



Рис. Результати розрахунків кривих намагнічування при різних величинах зазорів

**Список використаних джерел**

1. Фаминский, Г. В. Экономия электроэнергии в электропоездах [Текст] / Г.В. Фаминский. – М.: Транспорт, 1970.  
 2. Цукало, П. В. Эксплуатация электропоездов [Текст]: справочник / П.В. Цукало, Б.К. Просквилин. – М.: Транспорт, 1994. – 380 с.

3. Исследование электродвигателей электроподвижного состава [Текст]: сб. науч. трудов ВНИИЖТ / под ред. А.С. Курбасова. – М.: Транспорт, 1984. – 70 с.  
 4. Мороз, В. Уточнення моделі двигуна постійного струму послідовного збудження [Текст] / В. Мороз, Л. Карплюк // Вісник держ. ун-ту «Львівська політехніка». – 1998. – Вип. 347. – С. 118-123.

УДК 621.315.21

*О. І. Акімов, Ю. О. Акімова, Д. Л. Сушко*

**МЕТОД ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ**

*A. I. Akimov, U. O. Akimova, D. L. Sushko*

**METHOD FOR EVALUATING THE RELIABILITY OF RELAY PROTECTION AND AUTOMATION DEVICES**

Проблеми підвищення надійності електропостачання відповідальних споживачів завжди були актуальними. При

їх вирішенні потрібно враховувати і такі елементи систем електропостачання (СЕП) залізниць, як релейний захист та

протиаварійну системну автоматику (РЗА) [1,2]. Пристрої РЗА, як елемент СЕП, забезпечують надійність електропостачання. Однак, як технічні пристрої, вони мають відмови в роботі. Це викликає необхідність кількісної оцінки їх власної надійності та урахування її при розрахунку надійності СЕП. Наявність специфічних особливостей у роботі РЗА виключає пряме використання відомих методів розрахунку надійності СЕП [3]. Потрібен подальший розвиток цих методів стосовно РЗА. Оскільки роботу РЗА можна розглядати, як послідовність  $n$  незалежних випробувань і вважати ймовірність появи коротких замикань (к.з.) в кожному випробуванні однаковою (дорівнює  $P$ ), то для знаходження ймовірності події  $X$ , що полягає в спрацьовуванні РЗА у всіх  $n$  випробуваннях, можна використовувати схему Бернуллі:

$$P(X) = P^n. \quad (1)$$

З цього виразу видно, що значення ймовірності події  $X$  залежить від виду короткого замикання. Проводити розрахунок надійності РЗА під певний вид к.з. і оперувати декількома значеннями цієї надійності, очевидно, незручно і недоцільно. Більш доцільно здійснювати цей розрахунок по деякому умовному к.з. [4]. Це може бути виконано таким чином. Нехай  $X$  – випадкова подія, яка полягає в спрацьовуванні вимикача під дією релейного захисту. При цьому вважається, що подія  $X$  може відбутися разом з однією з гіпотез  $H_i$ , які утворюють повну групу подій:

- $H_1$  – трифазне к.з.;
  - $H_2$  – двофазне к.з. виду АВ;
  - $H_3$  – двофазне к.з. виду ВС;
  - $H_4$  – двофазне к.з. виду АС.
- Тоді  $X$  можна записати так:

$$X = XH_1 + XH_2 + XH_3 + XH_4. \quad (3)$$

Ймовірність  $P(X)$  залежить від кількості коротких замикань, тобто від кількості пошкоджень елемента, що захищається, і, отже, не повною мірою характеризує надійність пристроїв РЗА. Для урахування всіх факторів, які впливають на надійність пристроїв РЗА, пропонується застосувати апарат двозначної алгебри логіки у сполученні з теорією релейно-контактних схем і математичними основами теорії надійності. Суть пропонованого методу розглянута на прикладі двофазного максимального струмового захисту, виконаного на вбудованих реле. Спрацьовування вимикача, що припиняє живлення споживачів, під дією реле фаз  $A$  і  $C$  розглядаються як випадкові події  $X_A$  і  $X_C$  відповідно. Тоді при короткому замиканні в зоні дії захисту ймовірність спрацьовування вимикача за теоремою додавання дорівнює

$$P(X) = P(X_A + X_C) = P(X_A) + P(X_C) - P(X_A \cdot X_C) \quad (2)$$

Ймовірність події  $X$  розраховується за формулами повної ймовірності як

$$P(X) = \sum_{i=1}^4 P(H_i) \cdot P(X / H_i). \quad (4)$$

Дано рекомендації з визначення повної ймовірності стосовно розглядуваної схеми з отриманням розрахункової ймовірності безвідмовної роботи захисту.

