

9. Автоматический контроль и регулирование технологических процессов на железорудных обогатительных фабриках / [Гончаров Ю.Г., Давидкович А.С., Гейзенблейзен Б.Е., Гуленко Г.В.]. – М.: Недра, 1968. – 227 с.

Vasily Kondratets, Prof., DSc., Alexander Serbul, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Kirovograd national technical university, Kirovohrad, Ukraine

Optimization of forecasting accuracy ratio ore/water in a ball mill with a circulating load

The purpose of the article is a search for the best combination of precision instruments for the margin of error prediction liquefaction.

The ratio of the ore/water predict possible in accordance with this algorithm on the measured parameters - ore and water consumption in a ball mill, a volume flow of ore and water in a ball mill, a volume flow of sand in sand classifier chute. The measurement error of each parameter introduces an error in the final result. The task is complicated by the fact that the volumetric flow of sand in the sand chute accurately measure is not possible, which significantly reduces the result of forecasting where the measurement error or most approximates the boundary permissible value of $\pm 3,0\%$ for the ratio of ore/water. Selection device for measuring process parameters of error may be represented as the optimization problem by the method of dynamic programming in three stages, each of which selects one means.

In the process of optimizing the relative error of flow measurement in sand chute $\pm 3,0\%$, the maximum relative error of prediction ratio of ore / water amounted to 1.72% as determined by the flow of ore and water in the mill with an accuracy of $\pm 1,0\%$ compared with the allowable $\pm 3,0\%$.

ball mill, the ratio of ore/water, forecasting, accuracy, optimization

Одержано 08.10.15

УДК 621.311.1: 621.316.37

А.І. Котиш, доц., канд. техн. наук, П.Г. Плешков, проф., канд. техн. наук,

А.Ю. Орлович, проф., канд. техн. наук, О.І. Сіріков, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна,

E-mail: akotysh@gmail.com

А.В. Некрасов, доц., канд. техн. наук

Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, м. Кременчук, Україна

Розробка та експериментальне дослідження фіксатора коротких замикань для повітряних електричних мереж напругою 110 – 150 кВ

На основі аналізу схеми нормального режиму мережі 150 кВ ПАТ «Кіровоградобленерго» встановлено, що існує ряд підстанцій, де встановлення фіксаторів короткого замикання просто необхідно. Вибрано оптимальний варіант конструкції фіксатора короткого замикання, розроблено його кінематичну схему, визначено зв'язки між переміщеннями частин механізму приладу та виконано його силовий розрахунок. Розроблено конструкцію фіксатора короткого замикання, виконано його розрахунок магнітної системи, що дозволило побудувати вебер-амперні та тягові характеристики приладу. Проведено експериментальні дослідження та лабораторні випробування фіксатора короткого замикання. В результаті чого визначено пороги спрацьовування пристрою в функції струму та часу, побудовано його характеристики. Експериментом підтверджено повну придатність приладу для роботи в реальних умовах.

лінія електропередач, коротке замикання, електрична мережа, фіксатор, ізоляція

© А.І. Котиш, П.Г. Плешков, А.Ю. Орлович, О.І. Сіріков, А.В. Некрасов, 2016

А.И. Котыш доц., канд. техн. наук, П.Г. Плешков проф., канд. техн. наук, А.Е. Орлович проф., канд. техн. наук, А.И. Сириков доц., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина

А.В. Некрасов доц., канд. техн. наук

Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, г. Кременчуг, Украина

Разработка и экспериментальные исследования фиксатора коротких замыканий для воздушных электрических сетей напряжением 110-150 кВ

На основе анализа схемы нормального режима сети 150 кВ ПАО «Кировоградоблэнерго» установлено, что существует ряд подстанций, где установка фиксаторов короткого замыкания просто необходима. Выбран оптимальный вариант конструкции фиксатора короткого замыкания, разработана его кинематическая схема, определены связи между перемещениями частей механизма прибора и выполнен его силовой расчет. Разработана конструкция фиксатора короткого замыкания, выполнен расчет его магнитной системы, что позволило построить вебер-амперные и тяговые характеристики прибора. Проведены экспериментальные исследования и лабораторные испытания фиксатора короткого замыкания. В результате чего определены пороги срабатывания устройства в функции тока и времени, построены его характеристики. Экспериментом подтверждено полную пригодность прибора для работы в реальных условиях.

