

$\Delta L_t$  - температурная поправка,  $\Delta L_t = \alpha L_n (t_v - t_o)$ , где  $\alpha$  – температурный коэффициент расширения металла.

Разработанная оптическая схема и система [3] технического зрения позволяют определять геометрические размеры заготовок с заданной точностью. В состав системы входят две видеокамеры промышленного изготовления и ЭВМ. Для надёжного выделения контура изображения в видеокамерах разработан адаптивный алгоритм, основанный на использовании дифференциального детектора. Алгоритм позволяет ЭВМ давать оценку геометрического размера заготовки без остановки технологического процесса.

*Замена электроприводов постоянного тока на частотно-управляемые.* В настоящее время накоплен большой опыт применения асинхронных двигателей вместо двигателей постоянного тока в регулируемых электроприводах. Это стало возможным после создания достаточно мощных и надёжных управляемых частотных преобразователей, обеспечивающих нужные механические характеристики электроприводов переменного тока с использованием короткозамкнутых асинхронных двигателей. Достигается это в основном за счёт поддержания постоянства соотношения  $U/f$ , где  $U$  – напряжение на выходе инвертора, а  $f$  – частота на выходе инвертора. Исследования, проведенные на виртуальной модели в Simulink, подтверждают требование этого соотношения. На рис. 2 показана структурная схема частотно-управляемого привода.



Рисунок 2 – Структурная схема частотно-управляемого электропривода

На рис.2: *TP* – силовой трансформатор; *TB* – тиристорный выпрямитель; *ИИВ* – управляемый инвертор; *АДК* – асинхронный двигатель короткозамкнутый; *РМ* – рабочий механизм.

Усложнение схемы электропривода (добавление блоков *TB* и *ИИВ*) оправдано полностью получаемым положительным эффектом.

В заключение необходимо отметить, что разработка и внедрение предложенных мероприятий позволит существенно улучшить эффективность работы участка ножниц поперечного реза за счёт повышения точности раскройных операций и экономии энергоресурсов.

#### Перечень ссылок

1. А.Б. Зеленов, В.Н. Тертичников, В.Г. Гулякин. Электропривод механизмов прокатных станов, Харьков: ГНТИ литературы по чёрной и цветной металлургии.- 1963, 344с.
2. С.Г. Герман – Галкин. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0, СП: Корона принт.-2001, 320с.
3. В.С. Зайцев, Є.Ю. Пономарьов. Безконтактний спосіб вимірювання висоти гарячого рухомого прокату. Патент на винахід №90981. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 10.06.2010.

УДК 621.316.925

## РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

**Цыгулёв Н.И., профессор, д.т.н, Проус В.Р., доцент, к.т.н.**

*(Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Россия)*

Повышение технического совершенства систем релейной защиты и автоматики (СРЗА) энергосистем на микропроцессорной элементной базе может быть достигнуто с помощью специальных алгоритмов функционирования, отличающихся от алгоритмов работы электромеханических и полупроводниковых СРЗА. В работе предлагается использовать для

этой цели энергетические функции: мгновенные и средние значения активной ( $p(t), P$ ), реактивной ( $q(t), Q$ ) и полной (кажущейся) ( $s(t), S$ ) мощностей. Ниже рассмотрены только однофазные цепи, однако всё сказанное легко распространяется и на трёхфазные цепи.

Для вычисления активной мощности в однофазной цепи за период ( $T$ ) используется выражение [1]

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt, \quad (1)$$

где  $p(t)$  - мгновенное значение активной мощности. При синусоидальных напряжениях и токах  $u(t) = U_m \sin(\omega t)$  и  $i(t) = I_m \sin(\omega t - \varphi)$  формула (1) записывается для действующих значений  $U$  и  $I$  в виде

$$P = UI \cos \varphi. \quad (2)$$

Выражение для мгновенной реактивной мощности запишем в виде

$$q(t) = u \frac{di}{d\omega t} = u i'_{\omega t}. \quad (3)$$

Для принятого выражения тока  $i'_{\omega t}(t) = I_m \cos(\omega t - \varphi)$  получим

$$q(t) = UI [\sin(\varphi) + \sin(2\omega t - \varphi)]. \quad (4)$$

Выражение (4) состоит из: постоянной  $UI \sin(\varphi)$  слагающей и гармонической  $q(t) = UI \sin(2\omega t - \varphi)$ , имеющей удвоенную частоту по сравнению с частотой тока и

