

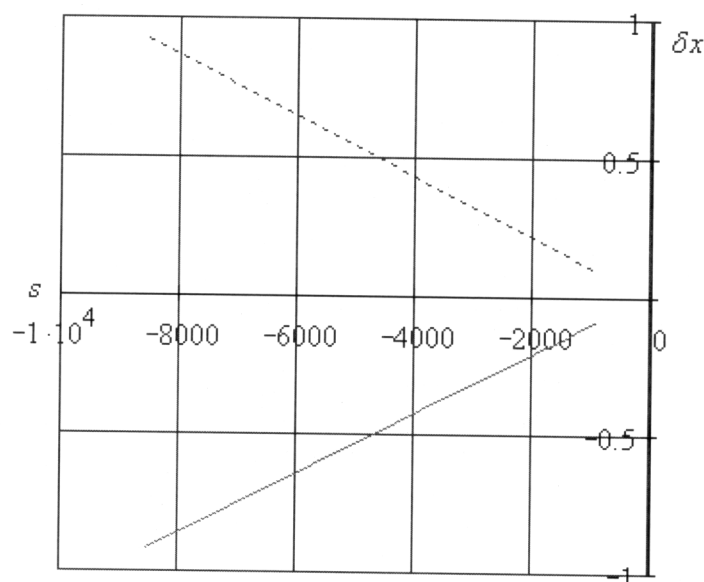


Рис. 5. График зависимости погрешности измерения δx , обусловленной точностью измерения величины изображения, от расстояния s ; $x = 50$ – величина предмета

Реальные погрешности измерения, полученные при работе на макете прибора, полностью коррелируют с расчетными значениями. В заключение следует отметить, что рассмотренные причины возникновения погрешностей измерения в равной степени относятся ко всем оптическим методам дистанционных измерений геометрических размеров.

Список литературы

1. Джеррад А., Берч Дж.М. Введение в матричную оптику. – М.: Мир, 1978. – 341 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОСИ КОРУНДОВ ПОДПЯТНИКОВ

Н.А. Агапов, Д.Н. Агапов, г. Северск, Россия
 В.В. Мевкус, О.В. Бояринов, г. Северск, Россия
 В.К. Кулешов, г. Томск, Россия

Для осуществления ряда сложных технологических процессов на промышленных предприятиях используются центрифуги. Один из наиболее ответственных узлов центрифуг – опорная пара, основным элементом которой является подпятник, изготовленный из одноосного кристалла – корунда. На заводе – изготовителе производится жесткий контроль подпятников в поляризационном микроскопе по коноскопической картине в проходящем свете.

Для осуществления ряда сложных технологических процессов на промышленных предприятиях используются центрифуги. Один из наиболее ответственных узлов центрифуг – опорная пара, основным элементом которой является подпятник, изготовленный из одноосного кристалла – корунда. Подпятник представляет собой диск диаметром 3 мм со сферой на опорной поверхности. Наибольшей механической прочностью подпятник обладает при угле между главной оптической осью и осью симметрии, равном $60^\circ \pm 10^\circ$.

В противном случае увеличивается вероятность механического разрушения корунда в процессе эксплуатации, что приводит к выходу из строя и самой центрифуги. Учитывая, что центрифуга представляет собой дорогостоящее изделие, на заводе-изготовителе производится жесткий контроль подпятников в поляризационном микроскопе по коноскопической картине в проходящем свете [1]. При углах ориентации главной оптической оси от 0 до 40° коноскопическая картина ярко выражена. Если оптическая ось кристалла совпадает с осью симметрии подпятника, то в центре сферы наблюдается коноскопическая (интерференционная) картина в виде креста. В случаях, когда ориентация оси отлична от нуля, центр креста смещается к периферии. При вращении подпятника крест перемещается по окружности, причем его ветви остаются параллельными самим себе.

Подпятники, прошедшие контроль, запрессовываются в металлическую оправу 8 (рис. 1), имеющую форму цилиндра, и устанавливаются в отдельный узел – маятник 12 (рис. 2). По ряду объективных причин возникла необходимость производить контроль положения главной оптической оси корунда перед установкой маятника в центрифугу без его демонтажа.

