

6. **Sadowski J. T. e. a.** Stability of the quasicubic phase in the initial stage of the growth of bismuth films on Si(111)-7×7// J. Appl. Phys. 2006. V. 99. P. 014904.

7. **Sadowski J. T. e. a.** Epitaxial C₆₀ thin films on Bi(0001) // Surface Sci. 2007. V. 601. P. L136—L139.

8. **Oreshkin A. I. e. a.** Formation of highly crystalline C₆₀ molecular films on Bi(0001)/Si(111) surface// JETP Lett. 2007. V. 86. N 8. P. 522—525.

9. **Oreshkin A. I. e. a.** STM/STS study of C₆₀F₃₆ molecules adsorption on 7×7-Si(111) // JETP Lett. 2007. V. 85. N 1. P. 40—45.

Дата принятия 05.07.2012 г.

ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

621.92.02:681.518.5

Оптико-механическая измерительная система контроля позиционных отклонений осей отверстий деталей

О. С. ЛОМОВА, С. М. ЛОМОВ

Омский государственный технический университет, Омск, Россия, e-mail: 190567@mail.ru

Рассмотрена оптико-механическая измерительная система контроля позиционных отклонений осей отверстий деталей малого диаметра, расположенных на цилиндрической поверхности. Система позволяет с высокими точностью и производительностью управлять процессом обработки отверстий.

Ключевые слова: точность обработки, оптико-механическая измерительная система, контроль отклонения осей.

The measuring system of the control of position deviation of the axes holes of small diameter details located on cylindrical surface is described. The optical-mechanical measuring system allows to control the processing of holes with high precision and productivity.

Key words: processing accuracy, optical-mechanical measuring system, axes deviation control.

Современные машины и аппараты оснащены разнообразным оборудованием, при помощи которого осуществляются сложные технологические процессы. Заданный режим работы аппаратов достигается соблюдением характеристик, предписанных техническими условиями, путем обеспечения точности изготовления деталей и узлов механизмов и, как следствие, точности измерений размеров детали [1, 2].

В России выпускаются разнообразные гидроцилиндры, детали которых должны быть подвергнуты высокоточной обработке с соблюдением размеров, формы, а также расположения и малой шероховатости поверхностей. Для повышения качества продукции отечественные производители стремятся изготавливать основные детали (гильзы, золотники, корпус, поршни и т. д.) по 8-му качеству точности с полями допусков *H8* и *f8* [3].

В процессе обработки деталь измеряют несколько раз, поэтому производительность труда значительно зависит от времени, затрачиваемого на контроль. Если контроль диаметров наружных поверхностей деталей обычно не вызывает серьезных трудностей даже при использовании универсальных средств измерений (СИ), то диаметры отвер-

стий контролировать значительно сложнее — требуется более высокая квалификация обслуживающего персонала. При этом погрешности измерений внутренних поверхностей выше, чем наружных.

Детали устройств гидроагрегатов, как правило, на цилиндрических поверхностях имеют много пазов и отверстий небольшого диаметра. Точность размеров и расположения этих поверхностей ограничивается довольно жесткими позиционными допусками и допусками на линейные размеры. Поворот одной детали (гильзы или золотника) в корпусе гидроузла изменяет выходные характеристики всего устройства, поэтому от расположения перепускных каналов и отверстий зависит качество и работоспособность всего узла. В то же время контроль расположения отверстий малого диаметра и пазов этих деталей — сложный и трудоемкий [4].

Применение универсальных и простейших специализированных средств контроля не обеспечивает требуемой точности, а использование сложных СИ, таких как координатные измерительные машины, экономически невыгодно из-за необходимости создания специального программного обеспечения для выполнения измерений. При этом квали-

