

ISSN 2409-1677



# ВЫСШАЯ ШКОЛА

раскрытие научной новизны исследований

январь (1) 2018

## В номере:

- Управление формированием финансовых ресурсов в строительной отрасли
- Тенденции развития транспортной инфраструктуры КНР в современных условиях
- Привлечение иностранных инвестиций для трансфера технологий в условиях глобализации мировой экономики и многое другое...

# ВЫСШАЯ ШКОЛА

Научно-практический журнал  
№1 / 2018

Периодичность – два раза в месяц

**Учредитель и издатель:**  
Издательство «Инфинити»

**Главный редактор:**  
Хисматуллин Дамир Равильевич

**Редакционный совет:**

Д.Р. Макаров  
В.С. Бикмухаметов  
Э.Я. Каримов  
И.Ю. Хайретдинов  
К.А. Ходарцевич  
С.С. Вольхина

**Корректурa, технический редактор:**  
А.А. Силиверстова

**Компьютерная верстка:**  
В.Г. Кашапов

Опубликованные в журнале статьи отражают точку зрения автора и могут не совпадать с мнением редакции. Ответственность за достоверность информации, изложенной в статьях, несут авторы. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Высшая Школа», допускается только с письменного разрешения редакции.

**Контакты редакции:**

Почтовый адрес: 450000, г.Уфа, а/я 1515

Адрес в Internet: [www.ran-nauka.ru](http://www.ran-nauka.ru)

E-mail: [mail@ran-nauka.ru](mailto:mail@ran-nauka.ru)

© ООО «Инфинити», 2018.

ISSN 2409-1677

Тираж 500 экз. Цена свободная.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Анисенко А. В., Буракова Ю. В., Быкова Н. С.</i> Маркетинг в книжном деле	5
<i>Салихова А. М.</i> Управление формированием финансовых ресурсов в строительной отрасли	7
<i>Абдуллаева М. Н.</i> Тенденции развития транспортной инфраструктуры КНР в современных условиях	11
<i>Акбарова Л. У.</i> Привлечение иностранных инвестиций для трансфера технологий в условиях глобализации мировой экономики	14
<b>ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Игнатова А. М.</i> Правовое положение индивидуального предпринимателя	17
<i>Полежаев Е. М.</i> Актуальные проблемы малого и среднего бизнеса	19
<i>Семина Е. Д.</i> Кредитные организации как участники налоговых правоотношений	21
<i>Тимиреева С. Н.</i> Анализ оснований для признания гражданина банкротом	25
<b>ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Пестова М. С., Кагилева А. О.</i> Компонентный анализ эвфемизмов	27
<i>Щербак Н. Ф.</i> Алхимия звука (прагматические функции молчания)	29
<b>ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Matchanova N.</i> Ekologik madaniyatni shakillantirishda ta'lim – tarbiyaning o'рни	31
<i>Худойкулов Х. Д., Мирхаджаева З. С.</i> Ответственность классных руководителей перед родителями за воспитание подрастающего поколения	34
<i>Худойкулов Х. Д., Максудова Н. Т.</i> Соблюдение правила взаимопонимания между участниками процесса общения	36
<b>СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Груздева Е. В.</i> Как изменяется Ценностно-смысловая сфера личности у женщин с разным социальным статусом	39
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Селезнева С. Н.</i> Формирование Солнечной Системы	41
<i>Назаров О., Жамолдинов С. Х., Бойхонов З. У.</i> Энергосбережение и эффективность, высоковольтные преобразователей частоты для частотно-регулируемого электропривода	43

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

**Назаров Отабек**

*старший преподаватель, научный исследователь  
Андижанского машиностроительного института*

