



Метрология в ультрапрецизионном станкостроении

Авторы:

Лапшин Василий Владимирович

Захаревич Евгений Мефодьевич

ООО «НПП Станкостроительный завод Туламаш»

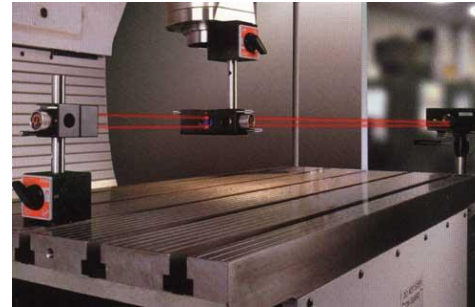


Метрология при сборке ультрапрецизионных станков

Использование высокоточных электронных уровней для выставления базовых поверхностей станка. Точность уровней 1 мкм на 1 м.



Использование лазерных интерферометров для контроля точности выставления направляющих в двух плоскостях. Разрешение интерферометра 1 нм



Выставление узлов станка относительно базовых поверхностей при помощи индикаторов с ценой деления 1...2 мкм, а также при помощи датчиков линейных перемещений с разрешением 0,1 мкм.



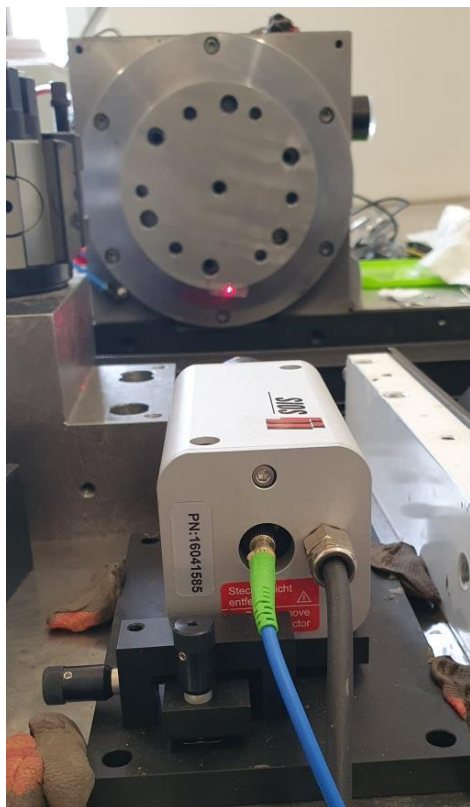
Отладка станка

Вибрационные исследования

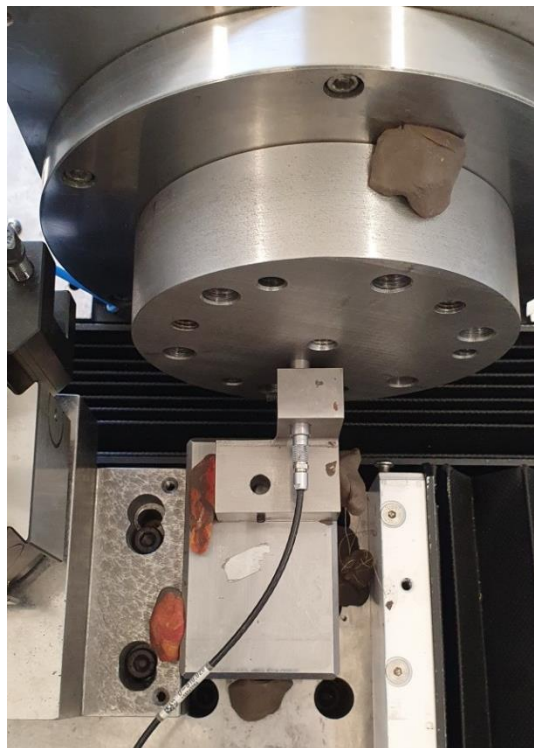
Выполняемые задачи:

- Отладка работы приводов для обеспечения минимального уровня вибраций на станке
- Определение собственных частот узлов станка
- Определение и устранение источников нежелательных вибраций
- Проверка работы виброизолирующих опор
- Определение относительных колебаний между узлами

