

Издательский дом «Плутон»

Техниконаучный журнал «Точная наука»

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

УДК 378.001

II Международная научная конференция
«Техноконгресс»

СБОРНИК СТАТЕЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ISSN 2500-1132

17 сентябрь 2016

Кемерово

СБОРНИК СТАТЕЙ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТЕХНОКОНГРЕСС»

11 июня 2016 г.

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

ISSN 2500-1132

Кемерово УДК 378.001. Сборник статей студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. По результатам II Международной научной конференции «Техноконгресс», 17 сентября 2016 г. / Редкол.:

П.И. Никитин (глав. редактор)

О.В. Шмакова (редактор, рецензор)

Т.С. Хоботкова (редактор, рецензор)

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Кемерово 2016

В сборнике представлены материалы докладов по результатам научной конференции.

Цель – привлечение студентов к научной деятельности, формирование навыков выполнения научно-исследовательских работ, развитие инициативы в учебе и будущей деятельности в условиях рыночной экономики.

Для студентов, молодых ученых и преподавателей вузов.

Оглавление

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЛИНИИ Л-398 “МОНЧЕГОРСК”4
Соболев Н.В.,Тихомиров А.А.
2. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ТРЁХФАЗНЫМ ЛИНЕЙНЫМ СХЕМАМ ЗАМЕЩЕНИЯ6
Абрамченко Е.В.
3. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА НА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ.....9
Тихомиров А.А.,Соболев Н.В.
4. ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА CO₂13
Яковлев В.П.

Сбитнев Станислав Александрович, профессор, д.т.н., Шмелёв Вячеслав Евгеньевич, доцент, к.т.н., Абрамченко Евгений Вячеславович, аспирант

Владимирский государственный университет. Кафедра «Электротехника и электроэнергетика». E-mail: worldunite@icloud.com

УДК 621.316

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ТРЁХФАЗНЫМ ЛИНЕЙНЫМ СХЕМАМ ЗАМЕЩЕНИЯ

Создание энергоэффективных электрических сетей требует совершенствования методов расчёта их разнообразных режимов, в том числе и несимметричных. Для решения этой проблемы авторами создан матричный метод расчёта нормальных и нештатных режимов электроэнергетических сетей различных классов напряжений по полным трёхфазным схемам.

Создание физико-математической и компьютерной модели электрической сети небольшого населенного пункта, состоящего из частных домов (коттеджей) – комплексная задача, решение которой позволит приблизиться к практической реализации принципов умной сети. В более близкой перспективе построение такой модели, во-первых, позволит проанализировать с высокой точностью режимы работы проектируемой сети и внести оперативные корректировки в проект, во-вторых, позволит снизить капитальные затраты при строительстве новых участков электрических сетей в быстро развивающемся сегменте малоэтажного строительства, в-третьих, позволит улучшить показатели энергоэффективности. Результаты расчета режимов модели такой сети должны достаточно точно и объективно отражать реальные режимы в анализируемой энергетической сети.

Новизна разработки заключается в формализации представления моделируемой сети множеством типовых сетевых объектов, которые в технологии программирования представляются самостоятельными типами данных со своими топологическими и электрофизическими матрицами; в создании расчётных методик вычисления элементов этих матриц по паспортным данным, а также в возможности детального расчёта штатных и нештатных режимов работы электрических сетей без составления схемы замещения всей анализируемой сети. Это важно, поскольку полная трёхфазная схема замещения даже относительно простого участка сети будет содержать как минимум сотни и даже тысячи элементов (а также узлов и ветвей), что чрезвычайно затруднит её зрительное восприятие. Тем не менее, предлагаемая технология сетевых объектов как типов данных позволяет легко получить информацию о режиме любой ветви схемы замещения в любом сетевом объекте анализируемого участка сети при невысоких требованиях к пользовательскому интерфейсу.

Традиционно при расчётах параметров установившихся режимов работы электрических сетей по однолинейным схемам замещения прямой, обратной и нулевой последовательности [1,126] в расчёты вводятся различные справочные величины, диапазоны изменения которых очень широки. Крайние значения этих диапазонов отличаются друг от друга примерно в два раза (особенно для нулевой последовательности). Выбор конкретных значений справочных величин из этих диапазонов производится только на основе опыта расчётчика, что неизбежно приводит к субъективным ошибкам – погрешностям в десятки процентов. Метод симметричных составляющих позволяет строго учесть не более двух факторов несимметрии режима [2,201]. Если факторов несимметрии больше, то в математическую модель нужно ввести матрицы связи между схемами замещения разных последовательностей чередования фаз. Это приводит к тому, что число совместно решаемых уравнений становится равным числу уравнений по трёхфазной схеме замещения. В связи с этим появился ряд публикаций, например, [3,12], посвящённых применению полных

трёхфазных схем замещения электрических сетей.