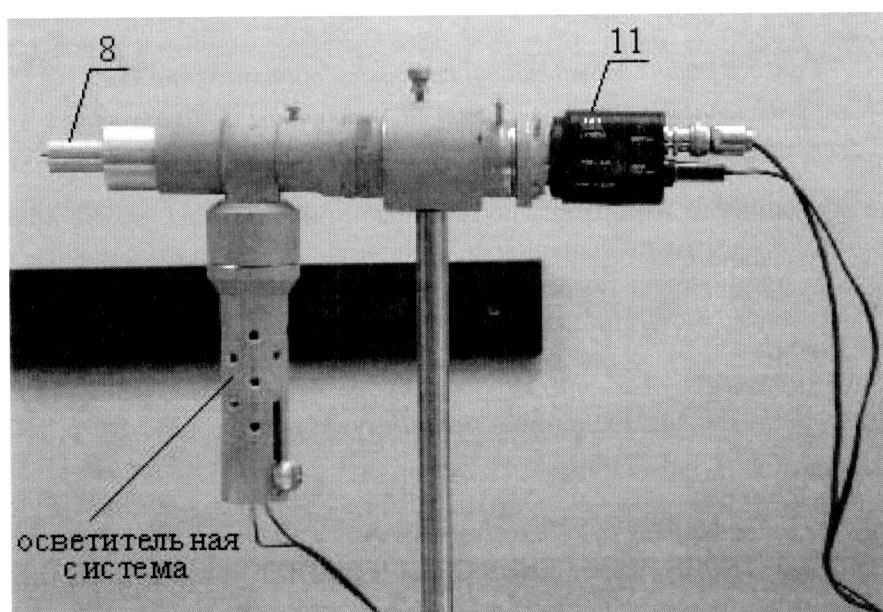


Рис. 1. Макет устройства

Для решения этой задачи первоначально был разработан экспериментальный макет (рис. 1), на котором была проведена проверка и отработка методики контроля, основанная на получении коноскопической картины в отраженном свете с использованием стандартной автоколлимационной схемы (рис. 3). Для осуществления контроля подпятник в оправе 8 необходимо было извлечь из маятника и установить в посадочное место на макете. Демонтаж маятника является нежелательной технологической операцией, поскольку при обратной установке подпятника в маятник необходимо провести точную юстировку подпятника в маятнике. В связи с этим после отработки методики контроля на макете был разработан и изготовлен оптикоэлектронный прибор (рис. 2), оптическая система которого принципиально не отличалась от оптической системы макета (рис. 3). Но параметры оптической системы рассчитаны таким образом, что диафрагма 6 является входным зрачком, входной люк совпадает с опорной плоскостью корунда (с той, на которой расположена сфера), изображение корунда вписывается в матрицу камеры 11. Такое построение оптической системы обеспечивает получение изображения без виньетирования.

