

## СОДЕРЖАНИЕ № 3, 2012

- Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н.** Асимптотические распределения температуры и влагосодержания при электромагнитной сушке образца, имеющего форму прямоугольного параллелепипеда
- Киселев А.В., Рапопорт О.Л., Цукублин А.Б., Ким Ю.В.** Применение программного продукта ELCUT 5.1 для выбора рациональной геометрии синхронного магнитоэлектрического генератора
- Червко А.И., Кузьмин И.Ю., Музыка М.М., Платоненков С.В., Сакович И.А.** Зависимость качества выходного напряжения автономного инвертора с трансформатором с вращающимся магнитным полем от способов формирования напряжения и числа секций его круговой обмотки
- Гасанов З.А.** Особенности передачи максимальной мощности потребителю от генератора, вращаемого ветродвигателем при переменной скорости ветра
- Загирняк М.В., Кравец А.М., Коренькова Т.В.** Определение мощности регулируемого электро-привода трубопроводной арматуры
- Крюков О.В., Титов В.Г.** Анализ пусковых режимов электроприводных газоперекачивающих агрегатов
- Мещеряков В.Н., Цветков П.Е.** Система оптимального частотного асинхронного электропривода с коррекцией по продольной составляющей тока статора
- Козярук А.Е., Васильев Б.Ю.** Алгоритмы управления энергоэффективным высокооборотным электроприводом газоперекачивающего агрегата
- иво А.М., Кравченко О.А.** Определение энергетических характеристик электроприводов специальных стендов, обеспечивающих обработку космонавтами перемещений на планетах с пониженной гравитацией
- Вахнина В.В., Кувшинов А.А., Лень Н.А.** Анализ статической устойчивости синхронного генератора с учётом высших гармоник тока в цепи статора
- Савиных В.В., Тропин В.В.** Синтез алгоритма управления компенсатора тока нулевой последовательности
- Нурбосынов Д.Н., Табачникова Т.В., Рюмин Е.В., Махт А.Д.** Совершенствование математической модели и метода расчёта оптимальных энергетических параметров узла электрической нагрузки
- Федотов А.И., Мударисов Р.М.** Влияние провалов напряжения при внешних коротких замыканиях на режимы работы синхронных двигателей

### Сообщения

- Мамедов Ф.И., Ахмедова Т.А.** Робототехнический комплекс для автоматического копирования изображений заготовки

## АСИМПТОТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СУШКЕ ОБРАЗЦА, ИМЕЮЩЕГО ФОРМУ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА

*А.М. Афанасьев, Б.Н. Сипливый*

*Аналитическими методами решена одна из задач теории сушки электромагнитным излучением. Получен асимптотический вид полей тепломассопереноса для образца в форме прямоугольного параллелепипеда. Решение позволяет оценить скорость сушки, её энергоёмкость, перепад влагосодержания по объёму образца, влияние краевого эффекта на качество сушки.*

*Ключевые слова:* капиллярно-пористые материалы, тепломассоперенос, электромагнитная сушка.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Лыков А.В. Теория сушки. М.-Л.: Энергия, 1968. 471 с.
2. Афанасьев А.М., Михайлов В.К., Сипливый Б.Н. Тепломассоперенос в капиллярно-пористых материалах под воздействием инфракрасного излучения // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2005. № 8. С. 70 – 74.
3. Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н. Опти-мизация процесса электромагнитной сушки капиллярно-пористых материалов // Изв. вузов. Электромеханика. 2006. № 5. С. 3 – 10.
4. Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н. Исследование квазистационарных режимов при сушке СВЧ излучением // Изв. вузов. Электромеханика. 2008. № 3. С. 3 – 9.
5. Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н. Краевые эффекты при электромагнитной сушке протяженных образцов с прямоугольным поперечным сечением // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2010. Т. 13, № 1. С. 90-94.
6. Афанасьев А.М., Сипливый Б.Н. О крае-вых условиях массообмена в виде законов Ньютона и Дальтона // Инженерно-физический журнал. 2007. Т. 80, № 1. С. 27 – 34.
7. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966. 724 с.
8. Зоммерфельд А. Дифференциальные уравнения в частных производных физики / пер. с нем. А.А. Самарского и Н.Н. Яненко; под ред. А.Н. Тихонова. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1950. 456 с.

