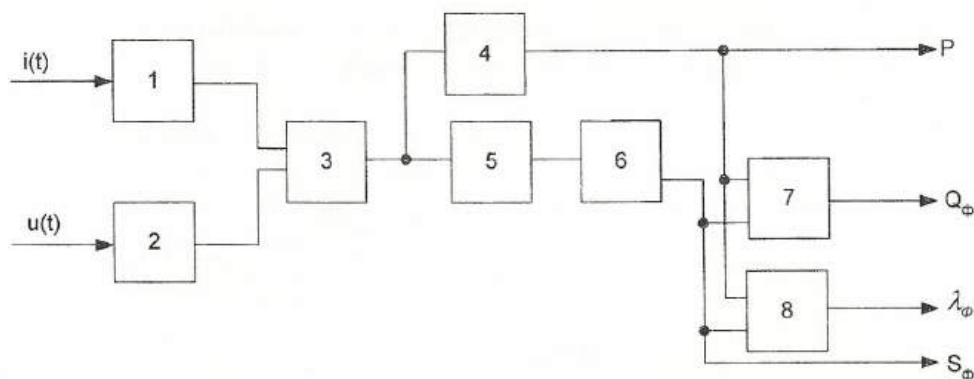
$$S_{\phi s(+)} = \frac{UI}{\pi} \left[\cos \varphi (\pi - \varphi + \frac{1}{2} \sin 2\varphi) + \frac{1}{2} \sin \varphi (1 - \cos 2\varphi) \right].$$

$$Q_{\phi s} = S_{\phi s} - P = \frac{UI}{\pi} [\cos \varphi (-2\varphi + \sin 2\varphi) + \sin \varphi (1 - \cos 2\varphi)].$$

$$\lambda_{\phi s} = \frac{\frac{1}{\pi} [\cos(\pi - \varphi + \frac{1}{2} \sin 2\varphi) + \frac{1}{2} \sin \varphi (1 - \cos 2\varphi)]}{\cos \varphi}.$$

В отличие от общепринятой полной мощности $S = U \cdot I$, $S_{\phi s}$ по мере увеличения $0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$ уменьшается от максимального значения $P = U \cdot I$ до значения $\frac{2}{\pi} U * I$, что соответствует максимальному значению реактивной мощности $Q_{\phi s \max}$.

Коэффициент мощности $\lambda_{\phi s}$ также отличается от общепринятого $\lambda_{\phi s} = \cos \varphi$. Однако в крайних положениях $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi/2$ его значения совпадают. Структура измерительной схемы для определения значений P , S_{ϕ} , Q_{ϕ} и λ_{ϕ} представлена на рис.2.



1 – датчик мгновенного значения тока $i(t)$, 2 – датчик мгновенного значения напряжения $u(t)$, 3 – перемножитель $u(t) * i(t) = p(t)$ - например датчик Холла,

4 – усреднитель $P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$ - блок измерения активной мощности,

5 – 2-х полупериодный выпрямитель $|p(t)|$, 6 – усреднитель абсолютного значения $|p(t)|$, блок измерения полной мощности $S_{\phi} = \frac{1}{T} \int_0^T |p(t)| dt$, 7 – блок измерения реактивной мощности $Q_{\phi} = S_{\phi} - P$, 8 – блок измерения коэффициента мощности $\lambda_{\phi} = \frac{P}{S_{\phi}}$.

Рис.– 2. Измерительная схема для определения $P, Q_{\phi}, S_{\phi}, \lambda_{\phi}$

Выводы

1. Компоненты энергетического процесса представлены как физические величины, пригодные для измерения, толкования и сопоставления с общепринятыми расчётными показателями.

2. Для 2-х форм тока и напряжения приведены подходы, позволяющие количественную оценку полной и реактивной мощности.

3. Приведена структурная схема для построения устройств измерения физических величин полной и реактивной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы энергосбережения и надежности в технологиях добычи и переработки россыпей / А.М. Сокил, В.Г. Скосырев, Ф.П. Шкрабец. – Днепропетровск: Полиграфист, 2000. – 195 с.

2. Непман Л.Р., Демирчан К.С. «Теоретические основы электротехники» том 1-2, - М.: Энергоиздатель 1981. – 34 с.

3. Федотов В.М. «К вопросу об определении понятий полной и реактивной мощностей и энергий» / В.М. Федотов // Тезисы докладов конференции «Эффективность и качество электроснабжения промпредприятий». – Жданов: ЖдМИ, 1983. – С. 157–160.

УДК 622.831.325.3:621.643:532.576

Л.А. Новиков, м.н.с.
(ИГТМ НАН Украины)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКАХ ВАКУУМНОГО ДЕГАЗАЦИОННОГО ТРУБОПРОВОДА

Розглянуті втрати тиску метано-повітряної суміші, що виникають при утворенні скупчень пилу та води на ділянках вакуумного дегазацийного трубопроводу

DETERMINATION OF THE LOSSES PRESSURE ON POLLUTED AREA OF VACUUM DEGASSING PIPE LINE

The consider losses of the pressure is methane-air mixture, which appear when forming the concourses of dust and water on area vacuum degassing pipe line

Снижение эффективности работы шахтных дегазационных систем связано, как правило, с нарушением герметичности устьев скважин, фланцевых соединений звеньев труб дегазационного трубопровода, а также с образованием распределенных и местных отложений на его внутренней поверхности. Последнее обстоятельство приводит к увеличению потерь давления метано-воздушной смеси (МВС) на загрязненных участках газопроводной сети (потери давления на трение и местные потери), изменению их расходных характеристик [1, 2] и может стать причиной возникновения аварийной ситуации [3].

Распределенные отложения характеризуются большой протяженностью и представляют собой продукты коррозии, а также осевшие частицы пыли. Местные отложения, как правило, формируются в местах изменения направления движения газового потока (сопряжения участков трубопровода, места установки запорной арматуры и т.п.) и представляют собой скопления воды, пыли и шлама [4].