

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗРЯДНОГО ОПОРУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ СИНХРОННИМ ПРИВОДОМ

Вступ. Значну частку в формуванні собівартості продукції гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) займають витрати на електроенергію в процесах рудопідготовки, де найбільшими споживачами є потужні синхронні двигуни (СД), які нерідко працюють в нераціональних режимах, оскільки традиційно їх потужність вибирають з істотним запасом [1]. Асинхронний пуск двигунів приводу млинів ускладнюється низкою причин, одна з яких – можливість підвищених статичних навантажень після перерви в роботі. За певний час перерви у роботі млина його завантаження злежується і фактично стає суцільною масою, яка становить єдине ціле із барабаном. Тому під час пуску млина до моменту обвалювання завантаження барабану приводу необхідно повернути млин на кут близько 90° , що створює додаткові статичні навантаження. В результаті за несприятливих умов успішний запуск млина забезпечити достатньо важко. На виробництві всіляко запобігають цьому і не допускають злежування внутрішньомлинового завантаження, для чого перед зупинкою млина його намагаються частково розвантажити шляхом «виходжування» без подачі вихідного живлення протягом близько півгодини. Однак такі заходи призводять до часткового неефективного використання млина і додаткових економічних втрат. Серед інших негативних для пуску причин – використання реакторів для обмеження пускових струмів, що знижує напругу живлення двигуна і зменшує його електромагнітний момент. Як наслідок, тривалість пуску і перегрівання обмоток двигуна зростають. Для уникнення цих труднощів при проектуванні приводу потужність двигуна вибирають із значним запасом, хоча це і збільшує капітальні і експлуатаційні витрати та собівартість готової продукції. Додатковими обставинами погіршення умов пуску млина нерідко є незадовільний вибір опору розрядного резистора, недостатня обґрунтованість режимів його використання та системи керування приводом в цілому.

Постановка завдань дослідження. Метою роботи є доказ можливості забезпечити надійний пуск та синхронізацію потужного СД на прикладі приводу млина самоподрібнювання ММС-90х30 з важкими умовами запуску. Результат досліджень – рекомендації щодо вибору та режиму використання розрядного опору у колі збудження, удосконалення відомого алгоритму програмного керування збудником [2, 3] для двигуна СДМЗ-2-24-59-80-УХЛ4 потужністю 4000 кВт із номінальним навантаженням за зниженого рівня напруги із врахуванням можливості злежалого стану внутрішньомлинового завантаження після тривалої перерви у роботі млина.

Матеріали дослідження. В [4, 5] показана можливість покращання пускових характеристик СД за рахунок раціонального вибору розрядного опору у колі збудження, однак відомості щодо доцільності його регулювання відсутні. В [6] наведені дані щодо успішних випробувань пристрою циклічної ресинхронізації, однак її термін достатньо значний, а особливо за умови номінального навантаження двигуна. Очевидно, що для успішної роботи привода з важкими умовами пуску, а саме, без запасу встановленої потужності двигуна, зниженні напруги мережі на 15% і злежалому внутрішньомлиновому завантаженні слід значно підвищувати середню складову електромагнітного моменту. При цьому доцільно використати переваги відомих на сьогодні розробок, які підвищують асинхронний момент двигуна. Зокрема, алгоритмів програмного керування напругою збудника [1-3]. Так, в [2] для комплексу низькочастотний млин-синхронний електропривод з двигуном СДМЗ-2-24-59-80-УХЛ4 для зменшення впливу періодичної складової моменту під час пуску використано метод підтримання середньої складової для успішного входження в синхронізм. В результаті досліджень встановлено, що за важких умов запуску, для виключення можливості застрягання СД в зоні максимуму статичного навантаження слід забезпечити достатній надлишковий (динамічний) момент двигуна на всьому етапі розганяння, особливо в зоні ковзань близько 0,6-0,7 через те, що саме там розташований максимум статичного моменту. За даними [7] середня складова електромагнітного моменту повинна перевищувати момент статичного навантаження на 10-20%. Частково забезпечити такий надлишковий момент можливо за рахунок підвищеного опору розрядного реостату у колі збудження, що значно поліпшує форму пускової характеристики і виключає небезпеку «застрягання» приводу в зоні максимуму статичного моменту. Зазвичай, опір розрядного реостату обмежують 10-ти кратним рівнем по відношенню до активного опору обмотки збудження, що виключає можливість застрягання двигуна на половинній швидкості. Для двигуна 4000 кВт допустимий розрядний опір становить 8,88 Ом (у традиційному приводі він 1,6 Ом). Одночасно підвищення опору кола збудження призводить до зниження вхідного моменту. А це негативно позначається на процесі синхронізації, призводить до затягування процесу входження двигуна в синхронізм та навіть до застрягання двигуна на підсинхронній швидкості. Для того, щоб цього не сталося у відомому методі програмного керування коефіцієнт форсування напруги збудника слід значно підвищити. Для конкретних умов це означає необхідність заміни встановленого збудника із коефіцієнтом

форсування напруги 1,75 на значно потужніший. Як наслідок — значне здороження системи керування. Економічніше вирішити проблеми важкого пуску можливо регулюванням опоры розрядного реостату, що у зоні малих ковзань підвищує середню складову електромагнітного моменту i , як наслідок, зменшує термін проходження двигуном зони резонансу (у відомому алгоритмі [2] для цього достатньо збільшити завдання на середній момент до недосяжного рівня, що забезпечує на всій ділянці розганяння максимально можливий середній момент двигуна).