Матричное моделирование установившихся синусоидальных процессов в электрических сетях базируется на топологических понятиях и соотношениях в электрических цепях. При таком моделировании схему замещения сети удобно кодировать матрицей узловых соединений, а для анализа установившегося процесса удобно применять метод узловых потенциалов [2,56] в комплексно- матричной форме.

Для построения модели электрической сети небольшого населённого пункта было использовано 4 типовых сетевых объекта: источник ЭДС, трехпроводная воздушная линия 10 кВ, трехфазный понижающий трансформатор 10/0,4 кВ с схемой соединения обмоток «звезда – звезда с нулем», четырехпроводная воздушная линия 0,4 кВ.

Объектом исследования является электрическая сеть поселка Иватино Меленковского района Владимирской области. Матричные операции с моделью сети проводились в программном комплексе MATLAB. Внесение исходных данных удалось упростить благодаря использованию разбивки всей сети поселка на определенные участки – сетевые объекты «ветки электропитания», разделённые на логические пролеты, к которым могут быть подключены потребители электроэнергии. Используемая топология позволяет учесть любой вариант подключения нагрузки (на линейное или фазное напряжение), с высокой точностью учесть характеристики как фазных, так и нейтрального проводов линии. Используемая трехфазная модель трансформатора отражает несимметричность распределения магнитного потока между обмотками. Авторами разработан оригинальный метод расчета матрицы импедансов трехфазного трансформатора на основе паспортных данных [4,22]:

$$[Z^{(B)}] = \text{kron} \left(\begin{bmatrix} 1 & n^{-1} \\ n^{-1} & (k_{эм} \cdot n)^{-2} \end{bmatrix}, [Z_{ВН}] \right),$$

где kron – функция, возвращающая произведение Кронекера двух матриц; n – коэффициент трансформации; $[Z_{ВН}]$ – матрица импедансов обмоток высшего напряжения (ВН), определяемая из опыта холостого хода; $k_{эм}$ – коэффициент электромагнитной связи между цепями ВН и низшего напряжения (НН), определяемый из опыта короткого замыкания.

Таким образом, был сформирован комплекс сетевых объектов различных классов, который представляет модель всей трехфазной электрической сети названного посёлка. Новый универсальный матричный метод может быть успешно применён для точного расчёта нормальных, а также предаварийных, аварийных и послеаварийных режимов электрических сетей. Результаты анализа этих режимов являются основой для построения энергоэффективных и надежных электрических сетей; а также для обеспечения качества электрической энергии в сетях всех классов напряжений. При применении нового метода и последующего анализа результатов расчетов можно точно определить причины различных потерь электроэнергии, их распределение по элементам и объектам конкретной сети, а также способы минимизации потерь различных видов.

Литература

1. Лосев, С.Б., Чернин, А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 528 с.
2. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: Гардарики, 2006. – 701 с. – ISBN 5-8297-0159-6.
3. Крюков, А.В., Закарюкин, В.П. Моделирование электромагнитных влияний на смежные ЛЭП на основе расчета режимов энергосистемы в фазных координатах: монография. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та путей сообщения. – 2009. – 120 с. – ISBN 978-5-98710-129-2.
4. Селезнёв В.Ю., Сбитнев С.А., Шмелёв В.Е. Матричный метод расчёта режимов электрических сетей различных классов напряжения по трёхфазным схемам замещения. – Энергетик, 2014, № 5. – с.21-23.

**Соболев Никита Владимирович, магистрант; Тихомиров Александр Андреевич,
доцент**

Петрозаводского государственного университета. E-mail: sasha.82@mail.ru

УДК 621.316.925

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА НА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ.

Аннотация

В работе рассматривается возможность построения релейной защиты на переходных процессах.

Введение

Для защиты объектов энергосистемы от аварийных режимов, а в частности от токов короткого замыкания (КЗ) применяется релейная защита. Для надежной защиты от токов КЗ, релейная защита должна отвечать 4 требованиям:

- Селективность (способность отключать только поврежденный участок)
- Быстродействие (время за которое защита регистрирует КЗ и отключит поврежденный участок)
- Надежность (способность защиты срабатывать правильно на аварийный режим.)
- Чувствительность (способность защиты правильно реагировать на все виды аварийных режимов)

Наиболее важными, а также наиболее труднореализуемыми являются требования по быстродействию и надежности. Защита считается ненадежной, если она неправильно отработала при КЗ или был отказ при срабатывании защиты. Такое возможно при сложно регистрируемых КЗ таких как неметаллическое КЗ или другие аварийные режимы, ток которых не превышает уставку РЗ. Помимо этого в случае, если полная погрешность трансформатора превышает 10%, то релейная защита может отработать неправильно, тем самым нанести огромный экономический ущерб в виде повреждения электрического оборудования, отключение потребителей и простоя предприятия.

