

ОДИН ПОДХОД К КОНТРОЛЮ ЗАЕЗДА ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ НА БЛОК-УЧАСТОК



В.А. Бугреев



Р.М. Нига́й

В статье рассматривается способ управления светофорными объектами, стоящими на заезде на блок-участок железнодорожного пути, которые фиксируют момент заезда поезда на этот блок-участок, если он электрифицирован. Авторы предлагают новое решение для фиксации момента заезда поезда на перегон путем замены рельсовой цепи как источника информации на электромагнитный датчик, расположенный рядом с контактным проводом в зоне начала блок-участка.

Ключевые слова: система центральной блокировки, блок-участок железнодорожного пути, железнодорожная автоматика

EDN: TCNDXX

Трудно в наше время переоценить роль транспорта в жизни страны. Особая роль в этой составляющей, несомненно, отводится железнодорожному транспорту. По сути являясь «кровенной» артерией для хозяйствующих объектов, железнодорожный транспорт немаловажную роль играет и в перевозке людей. Необходимо отметить, что последнее обстоятельство накладывает на железнодорожный транспорт высокую ответственность за безопасность жизни пассажиров. В последнее время, с учетом развития технологий, эта задача успешно решается. Однако, есть технологии, история которых ведется еще с 1872 года, к таким относится, например, задача по центральной блокировке и централизации. Она решается с помощью электрической рельсовой цепи. Основная задача

рельсовых цепей — определение момента заезда поезда на блок-участок. Известно, что все железнодорожные пути в мире разделены на блок-участки. Эти участки отделяются друг от друга с помощью изолирующего элемента, который помещен между торцами рельс в месте заезда поезда на блок-участок. Одновременно, в этом же месте ставится светофор, который своим сигналом информирует машиниста поезда о занятости или свободности блок-участка.

Эти два объекта размещены рядом и сигнал на светофор подается с рельсовой цепи, которая дополняет работу системы «изолирующий элемент-рельсы».

Рассмотрим работу рельсовой цепи подробнее. В основе работы рельсовой цепи положено использование рельсов для коммутации контактной группы путе-

Бугреев Виктор Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрификация и электроснабжение» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: надежность сложных технических систем. Автор более 80 научных работ, в том числе трех монографий. Имеет 16 патентов на изобретения.

Нига́й Руслан Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрификация и электроснабжение» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: надежность и безопасность технических систем. Автор 37 научных работ.

Чехов Антон Павлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрификация и электроснабжение» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: электрические машины, информационные технологии в производстве. Автор 49 научных работ, в том числе двух монографий и семи учебных пособий. Имеет три патента на изобретения.

Новиков Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрификация и электроснабжение» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: надежность, информационные технологии. Автор 48 научных работ, в том числе пяти учебных пособий.

вых реле, которые в свою очередь подключают блок питания. Для обеспечения соединения этих путевых реле с блоками питания используются специальные кабели, которые могут обеспечивать надежный контакт при любой погоде. Пока поезд своей колесной парой не закоротил рельс, напряжение с блока питания по обратному кабелю поступает назад в источник питания. При «закорачивании» питание с блока начинает включать контакты управляющего реле с которого и идет управление светофором, показывающим факт заезда поезда на блок-участок. Далее, после выезда поезда с блок-участка, контакты реле, остаются без питающего напряжения и рельсовая цепь устанавливается в режим ожидания (на светофоре горит зеленый свет) [1;2].

Широко используемые в настоящее время в системе центральной блокировки рельсовые цепи к сожалению имеют отдельные недостатки, которые в силу технической реализации уменьшают их надежность, что в свою очередь снижает их безаварийную работу. К основным недостаткам можно отнести то, что работая на местности рельсовая цепь подвержена климатическим ударам. В качестве примера можно привести тот факт, что при ветре на рельсах оседает пыль, которая при осадках может накапливаться на стыках рельс и, скапливаясь там, срабатывает как проводник сигнала. Это, как следствие, ведет к неправильному срабатыванию цепи и светофора в частности. Нельзя не пропустить тот факт, что при загрязнении колесной пары, может не произойти хорошего контакта последней с рельсовым стыком, что приведет к несрабатыванию системы. Нельзя исключать и человеческий фактор, например, если вандал положит на рельсовый изолирующий стык металлический предмет, то произойдет переключение светофора на запрещающий (в этом случае ложный) сигнал, это происходит от того, что рельсовая цепь расположена на земле и находится в зоне доступности любого человека. Необходимо также отнести к недостаткам рельсовой цепи большие затраты на ее обслуживание. Приходится содержать целую службу, которая в плановом режиме обслуживает рельсовую цепь и периодически, по мере выхода из строя, заменяет аккумуляторы этой аппаратуры, которых в свою очередь достаточно много и стоят они недешево.

