

УДК 621.31.83.52

О. Н. Синчук, д-р техн. наук, проф.

Криворожский национальный университет, г.Кривой Рог, Украина

Д. А. Михайличенко, ст. преподаватель

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, г. Кременчуг, Украина

### СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

*При использовании непосредственного преобразователя частоты в системе запуска синхронного двигателя в момент пуска могут возникать пусковые токи превышающие допустимое значение. В статье рассмотрен способ раздельного изменения величины выходного напряжения и частоты циклоконвертора при переходе с низкой фиксированной частоты на более высокую при питании синхронного электродвигателя. Данный способ позволяет совершать переход на более высокую частоту при меньшем токе преобразователя. Библ.2, табл. 0, рис. 1.*

**Ключевые слова:** непосредственный преобразователь частоты, синхронный электропривод.

*При використанні безпосереднього перетворювача частоти в системі запуску синхронного двигуна у момент пуску можуть виникати пускові струми що перевищують допустиме значення. У статті розглянутий спосіб роздільної зміни величини вихідної напруги і частоти циклоконвертора при переході з низької фіксованої частоти на вищу при живленні синхронного електродвигуна. Даний спосіб дозволяє здійснювати перехід на вищу частоту при меншому струмі перетворювача. Бібл.2, табл.0, рис.1.*

**Ключові слова:** безпосередній перетворювач частоти, синхронний електропривод

#### Введение

Традиционно частотные преобразователи для электроприводов строятся по схеме со звеном постоянного тока. Также некоторое распространение получили непосредственные преобразователи частоты (циклоконверторы) [1]. Последние выгодно отличаются высоким коэффициентом полезного действия, возможностью реализации рекуперации, низкой реактивной мощностью за счет отсутствия фильтрующих элементов.

Тем не менее непосредственные преобразователи имеют ряд недостатков: выходная частота преобразователя должна быть меньше частоты питающей сети, невозможно плавное регулирование частоты, преобразованное напряжение имеет низкое качество, превышение допустимого значения тока при пуске электродвигателя.

#### Постановка задачи и цель работы

Оценить возможность снижения пускового тока до значения ниже допустимого в обмотках синхронного двигателя при его работе с циклоконвертером.

## Материалы и результаты исследования

Схема циклоконвертора (непосредственного преобразователя частоты НПЧ) приведена на рис. 1 [2].

Циклоконвертор формирует выходное напряжение набором полуволн (циклов) входного напряжения, то он реализует закон частотного регулирования  $\frac{U_s}{f_s} = const$  ступенчатым изменением

частоты выходного напряжения. Фиксированные частоты  $f_n = \frac{f_s}{n}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$

При низких частотах переход с низшей ступени на высшую сопровождается незначительным скачком напряжения, который увеличивается по мере роста выходной частоты циклоконвертора. Так, при переходе с  $0,25f_s$  на  $0,33f_s$  скачок напряжения:

$$\Delta U = (0,33 - 0,25)U_s = 0,08U_s \quad (1)$$

При этом максимум переходного тока будет

$$I_{\max} = \frac{0,33}{0,25} I_{\text{ном}} = 1,32 I_{\text{ном}} \quad (2)$$

что меньше допустимого  $1,5 I_{\text{ном}}$ .

При переходе с  $0,5f_s$  на  $1,0f_s$ :  $\Delta U = 0,5U_s$

$$I_{\max} = \frac{1,0}{0,5} I_{\text{ном}} = 2,0 I_{\text{ном}} \quad (3)$$

Что более допустимого  $1,5 I_{\text{ном}}$ , необходимо завышать тиристоры по току.

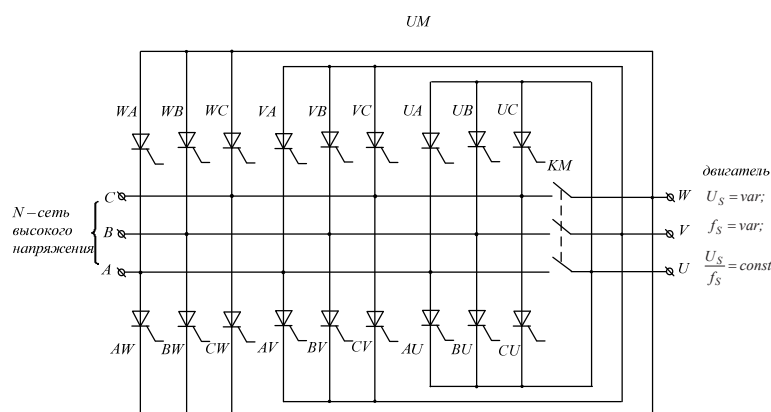


Рис. 1.

