

## Висновки

Розраховано загальне зниження втрат теплоти ділянки стіни за радіатором при застосуванні тепловідбивального екрана, що спричинені двома факторами: збільшенням термічного опору стіни та зниженням внутрішньої температури стінки внаслідок віддзеркалення теплового потоку. Окремий вплив кожного з цих факторів потребує подальших досліджень.

## Список літератури

1. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидравлическое сопротивление: справ. пособие / С.С. Кутателадзе. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
2. Сафіуліна К.Р. Энергозбереження в університетських містечках / Сафіуліна К.Р., Колінко А.Г., Тормасов Р.Ю. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2010. – 328 с.
3. Оценка влияния теплоотражающих экранов за отопительными приборами на снижение тепловых потерь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proffenergy.ru/news/65-otsenka.html>.

*Приведена методика и пример расчета потерь теплоты участком наружной стены за радиатором при наличии теплоотражающего экрана.*

***Радиатор, теплоотражающий экран, результирующий поток теплоты, коэффициент поглощения лучистого потока.***

*The method and an example of calculating heat losses of the outer wall behind the radiator in the presence of warm-reflecting screen are given.*

***Radiator, warm-reflecting screen, the resulting heat flow, absorption coefficient of radiant flux.***

УДК 621.3.066.5/6:636

## РАНЖУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ПУСКАЧ

***В.В. Коробський, кандидат технічних наук  
В.О. Москаленко, студент магістратури***

*Наведено класифікацію експлуатаційних факторів впливу на електромагнітний пускач, виявлено значимість факторів, ступінь їх впливу на показники надійності пускача і комутуючого пристрою.*

***Рангова кореляція, електромагнітний пускач, експлуатаційні фактори, контактний матеріал, показники надійності, комутаційна зносостійкість, надійність контактування, стійкість проти зварювання.***

У процесі експлуатації електромагнітні пускачі знаходяться під різноманітними впливами, які визначаються режимами їх роботи і навколишнім середовищем. Тому, необхідно мати відомості про п'ять-шість найбільш значимих факторів, які визначають стан пускача при одночасному впливі на пускач декількох десятків експлуатаційних факторів. При лабораторних дослідженнях пускачів, нових контактних матеріалів врахування впливу всіх факторів і властивостей матеріалів є складною багатосторонньою задачею, вимагає постановки великої кількості експериментів.

На рис. 1 наведена класифікація експлуатаційних факторів впливу та основні показники надійності пускачів. Надійність для пускачів визначається показниками безвідмовності  $P_k(t)$ ,  $T_k$ ,  $T_m$ ; довговічності  $T_{рук}\%$ ,  $T_{спл}\%$ ; збережуваності  $T_{зг}\%$ ; ремонтпридатності  $T_B$  [2, 4, 5, 7].

**Мета досліджень** – визначення найвпливовіших експлуатаційних факторів на параметри надійності електромагнітного пускача: комутаційну зносостійкість, надійність контактування, стійкість проти зварювання.

**Матеріали та методика досліджень.** На нашу думку, найсуттєвішим для пускачів 1 та 2 величин (з  $I_{ном} \leq 25$  А), які працюють в агресивному середовищі тваринницьких приміщень, є параметри комутуючого пристрою: зносостійкість (електрична  $T_k$ , механічна  $T_m$ ), корозійна тривкість (надійність контактування), яка характеризується стабільністю контактного опору в часі і стійкість проти зварювання [3], оскільки більше 60 % відмов пускачів відбувається внаслідок відмов комутуючих пристроїв [6, 8].

Наявність у навколишньому середовищі хімічно-активних домішок, підвищена вологість і температура безпосередньо впливають на корозійну тривкість контактних матеріалів, яка визначається хімічними властивостями (в першу чергу електродним потенціалом). Тут основним механізмом є електрохімічна корозія, коли контактні елементи утворюють гальванічну пару. Комутація струму тільки посилює корозійні процеси, які протікають на робочих поверхнях контактів.

На значення заданих показників надійності пускача суттєво впливає ряд експлуатаційних факторів, тому доцільно виявити значимість факторів, ступінь їх впливу на показники надійності пускача і комутуючого пристрою. Одним із ефективних методів відсіювання незначимих і виділення значимих факторів є їх ранжування (розміщення за порядком зменшення важливості), суть якого ґрунтується на оцінці спеціалістами-експертами ступеня впливу кожного фактора на конкретний параметр надійності [1].