**Жамолдинов Сайдилло Хасанович**

*научный исследователь*

*Андижанского машиностроительного института*

**Бойхонов Зайлобидин Урозали угли**

*ассистент, стажер-исследователь*

*Андижанского машиностроительного института*

**Аннотация.** Создание силовых полупроводниковых приборов с новыми свойствами и характеристиками позволило осуществлять преобразование электрической энергии в формах, наиболее удобных для ее электромеханического преобразования, что открыло широкие возможности для создания технически совершенных регулируемых электроприводов. А использование достижений микропроцессорной и компьютерной техники принципиально изменило элементную базу, функциональные возможности и «интеллект» систем управления электроприводами высокими энергосберегающими условиями. С одной стороны, их характеристики в значительной мере определяют технико-экономические показатели электропривода в целом, с другой – существенное влияние на этот процесс оказывает появление на рынке новых компонентов. Наконец, такой немаловажный фактор, энергосберегающий эффект, позволяет формировать новые потребительские характеристики.

**Ключевые слова:** Электропривод, энергосберегающий эффект, автономные инверторы тока, асинхронный двигатель, преобразователь, микропроцессорного контроллер, принцип двухзвенного преобразования.

**Annotation.** The creation of power (force) semiconductor devices with new properties and characteristics has allowed to carry out transformation of electrical energy in the forms most convenient for its(her) electromechanical transformation, that has opened ample opportunities for creation of the technically perfect adjustable electric drives. And use of achievement of microprocessor and computer engineering essentially has changed element base, functional use of an opportunity and "intelligence" of control systems of electric drives high energy-saving conditions. On the one hand, their characteristics appreciably define(determine) technical and economic parameters of the electric drive as a whole,

with another - the essential influence on this process renders occurrence in the market of new components. At last, such important factor, energy-saving effect, allows to form the new consumer characteristics.

**Keywords:** Electric drive, energy-saving effect, autonomous current inverters, asynchronous motor, converter, microprocessor controller, principle of two-stage conversion.

Около 65% электроэнергии в промышленности, электроэнергетике, жилищно-коммунальных хозяйств и других отраслях расходуется асинхронными двигателями, электроприводами насосных и вентиляторных установках работающих с постоянной частотой вращения. И нет ничего удивительного в том, что непрерывно растет число предприятий, рассматривающих применение электроприводов с регулируемой частотой вращения как ключ к энергосбережению, повышению рентабельности и конкурентоспособности предприятия, улучшению экологической обстановки.

Создание силовых полупроводниковых приборов с новыми свойствами и характеристиками позволило осуществлять преобразование электрической энергии в формах, наиболее удобных для ее электромеханического преобразования, что открыло широкие возможности для создания технически совершенных регулируемых электроприводов.

А использование достижений микропроцессорной и компьютерной техники принципиально изменило элементную базу, функциональные возможности и «интеллект» систем управления электроприводами высокими энергосберегающими условиями. В спектре средств силовой электроники для автоматизированного электропривода с асинхронными двигателями особое место занимают высоковольтные преобразова-

тели с регулируемой выходной частотой (ВПЧ). В практике использование асинхронных двигателей в производстве значительная доля приходится на высоковольтные двигатели напряжением 6000 В, шкала мощностей которых охватывает ряд от 250 до 8000 кВт. Очевидно, что наибольший энергосберегающий и ресурсосберегающий эффект следует ожидать при переводе в режим с регулируемой частотой вращения насосов и вентиляторов именно с такими приводными двигателями. Помимо прямой экономии электрической энергии, применение мощных частотно-регулируемых электроприводов с ВПЧ позволило поднять мощность энергоблоков. За десять лет специалистами электроэнергетиками, учеными были введены двадцать восемь типов частотно-регулируемых электроприводов асинхронными двигателями мощностью от 500 до 4000 кВт напряжением 3300 и 6000 В. Только прямая экономия электроэнергии от внедрения этих электроприводов на теплоэлектроцентралях и насосно-перекачивающих станциях тепловых сетей превышает 100 млн. кВт. ч в год.

