

УДК 625.151-047.38

С. Ю. БУРЯК, Днепротровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОИСКА ПОВРЕЖДЕНИЙ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Разработка и применение системы диагностирования стрелок, которая бы позволила автоматизировано и дистанционно определять текущее состояние стрелочного перевода со всеми возможными неисправностями, постепенными и внезапными отказами, повреждениями, и в режиме реального времени сообщать об их появлении крайне необходима в условиях функционирования скоростного движения. Определение состояния по анализу величин основных параметров стрелочных переводов предлагается осуществлять при помощи компьютера и аналого-цифрового преобразователя. Подключение для выполнения измерений целесообразно производить к шунту амперметра, установленного в рабочей цепи стрелочной питающей панели. Анализ зависимостей изменения амплитуды тока во времени и спектра амплитуды тока позволяет диагностировать состояние стрелочных переводов по изменению характера и значений измеренных кривых. Предложенный метод позволяет своевременно, еще на начальных этапах образования дефектов деталей, неисправностей узлов или поломок механизмов, обнаруживать и устранять их.

Введение. Высокий показатель безопасности перевозок железнодорожного транспорта является результатом накопления многолетнего опыта обращения пассажирского движения и перевозок грузов, внедрения передовых принципов и тенденций развития, а также применения новых технологий. Но, несмотря на это, безопасность движения является комплексным показателем, поскольку на нее имеют влияние все без исключения системы, устройства и технические средства, которые принимают участие, как в обеспечении движения поездов, так и различных вспомогательных, восстановительных, ремонтных, эксплуатационных, снабженческих, хозяйственных и других видах деятельности, которые представляют собой сложный технологический процесс, направленный на функционирование системы в целом.

Технический прогресс, находящий применение во всё больших областях и сферах деятельности железнодорожного транспорта, обеспечивает рост возможностей по увеличению числа перевезенных пассажиров и объема грузовых перевозок посредством работы всё меньшего числа людей, привлеченных к работам в различных службах. Строгое соблюдение и выполнение работ в точности технологическим картам графика технологического процесса требуется согласно правилам, изложенным в инструкциях по эксплуатации и порядку выполнения работ, и контролируется ревизионным аппаратом. Но часто устранение внезапных случайных отказов или повреждений приводит к тому, что у работников железной дороги просто не остается времени на выполнение графика технологического процесса.

Текущее положение в отрасли. Одной из основных задач работников службы сигнализации и связи является обеспечение работы стрелок на станции [8]. Работа стрелочных переводов, кроме собственных схемных зависимостей и элементов системы, в очень высокой степени подвержена влиянию внешних факторов, среди которых эксплуатация в тяжелых условиях из-за непосредственной близости напольных устройств к пути следования подвижного состава; погодные условия, выпадение и высыпание грузов; сходы подвижного состава и другие чрезвычайные ситуации, приводящие к нарушению функционирования стрелочного перевода.

К тому же стрелочный перевод подвержен высоким динамическим нагрузкам во время движения по нему экипажа, вызывающим возникновение продольных и поперечных сил и становящимся причиной появления вибрации. Кроме этого, он эксплуатируется в условиях окружающей среды, а потому находится под воздействием атмосферных явлений, таких как дождь и снег, а также перепадов температур, как суточных, так и сезонных. Столь неблагоприятные условия эксплуатации усложняются еще и загрязнением стрелок сыпучими грузами [2].

Работа по эксплуатационному обслуживанию стрелочных переводов не только связана с непосредственным выходом людей в зону движения поездов, но и проводится в габарите их движения, а поэтому представляет чрезвычайную опасность жизни и здоровью рабочих различных служб железнодорожного транспорта. Поскольку полностью исключить выход на путь и в габарит движения поездов рабочих во время обслуживания стрелочных переводов невозможно, то уменьшение времени их пребывания в этих опасных местах значительно повысит уровень безопасности движения поездов и охраны труда в целом.