Проведенный упрощенный расчет максимума переходного тока правомочен, поскольку переход с низкого уровня напряжения на более высокий происходит практически мгновенно увеличением угла регулирования (проводимости)  $\alpha$ , а переход по частоте осуществляется постепенно изменением набора полуволн входного напряжения. Следовательно, можно считать, что скачок напряжения происходит при неизменной частоте иными словами, осуществляется переход на более высокую частотную характеристику  $\frac{U_s + \Delta U}{f_s} = const$ , при которой ток двигателя соответственно

больше.

Из (3) следует, что переход на последней ступени ( $0,5 \rightarrow 1,0$ ) сопровождается недопустимой величиной переходного тока  $\geq 1,5 I_{\text{ном}}$ .

Для снижения величины переходного тока предлагается раздельное изменение величины напряжения и частоты при переходе: сперва повышается напряжение до промежуточного уровня  $U_\Delta$ , после чего отрабатывается повышение частоты до следующего допустимого значения, по достижении которого напряжение повышается с промежуточного уровня  $U_\Delta$  до значения, соответствующего установившейся частоты.

На последней ступени при переходе с частоты 0,5 о.е. на 1,0 о.е.  $\frac{U_\Delta}{0,5} = \frac{1,0}{U_\Delta}$ ;  $U_\Delta = \sqrt{0,5 \times 1,0} = 0,707$

Ток при этом  $I_{\max} (A' \rightarrow 1,0) = \frac{1,0}{0,707} I_H = 1,414 I_H$

### Выводы

Таким образом, предложенный способ раздельного изменения величины напряжения и его частоты при переходе с низкой фиксированной частоты на более высокую, позволяет совершать переход при токах менее допустимого.

### Список литературы

1. Синчук И.О. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии в структурах электроприводов. Схемотехника и принципы управления / Синчук И.О., Чернышев А.А., Киба И.И., Пасько О.В., Ключка О.Е., Мельник О.Е./ Учебное пособие. Под редакцией проф. Синчука О.Н. – Кременчуг: Вид. Щербатих О.В., 2008. – 88с.
2. Гончаров Ю.Л., Будьоний О.В., Морозов В.Г., Панасенко Н.В., Ромашко В.Я., Руденко В.С. Перетворювальна техніка. Підручник – 4.2. За редакцією Руденко В.С. – Харків, «Фоліо» – 2000. - 360 с.

## DIRECT WAY TO CONTROL THE FREQUENCY CONVERTER

O.N. Sinchuk

State institution of higher education «Kryvyi Rih National University»  
11, XXII Partz'yizdu str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine

D.A. Mykhailychenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University  
20, Pershotravneva str., Kremenchuk, 39600, Ukraine

*When using a direct frequency converter in the system start the synchronous motor at start-up can occur starting currents exceeding the allowable value. The article describes the method of selective changes in the output voltage and frequency when switching from cycleconverter fixed low frequency to a higher power in the synchronous motor. This method allows you to make the transition to a higher frequency with a lower current converter. References 2, tables 0, figures 1.*

**Key words:** direct frequency converter, synchronous motor drive.

1. Sinchuk I.O. Semiconductor converters of electric energy in the electric drives. Circuit design and management principles / Sinchuk I.O., A. Chernyshev A.A., Kiba I.I., Pasko O.V. Kluchka O.E., Melnik O.E. / Textbook. Edited by prof. Sinchuk O.N. – Kremenchug: Shcherbaty O.V., 2008. – 88 p. (Rus.)
2. Goncharov Yu.L., Budionyi O.V., Morozov V.G. and oth. Converter Technology: Textbook / Edited by Rudenko V.S. – Kharkiv: Folio, 2000. – 360 p. (Ukr.)