Идея построения релейной защиты на переходных процессах рассмотрена во многих научных статьях и литературы [1]. Одна из основных идей при построение защиты -это использование алгоритма Фурье для разложения входного сигнала на ортогональные составляющие и их последующий анализ. Использование этого алгоритма позволяет научить релейную защиту анализировать и срабатывать на переходные процессы короткого замыкания. Но разложения Фурье в релейной защите имеет ограниченное применение из-за сложности построения таких защит.

Основная часть

В данной статье рассматривается возможность применения адаптивного терминала релейной защиты с использованием переходных процессов аварийных режимов в энергосистеме для повышения надежности и быстродействия защиты в упрощенном представлении. В рассматриваемом адаптивном терминале релейной защиты для регистрации и анализа переходного процесса используется алгоритм поиска амплитудного значения входного сигнала и нахождения его первой и второй производной. Именно по значениям первой и второй производных от амплитудных значений определяется динамика переходного процесса и вид аварийного режима энергосистемы. Использование такого подхода позволяет избежать использования преобразований Фурье и как следствие значительно упростить математические вычисления. Однако такое упрощение сказывается на быстродействии защиты из-за необходимости привязки к амплитудным значениям.

Схема терминала представлена на рисунке 1.

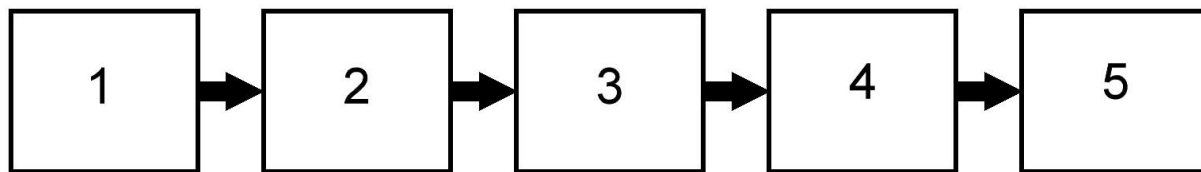


Рисунок 1. Схема адаптивного терминала релейной защиты :

- 1) Трансформатор тока и напряжения; 2) измерительный орган; 3) блок динамического анализа и сравнения; 4) исполнительный орган; 5) высоковольтный выключатель

На вход измерительного органа 2 терминала с трансформатора тока и напряжения 1 подается входной сигнал, который проходит аналого-цифровую обработку поступает на блок динамического анализа и сравнения 3, где находятся амплитудные значения напряжения и тока:

$$U_A = (U_{\max} - U_{\min}) / 2; \quad (1)$$

, где U_{\max} - максимальное значение напряжение в заданном интервале времени, U_{\min} - минимальное значение напряжение в заданном интервале времени;

$$I_A = (I_{\max} - I_{\min}) / 2; \quad (2)$$

, где I_{\max} - максимальное значение напряжение в заданном интервале времени, I_{\min} - минимальное значение напряжение в заданном интервале времени.

После вычисления амплитудных значений напряжения и тока находятся их производные: Первые и вторые производные напряжение по времени с заданным временным шагом:

$$U'(t) = \frac{dU(t)}{dt}; \quad (3)$$

$$U''(t) = \frac{d^2U(t)}{d^2t}; \quad (4)$$

Первые и вторые производные тока по времени с тем же заданным временным шагом:

$$I'(t) = \frac{dI}{dt}; \quad (5)$$

$$I''(t) = \frac{d^2I}{d^2t}; \quad (6)$$

Значения (1)-(6) попарно сравниваются с такими же данными для аварийных режимов заложенными в блок динамического анализа и сравнения 3 заранее, которые определяются из моделирования аварийных режимов и опытных данных полученных путем регистрации, указанных выше параметров сигнала уже произошедших аварий.

При совпадении параметров (1) или (2) с данными заложенными в память терминала генерируется сигнал на исполнительный орган 4, который формирует отключающий сигнал на высоковольтный выключатель 5. Если значения (1) или (2) не достигнуты, но есть совпадение хотя бы одного из параметров (3)-(6) по времени с данными в памяти терминала для аварийных режимов, то производится слежение этого параметра во времени. В случае дальнейшего совпадения за заданный промежуток времени с данными для аварийного режима, в пределах заданной погрешности, также вырабатывается сигнал на исполнительный орган, который в свою очередь вырабатывает сигнал на отключение с заданной выдержкой времени исходя из определенного типа аварийного режима на высоковольтный выключатель.

Заключение

Использования данного алгоритма позволяет реализовать терминал релейной защиты для определения динамического развития аварийных режимов энергосистемы.

Использование такого подхода позволяет построить систему адаптивной релейной защиты без использования сложных алгоритмов. Адаптивный терминал релейной защиты предполагается использовать при проектировании реконструкции защиты линии Кольской АЭС Л-398 «Мончегорск».

Список литературы

1. Лямец Ю. Я. и др. Обучаемая релейная защита //Электричество. – 2012. – №. 2. – С. 15-19.

