

Спосіб управління перетворювачем постійної напруги в змінну.

Винахід відноситься до електротехніки і може бути використаний для управління напівпровідниковими перетворювачами електроенергії, призначеними для електроживлення однофазного асинхронного двигуна з пусковою обмоткою та пускозахисним пристроєм, наприклад, мотор-компресора побутового холодильника, від мережі постійного струму обмеженої потужності.

Сутність проблеми полягає у тому, що при підключенні однофазних електродвигунів з пусковою обмоткою до виходу будь-якого перетворювача постійної напруги в змінну, наприклад, виконаного по [1], при необхідності використання побутового холодильника, наприклад, на транспортному засобі, в ланцюгу навантаження виникають значні пускові струми. Кратність цих пускових струмів у випадку електродвигуна холодильника, наприклад, для двигуна типу ДКМ-2-90 перевищує 20 разів [2], що потребує мати такий самий запас по потужності перетворювача, який має значні габарити та вартість.

Відомий спосіб управління перетворювачем постійної напруги в змінну, який реалізований в пристрої [3], полягає в можливості змінювати його вихідну напругу та частоту. Використання такого способу управління перетворювачами в електроприводі дозволяє використати метод частотного управління електродвигунами, при якому можливе збереження пускового моменту при значно меншому пусковому струмі [4]. Але безпосереднє використання цього способу управління перетворювачами постійної напруги в змінну для живлення мотор-компресора холодильника неможливе

внаслідок відсутності в ньому контролю за процесом пуску двигуна для відповідної зміни напруги та частоти.

Найбільш близьким по технічній суті аналогом способу, що заявляється, вибраним як прототип, є спосіб управління перетворювачем, реалізований в пристрої [5]. В цьому способі для управління вихідною напругою та її частотою заміряють швидкість і прискорення обертання асинхронного двигуна і по результатам замірів регулюють частоту і величину напруги живлення асинхронного двигуна, при цьому піддержують відношення напруга/частота постійним. В цьому пристрої є можливість зменшити пусковий струм при зменшенні вихідної напруги та частоти, але необхідність виміряти швидкість та прискорення обертання двигуна, а також відсутність можливості виявляти не тільки факт набирання обертів електродвигуна, що супроводжується зменшенням пускового струму, але й факт відключення пускової обмотки, яка споживає значний струм, тільки після чого можливе підвищення частоти і величини вихідної напруги, не дозволяє використати його для живлення побутових холодильників, в яких використовується асинхронний двигун з пусковою обмоткою та пускозахисним пристроєм.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу управління перетворювачем шляхом установки мінімальних значень вихідної напруги і частоти перетворювача в потрібний момент, введення інтервалу підтримки цих значень до закінчення роботи пускозахисного пристрою з подальшим поступовим збільшенням напруги і частоти без заміру швидкості та прискорення обертання двигуна, що забезпечує обмеження пускового струму в асинхронному двигуні з пусковою обмоткою та пускозахисним пристроєм і тим самим дозволяє значно зменшити потужність перетворювача, спростити перетворювач, зменшити його масо - габаритні показники й вартість, а також здійснити живлення від мережі обмеженої потужності.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі управління перетворювачем постійної напруги в змінну, що включає регулювання частоти і величини напруги живлення асинхронного двигуна, згідно з винаходом, виявляють момент включення двигуна по збільшенню струму в силовому ланцюгу до величини, яка перевищує робоче значення, зменшують вихідну напругу і частоту перетворювача до мінімальних величин, витримують ці величини до моменту зменшення струму в силовому ланцюгу до значення, близького до усталеного, і потім поступово збільшують вихідні напругу і частоту до номінальних значень, після чого підтримують номінальні значення напруги і частоти.

Зменшення в виявленій момент включення двигуна до мінімальних значень вихідної напруги і частоти перетворювача, витримання цих значень до моменту зменшення струму в силовому ланцюгу до значення, близького до усталеного, поступове збільшення вихідної напруги і частоти до номінальних значень і потім підтримка номінальних значень напруги і частоти без заміру швидкості і прискорення обертання двигуна дозволяє значно зменшити потужність перетворювача, спростити перетворювач, зменшити його масо-габаритні показники та здійснити живлення від мережі обмеженої потужності із-за малих пускових струмів.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де зображені:

- на фіг.1 – блок-схема пристрою, що реалізує заявлений спосіб;
- на фіг.2 – залежність від часу напруги і струму в силовому ланцюгу.

Як показано на фіг.1, пристрій для управління перетворювачем постійної напруги в змінну містить керований перетворювач постійної напруги в підвищену постійну 1, датчик напруги 2, включений у силовий ланцюг датчик струму 3, інвертор 4, до виходу якого підключено асинхронний двигун 5 з пускозахисним пристроєм, керуючий пристрій 6, який може бути виконаний на базі мікропроцесора і до складу якого входять регулятор напруги 7, регулятор частоти 8 і задатчик потрібної напруги 9, перший пороговий елемент 10, другий пороговий елемент 11.

Пристрій працює таким чином.

Перетворювач постійно працює і на його виході формується змінна напруга з номінальними значеннями напруги і частоти.

