УДК 661.243

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОТКАЗОВ СТАНКОВ С ЧПУ

Белоногов В.Б., *генеральный директор,*
e-mail: info@servicetex.ru
ООО «СервисТЕХ», Москва,
111024, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 19

В работе даны рекомендации главным механикам: какие виды работ по диагностике систем в станках с ЧПУ и в какие сроки необходимо проводить на предприятиях или в компаниях. Даны перечни с описанием приборов, используемых при диагностике.
Ключевые слова: *оборудование, ремонт, диагностика, приборы, главный механик.*

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОТКАЗОВ СТАНКОВ С ЧПУ

Белоногов В.Б., *генеральный директор,*
ООО «СервисТЕХ», Москва,

В работе даны рекомендации главным механикам: какие виды работ по диагностике стике.
Ключевые слова: *оборудование, ремонт, диагностика, приборы, главный механик.*

В наше время диагностика станков с ЧПУ — самый сложный процесс в поиске неисправности и последующего его устранения.

ВВЕДЕНИЕ

Многообразие технических решений и стандартов исполнения, реализованных на уровне электроники со стороны ведущих производителей, и конструктивных компонентов механических узлов станкостроителя усложняют диагностику и влияют на время реакции при проведении диагностики, усложняя процесс в поиске текущей неисправности с последующим ее устранением или ремонтом.

Технически диагностика представляет собой универсальный подход к определенному комплексу работ, характеризуя диагностику как направление на установление и анализ признаков неисправностей, давая оценку состояния различных систем управления при выявлении проблем, а также формировании путей их решения.

Надежность оборудования выражена в безотказной работе и высокой точности обработки. Но она имеет свой ограниченный срок работоспособно-

сти. Это связано не только с износом оборудования за весь период работы до капитального ремонта. На первых этапах диагностики необходимо выявить системные проблемы, обусловленные характером взаимодействия смежных узлов, с учетом уникальности конструктивных особенностей оборудования при различной структуре их взаимодействия между собой. Оперативный анализ изучения поведения оборудования в целом, системное отклонение технологического процесса и периодические сбои электроники необходимо проверять на первоначальной стадии диагностического исследования.

Основным требованием к диагностике является определение причин возникновения аварии, произошедшей в системе, и отклонений ее параметров от норм и допусков оборудования как следствие. В основном неисправности и их причины не всегда и необязательно совпадают с учетом изменяющегося технического состояния оборудования. При общем характере поведения различного типа современного оборудования необходимо проводить причинно-следственный анализ. Данный анализ может указывать на этапы возникновения нарушений во временной составляющей процессов, подводящих к серьезным последствиям аварии.

Исследование причин нарушений нормального состояния системы управления при различных способах решения возникающих проблем, которые привлекают внимание при изучении причин нарушений работоспособности оборудования, является необходимым условием результативности диагностического исследования, определяя влияние текущих причин.

Диагностика станков с ЧПУ позволяет решить следующее:

- определение состояния системы управления и подчиненных устройств в замкнутом контуре управления с учетом смежных по контролю различных подчиненных потоков управления;
- определение зависимости выхода компонентов и узлов оборудования «причина — следствие», более раннее определение выхода из строя узлов и компонентов управления;
- при системном характере поведения причин сбоя оборудования определение нарушений взаимодействия компонентов управления;
- статистика причин, вызывающих нарушения в системе управления, и принятие решений для исключения нарушений работы оборудования;
- учет и исследование множества причин, влияющих на нарушения работоспособности оборудования, и принятие наиболее правильных решений для последующего их исключения;
- определение возможных альтернативных вариантов решения в направлении восстановления исходя из сложившейся структуры взаимодействия элементов системы управления;
- при принятии решений оценка возможных последствий с точки зрения эффективности при восстановлении работоспособности в целом;
- выделение ключевых проблем и основных причин, вызывающих проблемную ситуацию на оборудовании.