*Тенденции подхода.* Сказанное свидетельствует о высокой эффективности применения регулируемых электроприводов с ВПЧ. Поэтому большинством ведущих электротехнических фирм особое внимание уделяется разработкам высоковольтных преобразователей с регулируемой выходной частотой. Несмотря на различия в технических условиях производящие фирмы в этой области, что связано с достаточно острой конкуренцией. Необходимостью проведения дорогостоящих исследований и в целом можно выделить некоторые тенденции общего подхода к созданию электроприводов с высоковольтными преобразователями с регулируемой выходной частотой:

- обеспечение электромагнитной совместимости автономного инвертора и асинхронного двигателя, что позволяет использовать стандартные двигатели практически без их разгрузки по мощности;

- оптимизация параметров высоковольтного «вентилля», состоящего из последовательно соединенных силовых полупроводниковых приборов, что особенно важно при применении приборов нового типа (IGBT, GTO, IGCT);

- диагностика вентильного оборудования преобразователя, обеспечивающая превентивный контроль силовой схемы;

- совершенствование функций микропроцессорного контроллера;

- расширение возможностей (опций), предоставляемых заказчику для различных технологических применений высоковольтного частотно-регулируемого электропривода (насосы, вентиляторы, компрессоры, конвейеры);

- совершенствование контроля элементов оборудования и выходного

- контроля преобразователей частоты;

- применение новых конструкционных материалов, оптоэлектроники,

- совершенствование системы охлаждения силовых полупроводниковых приборов;

- обеспечение электромагнитной совместимости высоковольтных преобразователей с системой электроснабжения и соответствия показателей качества электроэнергии действующим стандартам.

*Принцип двухзвенного преобразования.* Как известно, частотное управление является наиболее экономичным способом плавного регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Он во всем диапазоне регулирования работает с малой величиной скольжения ротора (малыми потерями скольжения), сохраняет высокий коэффициент полезного действия (кпд) и хорошую «жесткость» механических характеристик, может работать в двигательном и генераторном режиме. Наибольшее применение для широкодиапазонного регулирования частоты вращения асинхронных двигателей получили двухзвенные ВПЧ. Такие устройства преобразуют электроэнергию питающей сети в электроэнергию с требуемыми значениями напряжения, тока и частоты в два этапа.

На первом с помощью выпрямителя производится преобразование тока и напряжения сети с частотой 50 Гц преобразуется в постоянные ток и напряжение.

На втором этапе постоянные ток и напряжение преобразуются в переменные, но уже с новыми, требуемыми для обеспечения желаемого режима работы электродвигателя значениями тока, напряжения и частоты.

Это преобразование осуществляется специальными устройствами – автономными инверторами. Автономным инвертор назван потому, что его работа не связана непосредственно с питающей сетью. Автономный инвертор может работать, например, и от аккумуляторной батареи, а не только от сетевого выпрямителя. Несмотря на кажущуюся громоздкость такого метода преобразования, коэффициент полезного действия двухзвенных высоковольтных преобразователей частоты оказывается весьма высоким – 96,5-98,5%. Это обусловлено эффективностью применяемых силовых полупроводниковых приборов в ключевом режиме работы.

