

УДК 621. 83

**С. Н. Бондаренко**

**Л. Г. Лимонов**, канд. техн. наук

### **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ КРУПНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

*Аннотация.* Задачи энергосбережения должны решаться при разработке новых или модернизации существующих электроприводов промышленных установок и механизмов различного назначения. Объектами, которые могут обеспечить эффективную экономию потребления электроэнергии, являются системы охлаждения электрических машин большой мощности.

*Ключевые слова:* подъемная машина, электродвигатель, охлаждение, вентилятор, преобразователь частоты, регулятор температуры, система регулирования, скорость вращения

**S. N . Bondarenko,**

**L. G. Limonov, PhD.**

### **ENERGY SAVING IN COOLING SYSTEMS LARGE ELECTRIC MACHINES**

*Abstract.* Systems of forced cooling of large power electrical machines - motors and generators using industrial fans, is widely extend in such industrial applications as hot rolling mills and cold rolling mills, mine elevating machines. Lack of automated control systems of fans electric drives leads to significant cost overruns electricity, particularly in the case of cyclic loading cooled electrical machines.

*Described in the article of the automated control system of electric cooling fans of powerful electric motors for mine hoists can significantly reduce the power consumption of the said electric.*

*This automatic control system built using frequency converters for speed control of fans electric motors and control of programmable controllers. Control algorithm implemented in software controller determines the required number entered fans and their speed of rotation, providing a minimum energy consumption fan motors to maintain the desired temperature motors mine hoists when they work cyclic.*

*Keywords:* lifting machine, electric motor, cooling, fan, frequency converter, temperature control, control system, the speed of rotation

**С. М. Бондаренко,**

**Л. Г. Лімонов**, канд. техн. наук

### **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖУВАННЯ ВЕЛИКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН**

*Анотація.* Завдання енергозбереження повинні вирішуватися при розробці нових або модернізації діючих електроприводів промислових установок і механізмів різного призначення. Об'єктами, які можуть забезпечити ефективну економію споживання електроенергії, є системи охолодження електричних машин великої потужності.

*Ключові слова:* підйомна машина, електродвигун, охолодження, вентилятор, перетворювач частоти, регулятор температури, система регулювання, швидкість обертання

**Введение.** Отдельные вопросы использования регулируемых электроприводов переменного тока, как эффективного средства энергосбережения и улучшения экономических показателей промышленной установки рассматривались в [1 – 10].

Настоящая статья посвящена опыту разработки электроприводов и системы управления вентиляторов энергоэффективной системы охлаждения приводных электродвигателей шахтных подъемных машин.

**Постановка задачи.** Шесть шахтных подъемных машин обслуживают три ствола одной из шахт Украины. В качестве приводных электродвигателей этих машин используются низкооборотные электродвигатели постоянного тока серии ПБК мощностью порядка 2000 кВт, с вращающим моментом порядка 500 кН·м. Вентиляция этих электродвигателей организована по разомкнутому циклу, количество вентиляторов, используемых для одного электродвигателя – 2 или 3, мощность приводных электродвигателей вентиляторов 30 или 55 кВт.

© Бондаренко С.Н., Лимонов Л.Г., 2016

Управление электроприводами вентиляторов осуществляется в ручном режиме дежурным персоналом с использованием показаний датчиков температуры охлаждающего воздуха на выходе из электродвигателей. Время работы и количество работающих вентиляторов определяется субъективно, что часто приводит к необоснованному расходу потребляемой электроэнергии электродвигателями вентиляторов электроэнергии.

**Основные решения.** При создании энергоэффективной автоматизированной системы управления (САУ) охлаждением электродвигателей подъемных машин эти электродвигатели оснащаются высококачественными датчиками температуры: датчики могут быть установлены непосредственно в обмотках полюсов электродвигателя или непосредственно закреплены на железе статора. Именно это и позволяет создать эффективную САУ охлаждения.

Для автоматизированного управления подачей охлаждающего воздуха используется регулируемый электропривод - изменение производительности вентиляторов производится с помощью преобразователей частоты.

Схема силовых цепей электроприводов вентиляторов для одной подъемной машины, в случае работы трех вентиляторов, показана на (рис. 1).

Как видно из схемы, к преобразователю частоты подключается только один из электродвигателей вентиляторов, по выбору. Остальные электродвигатели подключены к сети. Поддержание в заданных пределах температуры электродвигателя подъемной машины производится путем регулирования скорости вращения и, соответственно, производительности одного вентилятора с подключением при необходимости нерегулируемых электродвигателей остальных вентиляторов.

На базе регулируемого частотного электропривода регулируемого вентилятора организуется САУ температуры электродвигателя подъемной машины.

