

Рис. 2. Головний екран з мнемосхемою при включених пристроях
Джерело: розробка авторів

Міхєєв Д.А.
студент;

Ільченко О.В.
кандидат технічних наук, доцент;

Данилейко О.К.
старший викладач,
Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КУЛЬОВОГО МЛИНА

Сучасні збагачувальні фабрики представляють собою енергоємне виробництво з загальною встановленою потужністю до 100-150 тис. кВт. Для підготовки шихти при виробництві обкотишів використовуються кульові млини, які є потужними споживачами електроенергії, тому питання розробки енергоефективних систем електроприводу млинів є актуальними.

Для приводу млина найчастіше використовуються синхронні двигуни з асинхронним пуском. З метою дослідження енергоефективності

електроприводу розглядаються два варіанти систем приводу: робота приводу млина за системою СД та АД, де асинхронний двигун використовується в процесі розгону синхронного двигуна і заміна синхронного привода на чотири асинхронних двигуни із живленням і синхронізацією за частотою обертання і кутом повороту.

Об'єкт дослідження – електропривод млина Ш-50А (ШМБ 370/850). У першому варіанті використовується синхронний двигун СДМЗ-2-22-34-60 УХЛ4 потужністю 1600 кВт. Моделювання пуску синхронного двигуна проведено в програмному середовищі Simulink.

Віртуальна модель пуску СД за допомогою програмного середовища Simulink (рис. 1).

Аналіз запуску синхронного двигуна без навантаження з подальшою подачею навантаження при виході на підсинхронну частоту обертання проводиться для моменту навантаження, який відповідає реальному навантаженню млина (рис. 2).

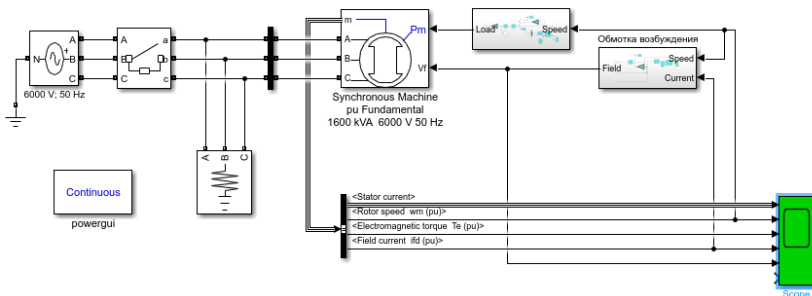


Рис. 1. Віртуальна модель СД в програмному середовищі Simulink

Результати моделювання показані на рис. 4–6.

З результатів моделювання, що імітує нормальний режим роботи (розгін млина, потім подачу сировини в млин) отримано такі показники: кратність пускового струму становить 3,5; час пуску близько 45 секунд; величина навантаження становить 0,8...1,2 в.о. (початок подачі навантаження після виходу двигуна на підсинхронну частоту обертання).

Другий варіант електроприводу млина – це заміна синхронного двигуна високої вартості на багатодвигуновий привод з чотирма дешевими асинхронними двигунами А312-32-4У4 потужністю 400 кВт. Ця заміна дає можливість відключення одного або двох двигунів у випадках не

номінальної завантаженості млина та виходу з ладу одного з приводних двигунів (знизити завантаженість млина й швидко провести заміну АД, не припиняючи роботу); можливість впливати на подрібнення матеріалу (змінюючи частоту обертання асинхронних двигунів).

