

УДК 531.7

К. Н. Войнов, д-р техн. наук, проф., **К. А. Каргальский**, аспирант
Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
Тел./Факс: +7 (921) 900-15-65; E-mail: forstar@mail.ru

ОБ ИЗМЕРЕНИИ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ

В статье будут выявлены недостатки существующих приборов контроля и измерения больших диаметров, в частности, которые используются для измерения колёсных пар подвижных составов. Будет предложен вариант компактного измерительного прибора, который позволит снимать показания с различной степенью точности, в разных местах, для подтверждения отклонений.

Ключевые слова: измерение, большие диаметры, способы контроля, колёса

K. N. Voynov, K. A. Kargalsky

ABOUT MEASUREMENT OF LARGE DIAMETERS

The article will reveal the disadvantages of the existing devices for control and measurement of large diameters, in particular, which are used to measure the wheel set of rolling stock. A variant of a compact measuring device will be proposed, which will make it possible to take readings with varying degrees of accuracy, in different places, to confirm deviations.

Keywords: measurement, large diameters, control methods, wheels.

Введение.

В определённом смысле измерение больших диаметров деталей (например, колёс, дисков, отверстий ступиц и др.) является определённой проблемой. В частности, это связано с громоздкостью применяемых измерительных устройств (скоб, кронциркулей, специальных раздвижных приспособлений), с необходимостью использования дорогостоящего стационарного оборудования, использующего, к примеру, лазерные установки. Некоторые измерительные устройства тяжелы или даже невозможны к ручной переноске. Поэтому назрела актуальная необходимость разработки и создания практически карманного по размерам прибора, обеспечивающего требуемую точность измерения как для новых изготовленных деталей, так и бывших в эксплуатации, что и отражено в данной статье.

Раздел 1.

Как отмечалось выше, измерениям могут подлежать как большие наружные диаметры (например, железнодорожных колёс), так и больших размеров отверстия дисков, ступиц и пр. Требования к точности измерения встречаются самые разные [1] (обычно от микрометров до нескольких миллиметров), которые всегда указаны конструктором на рабочих чертежах деталей, поступающих в эксплуатацию после их изготовления.

Кроме того, в процессе работы деталей начинают естественно изменяться их габаритные размеры и формы, в частности, например, первоначально концентричная форма большого по размерам диска приобретает эллиптическую форму. Для железнодорожных колёс при экстренных торможениях часто образуются так называемые ползуны, то есть стёршиеся практически горизонтальные площадки. Эти площадки образуются из-за того, что колесо скользит не вращаясь (юзом) по рельсу [2]. Зона контакта в паре трения колесо-рельс в таких случаях резко нагревается, металл перегревается и размягчается, что и приводит к его быстрому истиранию.

Эксплуатировать такие колёсные пары при наличии ползунов запрещается по

следующим основным причинам [3]:

- резко ухудшается динамика работы вагонов и локомотивов, так как при вращении колёс ползуны создают сильные дополнительные нагрузки на само колесо, на рельс, подшипники в буксах колёсных пар и пр.;
- увеличивается шум при движении такого состава, у которого имеется хотя бы даже один ползун;
- происходит перенапряжения материалов, из которого изготовлены как рельсы, так и сами колёса, что может привести к их деформации и даже разрушению.

Для устранения появившихся ползунков существуют два метода:

- 1) осуществлять на специальных железнодорожных путях обточку круга катания колеса чашечными твёрдосплавными резцами без выкатки колёсной пары из тележки, то есть выкатки из ходовой части вагона или локомотива. Это требует наличия специальной ямы, где должен быть установлен станок и наличие индивидуального привода вращения колёс. Кроме того, при выполнении подобной операции иногда приходится обтачивать круг катания и второго неповреждённого ползунком другого колеса одной колёсной пары, чтобы сохранить примерно одинаковые диаметры у обоих колёс во избежание существенного их перекаса;
- 2) осуществлять выкатку тележки из-под вагона или локомотива в депо или в специализированном пункте ремонта, где повреждённую колёсную пару устанавливают на станок для её обточки. Такие операции занимают много времени и в финансовом плане затратны.

