

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ АПРОКСИМАЦІЇ КРИВОЇ НАМАГНІЧУВАННЯ ПРИ ПОБУДОВІ МЕХАНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Маліборський С.О., студент, Красношанка Н.Д., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Точність розрахунку характеристик електроприводу в значній мірі залежить від відповідності прийнятих значень параметрів їх дійсним значенням. Але деякі з них змінюються в залежності від режиму роботи. Наприклад, в асинхронних машинах (АМ) індуктивність контуру намагнічування є змінною величиною, яка залежить від величини струму. В паспортних даних наводять величину індуктивного опору намагнічування, що відповідає номінальному режиму роботи, проте в інших випадках мають місце суттєві відмінності.

Для врахування реального насичення магнітопроводу АМ досить часто використовують експериментально зняту криву намагнічування, яка фактично є певним набором окремих точок. Для застосування цих даних в розрахунках їх необхідно певним чином апроксимувати.

Метою роботи є порівняльний аналіз різних способів апроксимації кривої намагнічування АМ при розрахунку статичної механічної характеристики.

Матеріали досліджень. Дослідження проведемо на математичній моделі асинхронної машини 4А160S2У3 [1] з наступними паспортними даними: номінальна потужність $P_n = 15$ кВт; $r_1 = 0,4$ Ом; $x_1 = 0,7$ Ом; $x'_2 = 0,89$ Ом; $r'_2 = 0,16$ Ом; $x_0 = 31$ Ом; кратність максимального моменту $m_{кр} = 2,2$; кратність пускового моменту $m_n = 1,4$; номінальне ковзання $s_n = 2,1\%$; критичне ковзання $s_{кр} = 12\%$; кратність пускового струму $i_n = 7,0$.

Розрахунки будемо проводити за Т-видговою схемою заміщення (рис. 1) [2].

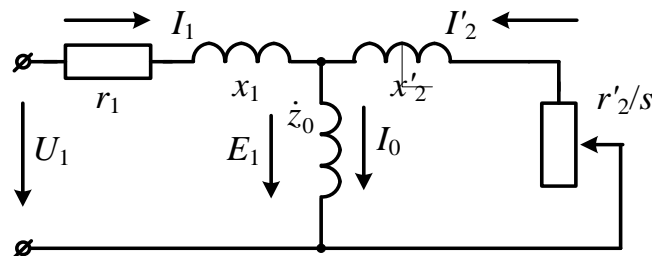


Рисунок 1 – Т-видгова схема заміщення асинхронної машини

Механічна характеристика АМ може бути представлена залежністю

$$M = \frac{pm_1 U_1^2 (r_2' / s)}{2\pi f [(r_1 + cr_2' / s)^2 + (x_1 + cx_2')^2]}, \quad (1)$$

де U_1 – напруга статора; I_1, I_2 – струми статора і ротора; r_1, x_1 – активний та індуктивні опори статора; r_2', x_2' – активний та індуктивний опори ротора; s – ковзання; E_1 – ЕРС статора; I_0 – струм намагнічування; M – електромагнітний момент; p – кількість пар полюсів машини; m_1 – кількість фаз обмотки статора; f – частота напруги живлення; $c = 1 + \frac{r_1 + jx_1}{jx_0}$; x_0 – індуктивний опір кола намагнічування.

Розглянемо наступні способи апроксимації кривої намагнічування:

- 1) кусочно-лінійна апроксимація;
- 2) апроксимація методом найменших квадратів;
- 3) апроксимація степеневим поліномом.

При кусочно-лінійній апроксимації нелінійна залежність ЕРС статора E_1 від струму намагнічування представляється відрізками прямих ліній. На рис. 2 наведені механічні характеристики даної АМ без врахування ступеня насичення магнітопроводу ($x_0 = \text{const}$) та при кусочно-лінійній апроксимації кривої намагнічування.

