

УДК 631.365.3

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЧАСТОТИ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ ВЕНТИЛЯТОРІВ

Хандола Ю.М., к.т.н., доц., Бредихін Д.С., студент

(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Швидкий ріст ринку перетворювачів частоти для асинхронних двигунів не в останню чергу став можливий в зв'язку з появленням нової елементної бази – силових модулів на базі IGBT (біполярний транзистор з ізольованим затвором), розрахованих на струми до декількох кілоампер, напругу до декількох кіловольт і частоту комутації 30 кГц і вище.

Існують два основних типи перетворювачів частоти:

- з безпосереднім зв'язком;
- з проміжним контуром постійного струму.

В першому випадку вихідна напруга синусоїдальної форми формується з ділянок синусоїд перетворюючої вхідної напруги. При цьому максимальне значення вихідної частоти принципово не може бути рівна частоті живлячої мережі. Частота на виході перетворювача цього типу лежить в діапазоні від 0 до 25...33 Гц. Найбільшого розповсюдження отримало перетворювачі частоти з проміжним контуром постійного струму, виконаний на базі інверторів напруги.

Вимоги до електроприводу визначаються діапазоном потрібних швидкостей і типом навантаження. В залежності від швидкості обертання і моментом опору вони різні для навантаження різного типу.

Багато навантажень можуть розглядатися як такі, що мають постійний момент у всьому діапазоні зміни швидкості. До них відноситься наприклад, конвеєри, компресори і поршневі насоси.

Деякі види навантаження мають змінну механічну характеристику, для якої момент навантаження зростає з збільшенням швидкості обертання. Типовим прикладом приладів з таким навантаженням є відцентрові насоси і вентилятори, механічна характеристика яких описується рівнянням квадратичної параболи, а значить споживана потужність пропорційна кубу швидкості обертання. З цього слідує, що навіть невелике зниження швидкості електроприводу може дати значний вигравш в потужності – ось чому економія електроенергії являється головною перевагою використання керуючого електропривода для вентиляторів. Теоретичне зниження швидкості на 10% дає 30% економії потужності.

Режим з лінійною залежністю між напругою і частотою ($U/f=\text{const}$) реалізується простими перетворювачами частоти для забезпечення постійного моменту навантаження і використовується для управління синхронними двигунами або двигунами, підключеними паралельно. Разом з тим при зменшенні частоти, починаючи з деякого значення, максимальний момент двигуна починає падати. Для підвищення моменту на низьких частотах в перетворювачах передбачається функція підвищення початкового значення

вихідної напруги, яка використовується для компенсації падіння моменту для навантажень з постійним моментом або збільшення початкового моменту для навантажень з високим пусковим моментом, таких, наприклад, як промисловий міксер.

Для регулювання електроприводів вентиляторів використовується квадратична залежність напруга / частота ($U/f^2 = \text{const}$). Цей режим так само, як і попередній, можна використовувати для управління паралельно підключеними двигунами. Разом з тим для підвищення якості управління приводом потрібне використання інших, досконаліших методів управління. До них відносяться метод управління потокозчепленням і метод векторного управління. Обидва методи базуються на використанні адаптивної моделі управління електродвигуном, яка будується за допомогою спеціалізованого обчислювального пристрою, що входить до складу блоку управління перетворювача.

Найбільш точне і ефективне управління забезпечує режим векторного управління без датчика зворотного зв'язку за швидкістю. Якщо в двигунах постійного струму є дві обмотки (статорна, або збудження, і роторна, або якірня), що дозволяє управляти роздільно швидкістю обертання (струм збудження) і електромагнітним моментом (струм якоря), то в двигунах змінного струму з короткозамкнутим ротором є всього лише одна обмотка статора, через яку формується збуджуюче магнітне поле і визначається момент, що обертає. З цим і пов'язані всі труднощі управління електродвигуном. Вихід залишається один: необхідно управляти амплітудою і фазою струму статора, тобто його вектором, проте для управління фазою струму, а значить, і фазою магнітного поля статора щодо ротора, що обертається, необхідно знати точне положення ротора у будь-який момент часу. Це завдання може бути вирішена з використанням датчика положення, наприклад шифратора приростів. У такій конфігурації привід змінного струму за якістю регулювання стає сумірним з приводом постійного струму, але у складі більшості стандартних електродвигунів змінного струму вбудовані датчики положення і відсутні, оскільки їх введення неминуче веде до ускладнення конструкції двигуна і істотному підвищенню його вартості.