**Результати досліджень.** У процесі аналізу літературних даних про стан експлуатації пускачів [3, 8] ми визначили такий ряд факторів ( $n=12$ ), які найсуттєвіше впливають на згадані вище параметри надійності електромагнітних пускачів. Визначення середніх і екстремальних значень факторів проводиться на основі аналізу експлуатаційних даних за допомогою методів математичної статистики. Найбільш імовірні значення факторів наведено в таблиці.

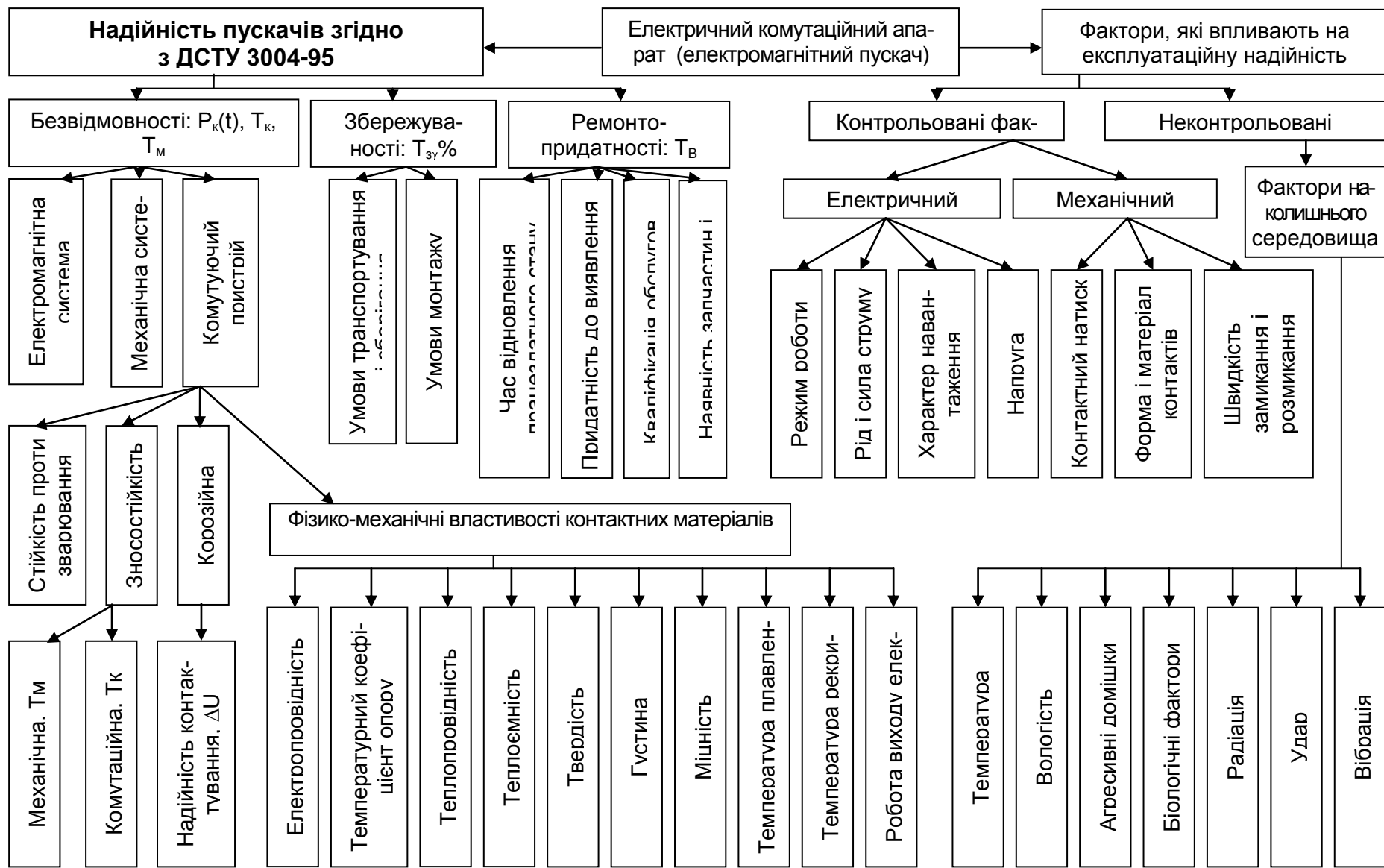


Рис. 1. Класифікація факторів впливу і показників надійності електромагнітного пускача

