

ЭЛЕКТРО

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА • ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 2000 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ

ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алпатов М.Е. - д.т.н., ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»
Бутырин П.А. - член-корреспондент РАН
Быков В.А. - к.т.н., ВНИТИ РАН
Добрусин Л.А. - д.т.н., ГУП «ВЭИ им. В.И. Ленина»
Ковалев В.Д. - д.т.н., проф.,
ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»
Кудрявый В.В. - д.т.н., проф., Главный редактор
Кучеров Ю.Н. - д.т.н., ОАО «СО ЕЭС»
Лачугин В.Ф. - к.т.н., ОАО «Энергетический
институт им. Г.М.
Кржижановского»
Макаревич Л.В. - Генеральный директор
ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД»
Месенжник Я.З. - д.т.н., проф., ВНИИ КП
Старшинов В.А. - к.т.н., проф., МЭИ
Фаворский О.Н. - академик РАН
Шакарян Ю.Г. - д.т.н., проф., ОАО «ВНИИЭ»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Кудрявый В.В.

РЕДАКЦИЯ

Быков В.А. – зам. главного редактора
Гинзбург Т.В. – отв. секретарь
Соболевская Е.Г., Фонарева М.В.

Адрес редакции:

Россия, 107023 Москва,
Электрозаводская ул., 21
журнал ЭЛЕКТРО
Тел.: (499) 152-5655
E-mail: elektro@viniti.ru
elektro1@viniti.ru
electro-journal@mail.ru
http://elektro.elektrozavod.ru

Журнал зарегистрирован

Министерством Российской Федерации по делам
печати, телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций ПИ 77-3052 от 24 марта 2000 г.

Регистрационный номер 004102

© «Электрозавод» 2000 г.

Тираж 1500 экз.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Повышение энергоэффективности энергосистем путем применения вставок и передач постоянного тока

Балыбердин Л.Л., Кошцев Л.А., Лозинова Н.Г., Мазуров М.И., Ковалев В.Д. ...2

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

Потери электроэнергии в высоковольтных преобразовательных установках большой мощности и некоторые пути их снижения

Балыбердин Л.Л., Кошцев Л.А., Лозинова Н.Г., Ковалев В.Д., Мустафа Г.М. ...7

Учет проводимости земли при определении ЭДС, наведенных в параллельных воздушных линиях электропередачи

Мисриханов М.Ш., Токарский А.Ю. 13

Измерение потерь мощности на корону в линиях сверхвысокого напряжения ОАО «ФСК ЕЭС»

Шаров Ю.В., Гаджиев М.Г. 19

Физическая модель несимметричного двухфазного асинхронного электродвигателя

Ковалев Б.Ф. 24

ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Оптимизация размещения установок распределенной генерации в энергосистеме

Рахманов Н.Р., Керимов О.З., Зейналов А.Д., Ахмедова С.Т. 27

Определение величины жесткости упругого элемента гасителя вибрации при изгибе

Трофимов С.В., Цыплаков А.А. 31

К вопросу о тепловой диагностике контактных соединений

Титков В.В., Сухичев М.И. 37

ОБОРУДОВАНИЕ

Исследование возможности создания вакуумного выключателя для синхронного отключения ненагруженных трансформаторов

Прохоренко Е.В., Лебедев И.А. 40

Устройство для заряда емкостных накопителей энергии

Блинов К.Ю., Богачев В.С., Кошелев П.А., Парамонов С.В. 45

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

Особенности компенсации реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железных дорог

Герман Л.А., Бородулин Б.М. 50

ИНФОРМАЦИЯ 6, 18, 23, 26, 49, 52

3'2010

Журнал «ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Перепечатка материалов из журнала допускается только с разрешения редакции
За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ВСТАВОК И ПЕРЕДАЧ ПОСТОЯННОГО ТОКА

UPGRADING OF ENERGY SYSTEM EFFICIENCY BY APPLYING OF DC LINES BETWEEN AC NETWORKS

Балыбердин Леонид Леонидович – канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 2929450 niipt@niipt.com

Кошечев Лев Ананьевич – докт. техн. наук, профессор, заместитель генерального директора ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 2929450 niipt@niipt.com

Лозинова Наталья Георгиевна – канд. техн. наук, заведующая отделом управления передач и противоаварийной автоматики ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 292-94-22 lozinova_n@niipt.com

Мазуров Михаил Иванович – канд. техн. наук, заместитель заведующего отделом управления передач и противоаварийной автоматики ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 2975467 mazyrov@niipt.com

Ковалев Виктор Дмитриевич – докт. техн. наук, вице-президент и академик АЭН РФ, директор по науке и инновационным программам ОАО «Электrozавод», г. Москва (495) 7778285 v.kovalev@elektrozavod.ru

Kovalev V.D. – ScD, Director for science and innovation programs +7(495)7778285 v.kovalev@elektrozavod.ru
OJSC "Elektrozavod"