*Поступила в редакцию*

*13 марта 2012 г.*

**Сипливый Борис Николаевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Теоретическая физика и волновые процессы», зам. директора по научной работе физико-технического института Волгоградского государственного университета. Тел. (8442)460812. E-mail: [tf@volsu.ru](mailto:tf@volsu.ru)

**Афанасьев Анатолий Михайлович** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Информационная безопасность» Волгоградского государственного университета. Тел. (8442)46-03-68. E-mail: [alkiona111@yandex.ru](mailto:alkiona111@yandex.ru)

УДК 621.313.8

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ELCUT 5.1 ДЛЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ СИНХРОННОГО МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

*А.В. Киселев, О.Л. Рапопорт, А.Б. Цукублин, Ю.В. Ким*

*Проведена оптимизация геометрических размеров и параметров генератора для питания забойной телеметрической аппаратуры. Рассмотрено исполнение ротора с разным числом пар полюсов. Предложены варианты с увеличенной толщиной ярма в двухполюсной и с тангенциальным намагничиванием постоянного магнита в четырёхполюсной конструкциях.*

*Ключевые слова:* магнитоэлектрический генератор, индуктивное сопротивление рассеяния, оптимизация, метод конечных элементов.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Автоматизация и информационное обеспечение технологических процессов в нефтяной промышленности: сб. ст. / под ред. А.К. Хорькова. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. 350 с.
2. Ким Ю.В., Киселев А.В., Цукублин А.Б. Оптимизация параметров турбогенератора для питания забойной телеметрической системы // Современные техника и технологии: сб. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. / Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. Т. 1. С. 429 – 430.

3. Ким Ю.В., Киселев А.В., Цукублин А.Б. Уменьшение радиального размера турбогенератора для питания забойной телеметрической системы // Современные техника и технологии: сб. тр. XVI I Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. / Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. Т. 1. С. 472 – 473.

4. Ледовский А.Н. Электрические машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами. М.: Энергоатомиздат, 1985. 168 с.

5. Балагуров В.А., Галтеев Ф.Ф. Электрические генераторы с постоянными магнитами. М.: Энергоатомиздат, 1988. 280 с.

*Поступила в редакцию*

*27 февраля 2012 г.*

**Киселев Александр Викторович** – аспирант кафедры «Электромеханические комплексы и материалы» Национального исследовательского Томского политехнического университета. Тел. (3822) 563453. E-mail: kiselev\_av@mail2000.ru

**Рапопорт Олег Лазаревич** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электромеханические комплексы и материалы» Национального исследовательского Томского политехнического университета. Тел. (3822) 563453. E-mail: raol46@mail.ru

**Цукублин Анатолий Борисович** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электромеханические комплексы и материалы» Национального исследовательского Томского политехнического университета. Тел. (3822) 563453. E-mail: cukublin@mail.ru

**Ким Юрий Витальевич** – ведущий инженер филиала ООО «Технологическая Компания Шлюмберже» г. Томск. Тел. (3822) 701050 доп. 142. E-mail: kimyv@sibgeo.tomsknet.ru

УДК 621.314.572

## **ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА С ТРАНСФОРМАТОРОМ С ВРАЩАЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ОТ СПОСОБОВ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ЧИСЛА СЕКЦИЙ ЕГО КРУГОВОЙ ОБМОТКИ**

*А.И. Черевко, И.Ю. Кузьмин, М.М. Музыка, С.В. Платоненков, И.А. Сакович*

*При разложении в ряды Фурье ступенчатых кривых, аппроксимирующих эталонную синусоиду, получены коэффициенты ряда для чётного и нечётного числа секций круговой обмотки. С использованием коэффициентов ряда рассчитаны коэффициенты гармоник выходного напряжения автономного инвертора (АИ) с трансформатором с вращающимся магнитным полем (ТВМП) и построены их графические зависимости в функции числа секций круговой обмотки. Анализ расчётов показал, что лучшее качество выходного напряжения АИ с ТВМП обеспечивается, когда ступенчатая кривая равномерно накладывается на эталонную синусоиду. Максимальное число секций круговой обмотки, или пар силовых ключей, в этом случае не превышает девяти.*

*Ключевые слова:* автономный инвертор, трансформатор, вращающееся магнитное поле, качество напряжения.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Анисимов Я.Ф., Васильев Е.П. Электромагнитная совместимость полупроводниковых преобразователей и судовых электроустановок. Л.: Судостроение, 1990. 264 с.

