

Реализация функции измерения показателей качества электрической энергии в устройствах мониторинга процессов в воздушных линиях

ПАНФИЛОВ Д.И., РЫВКИН А.А., ШИМИНА А.О.

Рассмотрены обобщенная структура алгоритма измерения показателей качества электроэнергии, особенности и специфика построения отдельных блоков алгоритма и возможные варианты их реализации в зависимости от поставленной цели и возможностей программно-аппаратной платформы. Изложен подход к отладке разработанного алгоритма от этапа создания математической модели в среде графического программирования LabView до написания программного обеспечения и его отладки в программно-аппаратной платформе. Приведена оценка работы алгоритма измерения показателей качества электроэнергии в среде графического программирования LabView. Представлено многофункциональное устройство, реализующее функцию измерения показателей качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013. Проведены стендовые испытания многофункционального устройства в различных режимах его работы при совместном исполнении различных функций в рамках одной программно-аппаратной платформы.

Ключевые слова: показатели качества электроэнергии, многофункциональное устройство, гармонический анализ, низкочастотный фильтр, полосовой фильтр.

The generalized structure of the algorithm for power quality measurement is described. The specific features of the individual building blocks of the algorithm and possible implementation depending on targets and capabilities of firmware are shown. Approach to its debugging from mathematical model in LabView to software writing is shown. The estimation of the developed algorithm for power quality measurement in LabView is shown. Also multifunctional device, that implements the measurement function of power quality in accordance with GOST 30804.4.30-2013 is presented. Bench tests of the multifunctional device in different modes by simultaneous operations of different functions within the same firmware are probed.

Key words: power quality, multifunctional device, harmonic analysis, low-pass filter, band-pass filter.

Снижение потерь от несимметрии токов и повышение качества электрической энергии в сетях 0,38 кВ

с коммунально-бытовыми нагрузками

КОСОУХОВ Ф.Д., ВАСИЛЬЕВ Н.В., ФИЛИППОВ А.О.

Рассмотрена проблема несимметрии токов и напряжений в городских и сельских электрических сетях 0,38 кВ. Предложен метод определения комплексного показателя несимметрии – коэффициента потерь мощности от несимметрии токов, приведены результаты экспериментального исследования потерь мощности и качества электроэнергии в сети 0,38 кВ с различными типами трансформаторов. Рассмотрены способы снижения потерь и повышения качества электроэнергии.

Ключевые слова: электрические сети 0,38 кВ, качество электроэнергии, потери мощности, эксперимент.

A problem of current unbalance and voltage in municipal and rural nets 0,38 kV is researched. The method for determination of versatility unbalance indicator – power-loss ratio from current unbalance is supposed. The results of experimental investigation of power loss and electricity quality in net 0,38 kV with different types of transformer are given. Methods of loss enhancement and increase of electric power quality in net 0,38 kV are considered.

Key words: electrical nets 0,38 kV, quality of electrical energy, power-loss, experiment.

Локальный нагрев токопроводов силового электроэнергетического оборудования при аварийных режимах и токовых перегрузках

БАРАНОВ М.И.

На основании положений классической и квантовой электродинамики показано, что при протекании в нештатных ситуациях по металлическим токопроводам силового электроэнергетического оборудования электрического постоянного, переменного или импульсного тока большой плотности (100 А/мм² и более) такие токопроводы в зонах их узких по ширине «горячих» продольных участков могут испытывать интенсивный локальный нагрев. Установлено, что возникающие при этом на «горячих» продольных участках токопроводов из-за периодической локализации на них дрейфующих электронов температуры джоулева нагрева до 3,5 раз превышают соответствующие температуры на соседних к ним их «холодных» участках и могут приводить к электротепловому разрушению указанных токопроводов. Эксперименты подтвердили основные расчетные результаты.

Ключевые слова: металлический токопровод, дрейфующие электроны, электрический ток, плотность тока, температура нагрева, электротепловое разрушение, расчет, эксперимент.

It is rotined on the basis of positions of classic and quantum electrodynamics, that at flowing in nonpermanent situations on metallic explorers of power electro energy equipment of electric direct, variable or impulsive current of high-slay (100 A/mm² and more) such explorers in the areas of their narrow on a width «hot» longitudinal areas can test the intensive local heating. It is set that arising up here on the «hot» longitudinal areas of explorers from periodic localization on them drifting electrons of temperature of the joule heating to 3,5 times exceed the proper temperatures on nearby to them their «cold» areas and can result in electro-thermal destruction of indicated explorers. Experiments confirmed basic calculation results.