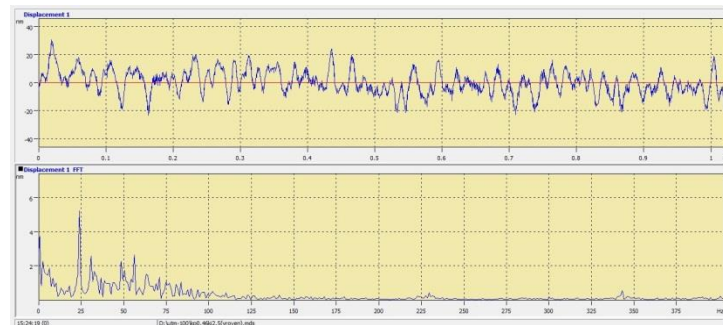
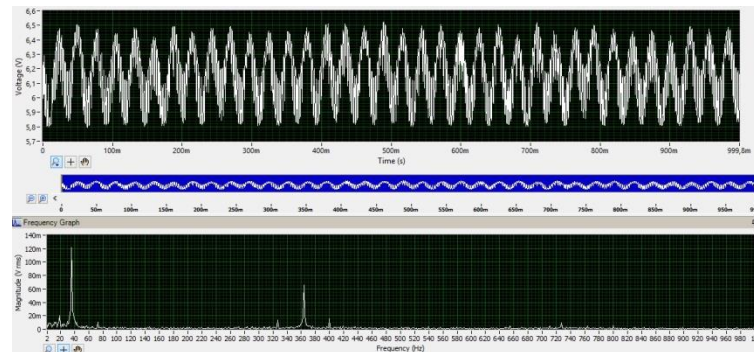
Используемые приборы: лазерные интерферометры, емкостные датчики



Лазерный интерферометр



Емкостные датчики



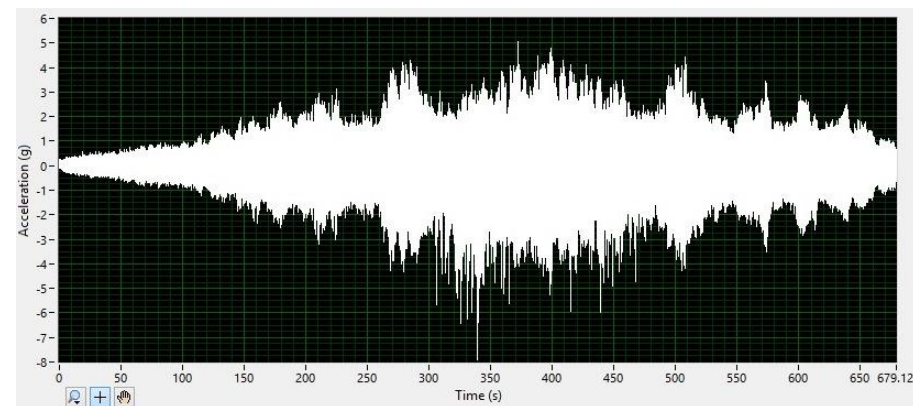
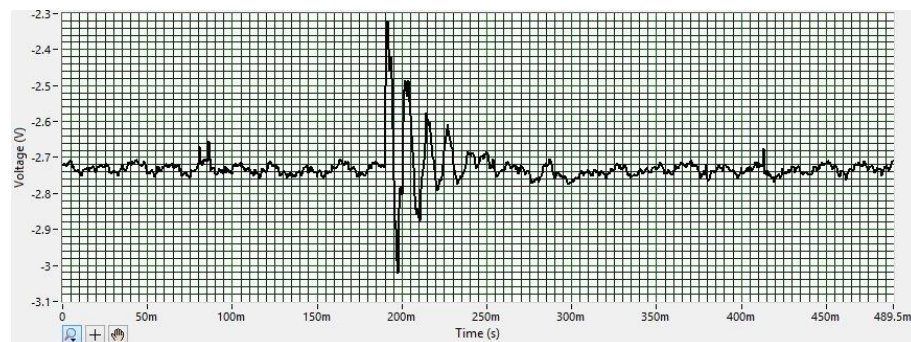
Исследуемые колебания и спектры частот

Отладка станка

Вибрационные исследования

Использованием виброанализирующих систем:

- Определение собственных частот узлов станка
- Балансировка шпиндельного узла
- Определение резонансных частот на станке
- Определение оптимальных частот вращения шпиндельных узлов
- Определение выбега шпинделя