Соболев Никита Владимирович, магистрант; Тихомиров Александр Андреевич,
доцент

Петрозаводского государственного университета. E-mail: sobol-94@mail.ru

УДК 621.3.064.1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЛИНИИ Л-398 «МОНЧЕГОРСК»

Для линии Л-398 «Мончегорск» рассчитаем переходный процесс при однофазном коротком замыкании. При несимметричном коротком замыкании токи и напряжения в различных фазах отличаются. Допустим, что короткое замыкание произошло на фазе А. Для расчета несимметричного короткого замыкания, используют метод симметричных составляющих. Суть метода заключается в том, что любой несимметричный режим в сети можно разложить на симметричные составляющие: прямой, обратной и нулевой последовательности. Прямая последовательность фазы А по модулю равна прямой последовательности фазы В и по модулю равна прямой последовательности фазы С. Угол между векторами прямой последовательности равен 120° . Аналогичное правило действует и для составляющих обратной последовательности. Векторы нулевой последовательности равны между собой, но они параллельны между собой. Для расчета несимметричного режима необходимо составить схему замещения для каждой из последовательностей, рассчитать их апериодическую составляющую тока короткого замыкания (КЗ). При однофазном коротком замыкании фазы А, ток фазы В и С равен 0. Напряжение фазы А равно 0, а напряжения фазы В и С рассчитывается по формулам:

$$U_{KB} = [(a^2 - a) * Z_2 + (a^2 - 1) * Z_0] * I_{KA1}$$

$$U_{KC} = [(a - a^2) * Z_2 + (a - 1) * Z_0] * I_{KA1}$$

Где Z_2 и Z_0 -сопротивления обратной и нулевой последовательности, I_{KA1} -ток КЗ в фазе А,
 $a = e^{j120^\circ} = -0,5 + j0,5\sqrt{3}$, $a^2 = e^{j240^\circ} = -0,5 - j0,5\sqrt{3}$

Для расчета апериодического тока КЗ прямой последовательности фазы А составлена схема замещения (рисунок 1).

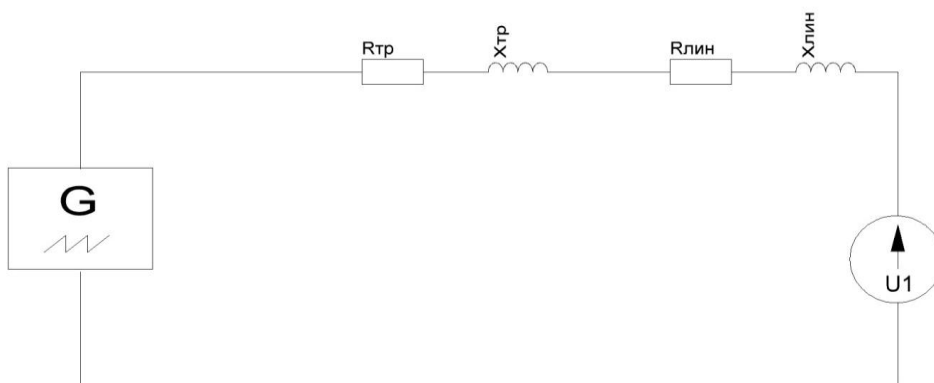


Рисунок 1- Схема замещения прямой последовательности

$$\text{По закону Ома : } U_1 = I(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}}) + (L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}) \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

Решим полученное дифференциальное уравнение (7), используя преобразование Лапласа получим:

$$0 = I(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}}) + (L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}) \frac{dI}{dt} \quad (2)$$

Сделаем замену $p = \frac{d}{dt}$

Подставив p в (2) получаем:

$$0 = I(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}}) + (L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}) * p * I$$

$$p = \frac{-(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}})}{L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}}$$

Апериодическая составляющая равна:

$$I = Ae^{\frac{-(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}})}{L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}} * t} \quad (3)$$

, где А по закону Ома равняется:

$$A = \frac{U_1 * \sin \omega t}{(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}}) + j\omega(L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}})}, T_a = \frac{-(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}})}{L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}} = \frac{X_c}{\omega R_c} = T_a$$

Подставив А в выражение (2) получаем:

$$I = \frac{(E - U_1) * \sin \omega t}{(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}}) + j\omega(L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}})} * e^{\frac{-(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}})}{L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}} * t} \quad (4)$$

Тогда полный ток КЗ прямой последовательности равен:

$$I_1 = \frac{(E - U_1) * \sin \omega t}{(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}}) + j\omega(L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}})} * e^{\frac{-(R_{\text{тр}} + R_{\text{лин}})}{L_{\text{тр}} + L_{\text{лин}}} * t} + I_{K1} * \sin \omega t \quad (5)$$

Где $I_{K1} = \frac{E}{\sqrt{3} * Z_1 + Z_2 + Z_0}$, $Z_1 + Z_2 + Z_0$ - Сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности.

