

POWER SUPPLY OF SYSTEMS WITH FUNCTIONAL DIAGNOSTICS AND MONITORING OF CONTACT NETWORK STATUS FROM SOLAR POWER SOURCES

Karimov Islom

Tashkent State Transport University

Uzbekistan, Tashkent

E-mail: Islomkarimov3009101@mail.ru

Bakhrom Nurxonov

Tashkent State Transport University

Uzbekistan, Tashkent

E-mail: nurxonovbahrom2000@gmail.com

Abstract: A built-in system for continuous remote technical control and diagnostics of devices and elements of railway contact systems is proposed, which makes it possible to determine their most informative and reliable parameters at any time and transmit information and measurement information in digital form in order to improve reliability. For the first time, the expediency of using an autonomous power supply of the proposed diagnostic system based on a solar photovoltaic cell installed on supports is shown.

Key words: Contact network, technical condition diagnostics, devices for extended overhead catenary, traction power supply, criterion, reliability, information content, mathematical model, and algorithm.

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ СИСТЕМ С ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Каримов Ислом.

Ташкентский государственный транспортный университет.

E-mail: Islomkarimov3009101@mail.ru

Нурхонов Бахром

Ташкентский государственный транспортный университет.

E-mail: nurxonovbahrom2000@gmail.com

Аннотация: Предложена встроенная система непрерывного удаленного технического контроля и диагностирования устройств и элементов контактных систем железной дороги, дающая возможность определять их наиболее информативные и достоверные параметры в любой момент времени и передавать информационно-измерительную информацию в цифровом виде с целью повышения надежности. Впервые показана целесообразность применения автономного питания предлагаемой системы диагностики на основе солнечного фотоэлектрического элемента, устанавливаемого на опорах.

Ключевые слова: контактная сеть, техническое состояние диагностика, устройства для расширенной контактной подвески, тягового электроснабжения, критерий, достоверность, информативность, математическая модель, алгоритм.

На высокоскоростных железных дорогах практическая диагностика совершенствуется, развивается и внедряются различные системы наземной железнодорожной автоматики и телемеханики. Они способна получать информационно-измерительные сигналы для диагностики и производить функциональный контроль и мониторинг технического состояния напольного технического оборудования рельсовых цепей и стрелочных электроприводов.

Однако на качество перевозочного процесса в большой степени влияют объекты верхней строений пути и устройства электроснабжения – контактных сетей. Отказы контактной сети ввиду отсутствия резерва приводят к продолжительным перерывам в движении электровозов. Вследствие этого разработана и внедрена система расширенного функционального контроля, диагностики и мониторинга контактной сети, обусловленные применением автономного источника питания на фотоэлектрических элементах, является актуальным.

Современный подход к разработке и конструированию объектов инфраструктуры технических объектов, связанный с реализацией ответственных технологических процессов, таких как контактная сеть скоростного и высокоскоростного движения, требует использования встроенных средств диагностирования устройств и элементов, находящихся под воздействием больших токов и напряжений, влияния климатических действий и вибраций с одной стороны, и необходимости автономного электропитания различных датчиков и преобразователей с другой стороны.

Применение фотоэлектрических элементов в качестве питания системы встроенных информационно-измерительных комплектов дает возможность повысить степень интеграции датчиков и приборов физических параметров распределенных на анкерном участке для достоверного и глубокого диагностирования, а также преобразования и бесперебойной передачи информации оперативному персоналу через сервер в концентратор информации и также возможности запрещающего сигнала светофора, установленного на въезде участка, включающий в себя анкерный участок.

Элементы встроенной системы могут устанавливаться на исследуемых конструкциях или могут быть расположены в непосредственной близости от них. Встроенные системы диагностирования могут определять наиболее достоверные параметры дистанционно и в любой момент времени и передавать их на предварительную обработку. Особенностью датчиков, встроенных на контактную подвеску являются: их способность выполнять требуемые функции в условиях большего электрического и электромагнитного влияния, высокого акустического воздействия движущегося электровоза, резко-континентального климата аридных зон Узбекистана, широкого диапазона вибраций опор и контактных подвесок.

