

$$\Delta E = E_{in}(nM \text{ rest}) - E_{in}(nM \text{ com}) \quad (2)$$

Как видно из указанного рисунка, в интервале  $n=1-6$  энергия связи катионной оболочки ( $M_n$ ) с комплексом больше, чем с внешним окружением.

**ВЫВОДЫ.** Наиболее устойчивыми, а значит, доминирующими в системе II являются составы фрагмента  $nM^+ [SiCl_6]^{3-}$  с  $n=4, 5$ , как это вытекает из рис. 1,b. Согласно рис. 2,b такие фрагменты следует считать единой частицей, относительно слабо связанной с внешним окружением (рис. 2,a).

### ПЕРСПЕКТИВНІ СТРУКТУРИ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ІЗ СУТТЄВИМ НАПРАЦЮВАННЯМ НА ВІДМОВУ

Сьомка О.О., Прус В.В.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: oleksandrsmk@gmail.com

Обґрунтовано особливості застосування існуючих та перспективних структур моделей надійності електричних машин та проведено аналіз їх функціональних можливостей в умовах наявності конструктивних дефектів при суттєвому часі напрацюванні на відмову. Встановлено, що найбільш ефективними для прогнозування надійності таких машин є структури, побудовані на сумісному використанні положень нечіткої логіки та нейронних мереж.

**Ключові слова:** електричні машини, надійність, нечітка логіка, нейронна мережа.

### PERSPECTIVE STRUCTURES OF THE MODELS OF RELIABILITY FORECASTING OF ELECTRIC MACHINES WITH LONG TIME BETWEEN FAILURES

Somka O., Prus V.

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University,  
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, UKRAINE. E-mail: oleksandrsmk@gmail.com

Features of application of the existing and perspective structures of reliability models of electrical machines are grounded and their functional capabilities in the conditions of existence of construction defects in case of long time between failures is analyzed. It is set that the most effective for such machines reliability prediction are the structures based on use of conditions of fuzzy logic and neural networks.

**Key words:** electric machines, reliability, fuzzy logic, neural network.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Моделі надійності електричних машин (ЕМ), що використовуються на практиці, переважно побудовані за принципом бездефектності. Тобто їх структура не дозволяє враховувати наявність дефектів конструктивних вузлів та ступінь їх розвитку, а також оцінювати вплив зміни стану ЕМ на їх надійність. Удосконалення таких моделей можливе шляхом введення варійованих коефіцієнтів, що враховують вплив основних видів дефектів та особливостей попередніх умов експлуатації і ремонтів на стан основних конструктивних вузлів та ЕМ у цілому. Це дозволяє більш обґрунтовано підійти до питання прогнозування надійності та підвищити точність визначення її основних показників.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** На сьогодні при розрахунках надійності ЕМ переважно застосовуються математичні моделі, побудовані на основі багатofакторного експерименту. Їх розробка потребує проведення експериментальних досліджень із впливу на надійність ЕМ ряду обраних розробниками факторів, кількість яких для ЕМ, що працюють у межах основного етапу життєвого циклу, є обмеженою. При старінні ЕМ перелік таких факторів значно розширюється і вкочас температуру обмоток та підшипникового вузла, електромагнітну та механічну складові вібрації, частоту обертання, споживаний струм і його характеристики та ін. Їх кількість, навіть при розбитті ЕМ на основні конструктивні вузли, є значно більшою трьох, що обґрунтовує неможливість застосування теорії планування експерименту для вирішення задач прогнозування надійності ЕМ з дефектами. До того ж використовувані моделі надійності є статичними, тобто описують роботу ЕМ або їх вузлів на даний момент часу і не можуть самостійно перелаштовуватись залежно від зміни їх поточного стану.

Коригувати значення показників надійності, наприклад, інтенсивності відмов, у залежності від стану розглянутого конструктивного вузла ЕМ можливо при використанні нечіткої логіки. Це реалізується шляхом порівняльного аналізу вхідних параметрів, таких як складові вібрації, температури, струм навантаження і т.п. з їх граничними рівнями, у результаті чого визначають конструктивні стани вузлів, що розглядається.

Корегування опису вхідних параметрів, що виконується для більш точної ідентифікації поточного стану конструктивних вузлів ЕМ у їх життєвих циклах виконується із застосуванням різних форм функцій належності (печітких множин), що найбільш адекватно описують функціональні зв'язки контрольованих параметрів із ступенями розвитку дефектів. Переважною мірою це пряма, трикутна, трапецеїдальна, гаусова та сигмоїдальна функції, а також різні їх добутки. Конкретний вибір форми функції визначається значенням параметрів, що входять в її аналітичне представлення.

Основою для застосування нечіткої логіки при розробці моделей надійності конструктивних вузлів ЕМ є однотипність прояву впливу окремих факторів залежно від ступеню зношеності цих вузлів. Тобто, умовно виділивши певні конструктивні стани у роботі аналізованих вузлів на основних етапах життєвого циклу, можливо обґрунтувати набір більш впливових інформативних факторів залежно від їх прояву у межах кожного такого стану. Таким чином, задаючи певні зміни кожного фактору у часі, можна отримати вид функції належності. Взаємозв'язок функцій при оцінці спільного впливу факторів визначається із застосуванням положень нечіткої логіки при накладанні даних функцій. Наприклад при композиції (згортанні) двох нечітких відношень результуюча функція набуде виду