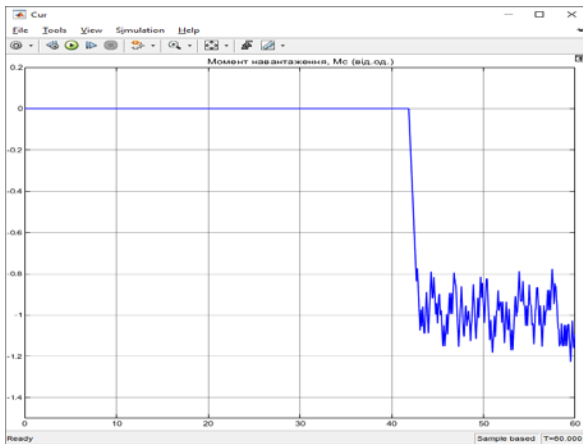


Рис. 2. Момент навантаження

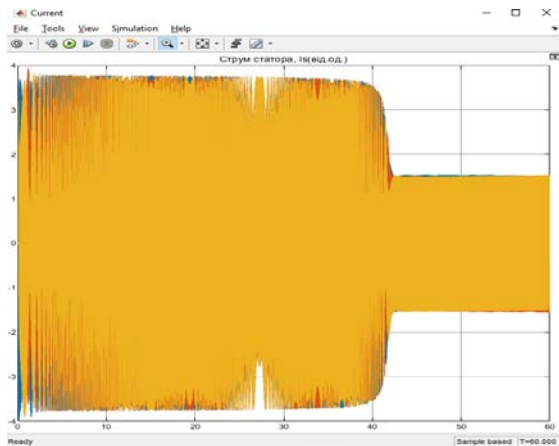


Рис. 3. Перехідний процес за струмом статора

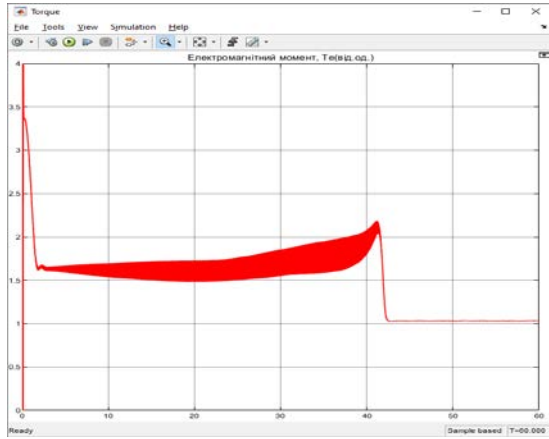


Рис. 4. Перехідний процес за електромагнітним моментом

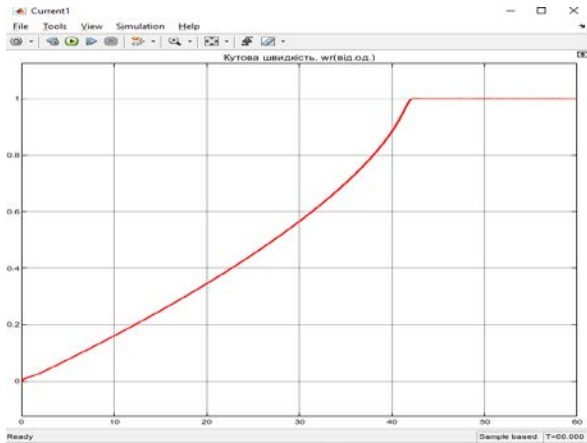


Рис. 5. Перехідний процес за кутовою швидкістю

Віртуальна модель підключення чотирьох АД до одного ПЧ показана на рис. 7.

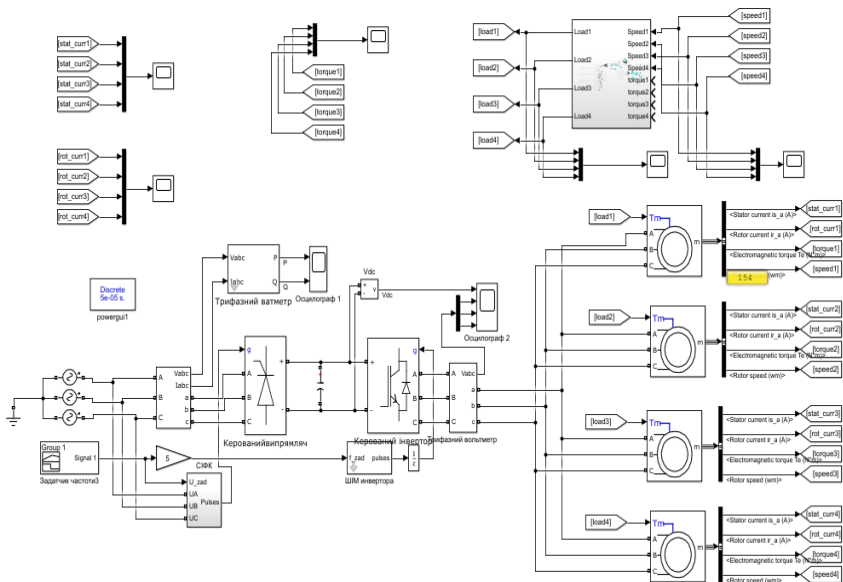


Рис. 6. Віртуальна модель ПЧ-АД в програмному середовищі Simulink

Для більш точного відображення реальної відмінності параметрів однакових асинхронних двигунів, внесемо невеликі відмінності в їх параметри: 1-й – двигун еталонний, 2-й – на 2% більше активний опір статора, 3-й – на 2% менше активний опір статора, 4-й – на 2% більше активний опір ротора.

Отримані результати моделювання показані на рис. 7–10.

