

О.С. Бешта, д-р техн. наук,

О.Б. Балахонцев, С.С. Худолій, Є.Г. Худий, О.В. Михайленко

(Україна, Дніпропетровськ, Національний гірничий університет)

ЕЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Шахтні підйомні установки (ШПУ) відносяться до ряду потужного та відповідального устаткування. Електропривод таких установок повинен відповідати підвищеним вимогам стосовно динаміки роботи та надійності [1,2].

Електропривод підйомної установки повинен забезпечувати виконання заданої діаграми швидкості, забезпечувати необхідну динаміку під час розгону та під час гальмування, а також при дотягуванні підйомної посудини до розвантаження. Внаслідок наявності в електромеханічній системі елементів з високою інерційністю, під час будь-якого перехідного процесу в цій системі виникають пружні коливання. Величина коливань пропорційна прикладеному зусиллю та швидкості цього впливу.

Вимоги до динаміки роботи підйомної установки визначаються тим, що ШПУ здійснюють ще й спуск/підйом робочого персоналу. При цьому, необхідно забезпечити виконання нормативів технології підйому. На сьогоднішній день більшість з працюючих систем електроприводів ШПУ вже нездатні забезпечити виконання вимог стосовно динаміки та регульовальних характеристик.

На підприємствах видобувної промисловості набирає темпу модернізація електроприводів шахтних підйомних установок, але цей процес поступовий. Внаслідок великої потужності приводних двигунів витрати на модернізацію устаткування завеликі. Сучасні системи електропривода підйомних установок мають високі енергетичні та динамічні характеристики, але більшість підприємств використовують існуюче устаткування. Розглянемо найбільш поширені варіанти систем електроприводу шахтних підйомних установок: існуючих та модернізованих.

Електропривод підйомної установки розділяють на два основні типи – постійного та змінного струм.

Електропривод постійного струму має дві основні модифікації – електропривод за системою генератор-двигун (Г-Д) та тиристорний перетворювач двигун (ТП-Д) [3].

Електропривод підйомних установок за системою Г-Д широко використовується на рудних шахтах з встановленою потужністю підйомного двигуна більше 1 МВт.

Переваги такої системи електропривода:

- відсутність потужної комутаційної апаратури;
- широкий діапазон регулювання;
- високі динамічні характеристики при роботі в перехідних режимах;
- наявність плавного регулювання швидкістю двигуна;

- велика частота включення.

До недоліків даної системи електроприводу відносять наступні:

- висока вартість встановленого устаткування;
- великі масогабаритні показники електромашинних агрегатів;
- невисокий ККД всієї системи;
- значні експлуатаційні витрати на обслуговування та ремонт устаткування;
- низька надійність внаслідок наявності колекторних вузлів машин.

Один з кроків поступової модернізації є перехід до системи тиристорний перетворювач – двигун. При цьому можливо використовувати вже встановлений головний приводний двигун. Переваги електропривода за такою системою:

- висока швидкодія;
- висока точність регулювання;
- високі динамічні показники;
- наявність можливості формування оптимальних діаграм швидкості.

Внаслідок конструкції та використовуваних елементів в системі керування така система має наступні недоліки:

- низький коефіцієнт потужності;
- негативний вплив на мережу живлення (генерація вищих гармонійних складових);
- підвищені електричні втрати в електродвигуні.

Слід зазначити, що є досвід окремих підприємств з переходу на цифрові системи керування електроприводом постійного струму. Це дозволяє підвищити якість керування та надійність роботи, при цьому знизити витрати на налагодження та обслуговування.

Наступний клас електропривода шахтних підйомних установок – електропривод змінного струму.

В більшості випадків електропривод підйомних установок з двигунами змінного струму (асинхронні двигуни) використовується на вугільних шахтах. Потужність електродвигуна обмежується величиною 1,2 МВт (для двохдвигунного привода 2,5 МВт).

Для підйомних машин потужністю до 250 кВт використовуються низьковольтні двигуни, а для високих потужностей – високовольтні двигуни з обмоткою статора на 6 кВ.

Найпоширеніший варіант електропривода змінного струму – електропривод з реостатним регулюванням швидкості. Переваги системи електропривода змінного струму з реостатним регулюванням наступні:

- досить проста структура системи керування, в більшості випадків реалізована на базі релейно-контакторної апаратури;
- порівняно мала вартість устаткування;
- простота пуско-налагоджувальних робіт;
- низька потреба в обслуговуванні та ремонті.