линия электропередачи, короткое замыкание, электрическая сеть, фиксатор, изоляция

Постановка проблеми. Визначення місця пошкодження (ВМП) є найбільш складною, а як правило й найбільш тривалою технологічною операцією по встановленню пошкодженої частини мережі. Це повсякденна оперативна задача диспетчерських служб електричних мереж та систем. В мережах середньої електричної системи річна кількість пошкоджень складає сотні, а в абонентських мережах, що живляться від них – тисячі випадків [1]. Витрати на ВМП складають значну частину експлуатаційних коштів в електричних мережах, в той час як доля витрат на пристрої для ВМП в загальних капітальних витратах відносно мала.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для ВМП суттєве значення має розподіл пошкоджень по конструктивним елементам та причинам виникнення. В табл. 1 наведені дані про аварійні відключення згідно досліджень [1, 2] для ліній електропередач (ЛЕП) 110-750 кВ.

Таблиця 1 – Статистичні дані причин пошкоджень на ЛЕП

Причина пошкодження	Кількість випадків %
Пошкодження та руйнування ізоляції	57
Перекриття з проводу на тіло опори	3,8
Перекриття на проїзджаючи високогабарітні машини і механізми	3,3
Обрив та провисання грозозахистних тросів	3,1
Падіння проводу на землю	2,4
Накиди на проводи сторонніми особами	1,8
Перекриття на розташовані на трасі дерева	1,6
Інші причини	27

В теперішній час розроблено різні типи фіксуєючих пристроїв, ряд з котрих успішно експлуатується. Так наприклад широке запровадження знайшли пристрої типу ФІП (ФІП-1, ФІП-2, ФІП-Ф), ЛІФП та інші. Враховуючи, що фіксуєючі прилади забезпечують автоматичний вимір і фіксацію електричних величин під час короткого

замикання, вони повинні задовольняти певним вимогам, зокрема наступним: вимір необхідно закінчити до початку відключення пошкоджених ділянок лінії від релейного захисту, тобто протягом порядку 0,1 с, прилад повинен зберігати значення зафіксованої електричної величини протягом часу, достатнього для прибуття на підстанцію (без постійного чергування) оперативної виїзної бригади, тобто не менше 4 ч, повинен передбачатися автоматичний селективний запуск приладів, щоб контрольована величина була зафіксована лише при аварійних відключеннях ліній, прилад повинен забезпечувати певну точність виміру (зазвичай відносна погрішність виміру не повинна перевищувати 5 %) і так далі.

Тобто для виявлення та пошуку місця короткого замикання (КЗ) потрібен цілий комплекс пристроїв, в котрі повинні входити: релейний захист для фіксації пошкоджень і відключення пошкодженої зони; пристрої дистанційного вимірювання (ПДВ) для локалізації зони пошуку в межах виділеної ділянки та інші. Та навіть вони, в лініях з великою кількістю довгих відгалужень (рис. 1), не в змозі вказати на конкретне відгалуження з місцем КЗ. Щоб визначити дійсне місце КЗ, слід додатково встановлювати на відгалуженнях фіксатори короткого замикання (ФКЗ). Це призведе до значної ефективності пошуку місця КЗ.

Існує декілька відомих конструктивних рішень ФКЗ. В основному вони діють на індукційному принципі вимірювання струму. Суть цього принципу полягає в тому, що на деякій відстані від проводу розміщується індукційний датчик у вигляді котушки з осердям. ЕРС, яка наводиться в котушці, в залежності від значення струму в проводі, в електричній схемі перетворюється в вихідний сигнал потрібної величини.

Наявність в цих показниках КЗ електронних схем знижує їх надійність, враховуючи тяжкі атмосферні умови, в яких вони працюють. Крім того, встановлення і перевірка таких показників дуже складний процес, зв'язаний з необхідністю встановлення їх на опорі під напругою, або з відключенням лінії. Тому для вирішення цієї задачі, зроблена спроба йти по шляху використання простого електро механічного ФКЗ, в якому електричним елементом практично є тільки самий провід повітряної лінії. Встановлення такого фіксатора може проводитись без зняття напруги безпосередньо на самому проводі [3].

