

Методика статистического моделирования электромагнитных помех в каналах автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте

БЕСТЕМЬЯНОВ П.Ф.

В результате экспериментального исследования помех в каналах систем автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте и в метрополитене получены массивы данных в виде зависимости изменения тягового тока от времени. Визуальная оценка полученных записей позволяет сделать вывод о наличии в тяговом токе импульсных помех, которые имеют различный характер как по амплитуде, так и по длительности импульсов. Для анализа и синтеза помехоустойчивых приемных устройств рельсовых цепей и локомотивных устройств автоматической локомотивной сигнализации необходимо построить математические модели, описывающие этот класс помех. Экспериментально полученная гистограмма должна быть аппроксимирована аналитическим выражением, представляющим собой некоторую теоретическую плотность распределения вероятности, которая должна удовлетворять двум обязательным условиям: неотрицательности и нормировки. Выбор аппроксимирующей плотности вероятности производится из условия сохранения первых четырех моментов статистического распределения для семейства кривых Пирсона. В зависимости от значений отдельных параметров в статье описаны 12 типов кривых Пирсона. Приведены расчетные формулы несмещенных оценок центральных моментов по статистическим данным, на основе которых выбирается соответствующий тип распределения импульсных помех от тягового тока. Сформулированы обобщенная методика аппроксимации при помощи кривых Пирсона и методика применения критерия c^2 для оценки расхождения теоретического и статистического распределений.

Ключевые слова: импульсные помехи, электромагнитная совместимость, тяговый ток, плотность распределения вероятности, критерий Пирсона.

As a result of an experimental study of interference in the channels of systems of automatics and telemechanics on railway transport and subway received data in the form of dependences of change of traction current from time to time. Visual evaluation of the record leads to the conclusion about the presence in the traction current transients, which have a different character as the amplitude and pulse duration. For analysis and synthesis of error-correcting receptors of track circuits and locomotive devices automatic locomotive signaling it is necessary to construct mathematical models describing this class of interference. Experimentally obtained histogram needs to be approximated by an analytical expression that represents some of the theoretical density of the probability distribution, which must meet two prerequisites: not negativity and normalization. The choice of the approximating probability density is produced from the condition of conservation of the first four moments of the statistical distribution for the Pearson family of curves. Depending on the values of the individual parameters is described in the article 12 types of Pearson curves. Calculation of formulas unbiased estimates of the Central moments statistics, based on which you choose the appropriate type of distribution of impulse noise from traction current. Formulated a generalized approximation method using Pearson curves and the method of application of the measure c^2 of divergence of theoretical and statistical distributions.

Key words: pulse interference, electromagnetic compatibility, traction current, the density of the probability distribution, the Pearson criterion.

Управление рекуперативным торможением электровоза при ограничении на возврат энергии в контактную сеть

ИНЬКОВ Ю.М., ФЕОКТИСТОВ В.П., ТРЕТИННИКОВ О.В.

Рекуперативное торможение электрического подвижного состава на железнодорожном транспорте обеспечивает возврат энергии затормаживаемого поезда в контактную сеть. Однако в электрической тяге постоянного тока эта возможность используется не в полной мере. Это связано с тем, что контактная сеть постоянного тока не всегда готова к приему избыточной энергии, поскольку диодные выпрямители тяговой подстанции не позволяют возвращать электроэнергию рекуперирующего поезда из контактной сети в первичную сеть трехфазного переменного тока. Для того, чтобы подстанция могла выполнять эту функцию, ее нужно оборудовать тиристорным выпрямительно-инверторным агрегатом, что существенно увеличивает ее стоимость. Рекуперативное торможение обеспечивает энергосбережение, но для безопасности движения поездов дополнительно предусматривают реостатный тормоз. При невозможности возврата энергии в контактную сеть этот тормоз полностью замещает рекуперацию. Этот принцип использован на электропоездах постоянного тока, но при большой мощности электропоезда (до 6 МВт) возврат энергии составляет не более 3%, т.е. значительно меньше потенциально возможного. Это происходит потому, что другой электроподвижной состав, находящийся на данной фидерной зоне, не может принять рекуперирруемую энергию. Поэтому и происходит переключение на реостатное торможение, т.е. возвращаемую в сеть энергию гасят в тормозном реостате электропоезда. Предложен принцип совместного управления рекуперативным и реостатным тормозами. Согласно этому принципу сначала включают рекуперативное торможение и постепенно увеличивают ток до предельно возможного значения, а затем оставшуюся энергию гасят в тормозных реостатах. Этот способ регулирования потоков энергии обеспечивает экономию энергозатрат до 12-15%, что подтверждено методом компьютерного моделирования для режимов движения электропоездов Московского железнодорожного узла.

