

# Результаты испытания бесконтактного интерференционного датчика перемещения CDS-03

## 1. Цель испытания

Целью испытания являлась оценка случайной погрешности бесконтактного интерференционного датчика перемещения CDS-03 и проверка стабильности показаний датчика во времени.

## 2. Описание установки

Для проведения испытаний была собрана измерительная установка, упрощенная схема которой показана на рис. 1.

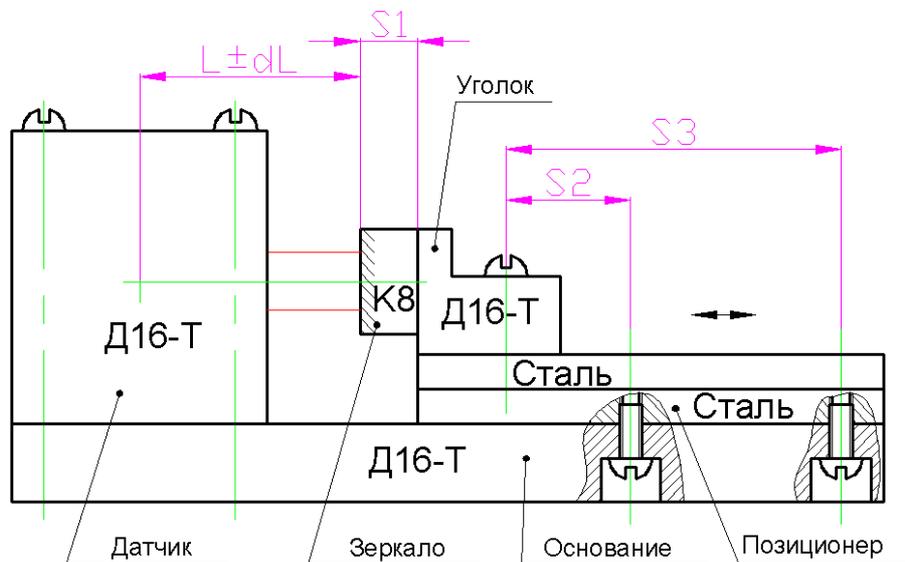
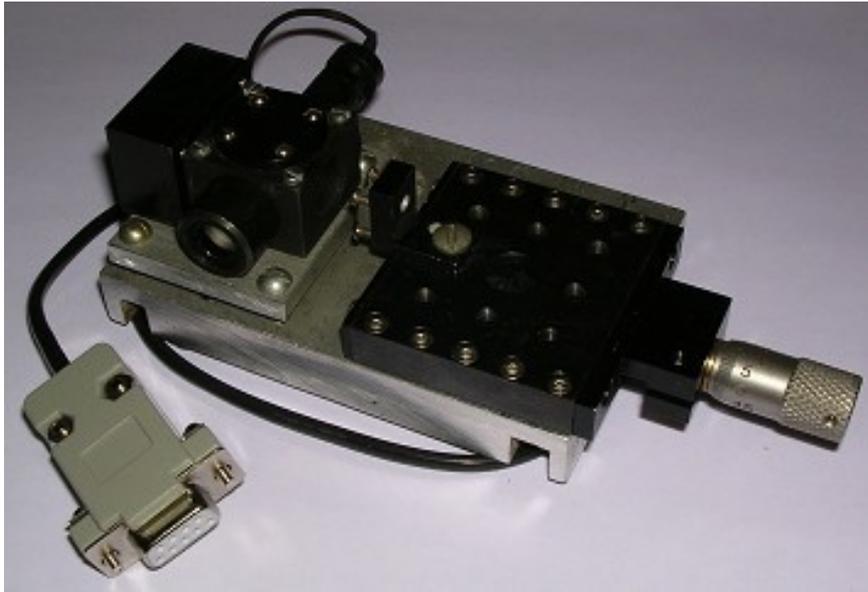


Рис. 1 Схема экспериментальной установки.

На схеме слева изображен датчик, установленный на основании. На это же основание справа установлен однокоординатный позиционер с уголком и зеркалом. На каждом узле схемы указан материал. Расстояние от оси винта, с помощью которого установлен уголок с зеркалом, до оси ближнего винта, с помощью которого позиционер прикреплен к основанию, -  $S_2=15$  мм, до дальнего винта -  $S_3=35$  мм. Толщина зеркала -  $S_1=3$  мм. Собранный установка позволяет измерять перемещение  $dL$  поверхности зеркала относительно датчика с момента включения датчика. Фотография установки приведена на рис. 2.



*Рис. 2. Фотография измерительной установки.*

### **3. Анализ измерительной схемы**

Из анализа схемы следует, что температурная компенсация в измерительной установке отсутствует на участке S1 и S3. Т.к. стальной позиционер прикреплен к основанию из алюминиевого сплава двумя винтами, точное положение области их соприкосновения определить сложно, но можно с достаточной уверенностью сказать, что эти области находятся около винтов, и дистанция, на которой отсутствует термокомпенсация, не превышает расстояние S3 но больше S2. С целью выявить максимальное теоретическое смещения зеркала относительно датчика в зависимости от температуры, в дальнейших расчетах мы будем использовать расстояние S3 и S1.

Запишем формулу максимального изменения расстояния  $dL$  в зависимости от температуры, при условии полной термокомпенсации внутренней конструкции датчика:

$$dL = dT * (k1 * S1 + k1 * S3 - k2 * S3 - k3 * S1) ,$$

где  $dT$ -изменение температуры материала;

$k1$ -температурный коэффициент расширения (ТКЛР) сплава Д16-Т,  
 $k1 = 22.7 * 10^{-6}$  [1];

$k2$ -ТКЛР стали,  $k2 = 12.9 * 10^{-6}$  [1];

$k3$ -ТКЛР стекла К8,  $k3 = 68 * 10^{-7}$  [1].