В настоящее время во всем мире проводятся различные модификации рельсовой цепи с целью уменьшения влияния вышеперечисленных недостатков, однако на практике это частичная модификация, которая не избавляет от принципиальных недостатков рельсовых цепей [3;4].

Как видится авторам, одним из путей «ухода» от использования рельсовых цепей как традиционного

поставщика информации в системе центральной блокировки может быть следующий подход.

Известно, что на железнодорожном транспорте доставка электроэнергии к поездам, работающим на электротяге, осуществляется по контактной сети [4]. Уровень напряжения в контактной сети значительно выше, чем в рельсовой цепи, причем ее уровень выше на несколько порядков. Исходя из этого, можно говорить о более высокой помехозащищенности контактной сети от различных факторов, в том числе и природных. К преимуществам контактной сети можно отнести и тот факт, что работа последней происходит на достаточно больших высотах, так высота подвеса контактного провода на перегонах и станциях достигает 5,6 метров, а на железнодорожных переездах доходит до 6 метров, что находится вне зоны свободного доступа человека. К тому же нахождение на таких высотах позволяет контактной сети иметь по отношению к земле очень высокое сопротивление, а работа с высокими напряжениями позволяет иметь хорошо изолированные компоненты, входящие в ее состав. В связи с тем, что контактная сеть имеет вышеописанные качества, авторы предлагают использовать ее в качестве поставщика информации о заезде на перегон поезда. Из свойств переходных процессов в электрических цепях известно, что в момент коммутации нагрузки к последним происходит скачок тока и соответственно электромагнитного поля, вызываемый переходным процессом [5]. Исходя из этого факта, авторами предлагается установить электромагнитный датчик в зоне контактного провода на заезде на блок-участок и использовать сигнал с него в момент прохождения токоъемника электропоезда как информирующий о заезде последнего на блок-участок.

Известно, что при определенных воздействиях на электрические цепи, таких как разкоммутация, ток холостого хода, коммутация, короткое замыкание, мы можем наблюдать переход системы из начального состояния в некоторое конечное состояние. Исходя из вышесказанного, время таких воздействий может быть достаточно быстрым (до нескольких наносекунд), а также медленным и занимать время до нескольких лет. Кроме того, на это время будут также влиять элементы, включенные в определенную электрическую цепь.

Рассмотрим работу предлагаемого авторами способа, схема которого показана на рисунке. Суть способа в том, чтобы в системе централизации сигнализации и блокировки, брать сигнал не с рельсовой цепи, как это делается в настоящее время, а использовать сигнал электромагнитного датчика. В штатном рабочем состоянии контактный провод 1 подключен к источнику питающего напряжения и вокруг него

находится электромагнитное поле. Когда при движении электропоезд производит забор электрической энергии из контактной сети, то его токосъемник в месте соприкосновения с контактной сетью образует скачкообразное увеличение электромагнитного поля так как электрическая схема электропоезда является нагрузкой для напряжения контактной сети. В это время установленный в месте заезда электропоезда на блок-участок электромагнитный датчик 4, который крепится на изолированный несущий элемент 3, фиксирует скачок электромагнитного поля, которое формируется от большой нагрузки электрической цепи электропоезда. Резкое изменение электромагнитного поля фиксируется электромагнитным датчиком, далее по контрольному проводу 5 передается в