Key words: metallic explorer, drifting electrons, electric current, closeness of current, temperature of heating, electro-thermal destruction, calculation, experiment.

Выбор оптимального варианта системы питания кольцевого электромагнита ускорителя У-70

ГОНЧАРЕНКО В.П., МИЗИНЦЕВ А.В., МИХАЙЛОВ Ю.А.

Описываются исследования по выбору оптимального варианта системы питания кольцевого электромагнита ускорителя У-70 с использованием полупроводниковых преобразователей. Показано, что при симметричном управлении вентилями преобразователя их двукратное включение (за период 50 Гц) по сравнению с режимом без двукратного включения выигрывает по реактивной мощности, потребляемой от сети, не дает. Для снижения реактивной мощности при заданных токах нагрузки без изменения силовой части преобразователя и схемы питания целесообразно использовать поочередное управление вентилями группами в каждой паре встречновключенных трехфазных мостов преобразователя. Такой способ управления может снизить реактивную мощность на стадии поддержания постоянного тока нагрузки с 36,729 Мвар до 3,264 Мвар при одновременном снижении полной мощности сети приблизительно в два раза. Одновременно с этим снижаются до приемлемых значений колебания напряжения на шинах 220 кВ, вызванные работой преобразователя. Включение в силовую часть цепи дополнительного трехфазного источника с уровнем напряжения, пониженным по сравнению с напряжением имеющихся основных источников, также позволит снизить потребление реактивной мощности и получить большую гибкость в управлении режимами работы преобразователя.

Ключевые слова: реактивная мощность, высшие гармоники, ускоритель, электромагнит, полупроводниковый преобразователь, вентиль, регулирование, угол коммутации, поджиг.

The choice of the optimum variant of the power supply system of the ring electromagnet of the accelerator U-70 with the use of semi-conductor converters is researched. We show that the double igniter of the valves (during cycle of the 50 Hz) have no advantages of the wattles power in comparison with the regime without the double igniter of the valves at controlling them symmetrically. It is advisable to use the turn-by-turn control of the valve groups in each pair of the subtractive connected three phase bridges of the converter for decreasing wattles power at the desired currents of the load without changing the power part of the converter and the power supply circuit. Such a method of control can decrease the wattles power from 36,729 Mvar to 3,264 Mvar at the stage of keeping a constant loading current. The apparent power of the network is decreased approximately twice. Simultaneously the fluctuations of the voltage, caused by the converter operation, on the buses of the 220 kV are decreased up to the comprehensible sizes. Connecting the additional three phase source with the level of voltage smaller than the voltage of the basic sources allows to decrease the consumption of the wattles power and receive a bigger flexibility of the controlling of operation regimes of the converter.

Key words: wattles power, higher harmonics, accelerator, electromagnet, semi-conductor converter, valve, control, the switching angle, igniter.

Прогнозирование сигнала обратной связи для ПИ-регулятора предельного быстрогодействия

АНУЧИН А.С.

Рассмотрен алгоритм прогнозирования сигнала обратной связи для реализации контура тока с ПИ-регулятором, настроенным на предельное быстродействие. В алгоритме учтены ошибки неверного задания индуктивности и наличие фильтра в сигнале обратной связи, реализован алгоритм коррекции значения индуктивности модели объекта регулирования и пропорционального коэффициента ПИ-регулятора тока. Работоспособность проверена с учетом дискретности измерительного канала.

Ключевые слова: электропривод, ПИ-регулятор, прогнозирование, обратная связь, цифровые системы управления, предельное быстродействие.

An algorithm for feedback signal prediction in current loop with PI-controller tuned for one PWM period setting time without overshoot and ringing is considered. The error in known inductance value and analog filter delay are taken into account. Inductance value correction and PI-controller coefficient correction algorithms are shown. Final algorithm was tested with discrete-valued ADC data.

Key words: electric drive, PI-controller, prediction, feedback, digital control, deadbeat control.

Имитационная модель электрической дуги

ВЕРЕЩАГО Е.Н., КОСТЮЧЕНКО В.И.

