

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ З ДВИГУНОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З НЕЗАЛЕЖНИМ ЗБУДЖЕННЯМ В СЕРЕДОВИЩІ МАТЛАВ

Гузенко П.В., студент, Поліщук В.В., студент, Красношарпа Н.Д., к.т.н., доцент КІІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. В умовах всесвітньої пандемії і переходу на дистанційне навчання постає питання заміни реальних лабораторних робіт – віртуальними, що можуть виконуватися дистанційно. Такі лабораторні роботи розробляються таким чином, щоб вони якомога більшою мірою відображали процеси в реальному обладнанні. З цією метою розробляється лабораторна робота “Дослідження енергетики перехідних процесів в електроприводі з двигуном постійного струму з незалежним збудженням” з дисципліни “Теорія електроприводу”.

Мета роботи – розробити комп’ютерну модель для дослідження енергетики перехідних процесів в електроприводі з двигуном постійного струму з незалежним збудженням (ДПС з НЗ) в перехідних процесах пуску та реверсу при зміні напруги якоря стрибком або плавно із заданою інтенсивністю.

Результати досліджень. Для реалізації даної лабораторної роботи скористаємося середовищем MATLAB Simulink [1,2].

Досліджувати будемо ДПС з НЗ з наступними параметрами:

- номінальна напруга якоря: $U_{ян} = 220\text{В}$;
- номінальний струм якоря: $I_{ян} = 4,9\text{А}$
- номінальна напруга кола збудження: $U_{зн} = 220\text{В}$;
- номінальна частота обертання: $n_n = 4000\text{об / хв}$;
- номінальний ККД: $\eta_n = 90\%$;
- опір кола якоря: $R_я = 2,52\text{Ом}$;
- опір кола збудження: $R_з = 92\text{Ом}$;
- номінальна потужність: $P_n = 1000\text{Вт}$;
- індуктивність кола якоря: $L_я = 0,048\text{Гн}$;
- індуктивність кола збудження: $L_з = 5,26\text{Гн}$;
- момент інерції двигуна: $J = 0,002\text{кг / м}^2$.

Модель (рис. 1) складається з віртуального блоку двигуна постійного струму з незалежним збудженням, в який вносяться наведені параметри. В реальних електроприводах до валу двигуна приєднується робочий орган механізму. В реальних лабораторних стендах цю функцію виконує допоміжна електрична машина. Тому, для врахування її впливу на динамічні властивості електропривода збільшуємо величину моменту інерції в параметрах ДПС з НЗ вдвічі. На обмотку

збудження подається нерегульована постійна напруга 220 В. До обмотки якоря підключаємо регульоване джерело напруги.