Ключевые слова: энергосбережение, рекуперативное торможение, реостатное торможение, энергобаланс, электровозы, электрическая тяга, постоянный ток.

Recuperative braking of electric rolling stock in railway transport provides return of energy of braked train to a contact network. However, this opportunity is not used to the full in the electric traction of direct current. This is due to the fact that the contact network dc is not always ready to accept excessive energy because of rectifiers of traction substations does not allow to return energy of recuperating train from the contact network into the primary three-phase alternating current network. In order to substation could perform this function, substation need equip by the inverter unit that essentially increases its cost. Recuperative braking provides energy saving, but for the safety of trains additionally include a rheostat braking. When non-reception of energy in a contact network happens to be that brake

completely replaces the recuperation. This principle is used on electric train DC, but when high power of electric train (up to 6 MW) return of energy is obtained not more than 3%, i.e. much less potentially possible. This happens because other electric rolling stock, locating in this feeder zone, cannot accept the recuperation energy. Therefore happens switching to the rheostat braking, i.e. returned energy to the network is quenched in rheostat braking of electric train. It was proposed the principle of co-management of the recuperative and rheostat braking. According to this principle, first include recuperation and gradually increase the current to the maximum possible value, and then rest of the energy is quenched in rheostat. This method of regulating streams of energy provides economy energy consumption to 12-15%, that is confirmed by method of computer simulation for the Moscow railway junction.

Key words: energy-saving, recuperative braking, rheostatic braking, energy balance, electric locomotives, electric traction, DC.

Электрический тормоз для скоростных пассажирских электровозов

ФЕОКТИСЛОВ В.П., ИНЬКОВ Ю.М., ТРЕТИННИКОВ О.В.

Показана эффективность обоих видов электрического торможения для электровозов пассажирского движения, в том числе при вождении скоростных поездов. Опыт показывает, что рекуперация предпочтительна на крутых уклонах значительной протяженности, а при оперативном замедлении поезда на подходе к локальному ограничению более приемлем реостатный тормоз, как менее зависимый от контактной сети. Рассмотрены два основных варианта реостатного тормоза, в которых используют независимое возбуждение тяговых двигателей, что обеспечивает хорошие регулировочные свойства и высокое значение коэффициента сцепления колес электровоза с рельсами. Обоснована целесообразность применения реостатного тормоза с импульсным регулированием. Пассажирские электровозы переменного тока целесообразно выпускать с рекуперативным торможением, поскольку это не усложняет электрооборудование, а применение реостатного тормоза связано с установкой дополнительного силового оборудования (мощных резисторов).

Ключевые слова: электровозы пассажирские, электрическое торможение, тяговые электродвигатели, функциональная надежность, скоростное движение, импульсное регулирование.

The efficiency of both types of electric braking for electric locomotives of passenger traffic including driving of speed trains is shown, but the experience shows that the recuperation is preferable for steep slopes of considerable length, and at the operational deceleration of train on the way to a local constraint is more acceptable rheostat brake, which is less dependent from the contact network. We considered two main variants of rheostat brakes, which use independent excitation of traction motor that provides good leveling properties and a high coefficient of friction of the wheels with the electric rails. It was proved the expediency of rheostat brake with pulse regulation. It is advisable to produce passenger locomotives of alternating current with recuperative braking, because it does not complicate the electrical equipment and the using of rheostat brakes due to the installation of an additional power

equipment (power resistors).

Key words: electric locomotives passenger, electric braking, traction electric motors, functional reliability, speed traffic, pulse control.

Перспективы развития возобновляемой электроэнергетики и обеспечение электроэнергетической безопасности и электромагнитной совместимости

БАДЁР М.П.