Указанные внешние и внутренние факторы, требуют применения эффективных способов и средств защиты многообразных измерительных датчиков и обработки их предварительных данных в цифровом формате для передачи данных. Для таких встроенных измерительно-информационных комплексов (ИИК), имеющих беспроводную связь, необходимо обеспечить автономное питание на основе фотоэлектрического элемента, вырабатывающую электроэнергию и позволяющую ввести систему непрерывного процесса диагностирования.

На кафедре «Электроснабжение» Ташкентского государственного транспортного университета созданы узлы автономной встроенной системы диагностирования узлов и элементов контактных сетей скоростного и высокоскоростного движения, схема которого приведена на рис 1.

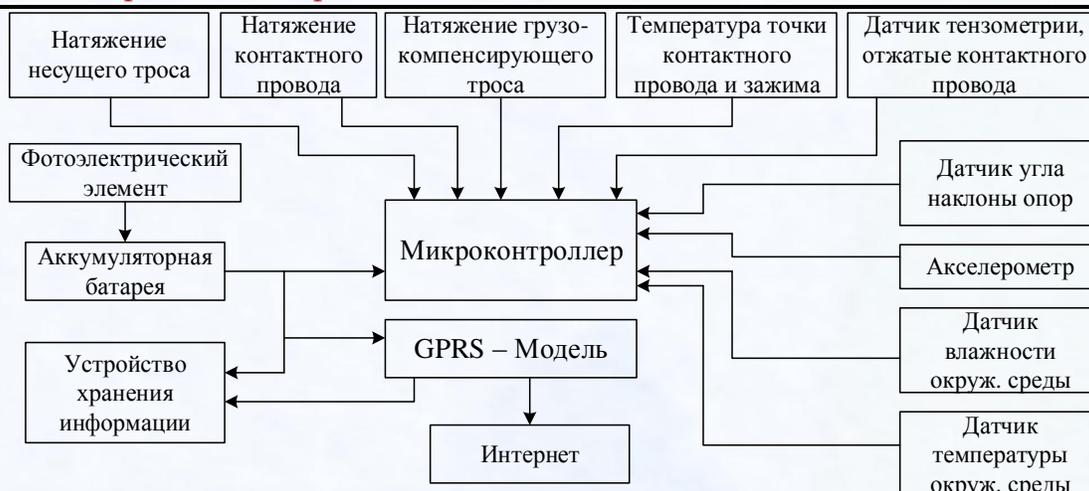


Рис 1. Функциональная схема ИИК контактной сети.

Встроенная система (рис 1) имеет комплекс датчиков натяжений несущего троса, и контактного провода, температуры точки контактного провода и зажима, датчик тензометрии отжатая контактного провода, датчик узла наклона опор, датчик влажности и температуры окружающей среды [2,4,10,12,13] и акселерометр [5] вибрации контактной подвески, выходные измерительные сигналы которых подаются на микроконтроллер с GPS – модемом, устройство хранения, питаемых фотоэлектрическим элементом и аккумуляторной батареей [7,9,11], размещается непосредственно на элементах контактной сети. Датчики данной системы установлены на несущим тросе и контактном проводе непосредственно за роликами блоков устройств компенсации или над гирляндами грузов компенсатора, размещенных на анкерных опорах контактной сети. Один из вариантов установки датчиков приведен на рис 2.