Контур регулирования температуры – внешний по отношению к системе регулирования частоты вращения электродвигателя. Адаптация системы регулирования скорости вращения электродвигателя, сводится к введению асимметричного ограничения выходного сигнала регулятора скорости.

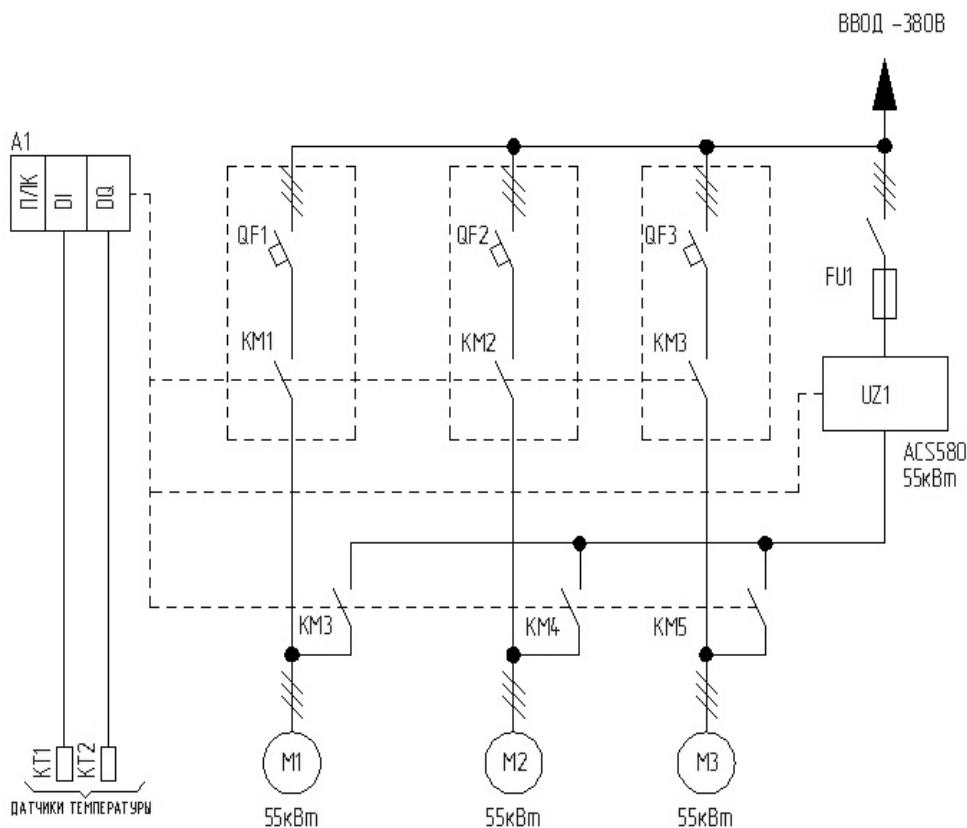


Рис. 1. Силовые цепи электроприводов вентиляторов

Регулятор температуры и алгоритм управления подключением нерегулируемых вентиляторов реализуется с помощью в программируемого контроллера. В качестве сигнала обратной связи регулятора температуры используется величина, обратная измеренной датчиком температуры электродвигателя.

Использован преобразователь частоты серии ACS 580, фирмы АВВ, с прямым управлением моментом электродвигателя и бесдатчиковым регулированием частоты вращения. Программируемый контроллер – серии Simatis S7-1200, фирмы Siemens.

**Заключение.** Описанная система автоматического регулирования температуры электродвигателя большой мощности нашла применение в системах охлаждения крупных электрических машин с циклическим режимом работы. Автоматизированная система управления может применяться для охлаждения различных мощных электродвигателей и генераторов постоянного тока, используемых в главных приводах клетей станов холодной и горячей прокатки и других подобных установках. Опыт эксплуатации системы охлаждения шахтных подъемных машин обеспечил существенную экономию электроэнергии, затрачиваемой на охлаждение.

#### Список использованной литературы

1. Фираго Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока /Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик – Минск : Техноперспектива, 2006, 360 с.
2. Онищенко Г. Б. Электропривод турбомеханизмов / Г. Б. Онищенко, М. Г. Юнков. – М. : Энергия, 1972, 240 с.
3. Онищенко Г. Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок /Г. Б. Онищенко, М. И. Аксенов, В. П. Греков и др. – М. : РАСХН, 2001, 520 с.
4. Ильинский Н. Ф. Энергосбережение в электроприводе / Н. Ф. Ильинский, Ю. В. Рожанковский, А. О. Горнов, – М. : Энергоатомиздат, 1989, 127 с.
5. Лезнов Б. С. Энергоснабжение и регулируемый электропривод в насосных установках / Б. С. Лезнов. – М. : Энергоатомиздат, 1998, 170 с.