Рассматриваются вопросы построения Simulink-модели электрической дуги, позволяющей решать различные задачи, связанные как с исследованиями протекающих в ней и в источниках питания дуги процессов, так и с испытаниями в статических и динамических режимах и с практической реализацией подобных устройств. Описан принцип действия модели.

Ключевые слова: электрическая дуга, математическая модель, испытания, источник питания, электротехнологический процесс.

The article deals with the construction of Simulink-model of the electric arc, which allows to solve various problems associated with both the research taking place in it and in the sources of supply of the arc process, and with tests in static and dynamic conditions and the practical implementation of such devices. The principle of operation of the model.

Key words: electric arc, a mathematical model, testing, supply, electro-technological process.

Влияние быстрых изменений несимметрии напряжений на вибрационные характеристики асинхронных двигателей
СИЛАЕВ М.А., ТУЛЬСКИЙ В.Н., КАРТАШЕВ И.И.

Рассмотрено влияние несимметрии напряжения в электрических сетях, питающих электрифицированную тяговую нагрузку, на режимы работы крупных асинхронных двигателей (АД). На основании метода симметричных составляющих и анализа годографов магнитных полей АД с короткозамкнутым ротором, рассмотрено влияние различных видов несимметрии напряжения (постоянной и перемежающейся) на его вибрационные характеристики. Показано, как возрастание магнитной индукции в воздушном зазоре АД при несимметрии напряжения обуславливает увеличение радиальных вибровозмущающих сил. Получены результаты, свидетельствующие о том, что перемежающаяся несимметрия напряжения может не только приводить к повышенным уровням вибраций АД, но и быть более опасной для его работы, нежели постоянная несимметрия. Сделан вывод о целесообразности введения новых показателей качества электрической энергии, позволяющих оценивать мгновенные значения амплитуды несимметрии и угла между симметричными составляющими напряжения прямой и обратной последовательности. Актуальность проведённых исследований подтверждена регулярными случаями отключения АД на нефтеперекачивающих станциях из-за срабатывания датчиков вибрационной защиты.
Ключевые слова: качество электрической энергии, несимметрия напряжения, вибрации асинхронных двигателей.

The effect of voltage unbalance in electrical networks supplying electrified traction load on the operation modes of large induction motors (IM) is considered. Based on the method of symmetrical components and analysis of time-distance curves of magnetic fields inside IM with squirrel-cage rotor, the influence of various kinds of voltage unbalance (continuous and intermittent) on its vibration characteristics is studied. It's shown that increase of magnetic induction in the air gap of IM under voltage unbalance causes increase in radial vibration forces. The results indicate that alternating voltage unbalance can not only lead to increased levels of IM vibration, but also can be more dangerous for its operation compared to constant voltage unbalance. It's concluded to be feasible to introduce new power quality indices, allowing estimating the instantaneous magnitude of voltage unbalance and the angle between symmetrical components of positive and negative phase-sequence voltage. Relevance of the research is confirmed by regular cases of IM cut-off on oil pumping stations due to tripping of vibration protection sensors.

Key words: power quality, voltage unbalance, vibration of asynchronous motors.

Реализация прогнозирования нелинейной динамики в реальном времени: натурные экспериментальные исследования
КОЛОКОЛОВ Ю.В., МОНОВСКАЯ А.В.

Предложена новая постановка задачи прогнозирования нелинейной динамики импульсных преобразователей энергии и рассмотрена технологическая цепочка для ее решения на примере импульсного понижающего преобразователя напряжения DC-DC.
Ключевые слова: ШИМ преобразователи, прогнозирование, реальное время, бифуркационные явления, практическое приложение.

The new viewpoint on the nonlinear dynamics forecasting regarding pulse energy converters is proposed. The technological flow to realize the forecasting is considered by the example of the DC-DC buck converter.

Key words: PWM converters, forecasting, real-time, bifurcation phenomena, practical application.

Энергоэффективное управление асинхронной машиной
ФИЛЮШОВ Ю.П.

Рассмотрен оптимальный по быстродействию закон управления асинхронной короткозамкнутой машиной в условиях стабилизации коэффициента полезного действия.

Ключевые слова: электропривод переменного тока, оптимальное управление, энергетические ограничения.

This paper considers the law optimal control asynchrony motor squirrel cage induction.

Key words: the alternating current electric drive, optimum control, power restrictions.