Рассмотрены перспективы развития возобновляемой электроэнергетики, создания и внедрения принципиально новых электроэнергетических технологий и электрооборудования с целью улучшения электроснабжения, развития энергосбережения, повышения энергоэффективности и обеспечение электроэнергетической безопасности и электромагнитной совместимости. Проведенные исследования позволяют сделать заключение, что одним из способов совершенствования и повышения эффективности системы тягового электроснабжения является повышение номинального напряжения в тяговой сети постоянного тока до 24 кВ. Это позволяет повысить пропускную и провозную способность железных дорог и значительно снизить потери электроэнергии во всей системе тягового электроснабжения. Анализ и синтез электромагнитных процессов и основных характеристик многопульсовых преобразователей, их комплексное технико-экономическое сравнение показывает, что наиболее эффективными для этой системы являются 24-пульсовые схемы выпрямления с последовательным соединением трехфазных мостов. Эти выпрямители обеспечивают повышение качества электрической энергии не только в первичной системе электроснабжения, но и в тяговой сети и позволяют применить более простые и экономичные активно-пассивные сглаживающие фильтры, обеспечивающие электромагнитную совместимость новой системы тягового электроснабжения постоянного тока с устройствами связи и железнодорожной автоматики.

Ключевые слова: электроэнергетический комплекс, возобновляемая электроэнергетика, электроэнергетическая безопасность, электромагнитная совместимость, энергосбережение, энергоэффективность, децентрализованное электроснабжение.

The prospects for the development of renewable power, the creation and implementation of principally new technologies of electric and electronic equipment in order to improve supply, development of energy conservation, energy efficiency and maintenance of electric power safety and electromagnetic compatibility. According to research, traction power supply system efficiency can be improved by increasing DC traction network rated voltage up to 24 kV. Increased voltage results in higher railroad traffic and carrying capacities and allows to reduce energy losses throughout the whole system. As shown by analysis and simulation of electromagnetic processes and comparison of technical and economic characteristics of converters, 24-pulse rectifier circuits with a series connection of three-phase bridge are the most effective for said system. These rectifiers improve power quality in both primary power-supply system and traction network. They also allow to use simpler and efficient active-passive smoothing filters which provide electromagnetic compatibility of new DC traction power supply

system with communication devices and railroad automatic machinery.

Key words: power system, renewable electricity, electricity safety, electromagnetic compatibility, energy saving, energy efficiency, decentralized power supply.

Технологический контроль электрооборудования вагонов метрополитена

РЯБЦЕВ Г.Г., ЖЕЛТОВ К.С.

Действующая система технологического контроля электрооборудования вагонов метрополитена типов 81-717/714 построена по принципу поэлементной проверки в процессе производства или ремонта вагонов составных узлов электрооборудования с последующей обкаткой вагона на линии (или на обкаточном стенде). Поэлементная проверка составных узлов не позволяет оценить их взаимодействие в общей системе управления пуско-тормозными режимами работы вагона, в результате чего из вагоноремонтного производства могут быть выпущены вагоны со скрытыми дефектами, обнаружить которые бывает сложно. Для их обнаружения проводят обкатку вагона на линии. Но и обкатка не всегда позволяет выявить **точное место отказа (точную причину отказа)**, так как качество работы электрооборудования вагона оценивается субъективно только по внешним признакам движения вагона (плавность хода, отсутствие толчков, интенсивность разгона и торможения, срабатывание устройств защиты тяговых электродвигателей и силовых цепей). Это обстоятельство приводит к необходимости проведения дополнительных обкаток вагона, что существенно увеличивает затраты на пусконаладочные работы. В статье приведены результаты работы по совершенствованию системы технологического контроля электрооборудования вагонов типов 81-717/714, выполненной в электродепо «Выхино» Московского метрополитена. Предложено контроль работоспособности электрооборудования вагонов выполнять в условиях вагоноремонтного производства с помощью стационарного испытательного стенда путем воспроизведения режимов работы электрооборудования, соответствующих реальным условиям при рабочих значениях тока и напряжения в силовой цепи вагона. Реальные режимы работы силового оборудования вагона воспроизводятся с помощью конденсаторного накопителя энергии, который предварительно заряжается от внешнего источника электроэнергии. Контроль качества работы электрооборудования вагона проводится по диаграммам тока силовой цепи, снимаемым при испытаниях на стенде. Применение предлагаемой системы технологического контроля электрооборудования снижает на 20–30% трудозатраты на пусконаладочные работы вагона, прошедшего подъемочный ремонт.

Ключевые слова: вагон метрополитена, технологический контроль, электрооборудование, силовая цепь, диаграмма токов, испытательный стенд, накопитель энергии.