Наконец, есть ещё одна важная проблема, связанная с измерением диаметра катания колёсных пар без их выкатки, то есть прямо под вагоном или локомотивом. Сложность состоит в том, что для измерения остаются лишь весьма ограниченные свободные части/пространства поверхности колеса, так как снизу находится рельс, с двух сторон от колеса расположены тормозные колодки или диски, сверху достаточно близко подходит к колесу рама тележки.

В нашем варианте нам удалось преодолеть все эти перечисленные препятствия/трудности. Более того, как будет объяснено далее, можно быстро и легко производить измерения в разных свободных частях колеса по кругу катания с высокой степенью точности.

Раздел 2.

Здесь приведём примеры некоторых стандартных измерительных приборов / средств, которые используются в мировой практике. Пожалуй, на первом месте по точности измерения следует отметить те приборы контроля, которые дают высокую или весьма повышенную точность измерения на уровне измерения микрошероховатости или близком к такому уровню (рис. 1 – рис. 5).

Профилограф— профилометр портативный «СЕЙТРОНИК ПШ8-2 С.С.», (рис. 2). Прибор позволяет производить измерение шероховатости поверхности, включая труднодоступные места, в различных лабораторных и производственных условиях по параметрам: Ra , R_{max} , Rz , S_m .

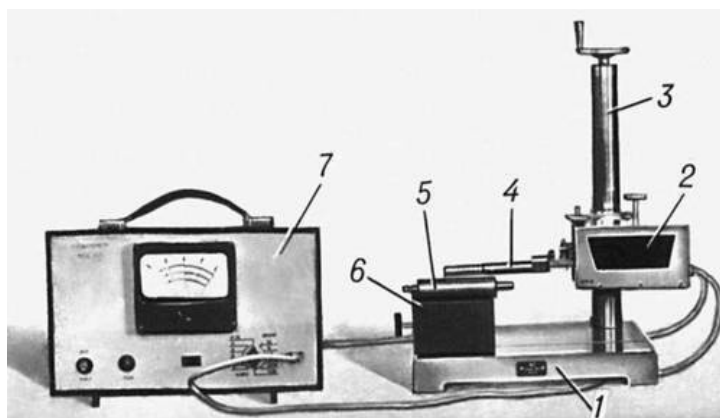


Рисунок 1. Внешний вид профилометра для контроля шероховатости: 1 – основание прибора; 2 – индикатор; 3 – стойка; 4 – устройство измеряющее; 5 – образец/деталь; 6 – блок установочный; 7 – блок питания

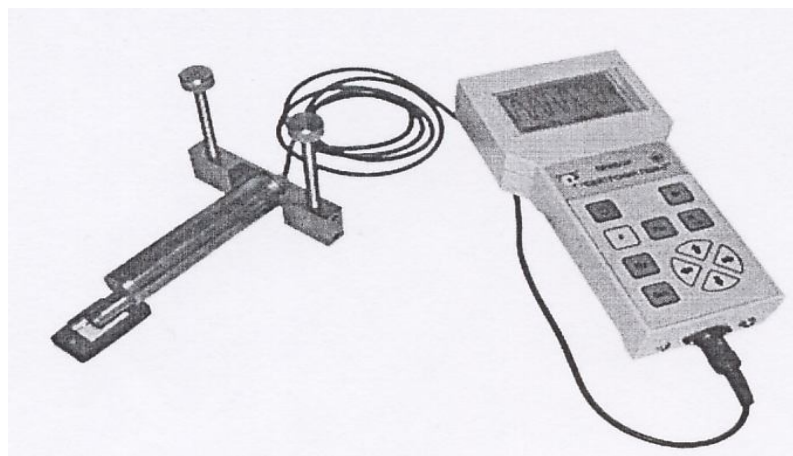


Рисунок 2. Профилограф —профилометр типа «СЕЙТРОНИК ПШ8-2 С.С.»