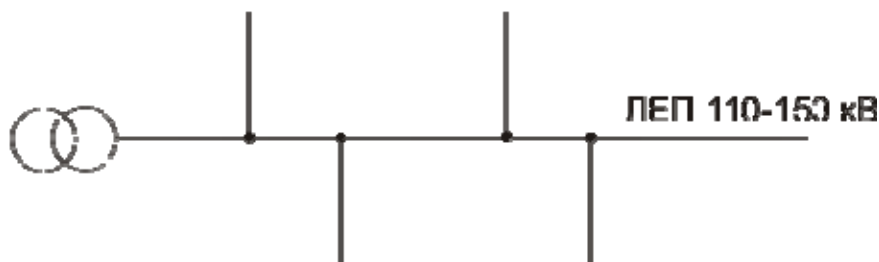


Рисунок 1 – Схема лінії електропередач з відгалуженнями

Постановка завдання. Метою статті є підвищення надійності роботи повітряних електричних мереж напругою 110-150 кВ шляхом застосування спеціально розробленого пристрою ФКЗ.

Виклад основного матеріалу. Для подальшого дослідження було використано схему нормального режиму мережі 150 кВ ПАТ Кіровоградобленерго. Проаналізувавши конфігурацію мережі можливо зробити висновок про те, що існує певна кількість підстанцій, що отримують живлення по лініям, які власне є глухими відгалуженнями і де встановлення ФКЗ просто необхідно. В табл. 2 наведено назви зазначених підстанцій, ліній що їх живлять та струми короткого замикання в кінці ліній.

Таблиця 2 – Перелік підстанцій, що живляться глухими відгалуженнями

Назва п/ст	Живляча лінія	Мін. струм к.з. (кА)
Центральна	Л13к/1, Л14к/1	6,327
Липняжка	Л38к/1	1,57
Геолог	Л32к/2	4,2
Н.Миргород	Л32к	2,7
ЗЧМ	Л95/1, Л96/1	5,3
Шаровка-тяг	Л11к	3,05
Жилпоселок	Л86к/1, Л85к/1	1,542
Янтарна	Л44к	5,6

Таким чином для даної мережі можливо вибрати уставки спрацьовування пристроїв ФКЗ. Згідно табл. 2 мінімальний струм КЗ в кінці ліній, які по суті є відгалуженнями від основних, складає 1,542 кА, тобто струм спрацьовування пристроїв ФКЗ, що розробляються, повинен бути $I_{\min} \geq 1,54$ кА.

Фіксатор повинен встановлюватися на фазному проводі в будь-якому зручному для спостереження місці, однак для зменшення механічного впливу (вібрацій, коливань, поштовхів від поривів вітру) доцільно встановлювати його біля опори між віброгасником і ізолятором або замість віброгасника. Найбільш простою і надійною є використання кінематичної схеми приведеної на рис. 2 [3].

Працює ФКЗ таким чином. При проходженні струму по проводу, навколо останнього утворюється магнітне поле, величина якого, тобто магнітний потік Φ , залежить від величини струму. При досягненні магнітним потоком величини достатньої для притягування якоря електромагніта, останній притягується, тягнучи за собою храповий механізм. Храповик повертається навколо своєї вісі і своїм важелем повертає "зірочку" до її упора зубцем в храповик. В цьому положенні механізм фіксатора залишається поки по проводу протікає струм КЗ. В результаті дії струму КЗ спрацьовує релейний захист і відключає пошкоджену лінію. Струм припиняється і якорь електромагнітна під дією пружини повертається в початкове положення. При цьому храповик своїм другим важелем підіжме "зірочку" до упора зубцем в цей важіль. Тобто "зірочка", а значить і стрілка, повернуться на кут 60° вперед і зафіксуються в цьому положенні, при цьому відбудеться відлік на наступну одиницю.

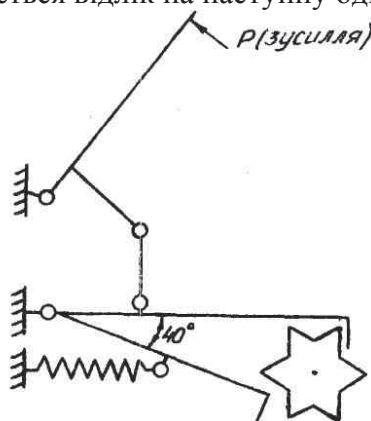


Рисунок 2 – Запропонована кінематична схема ФКЗ

Для вибору конструкції пристрою зроблена спроба йти по шляху використання простого електромеханічного ФКЗ, в якому електричним елементом практично є тільки самий провід повітряної лінії. Встановлення такого фіксатора може проводитись без зняття напруги безпосередньо на самому проводі.