ВИДЫ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИКЕ ПО СИСТЕМЕ В СТАНКЕ С ЧПУ

Специалисты ООО «СервисТЕХ» осуществляют проверку отдельных подсистем станка согласно с при-

нятым делением общей системы станка на подсистемы: безопасность, геометрия, гидравлика, целостность узлов, агрегатов, пневматика, система охлаждения, система смазки, системы измерения, СОЖ, точность, ЧПУ, шпиндель, электрошкаф.

Для проведения исследований, определения технических параметров применяется специализированное мерительное оборудование и инструмент.

Оборудование, применяемое специалистами ООО «СервисТЕХ» в своей работе по диагностике:

Renishaw XL-80 Laser Interferometer

Лазерная интерферометрическая измерительная система XL-80 компании Renishaw обеспечивает высокую точность калибровки и измерения эксплуатационных параметров систем с прецизионным позиционированием исполнительных элементов, включая КИМ и станки (рис. 1).

Самая точная для своего класса измерительных приборов система — точность системы составляет ±0,5 ppm во всем рабочем диапазоне температур, который составляет 0–40 °С. Такую стандартную точность не может обеспечить ни одна из измерительных систем, выпускаемых другими производителями.

Интерферометрические системы обеспечивают единообразие измерений: все измерения, выполненные с помощью лазерной измерительной системы Renishaw, включая угловые измерения и измерения отклонения от прямолинейности, имеют интерферометрическую природу, и, таким образом, их результаты базируются на известной длине волны лазерного излучения, поверка которой выполняется в соответствии с международным стандартом длины.

Рис. 1. Лазерная интерферометрическая измерительная система XL-80

Быстрая и безопасная юстировка оптической схемы с помощью лазера, установленного на штативе. Все операции по юстировке интерферометра оператор выполняет, находясь за пределами рабочей зоны станка. Измерения не ограничивают перемещения вдоль осей станка. Нагрузки, вызываемые перемещением кабеля, не оказывают воздействия на результаты измерений.

Оптические элементы интерферометра специально разработаны для использования в цеховых условиях. Все оптические элементы находятся внутри корпусов, изготовленных из твердого анодированного алюминия, благодаря чему они долговечны, имеют малую массу и приходят в тепловое равновесие с окружающей средой в 10 раз быстрее, чем оптические элементы внутри стальных корпусов.

Измерения в большом диапазоне перемещений. Линейные измерения могут выполняться вдоль осей длиной до 80 м, причем измерения вдоль параллельных осей станков с двойным приводом можно производить одновременно.

Калибровка поворотных осей. Использование лазерного интерферометра XL-80 в комбинации с поворотным устройством XR20-W дает уникальную возможность осуществлять полностью автоматическую калибровку поворотных осей станков и координатно-измерительных машин.

Инновационные разработки в области программного обеспечения для автоматической компенсации ошибок станка. Имеются пакеты программ для автоматической компенсации ошибок линейного позиционирования вдоль оси, совместимые с большинством систем ЧПУ.

Динамический анализ. Анализ вибраций, временной зависимости скорости и ускорения подвижного элемента дает полную картину реальных динамических характеристик оборудования.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр).

Renishaw XR20-W rotary axis calibrator

Устройство для калибровки поворотных осей XR20-W позволяет измерять поворотные оси с позиционной точностью до ±1 угловой секунды (рис. 2). Беспроводная связь и модульность узлов системы обеспечивают применение устройства для широкого диапазона станков.

Удовлетворяет потребности в быстром и легком тестировании на широком диапазоне оборудования и типов осей.

XR20-W автоматически собирает данные, синхронизируясь с движением оси, т. е. не требует вмешательства оператора для фиксации данных.

XR20-W обеспечивает множество дополнительных преимуществ, это:

- беспроводное соединение с компьютером;
- гибкая система крепления;
- компактность и легкий вес устройства;
- расширенная автоматическая калибровка и предварительные циклы испытаний;
- новое программное обеспечение сбора данных;

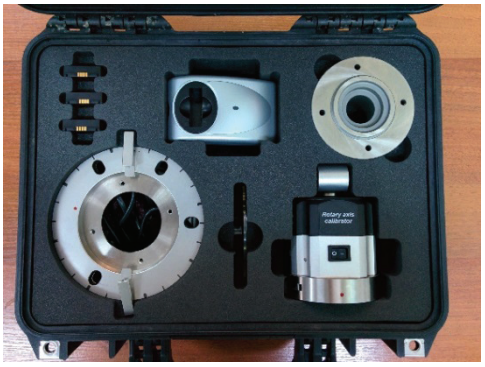

Рис. 2. Устройство для калибровки поворотных осей XR20-W

- сервопривод (интегрированный поворотный энкодер).