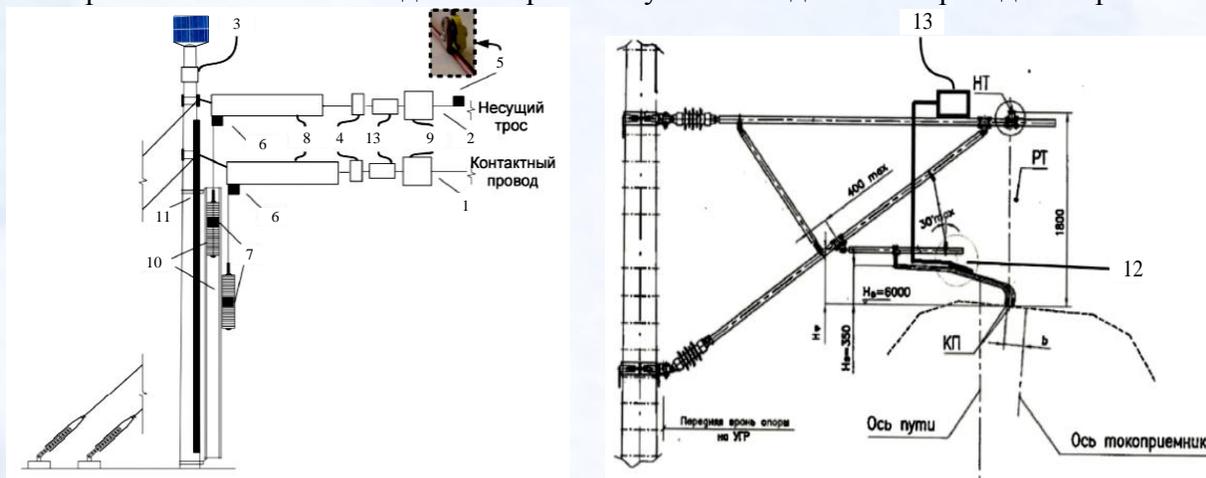


Рис 2. Примерный вариант установления датчиков диагностирования контактной подвески.

- 1 – контактный провод;
- 2 – несущий трос;
- 3 – фотоэлектрическая панель и датчик контроля углов наклона опор;
- 4 – датчики натяжения несущего троса и контактного провода;
- 5 – датчик температуры;
- 6 – оптоэлектронный измеритель для определения расстояния верхних грузов;
- 7 – метка перемещения груза;
- 8 – уравновешивающий блок компенсатора;
- 9 – изолятор контактного провода;

- 10 – датчик определения расстояние до верхних грузов в гирляндах (гирляндах грузов);
- 11 – радиочастотный датчик;
- 12 – тензометр отжатая контактного провода;
- 13 – блок сбора и передачи информации.

В этой связи остается открытым вопрос удачного выбора автономного электропитания ИИК в условиях пространственного и временного изменения солнечной радиации и температуры окружающего воздуха в региональных зонах Узбекистана.

Ниже произведены оценки солнечного потенциала и температуры регионов по которым проходят скоростное и высокоскоростное движение железной дороги. Исходными данными для расчета являются географические координаты движения, а также исследования влияния пространственной и временной изменчивости солнечной радиации на энергетические показатели работы солнечных фотоэлектрических модулей в условиях аридной зоны [6].

Влияния пространственной и временной изменчивости солнечной радиации по регионам.

№	Регионы Параметры	Ташкентский регион	Самаркандский регион	Бухара- Навои регион	Термез регион
1	Географические координаты: широта долгота	41°15'52" 69°12'58"	39°39'15" 66°57'34"	39°46'28" 64°25'42"	37°13'27" 67°16'41"
2	Высота над ур. моря, м	424	719	229	304
3	Предельные рабочие знач. температуры воздуха °С	+40..- 15;±0,08	+40..-16;±0,05	+40..- 17;±0,07	+40..- 18;±0,05
4	Сред. месячная радиации Вч/м ²	913,3	931,3	1071,6	1021,1
5	Средняя энергия вырабатываемая в день. Е, В·ч/м ²	60,8	62,08	68,77	68,07

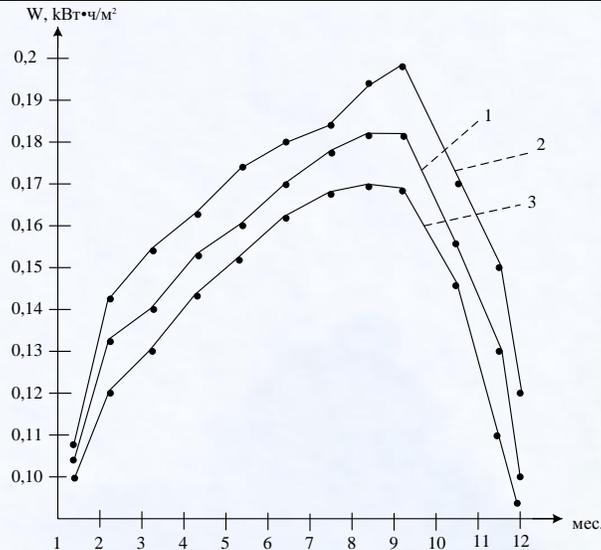


Рис 3. График изменения годовой выработки электроэнергии фотоэлектрического модуля типа ОДА 250-30Р по Ташкентскому (1), Бухарскому (2) регионам и Каракалпакстану (3) [6]. Акселерометр, разработанный авторами [8] фиксирует величины амплитудных ускорений контактного провода по кривым её вибрации, определяющего натяжения контактной проволоки и несущего троса и определения наличия на этом участке электровоза.