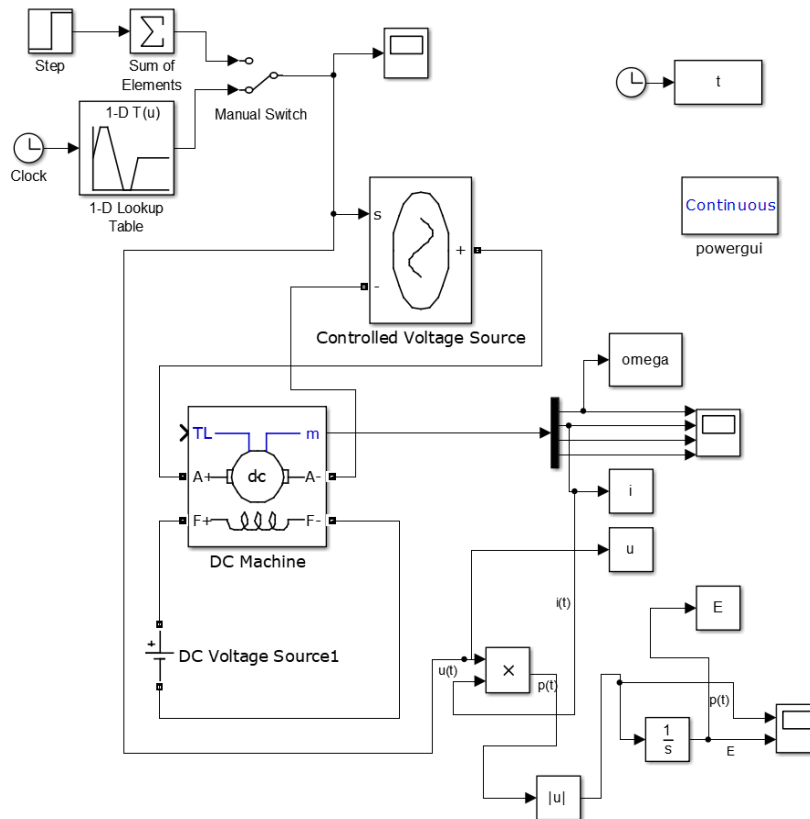


Рисунок 1 – Модель для дослідження енергетики перехідних процесів ДПС з НЗ

Розроблена модель дозволяє проводити дослідження при двох видах зміни напруги якоря: стрибком та лінійно наростаюча (задається за допомогою блоку 1-D Lookup Table). Вибір режиму здійснюється за допомогою перемикача Manual Switch. Спочатку відбувається пуск двигуна і розгін його до швидкості ідеального холостого ходу. Після виходу на усталений режим роботи здійснюється реверс, шляхом підключення напруги якоря зворотної полярності, а потім (після досягнення нового усталеного режиму роботи) перехід в режим динамічного гальмування і зупинка двигуна. При дослідженні перехідних процесів при лінійній зміні керуючої дії (це напруга якоря двигуна, яка визначає величину швидкості ідеального холостого ходу при постійному магнітному потоці), напруга в перехідних процесах реверсу та динамічного гальмування також змінюється лінійно.

Представлена модель дозволяє досліджувати вплив на втрати енергії в перехідних процесах наступних параметрів: часу лінійної зміни напруги якоря (перехідні процеси в електроприводі при плавній зміні керуючої дії) та величини електромеханічної сталої часу T_m (за рахунок зміни величини моменту інерції або активного опору обмотки якоря, які задаються в параметрах моделі двигуна).

Для аналізу отриманих результатів виведемо графіки перехідних процесів напруги, струму якоря, швидкості обертання двигуна та кількості спожитої електричної енергії для двох видів зміни напруги якоря – стрибком та лінійно при однакових параметрах кола якоря двигуна, що зображені на рисунках 2–3.

Як видно з рисунку 2, прямий пуск двигуна, тобто стрибкоподібна зміна заданої напруги супроводжується пусковим струмом в колі якоря, який багатократно перевищує номінальне значення, це призводить до збільшення втрат, та збільшення споживаної електричної енергії. Зменшити величини пускових струмів можливо за рахунок збільшення опору в колі якоря, що в свою чергу буде супроводжуватись збільшенням електромеханічної сталої та часу перехідних процесів.

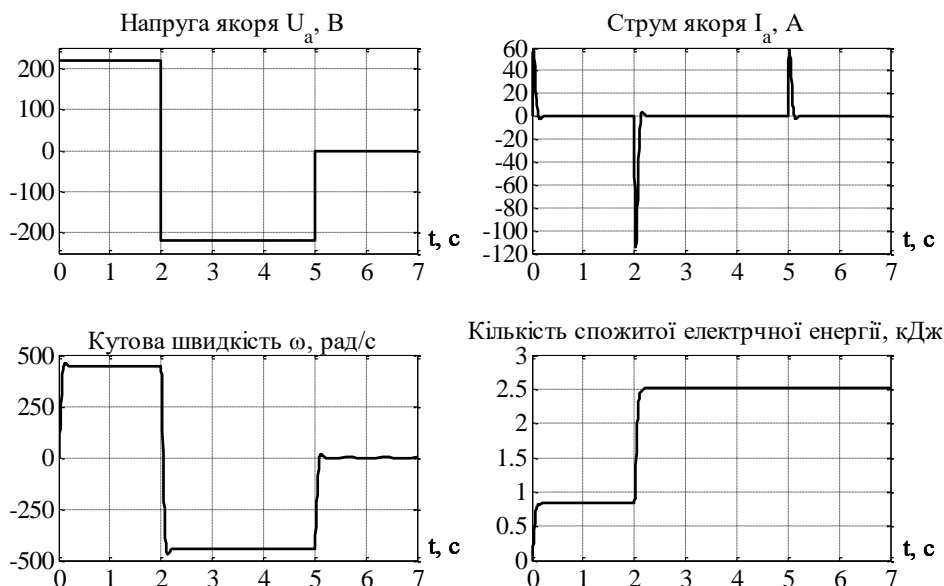


Рисунок 2 – Перехідні процеси ДПС з НЗ при стрибкоподібній зміні напруги якоря

Лінійна зміна напруги якоря дозволяє забезпечити перехідні ДПС з НЗ при обмеженні струмів якоря на безпечному рівні. При цьому час перехідних процесів збільшується, а величина споживаної електричної енергії зменшується (рис. 3).