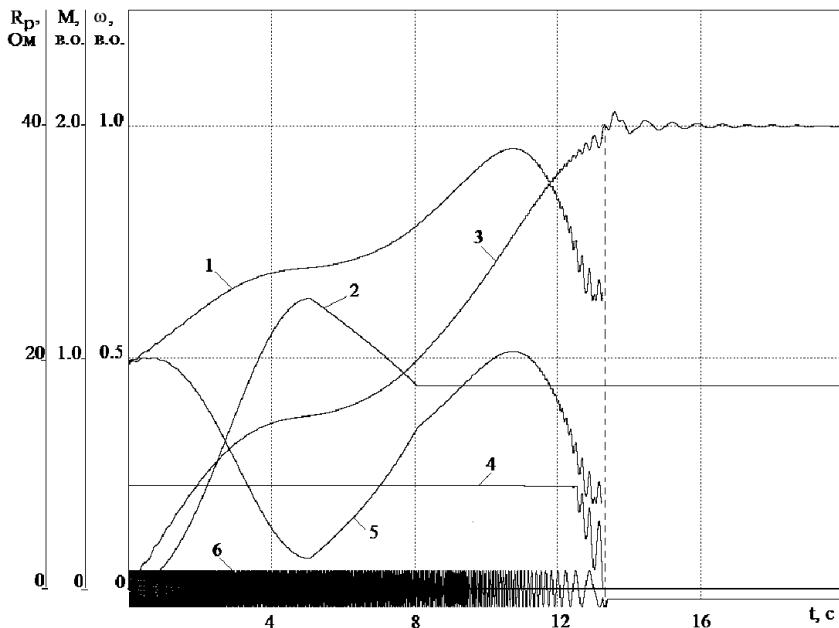


Рис.1. Важкий пуск млина ММС-90х30А з використанням програмного керування збудником при опорі розрядного реостату 8,88 Ом, коефіцієнті форсування напруги збудника 1,75:
 1 – середня складова моменту, 2 – статичний момент,
 3 – швидкість двигуна, 4 – опір розрядного реостату,
 5 – динамічний момент, 6 – напруга збудника.

На рисунку подана осцилограма важкого пуску млина із використанням програмно керованого збудника за зниженої на 15% напруги мережі та регулювання розрядного реостату з опором 8,88 Ом. Видно, що найбільший момент навантаження двигун успішно подолав з надлишковим моментом 10,8%. Завдяки регулюванню опоры і підвищеному завданню на середній момент проблема розганяння двигуна до синхронної швидкості за важких умов успішно вирішена. Для полегшених умов пуску перехідний процес за всіма показниками буде кращим. Використання такого методу запуску приводу СД потребує додаткових фінансових вкладень на придбання розрядного реостату підвищеного опоры і системи керування ним. Однак, за рахунок вжитих заходів, привід стає надійним навіть за найважчих умов запуску, що виключає необхідність виходжування млина з відповідними економічними перевагами.

Висновки. 1) За важких умов запуску використовувати СД без запасу потужності можливо завдяки реверсивному збуднику з програмним керуванням напруги для забезпечення максимуму середньої складової електромагнітного моменту та регульованому, допустимому опорі розрядного реостату.

2) Запропонований метод удосконалення системи керування синхронним двигуном забезпечує додаткові економічні переваги підприємству завдяки можливості використання двигуна без запасу встановленої потужності та виключенню необхідності у не економічному виходжуванні млина та витрат часу для його виходу на номінальний режим після перерви у роботі.

Література.

1. Комплексний синхронний електропривід з програмним керуванням / Г.Г. Півняк, В.І. Кириченко, В.В. Кириченко та ін. // Доповіді Національної академії наук України, 2007, №7. – С.97.
2. Півняк Г.Г., Школа Н.И., Кириченко В.В. Роль програмного управління в забезпеченні надійності многомасових систем с синхронними електроприводами // *Металлургич. и горно-обогатит. пром-сть.* – 2002. – №3. – С. 81-87.
3. Кириченко В.В. Обґрунтування режимів керування та енергетичних параметрів комплексу низькочастотний млин - синхронний електропривод: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. - Дніпропетровськ, 2003. – 19 с.
4. Бабури́н В.Б., Сумцов И.А. О повышении продольного электромагнитного момента машин переменного тока в асинхронной режиме // *Труды ВНИИЭ.* – Вып. 57. – М.: Энергия, 1979. – С. 65-71.
5. Бабури́н В.Б. Увеличение среднего асинхронного момента синхронной машины с помощью регулирования возбуждения // *Труды ВНИИЭ.* – Вып. 56. – М.: Энергия, 1978. – С. 64-73.
6. Промышленные испытания устройства циклической ресинхронизации на синхронном двигателе газового компрессора / А.М. Кременецкий, Т.И. Жучкина, С.Н. Станкевич и др. // *Промышленная энергетика.* – 1982. – №7. – С. 38-40.
7. Вишеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. 6-е изд., прераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 432 с.