

Метод диагностирования нитей накаливания светофорных ламп

НИКИТИН А.Б., ПАНЫЧЕВ А.Ю., ВАСИЛЕНКО М.Н.

Современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики снабжаются развитыми средствами самодиагностирования. Статья посвящена разработке метода непрерывного контроля технического состояния выключенных светофорных ламп. Предложено использование импульсного контроля с помощью специальных тестовых импульсов. Преимуществом такой схемы контроля является низкая чувствительность к шунтирующему действию индуктивности намагничивания сигнального трансформатора. Правильный выбор параметров импульсов позволяет значительно снизить шунтирующее влияние емкости кабельной линии. Показано, что схема импульсного тестирования может быть реализована на современной бесконтактной элементной базе. Рассмотрены принципы импульсного контроля выключенных светофорных ламп. Предложено техническое решение, позволяющее генерировать тестовые импульсы длительностью 5 мс с интервалом следования 200 мс. Рассмотрены принципы обработки сигналов на выходе схемы контроля. Предложенное техническое решение интегрировано в состав силового модуля управления светофорными лампами.

Ключевые слова: светофорные лампы, контроль холодной нити, импульсная схема контроля, тестирующие импульсы.

Modern railway automation and remote control systems are provided with developed self-checking means. The article is about ability of continuous check of technical state of turned off signal lamps. Solution of the problem is achieved using technical diagnostic methods. It is offered to use impulse check i.e. to send special test impulses. Advantage of such test circuit is the low sensitivity to shunting effect of signal transformer magnetizing inductance. Herewith the correct choice of impulse parameters allows to significantly reduce shunting effect of cable line capacity. The important feature is that impulse test circuit could be implemented using modern contactless semiconductor component base. Article contains principles of impulse check of turned off signal lamps. The original technical solution is adduced; it allows to generate 5 ms impulses every 200 ms. Also principles of procession of data on check circuit outputs are shown. Offered solution is integrated in the structure of signal lamp control power module.

Key words: signal lamps, cold glower test, impulse check circuit, test impulses.

Электротехника, 2016, №5, стр. 7-13

Индустриальные технологии, мобильность и энергоэффективность электрической тяги рельсового транспорта

БУРКОВ А.Т., БЛАЖКО Л.С., ИВАНОВ И.А.

Электрифицированная железнодорожная магистраль – транспортный комплекс, включающий подвижной состав (локомотивы и вагоны), железнодорожную инфраструктуру (путь, устройства электроснабжения, сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и другие стационарные объекты). В условиях складывающегося рынка главным условием обеспечения эффективности и конкурентоспособности «Российских железных дорог» является повышение мобильности. Рассматриваются основные факторы, индустриальные технологии, на основе которых планируется получить повышение мобильности российского железнодорожного транспорта. Определяющее значение в этой стратегии отведено наращиванию участковых скоростей и повышению производительности электрических локомотивов, динамической нагруженности путевой структуры и качества электрообеспечения скоростных и высокоскоростных линий. По сформулированным предложениям разработаны специальные технические условия, принятые для проектирования и строительства железнодорожного участка Москва–Казань высокоскоростной магистрали Москва–Казань–Екатеринбург с максимальной скоростью 400 км/ч.

Ключевые слова: электрифицированные магистрали, конкурентоспособность, мобильность, индустриальные технологии, участковая скорость, производительность локомотива, динамическая нагруженность путевой структуры, качество электрообеспечения.

Electrified mainline railway is a transport complex including rolling stock, (locomotive and carriages), railway infrastructure (railway track, power supply facilities, signaling, interlocking and block systems), and other stationary objects. In the conditions of developing market the main condition of providing efficiency and competitiveness of “Russian Railways” is mobility enhancement. There are considered the main factors and industrial technologies, on their basis it is planned to enhance mobility of Russian railway transport. The main significance in this strategy is given to rising of section speeds and increasing of electric locomotive capacity, dynamic loading of track structure and power supply quality of high-speed and dedicated high-

speed railway lines. In accordance with the defined proposals the Special Technical Specifications (STS) were worked out which were accepted for design and construction of Moscow –Kazan section of high_speed mainline railway Moscow – Kazan – Ekaterinburg with its maximum speed of 400 km/h.