Koscheev L.A. – ScD, Professor, Vice-director +7(812)2929450 niipt@niipt.com

Balyberdin L.L. – PhD, Assistant professor, senior researcher +7(812)2929450 niipt@niipt.com

Lozinova N.G. – PhD, Chief of lines and accident-prevention automatics department +7(812)2929422 lozinova_n@niipt.com

Mazurov M.I. – PhD, Vice-Chief of lines and accident-prevention automatics department +7(812)2975467 mazyrov@niipt.com OJSC "NIIPT"

Mustafa G.M. – PhD, Chief of department +7(495)3629748 gmn@vei.ru
All-Russian Electrical Engineering Institute named after V.I. Lenin

Приведены технические характеристики электропередачи постоянного тока (ППТ) и вставок постоянного тока (ВПТ). Даны примеры повышения эффективности энергосистем с использованием ППТ и ВПТ. Описаны тенденции развития и внедрения ППТ и ВПТ в мире и в России. Показано, что связь между энергосистемами на постоянном токе позволяет более полно и эффективно осуществлять и контролировать потоки мощности и выполнять контрактные обязательства.

Ключевые слова: передачи постоянного тока; вставки постоянного тока; технические характеристики; анализ; эффективность использования ППТ и ВПТ

Technical data on dc lines between ac networks (HVDC) are expounded. Examples of energy system upgrading by using of HVDC are presented. Trends of development and implementation of HVDC in Russia and abroad are described. It is shown that the relation between energy systems based on DC allows controlling power flows fully and effectively and also redounds to fulfill contractual commitments.

Key words: dc lines; dc lines between ac networks; technical data; analysis; effectiveness of HVDC

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ивакин В.Н., Сысоева Н.Г., Худяков В.В. Электропередачи и вставки постоянного тока и статические тиристорные компенсаторы. М.: Энергоатомиздат, 1993.
- Балыбердин Л.Л., Галанов В.И., Кошечев П.А., Крайчик Ю.С., Мазуров М.И., Прочан Г.Г. Увеличение мощности электропередачи 330/400 кВ с вставкой постоянного тока между энергосистемами России и Финляндии // Электрические станции. 2004. № 10.
- Power Link, № 2, 1996 г. ABB Power Systems.

- Передачи и вставки постоянного тока высокого напряжения. / Под ред. В.В. Худякова. М.: Энергоатомиздат, 1988.
- HVDC – A major option for the electricity networks or the 21st century. M. Chamia, IEEE WPM + 999 – Panel Session.
- Зеленохат Н.И., Шаров Ю.В. Комбинированное объединение больших энергосистем // Электричество. 2006. № 5.

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

ELECTRIC LOSSES IN HIGH-VOLTAGE CONVERTER INSTALLATIONS OF HIGH POWER AND SOME MEASURES TO REDUCT THEM

Балыбердин Леонид Леонидович – канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 2929450 niipt@niipt.com

Кошчев Лев Ананьевич – докт. техн. наук, профессор, заместитель генерального директора ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 2929450 niipt@niipt.com

Лозина Наталья Георгиевна – канд. техн. наук, заведующая отделом управления передач и противоаварийной автоматики ОАО «НИИПТ», г. Санкт-Петербург (812) 2929422 lozinova_n@niipt.com

Ковалев Виктор Дмитриевич – докт. техн. наук, вице-президент и академик АЭНРФ, директор по науке и инновационным программам ОАО «Электрозавод», г. Москва (495) 7778285 v.kovalev@elektrozavod.ru

Мустафа Георгий Маркович – канд. техн. наук, заведующий отделом ФГУП ВЭИ им. В.И. Ленина, г. Москва (495) 3629748 gmn@vei.ru

Balyberdin L.L. – PhD, Assistant professor, senior researcher +7(812)2929450 niipt@niipt.com

Koscheev L.A. – ScD, Professor, Vice-director +7(812)2929450 niipt@niipt.com

Lozinova N.G. – PhD, Chief of lines and accident-prevention automatics department +7(812)2929422 lozinova_n@niipt.com OJSC "NIIPТ"

Kovalev V.D. – ScD, Director for science and innovation programs +7(495)7778285 v.kovalev@elektrozavod.ru OJSC "Elektrozavod"

Mustafa G.M. – PhD, Chief of department +7(495)3629748 gmn@vei.ru

All-Russian Electrical Engineering Institute named after V.I. Lenin

Дан анализ потерь электрической энергии в высоковольтных преобразовательных установках большой мощности (ППТ и ВПТ). Приведены расчеты потерь мощности на преобразовательной подстанции на холостом ходу и при нагрузке. Описаны натурные измерения потерь мощности на подстанции Выборгская. Обоснованы некоторые мероприятия по уменьшению потерь в установках с мощными высоковольтными преобразователями.