З результатів моделювання отримано такі показники: час пуску становить близько 18 секунд; кратність пускового струму становить 5; сталі значення струму близько 46 А; за рахунок неідентичності параметрів спостерігається деяка неузгодженість в показниках, що відображає реальну ситуацію при роботі декількох двигунів на загальне навантаження.

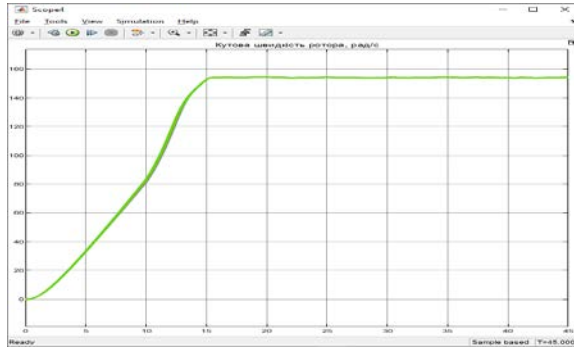


Рис. 7. Перехідний процес за кутовою частотою обертання (1-й та 2-й двигуни)

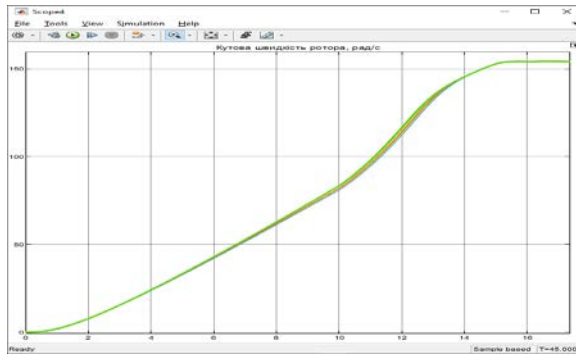


Рис. 8. Перехідний процес за кутовою частотою обертання (3-й та 4-й двигуни)

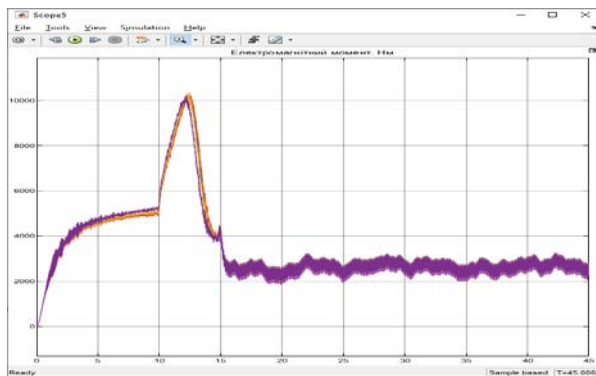


Рис. 9. Перехідний процес за електромагнітним моментом

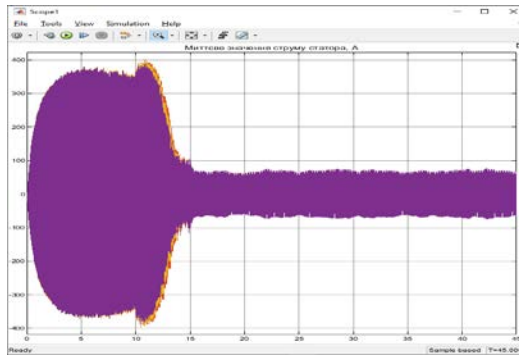


Рис. 10. Перехідний процес за струмом статора

Використання загального ПЧ для декількох двигунів не є оптимальним із-за необхідності використовувати додаткову захисну апаратуру для кожного двигуна і неможливості плавно регулювати параметри і режим роботи. До того ж, вартість чотирьох ПЧ 400 кВт набагато менше ніж одного на 1,6 МВт. Тому проаналізований варіант чотирьохдвигунового асинхронного електропривода з індивідуальними перетворювачами частоти.

Віртуальна модель підключення чотирьох АД до індивідуальних ПЧ показана на рис. 11.

