

*В.А. Бородай, канд. техн. Наук, Е.В. Котлярова, В.А. Чередник
(Україна, Дніпропетровськ, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»)*

ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА ПРОЦЕС РУДОПІДГОТОВКИ ЗАСОБАМИ СИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Відомо, що гірничі машини дробарно-здрібнювального циклу характеризуються важкими умовами запуску. Так, потужні шоківі дробарки мають момент запуску, що лежить у межах від 2 до 2,5 номінального. Як наслідок, для його подолання даний тип механізмів оснащують груповим приводом, до складу якого входить головний та розгінний двигуни, де останній працює тільки у термін запуску. Подібні труднощі спостерігаються і у конусних дробарках, які працюють під завалом. Традиційно цю проблему вирішують шляхом підвищення потужності приводу на 30 – 50%. Кратність пускового моменту приводних двигунів барабаних млинів становить 1,4 – 1,5 із стрижневим і 1,2 – 1,3 із кульовим завантаженням. Зазвичай їх гарантований запуск забезпечується вибором двигунів із запасом потужності в 15 – 25%. Крім того, у результаті попереднього вивчення пускових властивостей млинових приводів встановлено, що при зазначеному запасі потужності та за умови ущільнення внутрішньомлинового завантаження синхронізація приводу не завжди гарантується (див. рис. 1). Таким чином, сучасне вирішення наведених проблем здійснюється завдяки підвищенню встановленої потужності приводів у діапазоні від 15 – 50%, а зниження їх початкового моменту інерції, який виникає за рахунок ущільнення внутрішньомлинового завантаження перед кожною плановою або в неплановою зупинкою обладнання. Як наслідок, підприємства гірничої промисловості несуть досить значні капітальні та невірні витрати.

Уникнути проблем, що виникають у процесі промислової рудопідготовки, можливо за допомогою використання як приводів великих подрібнювальних установок синхронних двигунів із покращеними пусковими властивостями. Одним із перспективних методів їх поліпшення є задіяння у синхронному приводі обмоток збудження з активно-індуктивно-ємнісними властивостями [1–3]. Сутність їх роботи полягає у підвищенні складової активного струму ротора за рахунок створення в них резонансних явищ на заздалегідь заданих ділянках пускової характеристики. Із числа запропонованих розщеплених обмоток збудження [1–3] найпростішою, з точки зору реалізації, є конструкція, що передбачає розміщення на роторі конденсаторів однакової ємності. Однак для неї експериментально встановлено, що ефект від резонансного явища забезпечує досить вузький інтервал дії (див. рис. 2). З цієї причини її використання у промисловості є ускладненим. Аналіз пускових характеристик двигуна із запропонованою конструкцією розщепленої обмотки збудження виявив, що причиною завужених інтервалів дії резонансного явища є висока добротність контуру збудження. Тому для забезпечення більш придатної форми механічної характеристики і їх практичного використання у промисловості пропонується зменшити добротність системи шляхом уведення у кожний ланцюг із конденсатором послідовно увімкнених опорів (рис. 3).

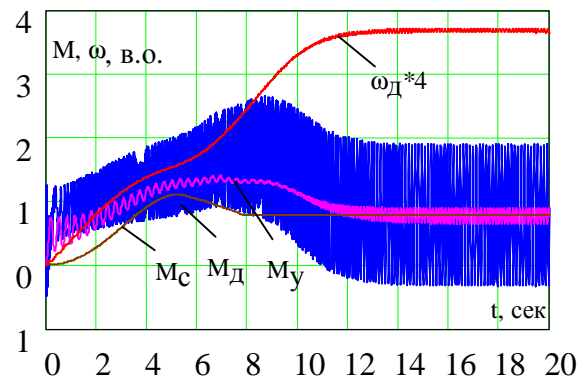


Рис.1. Вплив ущільнення завантаження на процес пуску: M_d , M_y , M_c – моменти двигуна, пружний, статичний; ω_d – швидкість двигуна