Ключевые слова: высоковольтные преобразовательные установки; потери электроэнергии; анализ; мероприятия по снижению потерь

Analysis of electric losses in high-voltage converter installations of high power is presented (HVDC lines between ac networks). Computation results of power loss in converter substation working in off-load and on-load modes are presented. Power loss field measurement results in substation of Vyborg are disclosed. Grounds for some measures on reduction of losses in installations with high power high-voltage converters are given.

Key words: high-voltage converter installations; electric losses; analysis; measures on reduction of losses

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Передачи и вставки постоянного тока высокого напряжения. Переводы докладов Международной конференции по большим электрическим системам (СИГРЭ-86) // под ред. Худякова В.В. М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Гуревич М.К., Козлова М.А. Оценка погрешности при расчете потерь мощности в силовых полупроводниковых приборах // Известия НИИПТ. 2007. № 62.
3. Ивакин В.Н., Сысоева Н.Г., Худяков В.В. Электропередачи и вставки постоянного тока и статические тиристорные компенсаторы. М.: Энергоатомиздат, 1993.

4. Крайчик Ю.С., Минин В.Т., Токмакова И.А., Радул А.Б. Влияние несинфазного управления преобразователями на гармоники суммарного переменного тока // Известия НИИПТ. 1988. №47.
5. Пат. РФ 2134009, МКИ H02 J 7/00. Электропередача постоянного тока. Балыбердин Л.Л., Поссе А.В. Оpubл. 27.07.1999, Бюл. №21.
6. Электрическое оборудование для вставки постоянного тока // Сб. науч. тр. ВЭИ им. В.И.Ленина под общей редакцией Бортника И.М. и Кулакова В.П. М.: Энергоиздат, 1986.

УЧЕТ ПРОВОДИМОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭДС, НАВЕДЕННЫХ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

GROUND CONDUCTIVITY ACCOUNT AT VOLTAGE INDUCED IN PARALLEL OVERHEAD TRANSMISSION LINES DETERMINATION

Мисриханов Мисрихан Шапиевич – докт. техн. наук, профессор, генеральный директор Филиала ОАО «ФСК ЕЭС» - МЭС Центра (495) 9628711 Evdokimova@mes-centra.ru

Токарский Андрей Юрьевич – канд. техн. наук, доцент, главный специалист Филиала ОАО «ФСК ЕЭС» - МЭС Центра, г. Москва (495) 9628134 Tokarsky@mes-centra.ru

Misrikhanov Misrikhan Shapievich - general director of Open JSC Federal Network Company Branch "Main Power Networks of the Center", Doctor of technical sciences, professor Tel. 8 (495) 9628711 Evdokimova@mes-centra.ru

Tokarsky Andrey Yurjevich - the main expert of Open JSC Federal Network Company Branch "Main Power Networks of the Center", Candidate of technical sciences, the senior lecturer Tel. 8 (495) 9628134 Tokarsky@mes-centra.ru

Предложена математическая модель расчета ЭДС, наведенных магнитным полем (МП) параллельных линий, с использованием эквивалентной глубины обратного наведенного тока. Наведенная в ремонтируемой воздушной линии ЭДС \dot{E} складывается из ЭДС, создаваемой МП тока в проводе параллельной линии, ЭДС, создаваемой токами, наведенными в земле МП тока в проводе параллельной линии и ЭДС, создаваемой МП обратного тока параллельной линии в земле. До и после «мертвой зоны» модули ЭДС \dot{E}_k и \dot{E} имеют хорошее совпадение, а внутри этой зоны кривая модуля \dot{E} , в отличие от \dot{E}_k , не уходит в зону большой погрешности.

Ключевые слова: параллельные линии электропередачи; магнитное поле; наведенные ЭДС; удельное сопротивление земли; глубина проникновения электромагнитной волны; параметры интеграла Карсона; математическая модель параллельных линий; достоверность результатов расчета наведенной ЭДС

In article the mathematical model of voltage induced

by parallel lines magnetic field (MF) calculation with use of equivalent depth of return induced current is offered. Induced in repaired transmission line voltage \dot{E} is combined from created by parallel line wire current MF, voltage created currents induced in the ground by parallel line wire current MF, and voltage induced by return current in the ground in circuit of parallel line. Before and after "dead zone" voltage modules \dot{E}_k and \dot{E} have good concurrence, and inside of this zone \dot{E} module curve unlike \dot{E}_k does not leave to zone of big error.

Key words: parallel transmission lines; magnetic field; induced voltages; ground resistivity; depth of electromagnetic wave penetration; parameters of Carson' integral; mathematical model of parallel lines; induced voltage calculation results reliability

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carson J.R. Wave propagation in overhead wires with ground return. *Beii Syst. Techn. J.*, 1926, v. 5, № 4.
2. Костенко М.В., Перельман Л.С., Шкарин Ю.П. Волновые процессы и электрические помехи в многопроводных линиях высокого напряжения. М.: Энергия, 1973. 272 с.
3. Цицкиан Г.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. СПб: «Элмор», 2007. 184 с.