Калибровка поворотных осей. Использование лазерного интерферометра XL-80 в комбинации с поворотным устройством RX20 дает уникальную возможность осуществлять полностью автоматическую калибровку поворотных осей станков и координатно-измерительных машин.

Оптика Renishaw для линейных измерений на длинных осях(рис.3)

Комплект Renishaw представляет собой оптический набор для линейных измерений на осях длиной до 30 м.

Renishaw QC20-W Ballbar System

Беспроводная система QC20-W с использованием датчиков ballbar применяется для проверки точностных параметров станков (рис. 4). Эта система дает реальные преимущества для пользователей с точки зрения производительности и удобства в работе.

Использование беспроводной технологии *Bluetooth* позволяет устранить все проблемы, связанные с наличием проводов, а также обеспечивает работу при «закрытых дверях» и снижает вероятность повреждения системы.

Рис. 3. Оптика Renishaw для линейных измерений на длинных осях

Рис. 4. Беспроводная система QC20-W для проверки точностных параметров станков

В стандартный комплект QC20-W ballbar входит датчик в сборе длиной 100 мм и удлинители длиной 50, 150 и 300 мм. Используя различные комбинации удлинителей, можно выполнять тесты с радиусом 100, 150, 250, 300, 400, 450, 550 или 600 мм.

Держатели шариков измененной конструкции (новый центральный держатель и удлинитель магнитной опоры, имеющей углубление) позволяют с помощью системы QC20-W выполнять дополнительные тесты по «неполной» дуге в 220 град. в плоскостях, проходящих через ось центрального держателя. Это означает, что теперь можно выполнять ballbar-тесты в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, не меняя положения центрального держателя, что ускоряет проведение проверки (для выполнения проверки по «неполной» дуге с радиусом больше 150 мм необходимо предусмотреть дополнительные крепежные приспособления).

Функциональные возможности системы QC20-W ballbar могут быть расширены за счет использования различных принадлежностей:

- пользуясь дополнительными удлинителями, можно выполнять тесты по окружностям с радиусом вплоть до 1350 мм;
- комплект принадлежностей для диагностики по окружности малого радиуса позволяет выполнять тесты по окружности радиусом 50 мм;
- на двухкоординатных станках тестирование может выполняться с использованием VTL-адаптера, а на многих токарных станках — с использованием соответствующего комплекта принадлежностей для токарных станков.

Все эти дополнительные средства, а также возможность использования различных скоростей подачи делают систему QC20-W исключительно универсальным средством тестирования станков.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр).

Система измерительная Renishaw QC10-W ballbar

Система Ballbar QC10 представляет собой практически универсальное средство, которое может использоваться на самых различных станках (рис. 5).

Стандартная система может применяться для проверки 3-координатных станков с ЧПУ, например горизонтальных и вертикальных обрабатывающих

Рис. 5. Система Ballbar QC10 для проверки точностных параметров станков

Рис. 6. Система крепления Renishaw XR20-W Bracket для случая установки вне поворотной оси

центров, станков для лазерной резки и т. д. Система Ballbar QC10 может также использоваться для проверки станков еще более широкой номенклатуры. Отличие данной системы — это длина 100 мм. Таким образом, вы можете использовать одни и те же тесты и тестовые программы, разработанные вами для QC10. А в QC20-W используется тот же формат файла данных, что и в системе QC10, так что вы имеете возможность просматривать тесты, выполненные системой QC10, используя программный пакет Ballbar 20, а также использовать на своем компьютере одну программу, независимо от того, используете вы QC20-W или QC10 ballbar.