В настоящее время работники службы сигнализации и связи обладают только той информацией о состоянии объектов, которую они получают с периодичностью, указанной в картах технического обслуживания. Этих данных вполне достаточно для выполнения текущего ремонта, то есть устранения неисправностей во время осмотра, но далеко не достаточно для изучения и отслеживания причин их возникновения.

Следует разработать такую систему автоматизированного технического диагностирования, которая бы позволила дистанционно определять текущее состояние стрелочного перевода со всеми возможными неисправностями. Данная система должна определять как постепенные отказы, так и повреждения, которые возникают внезапно, и в режиме реального времени сообщать об их появлении.

Схема измерений. Одним из возможных методов определения текущего состояния стрелочного перевода является диагностирование по току перевода стрелки.

На рисунке 1 показана схема подключения диагностического оборудования к измерительной части фраг-

мента схемы рабочей цепи стрелочных электроприводов переменного тока при их подключении к устройствам электропитания постов ЭЦ крупных станций, т. е. станций с числом стрелок более 30. Подключение к рабочей цепи выполнялось посредством разъемного соединения в месте крепления амперметра на выносном щитке при помощи электрических контактов зажимного типа (крокодил). При восстановлении временных характеристик тока в рабочей цепи двигателей стрелочных электроприводов применялась программа MATLAB [9].

Для контроля перевода стрелок на пульте управления амперметрами РА1 и РА2 (на рисунке 2 показана схема только для питания первой группы стрелок) име-

ются два трансформатора тока ТТ4 и ТТ5. В связи с тем, что ТТ4 и ТТ5 рассчитаны на номинальный ток 5 А, для ограничения тока и падения напряжения на нем при переводе стрелок параллельно ТТ4 и ТТ5 через тыловой контакт реле ПОС1 и ПОС2 включены резисторы R1 и R2, на которых установлены сопротивления 0,3 Ом [4, 5].

Для измерения тока перевода одной стрелки на пульте управления нажимается кнопка ПОС1 (ПОС2) для возбуждения одноименного реле в панели. Контакт реле ПОС1 (ПОС2) отключается резистор R1 (R2) и весь ток перевода стрелки проходит через трансформатор тока ТТ4 (ТТ5).