Key words: electrified main line railways, competitiveness, mobility, industrial technologies, section speed, locomotive capacity, dynamic loading of railway track structure, power supply quality.

Электротехника, 2016, №5, стр. 14-19

О построении систем управления качеством электроэнергии

АГУНОВ А.В., ТИТОВА Т.С., КРУЧЕК В.А.

Обсуждаются некоторые аспекты построения систем управления качеством электроэнергии в системах электроснабжения. Выделены основные требования к показателям качества электроэнергии, рассмотрены условия совместной параллельной работы потребителей, проведен анализ традиционных способов решения возникающих при этом проблем. Рассмотрены достоинства и недостатки систем управления качеством электроэнергии, связанные с возможностями новых технологий с применением мощных полупроводниковых переключающих приборов (GTO- и IGCT- тиристоры, MOSFET- и IGBT- транзисторы). Средства вычислительной техники в системе управления качеством электроэнергии позволяют применить достаточно сложные и эффективные алгоритмы численной обработки сигналов и значительно увеличить точность коррекции возмущений в электрической сети. Рассмотрены преимущества и недостатки промышленных установок, выполненных в виде управляемого реактора с подмагничиванием постоянным током, а также реактора с тиристорным ключом. Выделены два типа устройств для компенсации возможных недостатков устройства с использованием полностью управляемых ключей или устройства с искусственной коммутации и с неполностью управляемыми силовыми ключами. Проведен краткий анализ известных способов управления качеством электрической энергии. Предложены рекомендации по созданию систем управления качеством электроэнергии, в которых параметры программного обеспечения зависят от алгоритма решения поставленной задачи, а алгоритм – от способа управления и математических закономерностей, на которых он базируется. Способ управления определяет структуру системы управления качеством электроэнергии, а программное исполнение – основные операции обработки информации, их количество,

схему обработки данных, объем потоков данных и т.п.

Ключевые слова: системы электроснабжения; качество электрической энергии; компенсация реактивной мощности; силовые активные фильтры.

Discusses some aspects of building management systems power quality in power systems. The basic requirements to indicators of quality of electric energy, the conditions of parallel operation of joint energy consumers, the analysis of traditional ways of solving the problems. The advantages and disadvantages of the basic directions of the quality management system of electric power-related capabilities of new technologies with application of high-power semiconductor switching devices (GTO- and IGCT-thyristor, MOSFET- and IGBT-transistors) and computing. The presence of computer technology in the quality management system of electricity allows the use of rather complicated and effective algorithms for numerical processing of signals and significantly increase the accuracy of correction of disturbances in electric networks. The advantages and disadvantages of industrial plants is made in the form of controlled reactor DC magnetic bias, and the reactor with thyristor key. Two types of devices to overcome the possible drawbacks: with the use of fully controlled switches, or with the use of artificial switching, and using a fully controlled power switches. A brief analysis of the known methods of control systems electric power quality. Recommendations on the establishment of quality management systems of electricity, where the parameters of the software depend on the generated algorithm of solving the task, and the algorithm – used method of control and mathematical laws on which it is based. The management method defines the structure of the quality management system of electricity, and the software implementation of the basic operations of information processing, their number, the scheme of data processing, volume data flows, etc.

Key words: power systems; power quality; reactive power compensation; active power filters.

Электротехника, 2016, №5, стр. 20-24

Моделирование электромагнитных процессов в асинхронном тяговом электроприводе автоматического электрического торможения электропоезда

АЛЕКСАНДРОВ А.В., КИСЕЛЕВ И.П., МАКАРОВА Е.И.