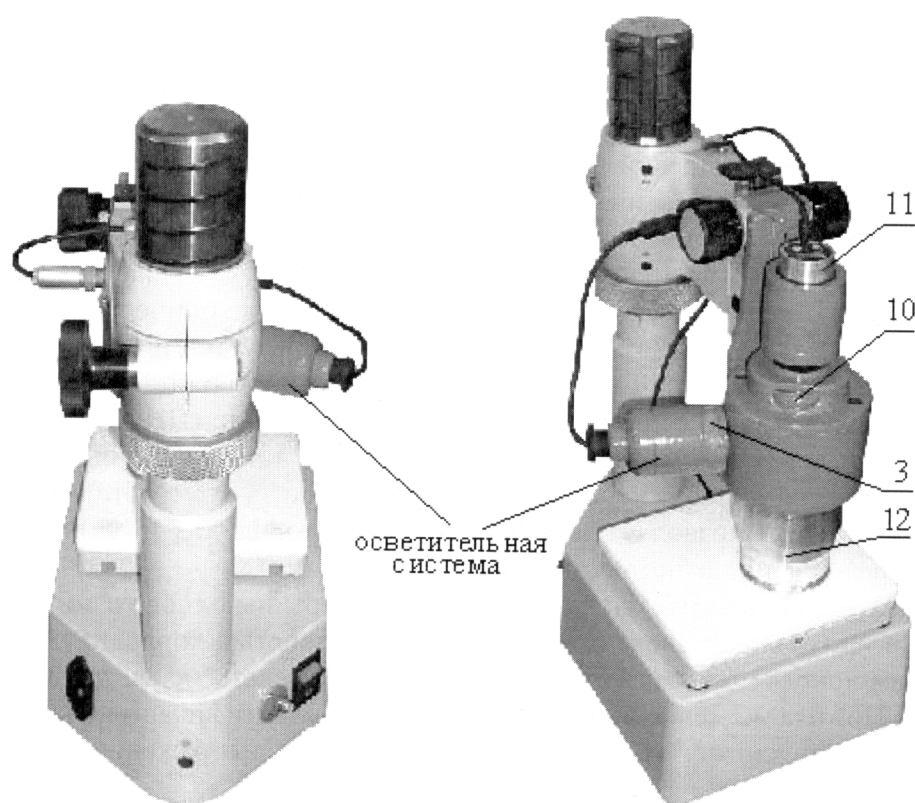


Рис. 2. Прибор для контроля положения главной оптической оси корунда

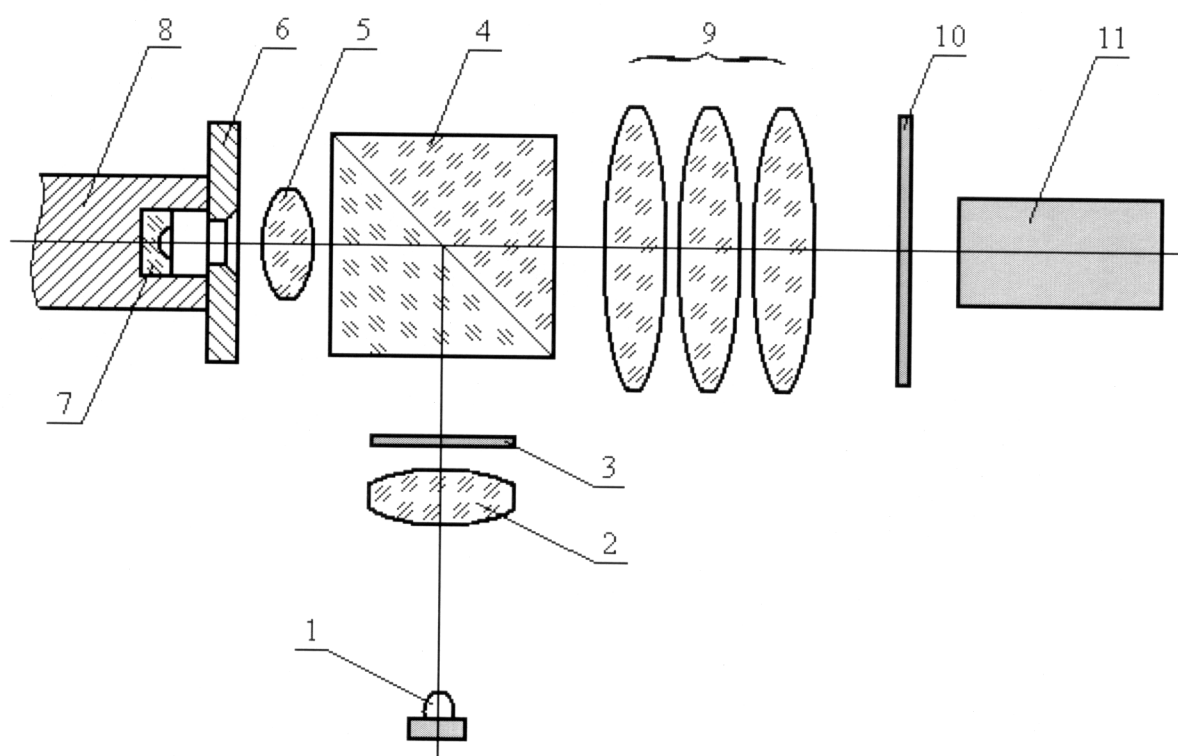
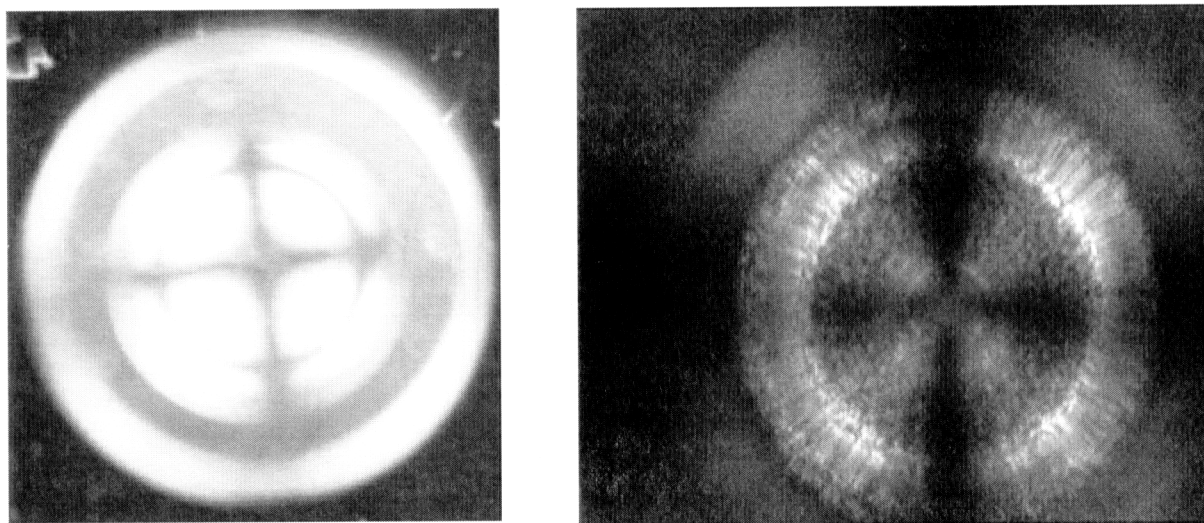


