

Б.І. Приймак, к.т.н., доц.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО ОПТИМІЗАТОРА МОМЕНТА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА У РЕЖИМІ ОСЛАБЛЕННЯ ПОЛЯ

Вступ. Діапазон швидкостей векторно-керованих асинхронних двигунів (АД) багатьох машин, таких як трамваї, тролейбуси, металообробні верстати тощо, охоплює значення як нижчі, так і вищі від номіналу. Високі швидкості обертання ротора ω за обмеження амплітуди напруги живлення АД отримуються у режимі ослаблення магнітного поля двигуна шляхом зміни модуля вектора потокозчеплення ротора Ψ_r .

Поліпшення динамічних та статичних характеристик АД у зоні високих ω можна досягти завдяки максимізації електромагнітного моменту двигуна M з врахуванням обмежень струму та напруги статора, а також істотних варіацій опору ротора R_r , статора R_s та напруги ланки постійного струму інвертора U_d . Для розв'язання цієї задачі, на відміну від відомих на сьогодні рішень, пропонується формувати оптимальне потокозчеплення ротора за критерієм $M \Rightarrow \max$ на основі штучної нейронної мережі (НМ) з властивістю параметричної інваріантності.

До найважливіших параметрів НМ з прямим поширенням сигналу належить кількість нейронів S у захованому шарі мережі, яка визначається емпірично. При цьому для якісного розв'язання задачі синтезу НМ виникає потреба у встановленні залежності між точністю функціонування мережі та значенням S за врахування явища перенавчання НМ.

У цій праці запропоновано методику та виконано дослідження точності роботи нейромережного оптимізатора моменту АД. Як наслідок, встановлено раціональне значення S , що уможливило отримання високої точності оптимізації моменту двигуна за істотних параметричних збурень без надмірного ускладнення мережі.

Мета роботи – дослідження впливу ефекту перенавчання на точність роботи параметрично інваріантного нейромережного оптимізатора моменту АД в режимі ослаблення поля та визначення раціональної кількості нейронів у захованому шарі мережі.

Дослідження властивостей нейромережного оптимізатора моменту АД. Короткозамкнений в статті АД описано розширеною математичною моделлю, де враховуються втрати у залізі та насичення магнітопроводу двигуна, а також обмеження напруги і струму статора. Для побудови множини навчальних даних задіяно генетичний алгоритм, що дозволяє визначити оптимальне потокозчеплення $\Psi_r^o(\omega, R_r, R_s, U_d)$ за критерієм $M \Rightarrow \max$. Точність функціонування нейромережного оптимізатора оцінювалася за середньоквадратичною похибкою.

Для отримання модифікованих навчальних множин у дослідженні формувалося приблизне значення $\tilde{\Psi}_r^o$ оптимального потокозчеплення Ψ_r^o з адитивною похибкою за виразом $\tilde{\Psi}_r^o = \Psi_r^o + \chi \xi \Psi_{r, \text{ном}}$, де ξ – нормально-розподілений випадковий сигнал в інтервалі $\xi \in [-1, 1]$; χ – коефіцієнт, що задає максимальний рівень похибок. Всього було утворено 4 модифіковані навчальні множини відповідно для значень χ із множини $\chi \in \{0.03, 0.05, 0.07, 0.09\}$. Досліди проводилися для 15-ти значень кількості нейронів $S = 3, 4, \dots, 17$. У статті використані дані типового АД потужністю 1.5 кВт.

Висновки. Виконано дослідження точнісних властивостей параметрично інваріантного нейромережного оптимізатора моменту АД в режимі ослаблення поля. Встановлено, що за наявності похибок оптимального потокозчеплення у навчальній множині даних на рівні 5-7%, раціональною кількістю нейронів у захованому шарі НМ є $S=8-10$.