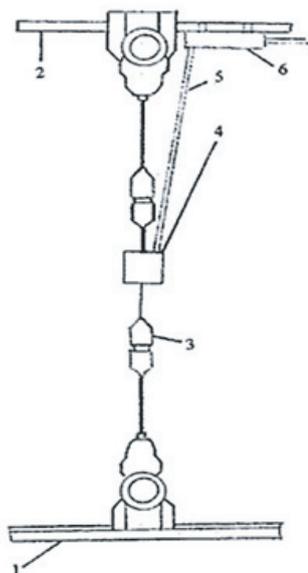


Рисунок. Несущая арматура и размещенная на ней система управления

блок управления 6, который и дает сигнал на переключение светофора. В целом, вся используемая аппаратура крепится на штатной несущей арматуре контактной сети 2. Использование электромагнитного датчика как основного элемента в предлагаемой схеме состоит в том, что эти датчики достаточно просты, недороги, обладают такими качествами как хорошая надежность, механическая прочность, возможность работы с сигналами с высокой амплитудой и к тому же могут быть представлены в различных климатических исполнениях. Отдельно можно указать, что в схеме возможно применение электромагнитных датчиков работающих на индукционных, магниторезистивных свойствах, а также возможно использование датчиков которые в своей работе используют эффект Холла [6].

Из практики известно, что помимо поездов на электрической тяге в жизни широко используются поезда (тепловозы), работающие на дизельных двигателях, которые изолированы от контактной сети. В этом случае можно ставить на тепловоз токосъемник и отбирать из контактной сети часть электрической энергии на собственные нужды тепловоза, с мощностью, достаточной для нормального срабатывания электромагнитного датчика системы управления светофором.

На способ, предлагаемый авторами, был получен патент [7], а для практической тестовой апробации с заменой рельсовых цепей в системе центральной блокировки на электромагнитный датчик было отправлено письмо в отдел инноваций ОАО «Российские железные дороги» с описанием предлагаемого подхода управления светофором на въезде на блок-участок железной дороги. 

Литература

1. Кондратьева, Л. А. Рельсовые цепи в устройствах СЦБ : учебное пособие / Л. А. Кондратьева. - Москва: Издательство « Маршрут », 2005. - 32 с. - ISBN 5-89035-266-0 // УМЦ ЖДТ. - URL: <https://umcздт.ru/books/1194/226126/> (дата обращения 27.05.2024). - Текст : электронный.
2. Makasheva S., Pinchukov P., Kostin A. Increasing the Functional Stability of Distance Relay Protection for Various Types of Catenary Support Grounding // Advances in Intelligent Systems and Computing. - 2020. - T. 1115 AISC. - С. 155-166. DOI: 10.1007/978-3-030-37916-2_17.
3. Varentsov V. M. & Sorin B. P. Calculation technique of series compensation under given values of train traffic с [Metodika rascheta prodol'noy yemkostnoy kompensatsii pri zadannykh razmerakh dvizheniya poyezdov]. Bull. sci. res. res. [Byulleten rezultatov nauchnykh issledovaniy], 2016, no. 1 (18), pp. 37-45. (In Russian).

4. Sokolov D. A. The loss of power in cable wires of alternate current railroad catenary system in the process of landing gear installation in the middle of inter-substation zone, taking into account the movement of trains [Potery moshchnosty v provodakh kontaktnoy sety zheleznnykh dorog peremennogo toka pry ustanovke kompensiruyushchego ustroystva v seredine mezhpodstantsionnoy zony s uchetom dvizheniya po ney poyezdov]. Proc. Petersburg Transp. Univ. [Izvestiya PGUPS], 2017, vol. 14, is. 3 (52), pp. 471-480. (In Russian).

5. Немцов, М. В. Электротехника и электроника : учебник для вузов / М. В. Немцов. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 561 с. - ISBN 978-5-4475-0074-0. - Текст : непосредственный.

6. Тихонов, А. И. Датчики и измерительная техника в электроэнергетике : учебное пособие для вузов / А. И. Тихонов, С. В. Бирюков, А. А. Соловьев. - Москва : Издательство Юрайт, 2024. - 267 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/544622>. - ISBN 978-5-534-15304-0. - Текст : электронный (дата обращения: 21.05.2024).

7. Патент № 2651534 С1 Российская Федерация МПК В61L 23/00(2006.01). Способ контроля свободного или занятого состояния участка железнодорожного пути на перегонах и станциях для электропоездов: № 2016144356 : заявлено 2016.11.11 : опубл. 2018.04.19 / Нига́й Р. М., Нига́й А. Р., Нига́й Е. Р.; Нига́й Руслан Михайлович. - 8 с: ил. - Текст : непосредственный.