The active system of the technological control of electric equipment of underground cars (type 81-717/714) is based on element wise inspection of electric equipment components during manufacturing and repairing of underground cars followed by test-run on the line or a rolling stand. Element wise inspection of electric equipment components does not allow to estimate their interaction within complex system of controlling of start-brake operating modes of

underground cars. Thus, underground cars with hidden faults, which are difficult to detect, may be released from a car-repair workshop. In order to avoid such a situation test-run of underground cars on the line is carried out. But this method is not always allows to find out exact cause and site of breakdown, since estimating of operating characteristics of electric equipment is subjective and based on outward features of car movement (such as evenness of movement, absence of pushes, intensity of starting and braking, operation of protective system for traction motors and power circuits). Thus there is a necessity to carry out additional test-runs of underground cars, that leads to increasing of costs of adjustment and commissioning. Results of the work on perfection of system of technological control of electric equipment of underground cars (type 81-717/714), which was performed in electrodepot «Vykhino» of the Moscow Metro, are presented in this article. It is offered to perform the control of working capacity of electric equipment of underground cars in the conditions of car-repair workshop using stationary testing stand via reproduction of electric equipment operating modes, which are corresponded to those ones under practical conditions with working values of current and voltage in power circuits of underground cars. Practical operating modes of force equipment of underground cars are reproduced using condenser energy storage, previously charged from exogenous source of energy. The checking of quality of the work of electric equipment of underground cars is based on analysis of force circuit current graph, received during stand testing. The application of offered system of technological control of electric equipment reduces expenditures on adjustment and commissioning of underground cars after rehabilitation repair by 20–30%.

Key words: underground car, technological control, electric equipment, force circuit, current graph, testing stand, energy storage.

Прямое управление моментом асинхронных двигателей при их питании от одного преобразователя частоты

КОСМОДАМИАНСКИЙ А.С., ВОРОБЬЕВ В.И., ПУГАЧЕВ А.А.

На основе анализа условий работы тяговых электроприводов установлено, что системы прямого управления моментом асинхронного двигателя в полной мере удовлетворяют предъявляемым требованиям. Показаны преимущества и недостатки трехуровневых инверторов напряжения, входящих в состав тягового электропривода локомотива, по отношению к двухуровневым. Синтезирована математическая модель силового канала электропривода с системой прямого управления моментом нескольких асинхронных двигателей, подключенных к одному преобразователю частоты. Показано, что каждую переменную двигателя можно представить в виде суммы ее среднего значения и отклонения. Синтезированы математические выражения для потокосцеплений статора и моментов при работе двух двигателей от одного инвертора напряжения. Разработана структура и описаны принципы работы системы прямого управления моментом асинхронных двигателей при их питании от одного трехуровневого инвертора. Приведены упрощенная структура и математическая модель механической части тягового электропривода с опорно-осевым подвешиванием тягового двигателя. Приведены результаты моделирования в Matlab.

Ключевые слова: тяговый электропривод, прямое управление моментом, трехуровневый инвертор, совместное управление, моделирование.

The direct torque control of an induction motor is established by survey of operation modes of traction electric drives to thoroughly satisfy requirements for traction electric drive. The advantages and shortcomings of three-level voltage source inverters to be applied on locomotive traction electric drives are highlighted in relation to two-level ones. The mathematical model of multi-motor system fed by single frequency converter based on direct torque control is developed. The every variables of an each induction motor are shown to may represent as the sum of its average meaning and deviation from it. The equations for stator flux linkage and torque of an induction motor are developed for two motor system fed by single voltage source inverter. The topology and principles of operation of direct torque control of induction motors with three-level voltage source inverter are described. The simplified structure and mathematical model of mechanical part of traction drive using basic and axle suspension are considered. The results of simulation carried out by MatLab are shown.

Key words: traction electric drive, direct torque control three-level inverter, united control, simulation.

Эффективность внедрения бортовых компенсаторов реактивной мощности на электроподвижном составе переменного тока

ЛИТОВЧЕНКО В.В., ДОНСКОЙ Д.А., НАЗАРОВ Д.В.