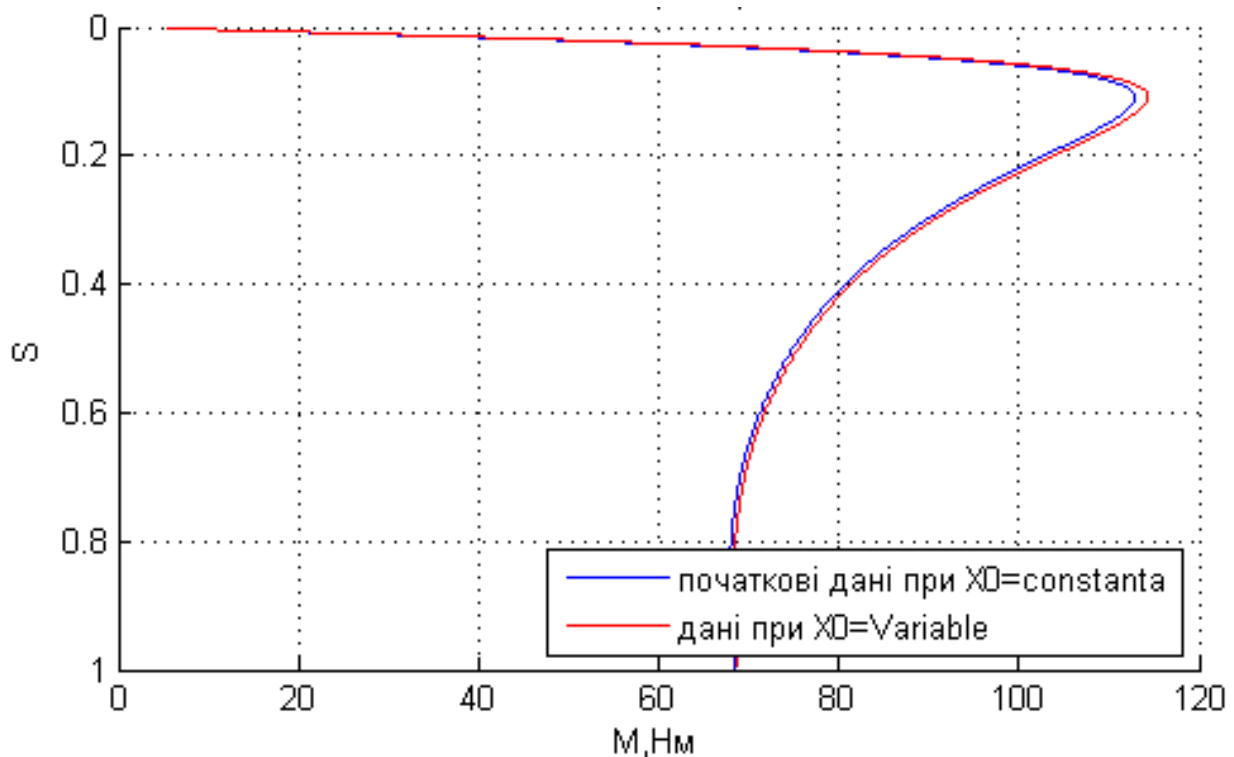


Рисунок 2 – Механічні характеристики АМ при кусочно-лінійній апроксимації кривої намагнічування та незмінній величині x_0

Як видно з графіків, залежності практично збігаються на робочій ділянці характеристики, проте нехтування зміною насичення призводить до невеликого зменшення величини моменту при ковзаннях, більших критичного.

Апроксимація кривої намагнічування за методом найменших квадратів проводилась за допомогою вбудованої функції MATLAB *interpft* [3]. Даний математичний метод, застосовується для вирішення різних завдань і заснований на мінімізації суми квадратів відхилень апроксимованої функцій від шуканих змінних.

Результати застосування даного методу представлені на рис. 3, де наведені механічні характеристики при апроксимації кривої намагнічування і при незмінній величині x_0 .