напряжения. Проинтегрировав выражение (4) за период, учитывая, что  $\int_0^T UI \sin(2\omega t - \varphi) dt = 0$ ,

получим известное выражение

$$Q = \frac{1}{T} \int_0^T q(t) dt = UI \sin \varphi. \quad (5)$$

Выражение для мгновенной реактивной мощности запишем в виде

$$s(t) = \sqrt{p^2(t) + q^2(t)} = 2UI |\sin(\omega t)|, \quad (6)$$

проинтегрировав которое получим

$$S = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt = UI. \quad (7)$$

Так как период колебаний мгновенных значений мощностей равен  $T/2$ , то при расчётах интервал интегрирования достаточно принять  $0 \div T/2$ . Таким образом, используя только мгновенные значения токов и напряжений с помощью приведенных выше выражений можно вычислить значения  $P, Q, S$ .

В качестве примера рассмотрена возможность применения энергетических функций для построения защит линии 110 кВ, приведенной на рис. 1.

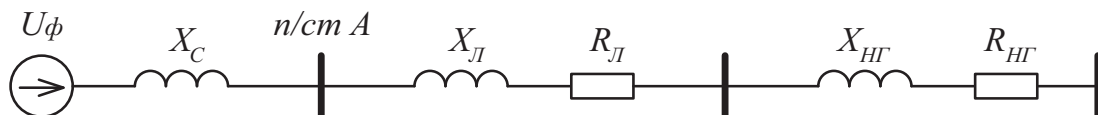


Рисунок 1

Параметры элементов схемы: сопротивление системы – 7 Ом, фазное напряжение – 63,6 кВ; линия выполнена проводом АС-120,  $X_{ноз} = 0,411$  Ом/км,  $R_{ноз} = 0,27$  Ом/км, длина  $l = 40$  км; нагрузка  $\tilde{Z}_{назр} = 85,4e^{j44,5^\circ}$ , мощность, передаваемая по линии до возникновения

повреждения  $S=47$  МВА. На рис.2 приведены кривые изменения энергетических функций в зависимости от удалённости точки КЗ от относительно п/ст А.

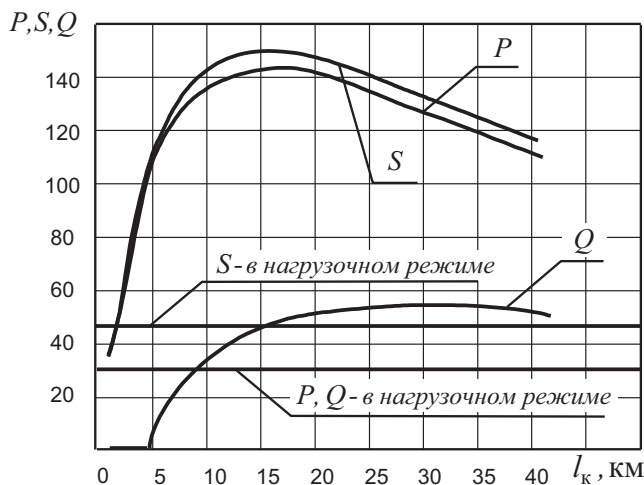


Рисунок 2

Как видно из рисунка, для построения защит линии могут быть использованы  $Q$  и  $S$ , однако более информативным является отношение  $Q/P = f(l_k)$ .

С помощью полученных энергетических функций могут быть вычислены другие параметры петли КЗ с помощью выражений:

$$Z = S/I^2, R = P/I^2, X = Q/I^2, \quad (8)$$

позволяющие выполнить селективную защиту. На рис.3 приведены кривые зависимостей  $I_k(l_k)$  и  $\varphi_k(l_k)$ . При этом годографы векторов токов нагрузки  $\dot{I}_{нагр} = I_{нагр} e^{j\varphi_{нагр}}$  и КЗ  $\dot{I}_k = I_k e^{j\varphi_k}$  значительно разнесены, что позволяет реализовать селективную фазовотоковую защиту. При численном вычислении интегралов (1,5,6) по формуле трапеций с  $\Delta t = 0,001$  с погрешность расчётов не превышала 2-3%.