Система крепления Renishaw XR20-W Bracket для случая установ-ки вне поворотной оси

Система крепления Renishaw XR20-W Bracket для случая установки вне поворотной оси позволяет использовать XR 20-W для измерения точности позиционирования поворотной оси даже в тех случаях, когда это устройство не установлено в центр вращения (точку поворота) такой оси (рис. 6). Это делает возможным использование устройства XR20-W на 5-координатных станках многих моделей.

Виброметр Hofmann VIBROLYZER VL 8000

Предназначен для: измерения вибраций, анализа данных измерений, выявления повреждений и их причин, балансировки на месте — с помощью модульной структуры прибора VL 8000 для решений специфических задач измерения или балансировки. VL 8000 — обеспечивает мощные средства измерения и анализа. С использованием VL 8000 дисбаланс может быть устранен, например, путем высверливания отверстий. Кроме того, могут быть учтены калибровочные коэффициенты, которые изменяются с размером дисбаланса. Значения измерения могут храниться в памяти переносного прибора VL 8000 или могут быть переданы прямо в ПК для архивации или последующей обработки. Усовершенствованная система управления питанием обеспечивает длительную «беспроводную» работу (рис. 8).

Прибор для балансировки Hofmann MI 2100

Прибор, служащий для балансировки тел вращения. Укомплектован двумя вибродатчиками и оптическим сенсором. Прибор позволяет осуществлять 6 методов балансировки. Основной момент в том, что вал или иное тело вращения должно находиться в опорах и иметь приводной механизм (рис. 9а).

Виброметр Hoffman MC 1100 с функцией диагностики подшипников

Виброметр Hoffman MC 1100 предназначен для измерения виброскорости, виброускорения, а также для диагностики дефекта подшипника качения по методу ударных импульсов (SPM). Использование встроенного тахометра позволяет определить скорость вращения вала. В качестве опции прибор может быть использован для измерения температуры и для регулировки натяжения ремня в ременных передачах. При использовании доступен выбор трех диапазонов для лучшего контроля оборудования (рис. 9б).

Цифровой мультиметр Fluke 107

Измерительный прибор, который с легкостью помещается на ладони, имеет, как и остальные приборы Fluke, высокую надежность и точность, а также чрезвычайно прост в использовании. Создан для электриков, работающих в промышленном секторе, которым необходим компактный, надежный, безопасный прибор, находящийся всегда под рукой и занимающий минимум места.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр) (рис. 10).

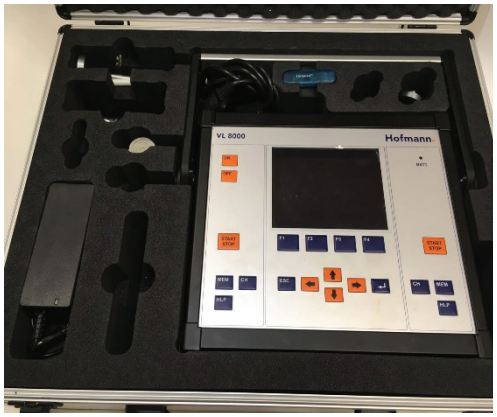

Рис. 8. Виброметр Hofmann VIBROLYZER VL 8000

а

б

Рис. 9. Приборы компании Hofmann: а — для балансировки тел вращения; б — для измерения виброскорости, виброускорения, а также для диагностики дефекта подшипников

Регистрирующий цифровой мультиметр истинных среднеквадратичных значений Fluke 287 с функцией TrendCapture

Прибор для измерения силы и напряжения постоянного и переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, электрической емкости, частоты напряжения переменного тока, температуры, применяется для контроля электрических параметров радиоэлектронной аппаратуры и ее компонентов при разработке, производстве и эксплуатации.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр).

Анализатор энергии Fluke 435 серии II

Анализатор параметров качества электроэнергии Fluke 435 II предназначен для измерения и регистрации электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии в трехфазных сетях. Применяется в процессах монтажа, испытаний и технологического контроля сетей распределения электрической энергии.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр).