Запропонована лабораторна робота дозволяє порівнювати перехідні процеси при різній інтенсивності зміни напруги якоря. Час наростання напруги від нуля до кінцевого значення в процесі пуску задається блоками Clock та 1-D Lookup Table. На рис. 3 представлені графіки перехідних процесів, що відповідають часу збільшення напруги якоря під час пуску від нуля до номінального значення протягом 1 с. Для забезпечення однакової інтенсивності зміни напруги, час реверсу складає 2 с, а динамічне гальмування відбувається за 1 с.

Проведені дослідження підтвердили, що: чим менший час зміни напруги, тим більша величина пускового струму якорного кола, і, відповідно, більші змінні втрати, які пропорційні квадрату струму, що протікає через якорне коло, збільшується кількість споживаної енергії [3].

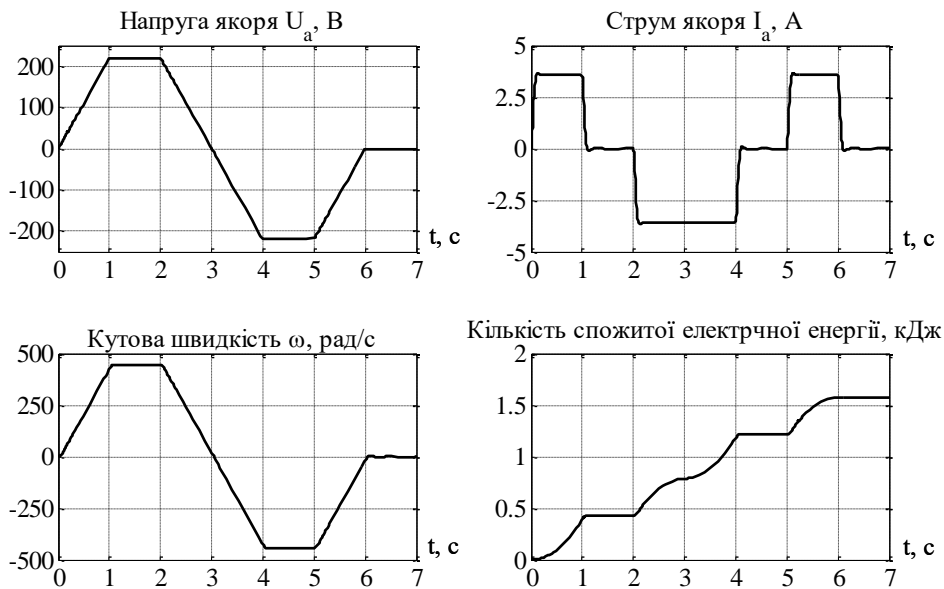


Рисунок 3 – Перехідні процеси ДПС з НЗ при лінійній зміні напруги якоря

Висновки. Розроблена комп'ютерна модель дозволяє в дистанційному режимі виконувати лабораторну роботу “Дослідження енергетики перехідних процесів в електроприводі з двигуном постійного струму з незалежним збудженням” з дисципліни “Теорія електроприводу”. В моделі передбачена можливість легко задавати різний час наростання сигналу напруги. Це забезпечує порівняння різних способів пуску. Також змінами в блоці параметрів ДПС з НЗ можна задавати потрібне значення моменту інерції електропривода та сумарного опору в колі якоря, досліджуючи таким чином вплив електромеханічної сталої часу. Результати, отримані при тестуванні розробленої моделі, корелюються з теоретичними відомостями і дозволяють краще засвоїти теоретичний матеріал. При переході до очного навчання, розроблена робота може доповнювати реальні експериментальні дослідження, моделюючи режими, які не можуть бути технічно реалізовані на існуючому лабораторному обладнанні.

Перелік посилань

1. Островерхов М. Я., Пишов В. М. Моделирование электромеханических систем в Simulink: Навч. посібник для студентів вищих технічних закладів. – К: ВД СтилоС, 2008. – 532 с.
2. Герман-Галкин. С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368 с.
3. Теорія електропривода: Підручник/ за ред. М.Г.Поповича. – К.: Вища школа, 1993. – 494 с.