Линейка электронная телескопическая KRAFTOOL, рис. 3.



Рисунок 3. Внешний вид измерительной линейки

Линейка служит для проведения линейных измерений в диапазоне от 0,001 до 4 м с точностью до 0,1%. Она представляет собой электронный прибор, состоящий из телескопических сегментов, оптических датчиков, микропроцессора и жидкокристаллического дисплея.

Координатно-измерительная машина, рис. 4.

Машина мостового типа обеспечивает возможность проведения высокоточных измерений деталей среднего и крупного размера.

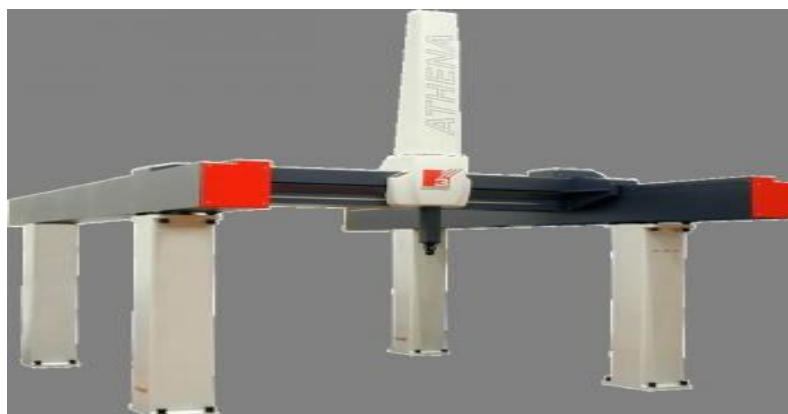


Рисунок 4. Внешний вид координатно-измерительной машины ATHENA (фирма COORD 3, Италия)



Рисунок 5. Прибор для контроля шероховатости и контура поверхности Hommel Tester T8000

Диаметры крупногабаритных деталей по наружному диаметру или по отверстию в основном напоминают скобы или раздвижные линейки, которые имеют одну неподвижную базу, а другую – подвижную с движком, фиксатором/стопором и шкалой. Обладая перечисленными ранее недостатками, детально здесь не рассматриваются.

Кратко перечислим, не приводя рисунков/фотографий приборов контроля шероховатости поверхностей [4,5], что в отдельных случаях весьма важно:

– индикатор компараторного типа, серия которого 1000, Mahr модель 1010, Zentimes, Германия;

- индикатор часового типа ИЧ-25, класс 1;
- трёхточечный цифровой нутромер TESA imico имеет диапазон измерений от 3,5 до 300 мм, цена деления шкалы составляет 0,001 мм;
- нутромер аналоговый серии ХТ; прибор позволяет выполнять точные измерения диаметров отверстий для диапазонов от 2 до 300 мм (и даже 500 мм по требованию);
- нутромер электронный Ultima; максимальное разрешение прибора при измерении до 0,0001мм; имеет широкий диапазон измерения при постоянном измерительном усилии;
- профилометр (индикатор компараторного типа) MahrSurf PS1, (Zentimes, Германия).

Этот профилометр является одной из последних новейших моделей в мире контроля шероховатости. В качестве измерителя методом ощупывания выступает индуктивный опорный датчик; радиус иглы щупа 2 мкм.

Раздел 3.

Вариант измерительного прибора больших диаметров, который разработан и является портативным, показан на рис. 6 [6].