Беручи до уваги, що елементи захисту ввімкнені в логічну і функціональну схеми спрацьовування РЗА послідовно, можна прийняти потік їх відмов у вигляді найпростішого і розраховувати ймовірність спрацьовування захисту при замиканнях, що описані, за показниковим законом.

Запропонований метод для відносно простого захисту може бути покладено в основу розрахунку його надійності, оскільки він дає можливість достатньо просто скласти необхідні розрахункові

формули, врахувати в них усі ситуації, що виникають у системі і, отже, найбільш повно відобразити дійсний її стан.

#### *Список використаних джерел*

1. Авдуевский, В. С. Надежность и эффективность в технике [Текст]: Т. 1. Методология. Организация. Терминология / В.С. Авдуевский, И.В. Апполонов, Е.Ю. Барзилович и др.; под ред. А.И. Рембезы. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.

2. Папков, Б. В. Надежность и эффективность электроснабжения [Текст] / Б.В. Папков, Д.Ю. Пашали. – Уфа: Уфим. гос. авиац. техн. ун-т, 2005. – 380 с.

3. Liamets Y. Informational analysis – new relay protection tool [Текст] / Y. Liamets, S. Ivanov, A. Podchivaline, G. Nudelman //Proc. 13<sup>th</sup> Int. Conf. Power system Protection, Slovenia, Bled, 2002. – P. 197-210.

4. Sawley R. Railway ase [Текст] / R. Sawley, R Reiff. - 1999. - №6.

УДК 621.396:656.259.12

*І. Є. Флото, М. Г. Давиденко*

### **ДЕЯКІ ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМ, БАЗОВАНИХ НА РЕЙКОВИХ КОЛАХ**

*I. Ye. Floto, M. G. Davidenko*

### **SOME WAYS TO RAISE A PROTECTION AGAINST INTERFERENCES IN A RAIL CIRCUITS-BASED SYSTEMS**

Важливим елементом систем автоматичного блокування та автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу є рейкові кола. З огляду на поточну поширеність названих систем на вітчизняних залізницях і на певну віддаленість перспектив їх повної заміни має сенс витрата зусиль та коштів на їх модернізацію, зокрема – на підвищення їх завадостійкості. При фіксованому виді сигналу завадостійкість визначається перш за все інтенсивністю, кількістю і видами завад та способом обробки сигнально-завадової суміші на приймальному кінці. Цей вид сигналу, побудований на базі прямокутного імпульсу із синусоїдним заповненням, є усталеним протягом кількох десятиріч, що значною мірою обмежує можливості глибокої модернізації вказаних у вступі систем. Незважаючи на це, можна припустити наявність певних резервів підвищення їх завадостійкості. У роботі [1]

розглянуто склад і властивості електромагнітних завад, які впливають на роботу систем на базі рейкової лінії. У низці робіт [2-4] розвинено підхід до підвищення завадостійкості, який базується на радіотехнічних методах оптимального приймання сигналів. З огляду на багатокомпонентний склад реальних перешкод започатковано розробки в напрямі виділення інформаційного сигналу в умовах одночасної дії завад різного походження [4-7]. Метою цієї роботи є виявлення додаткових резервів підвищення завадостійкості систем, базованих на рейкових колах.

Розглянемо найпоширенішу на практиці ситуацію, коли необхідно виділити сигнал, який надходить на приймальний пристрій у сумі з кількома завадами різного походження. Зазвичай боротьбу із завадою кожного типу проводять окремо. Наприклад,