2. Черевко А.И. Анализ качества выходного напряжения инвертора с трансформатором с вращающимся магнитным полем и квантованием его ступеней по времени // Судостроение. 2005. № 4. С. 49 – 51.

3. Никифоровский Н.Н., Брунав Я.П., Татьянченко Ю.Г. Электропожаробезопасность судовых электрических систем. Л.: Судостроение, 1978.

4. Черевко А.И., Музыка М.М. Исследование качества выходного напряжения и тока и энергетических соотношений автономных инверторов с ТВМП // Электротехника. 2009. № 2. С. 56 – 61.

5. Черевко А.И. Полупроводниковые преобразователи автономных электроустановок с трансформаторами вращающегося магнитного поля, обладающие высоким качеством выходного напряжения: монография. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. 115 с.

6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1986. 544 с.

*Поступила в редакцию после доработки*

*25 января 2012 г.*

**Черевко Александр Иванович** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Судовая электроэнергетика и электротехника», декан факультета повышения квалификации филиала «СЕВМАШВТУЗ» Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. Тел. (8184)-55-98-35. E-mail: [cherevko-ai@mail.ru](mailto:cherevko-ai@mail.ru)

**Кузьмин Илья Юрьевич** – инженер-конструктор ОАО «СПО «АРКТИКА», аспирант филиала «СЕВМАШВТУЗ» Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. E-mail: [firebrand001@gmail.com](mailto:firebrand001@gmail.com)

**Музыка Михаил Михайлович** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика и управление в технических системах» филиала «СЕВМАШВТУЗ» Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. E-mail: [mik7705@rambler.ru](mailto:mik7705@rambler.ru)

**Платоненков Сергей Владимирович** – аспирант старший преподаватель кафедры «Автоматика и управление в технических системах» филиала «СЕВМАШВТУЗ» Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. E-mail: [platonenkov@mail.ru](mailto:platonenkov@mail.ru)

**Сакович Игорь Александрович** – руководитель группы разработки и внедрения информационных технологий ЗАО «Биус», г.Северодвинск, аспирант Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. E-mail: [igoryan\\_@inbox.ru](mailto:igoryan_@inbox.ru)

УДК 621.548:621.365.5

## ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЮ ОТ ГЕНЕРАТОРА, ВРАЩАЕМОГО ВЕТРОДВИГАТЕЛЕМ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА

*З.А. Гасанов*

*Рассмотрены особенности передачи энергии потребителю от генератора, вращаемого ветродвигателем при переменной скорости ветра. Определены условия получения максимальной мощности, передаваемой потребителю от генератора. Показано, что при определённом значении сопротивления мощность, переданная потребителю от генератора, принимает максимальное значение, которое при этом зависит от скорости холостого хода ветродвигателя и от жёсткости механической и внешней характеристик ветродвигателя и генератора.*

*Ключевые слова:* ветроэнергетическая установка, максимальная мощность потребления.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. М.: Энергоатомиздат, 1983. 200с.
2. Андрианов В.Н., Быстрицкий Д.Н. и др. Ветроэлектрические станции. М.Л.: ГЭИ, 1960. 320 с.
3. Гасанов З.А., Везиров Ф.Х. Особенности передачи энергии потребителю от генератора с переменной скоростью, зависящей от нагрузки // Проблемы энергетики. 2010. № 1.

*Поступила в редакцию*

*8 июля 2011 г.*

**Гасанов Закир Аликрам оглы** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и автоматизация промышленных установок» Азербайджанской государственной нефтяной академии. Тел. (00 994 12) 4989843. E-mail: [hasanovza@gmail.com](mailto:hasanovza@gmail.com)

УДК 621.6

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

*М.В. Загирняк, А.М. Кравец, Т.В. Коренькова*

*Обоснована необходимость формирования неравномерного темпа управления трубопроводной арматурой для снижения динамических нагрузок в насосных комплексах. Предложена методика определения мощности регулируемого электропривода трубопроводной арматуры с учётом нелинейных зависимостей гидравлической и механической характеристик. Показана возможность энергоресурсосбережения в насосных комплексах путём снижения мощности электродвигателя трубопроводной арматуры, повышения надёжности работы гидротранспортных систем.*

*Ключевые слова:* задвижка, частотное управление, регулируемый электропривод.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Большаков В.А. Справочник по гидравлике. К.: Вища школа, 1977. 280 с.
2. Вишневский К.П. Переходные процессы в напорных системах водоподачи. М.: Агропромиздат, 1986. 135 с.
3. Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося течения в трубопроводах. М.: Энергоиздат, 1981. 248 с.
4. Загирняк М.В., Кравец А.М., Коренькова Т.В. Управление динамическими нагрузками в гидротранспортном комплексе // Изв. вузов. Электромеханика. 2011. № 4. С. 124 – 128.
5. Гуревич Д.Ф. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. Л.: Машиностроение. 1968. 888 с.