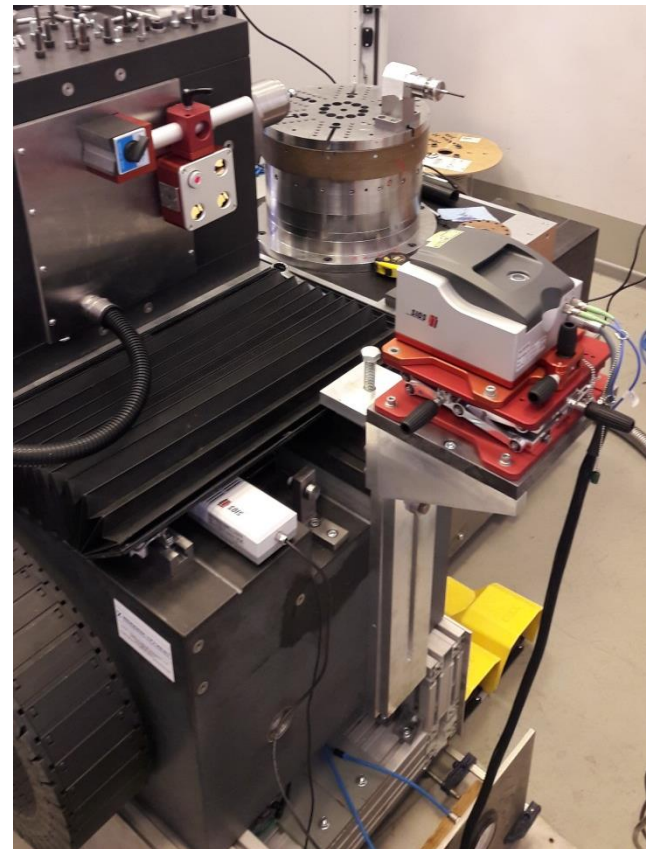


Отладка станка

Использование средств лазерной интерферометрии

- Определение точности позиционирования кареток станка
- Определение отклонения перемещения кареток от прямолинейности
- Определение соответствия заданной скорости перемещения с фактической
- Определение плавности хода

По результатам исследований в систему ЧПУ вносятся поправочные коэффициенты, которые позволяют достигнуть необходимого уровня точности станка.

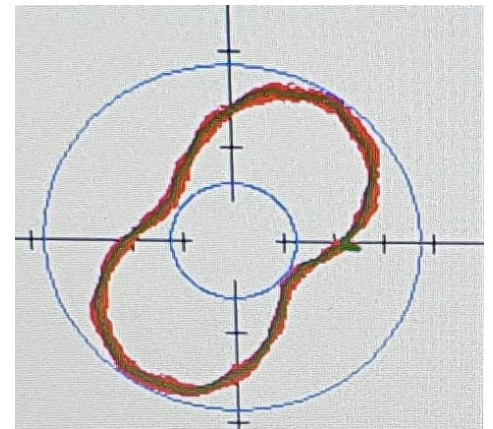
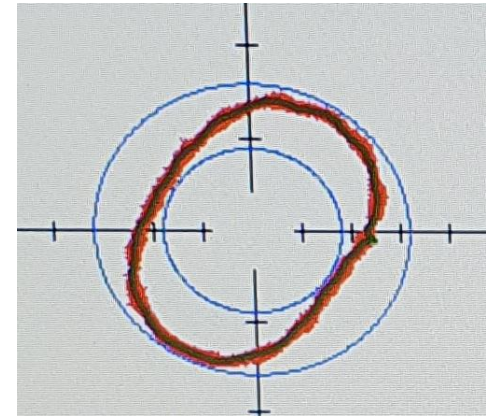


Отладка станка

Определение биение оси шпиндельного узла

Использование в качестве средства измерения трёх емкостных датчиков, измеряющих колебания относительно калиброванного шарика.

По результатам исследований можно определить колебания оси шпинделя в осевом и радиальном направлении, оптимальную частоту вращения шпинделя, температурный дрейф. Также исследования позволят прогнозировать отклонение от круглости обрабатываемых деталей, а также их торцевое биение с субмикронной точностью.



Испытание станка

Испытание проводится путём обработки тестовых деталей на станке с последующим метрологическим контролем качества и точности обработанных поверхностей.

