

УДК 621.316.11

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРА КОЭФФИЦИЕНТА КонтРАСТНОСТИ РЕЛЬЕФА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СИНТЕЗЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А. П. Заболотный, В. С. Мамбаева, Д. В. Федоша

Запорожский национальный технический университет
ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, 69063, Украина. E-mail: zap@zntu.edu.ua

Рассмотрено влияние коэффициента контрастности рельефа потенциальной поверхности, учитывающего ожидаемые потери электрической энергии, на определение оптимального количества источников питания и организацию для них группировки приёмников электроэнергии с учетом минимизации потерь электроэнергии.

Ключевые слова: электрические сети, проектирование, оптимизация, потенциальная поверхность.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ КОЕФІЦІЕНТА КонтРАСТНОСТІ РЕЛЬЄФУ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ СИНТЕЗІ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

А. П. Заболотний, В. С. Мамбаєва, Д. В. Федоша

Запорізький національний технічний університет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна. E-mail: zap@zntu.edu.ua

Розглянуто вплив коефіцієнта контрастності рельєфу потенційної поверхні, який ураховує очікувані втрати електричної енергії, на визначення оптимальної кількості джерел живлення й організацію для них угруповання приймачів електроенергії з урахуванням мінімізації втрат електроенергії.

Ключові слова: електричні мережі, проектування, оптимізація, потенціальна поверхня.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Тенденции роста числа использования частотно-регулируемых асинхронных электроприводов, обеспечивающих улучшенные динамические свойства электропривода, а также рекуперацию электрической энергии в питающую сеть, при внедрении энергосберегающих технологических процессов в различных отраслях промышленности обуславливают необходимость реконструкции существующих сетей цехового электроснабжения (ЦЭС). Решение задачи формирования оптимальной структуры сети электроснабжения (определение количества источников питания (ИП) и распределение между ними приёмников электроэнергии (ЭП)) возможно посредством использования метода эквипотенциальной поверхности [1]. Однако в данном подходе процедура выбора коэффициента контрастности рельефа потенциальной поверхности (ККРПП) не формализована и выбор его численного значения зависит от опыта и навыков проектировщика. Таким образом, формализация процедуры выбора ККРПП, дающая возможность автоматизации синтеза структуры системы ЦЭС, является актуальной.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Суть метода эквипотенциальной поверхности состоит в проведении аналогии между расчётной нагрузкой P_i приемников, расположенных в точках x_i, y_i , и потенциалами некоторых источников энергии, расположенных в тех же точках. При отдалении от точки расположения приемника потенциал от источника, расположенный в той самой точке, будет уменьшаться. Совокупность всех потенциалов источников энергии образует потенциальную поверхность, которую можно описать потенциальной функцией [2]:

$$P(x, y) = \sum_{i=1}^n P_i e^{-\alpha[(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2]} \quad (1)$$

Построенная поверхность дает возможность определить количество групп, на которые разделяются приемники. Количество ИП для этих групп зависит от значения ККРПП (рис. 1,а), задаваемого проектировщиком.

На рис. 1 представлена потенциальная поверхность с эквипотенциальными контурами при разных значениях ККРПП, при этом все приемники распределяются в группы и для каждой группы определяется центр электрических нагрузок, где будет расположен ИП данной группы.

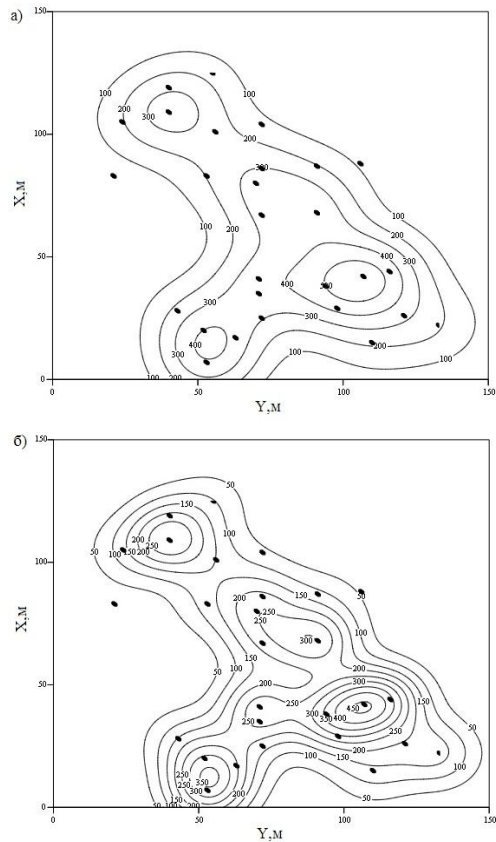


Рисунок 1 – Потенциальная поверхность с эквипотенциальными контурами при разных значениях ККРПП: а) $\alpha = 0,003$; б) $\alpha = 0,005$

На рис. 1 показано, что в случае значения $\alpha = 0,003$

число ИП равняется трём, а в случае $\alpha = 0,005$ число ИП равняется четырём, что показывает существенное влияние ККРПП на структуру ЦЭС.