Зручність і достовірність візуального отримання інформації забезпечується вибором оптимальною розміру і форми корпусу ФКЗ і відповідно розмірами інформаційних елементів. Інформаційним елементом править циферблат з нанесеними на ньому цифрами і вказівною стрілкою. Вибрана кількість цифр від 0 до 5 забезпечує, як оптимальну конструкцію рахункового механізму. Зручність і простота настройки пристрою досягається таким чином: плавне регулювання струму спрацьовування на самому ФКЗ здійснюється простим натягінням зворотної пружини. Крім того регулювання струму спрацьовування можливо проводити і ступінчасто, шляхом зміни кількості кріпильних дужок. Цим досягається зміна величини магнітного потоку розсіювання, що в свою чергу змінює тягове зусилля електромагніта.

На основі розрахунків магнітної провідності, намагнічуючої сили було побудовано тягові та вебер-амперні характеристики пристрою, що в свою чергу дало змогу вибрати оптимальні конструктивні геометричні розміри магнітної системи фіксатора. На рис. 3 представлена зовнішня частина магнітної системи ФКЗ, (а) та внутрішня (б).

Суть експериментальних досліджень даної роботи полягає у визначенні експериментальним шляхом порогів спрацьовування пристрою в функції струму (I) та часу (t) в залежності від кількості кріпильних дужок. Роботи проводилися на лабораторному релейному стенді, призначеному для перевірки, зняття характеристик і налаштування на задані параметри різних пристроїв релейного захисту, автоматики, електричних апаратів.

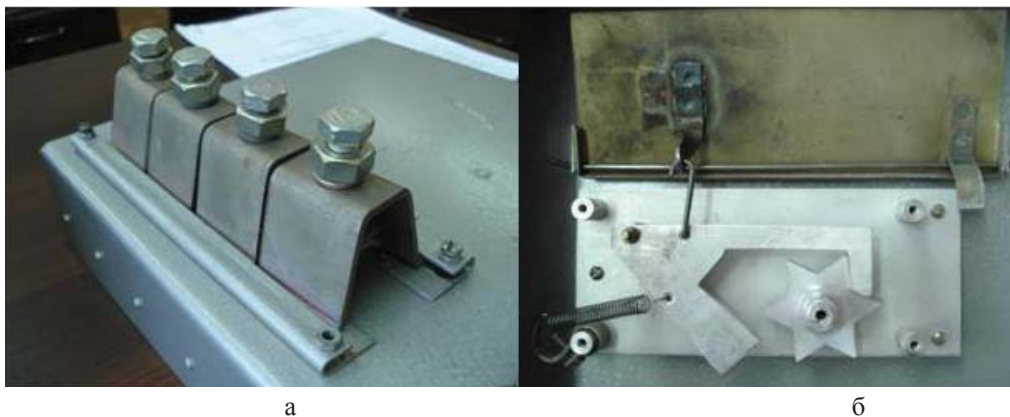


Рисунок 3 – Зовнішня (а) та внутрішня (б) частини магнітної системи ФКЗ

Для одержання необхідних результатів в ході експерименту, на стенді була зібрана схема (рис. 4).

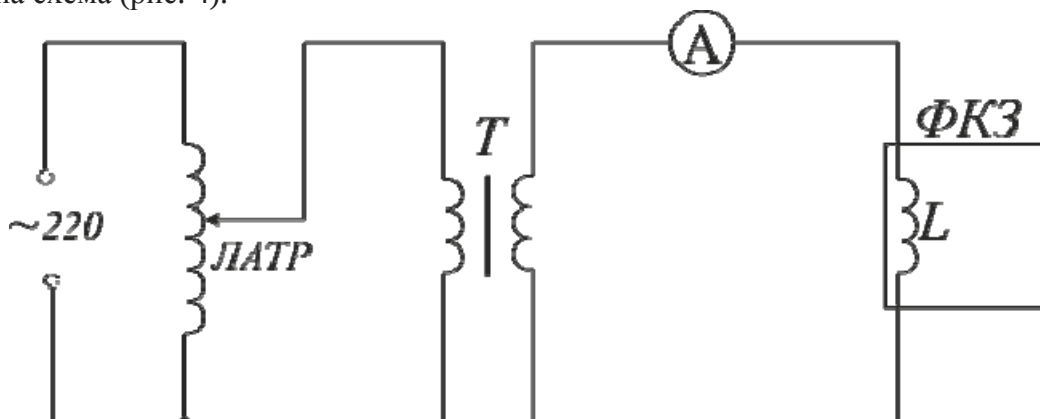


Рисунок 4 – Електрична схема експериментальної установки для випробувань ФКЗ

де T – розділювальний трансформатор;