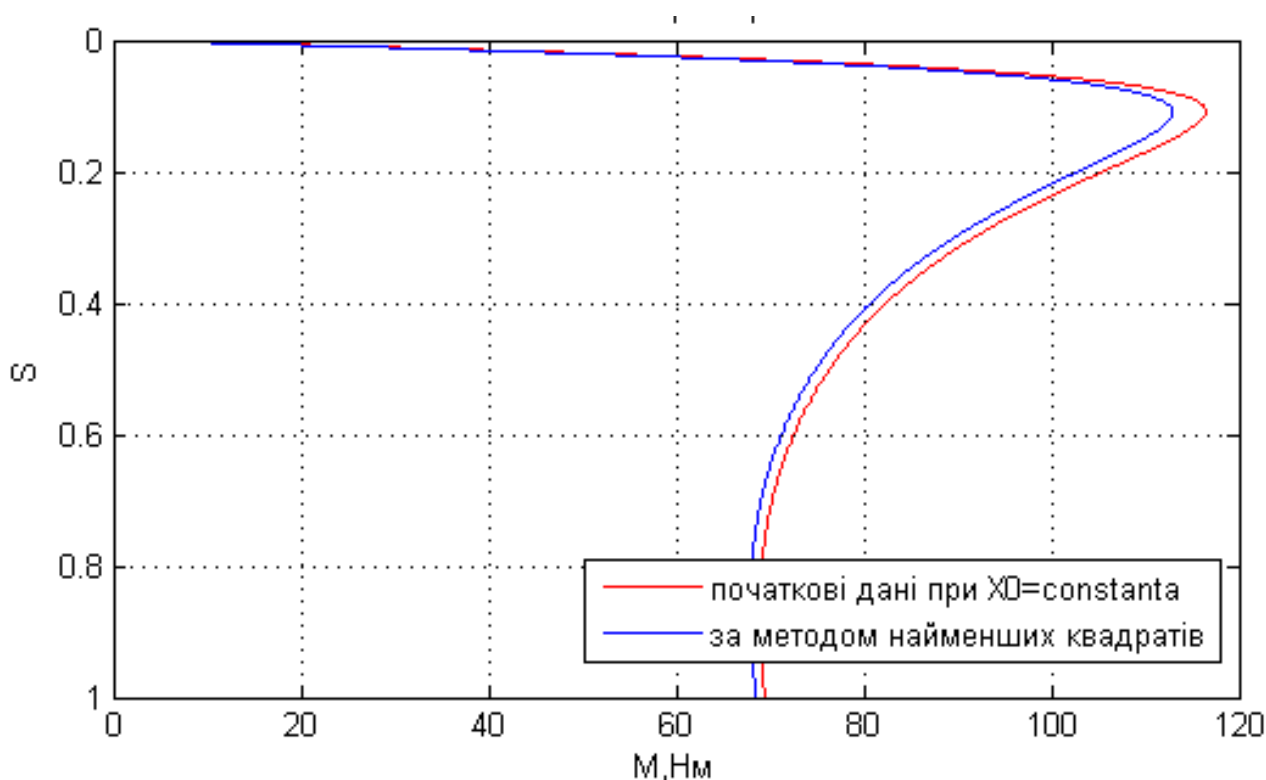


Рисунок 3 – Механічні характеристики АМ при апроксимації кривої намагнічування методом найменших квадратів та незмінній величині x_0

При даному способі апроксимації робочі ділянки характеристик також співпадають, проте при ковзаннях, близьких до критичного, розбіжність стає більш суттєвою. Нехтування насиченням магнітопроводу в даному випадку призводить до завищення величини моменту при великих ковзаннях.

Апроксимація кривої намагнічування за методом степеневого полінома проводилась за допомогою вбудованої функції MATLAB *polyfit* [3]. При даному способі апроксимації визначаються коефіцієнти розкладання шуканої функції в ряд Тейлора в околі заданої точки.

Результати представлені на рис. 4, де наведені механічні характеристики з урахуванням апроксимованої кривої намагнічування та при незмінній величині x_0 .

Робочі ділянки характеристик при даному способі апроксимації також співпадають, розбіжність стає суттєвою при ковзаннях, близьких до критичного. Механічна характеристика при апроксимації кривої намагнічування методом найменших квадратів має більші значення моменту при великих ковзаннях, ніж при постійній величині x_0 .