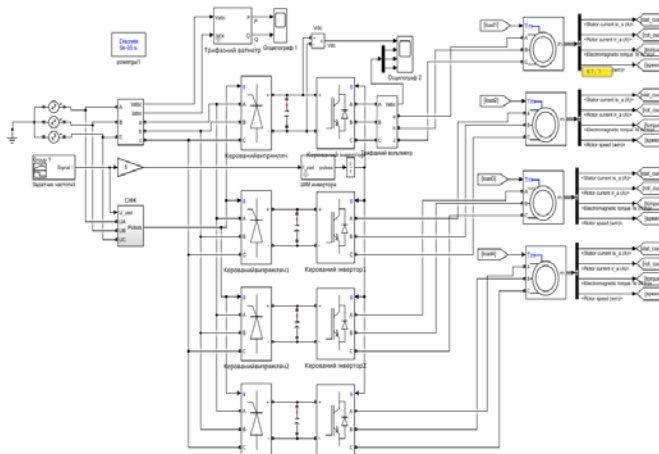


Рис. 11. Віртуальна модель підключення чотирьох АД до індивідуальних ПЧ в програмному середовищі Simulink

Отримані результати моделювання показані на рис. 12–15.

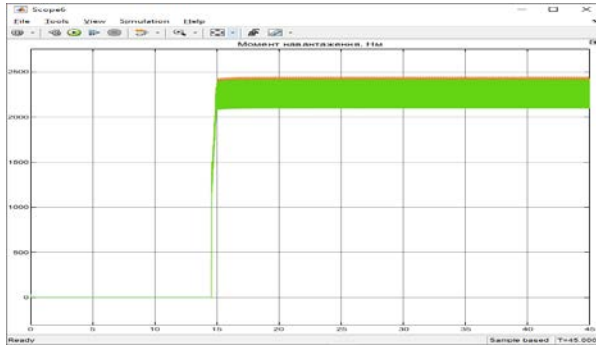


Рис. 12. Момент навантаження

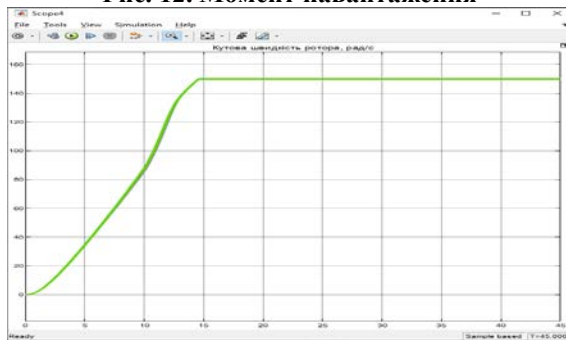


Рис. 13. Перехідний процес за кутовою частотою обертання

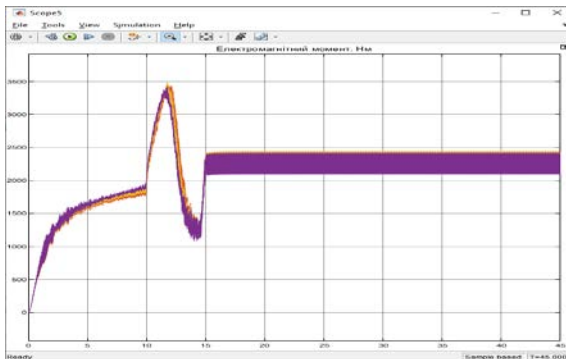


Рис. 14. Перехідний процес за електромагнітним моментом

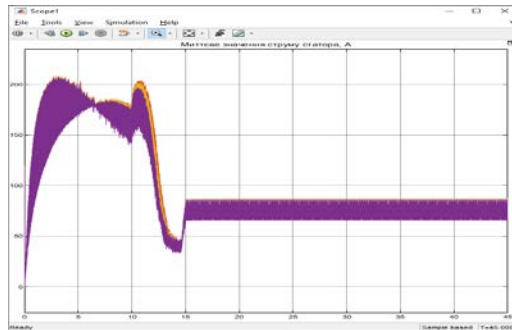


Рис. 15. Перехідний процес за струмом статора

Як видно з отриманих результатів, використання чотирьох окремих систем ПЧ-АД із загальним каналом завдання дозволяє: знизити кратність пускового струму до 3; збільшити швидкість системи (запуск 20 с замість 40 с); зменшити навантаження на механічні частини; збільшити відмовостійкість; зменшити вартість обладнання в порівнянні з системою СД.

Міхєєв Д.А.

студент;

Толмачов С.Т.

доктор технічних наук, професор;

Ільченко О.В.

кандидат технічних наук, доцент,

Криворізький національний університет

АЛГОРИТМ ЩІЛЬНОЇ УПАКОВКИ ПЛОСКИХ ТІЛ СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРІЇ У НЕСКІНЧЕННОМУ КОНТЕЙНЕРІ

Дана задача відноситься до відомого класу *задач упаковки* [1]. Це один з класів задач математичної оптимізації, які вирішують проблему розміщення в заданому контейнері максимальної кількості об'єктів конкретної геометрії або заданого числа об'єктів у мінімальній кількості