6. Гуревич Д.Ф., Косых С.И. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением. Справочник. Л.: Машиностроение, 1982. 320 с.
7. Каракулов А.С. Микропроцессорное управление асинхронным электроприводом задвижки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2005. 16 с.
8. Ланграф С.В. Асинхронный моментный электропривод с векторным управлением для имитации усилий запорной арматуры магистральных нефтепроводов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2007. 20 с.
9. Кравец А.М., Коренькова Т.В. Особенности частотного управления электроприводом трубопроводной арматуры в гидротранспортном комплексе // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КДУ, 2010. Вип. 3/2010(62), Ч. 1. С. 18 – 21.
10. Чудаков Е.А. Энциклопедический справочник. Машиностроение. М.: Машиностроение. Т. 2. 900 с.
11. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура. Справочное пособие. Л.: Машиностроение, 1975. 312 с.
12. Кравец А.М. Определение момента сопротивления регулируемой запорной арматуры // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КДПУ, 2009. Вип. 3/2009(56), Ч. 1. С. 20 – 22.
13. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Частотное управление асинхронными двигателями. М. Л.: Энергия, 1966. 144 с.
14. Чиликин М.Г. Основы автоматизированного электропривода. М.: Энергия. 1974. 568 с.
15. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1992. 544 с.

*Поступила в редакцию*

*18 января 2012 г.*

**Загирняк Михаил Васильевич** – член-корреспондент Национальной академии педагогических наук Украины, профессор, заведующий кафедрой «Электрические машины и аппараты», ректор Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. Тел. (05366) 36219. E-mail: mzagim@kdu.edu.ua

**Кравец Алексей Михайлович** – ассистент кафедры «Системы автоматического управления и электропривод» Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. Тел. (05366) 31147. E-mail: kdu7008@ukr.net

**Коренькова Татьяна Валерьевна** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы автоматического управления и электропривод» Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. Тел. (05366) 31147. E-mail: scenter@kdu.edu.ua

УДК 62-52-83:656.56

## **АНАЛИЗ ПУСКОВЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ**

*О.В. Крюков, В.Г. Титов*

*Рассмотрены особенности функционирования электроприводных газоперекачивающих агрегатов в условиях компрессорных станций магистральных газопроводов. Представлен анализ способов и схемных решений, обеспечивающих безаварийный запуск мощных турбокомпрессоров в штатных режимах. Приведены сравнительные результаты компьютерного моделирования запуска электроприводов турбокомпрессоров с различными схемами пусковых устройств.*

*Ключевые слова:* синхронный электропривод, газоперекачивающий агрегат, магистральный газопровод, схемы плавного пуска, компьютерное моделирование, относительные показатели параметров при пуске.

### **Л И Т Е Р А Т У Р А**

1. Пужайло А.Ф., Спиридович Е.А., Воронков В.И. и др. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций: монография / под ред. О.В. Крюкова. Н. Новгород: Вектор ТиС. 2011. Т. 2. 664 с.
2. Аникин Д.А., Рубцова И.Е., Крюков О.В. Опыт проектирования систем управления ЭГПА // Газовая промышленность. 2009. № 2. С. 44 – 47.
3. Крюков О.В. Анализ и техническая реализация факторов энергоэффективности инновационных решений в электроприводных турбокомпрессорах // Автоматизация в промышленности. 2010. № 10. С. 50 – 53.
4. Бабичев С.А., Бычков Е.В., Крюков О.В. Анализ технического состояния безопасности электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Электротехника. 2010. № 9. С. 30 – 37.
5. Воронков В.И., Рубцова И.Е., Крюков О.В. и др. Автоматизированная система плавного пуска синхронного электропривода механизмов с высокомоментной нагрузкой: пат. 101598, МКИ H02P 1/46, 21/00/ ОАО «Гипрогазцентр». 2010. Оpubл. 2011, Бюл. № 2.
6. Крюков О.В. Опыт применения систем безопасного пуска электродвигателей большой мощности // Приводная техника. 2011. № 4. С. 2 – 13.