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕСИММЕТРИЧНОГО ДВУХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

PHYSICAL MODEL OF UNBALANCED TWO-PHASE ASYNCHRONOUS MOTOR

Ковалев Борис Фадеевич – начальник лаборатории Испытательного Центра ООО «Тольяттинский трансформатор», г. Тольятти 8 (8482) 403446

Kovaliov B.F. – Chief of laboratory.
Tel. +7(8482)403446
Transformer of Togliatti Ltd.

Рассмотрена физическая модель двухфазного асинхронного электродвигателя, содержащего временную несимметрию, для любого значения пространственного угла сдвига между двумя фазами обмотки статора. Получено аналогичное выражение для начального пускового вращающего момента электродвигателя. Определены условия существования кругового вращающегося магнитного поля в двухфазном асинхронном электродвигателе.

Ключевые слова: асинхронные двухфазные электродвигатели; временная несимметрия; магнитодвижущая сила; вращающий момент; математические модели; физические модели; круговое вращающееся магнитное поле

Physical model of two-phase asynchronous electric motor that is temporarily unbalanced for any solid angle of shift between two phases of stator winding is described. The expression is found out for initial start torque of the motor. Existence conditions for circular rotary magnetic field in two-phase asynchronous electric motor are defined.

Key words: asynchronous two-phase electric motors; temporary unbalance; magnetomotive force; torque; numerical models; physical models; circular rotary magnetic field

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев Б.Ф. Индуктивная связь фазных обмоток статора в двухфазном асинхронном электродвигателе, содержащем временную несимметрию // Электротехника. 1999. № 2.
2. Ковалев Б.Ф. Вращающий момент несимметричного двухфазного асинхронного электродвигате-

- ля // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2009. №1. С. 46-52.
3. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. М.: Высшая школа, 1988.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ В ЛИНИЯХ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОАО «ФСК ЕЭС»

POWER LOSS FOR CORONA DISCHARGE IN EXTRA- HIGH TENSION POWER TRANSMISSION LINES

Шаров Юрий Владимирович – канд. техн. наук, доцент МЭИ (ТУ), заведующий кафедрой Электроэнергетических систем, Член Правления ОАО «ИНТЕР РАО ЕЭС», Заместитель Председателя Правления ОАО «РусГидро», Заслуженный энергетик РФ

Гаджиев Магомед Гаджиевич – аспирант МЭИ (ТУ), ведущий эксперт Службы электрических режимов ОАО «ФСК ЕЭС», г. Москва 8 (915) 4926208 mg-hh@mail.ru

Gadzhiev M.G. – Leading expert, Postgraduate
Tel. +7(915)4926208 e-mail: mg-hh@mail.ru

Sharov Yu.V. – Assistant professor, PhD

Рассмотрен способ измерения текущих потерь на корону и в проводах от токов нагрузки в действующих воздушных линиях, получаемых путем вычитания из активной мощности передающего конца линии активной мощности ее приемного конца. Представленный способ основан на компенсации систематической и случайной погрешностей измерения потерь. Данный алгоритм заложен в программный «Универсальный измерительный комплекс», предназначенный для оценки потерь на корону в линиях и проведения оперативных мероприятий по их снижению путем регулирования напряжения.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи; сверхвысокие напряжения; потери мощности на корону; универсальный измерительный комплекс; разработки

Method of measuring of corona discharge current losses and losses in cables due to load current in active aerial power transmission lines is presented. The losses are computed by subtraction of receiving end active power from transmission end active power. The method is based on offset when assessing of constant and random error in measuring losses. Presented algorithm was included as a component in "General-purpose measuring complex" intended to estimate corona discharge losses in the lines and to take operative measures to reduce them by control of voltage.

Key words: aerial power transmission lines; extra-high voltages; corona discharge losses; general-purpose measuring complex; developments

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. 280 с.

2. Оценка потенциала снижения потерь в сетях ОЭС Урала и Средней Волги за счет оптимизации режимов по напряжению и реактивной мощности. Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева.

3. Тамазов А.И. Корона на проводах воздушных линий переменного тока. Спутник+. М.: 2002.

4. Руководящие указания по учету потерь на корону и помех от короны при выборе проводов воздушных линий электропередачи переменного тока 330 – 750 кВ и постоянного тока 800-1500 кВ. М.: СЦНТИ, 1975.