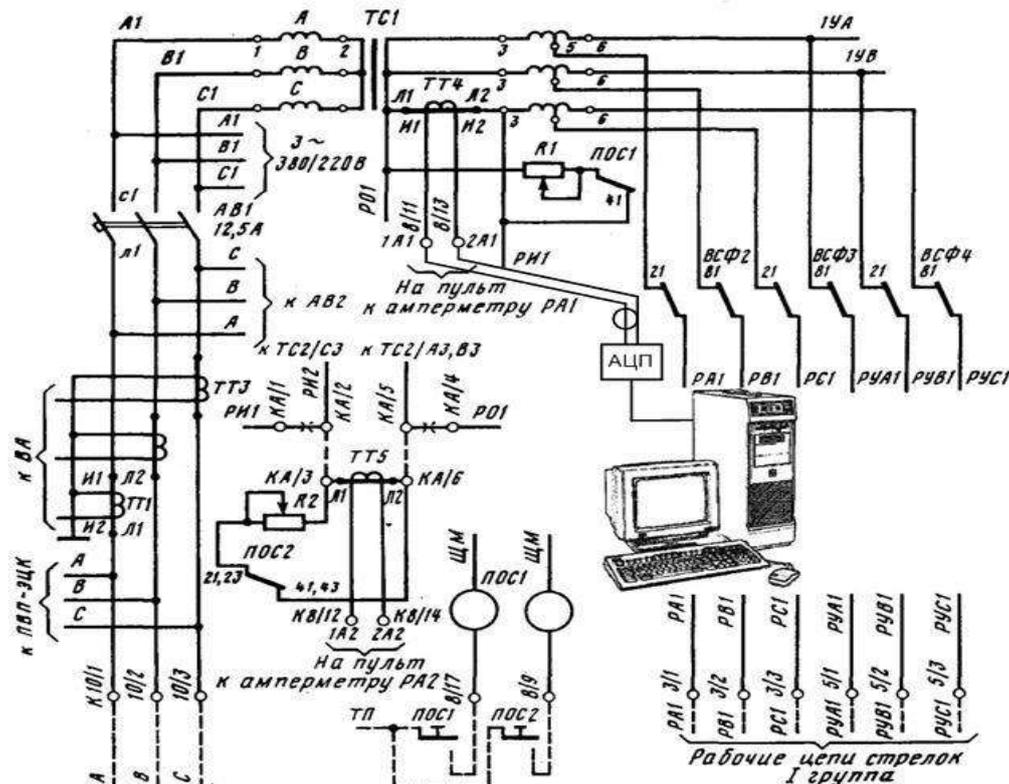


Рисунок 1 – Подключение измерительного устройства к схеме стрелочной панели ПСТ-ЭЦК

Измерения выполнялись на стрелочных переводах расположенных на боковых и главных путях станции, с маркой крестовины 1/9 на боковых путях и 1/11 по главному ходу. Уложены стрелки на железобетонные шпалы с использованием рельса тяжелого типа Р-65. На стрелках установлены стрелочные электроприводы типа СП-3 с электродвигателем переменного тока МСТ-0,3 [6, 7].

Результаты. Кривая тока в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе исправной одиночной стрелки изображена на рисунке 2. Из данной временной характеристики можно установить три важнейших параметра: характер изменения кривой тока, величину тока перевода и его длительность. Временную зависимость кривой тока перевода стрелки стрелочным электроприводом переменного тока можно разбить на три участка: пуск двигателя в ход с преодолением инерционности системы и размыканием стрелки, собственно перевод острия стрелки и доведение острия к противоположному рамному рельсу с замыканием острия.

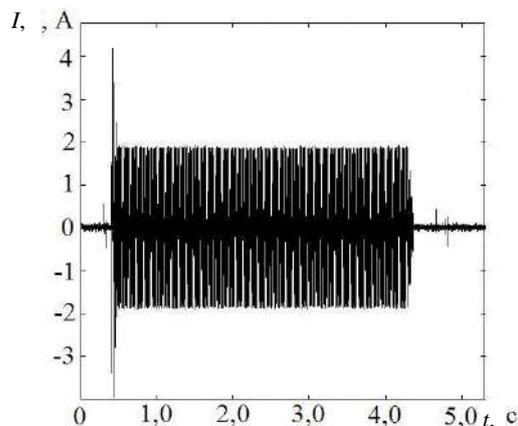


Рисунок 2 – Ток в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе исправной одиночной стрелки

На первом участке наблюдается небольшой всплеск тока, соответствующий перебрасыванию контактов пускового поляризованного стрелочного реле и значи-

тельное кратковременное увеличение тока, являющегося признаком трогания вала двигателя с места со сдвигом с места всех передаточных звеньев [1, 3]. Следующий участок характеризует движение механизмов привода с приведением в движение острияков и их перемещением. На завершающем этапе перевода стрелки, когда происходит подвод острияка к рамному рельсу, после замыкания стрелки наблюдается остаточное вращающее магнитное поле в статоре двигателя.

С изображения спектра тока в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе исправной одиночной стрелки на рисунке 3 видно, что влияющими в спектре сигнала являются низкие частоты в диапазоне от 0 до 2 кГц.

Ток в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе одиночной стрелки с упором корня острияка на рисунке 4 аналогичен рассмотренному ранее случаю для исправной стрелки на рисунке 2 лишь на двух участках временной зависимости. На третьем участке токовой кривой наблюдается явно выраженное увеличение тока в цепи электродвигателя, которое является следствием увеличения сопротивления движению острияков стрелки из-за упора корня их острияков в рельс, лежащий за ними. На преодоление дополнительно возникшей силы электродвигатель развивает большую мощность, что вызывает увеличение тока в рабочей цепи.

