DOI: 10.17117/na.2016.04.03.264

Поступила (Received): 18.04.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.03.264.pdf>**Усуфов М.М.****Повышения энергосбережения в сфере ЖКХ:
применение современных частотных преобразователей****Usufov M.M.****Improving energy saving in the housing sector:
use of modern frequency converters**

В статье особо выделяется важность энергосбережения для развития всего топливно-энергетического комплекса России.

Характеризуется нынешнее состояние сбережения энергоресурсов, водо- и теплоснабжения в сфере ЖКХ. Обоснована неэкономичность «старых методов» регулирования водо- и теплоснабжения, показано преимущество применения современных частотных преобразователей. Проведен графический анализ изменений в лучшую сторону энергетических параметров при частотном регулировании

Ключевые слова: энергосбережение, асинхронные электродвигатели, частотные преобразователи, инвертеры

This article highlights the importance of energy saving for development of the fuel and energy complex of Russia. The current state of energy saving, water and heat supply in the housing sector is described. "Old ways" of regulation of water and heat supply systems are proved to be uneconomic, the benefits of using modern frequency converters are explained. The graphical analysis of changes for the better energy parameters in frequency regulation is presented

Key words: energy saving, energetic resources, frequency converters, inverters

Усуфов Муса Махмуд оглы

*Кандидат физико-математических наук,
преподаватель
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет
г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

Usufov Musa Makhmud ogly

*Candidate of Physico-mathematical Sciences, teacher
Saint-Petersburg state university of economics
Saint-Petersburg, Sadovaya st., 21*

Энергосбережение является одной из наиболее острых проблем для развития топливно-энергетического комплекса России. В последнее десятилетие за счет энергетики и производства энергоресурсов, а также улучшения их использования, энергосбережение давало 60-65% экономического роста. Применение системных мер по энергосбережению снизило энергоемкость национального дохода за этот период в мире на 18%, а в развитых странах – на 21-27%. Энергетическая стратегия России предусматривает проведение целенаправленной энергосберегающей политики. По оценке голландско-российской исследовательской компании, проводившей исследование рынка энергосбережения России по заказу Международной финансовой корпорации (IFC), Россия

имеет огромный потенциал для инвестиций в энергосбережение. Экспертами было отмечено, что потребление энергии в российской промышленности превышает уровень аналогичных предприятий других стран на 40–220%. В результате потенциальная экономия от внедрения энергоэффективных технологий для российской промышленности была оценена в 24,2 млрд. долларов США ежегодно. Реализация освоенных в отечественной и мировой практике организационных и технологических мер по экономии энергоресурсов способна к 2020 году уменьшить их расход в стране на 40-48% [1-4].

Эффективное использование энергетических ресурсов, энергоносителей, сокращение тепловых потерь, в жилом секторе – эти вопросы сегодня становятся все более актуальными и представляют собой глобальную проблему [1]. Экономия от внедрения энергоэффективных технологий может быть достигнута различными способами. В настоящее время в силу сложившихся традиций для поддержания заданных значений рабочих параметров на объектах ЖКХ регулирование производительности насосов и воздуходувок производится тремя методами [2,3,4]:

дросселирование – ограничение потока жидкости путем перекрытия трубопровода задвижками, заслонками или иными электромеханическими устройствами,

старт-стопное каскадное регулирование подачи группы насосов – регулирование подачи за счет подключения или отключения дополнительных насосов, включенных параллельно в напорный трубопровод,

старт-стопное регулирование одним насосом с введением накопительных емкостей и созданием необходимой подачи за их счет.

Все эти способы регулирования уже «устарели»; энергия воды, давящей на механическую преграду в трубопроводе, расходуется «в никуда»; от циклов закрытия-открытия механические заслонки и задвижки быстро разрушаются. Каким же образом можно регулировать расход, не прибегая к этим способам? Серьезной альтернативой является частотный метод регулирования производительности агрегатов – применение так называемых частотных преобразователей (ЧП).