Рис. 3. Принципиальная оптическая схема прибора для контроля положения главной оптической оси корундов. 1 – светодиод; 2 – линза; 3 – поляризатор; 4 – светоделительный кубик; 5 – объектив, $f' = 4,2$ мм; 6 – диафрагма; 7 – корунд; 8 – оправа; 9 – объектив, $f' = 12,8$ мм; 10 – поляризатор; 11 – камера типа WATEC с матрицей 1/3"

Причиной виньетирования могла стать диафрагма 6 (рис. 3), диаметр которой меньше, чем диаметр корунда.

Как работает система? Корунд 7 освещается белым светом с помощью осветительной системы, состоящей из светодиода 1, линзы 2 и поляризатора 3. Часть света, отраженная внутренней плоской поверхностью корунда, проходит через оптическую систему, состоящую из объектива 5, светоделительного кубика 4, объектива 9, поляризатора 10 и формирует на матрице камеры 11 коноскопическую картину. Поляризаторы 3 и 10 находятся в скрещенном положении. Маятник 12 вращается вокруг своей оси симметрии до получения наиболее контрастной коноскопической картины. Для отображения картины, получаемой на установке, используется персональный компьютер, оснащенный устройством видеозахвата. Это устройство оцифровывает аналоговый сигнал камеры, а прикладное программное обеспечение (ППО) выводит изображение на экран. ППО имеет возможность выбора источника видеосигнала, его стандарта, разрешения изображения, регулировки яркости, контраста изображения. В процессе работы ППО позволяет записывать как видеоряд, так и одиночное изображение для формирования отчета осмотров.

Как показали эксперименты, коноскопические картины одного и того же корунда, полученные в проходящем свете и в отраженном, полностью коррелируют. По понятным причинам коноскопическая картина в отраженном свете менее контрастна, чем в проходящем. Но, тем не менее, полностью поддается идентификации. На рис. 4 приведены картины, полученные: **а)** в проходящем свете и **б)** в отраженном для кристалла с ориентацией главной оптической оси 0° .



*Рис. 4. Коноскопические картины корунда:
а) в проходящем свете; б) в отраженном свете*

В настоящее время прибор проходит опытную эксплуатацию на одном из заводов Сибирского химического комбината.

Список литературы

1. Кривовяз Л.М., Пуряев Д.Т., Знаменская М.А. Практика оптической измерительной лаборатории. – М.: Машиностроение, 1974. – 336 с.