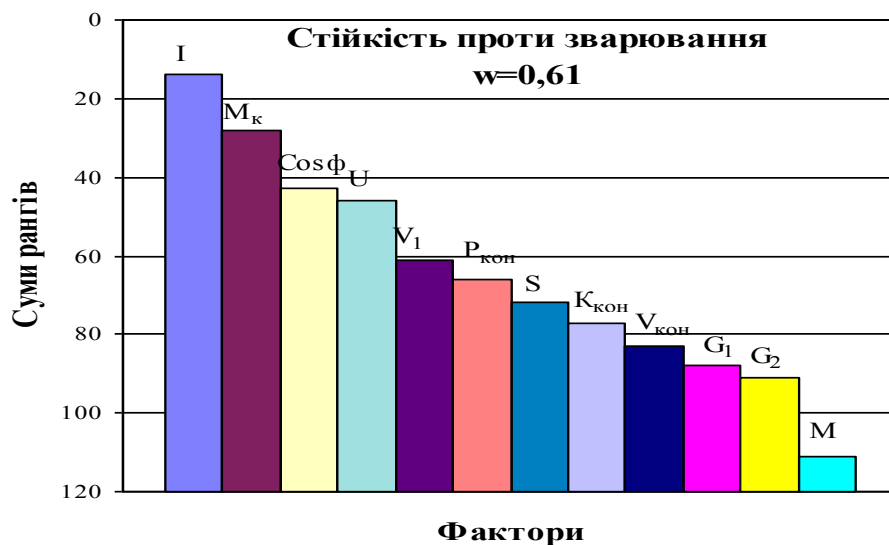
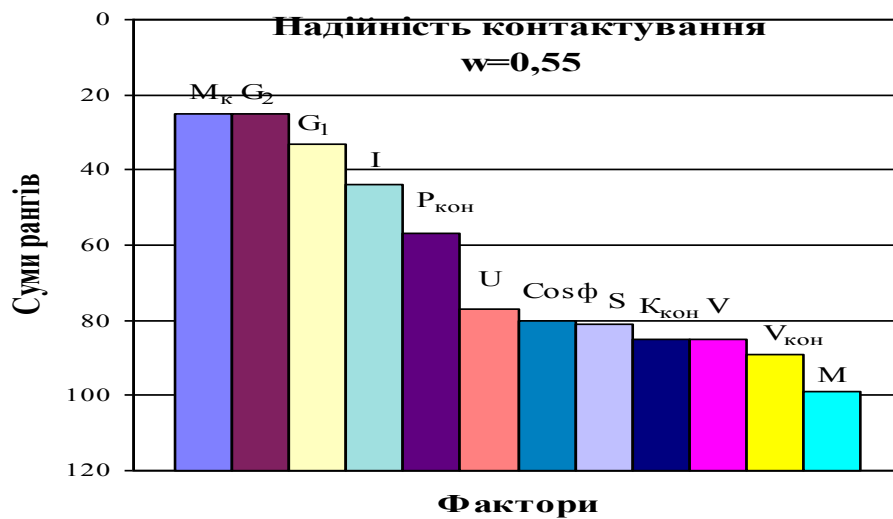
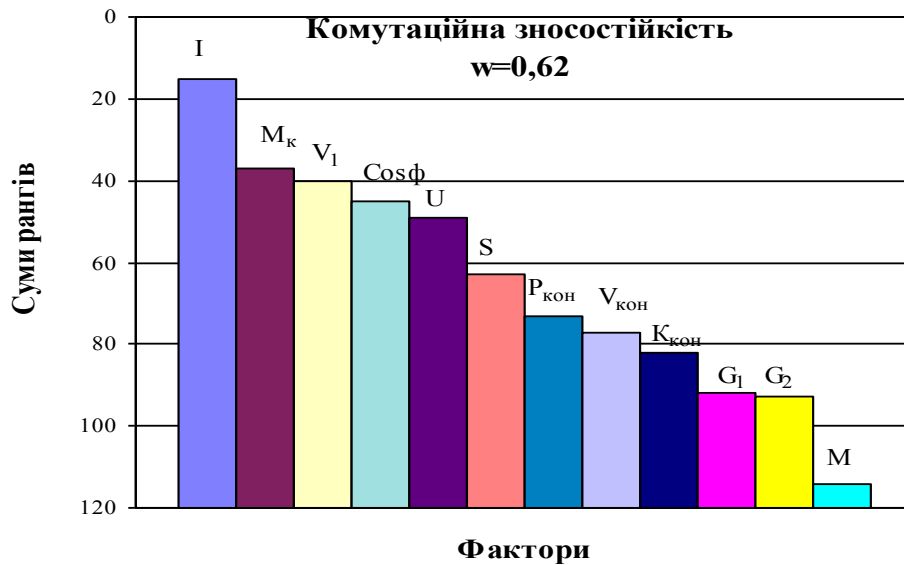
До визначених дієвих факторів входять фактори електричного впливу (напруга, сила струму, рід струму, характер навантаження, режим роботи), фактори механічного впливу (контактний натиск, швидкість замикання і розмикання контактів, матеріал контактів), а також фактори кліматичного впливу.