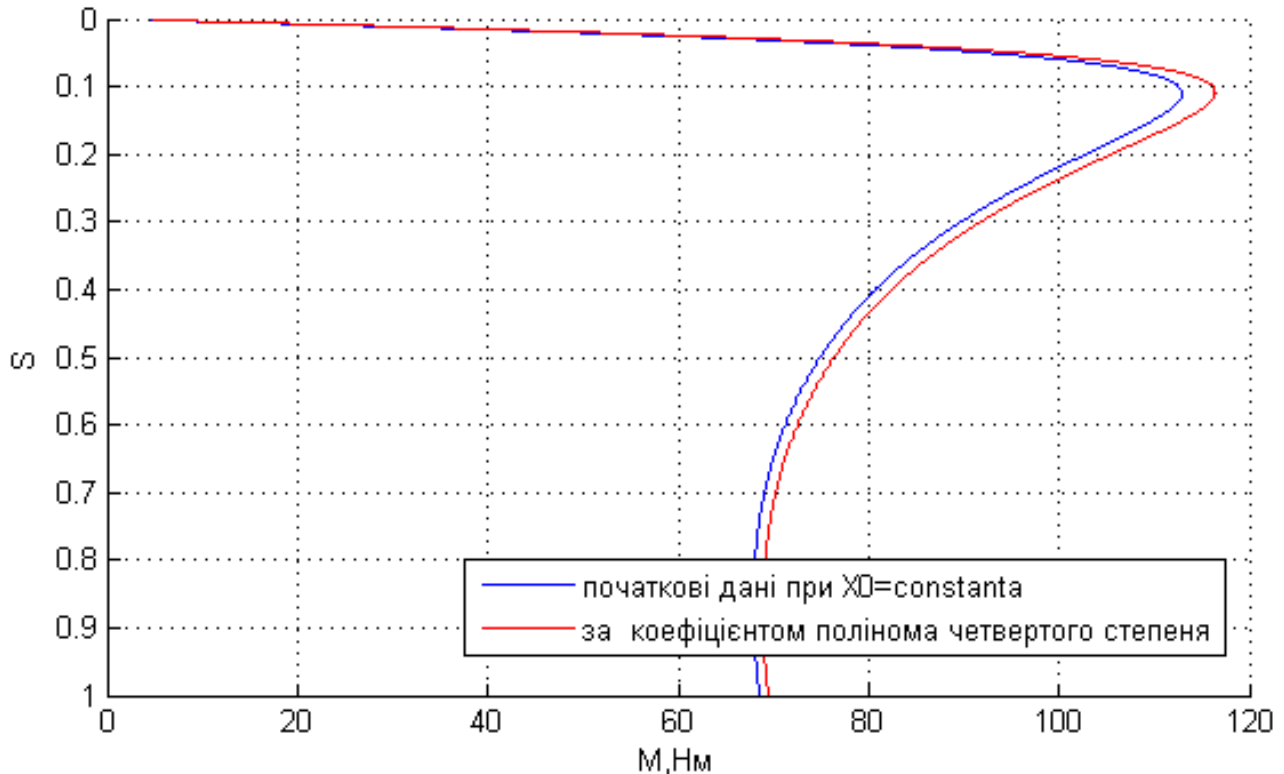


Рисунок 4 – Механічні характеристики АМ при апроксимації кривої намагнічування методом степеневого полінома

Висновки. Отримані результати показують, що при дослідженні процесів при малих ковзаннях (на лінійній ділянці механічної характеристики АМ) всі методи дають однаковий результат. Використання кусочно-лінійної апроксимації кривої намагнічування та степеневого полінома призводить до дещо збільшених значень моменту при великих ковзаннях порівняно із незмінною величиною опору намагнічування, а при застосуванні апроксимації методом найменших квадратів – навпаки. Проте відхилення значень не є суттєвими. Тому для апроксимації кривої намагнічування АМ може бути рекомендований будь-який з даних методів.

Перелік посилань

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с.
2. Кацман М. М. Расчет и проектирование электрических машин Учеб. пособие для техникумов / М. М. Кацман. - М.: Высшая школа, 1984. - 360 с.
3. Новгородцев А.Б. Расчет электрических цепей в MATLAB. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2004. 250 с.