При включенні асинхронного двигуна виявляють момент включення по збільшенню струму в силовому ланцюгу до величини, що значно перевищує робоче значення. Обмеження струму на допустимому для перетворювача рівні забезпечується схемою захисту від перенавантажень, яка присутня звичайно в будь-якому перетворювачі напруги. Момент збільшення струму виявляють за допомогою датчика струму 3 і першого порогового елемента 10, з виходу якого сигнал видається на перший вхід задатчика потрібної напруги 9. Задатчик потрібної напруги 9 через регулятор напруги 7, керований перетворювач постійної напруги в підвищену постійну 1, інвертор 4 зменшує вихідну напругу до мінімальної, одночасно по сигналу задатчика потрібної напруги 9 регулятор частоти 8 через інвертор 4 зменшує також частоту до мінімальної.

Подача на робочу і пускову обмотки двигуна пониженої напруги з одночасним зниженням частоти забезпечує пусковий момент, що майже не відрізняється від пускового моменту при подачі на двигун напруги і частоти номінального значення, але при значно меншому струмі, і двигун швидко набирає оберти. Але пускозахисний пристрій, розрахований на номінальне значення робочої напруги, ще не відключає пускову обмотку із-за значно зменшеного струму (внаслідок зменшеної вихідної напруги перетворювача під час пуску) через його вимикач в ланцюгу пускової обмотки, який в сучасних мотор - компресорних агрегатах холодильників звичайно виконується на терморезисторах з додатним температурним коефіцієнтом опору. Час спрацювання такого вимикача пропорційний величині струму через нього. Тому відключення пускової обмотки відбувається через час, потрібний для збільшення опору терморезистора. Тільки після цього можливе збільшення напруги і частоти для збільшення обертів двигуна до номінального значення.

Момент значного збільшення опору терморезистора і, тим самим, відключення пускової обмотки, незалежно від величини зменшеної напруги на виході перетворювача під час пуску двигуна, виявляється в пристрої по значному зменшенню споживаного двигуном струму при відключенні його пускової обмотки. До цього часу мінімальні значення напруги і частоти перетворювача витримуються незмінними. Після виявлення значного зменшення споживаного струму, що визначається за допомогою другого порогового елемента 11, з виходу якого сигнал видається на другий вхід задатчика потрібної напруги 9, задатчик потрібної напруги 9 поступово збільшує вихідну напругу до номінальної (через блоки 7, 1, 4). Одночасно регулятор частоти 8 через інвертор 4 збільшує також частоту до номінального значення. Потім регулятор напруги 7 і регулятор частоти 8 підтримують номінальні значення напруги і частоти.

Залежність напруги і струму в силовому ланцюгу від часу для реального пристрою управління перетворювачем постійної напруги $=110\text{В}$ в змінну $\sim 220\text{В}$, 50 Гц, з виходу якого відбувалось живлення електроприводу побутового холодильника, показана на фіг.2. На інтервалах часу $0-t_1$ і t_3-t_4 задатчик потрібної напруги формує сигнал, пропорційний номінальній напрузі U_n , на інтервалі t_1-t_2 формує сигнал, пропорційний мінімальній напрузі $U_{\text{мін}}$, на інтервалі t_2-t_3 формує змінний сигнал, пропорційний поточному значенню вихідної напруги U :

$$U = U_{\text{мін}} + \frac{U_n - U_{\text{мін}}}{t_3 - t_2} (t - t_2),$$

де: t – поточний час на інтервалі $t_2 - t_3$;

t_1 – момент включення двигуна;

t_2 – момент зменшення струму до усталеного значення;

t_3 – момент збільшення напруги до номінального значення;

t_4 – момент виключення двигуна.

При цьому одночасно регулятор частоти 8 формує частоту, пропорційну напрузі з регулятора напруги 7.

Для збереження пускового моменту двигуна під час його пуску при зниженій напрузі і тим самим забезпеченню надійного запуску мотор - компресора холодильника, відношення напруга/частота підтримують незмінним в усьому діапазоні зміни вихідної напруги перетворювача. Для двигуна з напругою живлення 220 В, 50 Гц це відношення дорівнює 4,4

Як видно із графіків, на весь час пуску двигуна формуються понижені величини напруги і струму, що забезпечує значне зниження споживаної потужності, а це дозволяє розширити можливість використання побутових холодильників на автомобільному і залізничному транспорті з мережами постійного струму обмеженої потужності.

Пристрій, реалізований по матеріалам даної заявки з використанням основної елементної бази фірми International Rectifier, має вагу 2,5 кг і габарити всього 187x135x90 мм³, що дозволило монтувати його безпосередньо у відсіку мотор-компресора холодильників типу НОРД з об'ємом камери до 340 літрів, розміщених у залізничних вагонах скорого потягу "Столичний експрес".

Джерела інформації

- 1 А. с. СРСР №1239807, кл. Н02М7/48, 1986
- 2 Бейнберг Б. С., Вайн Л. И. Бытовые компрессионные холодильники. М. Пищевая промышленность. 1977, таблица 7
- 3 А. с. СРСР №748738, кл. Н02М7/48, Н02Р7/62, 1980
- 4 Москаленко В. М. Электрический привод. М. Высшая школа, 1991, стр 130
- 5 Патент США №4099108, кл. Н02Р5/40, 1978

Генеральний директор

НВП "Хартрон-Експрес"

В. М. Макаренко