### Фактори рангової кореляції електромагнітних пускачів

Символ фактора	Назва фактора	Розмірність, інтервал варіювання, інші умови
U	Напруга	0...380 В
I	Сила струму	0...25 А
cos φ	Характер навантаження	0,35...1,0
S	Режим роботи (комутації)	Тривалий Перервно-тривалий Повторно-короткотривалий
V <sub>l</sub>	Рід струму	Змінний, постійний
P <sub>кон</sub>	Контактний натиск	50...250 Н
M <sub>кон</sub>	Матеріал контактів	На основі Ag і Cu
K <sub>кон</sub>	Конструкція робочих поверхонь контакт-деталей	Площина, напівсфера
V <sub>кон</sub>	Швидкість замикання і розмикання контактів	0,25...1,35 м/с
G <sub>1</sub>	Стан навколишнього середовища (температура, атмосферний тиск, вологість)	t= 5...35 °С; W=45-100%; p= 0,5-1,5 атм.
G <sub>2</sub>	Стан наколишнього середовища (хімічно-активні домішки)	φ=0...38 мг/м <sup>3</sup> (NH <sub>3</sub> ); φ=0...35 мг/м <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> S); φ=0...0,4 % (CO <sub>2</sub> )
M	Механічні впливи	Удар, вібрація, прискорення

Ранжування факторів по кожному визначальному параметру проводиться з урахуванням літературних даних [7, 8] на основі опитувальних анкет, які заповнюються експертами-спеціалістами в галузі експлуатації електро-обладнання і дослідження електричних контактів (кількість експертів m=10). Узгодженість оцінок і думок експертів оцінювалася коефіцієнтом конкордації:  $0 \leq w \leq 1$ ; коли  $w = 0$ , то це констатує відсутність будь-якої згоди (узгодженості) в оцінках експертів; коли  $w = 1$ , - говорить про повну згоду [1]. Значущість коефіцієнта  $w$  оцінювалася за критерієм « $\chi^2$ ». Гіпотеза про наявність згоди не спростовується (підтверджується) при вибраному рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , якщо розрахункове значення  $\chi^2_p$  більше табличного ( $\chi^2_T = 4,58$  при  $\alpha = 0,05$  і числу ступенів свободи  $f = n - 1 = 11$ ).

Враховуючи те, що для всіх розглянутих випадків ранжування факторів  $\chi^2_p > \chi^2_T$  (при  $\alpha = 0,05$  і  $f = 11$ ), то доведено значущість коефіцієнтів конкордації, тобто має місце хороша узгодженість. Відповідно до отриманих даних побудовано ступінчасту діаграму рангів (по осі абсцис відкладено фактори, а по осі ординат - відповідні суми рангів  $\sum_{j=1}^m a_{ij}$ ). Чим більша



**Рис. 2. Ступінчасті діаграми рангової кореляції факторів впливу на показники надійності електромагнітного пускача**

сума рангів фактора, тим менш він суттєвий. Діаграму рангів розміщують ступенево по мірі зменшення значущості факторів [9]. Дані ранжування факторів інтерпретовані в графічній формі на рис 2.

### Висновки

1. Фактори, які впливають на кожний параметр окремо і на працездатність комутуючого пристрою пускача в цілому (в сукупності трьох параметрів), можна розділити на три основні групи: головні, суттєві і несуттєві.