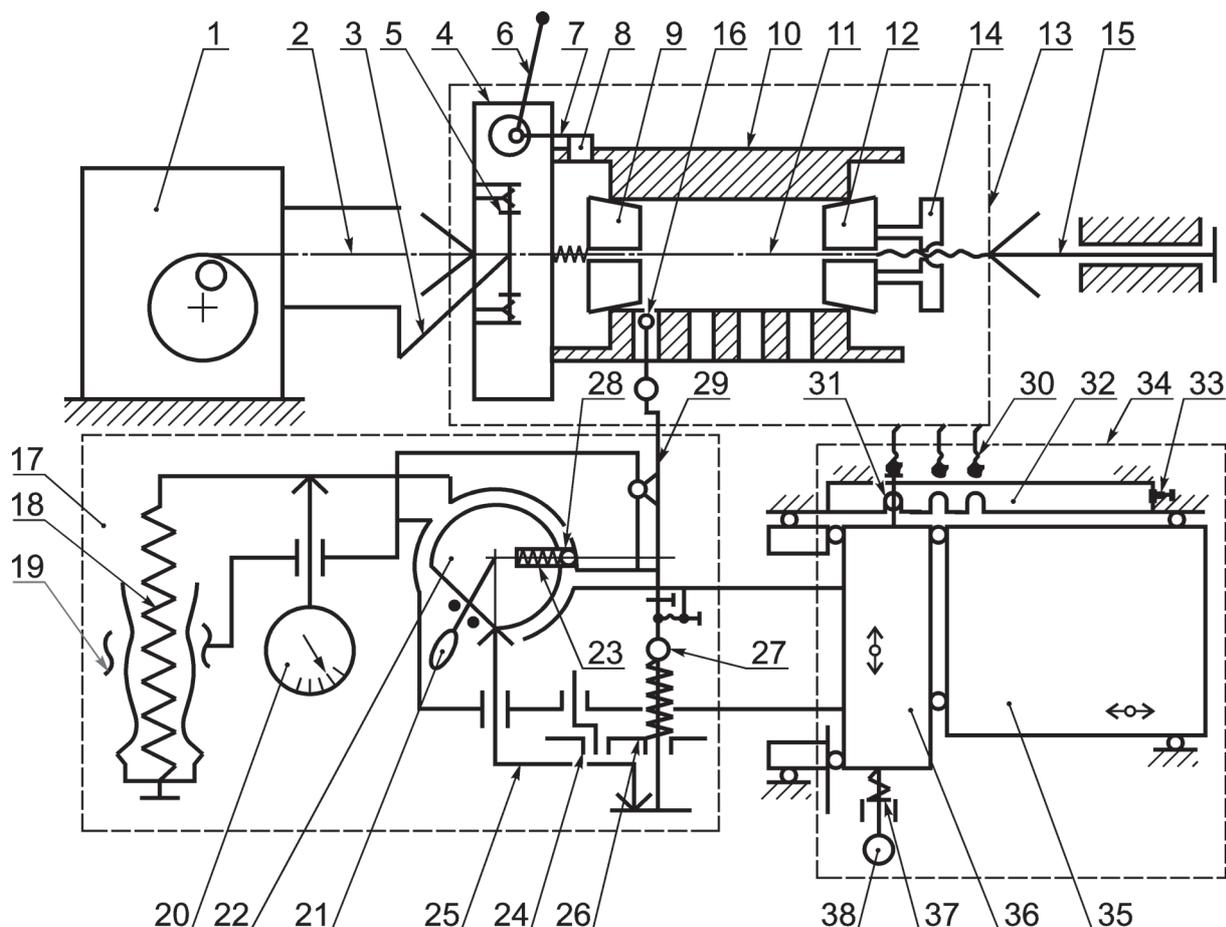


Рис. 1. Измерительная схема устройства контроля положений отверстий:

1 — оптическая делительная головка ОДГ-60; 2, 15 — центры крепления детали; 3 — поводок; 4 — муфта; 5, 30 — винты; 6, 26, 27 — фиксаторы; 7 — наконечник; 8 — базовое отверстие; 9, 12, 19 — втулки; 10 — деталь (золотник); 11 — стержень; 13 — оправка; 14 — гайка; 16 — измерительный наконечник; 17 — измерительная головка; 18, 23, 37 — пружины; 20 — индикатор ИЧ-10; 21, 38 — рукоятки; 22 — барабан; 24 — эксцентрик; 25 — механизм освобождения фиксатора рычага 29; 28 — шарик; 31 — палец; 32 — копир; 33 — микровинт; 34 — механизм перемещения; 35, 36 — нижняя и верхняя каретки

фикация контролеров должна быть высокой. Таким образом, требуется создать сравнительно простое приспособление, обеспечивающее контроль с заданными точностью и производительностью.