Контроль формы обработанных поверхностей без снятия заготовки со станка

Контактные способы измерения

Использование щупа с точностью
0,25 мкм



Использование индикаторов и датчиков линейных перемещений с точностью от 0,1 до 1 мкм

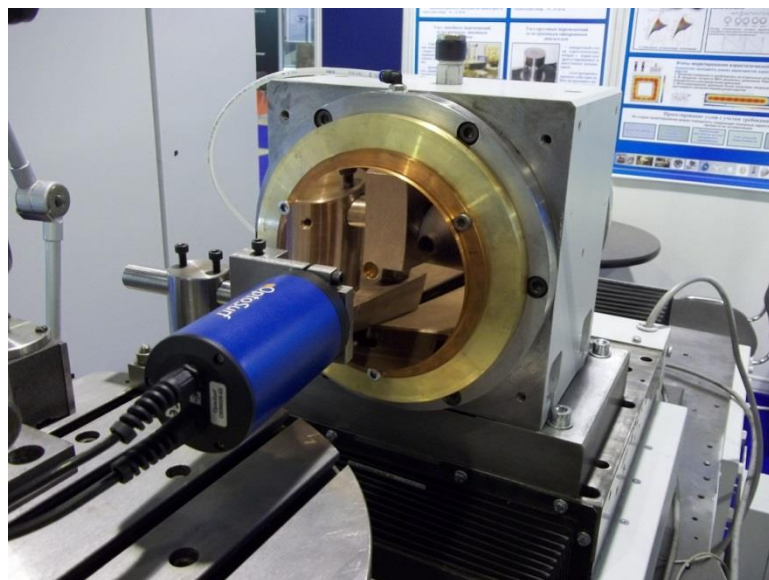


Испытание станка

Контроль формы обработанных поверхностей без снятия заготовки со станка

Бесконтактные способы измерения

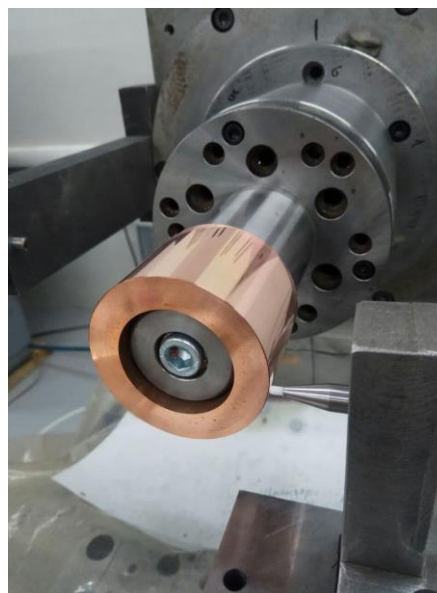
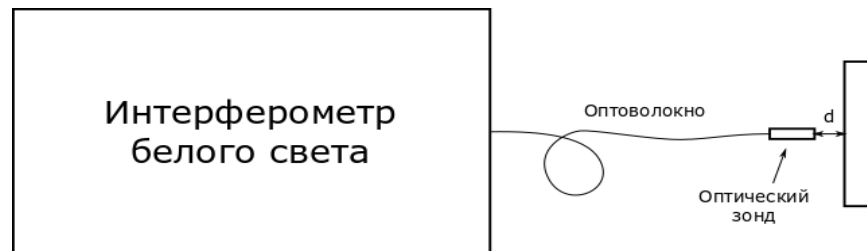
Бесконтактная оптическая система для
контроля шероховатости и формы
поверхности



Разрешение по шероховатости R_a 1...2 нм

Разрешение по форме поверхности 10...20 нм

Бесконтактная оптическая интерференционная
система измерения профиля поверхности детали



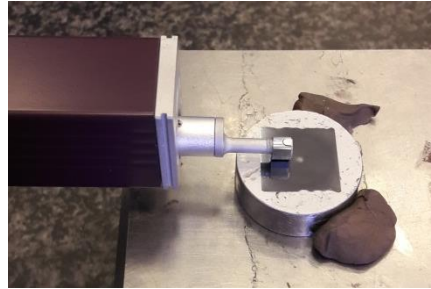
Принцип измерений:	Интерферометрия белого света (тандемная низкокогерентная интерферометрия)
Рабочее расстояние зонд – поверхность:	0.3 - 2 мм
Разрешение по профилю:	10 нм (до 1 нм на гладкой поверхности в отсутствии вибраций)
Латеральное разрешение:	10 – 15 мкм
Разработка:	ООО НПП «ТЭОС» совместно с ИФМ РАН

Испытание станка

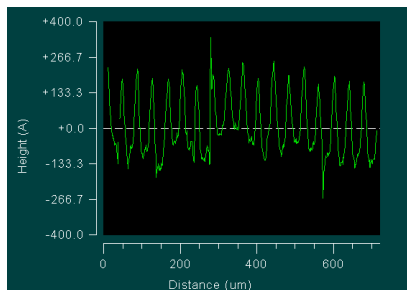
Измерение обработанных деталей вне станка