L – котушка індуктивності (50 витків), на якій закріплений фіксатор за допомогою кріпильних дужок. Необхідна для створення магнітного потоку величини достатньої для спрацьовування пристрою. За допомогою згаданої котушки досягається ефект дії на пристрій струмів к.з. величиною до 3000 А.

Перший цикл дослідів дозволив отримати залежність струму спрацьовування $I_{\text{спр.}}$ від кількості дужок (скоб), розміщених на пристрої. Результати зведено в табл. 3 на основі яких побудовано графік (рис. 5).

Таблиця 3 – Результати експерименту першого циклу дослідів

№ досліду	4 скоби	3 скоби	2 скоби	1 скоба
	Струм, А			
1	945	1025	1200	1625
2	937,5	1037,5	1200	1600
3	937,5	1012,5	1212,5	1625
Середнє	940	1025	1204	1617

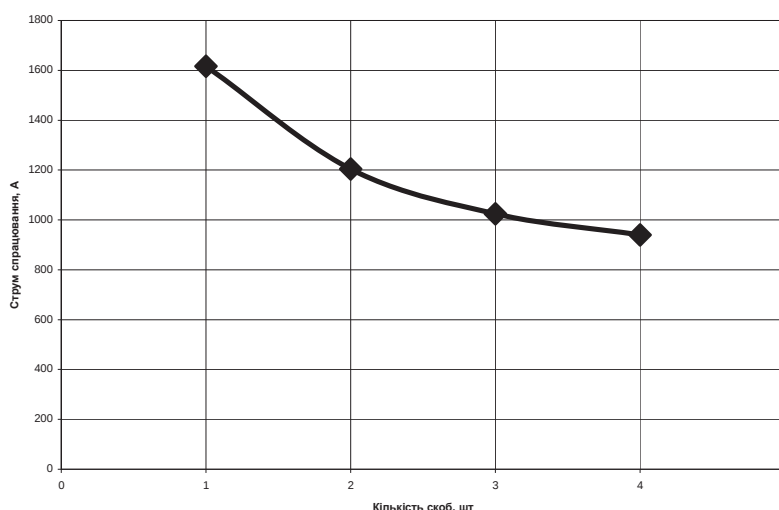


Рисунок 4 – Залежність струму спрацьовування ФКЗ від кількості кріпильних дужок (скоб)

Необхідність проведення другого циклу дослідів була викликана потребою побудови часо-струмової характеристики ФКЗ та перевірки пристрою на чутливість при різних струмах к.з. в мережі та кількості скоб. Результати експериментів зведено в табл. 4, а графічне зображення на рис. 5.

Таблиця 4 – Результати експерименту другого циклу дослідів

	1 скоба		2 скоби		3 скоби		4 скоби	
	Струм, А	Час, с	Струм, А	Час, с	Струм, А	Час, с	Струм, А	Час, с
1	1600	0,12	1200	0,13	1040	0,12	950	0,13
2	1760	0,09	1320	0,08	1144	0,08	1045	0,09
3	1920	0,06	1440	0,06	1248	0,06	1140	0,06
4	2080	0,06	1560	0,06	1352	0,05	1235	0,06
5	2240	0,05	1680	0,05	1456	0,05	1330	0,05