Найдем сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности. Исходные данные для расчетов приведены в [1]. Сопротивление прямой последовательности состоит из сопротивлений трансформатора, генератора и линии. Тогда полное сопротивление прямой последовательности:

$$Z_1 = \sqrt{(R_{\text{тр}1} + R_{\text{лин}1})^2 + (X_{\text{тр}1} + X_{\text{лин}1})^2} = \sqrt{(0,012)^2 + (0,18)^2} = 0,37 \text{ Ома.}$$

Сопротивление обратной последовательности состоит из сопротивлений трансформатора, линии и генератора. Тогда полное сопротивление обратной последовательности:

$$Z_2 = \sqrt{(R_{\text{лин}2})^2 + (X_{\text{лин}2} + X_{\text{ген}2})^2} = \sqrt{(0,012)^2 + (0,27)^2} = 0,27 \text{ Ома}$$

Где сопротивление генератора берётся из паспорта генератора, а сопротивление линии и трансформатора равно сопротивлениям прямой последовательности линии и трансформатора [2].

Сопротивление нулевой последовательности состоит из сопротивлений трансформатора линии и генератора. Тогда полное сопротивление нулевой последовательности:

$$Z_0 = \sqrt{(R_{\text{тр}0} + R_{\text{лин}0})^2 + (X_{\text{тр}0} + X_{\text{лин}0} + X_{\text{ген}0})^2} = 0,42 \text{ Ома}$$

Где сопротивление генератора берётся из паспорта генератора, а сопротивление линии равно $3,5 * X_{\text{лин}1}$, сопротивление трансформатора равно сопротивлению прямой последовательности трансформатора [3].

Найдем I_{K1} :

$$I_{K1} = \frac{E}{\sqrt{3} * Z_1 + Z_2 + Z_0} = \frac{15,75}{0,37 + 0,27 + 0,42} = 9 \text{ кА}$$

Приведём ток к стороне 330 кВ. Тогда ток $I_{K1} = 410 \text{ А}$

Напряжение прямой последовательности равно:

$$U_1 = E - I_{K1} * Z_1 = 15,75 - 9 * 0,37 = 12,42 \text{ кВ}$$

Для расчета аperiodического тока КЗ обратной последовательности фазы А составлена схема замещения (рисунок 2)

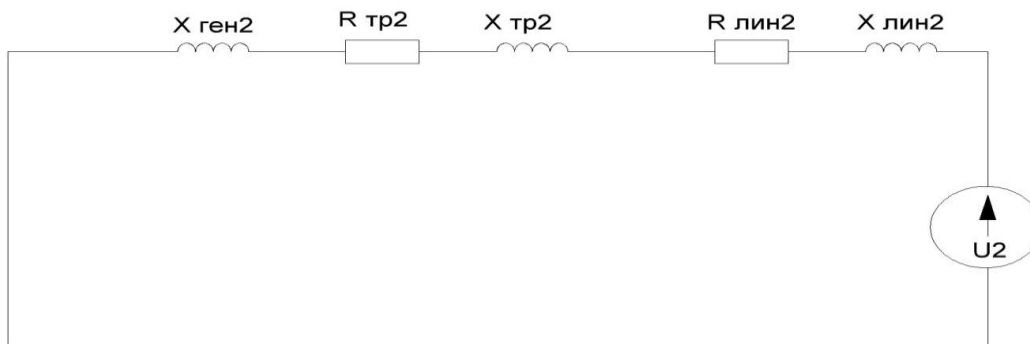


Рисунок 2 - Схема замещения для обратной последовательности

Напряжение обратной последовательности равно:

$$U_2 = I_{K1} * Z_2 = 9 * 0,27 = 2,42 \text{ кВ}$$

Для расчета апериодического тока КЗ нулевой последовательности фазы А составлена схема замещения(рисунок 3).

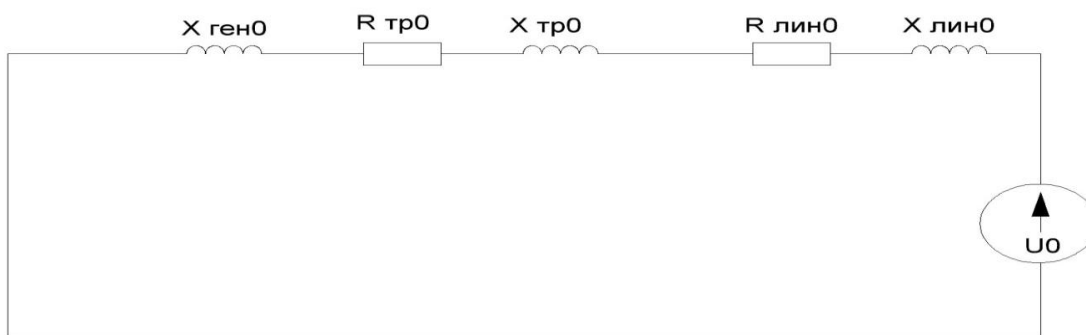


Рисунок 3 - Схема замещения нулевой последовательности

Напряжение нулевой последовательности равно:

$$U_2 = I_{K1} * Z_2 = 9 * 0,4 = 3,6 \text{ кВ}$$

$$I_{K(1)} = 3 * I_{K1} = 1230 \text{ А}$$

График переходного процесса однофазного короткого замыкания представлен на рисунке 4.