6. Поляков В. В. Насосы и вентиляторы / В. В. Поляков, Л. С. Скворцов. – М. : Стройиздат, 1990, 336 с.

7. Лимонов Л. Г. Регулируемый электропривод в системе стабилизации температуры / Л. Г. Лимонов, А. И. Креславский, В. И. Холодный //Вестник НТУ ХПИ. Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Харьков : – 2004. – Вып. 43.– 116 с.

8. Лимонов Л. Г. Применение серийных преобразователей частоты фирмы АВВ с прямым управлением момента электродвигателя / Л. Г. Лимонов, В. П. Моргулис, Г. И. Хропачев. // Электромашиностроение и электрооборудование, Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – 2006. – Вып. 66.– С. 19–22.

9. Лимонов Л. Г. Энергосбережение при испытаниях двигателей внутреннего сгорания / Л. Г. Лимонов // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Львов : – 2009. – С. 460 – 462.

10. Каталог. Приводы АББ для механизмов общего назначения ACS 580 от 0,75 до 250кВт., 2015.

Получено 30.05.2016

#### Reference

1. Firago B.I., and Pavlyachik L.B. Reguliruemie elektroprivdi peremennogo toka [Adjustable AC Drives], (2006), Minsk, Belarus, *Tehnoperspektiva*, 360 p. (In Russian).
2. Onischenko G.B., and Yunkov G.B. Elektroprivod turbomehanizmov [Electric Drive of Turbo-machines], (1972), Moscow, Russian Federation, *Energiya*, 240 p. (In Russian).
3. Onischenko G.B. Aksenov M.I., and Grekov V.P. Avtomatizirovanniy elektroprivod promishlenih ustanovok [Automatic Electric Drive Industrial Plants], (2001), Moscow, Russian Federation, *RASHN*, 520 p. (In Russian).
4. Ilyinskiy N.F. Rogankovskiy U.V., and Gornov A.O., *Energosbereganiye v elektroprivode* [Energy Savings in the Electric Drive], (1989), Moscow, Russian Federation, *Energoatomisdat*, 127 p. (In Russian).
5. Leznov B.S. *Energosnabgeniye I reguliruemiy elektroprivod v nasosnih usnanovkah*, [Energy Saving and Controlled Electric Drive of

pump Installations], (1998), Moscow, Russian Federation, *Energoatomisdat*, 170 p. (In Russian).

6. Polyakov V.V., and Skvortsov L.S., *Nasosi i ventilyatori* [Pumps and Fans], (1990), Moscow, Russian Federation, *Stroyisdat*, 336 p. (In Russian).

7. Limonov L.G. Kreslavskiy A.I., and Holodny V.I. *Reguliruyemiy elektroprivod v sisteme snabilizatsii temperature* [Regulated Electric Drive System for Temperature Stabilization], (2004), *Vestnik NTU HPI, Problemi Avtomatizirovannogo Elektroprivoda. Teoriya i Praktika*. Kharkov, Ukraine, Vip. 43 (In Russian).

8. Limonov L.G. Morgulic V.P., and Hropachev G.I. *Primeneniye seriynih preobrazovateley chastoti firmi ABB s pryamym upravleniem momenta elektrodvigatelya* [The use of Serial ABB Frequency Converters with DTC], (2006), *Elektromashinostroyeniye I Elektrooborudovaniye, Problemi Avtomatizirovannogo Elektroprivoda. Teoriya i Praktika*, Vip. 66 (In Russian).

9. Limonov L.G. *Energoberegeniye pri ispi-taniyah dvigateley vnutrennego sgoraniya* [Energy Conservation during Testing of Internal Combustion Engines], (2009), *Problemi Avtomatizirovannogo Elektroprivoda. Teoriya i Praktika*, Lvov, Ukraine (In Russian).

10. *Catalog, Privodi ABB dlya mehaniz-mov obshchego naznacheniya ACS 580 ot 0,75 do 250kWt.* [ABB Drives for General Machinery ACS 580], (2015) (In Russian).



**Бондаренко**

Сергей Николаевич,  
и.о. начальника отдела  
ЧАО «Тяжпромав-  
томатика», Украина,  
61072, Харьков, Пр.  
Науки, 56.  
Тел.+38 050 403 87 15  
E-mail:  
bsn@tpa5.com.ua



**Лимонов**

Леонид Григорьевич,  
главный специалист  
отдела ЧАО «Тяжпро-  
матоматика». Украи-  
на, 61072, Харьков,  
Пр. Науки, 56.  
Тел. +38 050 343 01 81  
E-mail:  
lgl@tpa5.com.ua