2. Застосований метод апріорної рангової кореляції факторів впливу на параметри надійності пускача дозволяє при відпрацюванні методики дослідження пускачів виділити величину сили струму, матеріал контактів і наявність агресивного середовища як головні фактори, що визначають надійність комутуючих пристроїв електромагнітних пускачів.

### Список літератури

1. Зедгинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И.Г.Зедгинидзе. – М.: Наука, 1976. – 396 с.
2. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95. – [Чинний від 01.01.96], – К.: Держстандарт України, 1995. – 130 с.
3. Омельченко В.Г. Влияние материалов разнородных электрических пар на их сопротивление / В.Г.Омельченко, Е.В.Роженченко // Вестник ХПИ, №166. – 1980. – Вып. 5. – С. 23 – 25.
4. Пястолов А.А. Применение летучих ингибиторов для защиты электрооборудования животноводческих ферм / А.А.Пястолов, А.А.Большаков, О.И.Голяницкий // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1970. – №1. – С. 25-28.
5. Райченко О.Ю. Підвищення надійності електрообладнання на тваринницьких фермах і комплексах / О.Ю. Райченко. – К.: Урожай, 1977. – 96 с.
6. Рыбин Г.Я. Надежность контактов электромагнитных реле по материалам эксплуатации / Г.Я.Рыбин // Электрические контакты. – М.: Энергия, 1967. – С. 500–508.
7. Сырых Н.Н. Эксплуатация сельских электроустановок / Н.Н.Сырых. – М.: Агропромиздат, 1986. – 225 с.
8. Таран В.П. Техническое обслуживание электрооборудования в сельском хозяйстве / В.П.Таран. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
9. Шведков Е.П. Элементарная математическая статистика в экспериментальных задачах материаловедения / Е.П.Шведков. – К.: Наук. думка, 1975. – 112 с.

*Приведена класифікація експлуатаційних факторів впливу на електромагнітний пускатель, виявлена значимість факторів, ступінь їх впливу на показателі надійності пускателя і комутуючого пристрою.*

***Рангова кореляція, електромагнітний пускатель, експлуатаційні фактори, контактний матеріал, показателі надійності, комутаційна зносостійкість, надійність контактування, стійкість к свариванню.***

*A classification of operational factors influence the electromagnetic starter, revealed the importance of factors, the extent of their effect on the reliability of the starter and the switching device.*

***The rank correlation, electromagnetic starter, operational factors, contact material, the reliability index, patch wear resistance, reliability contacting, resistance welding.***

УДК 621.762

## **МЕТАЛОГРАФІЧНИЙ ТА ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНИЙ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ**

***А. М. Мрачковський, кандидат технічних наук  
А.В. Стоянова, студентка магістратури***

*Досліджено електромеханічні, теплові та фізико-хімічні процеси, що відбуваються на робочих поверхнях контакт-деталей при комутації струму.*

*Проведено мікроструктурний аналіз матеріалів на основі Ag з оксидними домішками для виявлення картини розподілу зміцнюючих добавок у матриці.*

***Контакти, мікроструктурний аналіз, композиційні матеріали, електрична дуга, гетерофазна структура, срібна матриця.***

У процесі експлуатації електромагнітних пускачів відбувається електрична ерозія контактів, фізико-хімічні зміни властивостей електроізоляційних матеріалів, спрацьовування конструкційних деталей, що призводить до відмови пускачів.

Головними факторами, які визначають надійність роботи контактних деталей, є сила струму, характер навантаження, частота комутацій, контактний натиск, швидкість розмикання контактів, кінетична енергія при їхньому замиканні, вібрація, провал, розхил контактів та вплив факторів навколишнього середовища.

**Мета досліджень** – розробка науково-обґрунтованих заходів підвищення екологічної безпеки пускачів і підвищення їхньої експлуатаційної надійності за рахунок застосування нових екологічно безпечних і ерозійно стійких контактних матеріалів.

**Матеріали та методика досліджень.** Для дослідження електромеханічних, теплових та фізико-хімічних процесів, що відбуваються на робочих поверхнях контактних деталей при комутації струму використовувалися відомі та розроблені нові методики досліджень із виготовленням відповідних експериментальних установок та обладнання. Методи мікроскопії