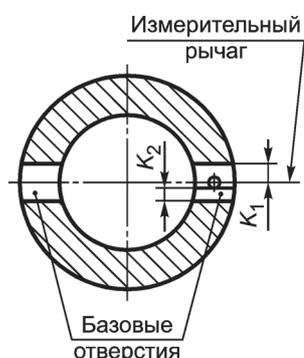


Рис. 2. Определение позиционного отклонения общей оси базовых отверстий в радиальном направлении

Разработанная оптико-механическая измерительная система позволяет с высокой точностью не только контролировать позиционные отклонения осей пазов и отверстий малого диаметра, но и определять перекос их осей относительно оси симметрии поперечного сечения детали в случае измерений на всей длине контролируемого отверстия или по глубине паза. Дополнительно можно найти размеры пазов суммированием показаний отсчетного устройства и размер измерительного наконечника.

На рис. 1 приведена схема рассматриваемой системы контроля позиционных допусков, которая состоит из оптической делительной головки 1 промышленного образца модели ОДГ-59 (ОДГ-60), предназначенной для измерений условных величин по окружности 360° с ценой деления лимба 1° и шкалы 1'; оправки 13, которая служит для установки и центрирования золотника или гильзы по центровым фаскам; измерительной головки 17 с механизмом перемещения 34.

В измерительной системе номинальный угол расположения осей отверстий задается при помощи оптической делительной головки ОДГ-60, а позиционное отклонение определяется индикатором 20 ИЧ-10 в линейных единицах. Расположение оси отверстия находят как среднее арифметическое из двух показаний ИЧ-10, снятых в верхней и нижней зонах образующей отверстия или плоскости стороны паза.

Деталь (золотник) 10 при измерениях размещается на оправке 13, состоящей из стержня 11 с коническими втулками 9 и 12, предназначенными для центрирования детали по внутреннему диаметру ($\varnothing 32H7$). Фиксирование детали в угловом направлении обеспечивает фиксатор 6 с наконечником 7, который входит в отверстие 8 ($\varnothing 3,1H12$), служащее

базой на детали. Вращение оправки 13, установленной между центрами 2 и 15, передается от шпинделя делительной головки ОДГ-60 через муфту 4, установленную на вращающемся центре 2 делительной головки, и поводок 3. Деталь зажимается гайкой 14.

Измерительная головка 17 используется для определения отклонений от номинального расположения осей отверстий детали 10 и состоит из рычага 29 с измерительным наконечником 16, механизма реверсирования измерительного усилия (барабана 22, пружины 23, шарика 28, рукоятки переключателя 21), индикатора часового типа ИЧ-10, компенсатора измерительного усилия индикатора (пружины 18, втулки 19), фиксатора рычага в среднем положении 27, механизма 25 освобождения фиксатора. Измерительная головка 17 крепится на верхней каретке 36 механизма перемещения 34. Нижняя каретка 35 перемещается вдоль оси детали, верхняя — перпендикулярно этой оси. Положение измерительного наконечника 16 в измеряемом отверстии регулируется по глубине винтами 30. Пазы в копира 32 служат для фиксации измерительного наконечника по оси контролируемых отверстий детали. Пружина 37 прижимает верхнюю каретку 36 к винтам 30. Отвод каретки выполняется вручную рукояткой 38. Для точной установки копира 32 вдоль оси центров служит микровинт 33.

Перед проведением измерений деталь должна быть очищена от заусенцев на кромках отверстий, промыта и продута сжатым воздухом. Показания оптической делительной головки следует установить на нулевую отметку, а большую стрелку ее индикатора — в среднее положение рукояткой 21. Затем рукояткой 38 механизма перемещения 34 отвести головку 17 от оси центров и перевести вправо до упора, разместить деталь на оправке 13, вставить в деталь правую втулку 12. Установить наконечник 7 фиксатора 6 в базовое отверстие 8 детали и вручную закрепить деталь гайкой 14. Вставить оправку без люфта в центры 2, 15 делительной головки, поводок 3 зажать винтами 5.

Далее измерения выполняются в такой последовательности. Рукояткой 38 переместить измерительную головку 17 влево так, чтобы палец 31 вошел в паз копира 32, соответствующий ряду измеряемых отверстий. Ввести наконечник 7 в базовое отверстие 8, повернуть рукоятку 21 измерительной головки вниз и снять отсчет K_1 (рис. 2) по шкале индикатора. Перевести рукоятку вверх и снять второй отсчет K_2 . Установить рукоятку в среднее положение, механизмом перемещения 38 (см. рис. 1) отвести головку от детали и сдвинуть вправо до упора 33.