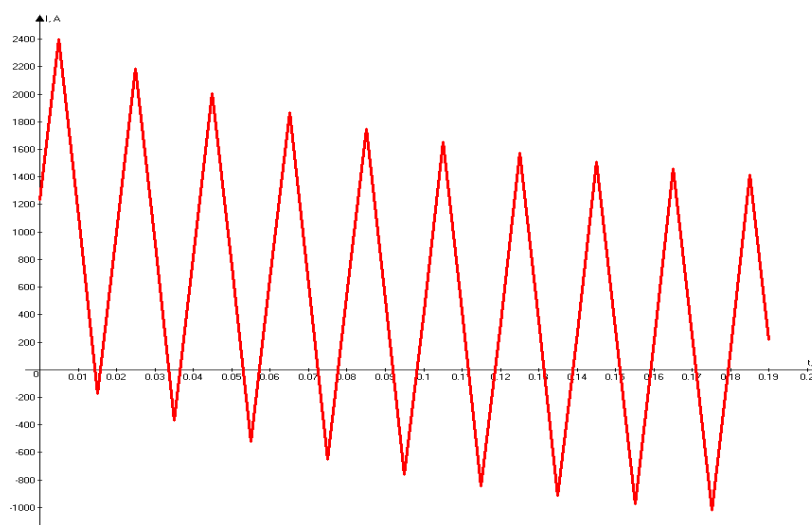


Рисунок 4 - Переходный процесс при однофазном коротком замыкании

По полученному графику была построена огибающая процесса. Огибающая представлена на

рисунке 5.

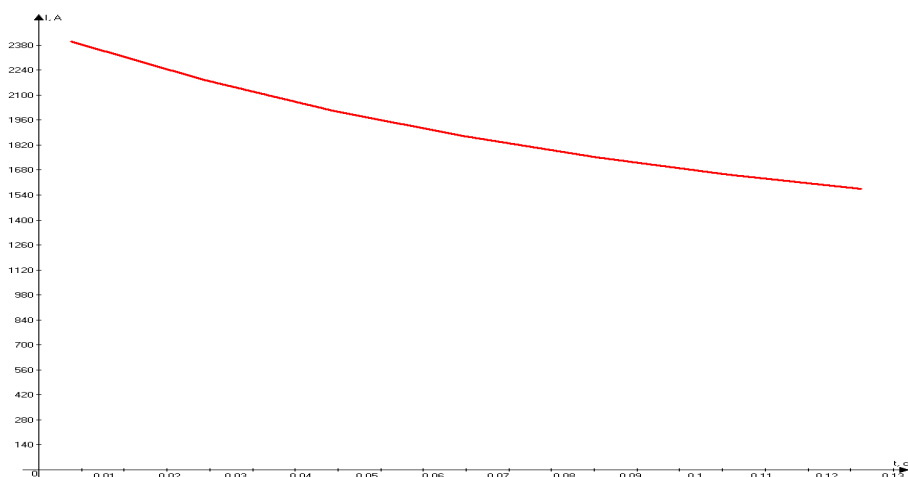


Рисунок 5 - График огибающей переходного процесса при однофазном замыкании.

Терминал предлагается настроить на срабатывание по огибающей переходного процесса однофазного короткого замыкания. Адаптивный терминал релейной защиты при использовании огибающих переходных процессов на линии Кольской АЭС Л-398 «Мончегорск» позволяет определять вид короткого замыкания и повысить надежность срабатывания релейной защиты так уменьшается зависимость от превышением током короткого замыкания установки.

Список литературы

1. Электронный ресурс:
http://edu.petrstu.ru/files/upload/diploma/2016/publish/p_1839_909.pdf
2. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. Э. Бобров, А. М. Дяков, В. Б. Зорин и др. – Электрон. дан. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1515/u_manual.pdf
3. . ПУЭ 7 издание. // СПб: ДЕАН, 2009 г

Яковлев Валерий Павлович

первый в Израиле академик МАСТ, первый секретарь Отделения МАСТ в Израиле, первый участник от Израиля в Крымских научно-практических конференциях (2014- 2015) г. грузоуправитель Израильского отделения МАСТ (Международной академии социальных технологий). E-mail: yakvalpal@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА CO₂

(Посвящается Памяти Юрия Павловича Яковлева - выпускника Сибирского металлургического института, инженера-металлурга Петровск-Забайкальского металлургического завода, Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов, ведущего конструктора Сибирского института по проектированию металлургических заводов «Сибгипромез» г.Новокузнецка Кемеровской области Российской Федерации, ветерана труда, моего старшего наставника по учёбе в Новокузнецком монтажном техникуме по специальности «Сварочное производство», «Техника - технолога сварочного производства»)