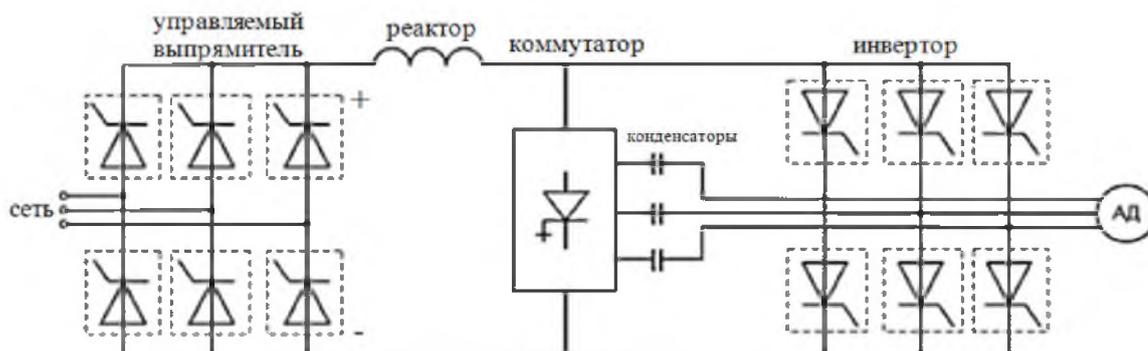
Предлагающих производственных потребителям высоковольтных преобразователей частоты и стремящихся обеспечить свое присутствие на производственном рынке, определяют целесообразность проведения анализа их продукции и в первую очередь применяемых автономных инверторов. Ведь в подавляющем большинстве случаев они должны сопрягаться с серийными асинхронными двигателями стандартного производства. Одним из важнейших критериев при оценке эффективности автономных инверторов является обеспечение их электромагнитной совместимости с выпускающего стандартными асинхронными двигателями. Являясь источником высших гармоник, они оказывают влияние как на потери в двигателе и его допустимую нагрузку, так и на изоляцию статора.

Это обстоятельство является особенно важным, и его нужно учитывать при выборе типа инвертора и соответственно высоковольтных преобразователей частоты для стандартных высоковольтных асинхронных двигателей, имеющих ограниченные запасы по изоляционной прочности. В системе «высоковольтных преобразователей частоты – асинхронный двигатель» можно использовать любой стандартный двигатель, но необходимо учитывать снижение допустимого момента вследствие дополнительных потерь из-за высших гармоник в токе автономного инвертора и ухудшения условий охлаждения двигателей вентилируемых при работе в диапазоне регулирования частоты вращения. Это ограничение не столь критично для частотно-регулируемых электроприводов турбомеханизмов с квадратичной характеристикой момента сопротивления, поскольку в этом случае при снижении частоты вращения активно снижается ток нагрузки двигателя. Электрические воздействия выходного напряжения инвертора на изоляцию статора зависят от топологии автономно инверторной нагрузки и автономно инверторного тока и алгоритмов управления.

Радикальное решение, наиболее эффективно обеспечивающее электромагнитную совместимость инвертора и электродвигателя практически без разгрузки, последнего – применение широтно-импульсной модуляции (ШИМ) при управлении инвертором. ШИМ позволяет сформировать квазисинусоидальный ток в асинхронном двигателе с суммарными нелинейными искажениями (total harmonic distortion) THD  $J$  5-6%. Хотя круг рациональных технических решений и схем высоковольтных преобразователей частоты с автоном-

ными инверторами тока и напряжения в целом определен, процесс их совершенствования непрерывно продолжается. С одной стороны, их характеристики в значительной мере определяют технико-экономические показатели электропривода в целом, с другой – существенное влияние на этот процесс оказывает появление на производственном рынке новых компонентов. Наконец, такой немаловажный фактор, как применение компьютерного управления и специализированных микропроцессорных контроллеров, позволяет формировать новые потребительские характеристики регулируемого электропривода.

Первыми в начале 21 го века 90-х годов были созданы высоковольтных преобразователей частоты, содержащие автономные инверторы тока (АИТ) на SCR-тиристорах. Переключение тиристоров в таких автономно инверторного тока (АИТ) обеспечивается введением тем или иным способом дополнительной электродвижущейся силы (ЭДС) в контур коммутации. В качестве источника такой ЭДС в этих инверторах используют конденсаторы. Такая схема приведена на рис. 1 разработана более 20 лет назад и является базовой для высоковольтных преобразователей частоты серии ЭТВА, применяемых в частотно-регулируемых электроприводах мощностью 630 – 5000 кВт, напряжением 6000 и 10 000 В. Промышленное производство таких преобразователей было освоено Таллиннским электротехническим заводом (в настоящее время фирма ESTEL). Основное ограничение этого инвертора является коммутационные пики в выходном напряжении и относительно большое содержание высших гармоник в инвертированном токе и напряжении.