Рост тарифов вынуждает искать пути сокращения расходов на электроэнергию. Стоимость электричества, потребляемого ежегодно одним средним электродвигателем, почти в 5 раз превосходит его собственную стоимость. Устранение нерационального расхода средств сегодня всё чаще решается с помощью высоких технологий. Одно из главных направлений здесь занимает внедрение в сфере ЖКХ регулируемых электроприводов на основе частотного преобразователя или инвертера [1,2,3,5]. Частотно-регулируемый электропривод состоит из трехфазного электродвигателя переменного тока и инвертера, который обеспечивает плавный пуск электродвигателя, его остановку, изменение скорости и направления вращения. За счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки в насосных, вентиляторных, компрессорных и др. агрегатах потребление электроэнергии снижается на 40-50%, а пусковые токи, составляющие 600-700% от номинального тока и являющиеся

«убийцами» для пуско-регулирующей аппаратуры, исчезают совсем. Следовательно, применение регулируемых электроприводов на основе ЧП позволяет создать новую технологию энергосбережения, в которой не только экономится электрическая энергия, но и увеличивается срок службы электродвигателей и технологического оборудования в целом. Частотный преобразователь – инвертер, представляющий собой электронное статическое устройство, предназначенное для управления асинхронным или синхронным электродвигателем переменного тока. Инвертер преобразует напряжение питающей сети 220В/380В частотой 50Гц в выходное импульсное напряжение, которое формирует в обмотках двигателя синусоидальный ток частотой от 0 до 400 Гц и выше. Частотные преобразователи обеспечивают [5,6]: плавный пуск без пусковых токов и ударов, полная электрозащита двигателя от перегрузок, плавное регулирование скорости вращения электродвигателя практически от нуля до номинального значения, создание замкнутых систем с возможностью точного поддержания заданных технологических параметров, синхронное управление несколькими электродвигателями от одного преобразователя частоты, уменьшение потребления электроэнергии, увеличение срока службы электропривода и оборудования, повышение надежности и долговечности работы оборудования.

На базе частотных преобразователей могут быть реализованы системы регулирования скорости следующих ЖКХ объектов: насосы горячей и холодной воды, ТЭС, ТЭЦ и котлоагрегатов, вентиляторы, воздуховоды, компрессоры, кондиционирования, лифтовое оборудование. Регулирование частоты вращения исполнительных механизмов осуществляется при помощи механических вариаторов, гидравлических муфт, дополнительно вводимыми в статор или ротор резисторами, электромеханическими преобразователями частоты, статическими ПЧ. В настоящее время статические преобразователи частоты являются наиболее совершенными устройствами управления асинхронным двигателем [7, 8].

В большинстве регулируемых приводов применяются двигатели постоянного тока с питанием от тиристорного преобразователя частоты. Замыкание обратной связью позволяет обеспечить точное поддержание скорости при переменной нагрузке, что необходимо для получения требуемого качества технологических процессов. Однако для ЖКХ двигатели постоянного тока сложны в эксплуатации и обслуживании, из-за наличия коллектора их затруднительно применять в запыленных помещениях и взрывоопасной среде.

Принцип работы метода частотного регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту питающего напряжения f_1 , при неизменном числе пар полюсов p , можно изменять угловую скорость ω_0 магнитного поля статора:

$$\omega_0 = 2\pi \frac{f_1}{p} \quad (1)$$

Регулирование скорости при этом не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики. Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью.

Для получения высоких энергетических показателей асинхронного двигателя – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение. Закон изменения напряжения зависит от характера момента нагрузки M_c . При постоянном моменте нагрузки $M_c = const$, напряжение на статоре должно регулироваться пропорционально частоте [5,6]:

$$\frac{U_1}{f_1} = const \quad (2)$$

Для вентиляторного характера момента нагрузки это состояние имеет вид:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = const \quad (3)$$

При моменте нагрузки, обратно пропорциональном скорости:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = const \quad (4)$$

Следовательно, для плавного бесступенчатого регулирования частоты вращения вала асинхронного электродвигателя, ПЧ должен обеспечивать одновременное регулирование частоты и напряжения на статоре асинхронного двигателя. Наиболее простой вариант использования преобразователя частоты: когда одним преобразователем управляется один электродвигатель в зависимости от заданных параметров. Расчеты показывают, что один насос, работающий от сети в номинале, употребляет в два раза больше, чем два насоса, работающие по принципу ПЧ регулирования, которые в суммарных усилиях дают тот же номинальный расход при том же давлении.

