

ПЕРЕНОСНОЙ РЕЛЬСОВЫЙ ПРОФИЛОМЕТР

А.О.Плетнев, Ю.А. Чурсин, А.И. Гожимов

Научный руководитель: доцент, к.т.н., доцент Ю.А. Чурсин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: aopl066@gmail.com

RAIL PROFILE MEASUREMENT GAUGE

A.O. Pletnev, Y.A. Chursin, A.I. Gozhimov

Scientific Supervisor: docent, candidate of engineering sciences, associate professor Y.A. Chursin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: aopl066@gmail.com

Abstract. Control of the level of of deterioration railways is one of the main tasks in the service of the railway transport. Currently, monitoring of the degree of deterioration is carried out using of obsolete equipment. The use of modern technology will greatly improve the quality of rail condition monitoring process. The principle of profilometer operation is based on measuring the distance to the rail at a known measurement angle. To measure the distance using laser triangulation sensor. Application profilometer does not require pretreatment of the rail to the measurement process. Obtained during the measurement profile will be displayed on the user's tablet, which will also be presented the results of calculation.

Введение. В процессе эксплуатации железнодорожных путей происходит износ рельсового полотна. В результате износа рельса уменьшается его площадь соприкосновения с колесом, в следствии чего повышаются экономические затраты на топливо, а более серьёзный износ может привести к аварии [1]. В настоящий момент для контроля за степенью износа рельсового полотна в РФ применяют шаблоны, путевые штангенциркули и скобы или оптические профилометры зарубежного производства. Учитывая необходимость в применении современных технологий и повышения эргономичности процесса измерения степени износа рельс, был разработан собственный профилометр.

Переносной рельсовый профилометр. Переносной рельсовый профилометр разработан для бесконтактной регистрации профиля головки рельса. Механизм сканирования профиля заключается в определении расстояния от датчика до рельса при фиксированном угле измерения (рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

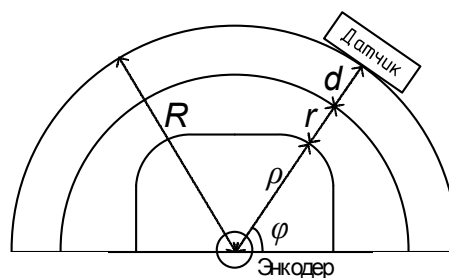


Рис. 1. Схема процесса измерения профиля рельса

Результатом измерения профиля является одномерный массив, который хранит в себе значения расстояния от точки начала диапазона измерения до рельса. Порядковый номер i каждой точки равен количеству срабатываний энкодера за путь от точки начала измерения до точки i . Учитывая то, что датчик расстояния движется вокруг рельса по дуге окружности, профиль рельса можно описать в полярных координатах массивом точек ρ и φ . Из рисунка ч видно, что расстояние от центра окружности до профиля можно выразить по формуле $\rho = R - d - r$, а угол φ определяется по формуле $\varphi = i \cdot k_\varphi$. Коэффициент k_φ определяет количество радиан на один импульс энкодера.

В качестве датчика расстояния выступает триангуляционный лазерный датчик. Для разработанного профилометра реализована поддержка датчиков Riftek RF603 и Prizmasensors LS5. Точность измерения расстояния данными датчиками составляет $\pm 0,1\%$ от диапазона измерения. Для измерения профиля рельса применяются датчики с диапазоном в 25 мм, поэтому точность измерения расстояния датчиком составляет ± 25 мкм [2].

В качестве датчика определения угла используется инкрементальный оптический энкодер, подключенный к микроконтроллеру через D-триггер, что позволяет аппаратно определить направление вращения энкодера.

В разработанном переносном рельсовом профилометре можно выделить три основных модуля. Механический модуль (рисунок 3) представляет собой конструкцию, на которой закреплены оптический датчик и энкодер. Механический модуль крепится на рельс и обеспечивает возможность движения оптического датчика по дуге окружности вокруг головки рельса.

Модуль сбора и обработки данных является основным логическим модулем разрабатываемого устройства. Задача данного модуля заключается в управлении режимом работы лазерного датчика, получении, предварительной обработке и отправке данных измерения профиля на устройство верхнего уровня.

Так как использование полярных координат затрудняет дальнейшую обработку результатов измерения, необходимо перейти от полярных координат к декартовым по следующей формуле:

Для определения значения параметров смещения Δx и Δy , следует учитывать тот факт, что износ рельс производится в большей степени с внутренней стороны. Внешняя сторона остается неизношенной [3]. Исходя из этого, для определения сдвига по абсциссе и ординате необходимо совместить опорную точку измеренного профиля с соответствующей точкой эталонного профиля.

Угол поворота $\Delta\varphi$ определяется путем минимизации невязок на отрезке внешней стороны профиля.

Результат расчета профиля с учетом преобразования показан на рисунке 2.