В статье обоснована возможность и целесообразность использования электрического тормоза моторвагонного подвижного состава с асинхронным тяговым приводом в качестве автоматического тормоза. Электрический тормоз не подвержен влиянию низких

температур, позволяет строить высокоэффективную защиту от проскальзывания и юза, интегрированную в систему управления тяговым приводом, и регулировать тормозной момент с высоким быстродействием. Большое количество моторных осей и, как следствие, высокая энерговооруженность моторвагонного подвижного состава, позволяет обеспечивать при электрическом торможении меньшую длину тормозного пути, чем при пневматическом торможении. Однако применение электрического тормоза в качестве автоматического возможно только в том случае, если он может быть приведен в действие в любом режиме движения поезда, в том числе и при обесточенной контактной сети или выключенной дизель-генераторной установке. На основе математического моделирования анализируются принципиальная возможность и условия практической применимости электрического тормоза в качестве автоматического. Рассмотрены электромагнитные процессы в асинхронном тяговом приводе в данном режиме работы, оценено время приведения электрического тормоза в состояние готовности к торможению при отсутствии внешнего питающего напряжения.

Ключевые слова: моторвагонный подвижной состав, электрическое торможение, автоматический тормоз, асинхронный тяговый привод.

The article substantiates the possibility and expediency of using of electric braking as automatical for motor railcar rolling stock with asynchronous traction drive. Electric braking is not exposed to the effect of low temperatures, allows to construct high efficiency protection against slipping and skidding of wheels, integrated in traction drive control system, and gives the opportunity to control braking force with high speed. Many motor axes and high installed power of motor railcar rolling stock allow to provide less braking distances of electric brake compared with pneumatic that is especially important for emergency braking. But electric braking using as automatic system allowed only if it will be ready to use anyway including loss of power from the catenary or diesel generator off. Basing on mathematical modeling the principal opportunity and stipulations of practical using of electrical brake as automatic system are analyzed. Electromagnetic processes in asynchronous traction drive in braking mode are considered and time to bring electric brake into operation when loss of power from the catenary is investigated.

Key words: motor railcar rolling stock, electric braking, automatic brake, asynchronous traction drive.

Вагоны-электростанции с комбинированными энергоустановками

НИКИТИН В.В., МАРИКИН А.Н., ТРЕТЬЯКОВ А.В.

Централизованные системы электроснабжения пассажирских и специальных поездов от вагона-электростанции (ВЭ) характеризуются меньшей удельной массой и стоимостью электрооборудования, меньшими затратами на эксплуатацию и ремонт, возможностью использовать стандартное электрооборудование общего назначения. Недостатками являются большое количество вредных выбросов в атмосферу, особенно при работе дизель-генераторов с нагрузками меньше номинальных, и высокий уровень шума, что затрудняет эксплуатацию ВЭ на станциях, в депо и тоннелях. Один из способов повышения экологических показателей ВЭ – создание комбинированных энергосистем, в которых наряду с дизель-генераторами используются альтернативные источники энергии, в первую очередь, электрохимические генераторы (ЭХГ), характеризующиеся отсутствием вредных выбросов в атмосферу, низким уровнем шума, более высоким КПД, возрастающим при работе с нагрузками ниже номинальных. В статье рассматриваются способы регулирования мощности, принципы построения системы управления, варианты структуры энергетического канала с ЭХГ, работающим через инвертор напряжения параллельно с синхронным генератором на общую трехфазную нагрузку. Показана возможность регулирования активной и реактивной мощности энергетического канала с ЭХГ в широком диапазоне путем изменения коэффициента модуляции и начальной фазы задающего воздействия инвертора напряжения. Предложена структурная схема системы управления, обеспечивающая высокое быстродействие и удовлетворительное качество переходных процессов в энергосистеме с ВЭ. Методом математического моделирования показана возможность обеспечить удовлетворительное качество электроэнергии на выходе канала (коэффициент гармоник не выше 10–12%) при весьма высоком КПД (80–88%) во всем диапазоне мощностей.