В статье рассмотрены вопросы энергетической эффективности электроподвижного состава переменного тока. Приводятся данные о весьма низком коэффициенте мощности эксплуатируемых на железных дорогах РФ грузовых электровозах переменного тока с преобразователями на неуправляемых вентилях – диодах, а также с выпрямительно-инверторными преобразователями на тиристорах. Приведены результаты эксплуатационных испытаний на железных дорогах, которыми установлено, что практически каждый кВтч активной энергии сопровождается потреблением одного кварч реактивной энергии, т.е. значение коэффициента мощности колеблется около 0,7. На примере упрощенной схемы электроснабжения электровоза от тяговой подстанции определены составляющие полной мощности и приведены выражения, позволяющие оценить влияние активной и реактивной составляющих мощности на потери электроэнергии в линии электропередачи. Отдельное внимание уделено определению потерь напряжения в контактной сети, которое приобретает особую актуальность при вождении тяжеловесных поездов. Приведены результаты расчета мощности потерь в системе тягового электроснабжения и потери напряжения в контактной сети в зависимости от коэффициента мощности при различных мощностях электровозов для среднего эксплуатационного режима. Приведена векторная диаграмма, показывающая превалирующее влияние реактивной составляющей тока электровоза на потери напряжения в контактной сети. На основе выполненного анализа установлено, что для повышения коэффициента мощности на токоприемнике электровоза, снижения расхода электроэнергии на тягу поездов наиболее эффективным является размещение устройств

компенсации реактивной мощности (КРМ) непосредственно на электроподвижном составе. Приведены результаты испытаний и опытной эксплуатации электровозов оборудованных бортовыми регулируемыми компенсаторами реактивной мощности. *Ключевые слова:* грузовые электровозы переменного тока, коэффициент мощности, активная мощность, реактивная мощность, мощность потерь, потери напряжения, компенсация реактивной мощности, регулируемый компенсатор реактивной мощности, удельный расход электроэнергии на тягу поезда.

In the article the questions of energy efficiency of electric rolling stock AC. Provides data on a very low power factor operated on the Railways of the Russian Federation cargo electric AC converters unmanaged valves, diodes and rectifier-inverter converters thyristor. The results of operational tests on the Railways, which found that almost every kWh active energy consumption is accompanied by one quart reactive energy, i.e. the value of the power factor varies approximately 0.7. For example, simplify the supply circuit of the locomotive from the traction substation illustrates the definition of what constitutes full power and expressions are given, allowing to estimate influence of active and reactive power components of the energy losses in transmission lines. Special attention is paid to the determination of loss of voltage in the contact network, which is of particular relevance when driving heavy trains. The results of calculation of power losses in the traction power supply system and the loss of voltage in the contact network, depending on the power factor at different power locomotives, for an average operating point. Given a vector diagram showing the prevailing influence of the reactive current component of an electric locomotive on the loss of voltage in the contact network. On the basis of the analysis found that to improve the power factor on the pantograph of the electric locomotive, the reduction of energy consumption for train traction is the most effective positioning of the devices of reactive power compensation (RPC) directly to electric rolling stock. The results of tests and trial operation of locomotives equipped with on-Board adjustable reactive power compensator.

Key words: cargo electric locomotives of alternating current, power factor, active power, reactive power, power loss, power loss, reactive power compensation, adjustable reactive power compensator, the specific power consumption for traction of trains.

Имитационное моделирование энергетических показателей при движении электровозов переменного тока с бортовыми компенсаторами реактивной мощности по типовому участку электрической железной дороги

САВОСЬКИН А.Н., КУЛИНИЧ Ю.М., ГАРБУЗОВ И.И.

Проведен сравнительный анализ результатов моделирования движения двух электровозов 2ЭС5К по типовому участку с холмистым профилем (тип III), регламентированному нормативными документами. Рассматривались электровозы с типовой силовой схемой, а также оборудованные управляемым компенсаторами реактивной мощности. Получены графики потребления активной, реактивной и полной энергий электровозами, а также их отдачи тяговыми подстанциями. На основании этих данных вычислены удельные расходы энергии на тягу поездов, а также

средневзвешенные коэффициенты мощности и реактивной мощности. Проведено сравнение результатов моделирования для электровозов с типовой силовой схемой и электровозов, оборудованных бортовыми устройствами компенсации реактивной мощности. Показано, что применение управляемых компенсаторов реактивной мощности приводит к существенному уменьшению потребления реактивной мощности электровозами и потерь активной энергии в тяговой сети.