5. Буравцов В.Н., Зимин Л.А., Толасов А.Г., Чистяков А.Д., Щеславский Д.В., Тамазов А.И. Измерение потерь мощности на корону и в проводах ВЛ 500 кВ Конаково - Трубино в режиме реального времени // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2007. № 1. С. 6-9.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УСТАНОВОК РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

OPTIMIZATION OF DISTRIBUTED POWER GENERATION ARRANGEMENT IN ENERGY SYSTEMS

Рахманов Нариман Рахманович-оглы – заместитель директора по альтернативным источникам энергии, заведующий лабораторией моделирования энергосистем (99412) 4313983 nariman@cpee.az

Керимов Октай Заурович-оглы – заведующий лабораторией качества электроэнергии (99412) 4318229 oktaj@yalioo.com

Зейналов Асаф Джафарович-оглы – главный специалист лаборатории моделирования энергосистем (99412) 4318229 asaf_zeynalov@mail.ru

Ахмедова Стела Тагировна-кызы – ведущий инженер лаборатории моделирования энергосистем, аспирант (99412) 4318229 guliyeva_st@yahoo.com

Научно-исследовательский и проектно-испытательский институт энергетики Республики Азербайджан, г. Баку

Представлен метод оптимизации размещения установок распределенной генерации в энергосистеме, обеспечивающий повышение качества напряжения и уменьшение потерь в распределительной сети. В основу метода положен генетический алгоритм, реализованный в виде специализированной программы и опробованный в электрических сетях 10-35кВ. Полученные результаты демонстрируют улучшение качества напряжения и уменьшение потерь в электрических сетях с распределенной генерацией.

Ключевые слова: распределенная генерация; конденсаторные батареи; генетические алгоритмы; распределение мощности; потери в системе

Rakhmanov N.R. – Vice-Director on alternative energysources
Tel. +7(99412)4313983 e-mail: nariman@cpee.az

Kerimov O.Z. – Chief of energy quality laboratory
Tel. +7(99412)4318229 e-mail: oktaj@yalioo.com

Zeinalov A.G. – Chief specialist of energy system modeling laboratory
Tel. +7(99412)4318229
e-mail: asaf_zeynalov@mail.com

Akhmedova S.T. – Leading engineer of energy system modeling laboratory
Tel. +7(99412)4318229
e-mail: guliyeva_st@yahoo.com
Research and development institute of Azerbaijan

Method of distributed power generation arrangement optimization in an energy system is disclosed. The method ensures voltage quality enhancement and reduction of losses in a network. The method is based on genetic algorithm realized as specialized program and approved in 10-35 kV electric lines. The results show enhancement in tension quality and loss reduction in distributed generation electrical networks.

Key words: distributed generation; capacitor banks; genetic algorithm; distributed power generation; system losses

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. Gandomkar, M. Vakilian, M. Ehsan, "A combination of genetic algorithm and simulated annealing for optimal DG allocation in distribution networks", CCECE/CCGEI, Saskatoon, May 2005 IEEE, PP. 645-648.

2. Thomas Ackermarm, Goran Andersson, Lennart Soder; Distributed generation a definition; Electric Power Systems Research 57 (2001) 195-204; December 2000.

3. Pukar Mahat, Weerakorn Ongsakul, Nadarajah Mithulananthan. Optimal placement of wind turbine DG in primary distribution systems for real loss reduction. Proceedings of Energy for Sustainable Development: Prospects and Issues for Asia, Phuket, March 1-3, 2006.

4. Rashtchizadeh A., Rahmanov N.R., Hashimov A.M., Ahmedova S.T. Optimal Dispersed Generation Placement and Assessment of their Impact on Power System. Proceedings of TPE 2009 conference Bilbao (Spain), September 2009.

5. Раштчизаде А., Гашимов А., Рахманов Н., Ахмедова С. Применение генетического алгоритма для оптимального распределения источников генерации с целью уменьшения потерь и улучшения уровня напряжения // Проблемы Энергетики. Элм, Баку. № 4. 2009. С. 24-31.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЖЕСТКОСТИ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА ГАСИТЕЛЯ ВИБРАЦИИ ПРИ ИЗГИБЕ

ESTIMATION OF RIGIDITY OF DAMPENER SPRINGY ELEMENT AT BENDING

Трофимов Сергей Викторович – старший научный сотрудник Центра электротехнического оборудования ОАО «НТЦ электроэнергетики», г. Москва (499) 6133722

Цыплаков Александр Александрович – ведущий инженер Центра электротехнического оборудования ОАО «НТЦ электроэнергетики», г. Москва (499) 6133255

*Trofimov S.V. – Senior researcher
(499)6133722*

*Tsyplakov A.A. – Leading engineer
(499)6133255
OJSC "NTC elektroenergetiki"*

Сравниваются результаты исследований по определению величины жесткости упругих элементов гасителей вибрации различных типов и возрастов с их расчетными величинами при изгибе.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи; гасители вибрации; упругие элементы; жесткость упругого элемента гасителя вибрации при изгибе

Research results on rigidity of springy elements of several age different dampeners are compared along with estimated values of their bending.