Эта статья - по своей теме, объединяет мысли многих производителей и конструкторов по созданию долговечных металлоконструкций, используемых в строительстве, промышленности, сельскохозяйственном машиностроении и позволяет грамотно подойти к решению вопросов выполнения специальных технологий по сварке металлов в среде углекислого газа

Сварка встык. При изготовлении нестандартного оборудования из листовой стали толщиной 1,5 - 2 мм часто приходится выполнять стыковые односторонние швы. Первоначально выполняется прихватка точками или короткими швами. Для получения указанных соединений применяется сварочная проволока Св-08ГСА, Св-08ГС или Св-10ГС диаметром от 0,8 до 1,0 мм при напряжении дуги в 18 - 19В. Сварка встык довольно сложна при исполнении, могут получиться прожоги, поэтому необходимо хорошо подгонять стыки свариваемых деталей, а именно : зазоры не должны превышать 0,5 - 1,0 мм. Как показала практика, при выполнении вертикального шва вероятность получения прожогов меньше. Однако качество его во многом зависит и от квалификации сварщика, так как требуется равномерно перемещать горелку, ибо при замедлениях как раз и могут получаться прожоги. Сварку вертикальных швов следует производить сверху вниз, так как при таком его положении давление дуги и струи углекислого газа препятствует смещению жидкого металла. При толщине металла от 2-х мм и выше сварку можно вести и снизу вверх, но обязательно наклонять горелку сверху вниз. Окончательной сварке должна предшествовать прихватка точками или короткими швами, причём для уменьшения деформации деталей сварку встык лучше вести от середины к краям. Прихватка деталей при сборке также производится на полуавтоматах, но при этом очень важно следить за тем, чтобы тормозное устройство механизма подачи проволоки было исправным и обеспечивало прекращение её подачи при окончании горения дуги. Неисправный тормоз приводит к перерасходу сварочной проволоки, излишек которой приходится каждый раз после прекращения сварки откусывать кусачками.

Сварка внахлестку. Подготовку к этому виду соединений сварщик ведёт вместе со слесарем, который следит за правильностью сборки, прихватки и , пользуясь зажимными приспособлениями, обеспечивает соединение под нахлесточный шов с минимальными зазорами. Иногда сборка и прихватка производится в первую смену, а во вторую сварщик

уже самостоятельно производит окончательную обварку предварительно собранных узлов. Обычно сварка нахлесточных швов ведётся с большой скоростью, нежели сварка стыковых соединений. Это объясняется тем, что для соединения внахлестку требуется меньшее количество наплавленного металла, особенно при плотной и без зазоров сборке. При сварке заготовок толщиной 1,0 - 1,5 мм наилучшие результаты достигаются при вертикальном положении электрода, когда проволока направляется на кромку верхнего свариваемого листа. Сварка нахлесточных швов выполняется как в нижнем, так и в вертикальном и горизонтальном положениях, но обязательно с соблюдением всех условий, описанных выше для сварки стыковых швов. Нахлесточные и тавровые соединения часто свариваются прерывистыми швами различного шага. Выполнение швов в разных пространственных положениях совершенно исключает возможность применения сварки под слоем флюса, поэтому полуавтоматы типа ПШ - 5 и ПШ - 5 - У (а также аналогичные модели) следует переделывать для сварки в углекислом газе.

Творчество рационализатора (автор В.П.Яковлев): 1. При работе с полуавтоматом часто выходит из строя латунное сопло для подачи газа в зону сварки. Предлагается изготавливать сопло из асбоцемента. Такое сопло можно выполнить на токарном станке. 2. В подающем механизме А-547-Р (и других моделях) устанавливают специальные катушки с намотанной сварочной проволокой. Ёмкость катушки - 4 кг. Сварочная электродная проволока заправляется в сварочную горелку. Она поставляется обычно в бухтах, а сама зарядка катушек - очень трудоёмкая операция. Ввиду этого предложено вести сварку без предварительной зарядки катушек. Бухта со сварочной проволокой на вращающемся специальном барабане закрепляется на поворотном кронштейне. Её вытягивание осуществляется механизмом подачи проволоки полуавтомата. Таким образом, отпадает необходимость ежесменной зарядки катушек и заправки сварочной проволоки в шланг полуавтомата. Такое приспособление с успехом можно применять, когда нет необходимости производить маневрирование полуавтоматом и свариваемые детали находятся на рабочем столе сварщика. 3. Бухты сварочной проволоки довольно тяжёлые , весом около 70 кг , они подвергаются коррозии (особенно при транспортировке по железной дороге, нарушении герметичности упаковки, хранении под открытым небом или прямо в цехах на стеллажах и т.д.), поэтому перед сваркой требуется её очистка от ржавчины, так как окислившиеся на поверхности слои металла отрицательно влияют на качество сварного шва - окислы железа в процессе раскисления при сварке сталей образуют нестойкие шлаковые включения, которые практически невозможно вывести из зоны расплавленного металла. При работе большого количества полуавтоматов возникает необходимость в предварительной очистке бухт сварочной проволоки от ржавчины и в организации централизованной намотке её на катушки. Сконструированный для этого универсальный станок состоит из электромотора мощностью 0,6 квт, дающего 1410 об/мин, червячного редуктора типа РЧ-1 с передаточным отношением 1:64, ящика, в котором помещены отработанные наждачные круги, вертушки для насадки бухты сварочной проволоки и катушки, которая крепится на ведомом валу червячного редуктора. Проволока протягивается через ящик с наждачными камнями и очищается от ржавчины. Станок обслуживает один подсобный рабочий, он же раздаёт намотанные катушки сварщикам. До внедрения этого предложения проволоку приходилось подвергать пескоструйной очистке, что вдвое дороже.