Ключевые слова: вагон-электростанция, дизель-генератор, электрохимический генератор, инвертор напряжения.

Centralized power supply systems for passenger and special trains with generator cars are characterized by lower equipment relative weight and cost, lower costs for maintenance and repairing and give the opportunity to use standard general purpose equipment. The drawbacks are high noxious emissions especially when diesel is working with partial load and high noise level. This makes it difficult for generator cars to operate on station tracks and in tunnels. One

of the ways to improve the generator cars ecological indicators is to design the combined power system with diesel generators and alternative power sources, primarily fuel cells, used at the same time with diesel generators. The advantages of fuel cells are harmful emission absence, low noise level and higher efficiency increasing with lower loads compared with diesel generators. The power control methods, principles of control system design and structure versions for power channel with fuel cells which supply three phase electricity consumers through VVVF inverter at the same time with diesel generator are discussed in the article. The opportunity of active (true) power and reactive power control of power channel with fuel cells in a wide range by the means of VVVF modulation coefficient and initial phase is showed. The control system structure is offered which provide quick action and satisfactory quality of transients in generator car power system. It is showed with mathematical modelling that satisfactory power quality (THD lower than 10–12%) and efficiency 80-88% for power channel with fuel cells are achievable in wide power range.

Key words: generator car, diesel generator, electrochemical generator with fuel cells, VVVF power inverter.

Электротехника, 2016, №5, стр. 32-36

Повышение эффективности охлаждения силовых полупроводниковых приборов

ГРИЩЕНКО А.В., КИСЕЛЁВ И.Г., КОРНЕВ А.С., КРЫЛОВ Д.В.

Была поставлена задача разработать уточненную методику определения коэффициентов термического сопротивления контакта силовой полупроводниковый прибор – охладитель с учетом шероховатости контактируемых поверхностей. Для этого были использованы методы математического моделирования с применением теории случайных функций и методы натурных испытаний элементов полупроводниковых преобразователей. С помощью разработанных программ и экспериментальных зависимостей определены значения усилий сжатия и шероховатости поверхностей, при которых достигается максимальная интенсивность контактного теплообмена в силовых блоках с испарительно-воздушным охлаждением. Показано, что с увеличением давления число контактных пятен и фактическая площадь контакта возрастают, приводя к снижению термического сопротивления. При этом, чем меньше шероховатость поверхностей, тем при меньших значениях давления можно добиться максимальной интенсивности контактного теплообмена. Значительное снижение контактного термического сопротивления для каждой контактной пары происходит лишь для определенного значения давления, после

которого дальнейшее увеличение нагрузки (более 20–30 мПа) не дает желаемого эффекта снижения контактного термического сопротивления и поэтому теряет смысл. Применение теплопроводящих паст КРТ-8 и клея К-1 приводит к снижению контактного термического сопротивления более, чем в 3 раза. Применение оловянных и иридиевых прокладок для контактной пары СПП-охладитель с никелированными поверхностями не дало положительного результата. На основе расчетных и экспериментальных данных уточнены требования к степени обработки контактных поверхностей, использования никелевых покрытий, теплопроводных паст и прокладок, которые дают возможность повысить эффективность охлаждения силовых полупроводниковых приборов на 10–14%.

Ключевые слова: силовой полупроводниковый прибор, охладитель, шероховатость поверхности, усилие сжатия, контактный теплообмен.