Таким образом, подводя итоги, можно констатировать, что применение частотных преобразователей для электродвигателей на насосных станциях обеспечивает следующие преимущества [3,14]:

Экономия электроэнергии. За счет регулировки мощности электропривода, в зависимости от водопотребления, экономия составляет 20-50 %;

Уменьшение расхода воды. При превышении уровня давления в магистрали и малом водопотреблении можно снизить расход воды примерно на 5 % за счет сокращения утечек;

Снижение затрат на аварийный ремонт оборудования. Основной экономический эффект состоит в уменьшении расходов на ремонт инфраструктуры подачи воды за счет уменьшения числа аварийных случаев. При этом ресурс службы оборудования для водоснабжения повышается не менее чем в 1,5 раза;

Экономия тепла. За счет уменьшения потерь несущей тепло воды можно достичь снижения расхода тепла в системах горячего водоснабжения;

Увеличение напора. Благодаря использованию такого энергосберегающего оборудования при необходимости можно обеспечить напор воды выше обычного;

Автоматизация системы водоснабжения. Комплексная автоматизация системы водоснабжения позволяет уменьшить фонд заработной платы дежурного и обслуживающего персонала, а также исключить влияние «человеческого фактора» на работу системы.

Перспективность частотного регулирования наглядно видна из рис. 1 [11,12]:

Рис. 1. Изменение параметров с применением частотного регулирования

Расчеты показывают, что только экономия электроэнергии зачастую позволяет окупить затраты на установку ПЧ менее чем за 1 год и далее приносить прибыль. Так, на многих предприятиях водо- и теплоснабжения городов Ленинградской области установка ПЧ позволила снизить потребление электроэнергии на 35 – 40% в совокупности с другими аспектами ресурсосбережения. Суммарная окупаемость ПЧ при учете всех составляющих энерго- и ресурсосбережения не превышает 8 месяцев. Опыт использования ПЧ показывает, что на объектах, где расположены несколько электроприводов, работающих во взаимосвязанном режиме, целесообразно рассмотреть установку ПЧ в комплекте со станцией управления электроприводами [1,2,3, 13,14].

Это уже следующий этап развития автоматизации на объектах ЖКХ, который в идеале должен вырасти в единую связанную автоматизированную систему управления технологическими процессами на предприятиях ЖКХ.

Список используемых источников:

1. Михайлов В.Е. Современная электросеть // Наука и техника. 2013. 256 с.
2. Черняк В.З. Жилищно-коммунальное хозяйство: развитие, управление, экономика. Москва. 2008. 392 с.
3. Андриади Ю.Г., Арцыбашев В.М. и др. Справочник современного инженера ЖКХ. Феникс, 2009. 380 с.

4. Кулагин О.А., Хайро Д.А., Перерайнов С.А. Энергобезопасность и энергосбережения. №1. 2013.
5. Возможность повышения энергоэффективности силовых импульсных преобразователей в режиме малых нагрузок. URL: <http://www.endf.ru/49.php>
6. Шомов П.А. Методологические подходы к определению первоочередных инвестиций в энергосбережение в системах теплоснабжения. Портал-энерго, эффективное энергосбережение. URL: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/>
7. Сенова О.Н. Энергосбережение в доме шаг за шагом. СПб: Друзья Балтики, 2008. 44 с.
8. Кисаримов Р.А. Электропривод. ИП РадиоСофт, 2008. 353 с.
9. Преобразователи частоты – просто о сложном. Данфосс, 2006. 166 с.
10. Прянишников В.А. Теоретические основы электротехники. 2004. 362 с.
11. Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Академия. 2004. 256 с.
12. Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Академия, 2004. 256 с.
13. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. М.: Высшая школа, 2000. 544 с.
14. Ус А.Г., Евминов Л.И. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий. Минск: Пион, 2002. 457 с.
15. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Асинхронные машины переменного тока. Питер, 2008. 350 с.

© 2016, Усуфов М.М.

Повышения энергосбережения в сфере ЖКХ:
применение современных частотных
преобразователей

© 2016, Usufov M.M.

Improving energy saving in the housing sector: use of
modern frequency converters