Как же улучшить процесс в области сварки в углекислом газе? При сварке в среде углекислого газа важен какой источник питания сварочной дуги используется : с жёсткой внешней характеристикой или с падающей (последняя крайне не желательна при выполнении полуавтоматической сварки в углекислом газе). В самом деле, при автоматической и полуавтоматической сварке очень важное значение имеет саморегулирование дуги, которое заключается в том, что при уменьшении её длины увеличивается сварочный ток, а следовательно, и скорость оплавления электрода. При этом длина дуги увеличивается до нормальной величины. Скорость подачи электродной

провода при автоматической и полуавтоматической сварке всегда постоянно на заданном режиме работы, с увеличением силы тока электрод плавится быстро и длина дуги принимает первоначальную величину. При жёсткой внешней характеристике с уменьшением длины дуги сварочный ток увеличивается больше, чем при падающей характеристике, дуга горит более устойчиво и возбуждается значительно легче, что имеет большое значение при сварке тонкого листа на малых токах.

Выводы и предложения. 1. Необходимо молодым учёным, изобретателям и рационализаторам разработать с учётом последних достижений науки и техники «Устройство для саморегулирования дуги при автоматической и полуавтоматической сварке с использованием источника питания сварочной дуги с падающей характеристикой» (Устройство должно быть компактным и подсоединяться уже в существующую схему полуавтомата!). 2. Необходимо организовать обучение и воспитание будущих специалистов сварщиков - автоматчиков не высоких разрядов (предпочтительно женщин, так как у них более развито чувство ответственности за порученное дело, твёрдая рука и острый глаз, а качество выполненных сварочных работ отдельных узлов конструкций влияет на прочность сооружений в целом).

Используемая литература:

- Статья «Прогрессивной сварке-широкую дорогу», автор В.П.Яковлев (WWW.pan-i.ru/novosti/progressivnoy-svarke-shirokuju-dorogu.html от 21.12.2012г.(23:11), WWW.pan-i.ru/novosti/blog/stranitsa-31.html от 21.12.2012г. (23:11).

- Статья «Прогрессивной сварке-широкую дорогу» (продолжение), автор В.П.Яковлев (WWW.pan-i.ru/novosti/progressivnoy-svarke-shirokuju-dorogu-prodolzhenie.html от 23.12.2012г. (01:52).

- Статья «Пульт управления полуавтомата для сварки в среде углекислого газа», автор В.П.Яковлев (WWW.pan-i.ru/novosti/pult-upravleniya-poluavtomata-dlya-svarki-v-srede-uglekislogo-gaza.html от 24.12.2012г. (11:12).

- Статья «Технология сварки в среде углекислого газа», автор В.П.Яковлев (WWW.iovrao.spb.su/joomla-license/543--2.html 20.01.2013г.(18:09), WWW.pan-i.ru/novosti/blog/stranitsa-31.html

- Брошюра «Прогрессивной сварке - широкую дорогу», автор Н.Н.Овсянников, Курское книжное издательство».

- Перечень технических решений и рационализаторских предложений, разработанных и внедрённых за трудовую деятельность инженера В.П.Яковлева. Список изобретений и рационализаторских предложений В.П.Яковлева на 492 кб (WWW.iovrao.spb.su/joomla-license/547-2013-02-03-16-44-52.html от 03.02.2013 (19:42).

- Рецензия на статью В.П.Яковлева «Сварка угловых и тавровых соединений в среде углекислого газа» (WWW.iovrao.spb.su/joomla-license/569-2013-08-11-15-55-05.html от 11.08.2013г.(18:36), автор Др.Авнер Бен-Яир (WWW.iovrao.spb.su/iza2/34-iza/752--q-q.html).

- Рецензия на статью В.П.Яковлева «Прогрессивной сварке-широкую дорогу»(продолжение) - WWW.iovrao.spb.su/joomla-license/560--q-q.html

Научное издание

Коллектив авторов

Сборник материалов II Международной научной конференции «Техноконгресс»

ISSN 2500-1132

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2016