*Поступила в редакцию*

*28 ноября 2011 г.*

**Крюков Олег Викторович** – канд. техн. наук, доцент, главный специалист ОАО «Гипрогазцентр». Тел. (831) 4282-584. E-mail: [o.kryukov@ggc.nnov.ru](mailto:o.kryukov@ggc.nnov.ru)

**Титов Владимир Георгиевич** – д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав кафедрой «Электрооборудование судов» Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексева. Тел. (831) 436-1768. E-mail: [titov@nttu.nnov.ru](mailto:titov@nttu.nnov.ru)

## СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ЧАСТОТНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С КОРРЕКЦИЕЙ ПО ПРОДОЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА СТАТОРА

*В.Н. Мещеряков, П.Е. Цветков*

*Показано, что внесение коррекции по продольной составляющей тока статора позволяет поддерживать угол между током статора и потокоцеплением ротора, равным 45°, тем самым обеспечить наибольшее значение электромагнитного момента.*

*Ключевые слова:* асинхронный электродвигатель, ток статора, потокоцепление ротора, скольжение.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мещеряков В.Н. Системы асинхронного электропривода с управляемыми координатами моментобразующих векторов. Липецк: ЛГТУ, 2008. 120 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. М.: АCADEMA, 2006. 265 С.

*Поступила в редакцию*

*30 июня 2011 г.*

**Мещеряков Виктор Николаевич** – д-р тех. наук, профессор Липецкого государственного технического университета.  
**Цветков Павел Евгеньевич** – аспирант кафедры «Электропривод» Липецкого государственного технического университета. Тел. (4742)27-11-31. E-mail: [tsvetkov@lipetsk.ru](mailto:tsvetkov@lipetsk.ru)

---

УДК 622.691.4.052.012

## АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМ ВЫСОКОБОРОТНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

*А.Е. Козярук, Б.Ю. Васильев*

*Рассмотрены структура электропривода (ЭП) газоперекачивающего агрегата и способы повышения качества управления и энергоэффективности электропривода за счёт использования нечёткого управления. Приведены результаты компьютерного моделирования ЭП с многоуровневым преобразователем частоты с различными алгоритмами управления.*

*Ключевые слова:* электропривод, газоперекачивающий агрегат, энергоэффективность, качество электрической энергии, электромагнитная совместимость, электромеханическая совместимость.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Концепция Энергетической стратегии России на период до 2030 г. (проект) // Энергетическая политика. Прил. к научн., обществ.-дел. журналу. 2007. 116 с.
2. Пужайло А.Ф., Спиридонович Е.А., Воронцов В.Н. Энергоснабжение и автоматизация энергооборудования компрессорных станций. Н-Новгород, 2010. 560 с.
3. Концепция применения электропривода в газоперекачивающих агрегатах на объектах ОАО «Газпром». Нижний Новгород: ОАО «Газпром», ОАО «Гипрогазцент», 2003.
4. Белов М.П., Земеннов О.И., Козярук А.Е. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 368 с.
5. Козярук А.Е., Рудаков В.В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов / Санкт-Петербургская электротехническая компания. СПб, 2004.
6. Jagadish H.Pujar, Kodad S.F. Robust sensorless speed control of induction Motor with DTC and fuzzy speed regulator. International Journal of Electrical and Electronics Engineering. 5:1 2011. P. 17 – 26.
7. Metidji B. Tazrart F. Azib A. A new fuzzy direct torque control strategy for induction machine based on indirect matrix converter. International Journal of Research and Reviews in Computing Engineering. 2011. № 1.

*Поступила в редакцию*

*5 декабря 2011 г.*

**Козярук Анатолий Евтихиевич** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и электромеханика» Санкт-Петербургского государственного горного университета. E-mail: [kozjazuk@mail.ru](mailto:kozjazuk@mail.ru)  
**Васильев Богдан Юрьевич** – аспирант Санкт-Петербургского государственного горного университета. E-mail: [vasilev.bu@mail.ru](mailto:vasilev.bu@mail.ru)

---

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТЕНДОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОТРАБОТКУ КОСМОНАВТАМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ПЛАНЕТАХ С ПОНИЖЕННОЙ ГРАВИТАЦИЕЙ