Контроль шероховатости поверхности

*Контактным способом
(профилометр)*

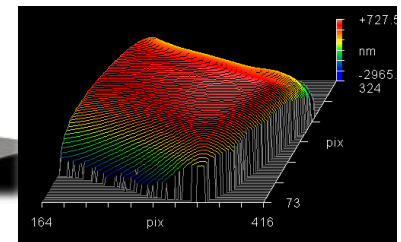
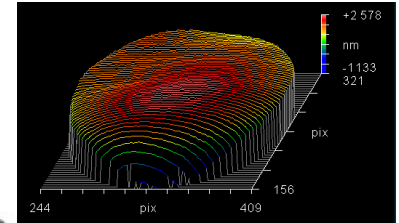


*Бесконтактным способом
(конфокальный микроскоп)*



Контроль формы поверхности

*Бесконтактным способом
(интерферометр)*



*Контактным способом
(кругломер, датчик линейных перемещений)*

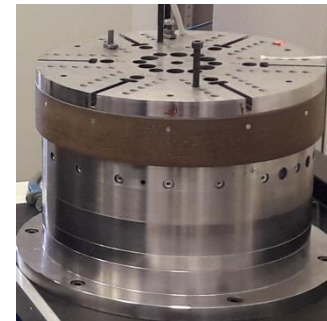


Сборка, отладка и эксплуатация ультрапрецизионного станка невозможна без использования высокоточного метрологического оборудования.

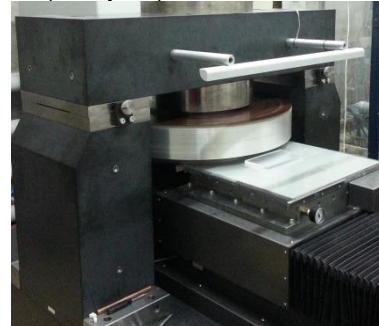
Ультрапрецизионный станок при эксплуатации сам может являться измерительной машиной. Это необходимо для контроля точности формы обработанных поверхностей без снятия заготовки со станка и внесении, если необходимо, коррекций в систему ЧПУ, которые позволят повысить точность обработки.

Возможность использования ультрапрецизионного станка в качестве измерительной машины обеспечивается за счёт следующих особенностей:

- Использование аэростатических шпиндельных узлов и направляющих, которые гарантируют отсутствие люфтов, износа и стабильность взаимного перемещения



- Использование гранита в качестве материала станины, корпусных элементов и др.



- Использование высокоточных круговых и линейных датчиков, обеспечивающие точность позиционирования по осям станка

Линейные датчики



Шкалы из церодура и инварового сплава с разрешением до 1 А

Круговые датчики



Разрешение до 0,03", точность измерения
До 0,9", частота вращения до 15000 об/мин

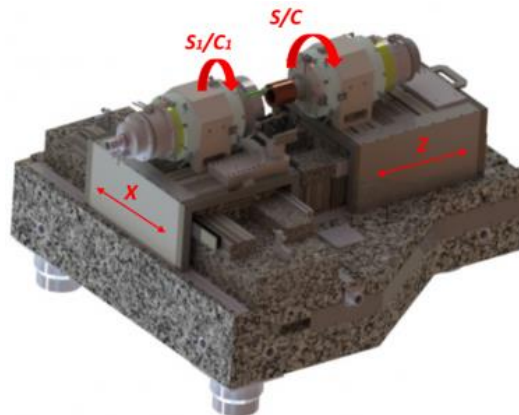
- Использование приводов прямого действия и маловиброактивных двигателей.



- Использование высокоточных систем привязки инструмента к системе координат станка (оптических, лазерных)



- Станок устанавливается в термоконстантном помещении. Производится отслеживание температуры узлов, поддержание температуры питающего воздуха, температуры охлаждающей жидкости.



Направления развития отечественной метрологической базы в области прецизионного и ультрапрецизионного станкостроения

Главная проблема: зависимость от иностранных производителей метрологического оборудования, а также комплектующих станков.

- Требуется освоить производство отечественных линейных и круговых датчиков
- Требуется разработать отечественное интерферометрическое оборудование
- Требуется освоить производство контактных и бесконтактных датчиков для контроля формы обработанных поверхностей

Наше предприятие готово принимать участие в апробации и внедрении на станках отечественных метрологических разработок.



НПП Станкостроительный завод
ТУЛАМАШ

ТЕЛЕФОН / ФАКС:

+7 (800) 700-87-09

E-MAIL:

info@cnc-tulamash.ru