To develop a revised method of determining the coefficients of thermal contact resistance of power semiconductor device – cooler taking into account the roughness of the contacted surfaces. We Used methods of mathematical modeling using the theory of random functions and methods full-scale tests of elements of semiconductor converters. Using the developed software and experimental curves the values of the compressive forces and the surface roughness, which is achieved when the maximum intensity of contact heat transfer in power units with evaporative cooling. It is shown that with increasing number of contact spots pressure and the actual contact area is increased, leading to a decrease in thermal resistance, while the smaller surface roughness, the maximum intensity can be achieved with lower heat transfer contact pressures. A significant reduction in the thermal contact resistance for each contact pair takes place only to a certain pressure value, after which further increase in the load (20–30 mPa) does not give the desired effect of reducing the contact thermal resistance and therefore meaningless. The use of thermal paste KPT-8 and adhesives K-1 reduces the contact thermal resistance is more than three times. The use of tin and iridium pads for contact pair WBS cooler with nickel-plated surfaces did not give a positive result. On the basis of calculated and experimental data clarified the requirements for the degree of treatment of the contact surfaces, the use of Nickel coatings, heat-conducting pastes and strips, which give the opportunity to improve the efficiency of cooling of power semiconductor devices by 10–14%.

Key words: power semiconductor device, cooler, surface roughness, compression force, contact heat transfer.

Локализация тока коллекторных тяговых двигателей в нестационарных режимах работы электрического подвижного состава

МАЗНЕВ А.С., ПЛАКС А.В., УРУШЕВ С.В.

Поставлена задача оценить возможность предложенного устройства ограничивать ток двигателей при восстановлении напряжения питания после кратковременного отрыва токоприемника от контактного провода. Проведены анализ переходных процессов в цепях тяговых коллекторных двигателей в нестационарных режимах эксплуатации электрического подвижного состава, устройств ограничения тока при восстановлении напряжения на токоприемнике после его отрыва от контактного провода, оценка вариантов подпитки обмоток возбуждения, расчет параметров предложенного устройства ограничения тока, разработка вариантов компьютерных моделей и исследование переходных процессов в цепи тяговых двигателей при восстановлении напряжения питания. Произведена оценка влияния подпитки обмоток возбуждения от дополнительного источника, пока зона возможного ограничения и исключение бросков тока двигателя при восстановлении напряжения источника, рассмотрены варианты разряда накопительного элемента на обмотке возбуждения, рассмотрены соотношение параметров конденсаторов в зависимости от необходимого значения напряжения на обмотках, реализован способ регулирования тока в обмотках возбуждения от независимого источника. Использование предложенного способа и устройства защиты позволяет повысить коммутационную стойкость тяговых двигателей при бросках или при восстановлении напряжения после потери контакта токоприемника с контактным проводом, снизить вероятность нарушения коммутации и уменьшить число выходов их строя.

Ключевые слова: силовые полупроводниковые приборы, отрыв токоприёмника, коммутационная стойкость двигателя.

To evaluate the feasibility of the proposed device to limit current motor voltage when power is restored after a brief separation of the pantograph on the contact wire. Analysis of transients in circuits of traction commutator motors in transient modes of operation of the electric rolling stock, devices limit the current when the voltage is restored to the current collector after his separation from the contact wire, assessment of feeding the excitation winding, the calculation proposed by the current limiting device parameters, the development of computer models

options and the study of transients in the chain traction motor voltage when power is restored. An assessment of the effect of feeding the excitation winding of the additional power, until the zone of possible limitations and exceptions motor inrush current when restoring voltage source, consider discharge the storage element in the excitation winding, considered the ratio of capacitors parameters depending on the desired value of voltage on the windings is implemented the way current control in the field winding from an independent source. The use of the assumed method and apparatus can improve the switching resistance of the traction motors when throwing or when the voltage is restored after a loss of contact with the contact wire pantograph, reduce the likelihood of violations of switching and reduce the release of their system.

Key words: power semiconductors, collectors break, switching motor resistance.

Электротехника, 2016, №5, стр. 42-48

Имитационная математическая модель тягового трансформатора с секционированными вторичными обмотками

ЕВСТАФЬЕВ А.М., ЯКУШЕВ А.Я., СЕРЕДА А.Г.