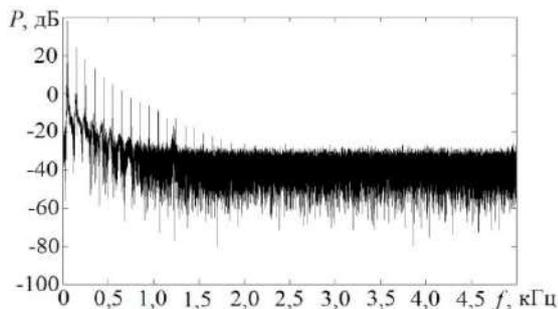


Рисунок 3 – Спектр амплитуды тока в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе исправной одиночной стрелки

Поскольку упор корня острияка влияет только на амплитудное значение тока в рабочей цепи электродвигателя, его можно зафиксировать только во временной области. Спектр же тока в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе одиночной стрелки с упором корня острияка практически не отличается от спектра сигнала исправной стрелки, изображенной на рисунке 3, и не содержит отличных от нее частот.

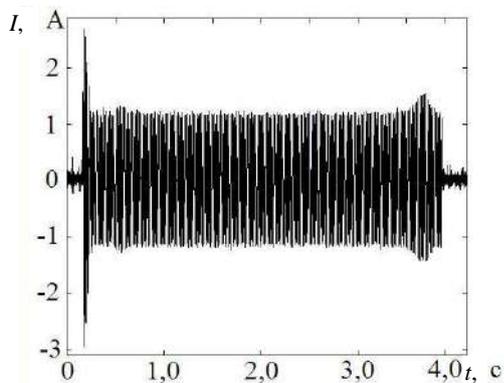


Рисунок 4 – Ток в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе одиночной стрелки с упором корня острияка

Следовательно, обнаружить упор корня острияка стрелки можно при помощи анализа временной зависимости тока перевода, а при помощи спектрального анализа – нельзя.

В свою очередь ток в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе одиночной стрелки с неисправным ротором ничем не отличается от тока перевода исправной стрелки на рисунке 2, хотя перевод стрелки сопровождается вибрацией и характерным высокочастотным стучанием внутри двигателя. При осмотре двигателя было установлено повреждение стержня ротора типа «белочья клетка» с присутствием намагниченной металлической пыли.

При изучении спектра тока в рабочей цепи стрелочного электропривода с двигателем переменного тока при переводе одиночной стрелки с неисправным ротором, приведенного на рисунке 5, было установлено, что если для спектра тока перевода стрелки в исправном состоянии на рисунке 3 характерно наличие значимых частот в диапазоне от 0 до 2 кГц, то в данном случае наблюдался спектр сигнала с присутствием высоких значений в области частот от 0 до 8 кГц. Кроме этого, спектр тока в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе одиночной стрелки с неисправным ротором на низких частотах, содержал высокую постоянную составляющую, которой нет в спектре токовой кривой перевода исправной стрелки на рисунке 3.

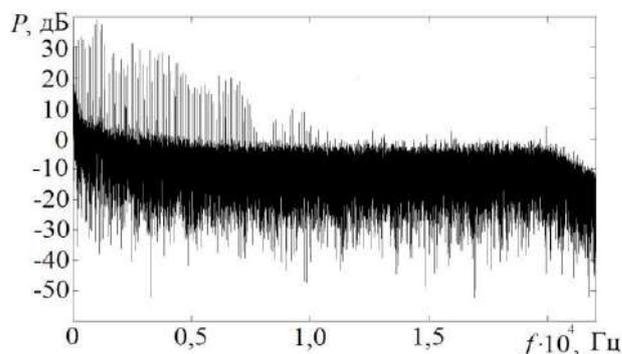


Рисунок 5 – Спектр амплитуды тока в рабочей цепи стрелочного электропривода переменного тока при переводе одиночной стрелки с неисправным ротором

Таким образом, используя метод автоматизированного дистанционного компьютерного диагностирования текущего состояния стрелочного перевода можно определять такие неисправности, которые связаны как с механической, так и с электрической его частью, контролируя при этом такие параметры как величину тока нормального перевода и при работе электродвигателя на фрикцию, длительность перевода, правильность регулировки гарнитуры и узлов крепления, состояние электродвигателя и т. д.