Застосування ж сучасної технології управління дозволяє обійти це обмеження шляхом використання математичної адаптивної моделі двигуна для прогнозу положення ротора. При цьому система управління повинна з високою точністю вимірювати значення вихідних струмів і напруги, забезпечувати розрахунок параметрів двигуна (опір статора, значення індуктивності розсіяння і так далі), точно моделювати теплові характеристики двигуна з різними режимами його роботи, здійснювати великий об'єм обчислень з дуже високою швидкістю. Останнє забезпечується застосуванням у складі системи управління перетворювача спеціалізованих інтегральних схем ASIC. Векторне управління без датчиків оборотного зв'язку за швидкістю забезпечує динамічні погрішності, характерні для регульованого приводу із замкнутим зворотнім зв'язком. Проте повне управління моментом при швидкості, близькій до нульової, неможливе без зворотного зв'язку за швидкістю. Такий зворотний зв'язок стає необхідним і для

досягнення погрішності регулювання менше 1%. Контур зворотного зв'язку при цьому легко реалізується за допомогою самого перетворювача частоти

Необхідно також детальніше відзначити вже згадувану раніше функцію динамічного вибору характеристики U/f . При зниженні навантаження на валу двигуна і, відповідно, зменшенні струму статора перетворювач знижує напругу на статорі двигуна, зберігаючи частоту незмінної. Завдяки зниженню напруги зменшуються втрати енергії в статорі двигуна, а значить, і загальні втрати енергії в приводній системі стають нижчими. При зростанні навантаження на валу двигуна процес протікає в зворотній послідовності і ПЧ повертається на номінальну характеристику.

Наявність програмованого ПД-регулятора (тобто з інтеграцією по пропорційно-інтегрально-диференціальному закону) дозволяє організувати автоматичний контроль за аналоговим сигналом, що приходить з датчика (опромінювання) зворотного зв'язку.

Необхідно відзначити також наявність частот, що пропускаються, вони настроюються користувачем, і дозволяють уникнути резонансу в механізмі і двигуні. З функцій, корисних при управлінні приводами, слід також відзначити можливість "підхоплення" двигуна, що обертається, і можливість автоматичного перезапуску його при зникненні живлення або повторного запуску при аварійному відключенні. Перетворювач може перезапускатися до 10 разів із затримкою перед включенням від 5 до 25 с.

Практика використання частотних перетворювачів для керування приводами доказує доцільність не просто ввімкнення перетворювача для керування агрегатом, а створення спеціалізованих систем керування технологічним процесом. Тільки цей підхід дозволяє отримати економічний ефект не тільки від зниження від спожитої від мережі електричної потужності, але й досягти суттєвого зниження експлуатаційних витрат, покращення умов праці і збільшення строку служби обладнання. Сучасні перетворювачі частоти дозволяють отримати більше 20 параметрів стану електропривода. Відповідна обробка цих параметрів дозволяє проводити глибоке діагностування як обладнання системи, так і протікаючих процесів. З'являється можливість не тільки реагувати на виниклу аварію, але і попереджувати її, що для енергетичних об'єктів значно важливіше.

Список літератури:

1. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средства энергосбережения / Авербах И. А., Барац Е. И., Баславский И. Я., Ишматов З. Ш. / – Е.: Свердловгосэнергонадзор 2002. – 654 с.
2. Лещев В. А. Асинхронный электропривод с тиристорным управлением. / Лещев В. А., Путилин Н. С., Герасимьяк Р. П. – Киев: Техника, 1984. – 150 с.