Статья посвящена проблеме учета изменения магнитного потока рассеяния обмоток тягового трансформатора при дискретном циклическом переключении нагрузки секций тяговых обмоток во время моделирования непрерывных процессов. Это изменение предлагается учитывать введением фиктивных взаимных индуктивностей и активных составляющих взаимных сопротивлений обмоток, которые можно определить, используя теорию многообмоточных трансформаторов. Рассмотрен способ математического представления и компьютерного моделирования тягового трансформатора с секционированными вторичными обмотками, на основе применения формы записи системы дифференциальных уравнений в пространстве состояний. Получены выражения для расчета индуктивностей рассеяния обмоток трансформатора и взаимных индуктивностей, учитывающих изменение магнитного поля рассеяния обмоток при дискретном циклическом переключении нагрузки секций тяговых обмоток. Составлен алгоритм расчета элементов матриц уравнения состояния. Разработана имитационная математическая модель тягового трансформатора в среде MatlabSimulink, учитывающая изменение магнитного поля рассеяния обмоток при дискретном циклическом переключении нагрузки секций тяговых обмоток. Обоснована адекватность предложенной имитационной математической модели посредством сопоставления токов

короткого замыкания, полученных в результате моделирования, с токами натуральных опытов короткого замыкания тягового трансформатора.

Ключевые слова: тяговый трансформатор, многообмоточный трансформатор, индуктивность рассеяния, пространство состояний.

The article is devoted to the problem of accounting of windings leakage flux of traction transformer in case of discrete load switching of tapped secondary windings during simulation of continuous processes. Variation of windings leakage flux can be accounted by introduction of fictitious mutual inductance between windings and active component of mutual impedance between windings, which can be determined using the theory of multi winding transformer. Method for mathematical representation and computer modeling of traction transformer with tapped secondary windings, with form of recording of differential equation system in state space is used. Authors propose equations for calculating winding leakage inductances and mutual inductance between windings, which are taking into account winding leakage inductances variation in case of discrete load switching of tapped secondary windings. Algorithm for calculation of matrix elements of equation of state space is proposed. A simulation mathematical model of traction transformer in Matlab Simulink was developed, taking into account winding leakage inductances variation in case of discrete load switching of tapped secondary windings. Adequacy of the mathematical model is confirmed by comparison of fault currents obtained by simulation with experimental fault currents of traction transformer.

Key words: traction transformer, multi winding transformer, winding leakage inductances, state space.

Электротехника, 2016, №5, стр. 48-52

Методика определения тока помех в рельсах двухниточных рельсовых цепей метрополитенов

МАНАКОВ А.Д., КУДРЯВЦЕВ В.А., ОСЬМИНИН А.Т.

Рассмотрена задача определения норм кондуктивных помех от электроподвижного состава с частотным приводом на устройства рельсовых цепей метрополитенов на примере ГУП «Петербургский метрополитен». Такие нормы позволяют перейти к обеспечению электромагнитной совместимости подвижного состава и устройств регулирования движения поездов и, прежде всего, рельсовых цепей. Поставленные

задачи решаются методами теории электромагнитной совместимости. Рассмотрены особенности помех, возникающих в процессе работы рельсовых цепей. Определено, какая помеха оказывает мешающее воздействие, а какая – опасное воздействие. Установлено, что при анализе электромагнитной совместимости электроподвижного состава с частотным приводом и аппаратуры рельсовых цепей необходимо стандартизировать требования к допустимому току помехи, генерируемому электроподвижным составом. Приведены основные показатели стандартов, разработанных по результатам исследований, а также нормированные значения допустимых токов помех, вызывающих опасное и мешающее влияние на электроподвижной состав. Указаны допустимые токи помех в тональных рельсовых цепях и в рельсовых цепях с частотой 50 Гц, а также допустимые токи помех в рельсах при заданных коэффициентах асимметрии.

Ключевые слова: метрополитен, электроподвижной состав, рельсовые цепи, электромагнитная совместимость, кондуктивные помехи, мешающее влияние, опасное влияние.