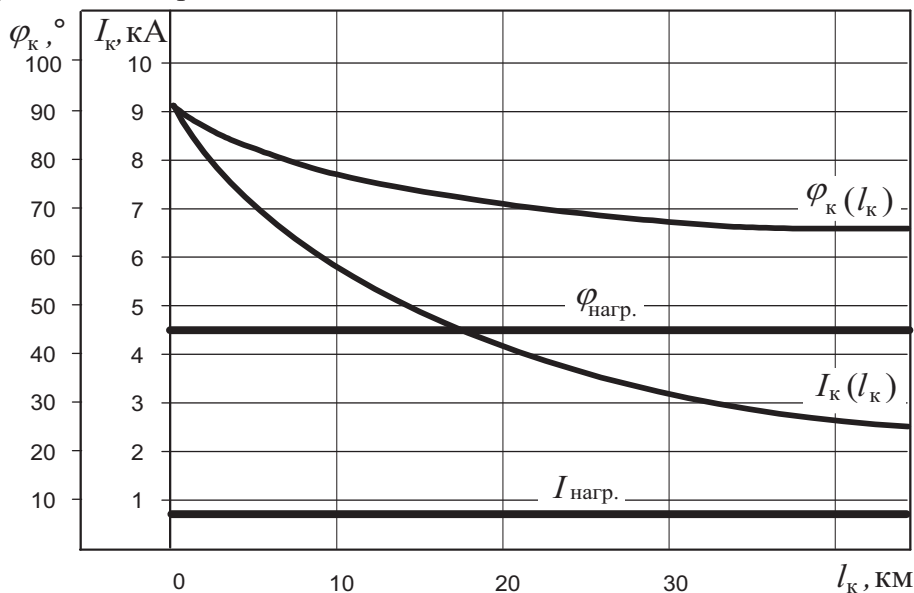


Рисунок 3

В результате исследования получены выражения для вычисления энергетических функций цепей. Анализ предложенных алгоритмов фазовотокового реле и измерительных органов устройств защиты с использованием энергетических функций цепей показал, что они позволяют реализовать селективные устройства защиты.

УДК 66.03

## **ИНТЕГРАЦИЯ АСУЭ И АСУТП С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**

**Чернов Е.И., магистрант; Пустобаев А.А., доцент, к.т.н.**

*(Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия)*

Повышение энергоэффективности производства в значительной степени определяется наличием современной интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ), неотъемлемой частью которой является автоматизированная система управления энергоснабжением (АСУЭ). Важнейшая роль в такой иерархически построенной системе отводится управлению производством, в состав которого организационно входит технологический процесс. К особенностям построения АСУЭ следует отнести наличие двух основных составляющих энергоресурсов: электроэнергия и природный газ, используемые при производстве. Для эффективного функционирования ИАСУ необходима её интеграция, как по вертикали, так и по горизонтали всех уровней автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и АСУЭ. В этом случае ИАСУ технологическим процессом строится как распределённая система управления с децентрализацией отдельных функций управления [1].

Целями создания АСУЭ являются:

- повышение оперативности управления качеством энергообеспечения;
- повышение надёжности электроснабжения и газоснабжения;
- улучшение системы учёта количества и качества получаемой электроэнергии;
- учёт и контроль расходования электроэнергии и газа;
- снижение непроизводительных расходов и потерь энергоресурсов;
- возможность интеграции АСУЭ в автоматизированные системы высшего уровня.

АСУЭ выполняет следующие функции по управлению оборудованием

1. Противоаварийная защита оборудования;
2. Дистанционное управление объектами энергоснабжения;
3. Коммерческий и технический учёт электроэнергии и расхода газа;
4. Диагностика состояния аппаратуры и программного обеспечения АСУЭ.

В состав АСУЭ входят следующие подсистемы:

- АСУ электроснабжения (АСУ ЭС);
- АСУ газоснабжения (АСУ ГС);
- АСКУЭ – контроль и учёт электроэнергии;
- АСКУЭР – контроль и учёт энергоресурсов.

Важнейшим этапом интеграции АСУЭ в систему управления производством является её всестороннее комплексное взаимодействие с АСУТП как на техническом, так и на программном уровне.

Целями создания интегрированной АСУТП являются:

1. повышение оперативности и качества принятия решений по управлению системой;
2. повышение надёжности управления, быстрая ликвидация предаварийных и аварийных режимов с последующим анализом;
3. учёт расхода энергоресурсов;
4. организация диагностики работы оборудования.

Достижение поставленных целей осуществляется за счёт внедрения АСУТП на базе современных микропроцессорных систем и программно-технических комплексов с высокой надёжностью.