

Заключение

В ходе проделанной работы был получен оксид цинка, на основе которого была получена керамика, что в последствие, планируется применить для варисторов, используемых как ОПН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Duong, T. T., Do, Q. N., Pham, A. T., & Nguyen, D. C. (2016). A facile nonaqueous solution approach to controlling the size of ZnO crystallites and predominant {0001} facets. *Journal of Alloys and Compounds*, 686, 854-858.
2. Sivkov, A., Pak, A., Shanenkov, I., Kolganova, Y., & Prosvirin, I. (2014). Effect of energy on plas-modynamic synthesis product in the carbon-nitrogen system. In *Advanced Materials Research* (Vol. 880, pp. 36-41). Trans Tech Publications.
3. Sivkov, A., Shanenkova, Y., Saigash, A., & Shanenkov, I. (2016). High-speed thermal plasma deposition of copper coating on aluminum surface with strong substrate adhesion and low transient resistivity. *Surface and Coatings Technology*, 292, 63-71.

Научный руководитель: А.А. Сивков, д.т.н., профессор каф. ЭПП ЭНИН ТПУ.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА ДЛЯ ГОЛЫХ ПРОВОДНИКОВ

З.Б. Хужина, А.В. Варганова

Магнитогорский государственный технический университет

Разработана методика для расчета величины экономической плотности тока, позволяющая учитывать фактор надежности электроснабжения. Получены новые значения экономической плотности тока для сталеалюминевых проводников напряжением 35 и 110 кВ.

Ключевые слова: экономическая плотность тока, выбор сечения, сталеалюминевые провода. (Ключевые слова)

Самый выгодный вариант при выборе сечения проводников определяется по минимуму приведенных затрат. В формулу для расчета затрат включим среднегодовой ущерб из-за недоотпуска электрической энергии. Формула для расчета приведенных затрат будет выглядеть следующим образом:

$$Z = p_n \cdot K + И + У, \quad (1)$$

$$Z(F) = (a + bF) \cdot (a_a + p_n) \cdot l + 3I_{нб}^2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{F} \cdot (\tau \cdot \beta + y_0 \cdot T_B \cdot \cos \varphi), \quad (2)$$

где $p_n=0,12$ - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, 1/год; K – единовременные капитальные вложения, необходимые для сооружения сети, руб.; I – ежегодные эксплуатационные расходы, руб./год; $У$ – ущерб от перерыва в электроснабжении, руб.; a – капитальные вложения в 1 км линии, не зависящие от сечения, т.е. это затраты на подготовку просеки, на дороги, осушение болот и т.д., руб./км; b – часть удельных капитальных вложений, пропорциональная сечению провода, руб./(км·мм²) (стоимость металла, опор, арматуры); F - сечение проводника, мм²; a_a - ежегодные отчисления на амортизацию и текущий ремонт линии в относительных единицах, 1/год; l – длина линии, км; $I_{нб}$ – наибольший рабочий ток линии, А; $\rho=0,0315$ Ом·мм²/м – удельное сопротивление материала провода (для алюминиевого); $\beta=2,82$ руб./кВт·ч – стоимость потерь электроэнергии; τ – время наибольших потерь, ч, т.е. время, за которое при работе с наибольшей нагрузкой потери электроэнергии за год те же, что и при работе по реальному графику нагрузок; y_0 - удельный ущерб от перерыва электроснабжения, $y_0=18,3$ руб./кВт·ч; T_B - среднее время восстановления, ч.; $\cos\varphi=0,9$.

Из этого выражения выводим сечение проводника:

$$F_{\text{ЭК}} = I_{\text{нб}} \sqrt{\frac{3(\tau \cdot \beta + y_0 \cdot T_B \cdot \cos \varphi) \cdot \rho}{b \cdot (a_a + p_n)}}. \quad (3)$$

Получим выражение для расчета экономической плотности тока с учетом фактора надежности, как отношение наибольшего протекающего в линии тока к экономическому сечению:

$$J_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{нб}}}{F_{\text{ЭК}}} = \sqrt{\frac{b \cdot (a_a + p_n)}{3(\tau \cdot \beta + y_0 \cdot T_B \cdot \cos \varphi) \cdot \rho}}. \quad (3)$$

В качестве примера приведем расчеты величин экономической плотности тока проводов АС для Западной Сибири с числом часов использования максимума нагрузки 2000 ч. В табл. 1 представлены результаты расчета величин экономической плотности тока.

Табл. 1.

Значение экономической плотности тока $J_{\text{ЭК}}$ для проводников типа АС для Западной Сибири, А/мм²

Тип проводника	Число часов использования максимума нагрузки, ч		
	1000-3000	3000-5000	5000-8760
6-10 кВ			
- на металлических опорах	2,0	2,0	1,991
- на железобетонных опорах	1,853	1,847	1,836
35 кВ			
- на металлических опорах одноцепные	0,969	0,968	0,966
- на металлических опорах двухцепные (одна отключена)	1,288	1,286	1,281

Тип проводника	Число часов использования максимума нагрузки, ч		
- на металлических опорах двухцепные (две отключены)	0,928	0,927	0,926
- на железобетонных опорах одноцепные	0,937	0,936	0,934
- на железобетонных опорах двухцепные (одна отключена)	1,004	1,003	1,001
- на железобетонных опорах двухцепные (две отключены)	0,882	0,881	0,880
- на деревянных опорах одноцепные	1,026	1,025	1,023

На основании разработанного подхода по определению величин экономической плотности тока разработана методика, позволяющая определить экономически целесообразные сечения проводников, блок-схема которой приведена на рис. 1.