The article is devoted to the solving of the problem of determination of rates of electric rolling stock conductive interferences on the devices of subway track circuits on the example of SUE «Petersburgskiy metropoliten». It allows to explore electromagnetic compatibility of rolling stock and train traffic control devices and, first of all, track circuits. These problems are solved using electromagnetic compatibility theory. Some features of interferences appeared during track circuit operation are described in the paper; including separation of interferences to danger and interrupting. Research has shown that for exploring of electromagnetic compatibility of electric rolling stock with frequency motor and track circuit equipment the requirements for the interference current generated by the rolling stock should be standardized. The main information from the standards based on the research is given. Rates of danger and interrupting interference on the rolling Rates of danger and interrupting nterference on the rolling stock currents are given. Also rates of interference current in track circuits, 50 Hz track circuits and rates of interference current in rails for specified asymmetry coefficient are given.

Key words: metropoliten, electric rolling stock, line tracks, electromagnetic compatibility, conductive interferences, track circuits, interrupting effect, danger effect.

Способы организации систем функционального диагностирования логических схем без памяти

ЕФАНОВ Д.В., ГРОШЕВ Г.М., МАЛИКОВ О.Б.

При организации систем функционального диагностирования логических схем без памяти часто используются классические и модульные коды с суммированием единичных разрядов информационных векторов. Ввиду особенностей построения данных кодов существует ровно столько способов организации систем функционального диагностирования, сколько выходов имеет контролируемый объект. Возникает задача расширения множества кодов с суммированием. Для решения этой задачи в статье использованы методы теории дискретных устройств, теории кодирования и технической диагностики. Предлагается обобщенный алгоритм построения целого класса модульно модифицированных кодов с суммированием единичных разрядов в информационных векторах, а также определена мощность их множества для данного количества выходов контролируемого объекта. В основе описываемого класса кодов лежит определение наименьших неотрицательных вычетов значения веса информационного вектора и последующая операция корректировки получаемых значений модифицированных весов. Модульно модифицированные коды с суммированием единичных разрядов в информационных векторах обладают различными свойствами обнаружения ошибок в системах функционального диагностирования. Их применение также дает возможность построения надежных дискретных устройств с уменьшенными аппаратными затратами и характеристиками энергопотребления.

Ключевые слова: система функционального диагностирования; структурная избыточность; энергопотребление; обнаружение ошибок; код Бергера; модульно модифицированный код с суммированием.

Classic and modulo codes with summation of active bits of data vectors are often used for the organization of concurrent error detection systems for combinational circuits without memory. Because of the features of code formation the number of ways of concurrent error detection system organization is the same as the number of outputs of tested object. The task of expansion of variety of codes with summation appears. Methods of the theory of digital devices, coding theory and technical diagnostic theory were used to solve this problem. The generalized algorithm of formation of entire class of modulo modified codes with summation is

offered, also the cardinality of the set of such codes for the given number of outputs of tested object is determined. The described class of codes is based on the determination of less not negative deductions of data vector weight and the following operation of correction of modified weights. Modulo modified codes with summation have different error detection properties. Their use allows to design reliable discrete devices with reduced hardware redundancy and power consumption.

Key words: concurrent error detection systems; hardware redundancy; power consumption; error detection; Berger code; modulo modified code with summation.

Электротехника, 2016, №5, стр. 56-60

Электронное управление электродвигателями в системах железнодорожной автоматики

КОВКИН А.Н., КОСТРОМИНОВ А.М., ЕФИМЕНКО Ю.И.