*А.М. Киво, О.А. Кравченко*

*Разработана методика выбора электроприводов систем вертикального и горизонтального перемещений специальных стендов, имитирующих частичное обезвешивание космонавтов в условиях Земли. Получены аналитические выражения для определения эквивалентного и максимального моментов электроприводов в предельно возможных режимах работы.*

*Ключевые слова:* перемещение космонавта, прыжок космонавта, тренажёр, электропривод, тахограмма, нагрузочная диаграмма, мощность электродвигателя.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Пятибратов Г.Я., Кравченко О.А., Папирняк В.П. Способы реализации и направления совершенствования тренажеров для подготовки космонавтов к работе в невесомости // Изв. вузов. Электромеханика. 2010. № 5. С. 70 – 76.
2. Кравченко О.А., Пятибратов Г.Я. Создание и опыт эксплуатации силокомпенсирующих систем, обеспечивающих многофункциональную подготовку космонавтов к работе в невесомости // Изв. вузов. Электромеханика. 2008. № 2. С. 42 – 47.
3. Армстронг Н. Исследование лунной поверхности // Земля и Вселенная. 1970. № 5. С. 23 – 24.
4. Пятибратов Г.Я. Многокритериальный выбор параметров электромеханических систем компенсации сил тяжести при вертикальных перемещениях объектов // Изв. вузов. Электромеханика. 1993. № 5. С. 65 – 70.
5. Киво А.М., Кравченко О.А. Определение параметров движения и силовых характеристик электромеханических стендов с частичным обезвешиванием космонавтов / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). Новочеркасск, 2010. 18 с.
6. Кравченко О.А. Определение качества функционирования электромеханических стендов имитации невесомости // Изв. вузов. Электромеханика. 2002. № 3. С. 50 – 55.

*Поступила в редакцию после доработки*

*2 апреля 2012 г.*

**Кравченко Олег Александрович** – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматика» Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Тел. (86352) 55-2-10.

**Киво Александр Михайлович** – аспирант Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Тел. (86352) 55-2-10.

УДК 621.311:621.313.3

## АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С УЧЁТОМ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ТОКА В ЦЕПИ СТАТОРА\*

*В.В. Вахнина, А.А. Кувшинов, Н.А. Лень*

*Исследовано влияние квазипостоянных токов на статическую устойчивость и механическое движение ротора синхронного генератора. Полученные результаты иллюстрируются на примере фрагмента реальной электроэнергетической системы, содержащей гидрогенераторы.*

*Ключевые слова:* статическая устойчивость, синхронный генератор, электроэнергетическая система, квазипостоянные токи, угловая характеристика мощности, асинхронный момент.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике / А.Ф. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.В. Максимов, А.Г. Темников. М.: Изд-во МЭИ, 2009. 455 с.
2. Гершегорн А.И. Воздействие геомагнитных токов на электрооборудование энергосистем // Электрические станции. 1993. №6. С.54–63.
3. Рюденберг Р. Эксплуатационные режимы электроэнергетических систем и установок: пер. с нем. / под ред. К.С. Демирчана. 3-е изд., перераб. Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980. 578 с.
4. Воропай Н.И., Ефимов Д.Н., Решетов В.И. Анализ механизмов развития системных аварий в электроэнергетических системах // Электричество. 2008. №10. С.12–24.

5. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах: учеб. для электроэнергет. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985. 536 с.

6. Поссе А.В. Схемы и режимы электропередач постоянного тока. Л.: Энергия, 1973. 304 с.

7. Boteler D.H. Geomagnetic hazards to conduction networks. Natural Hazards 28: 2003. P. 537 – 561.

8. Лоханин Е.К. Упрощение уравнений синхронной машины для расчета и анализа электромеханических переходных процессов и устойчивости сложной энергосистемы // Электричество. 2000. № 4. С. 18–29.

*Поступила в редакцию*

*12 января 2012 г.*

**Вахнина Вера Васильевна** – канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Электроснабжение и электротехника» Тольяттинского государственного университета. Тел. (8482)546-311. E-mail: V.Vahnina@tltsu.ru

**Кувшинов Алексей Алексеевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Электроснабжение и электротехника», Тольяттинского государственного университета. Тел. (8482)539-282. E-mail: AleKseiKuvshinov@yandex.ru

**Лень Николай Афанасьевич** – начальник управления перспективных межвидовых исследований и специальных проектов (УПМИиСП).