Рис 4. Кривые вибрации контактного провода измераемым акселерометром.

По амплитуде частоте вибрации можно вычислить натяжение контактных проводов и несущий тросов контактной сети подвески в режиме реального времени по известному выражению:

$$\omega = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho_L}}, \quad (1)$$

где ω - частота колебаний вибрации; n - число мод колебаний контактного провода; L - длина контактного провода на анкерном участке; T - натяжения контактного провода.

Из (1) находим натяжение T контактного провода по известной частоте колебаний:

$$T = \frac{4L^2\omega^2}{n^2} \rho_L = \frac{4L^2\omega^2}{n^2} \cdot \frac{m}{L} = \frac{4L\omega^2}{n^2} \cdot m, \quad (2)$$

Ввиду использования солнечной энергии для питания предлагаемой системы, произведем оценку получения электрического питания с помощью фотоэлектрических преобразователей.

Исходными данными для расчета являются: географические координаты участков высокоскоростного движения и величины максимальной солнечной радиации и годовой электроэнергии вырабатываемые фотоэлектрическим модулям по регионам Узбекистана таблица 1 (рисунок 3).

Расчет произведем по следующему методу.

Вырабатываемая энергия солнечной батареи на январь месяц имеющая (самую малую солнечную энергию)

$$E = P_q \cdot T_L, \quad (3)$$

где E - энергия, вырабатываемая в день, Вт·час; P_q - мощность, вырабатываемая за час, Вт; $T_L(n)$ - продолжительность солнечного дня, по данным суток с начала года n :

$$T_c = 2/15^\circ(\arccos[-tg\varphi \cdot tg\delta]), \quad (4)$$

где φ - координаты северной широты местности; $\delta = \delta_0 \sin(360(284 + n)/365)$ где δ_0 угол отклонения местности установки объекта от северного полушария, n - номер суток с начала года.

Далее рассчитывается изменение мощности потока солнечной радиации:

$$P_u = kR_{\max} \sin(180t/T_c), \quad (5)$$

где $k = (0,3 - 0,8)$ постоянный коэффициент, учитывающий солнечную радиацию и мощность выработываемую батареями; R_{\max} - максимальная солнечная радиация для данной региона; t - порядковый номер часа солнечной активности.

Произведенные расчеты фотоэлектрического электропитания по формулам (3,4,5), например, по Ташкентскому региону дают возможность определить энергию вырабатываемую в день:

$$E = 96,82 \text{ Вт}\cdot\text{ч} \quad (6)$$

Запас аккумуляторной батареи за день, Вт·ч;

$$C = E \cdot 0,2 = 96,82 \cdot 0,2 = 19,36 \quad (7)$$

где 0,2 – усредненный коэффициент КПД аккумулятора.

Учитывая различные продолжительности дня и солнечные радиации, получим энергию за весь год в пределах 23480 ± 10 Вт·ч.

Технический результат, заключается в повышении уровня автоматизации, снижения числа ложных оповещений о возможности возникновения аварийной ситуации и диагностирования, существенно снижающую ущерб от отказов контактной сети, обработки информации с использованием вычислительных устройств, подключенных по сетям передачи данных к датчикам физических параметров в бесперебойном режиме.

Литература

1. Стратегия развития АО «O'zbekiston temir yo'llari» на период 2025-2030 гг. –Т., 2020 -51 с.
2. Рекомендации по техническому диагностированию контактной сети. Р636/6. Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД). Утвержден совещанием комитета ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 19-22 октября 2010 г.
3. Ефимов А.В., Галкин А.Г. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог. 1990 – М. изд-во УМК МПС Россия.
4. Михеев В.В. Система диагностика параметров контактной сети // Железнодорожный транспорт. Сер. Электроснабжение железных дорог. ЭИ/ЦНИИТЭИ МПС 2001 – Вып.2. с 24-34.
5. Пат 2444449 С1, МПК В 60 М1/12 Способ и система диагностики и удаленного мониторинга контактной сети железной дороги (текст). Непомнящий В.Г., Осадчий Г.В., и др. Опубл. 10.03.2012 Бюл. №7.