Key words: overhead transmission lines; dampeners; springy elements; rigidity of springy element of dampener at bending

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила Устройства Электроустановок (ПУЭ), изд. 7-е. М., НГС «ЭНАС», 2003.
2. Методические указания по типовой защите от вибрации и субколебаний проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ. РД 34.20.189-90. М.: СПО ОРГРЭС, 1991.
3. Трофимов С.В., Шкапцов В.А., Храновская М.С. Исследование влияния механических параметров гасителей вибрации типа ГВН на их собственные частоты. Деп. В ЦНИИТИ «Информэнерго», № 1610эн-Д-84. Библ. Указ. (ВИНИТИ) «Депонированные научные работы» № 1. С. 167.
4. ГОСТ 3069-80. Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1х19 (1+6+12). Сортамент. М.: Издательство по стандартам, 1982.
5. Беляев Н.М. Соппротивление материалов. М.: Государ-

ственное издательство физико-математической литературы, 1962.

6. Седунов В.Н., Началов А.В., Царанов Н.Г., Трофимов С.В., Черноусов С.А. Предложения по применению фторопластовых поверхностных покрытий для снижения массы гололедно-изморозевых отложений на проводах и грозозащитных тросах // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2005. № 5.

7. Стандарт МЭК 61897:1998. Воздушные линии – Требования к гаси телям эоловой вибрации Стокбриджа и их испытания.

8. Трофимов С.В. Анализ результатов расчетов и экспериментальной проверки параметров собственных форм колебаний провода АС 120/19 с гасителем вибрации ГПГ-1,6-11-450 // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2009. № 5.

К ВОПРОСУ О ТЕПЛОВОЙ ДИАГНОСТИКЕ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ADVANCED THERMAL DIAGNOSIS OF ELECTRICAL CONTACTS

Титков Василий Васильевич – докт. техн. наук, профессор
кафедры «Электроэнергетика, техника высоких напряжений»
8(921) 7801081 titkovprof@yandex.ru

Сухичев Михаил Иванович – аспирант кафедры «Электро-
энергетика, техника высоких напряжений»
8(911) 1861050 tempsciko@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный политехнический
университет

Titkov V. V. - ScD, Professor
8 (921) 7801081titkovprof@yandex.ruPhone

Sukhichev M. I. - doctoral student.
8 (911) 1861050 tempsciko@gmail.comPhone

St. Petersburg State Polytechnical UniversityPlace. Faculty
of Electrical Engineering; The Department of Electrophysics and
High Voltage Technology Position

*Работа посвящена усовершенствованию методик для тепло-
визионной диагностики контактных соединений силового элек-
трооборудования. Показана актуальность проблемы, приведены
аналитический и численный методы решения задачи, предло-
жен диагностический параметр, способ расширения возможно-
стей тепловизионного обследования и его ограничения.*

*Ключевые слова: контактные соединения; контакт;
тепловизионная диагностика; ИК-диагностика; моделирова-
ние; численное моделирование*

*The article discusses the improvement of thermal diagnosis
of electrical contacts. This included relevance of the issue, the
analytical and numerical solving method, thinkable diagnostic
setting, enlargement of thermal diagnosis and limitations this
method.*

*Key words: contact; electrical contact; thermal diagnosis;
diagnosis*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русскоязычный сайт фирмы FLIR <http://www.flir.ru>
2. Годжелло А.Г., Панков И.А., Гринберг Р.П. Модель старения неразъемных алюминиевых контактных соединений // Электро-техника. 2002. № 2.
3. Дзецкер Н.Н., Висленев Ю.С. Многоамперные контактные соединения. Л.: Энергоатомиздат, 1987.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ВАКУУМНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ДЛЯ СИНХРОННОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ НЕАГРУЖЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

FEASIBILITY INVESTIGATION ON VACUUM CIRCUIT BREAKER FOR SYNCHRONOUS SWITCHING OUT OF OUT-OF-LOAD TRANSFORMERS

Прохоренко Евгений Валерьевич – канд. техн. наук,
доцент кафедры автоматики
+7(383)2922330 ev_pr@rambler.ru

Лебедев Иван Александрович – аспирант кафедры тех-
ники и электрофизики высоких напряжений +7
(383) 3461179 i.a.lebedev@gmail.com

ГОУ ВПО «Новосибирский государственный технический
университет»

Prokhorenko E.V. - Assistant professor, PhD
+7(383)2922330 ev_pr@rambler.ru

Lebedev I.A. - Postgraduate
+7(383)3461179 i.a.lebedev@gmail.com

Novosibirsk State Technical University

Представлены результаты расчетов отключения трансформаторов вакуумными выключателями, позволяющие оценить актуальность применения синхронной коммутации. Сформулированы требования к статическим и динамическим характеристикам электромеханического привода и кривым восстановления электрической прочности вакуумных дугогасительных камер (ВДК) синхронного вакуумного выключателя (СВВ), разработаны алгоритмы работы СВВ, сформированы требования к допустимым разбросам в работе полюсов СВВ. Рассмотрена реализация электромеханического привода и возможность создания системы автоматического управления (САУ), обеспечивающей заданные характеристики. Предложено оригинальное конструктивное решение СВВ с электромеханической системой, которое позволяет обеспечить требуемые статические и динамические характеристики.