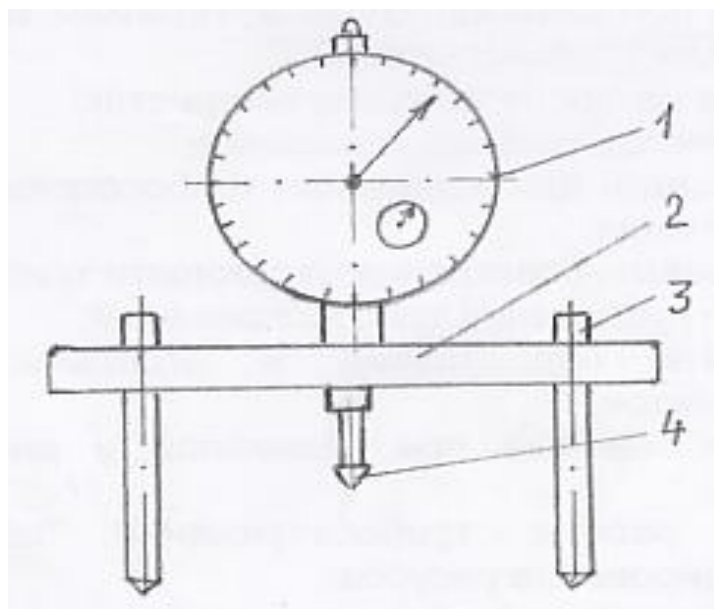


Рисунок 6. Вариант прибора для измерения диаметра поверхности круглых деталей больших диаметров по части дуги окружности: 1 – индикатор часового типа; 2 – планка; 3 – шпилька; 4 – наконечник ножки индикатора.

Прибор работает следующим образом [7]. Предварительно тарированное устройство опускается на измеряемую поверхность до контакта с ней тремя точками (двумя шпильками и наконечником индикатора). Далее считывается полученный размер. Для определения реального размера диаметра к прибору прикладывается справочная таблица, устанавливающая соответствие его показания фактическому диаметру измеряемой детали. Такая таблица может быть записана на пластинках, закреплённых в местах расположения шпилек.

Передвинув устройство по окружности детали в другое свободное место для измерения того же диаметра и получив существенно иной результат, можно сделать следующие выводы: 1) имеет место эллипсность окружности; 2) присутствуют наплывы материала или каверны на измеряемой поверхности; 3) образовался неравномерный характер износа (например, появился ползун).

Конкретный фактор/причина устанавливается дополнительным анализом. Достижимая точность механического измерения составляет обычно 0,02 мм. Наконец, вместо индикатора можно поставить электронный счётчик, что во много раз повысит точность измерения по сравнению с использованием стандартного индикатора часового типа. Аналогичная схема может с успехом применяться и для измерения больших диаметров отверстий.

Заключение.

Приведены проблемы с измерением больших диаметров деталей, отражены стандартные приборы разной точности измерения формы.

Предложен вариант компактного измерительного прибора, позволяющего проводить контроль размеров с различной степенью точности, в разных местах, что может подтвердить наличие отклонений от концентричности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войнов, К. Н. Проблемы и решения в трения изнашивания. Монография / К. Н. Войнов – Санкт-Петербург: Нестор-История, 2015. – 500 с. ISBN 978-5-906108-11-1.
2. Воробьев, А. А. Надежность подвижного состава / А. А. Воробьев – Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2017. – 301 с. – ISBN 978-5-89035-978-0.
3. Войнов, К. Н. Надёжность вагонов / К. Н. Войнов – М.: Транспорт, 1989. – 112 с.
4. S. Jung, W. Haas. Effects of Shaft Surface Topography on the Friction of Radial Lip Seals. STLE, conference proceedings. Annual Meeting&Exhibition / Jung, W. Haas – Las Vegas, Nevada, USA, 2010.
5. Drumm, S. Viscosity and Bulk Modulus Measurements Under High Pressure Conditions. STLE, conference proceedings. Annual Meeting&Exhibition / S Drumm, A Wohlers, A. Fatemi, H. Murrenhoff – Las Vegas, Nevada, USA, 2010.
6. Международная энциклопедия «Трибология»: т. 3 / под ред. акад. К. Н. Войнова. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012. – 399 с.
7. Войнов, К. Н. Прикладные расчёты и компьютерные программы в технологии проектирования механических систем и приборов. Ч. 1. / К. Н. Войнов // Университет ИТМО – Санкт-Петербург: Нестор-История, 2018. – 68 с.

Поступила в редколлегию 16.04.2018 г.