Сучасний розвиток електромеханічних систем та підвищенні вимоги щодо енергоспоживання надають можливість виявити наступні недоліки даної системи електропривода:

- великі втрати енергії під час регулювання швидкості за рахунок введення додаткового опору в коло ротора;
- великі теплові втрати під час роботи на низьких швидкостях;
- низький коефіцієнт потужності (0,35 – 0,65);
- невисокий діапазон регулювання швидкості (5:1);
- обмежена максимальна потужність електричного двигуна (1,2 Мвт);
- погані регулювальні характеристики;
- замалі можливості для автоматизації підйомних установок;
- нестабільність роботи на низьких швидкостях;
- нелінійність механічних характеристик;
- ручне керування електроприводом;
- низька керованість електродвигуном;
- наявність силових комутаційних пристроїв знижує надійність роботи системи керування;
- необхідно забезпечити наявність додаткового приміщення для реостатних установок з примусовим охолодженням;
- необхідно забезпечувати постійний контроль та догляд за щіточним апаратом
- для високовольтних двигунів необхідна мережа живлення 6 кВ, що вносить корективи на електробезпеку підйомної установки.

Для поліпшення динамічних та енергетичних характеристик електропривода змінного струму було здійснено перехід до системи з асинхронновентильним каскадом (АВК) [3]. До основних можливостей електропривода за такою системою слід віднести:

- високі регулювальні характеристики електропривода;
- плавність регулювання швидкості та моменту електродвигуна;
- відсутність силової комутаційної апаратури в колі ротора.

Значно більші можливості під час керування та кращі показники в динамічних режимах що забезпечує система АВК здебільшого і є фактором щодо вибору цієї системи для використання. Окрім складної структури такої системи є і наступні недоліки:

- необхідність використання додаткового обладнання: випрямляч, дросель, інвертор, трансформатор;
- збільшення уставленої потужності електропривода;
- низький коефіцієнт потужності;
- неможливість роботи з номінальною швидкістю внаслідок втрат в перетворювачах;
- відсутність потужних електродвигунів на 3000 об/хв.

Даний аналіз існуючого устаткування одного з головних елементів в технології видобутку корисних копалин показав, що існуючі системи електропри-

вода здебільшого забезпечують виконання вимог, але при цьому присутні значні енерго- та ресурсовитрати.

Широкого розповсюдження на підприємствах України набули сучасні частотно-керовані електроприводи. Технічні характеристики даного устаткування, можна сказати, враховують всі недоліки та вимоги, при високій надійності та зручності в експлуатації. Для шахтних підйомних установок, на сьогоднішній день, запропоновано дві основні модифікації частотно-керованого електропривода – система перетворювач частоти – асинхронний двигун (ПЧ-АД) та перетворювач частоти – синхронний двигун (ПЧ-СД). Головною проблемою широкого впровадження таких систем на підприємствах – висока вартість нового устаткування. Але далекоглядні керівники видобувної промисловості з розумінням справи йдуть на одноразове капіталовкладення, що забезпечить в подальшому енерго- та ресурсозбереження.

Система перетворювач частоти – асинхронний двигун має наступні позитивні характеристики:

- високі енергетичні характеристики електропривода;
- високі регульовальні характеристики;
- ефективний захист електричного двигуна і всього електропривода від можливих аварійних ситуацій;
- великі можливості в процесі автоматизації шахтного підйому;
- можливість формування необхідних робочих діаграм швидкостей з заданими прискореннями;
- постійний контроль за станом електричного двигуна;
- збільшення строку служби технологічного устаткування;
- зниження витрат на планові ремонтні роботи;
- забезпечення оперативного керування та достовірного контролю за ходом технологічного процесу;
- можливість використання енергозберігаючих режимів роботи електропривода.

Система електропривода ПЧ-СД в більшості має ті ж позитивні характеристики, що й попередня. Відмінність полягає в організації живлення та керування приводного двигуна. Можливості електропривода за такою системою:

- відсутність редуктора;
- можливість реалізації прямого керування моментом;
- потужність електропривода може досягати 6,3 МВт і вище;
- використовується менш дорогий та більш надійний синхронний двигун;
- низький склад гармонік призводить до зменшення втрат в синхронному двигуні;
- висока надійність;
- високі динамічні та регульовальні характеристики.

Окрім великої кількості можливостей та переваг частотного електропривода необхідно акцентувати увагу на проблемах на шляху широкого впровадження цих систем на підприємствах:

- великі капітальні витрати, пов'язані з придбанням перетворювача частоти і заміною існуючого електродвигуна;
- необхідність в додатковій примусовій вентиляції електродвигуна (при роботі на малих швидкостях);
- необхідно забезпечувати захист перетворювача частоти від впливу зовнішнього середовища;
- необхідно використовувати в гальмівних режимах блок резисторів, що відображується на вартості електропривода;
- необхідно збільшувати уставлену потужність електропривода;
- необхідність використання додаткових фільтрів для усунення впливу перетворювача частоти на мережу живлення.

Більшість проблем, пов'язаних з конструктивними особливостями таких систем електропривода, враховані розробниками при впровадженні комплектного варіанту системи електропривода. Вибір електропривода ШПУ з огляду на його розмаїтість повинен виконувати з урахуванням глибокого техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень.

Список літератури

1. Тулин В.С. Электропривод и автоматика многоканатных рудничных подъемных машин. – М.: Недра, 1964. – 181 с.
2. Белый В.Д., Найденко И.С. Шахтные многоканатные подъемные установки.– М.: Недра, 1966. – 312 с.
3. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 277с.