Ключевые слова: коммутация силовых трансформаторов; синхронные вакуумные выключатели; вакуумные дугогасительные камеры; снижение перенапряжений

Results of modeling of switching out of transformers by vacuum circuit breakers are described, which allow evaluating of applicability of synchronous switching. Requirements on static and dynamic behavior of electromechanical drive and electric strength recovery curves for vacuum extinguishing chambers (VEC) of synchronous vacuum circuit breakers (SVCB) are disclosed. Algorithms of SVCB operation are developed and requirements on permitted variation of SVCB pole terminal operation are stated. A version of electromechanical drive and feasibility of automatic control system (ACS) that provides specified characteristics are shown. Original solution of SVCB design along with electromechanical system, which is able to provide required static and dynamic performance is proposed.

Key words: switching of power transformers; synchronous vacuum circuit breakers; vacuum extinguishing chambers; overvoltage reducing

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтярев И.Л. Теоретическое и экспериментальное исследование процессов, сопровождающих коммутации вакуумными выключателями. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. наук. НГТУ, 2005. 215 с.
2. Кадомская К.П., Лавров Ю.А., Рейхердт А.А. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. 368 с.
3. Беляков Н.Н. Защита от перенапряжений установок с вакуумными выключателями // Электрические станции. 1994. № 9. С. 65-71.
4. Базуткин В.В., Евдокунин Г.А., Халилов Ф.Х. Ограничение перенапряжений, возникающих при коммутации индуктивных цепей вакуумными выключателями // Электричество. 1994. № 2. С. 9-13.
5. Рывкин А.М., Лукацкая И.А., Буйнов А.Л., Давыдов С.М., Ляшенко В.Д. Перенапряжения при отключении вакуумным выключателем трансформатора без нагрузки и с индуктивной нагрузкой // Электрические станции. 1990. № 5. С. 62-67.
6. Popov M., E.Acha. Overvoltages due to switching off an unloaded transformer with a vacuum circuit breaker // IEEE Transactions on Power Delivery, -October 1999, No. 4, pp. 1317-1326.
7. Барячина Т.В., Лаптев О.И., Лебедев И.А. Исследование перенапряжений при коммутациях вакуумными выключателями трансформаторов и разработка мер защиты от них: Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей / Сиб. гос.индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. Новокузнецк, 2007. 343 с.
8. Мнухин А.Г., Коневский Б.И. Защита электрических сетей шахт от коммутационных перенапряжений. М.: Недра, 1987. 143 с.
9. Разгильдеев Г.И., Курехин В.В. Эксплуатация вакуумных выключателей в электрических сетях горных предприятий. М.: Недра, 1988. 102 с.
10. Буткевич Г.В., Клепарская Л.Г., Набатов В.Ф. Наибольшее допустимое время расхождения контактов воздушных выключателей для синхронизированного отключения // Электричество. 1969. № 8.
11. Кадомская К.П., Несговоров Е.С., Петракова Л.В., Пономарев В.С. Ограничение внутренних перенапряжений с помощью управления моментами коммутации выключателей // Электричество. 1969. № 9.
12. Controlled switching of HVAC circuit-breakers. Guide for application lines, reactors, capacitors, transformers// Electra. -1999. -№183. pp.43-73. №185. pp. 37-57.
13. Controlled switching of unloaded power transformers// Electra. 2004. № 212. pp. 38-47.
14. Пат. № 2344506 РФ. Вакуумный выключатель / Одокиенко С.И., Прохоренко Е.В. Оpubл. в БИ. 2009. № 2.
15. Пат. № 2366024 РФ. Электроизоляционная тяга / Прохоренко Е.В., Лебедев И.А., Одокиенко С.И. Оpubл. в БИ. 2009. № 24.
16. Востриков А.С., Прохоренко Е.В., Норбоев Б.Р. Построение и исследование модели электромагнитного привода вакуумного выключателя // Электротехника. 2007. №9. С. 28-31.
17. Прохоренко Е. В., Норбоев Б. Р. Разработка и исследование математической модели электромеханической системы синхронного вакуумного выключателя // Мехатроника. Автоматизация. Управление. 2009. № 12. С. 25-29.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАРЯДА ЕМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

INDUCTANCE – CAPACITANCE INVERTER FOR CHARGING OF CAPACITOR BANK

Блинов Кирилл Юрьевич – аспирант

Богачев Василий Сергеевич – аспирант vsbogachev@mail.ru

Кошелёв Петр Александрович – докт. техн. наук,
профессор KoshelevP@rambler.ru

Парамонов Сергей Владимирович – канд. техн. наук, доцент

Blinov K. Yu. – Postgraduate

Bogachev V.S. – Postgraduate vsbogachev@mail.ru

Koshelev P.A. – ScD, Professor KoshelevP@rambler.ru

Paramonov S.V. – PhD, Assistant professor

S. – Petersburg State Electrical Engineering University

Санкт-Петербургский государственный электротехниче-
ский университет (СПбГЭТУ), «ЛЭТИ»