Ключевые слова: электровоз, тяга, рекуперативное торможение, фидерная зона, тяговая сеть, моделирование движения электровозов, вычислительный комплекс реального времени.

In that work was made the comparative analysis of results of modeling the motion of two electric locomotives 2ES5K on a site with a hilly profile (type III). That electric locomotives was equipped by controllable reactive power compensating devices. As a result, we were obtained graphs consumption of active, reactive and apparent energy by electric locomotives, as well as their recoil by traction substations. Based on these data we calculated the specific energy consumption for traction, as well as the weighted average power factor and reactive power factor. Using that data, was made the comparison of simulation results for electric locomotives with usual power scheme and electric locomotives that equipped reactive power compensating devices. There are proved that the use of controlled reactive power compensators leads to a significant reduction in the consumption of reactive power by electric locomotives and losses of active energy in the traction network.

Key words: electric locomotive, traction, regenerative braking, feed zone, traction network, modeling of electric locomotives movement, real-time computing complex.

Магнитные свойства рельсовых линий и уровень помех на аппаратуру автоматики и телемеханики

ШАМАНОВ В.И.

Наиболее сильное влияние на устойчивость работы рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации оказывают помехи от тягового тока, создаваемые разностью тяговых токов (асимметрией) в рельсовых нитях рельсовых линий. Такая асимметрия возникает при появлении продольной и/или поперечной асимметрии сопротивлений рельсовых нитей. Продольная асимметрия – это следствие неодинакового увеличения в процессе эксплуатации сопротивлений рельсовых нитей, поперечная асимметрия появляется при несимметричном ухудшении состояния изолирующих элементов железобетонных шпал или цепей заземления на рельсы опор контактной сети. Уровень возникающих при этом помех увеличивается под действием взаимной индуктивности рельсов. В статье приводятся результаты исследования процессов образования данных помех. Показано, что процесс обладает своеобразной положительной обратной связью. Найдены численные значения коэффициентов передачи и коэффициента обратной связи для наиболее характерных численных значений сопротивлений рельсовых линий. Установлено, что увеличение продольного сопротивления рельсовых линий в процессе их эксплуатации происходит вследствие роста активных сопротивлений в переходах между

токопроводящими элементами рельсовых нитей. Определены причины этого роста и найдены аналитические зависимости между составляющими продольных сопротивлений рельсовых нитей и асимметрией тягового тока в рельсовых линиях. Установлено, что действие взаимной индуктивности рельсов типа Р65 может вызывать увеличение коэффициента асимметрии тягового тока в 1,2–2,5 раза в зависимости от значения текущих значений сопротивлений рельсовых нитей, которые являются линейной функцией температуры рельсов и нелинейными функциями величины и частоты тягового тока в них.

Ключевые слова: тяговый ток, рельсовые линии, электрические и магнитные свойства, помехи, аппаратура автоматики и телемеханики.

The strongest influence on the stability of track circuits and automatic locomotive signaling have interference from traction current generated by the difference of traction currents (asymmetry) in the rail thread of rail lines. This asymmetry arises with the appearance of longitudinal and/or transverse asymmetry of the resistance of rails. Longitudinal asymmetry is a consequence of the unequal increase in the operation resistance of rails. Transverse asymmetry appears under asymmetric deterioration of the insulating elements concrete sleepers or the ground on rails support contact network. The level of the arising interference increases under the action of mutual inductance of the rails. The article presents the results of research of processes of formation of these interferences. It is shown that the process has a kind of positive feedback. Found the numerical values of the transmission coefficients has a kind of positive feedback. Found the numerical values of the transmission coefficients and the coefficient of feedback for the most characteristic of the numerical values of the resistances of the rail lines. It is established that the increase of the longitudinal resistance rail lines in the course of their operation is due to the growth of active resistance in transitions between conductive elements rail threads. It is defined the reasons for this growth and analytical dependences between the components of the longitudinal resistance of rail lines and the magnitude of asymmetry traction current in the rail lines. It is established that the effect of mutual inductance rails type R65 may cause an increase in the coefficient of asymmetry traction current 1.2 to 2.5 times, depending on the magnitude of the current values of the resistances of rails, which are a linear function of the temperature of the rails and nonlinear functions of the magnitude and frequency of traction current in them.

Key word: traction current, rail lines, electrical and magnetic properties, interferences, apparatus of automatics and telemechanics.