АКИП-4113/1 Осциллограф-мультиметр

Большие технические характеристики и огромный выбор функций и режимов с настройками под пользователя позволяют использовать осциллограф АКИП-4113/1 для замера

Рис. 10. Цифровой мультиметр Fluke 107, Регистрирующий цифровой мультиметр истинных среднеквадратичных значений Fluke 287 с функцией TrendCapture, Анализатор энергии Fluke 435 серии II

Рис. 11. Осциллограф АКИП-4113/1 для замера характеристик аппаратно-электрической части станков

Рис. 12. Электронный уровень WYLER серии BlueSYSTEM для решения широкого спектра задач в области измерений отклонений

характеристик аппаратно-электрической части станков.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр) (рис. 11).

Электронный уровень WYLER серии BlueSYSTEM

Предназначен для решения широкого спектра задач в области измерений отклонений. Наиболее востребованное применение они получили для решения задач измерения геометрических элементов станков, таких как:

- определение прямолинейности и параллельности направляющих;
- определение разновысотности горизонтальных направляющих;
- определение отклонения от перпендикулярности горизонтальных и вертикальных направляющих (или шпинделя);
- определение неплоскостности поворотного стола;
- определение отклонения от перпендикулярности оси поворотного стола (шпинделя) относительно плоскости истинного горизонта;
- определение параллельности печатных валов и т. д.

Является мерительным средством, сертифицированным Государственным реестром средств измерений (Росреестр) (рис. 12).

Цифровой пирометр Mastech MS6530

Цифровой пирометр Mastech MS6530 — инфракрасный термометр — уникальный измерительный прибор, который позволяет дистанционно измерять в широком диапазоне температуру среды или отдельных предметов.

Измерение происходит с помощью лазерного луча, который наводится на объект измерения. Таким образом, цифровой пирометр Mastech MS6530 позволяет дистанционно измерять температуры предметов, имеющих высокую температуру, где измерения контактным способом невозможны. Цифровые пирометры Mastech с успехом используются в металлургии (рис. 13).

Diebold sk 40/cat 40

Прибор, предназначенный для измерения силы натяжения зажимной системы шпинделя.

Оптический прибор Hensoldt Wetzlar

Специализированный оптический прибор Hensoldt Wetzlar предназначен

Рис. 13. Цифровой пирометр Mastech MS6530 позволяет дистанционно измерять в широком диапазоне температуру среды или отдельных предметов

Рис. 14. Diebold sk 40/cat 40 предназначен для измерения силы натяжения зажимной системы шпинделя

а *б* *в*

Рис. 15. Приборы для измерения линейных размеров: а — индикатор рычажного типа (рычажно-зубчатый) Mitutoyo 513-404C; б — калибровочная линейка; в — угольник гранитный

для выставления соосности податчика прутка токарных станков.

Индикатор рычажного типа Mitutoyo 513-404C (Япония)

Индикатор рычажного типа (рычажно-зубчатый) Mitutoyo 513-404C предназначен для измерения линейных размеров абсолютным и относительным методами определения величины отклонений от заданной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей (рис. 15а).

КАЛИБРОВОЧНАЯ ЛИНЕЙКА

Калибровочная линейка предназначена для калибровки прецизионных координатно-измерительных машин (рис. 15б).

Угольник лекальный гранитный

Угольник гранитный предназначен для контроля перпендикулярности осей станка, поверки инструментов и приборов. Гранитный угольник выполнен из высококачественного гранита (рис. 15в).

Оправка С6-АМТ-01

Специализированный комплект С6-АМТ-01 является неотъемлемым приспособлением при проведении диагностических и ремонтных работ на станках с ЧПУ, имеющих шпиндель с конусом САРТО и устройством

автоматической смены инструментов (АТС).

Комплект состоит из 4 деталей. Стандартная оправка с конусом САРТО, разделенная на две части: конусная и цилиндрическая поверхность для захвата в сменщике инструментов, в которых выполнены высокоточные отверстия для их совмещения по оси и положению (углу). Также в комплекте имеются две шлифованные оправки, которые применяются для проверки соосности и угла относительно поворота шпинделя, после совмещения разделенных частей оправки.