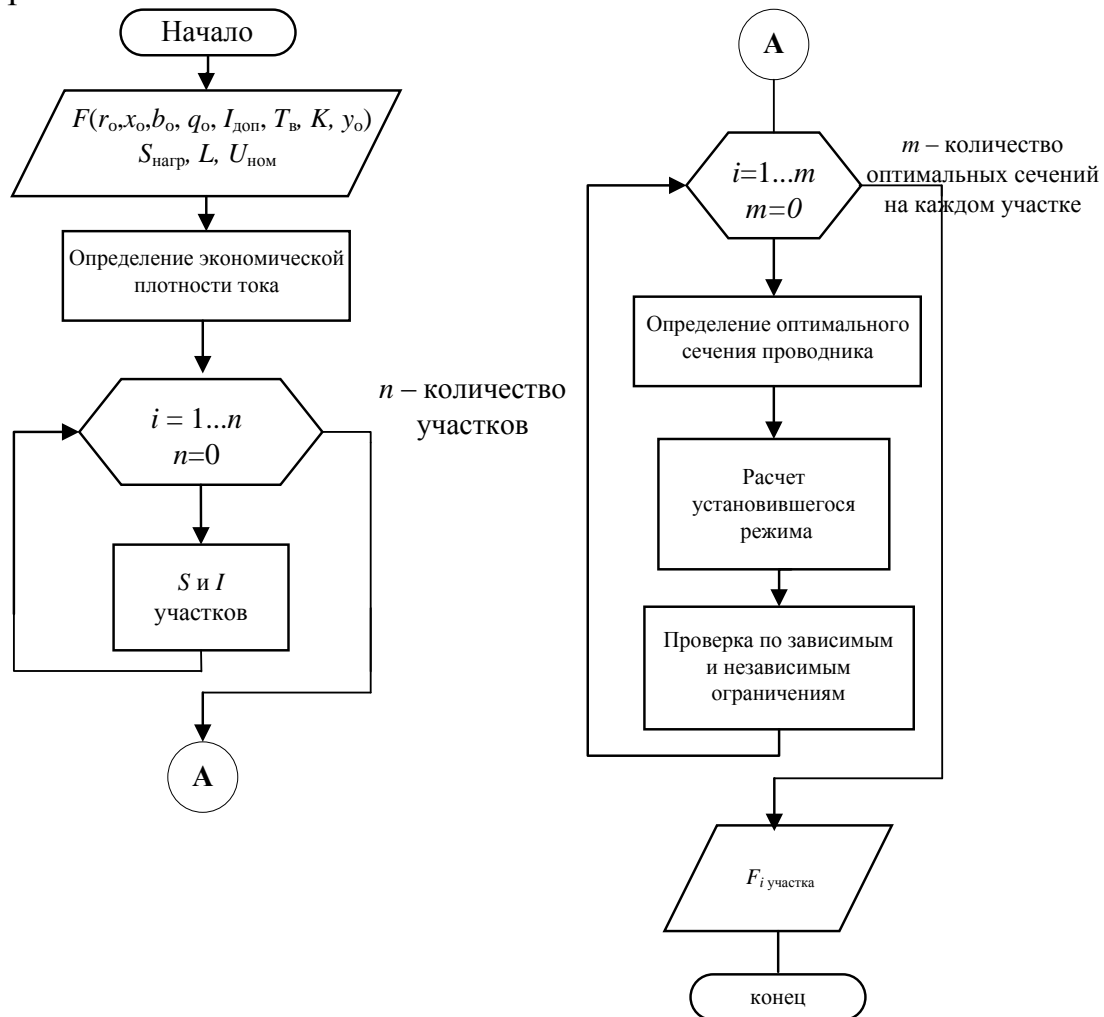


Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения экономически целесообразных сечений проводников

ЛИТЕРАТУРА:

1. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.
2. Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). Электротехнический справочник. Производство, передача и распределение электрической энергии. 10-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 964 с.
3. Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 9-й выпуск. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2010. – 464 с. – ISBN 978-5-379-01452-0.
4. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети [Текст] / В.И. Идельчик // М.: Энергоатомиздат, -1989. -592с.

Научный руководитель: А.В. Варганова, к.т.н., доцент каф. ЭиАС МГТУ им. Г.И. Носова.

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ УСТАНОВОК РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Ю.Н. Булатов¹, А.В. Крюков^{2,3}, Нгуен Ван Хуан³

Братский государственный университет¹

Иркутский государственный университет путей сообщения²

Иркутский национальный исследовательский технический университет³

Введение. Использование установок распределённой генерации (РГ) особенно актуально при модернизации систем электроснабжения (СЭС), удалённых от сетевой инфраструктуры. В централизованных СЭС применение установок РГ позволяет разгрузить основную сеть, повысить надёжность электроснабжения и улучшить качество электроэнергии [1, 2]. Большой интерес представляют установки РГ, работающие на основе синхронных турбо и гидрогенераторов. Однако внедрение таких установок требует решения задачи определения оптимальных настроек автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) и частоты вращения (АРЧВ), что связано с трудоёмкими расчётами большого числа взаимосвязанных параметров. Кроме этого повышение качества регулирования в значительной степени ограничивается инерционностью действующего объекта, изменить характеристики которого не представляется возможным. Однако повышение качества регулирования возможно путём совершенствования системы управления.

В условиях ускоренного ввода в эксплуатацию установок РГ, работающих на основе синхронных генераторов с АРВ и АРЧВ, возможен подход, обеспечивающий настройку регуляторов с помощью одного параметра. Для этого предлагается перейти от регулирования по текущему значению ошибки $\varepsilon(t)$ к управлению, предполагающему вычисление прогноза $\varepsilon(t + \Delta t)$. Регулятор, управляющий объектом по величине $\varepsilon(t + \Delta t)$, назван в [3] прогностическим. В