УДК 621.311.1.016.312

## СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕНСАТОРА ТОКА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

*В.В. Савиных, В.В. Тропин*

*Установлены простые и удобные в электротехнической практике аналитические соотношения между ортогональными составляющими векторов тока нейтрали и токов трёх фаз компенсатора тока нулевой последовательности в четырёхпроводной трёхфазной сети.*

*Ключевые слова:* ортогональные активные и реактивные составляющие токов фаз и нейтрали, компенсатор тока нулевой последовательности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аввакумов В.А. Уравновешивание электрической нагрузки в трёхфазной четырёхпроводной системе // Изв. вузов. Энергетика. 1970. № 5. С. 94 – 98.

2. Кузнецов В.Г. Теория и принципы построения многофазных корректирующих устройств // Техническая электродинамика. 1979. № 1. С. 32 – 41.

3. Шидловский А.К., Мостовяк И.В., Мос-каленко Г.А. Уравновешивание режимов многофазных цепей / отв. редактор В.Г. Кузнецов. Киев: Наукова думка, 1990. 272 с.

4. Аввакумов В.А. Модели многоцелевой оптимизации качества электроэнергии в трёхфазной четырёхпроводной системе // Изв. вузов. Энергетика. 1975. № 8. С. 42 – 47.

5. Агужен Г.А. Анализ схем симметрирования и компенсации реактивной мощности нагрузок с низким коэффициентом мощности. Киев: Ин-т электродинамики АН УССР. Препринт. 1979. № 199. 33 с.

6. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г., Новский В.А. Анализ и принципы построения пофазно-управляемых устройств коррекции режимов трёхфазных сетей с нулевым проводом // Автоматические устройства для пофазной коррекции нагрузочных токов сети. Киев: Институт электродинамики АН УССР. Препринт 283. 1982, 63 с.

7. Троицкий А.И. Уравновешивание токов нулевой последовательности: монография / ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. 170 с.

8. Коваленко П.В. Потери и качество электроэнергии в системах электроснабжения при несимметрии токов и напряжений: монография / ЮРГТУ. Новочеркасск: Оникс+, 2007. 227 с.

Савиных В.В., Тропин В.В. Геометрические и аналитические соотношения между ортогональными и симметричными составляющими тройки векторов трёхфазной системы координат // Изв. вузов. Электромеханика. 2010. № 6. С. 74 – 79.

*Поступила в редакцию*

*23 августа 2011 г.*

**Савиных Вадим Владимирович** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Применение электрической энергии» Кубанского государственного аграрного университета. Тел. (861)277-70-10.

**Тропин Владимир Валентинович** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Применение электрической энергии» Кубанского государственного аграрного университета. Тел. (861)226-36-02. E-mail: tropin.V09@mail.ru

УДК 621.311:517

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И МЕТОДА РАСЧЁТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УЗЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ



Д.Н. Нурбосынов, Т.В. Табачникова, Е.В. Рюмин, А.Д. Махт

Обоснована и представлена часть структурной схемы системы электроснабжения нефтехимического предприятия и её схема замещения с подключенными индивидуальными и узловыми установками поперечной ёмкостной компенсации реактивной мощности и продольной компенсации потерь напряжения. Методом решения сложных задач по частям выделен объект исследования, который также разделён на четыре самостоятельных модуля, дающих общее решение. Разработаны математические модели объекта исследования и этих модулей. Получены аналитические зависимости и их связи, которые дополняют и совершенствуют известный метод расчёта Зейделя по определению оптимальных энергетических параметров электротехнических комплексов отходящих линий. Сформулированы задачи исследования режима работы этих комплексов с индивидуальными и узловыми компенсирующими установками в установившихся режимах. Произведён анализ результатов математического моделирования.

**Ключевые слова:** математическая модель, система электроснабжения нефтехимического предприятия, оптимальные энергетические параметры, энергетические характеристики, высоковольтный электродвигатель, индивидуальные и узловые компенсирующие установки, установка продольной компенсации, установка поперечной компенсации.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шакиров М.А. Теоретические основы электротехники. Новые идеи и принципы. Схемоанализ и диакоптика. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 212 с.
2. Нурбосынов Д.Н. Методы расчетов и математическое моделирование режима напряжения и электропотребления в установившихся и переходных процессах. СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 1999.
3. А.с. 1185490 (СССР). Устройство защиты от перенапряжений и субгармонических колебаний установок продольной емкостной компенсации / Б.Н. Абрамович, К.А. Ананьев, О.В. Иванов, Л.В. Макурова, Д.Н. Нурбосынов. Опубл. 1985, Бюл. № 38.
4. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Норма качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1998.
5. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: учебник для вузов. В 2-х т. М.: Издательство МЭИ, 2004. Т. 2.
6. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. М.: Энергоатомиздат, 1984. 240 с.