При построении безопасных систем управления напольными объектами железнодорожной автоматики и телемеханики требуются специальные схемы сопряжения. Они создаются на основе устройств с несимметричными характеристиками отказов, в основном – электромагнитных реле первого класса надежности. Развитие средств железнодорожной автоматики и телемеханики подразумевает переход на современную бесконтактную полупроводниковую элементную базу. В этом случае требуется использование функциональных преобразователей или периодическое тестирование полупроводниковых ключей и отключение питания от объектов управления при обнаружении дефекта. Для решения поставленной задачи предлагается использовать трехфазные асинхронные двигатели, с помощью которых построены функциональные преобразователи для управления электроприводами железнодорожной автоматики и телемеханики. Предлагается использовать низкочастотный режим работы силовых ключей, при котором частота переключения принята равной 50 Гц, а также отказаться от применения широтно-импульсной модуляции. Предлагаемое техническое решение использовано в системе управления движением поездов на станциях МПЦ-МПК, разработанной в ЦКЖТ ПГУПС.

Ключевые слова: трехфазный асинхронный двигатель, преобразовательная схема, коэффициент полезного действия, интеллектуальный силовой модуль.

Special linking circuits are required for the design of safe railway automation and remote control trackside objects control. They are usually based on the devices with asymmetrical hazard rate – first reliability class electromagnetic relays generally. Development of railway automation and remote control devices requires use of modern contactless semiconductor component base. In this case use of functional converters or periodical testing of semiconductor keys and disconnection of power supply from control objects in case of faults are needed. The article describes use of three-phase induction motor as the solution of the problem. They are used for the design of functional converters for railway automation electric motors control. The problem is solved using theoretical methods of electronic and electric engineering. It is offered to use low-frequency mode of power keys operation (switch frequency is 50 Hz) and absence of pulse width modulation use. Offered technical solution is used in system of train traffic control on stations CBI-MPC developed in PSTU CRTС.

Key words: three-phase induction motor, converter circuit, efficiency factor, intellectual power module.

Электротехника, 2016, №5, стр. 60-65

Вопросы нормирования требований устойчивости к внешним механическим воздействиям устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, используемых для высокоскоростных магистралей

БЕНИН А.В., БЕЛИШКИНА Т.А., ВЯТКИН А.Г.

В статье рассматриваются вопросы нормирования требований устойчивости и прочности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики к внешним механическим воздействиям при организации высокоскоростного движения поездов на территории России. Дается анализ требований и методов контроля устойчивости и прочности аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) к внешним механическим воздействиям в действующей отраслевой нормативной базе РФ. На основе принятой классификации устройств ЖАТ, проводится сравнение аналогичных требований и методов контроля в европейских нормативных документах, используемых при проектировании устройств железнодорожной автоматики для высокоскоростных магистралей (ВСМ). Показана необходимость расширения требований действующих российских стандартов по механической стойкости при разработке устройств ЖАТ для высокоскоростных магистралей. Рассмотрена возможность адаптации нормативных требований и методов контроля действующих российских стандартов для устройств ЖАТ к

задачам проектирования устройств для ВСМ. Даются рекомендации разработчикам по выбору требований устойчивости и прочности к внешним механическим воздействиям устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, используемых для высокоскоростных магистралей.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика, высокоскоростные железнодорожные магистрали, механическая устойчивость и прочность, нормативные требования, методы контроля, синусоидальная вибрация, случайная вибрация, ударные воздействия.

In this paper authors discuss the problems of valuation of requirements to proper functioning and strength to external mechanical influence for signaling systems used for high_speed running on Russian Railways. Authors present the analysis of requirements and tests of proper functioning and strength under external mechanical influence for railway signaling systems in actual Russian standards. On the base of the classification of signaling equipment it is compared with the same requirements and tests in European standards used for design of high-speed running signaling systems. It is shown the necessity to change the requirements in Russian standards of mechanical strength for railway signaling systems designing. Authors considered the possibility of adaptation of requirements and test methods in present Russian standards for signaling systems to problems of high-speed running signaling systems design. In the paper authors provide recommendations for designers how to choose the requirements to proper functioning and strength under external mechanical influence and test methods for signaling systems used for high-speed running.

Key words: railway signaling systems, high-speed running, proper functioning and strength under external mechanical influence, requirements of standards, test methods, sinusoidal vibration, random vibration, shocks.