Подставив значения переменных в формулу, при  $dT = 1$  С,  $S1 = 3$  мм. и  $S3 = 35$  мм получим:

$$dL = 1 * (22.7 * 10^{-6} * 3 + 22.7 * 10^{-6} * 35 - 12.9 * 10^{-6} * 35 - 68 * 10^{-7} * 3) = 391 * 10^{-6} , \text{ мм.}$$

Таким образом, можно ожидать, что при увеличении температуры на 1 градус показания измерительной установки увеличатся, максимум, на 400 нм.

#### 4. Проведение измерений

Для проведения измерений установка была помещена в деревянную тумбу на 140 часов. Во время измерения температура в помещении изменялась в диапазоне от 17 С до 23 С с максимальной скоростью  $\sim 2$  градуса/ч.. Показания датчика dL, дата, время измерения и показания датчика температуры, установленного в тумбе, записывались один раз в секунду в текстовый файл.

#### 5. Результаты испытания

В течении 140 часов работы датчика было произведено 503488 измерений расстояния между зеркалом и датчиком. Типовые показания датчика в течении одной минуты, при относительно стабильной температуре в тумбе, показаны на рис. 3. СКО полученного шума составляет 0.1 нм.

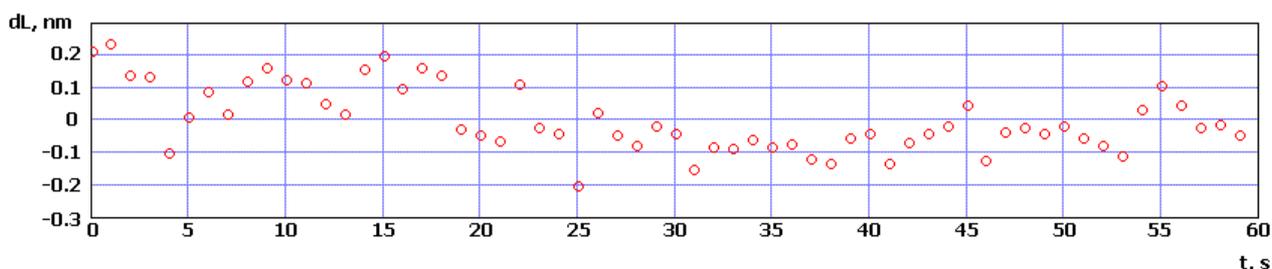


Рис. 3. Показания датчика перемещения в течении одной минуты с интервалом 1 с.

Показания прибора за 140 часов работы приведены на рис. 4. На рис. 5 показан график изменения температуры в тумбе на протяжении всего времени измерения. В качестве датчика температуры использовался сенсор ТС77 компании Microchip, паспортная погрешность которого составляет 1 С.

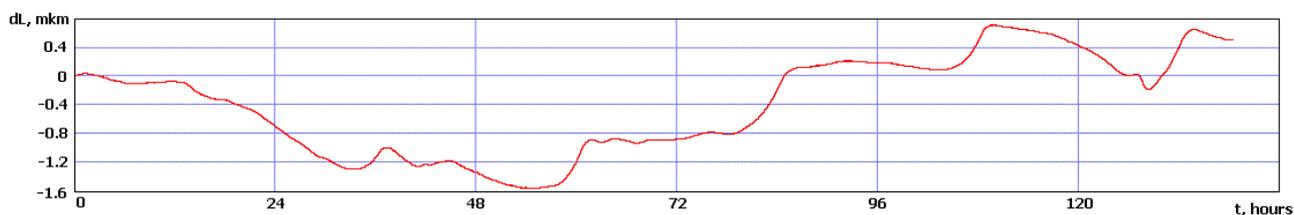
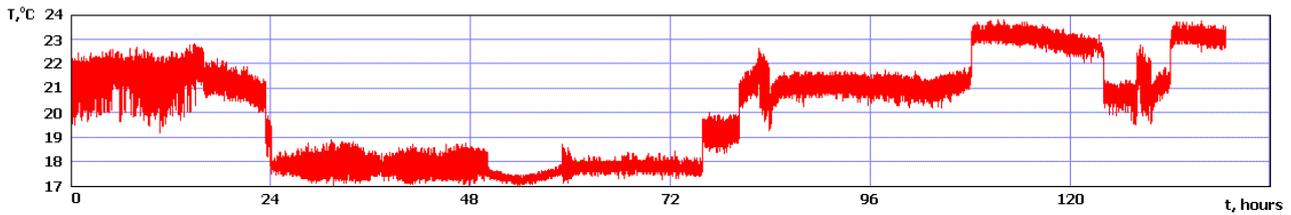


Рис. 4 Показания датчика перемещения в течении 140 часов работы.



*Рис. 5. Показания датчика температуры ТС77 компании Microchip, установленного в тумбе, рядом с датчиком.*

## **6. Выводы**

- Результаты измерений показали, что СКО шума датчика составляет 0.1 нм.
- При изменении температуры окружающей среды на 6 С показания датчика менялись, согласно рис. 4, на ~2000 нм, что показывает о наличии зависимости величины перемещения зеркала измерительной установки от температуры в количестве  $\sim 2000/6=333$  нм/градус, которая меньше расчетной максимальной величины 400 нм.
- Поскольку график показаний датчика, полученный за 140 часов работы, имеет плавную характеристику и он коррелирует с показаниями датчика температуры можно заключить, что в течении времени испытания датчик работал стабильно.
- Пороговая чувствительность измерительной установки к температуре составила  $0.1/333=0.0003$  С.

## **Список литературы**

1. З.Д. Андреев и др. Физические величины. М.:Энергоатомиздат, 1991.