Для измерения второго базового отверстия повернуть деталь на 180° и повторить операцию отсчета по шкале индикатора (K'_1 и K'_2). Затем найти позиционное отклонение общей оси базовых отверстий относительно оси наружного диаметра в радиальном направлении и определить годность детали по расположению отверстий в сравнении с позиционным допуском. После этого можно приступить к выполнению измерений позиционных отклонений исполнительных отверстий, расположенных в различных сечениях по длине детали.

В случае контроля позиционных отклонений базовых отверстий гильзы в результате измерений необходимо внести поправки Π и Π' , учитывающие позиционные отклонения в показаниях индикатора ИЧ-10 (с учетом знака). Это достигается поворотом шкалы или смещением индикатора от среднего положения рукоятки 21. Если поправка превышает на-

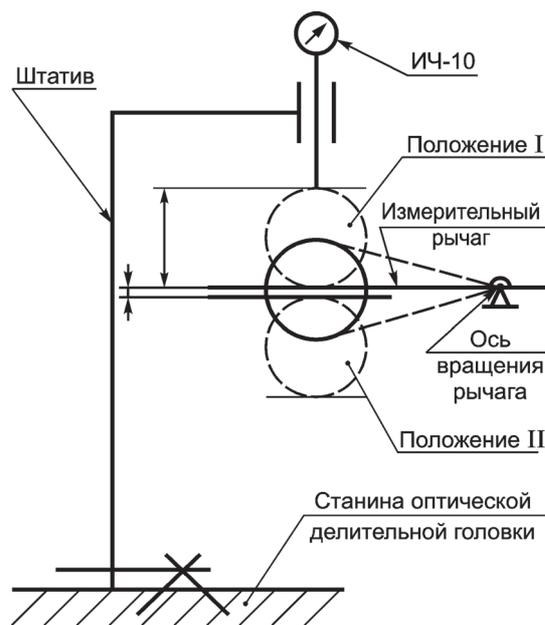


Рис. 3. Установка рычага в горизонтальное положение

тяг более чем на 0,1 мм, то необходимо довернуть оправку 13 относительно поводка оптической головки с помощью винтов 5 так, чтобы отклонение расположения осей каждого из двух базовых отверстий были равны по абсолютной величине, но противоположны по знаку. Далее требуется измерить позиционное отклонение каждого исполнительного отверстия, в следующей последовательности: установить номинальный угол измеряемого отверстия по отношению к углу базовых отверстий при помощи оптической головки; ввести в отверстие измерительный наконечник, соответствующий диаметру измеряемого отверстия и снять два отсчета при касании нижней и верхней образующих отверстия. Определить годность по расположению каждого отверстия в сравнении с позиционным допуском.

Следует учесть, что знак «плюс» позиционного отклонения относится к угловому смещению оси отверстия вниз, а знак «минус» — вверх относительно номинального положения. Поправку, учитывающую позиционное отклонение, можно найти по формуле