Многообразие возможных значений ККРПП приводит к большому количеству конфигураций проектируемой ЦЭС, обладающих разными технико-экономическими показателями.

Оптимальное решение данной задачи может быть найдено только посредством сравнения альтернативных вариантов.

Значительно сократить число рассматриваемых вариантов структуры ЦЭС возможно, придав ККРПП свойство учета ожидаемых потерь электроэнергии в питающих линиях. В этом случае выражение для определения значения ККРПП можно представить в следующем виде:

$$\alpha_{\Delta P_i} = \frac{P_i^2 \rho}{U_i^2 F(P_i)}, \quad (2)$$

где: ρ – удельное сопротивление материала проводника; $F(P_i)$ – сечение проводника (определяется как функция от передаваемой мощности); U_i – напряжение; P_i – мощность приемника.

Формализованная таким образом процедура определения величины ККРПП для каждого ЭП, зависящая от его расчетной мощности, дает возможность исключить влияние субъективизма проектировщика и автоматизировать процедуру синтеза структуры системы ЦЭС.

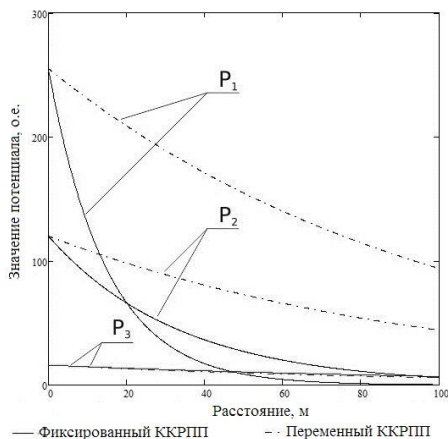


Рисунок 2 – Значения потенциальной функции трех ЭП различной мощности для фиксированного и переменного значения ККРПП

На рис. 2 приведены значения потенциальной функции для трех ЭП различной мощности ($P_1 = 255$ кВт, $P_2 = 120$ кВт, $P_3 = 16$ кВт) для фиксированного и переменного значения ККРПП.

Анализ полученных кривых позволяет сделать вывод, что в случае переменного значения ККРПП (пунктирные линии на рис. 2) крутизна спада потенциальной функции для ЭП большей мощности выше, чем для ЭП меньшей мощности, что дает возможность запитать последние от более удаленных ИП.

Численный эксперимент показал, что определение значения ККРПП, используя выражение (2), в случае значительного разброса (более чем на порядок) величин мощностей цеховых ЭП не приводит к увеличению контрастности потенциальной поверхности.

В таких случаях необходимо воспользоваться значением ККРПП в относительных единицах, где за базисную величину принимается максимальное расстояние L_m между двумя цеховыми ЭП любой мощности.

Такая процедура определения значения ККРПП позволяет увеличить контрастность получаемой потенциальной поверхности.

В результате выражение (1) примет вид:

$$\Pi(x, y) = \sum_{i=1}^n P_i e^{-1 \frac{P_i^2 \rho}{U_i^2 F(P_i) L_m} [(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2]} \quad (3)$$

Используя выражение (3), формируется итоговая потенциальная поверхность с оптимальным количеством ИП, с учетом минимизации значения потерь электроэнергии в распределительной сети.

ВЫВОДЫ. Проведенные исследования показали, что предлагаемый способ определения ККРПП, учитывающий ожидаемые потери электрической энергии, позволяет определить оптимальное количество ИП и реализовать для них группировку ЭП с учетом минимизации потерь электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев И.В., Заболотный А.П., Федоса Д.В. та ін. Розвиток методу еквіпотенційних контурів для проектування розподільчої мережі // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2009. – № 637. – С. 3–7.
2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 472 с.

FORMALIZATION OF THE PROCEDURE OF CHOICE FACTOR OF CONTRAST POTENTIAL SURFACE RELIEF ON SYNTHESIS OF STRUCTURE A POWER SUPPLY SYSTEM

A. Zabolotny, V. Mambaeva, D. Fedosha

Zaporozhye National Technical University

ul. Zhukovskogo, 64, Zaporozhye, 69063, Ukraine. E-mail: zap@zntu.edu.ua

Article is devoted the influence a factor of contrast potential surface relief on synthesis of structure a power supply system which considers expected losses of electric energy, to definition optimum number of power supplies and the organization groups of electric power receivers for them taking into account minimization losses of electric power.

Key words: mains, design, optimization problem, potential surface .

REFERENCES

1. Avdeev I.B., Zabolotny A.P., Fedosha D.V. and oth. *Development of a method of equipotential contours for design distributive network* // Messenger of National University "L'vivs'ka Politehnika". – 2009. – № 637. – PP. 3–7. [in Ukrainian]

2. Fedorov A.A., Kameneva V.V. *Bases of power supply of the industrial enterprises.* – М: Energoatomizdat, 1984. – 472 p. [in Russian]

Стаття надійшла 1.06.2012.
Рекомендовано до друку
к.т.н., доц. Старостіним С.С.