**Рис.1 Преобразователь частоты на основе АИТ с тиристорно-диодным узлом принудительной коммутации**

Осциллограмма на рис. 2, снятая на электроприводе ЭТВА питательного насоса ТЭС, иллюстрирует формы тока в фазе и линейного напряжения статора асинхронного двигателя при частоте по-

рядка 32 Гц. Содержание высших гармоник в токе и напряжении для этого электропривода при частоте 50 Гц показано в табл. 1

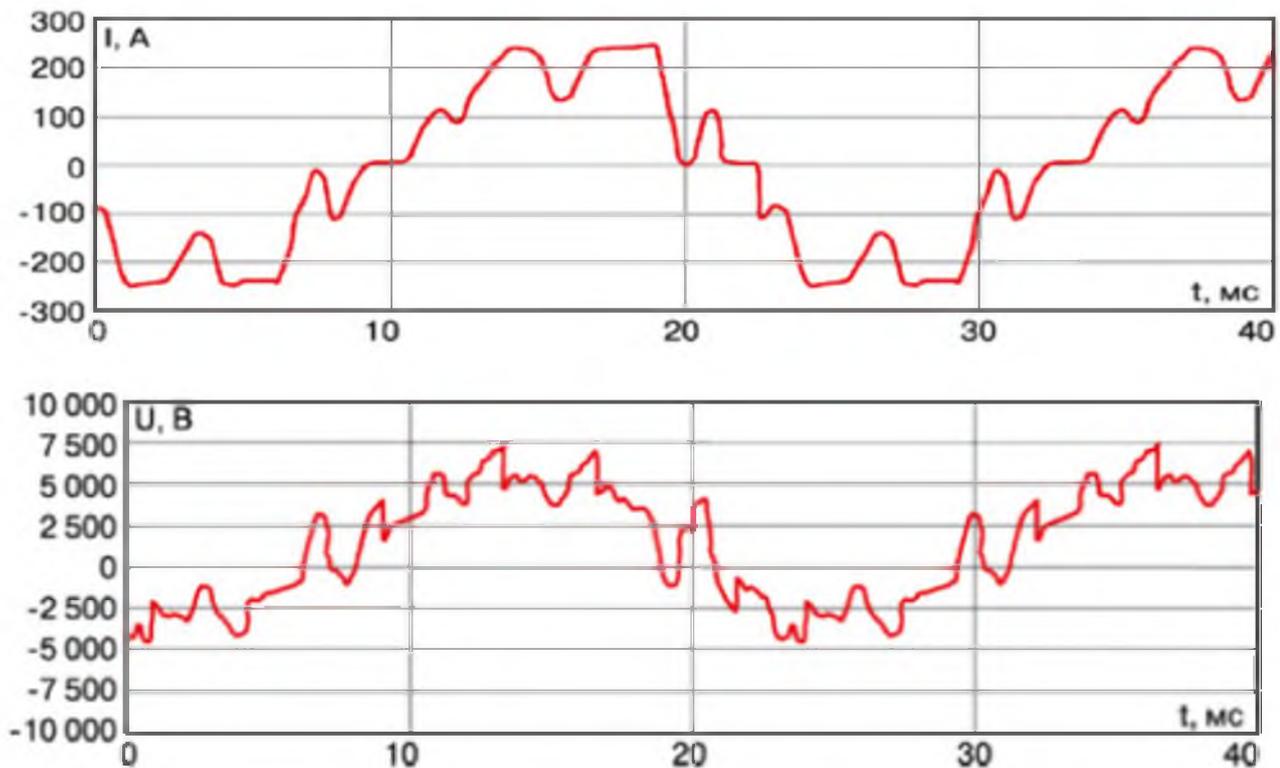


Рис.2 Формы тока и напряжения АИТ с принудительной коммутацией при нагрузке на асинхронный двигатель 3200 кВт, 6000 В.