$$\Delta\Pi = (\Pi - \Pi')/2.$$

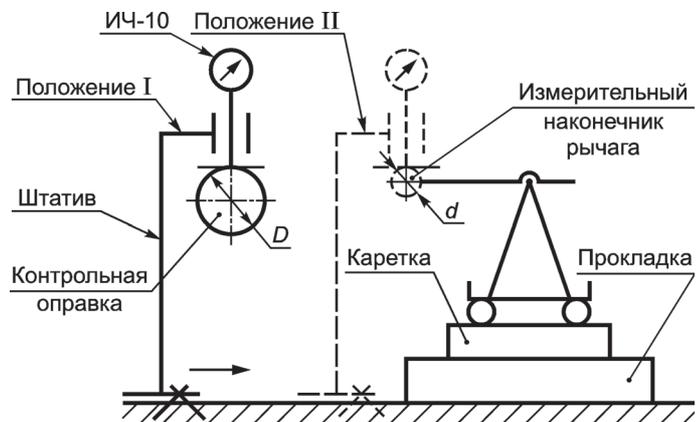


Рис. 4. Схема совмещения осей вращения рычага и центров делительной головки

Отклонения рассчитывают как

$$P = (K_1 - K_2)/2; P' = (K'_1 - K'_2)/2.$$

Перед измерением необходимо проверить расположение осей конусов делительной головки относительно оси конуса задней бабки. Несовпадение осей допускается не более 0,01 мм. Совмещение выполняют согласно инструкции по эксплуатации оптической делительной головки в вертикальной и горизонтальной плоскостях. После совмещения осей центров оптической головки измерительный рычаг 29 устанавливают в строго горизонтальное положение. Для этого рукоятку 21 переводят в среднее положение, освобождают фиксатор 26 и перемещают его при помощи эксцентрика 24. Установку выполняют по верхней плоскости рычага 29.

На рис. 3 показана схема такой установки. Рычаг сдвигают в горизонтальное положение до тех пор, пока разность показаний, снимаемых с индикатора в позициях I и II, не будет превышать 0,03 мм. Далее оси вращения рычага и центров делительной головки располагают на одной высоте в пределах 0,1 мм. Регулировку по высоте проводят с использованием прокладок между кареткой и конусом измерительной головки по предлагаемой схеме (рис. 4). Перед этим необходимо аттестовать диаметры оправки D и наконечника d с погрешностями, не превышающими 0,003 мм, и определить наибольший отсчет по шкале при их измерении. Толщину прокладки находят по результатам измерений положений оправки и наконечника. При необходимости опорную поверхность корпуса устройства можно подшлифовать [5].

Таким образом, оптико-механическая измерительная система контроля позиционных отклонений осей отверстий деталей в угловом направлении является технически простым и экономически выгодным приспособлением. Разработанное устройство сокращает время контроля сложнейших операций, повышает точность и достоверность контроля осей отверстий малого диаметра, расположенных на цилиндрических поверхностях деталей, и в целом позволяет повысить качество продукции.

Литература

1. **Марков Н. Н. и др.** Нормирование точности в машиностроении. М.: Высшая школа, 2001.
2. **Жарский И. М. и др.** Технологические методы обеспечения надежности деталей машин. Минск: Высшая школа, 2005.
3. **Колесников К. С.** Технологические основы обеспечения качества машин. М.: Машиностроение, 1990.
4. **Макаренко В. В. и др.** Повышение надежности и долговечности гидроагрегатов путем увеличения точности измерения позиционных отклонений // *Технология машиностроения*. 2007. № 1. С. 58—60.
5. **Ломов С. М., Ломова О. С.** Расчет и проектирование технологических приспособлений и контрольно-измерительных систем. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008.

Дата принятия 01.03.2012 г.

ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ

529.78

Эталонная мера времени-пространства на основе периодического излучения пульсаров

А. Е. АВРАМЕНКО

Физический институт РАН (ФИАН), Москва, Россия, e-mail: avr@pra0.ru

Предложен новый подход к построению эталонной меры времени-пространства, основанный на свойстве когерентности периодического излучения пульсаров. Показано, что в результате калибровочных преобразований интервалов наблюдаемых событий излучения достигается их фазовая привязка к эталонной пульсарной мере с относительной погрешностью в пределах 10^{-18} — 10^{-19} на 40-летней протяженности наблюдений пульсаров и определяется синхронизирующая поправка атомной шкалы по эталонной мере на текущую эпоху наблюдений.

Ключевые слова: эталонная мера времени-пространства, параметры вращения пульсара, когерентность излучения пульсара, калибровка интервалов, синхронизирующая поправка.

A new approach to the construction of the reference measure of time-space based on the coherence of periodic pulsar radiation is suggested. It is shown that as a result of calibration transformation of intervals of observed events of radiation their phase binding to reference pulsar measure with relative error within limits 10^{-18} — 10^{-19} is achieved at the 40 years duration of observations and the synchronizing correction of atomic scale by reference measure on the current observation epoch is determined.

Key words: reference measure of time-space, pulsar rotation parameters, coherence of pulsar radiation, intervals calibration, synchronizing correction.

В 1967 г. на 13-й Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ) было принято новое определение секунды СИ через число периодов излучения при переходе между

двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133. Новое определение сменило действовавшее ранее, связанное с эфемеридным временем и основанное на