Такой комплект позволяет выполнить проверку и настройку точки смены инструментов, а также правильности выставления точки ориентации шпинделя.

Оправка контрольная шпиндельная HSK63 для фрезерных станков

Используется для проверки и контроля шпиндельного узла.

Оправка осевая VDI 25 40x150

Предназначена для контроля точности и установки осей станка и устройства предварительной установки инструмента.

Оправка VDI-40 осевая 40x100

Предназначена для контроля точности и установки осей станка и устройства предварительной установки инструмента.

Оправка контрольная SK-40 50–300 с хвостовиком и шариком

Используется для наладки и контроля точности шпинделя.

Оправка радиальная 25-FBR-10 SPINNER

Предназначена для проверки положения револьверной головки в пространстве относительно шпинделя.

Оправка шпиндельная 40x200 по-садка конусная 82x16

Используется для наладки и контроля точности шпинделя.

Набор оправок Diebold для шпин-деля в кейсе

Комплект предназначен для выездной проверки шпиндельных узлов на соответствие параметрам геометрической точности и усилия зажима. В него входят: тестовая оправка Diebold SK40⊠40 A=320, тестовая оправка Diebold HSK-A63X⊠40A=346, тестовая оправка Diebold SK40/CAT40, тестовая оправка Diebold HSK63-A/C/E 80 F/B, тестовая оправка Diebold HSK-A/C63, тестовая оправка Diebold SK 40X⊠20, магнитная стойка, приспособление для чистки конуса шпинделя SK40 и HSK63, индикатор часового типа Mitutoyo RPX161. Цена деления: 0,001 мм.

Прецизионная сфера с держателем

Предназначена для проверки и регулировки кинематики станка, а также для калибровки датчиков измерения заготовки на 5-координатных станках (рис. 17).

Прибор Mastech MS5201 для измерения сопротивления изоляции

Цифровой мегаомметр Mastech MS5201 служит для измерения сопротивления изоляции токонесущих элементов электросетей, находящихся под большим напряжением. Он полностью соответствует требованиям международного стандарта IEC1010–1 CAT III 600V и CAT II 1000V. Прибор имеет большой ЖК-дисплей с высотой сегментов 22 мм. Цифровой мегаомметр Mastech MS5201 имеет звуковую и световую индикацию перегрузки. Цифровой мегаомметр Mastech MS5201 имеет сертификат РосТеста (рис. 18).

Прибор в комплекте Minipress (Cboxmedds) для диагностики гидравлических систем

Комплект MINIPRESS предназначен для контроля давления в гидравлических системах (рис. 19).

В наше время диагностика станков с ЧПУ — самый сложный процесс в по-

а

б

в

г

д

е

ж

з

Рис. 16. Комплект оправок: а — специализированный комплект С6-АМТ-01 при проведении диагностических и ремонтных работ на станках с ЧПУ; б — оправка контрольная шпиндельная HSK63; в — оправка осевая VDI 25; г — оправка осевая VDI 40; д — оправка контрольная SK-40; е — оправка радиальная 25-FBR-10; ж — оправка шпиндельная; з — набор оправок Diebold для шпинделя в кейсе

Рис. 17. Прецизионная сфера с держателем

Рис. 18. Цифровой мегаомметр Mastech MS5201 для измерения сопротивления изоляции токонесущих элементов электросетей

Рис. 19. Комплект MINIPRESS предназначен для контроля давления в гидравлических системах

иске неисправности и последующего ее устранения. Чтобы как можно реже выполнять ремонт станков с ЧПУ, необходимо вовремя проводить диагностику такого оборудования и устранять выявленные недостатки на самых начальных стадиях. Специалисты, проводящие профилактические работы, выполняют очистку оборудования от грязи, замену фильтров, смазку и др. Профилактические ремонты, регулировочные и другие работы на устройствах ЧПУ могут выполнять самостоятельно только те специалисты и рабочие, которые прошли необходимую подготовку и получили соответствующие документы.