Следует отметить, что, несмотря на «принудительную» конденсаторную коммутацию в этой схеме АИТ, коммутационный пик напряжения формируется в два этапа. Амплитуда напряжения, прикладываемого к статору двигателя, загру-

женного на 90-95%, не превосходит 1,25 амплитуды номинального линейного напряжения, что позволяет использовать серийные асинхронные двигатели с нагрузкой не более  $0,9 U_{ном}$ .

Таблица 1. Гармонический состав инвертируемого тока и напряжения для электропривода с АИТ с принудительной коммутацией.

№ гармоники	5	7	11	13	17	19	23
Значение % в токе	22,6	13,6	10,8	10,2	2,7	2,2	1,9
В напряжении	14,4	12,3	16,1	16,9	6,6	5,3	5,5

Хотя круг рациональных технических решений и схем ВПЧ с автономными инверторами тока и напряжения в целом определен, процесс их совершенствования непрерывно продолжается. С одной стороны, их характеристики в значительной мере определяют технико-экономические показатели электропривода в целом, с другой – существенное влияние на этот процесс оказывает появление на рынке новых компонентов. Наконец, такой немаловажный фактор, как применение компьютерного управления и специализированных микропроцес-

сорных контроллеров, позволяет формировать новые потребительские характеристики регулируемого электропривода.

*Энергосберегающий эффект.* Опыт индустриально развитых стран показывает, что при эффективной использовании технических средств вопрос о том, куда направлять капиталовложения – на увеличение производства электроэнергии или на энергосбережение, в подавляющем большинстве случаев решается в пользу инвестиций в энергосбережение.

#### Список литературы.

1. Георгий Лазарев. «Электроприводы на основе таких схем высоковольтных преобразователей частоты с АИТ на SCR-тиристорах». М.: Высшая школа, 2012 г. – 276 с.
2. Борцов Ю.А., Соколовский Г.А. Автоматизированный электропривод с услугами связи. – СПб.: Энергоатомиздат, 2004. – 288 с.

## **ИЗДАНИЕ МОНОГРАФИИ (учебного пособия, брошюры, книги)**

Если Вы собираетесь выпустить монографию, издать учебное пособие, то наше Издательство готово оказать полный спектр услуг в данном направлении

### Услуги по публикации научно-методической литературы:

- орфографическая, стилистическая корректировка текста («вычитка» текста);
- разработка и согласование с автором макета обложки;
- регистрация номера ISBN, присвоение кодов УДК, ББК;
- печать монографии на высококачественном полиграфическом оборудовании (цифровая печать);
- рассылка обязательных экземпляров монографии;
- доставка тиража автору и/или рассылка по согласованному списку.

Аналогичные услуги оказываются по изданию учебных пособий, брошюр, книг.

Все работы (без учета времени доставки тиража) осуществляются в течение 20 календарных дней.

Справки по тел. (347) 298-33-06, [post@nauchoboz.ru](mailto:post@nauchoboz.ru).



Уважаемые читатели!

Если Вас заинтересовала какая-то публикация, близкая Вам по теме исследования, и Вы хотели бы пообщаться с автором статьи, просим обращаться в редакцию журнала, мы обязательно переправим Ваше сообщение автору.

Также приглашаем Вас к опубликованию своих научных статей на страницах других изданий - журналов «Научная перспектива», «Научный обозреватель», «Журнал научных и прикладных исследований».

Наши полные контакты Вы можете найти на сайте журнала в сети Интернет по адресу [www.ran-nauka.ru](http://www.ran-nauka.ru). Или же обращайтесь к нам по электронной почте [mail@ran-nauka.ru](mailto:mail@ran-nauka.ru)

*С уважением, редакция журнала «Высшая Школа».*

**Издательство «Инфинити».**

Свидетельство о государственной регистрации ПИ №ФС 77-38591.

Отпечатано в типографии «Принтекс». Тираж 500 экз.

Цена свободная.