*Поступила в редакцию после доработки*

*2 ноября 2011 г.*

**Нурбосынов Дуйсен Нурмухамедович** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Электроэнергетика» Альметьевского государственного нефтяного института. E-mail: [Nurbosinovdn@mail.ru](mailto:Nurbosinovdn@mail.ru)  
**Табачникова Татьяна Владимировна** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроэнергетика» Альметьевского государственного нефтяного института. E-mail: [tvtab@mail.ru](mailto:tvtab@mail.ru)  
**Рюмин Евгений Валентинович** – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Электроэнергетика» Альметьевского государственного нефтяного института. E-mail: [e\\_ryumin@mail.ru](mailto:e_ryumin@mail.ru)  
**Махт Алина Дуйсеновна** – магистр, ведущий специалист ОАО «Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт воздушного транспорта «ЛЕНАЭРОПРОЕКТ».

УДК 621.316

## ВЛИЯНИЕ ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ВНЕШНИХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*А.И. Федотов, Р.М. Мударисов*

*Приведены результаты исследования величины и длительности аperiodической составляющей переходного процесса короткого замыкания, возникающего в системах внешнего электроснабжения, а также влияния аperiodической составляющей на режимы самозапуска синхронного двигателя.*

**Ключевые слова:** синхронный двигатель, провалы напряжения, аperiodическая составляющая, самозапуск, ресинхронизация.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андреев В.А., Овсиенко Л.Ф., Свиридов Ю.П. Обоснование времени действия устройств автоматического включения резерва, установленных на подстанциях с синхронной нагрузкой // Вестник Ульяновского государственного технического университета (Вестник УлГТУ). 2000. № 1. С. 46 – 51.
2. Гамазин С.И., Битиев А.В., Гумиров Д.Т. Микропроцессорный быстродействующий АВР как средство повышения надежности электроснабжения ответственных потребителей // Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2006. № 11-12. С. 7 – 12.
3. Bollen M., Styvaktakis E. Characterization of three-phase unbalanced dips (as easy as one-two-three?) // Power Engineering Society Summer Meeting, IEEE. 2000. № 2. P. 889 – 904.
4. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. 1998.
5. Голоднов Ю.М. Самозапуск электродвигателей. М.: Энергоатомиздат, 1985. 136 с.

*Поступила в редакцию после доработки*

*22 апреля 2012 г.*

**Федотов Александр Иванович** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Электроэнергетические системы и сети» Казанского государственного энергетического университета. E-mail: fed.ai@mail.ru

**Мударисов Рамиль Миннесалихович** – аспирант кафедры «Электроэнергетические системы и сети» Казанского государственного энергетического университета. E-mail: Mudarisfox-6-7@yandex.ru.

---

УДК 621.865

## **РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОПИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗАГОТОВКИ**

*Ф.И. Мамедов, Т.А. Ахмедова*

*Рассматривается робототехнический комплекс нанесения изображения на заготовки в машиностроении и приборостроении, в том числе на алюминиевые листы в процессе изготовления испарителей бытовых холодильников. Разработан манипулятор, установленный на входе сушильной печи. Робототехнический комплекс обеспечивает повышение качества продукции и объёмов её выпуска, улучшает условия труда работающих, благодаря их освобождению от неквалифицированного монотонного, тяжёлого и вредного труда.*

*Ключевые слова:* робототехнические комплексы, манипулятор, конвейер, сушильная печь, система управления.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Эйрис Р., Миллер С. Перспективы развития робототехники М.: Мир, 1986. 328 с.
2. Переналаживаемые сборочные автоматы / под. ред. к.т.н. В.А. Якимовича. Киев: Техника, 1979. 176 с.
3. Устройство промышленных роботов / Е.Ц. Юревич [и др.]. Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1980. 331 с.

*Поступила в редакцию*

*22 февраля 2012 г.*

**Мамедов Фирудин Ибрагим** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электромеханика» Сумгаитского государственного университета.

**Ахмедова Тамелла Ахмед** – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электротехника» Сумгаитского государственного университета. E-mail: [tamella.ahmedova@mail.ru](mailto:tamella.ahmedova@mail.ru)