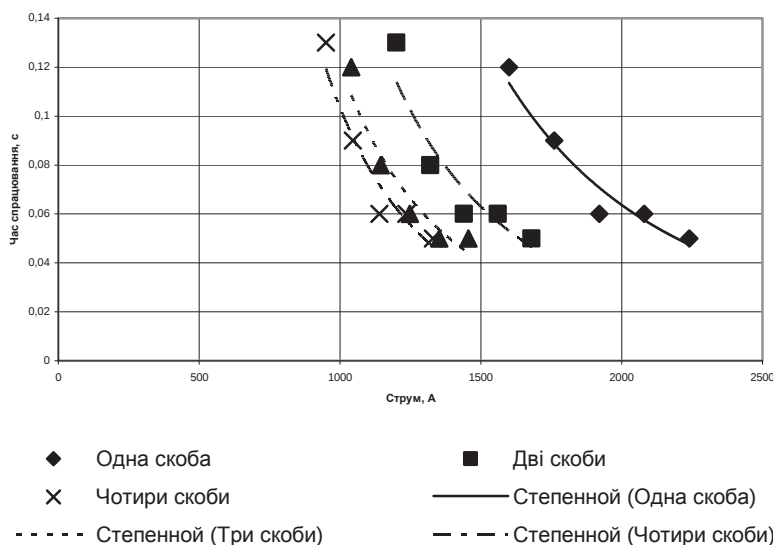


Рисунок 5 – Залежність часу спрацювання ФКЗ від струму к.з. при різній кількості кріпильних дужок (скоб)



Рисунок 6 – Зовнішній вигляд лабораторної установки

Висновки:

1. Впровадження нових, прогресивних методів та засобів визначення місць пошкоджень в сучасних умовах має значний економічний ефект, обумовлений запобіганням переходу нестійких пошкоджень у стійкі, зменшенням часу перерв електропостачання, зменшенням об'єму ремонтних робіт, зниженням транспортних витрат тощо.

2. Аналізуючи схему нормального режиму мережі 150 кВ ПАТ «Кіровоградобленерго» можна констатувати, що є ряд підстанцій де встановлення фіксаторів короткого замикання просто необхідно. А струм спрацювання пристроїв ФКЗ, що розробляються, повинен бути $I_{\min} \geq 1,5 \text{ кА}$.

3. На основі розрахунку зусиль, тягових характеристик та магнітної системи пристрою, було запропоновано конструкцію ФКЗ, яка відрізняється простотою та надійністю роботи.

4. Експериментальні дослідження роботи ФКЗ підтвердили повну придатність пристрою до експлуатації при мінімальному струмі короткого замикання ≥ 950 А.

Список літератури

1. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях / Г.М. Шалыт. – М.: Энергоиздат, 1982. – 312 с.
2. Айзенфельд А.И. Определение мест короткого замыкания на линиях с ответвлениями / А.И. Айзенфельд, Г.М. Шалыт. – М.: Энергия, 1977. – 208 с.
3. Плешков П.Г. Фиксатор короткого замыкания / П.Г. Плешков, А.Ю. Орлович, А.І. Котиш // Зб. наук. праць Кіровоградського інституту сільськогосподарського машинобудування. – 1997. – Вип. 1. – С. 42-45.

Andriy Kotysh, Assos. Prof., PhD tech. sci., Petro Pleshkov, Prof., PhD tech. sci., Anatoliy Orlovich, Prof., PhD tech. sci., Oleksandr Sirikov, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Kirovograd national technical university, Kirovohrad, Ukraine

Andriy Nekrasov, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Kremenchuk M. Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine

Development and experimental research latch short circuit for air electric networks voltage 110 – 150 kV

The article is dedicated to improving reliability of electric networks with voltage 110-150 kV by application developed special devices latch short circuit.

Based on the analysis circuit normal 150 kV network PAC "Kirovogradoblenergo" found that a number of stations where installation clamps short circuit is necessary. Your best option holder short circuit designs developed his kinematic scheme defined relationships between parts movement mechanism unit and executed his power calculation. The design retainer short circuit, made his calculation of the magnetic system, which allowed to build Weber-voltage and traction device.

Experimental studies and laboratory tests latch short circuit. As a result, defined thresholds triggering device as a function of current and time, built its characteristics. Experiment confirmed the full applicability of the device to work in real conditions.

power line, short circuit, electrical network, lock, isolation

Одержано 20.11.15

УДК 681.5:004:635.64:004

М.С. Мірошніченко, доц., канд. техн. наук, В.О.Зубенко, доц., канд. техн. наук, Т.О. Прокопенко, асист.

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна,

E-mail: Zub_valya@ukr.net

Моделювання нейро-мережевого керування температурно-вологісним режимом у теплиці

На основі нейронних мереж та з використанням експериментальних даних створено модель зміни температурно-вологісного режиму у теплиці в залежності від потужностей обігрівачів ґрунту та повітря, що дозволило забезпечити формування енергоефективних навчальних вибірок в адаптивній системі керування мікрокліматом.

нейронна мережа, температурно-вологісний режим, теплиця, система керування