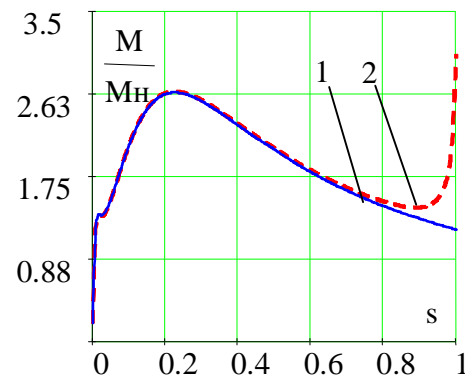


Рис.2. Пускові характеристики двигуна: 1 – природна; 2 – штучна

Висновки. Для зменшення витрат на процес рудопідготовки пропонується використовувати синхронні двигуни з покращеними пусковими властивостями. Одним із перспективних методів їх поліпшення є задіяння у синхронному приводі обмоток збудження з активно-індуктивно-ємнісними властивостями [1–3]. Сутність їх роботи полягає у підвищенні складової активного струму ротора за рахунок створення в них резонансних явищ на заздалегідь заданих ділянках пускової характеристики. Із числа запропонованих розщеплених обмоток збудження [1–3] найпростішою, з точки зору реалізації, є конструкція, що передбачає розміщення на роторі конденсаторів однакової ємності. Однак для неї експериментально встановлено, що ефект від резонансного явища забезпечує досить вузький інтервал дії (див. рис. 2). З цієї причини її використання у промисловості є ускладненим. Аналіз пускових характеристик двигуна із запропонованою конструкцією розщепленої обмотки збудження виявив, що причиною завужених інтервалів дії резонансного явища є висока добротність контуру збудження. Тому для забезпечення більш придатної форми механічної характеристики і їх практичного використання у промисловості пропонується зменшити добротність системи шляхом уведення у кожний ланцюг із конденсатором послідовно увімкнених опорів (рис. 3).

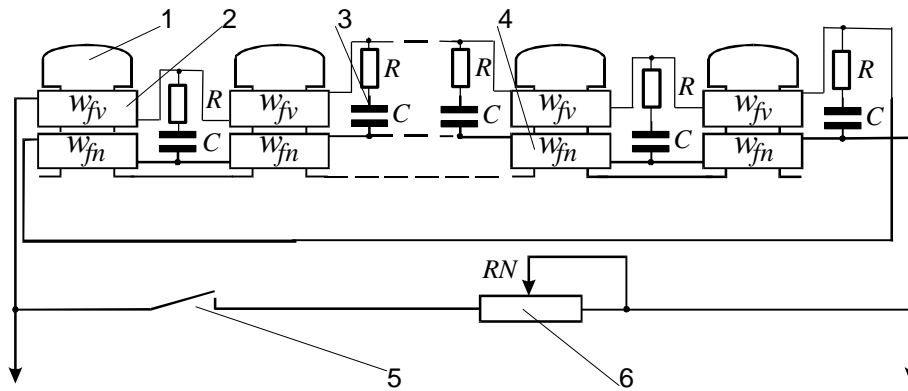


Рис. 3. Розрахункова схема обмотки збудження з поперечними RC – колами:
 1 – полюс ротора; 2 – верхня напівкатушка полюса; 3 – конденсатор С, активний опір R;
 4 – нижня напівкатушка полюса; 5 – керований ключ; 6 – розрядний опір

Функціональне призначення зовнішніх та навісних елементів схеми (рис. 3) можна поділити таким чином. Наявність у схемі полюсних конденсаторів С визначає місце розташування резонансного явища на пусковій характеристиці. Опори R задають струмовий режим кожного поперечного ланцюга і відповідно задають рівень добротності контуру збудження. Складові схеми (рис. 3) 5 та 6 працюють тільки з моменту запуску до досягнення підсинхронної швидкості. Їх призначення – обмеження рівня напруги на входних контактних кільцях обмотки збудження.