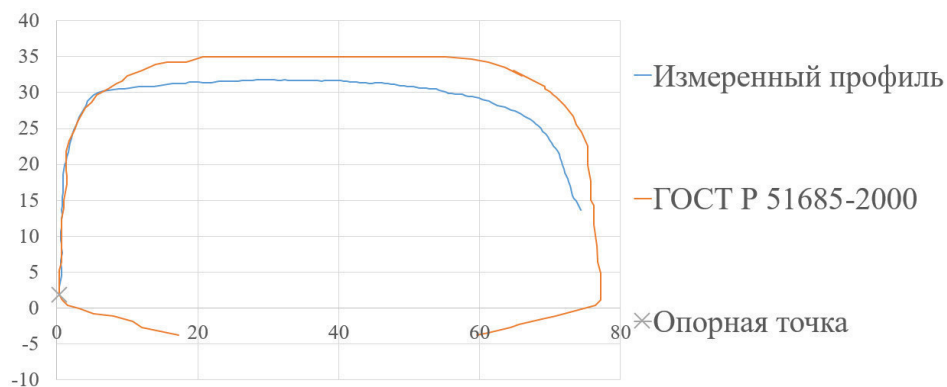


Рис. 2. Результаты измерения

Полученный в результате смещения профиль измеренного рельса позволяет нам производить анализ степени износа головки рельса.

После предварительной обработки результатов измерения на плате сбора данных, данные поступают на управляющее устройство. В качестве управляющего устройства может выступать планшет или смартфон на базе Android, IOS, Windows или ноутбук с Windows. Устройства должны поддерживать возможность подключения по Wi-Fi.

В настоящий момент разработано ПО для устройств на базе Android OS. Интерфейс программы изображен на рисунке 3. Данное приложение позволяет выводить на экран и сравнивать измеренные профили, производить расчет параметров износа рельса.

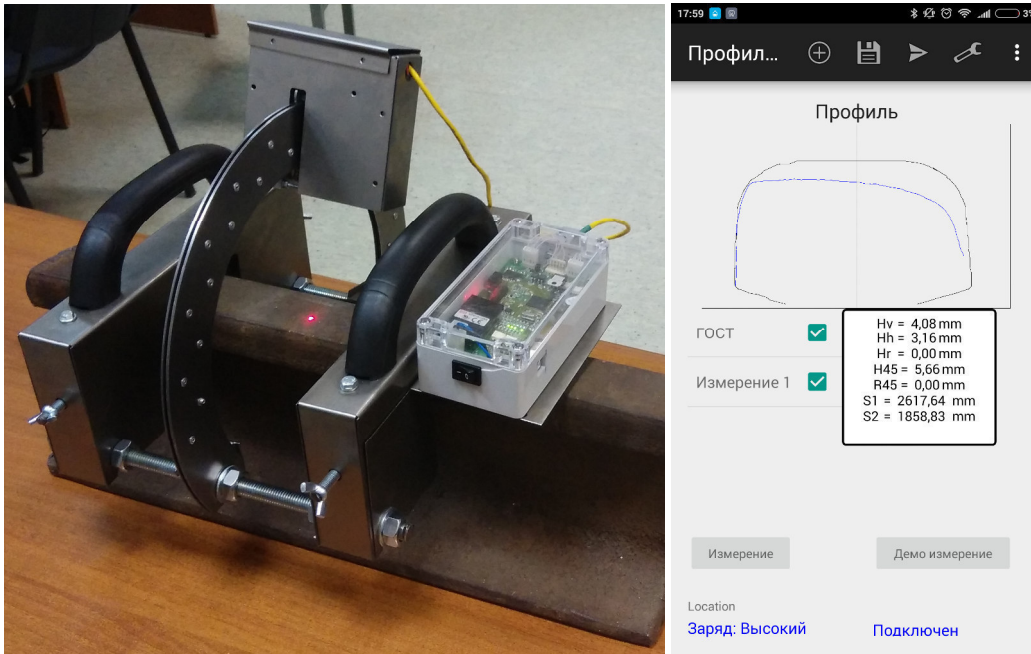


Рис. 3. Переносной рельсовый профилометр и результаты измерения.

Разработанный переносной рельсовый профилометр обеспечивает точность измерения не ниже чем у существующих аналогов. Погрешность итоговых расчетов не превышает 0,1 мм.

Время автономной работы устройства составляет 10 часов. Такая автономность позволяет проводить измерения в течении одной смены.

Разработанный профилометр имеет низкую стоимость и будет поддерживать все основные мобильные операционные системы.

Список использованных источников

1. Шахунянец Г.М. Железнодорожный путь: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1969. – 536 с.
2. ООО «РИФТЭК» Лазерные триангуляционные датчики [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://riftek.com/ru/products/~show/sensors/laser-triangulation-sensor>. – 17.09.15.
3. Чернышев М.А., Крейнис З.Л. Железнодорожный путь. – М.: Транспорт, 1985. – 302 с.