Заключение. Предложенный метод диагностирования состояния стрелочного перевода является относительно недорогим в применении, простым в использовании и довольно эффективным средством в определении неисправностей. Внедрение диагностического анализа состояния стрелочного перевода с использованием

компьютерной техники позволит определять появление неисправностей на ранних этапах их образования и предотвращать их рост до развития в трудно устранимые повреждения или необходимости полной замены. Разрабатываемая методика является основой системы, которая позволит дистанционно определять текущее состояние стрелочного перевода со всеми возможными неисправностями. При помощи данной системы возможно определять как постепенные отказы, так и повреждения, которые возникают внезапно, и в режиме реального времени сообщать об их появлении.

Применение системы дистанционного диагностирования состояния стрелочных электроприводов в автоматизированном режиме позволит экономить время на поиски неисправностей, средства и объем работ по замене и ремонту вышедших из строя элементов оборудования, приведет к сокращению числа задержек поездов и значительному повышению безопасности движения.

Список литературы

1 **Буряк, С. Ю.** Исследование временной зависимости и спектрального состава сигнала в цепи стрелочных электродвигателей переменного тока / С. Ю. Буряк, В. И. Гаврилюк, О. А. Гололобова // Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. – 2014. – № 6 (54). – С. 7–22.

2 **Иванов, Г. Я.** Электропривод и электрооборудование: учеб. пособие / Г. Я. Иванов, А. Ю. Кузнецов, В. В. Дмитриев : Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск. 2011. – 54 с.

3 Исследование диагностических признаков стрелочных электроприводов переменного тока / С. Ю. Буряк [и др.] Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. – 2013. – № 4 (52). – С. 7–22.

4 **Коган, Д. А.** Аппаратура электропитания железнодорожной автоматики / Д. А. Коган, З. А. Эткин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1987. – 256 с.

5 **Коган, Д. А.** Аппаратура электропитания железнодорожной автоматики / Д. А. Коган, М. М. Молдавский. – : Академкнига, 2003. – 438 с.

6 **Резников, Ю. М.** Электроприводы железнодорожной автоматики и телемеханики / Ю. М. Резников. – М. : Транспорт, 1985. – 288 с.

7 **Сороко, В. И.** Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника на железных дорогах России : энциклопедия: в 2 т. Т. 1 / В. И. Сороко, В. М. Кайнов, Г. Д. Казиев. – М. : Планета, 2006. – 736 с., ил.

8 **Федотов, А. Е.** Техническое обслуживание централизованных стрелок / А. Е. Федотов, О. К. Кочмарская. – М. : Транспорт, 1988. – 96 с.

9 **Chaparro, L. F.** Signals and Systems Using MATLAB / L. F. Chaparro // Dep. of Electrical and Computer Eng. Univ. of Pittsburgh. – Amsterdam; Boston; Heidelberg; London; New York; Oxford; Paris; San Diego; San Francisco; Singapore; Sydney; Tokyo : Academic Press, 2011. – 752 p.

Получено 25.11.2015

S. Yu. Buryak. Foundations of automatic fault location turnouts.

Development and implementation the points system diagnostics that would allow determining automated and remotely the current state of turnout with all possible faults, gradual and sudden failures, damages, and in real time to report about their appearance is very necessary task in the high-speed traffic functioning. State determining on the values analysis of turnout main parameters is proposed to carry out with the help of a computer and analog-to-digital converter. Connecting measurements performance is advisable to produce to a shunt ammeter, installed in the working circuit of the point feed panel. Using it one can analyze the obtained data of the dependence of the change in the amplitude of the current time and current amplitude spectrum, which allows diagnosing state of points upon change the nature and values of the current curve. The proposed method enables timely, still in the early stages of defect parts, malfunctions or failures of nodes mechanisms to detect and eliminate them.