Можливість зсуву максимуму резонансного явища вздовж осі ковзань пускової характеристики, який визначається рівнем ємності полюсного конденсатора, та зниження добротності контуру збудження відкрило новий напрям для створення двигунів з пусковими характеристиками, які адаптовані до конкретного механізму. Наприклад, у процесі розгляду пускової механічної характеристики млинів встановлено, що збільшення тривалості процесу пуску обумовлене наявністю максимуму моменту опору біля зони ковзання величини 0,6 (рис. 4). Забезпечити раціональні пускові властивості електромеханічної системи „млин–двигун” можливо при синхронізації резонансного підвищення моменту характеристики двигуна із ланкою максимуму моменту опору (див. характеристики 1 та 3 рис. 4). Так, для млина ММС-90х30 шляхом математичного моделювання статичних пускових характеристик отримані значення параметрів системи збудження, які відповідають заданим добротності і розташуванню максимуму резонансного ефекту. Для умов такого випадку величина ємності кожного полюсного конденсатора становить 130 мкФ, а опір послідовно з'єднаного резистора дорівнює 5 Ом.

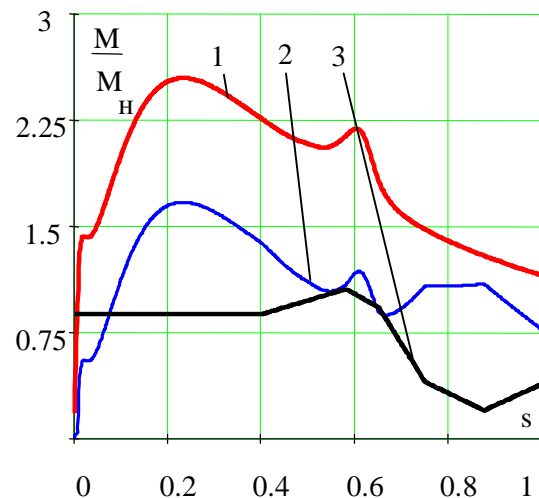


Рис. 4. Пускова характеристики двигуна – (1), динамічний – (2) та статичний – (3) моменти

Досвід попередньо виконаних досліджень [1 – 3] дає змогу стверджувати, що для двигуна СДМЗ-2-24-59-80УХЛ4 приводу млина ММС-90х30 установка на роторі компонентів компенсації реактивних струмів практично не впливає на зростання моменту інерції системи, а розподілений характер приєднання конденсаторів уздовж усієї обмотки збудження забезпечує рівень напруги на їх входних клеммах у межах допустимих значень, які регламентовані заводом виробником.

Виходячи із вигляду пускових характеристик (рис. 4) можемо зробити висновок, що резонанс на пусковій кривій двигуна задовільно компенсує максимум на механічній характеристиці млина. Як наслідок, це сприяє зменшенню терміну пуску, покращує температурний режим роботи роторних обмоток і підвищує надійність електромеханічної системи у цілому.

Таким чином, використання модернізованих двигунів у складі подрібнювальних установок дозволить отримати гарантовану можливість запуску млина навіть при його нерозвантаженому стані, а для налагодження технологічного процесу, де пропонується для підвищення продуктивності додати у середину барабану тіла подрібнення і довести рівень моменту опору до номінального моменту двигуна, створюються умови при яких приводний двигун подрібнювальної системи працює у режимі, що відповідає його роботі на це ж навантаження за зменшеної встановленої потужності. Завдяки цьому очікується отриман-

ня економічного ефекту, що базується на зниженні експлуатаційних витрат, де головна їх частка становить енергозбереження.

Список літератури

1. А.с. 1494152 А1 СССР, МКИ Н 02 К 19/36. Синхронный электродвигатель [Текст.] / Д.К. Крюков, В.И. Кириченко, Е.П. Островский, Е.В. Лаврухина, А.С. Бешта, С.А. Тенчурин (СССР) . – заявл. 15.09.87; опубл. 15.07.89, Бюл. № 26.
2. Півняк, Г.Г. Електромеханічні системи енергонапружених барабанних млинів / Г.Г. Півняк, В.І. Кириченко: Монографія. Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 166 с.
3. Пивняк, Г.Г. Повышение надежности и экономичности мощных синхронных приводов с тяжелым пуском. [Текст.] / Г.Г. Пивняк, В.В. Кириченко, В.А. Бородай // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – 2007 – С. 553–555.

Рекомендовано до друку: проф. Івановим О.Б.