Предложено устройство для заряда емкостных накопителей энергии. Данное устройство может быть также использовано в качестве источника тока в различных системах питания электротехнических объектов и устройств, таких как радиолокационное оборудование, лазерные установки, импульсные газоразрядные источники света, медицинская техника и т. д. Созданы математические модели и представлены методы расчета, анализа и проектирования устройств для заряда конденсаторных батарей.

Ключевые слова: устройство для заряда емкостных накопителей энергии; источники тока; индуктивно-емкостные преобразователи; математические модели; методы расчета

The device to charge the capacitive energy drives is offered. It can be used as a current source in a power supply systems to a different electrotechnical objects and devices such as a radar equipment, lazer devices, pulse gas discharge luminous devices, a medical technology etc. The Mathematical models are created and the methods of calculation analysis and designing devices to charge a capacitor boxes are presented.

Key words: devices to charge the capacitive energy drives; current sources; capacitor boxes; inductive-capacitive converters; mathematical models; methods of calculations

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по импульсной технике / Под ред. В.Н. Яковлева. Киев: Техніка, 1970.
2. Пат. РФ № 77517 / Саенко И.В., Опре В.М., Новик А.А., Кошелёв П.А., Парамонов С.В., Дозоров С.А. Индуктивно-емкостный преобразователь. Опубл. 20.10.2008. Бюл. № 29.
3. Дьяконов В.П. MAPLE 9.5/10 в математике, физике и образовании. М: Изд-во Солон-пресс, 2008. 720 с.
4. Кошелёв П.А., Парамонов С.В., Пшенкин С.Н. Моделирование электронных устройств в символьных и матричных математических вычислительных средах // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3 – 4 (7 – 8). С. 146 – 152.
5. Кошелёв П.А., Овчаренко А.Е. Проектирование источников питания технологических установок с промежуточным звеном повышенной частоты: Учеб. пособие. Л.: Редакционно-издательский отдел ЛЭТИ.
6. Худяков В.Ф., Хабuzов В.С. Моделирование источников вторичного электропитания в среде MATLAB 7.X: Учеб. пособие. СПб.: Редакционно-издательский центр ГУАП, 2008.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

FEATURES OF REACTIVE POWER COMPENSATION IN POWER SUPPLY OF RAILROAD TRACTION SUBSTATION SYSTEM

Герман Леонид Абрамович – докт. техн. наук, профессор кафедры «Электрификация и электроснабжение» Нижегородского филиала Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), член-корр. Академии транспорта РФ (831) 2486030 lagerman@mail.ru

Бородулин Борис Михайлович – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), г. Москва (495) 6021573 Teodor@vniizht.ru

Приведены доказательства целесообразности корректировки Новых правил по компенсации реактивной мощности для варианта электроснабжения тяговых подстанций железных дорог. Предлагается в этом случае контролировать $tg\varphi$ (соотношение реактивной и активной энергии) не по одиночной подстанции, а по группе подстанций. В результате будут снижены потери мощности и улучшен режим напряжения.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности; новые правила; группы тяговых подстанций; потери мощности; режимы напряжения

German L.A. – ScD, Professor (831)2486030 lagerman@mail.ru
Moscow State University of Railways (MIIT), Nizhniy Novgorod branch

Borodulin B.M. – PhD, Leading researcher (495)6021573 Teodor@vniizht.ru
All-Russian Research and Development Institute of Railway transport

Proves on appropriateness of updating of the new rules regarding reactive power compensation for power supply of railroad traction substations are disclosed. It is proposed to control $tg\varphi$ (reactive to active energy ratio) not for single substation but for the group of substations in this case. As a result power loss will be reduced and tension regime will be improved.

Key words: reactive power compensation; new rules; traction substation groups; power loss; tension regimes

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородулин Б.М., Герман Л.А., Николаев Г.А. Конденсаторные установки электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1983. 183 с.
2. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах. М.: Энергоиздат, 1981. 200с.
3. Бородулин Б.М., Герман Л.А., Железко Ю.С., Сапельченко А.М. Экономически обоснованные расчеты оплаты

реактивной мощности и энергии на электрифицированном железнодорожном транспорте / Улучшение качества и снижение потерь электрической энергии: Межвуз. темат. сб. науч. тр. ОмИИТ, Омск, 1995. С.11 – 15.

4. Белоусенко И.В., Шварц Г.Р., Шпилевой В.А. // Энергетика и электрификация газовых промыслов и месторождений. Тюмень, 2000. 273 с.