

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ПРИВОДАХ ТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

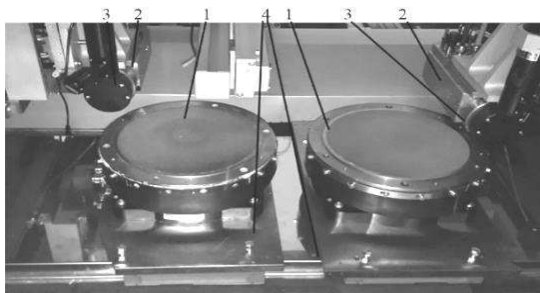
К одному из наиболее перспективных направлений исследований и разработок в области стабильного обеспечения технических характеристик прецизионного оборудования можно отнести создание «интеллектуальных» автоматизированных систем мониторинга технического состояния основных компонентов оборудования [1-5].

Современные программные средства управления и связанные с ними исполнительные устройства обеспечивают в достаточно широком диапазоне корректировку параметров функционирования прецизионного оборудования. Это позволяет не только прогнозировать изменение его технического состояния в процессе эксплуатации и осуществлять техническое обслуживание по фактическому состоянию, но и, в ряде случаев, значительно продлить срок службы. Для реализации этого подхода необходима достоверная информация о реальных параметрах функционирования оборудования, включая механические, в том числе собственные, колебания, возникающие при их работе. Наиболее достоверная информация о параметрах этих колебаний может быть получена с использованием натуральных образцов.

В качестве базового оборудования для проведения исследований был принят двухшпиндельный двухпозиционный прецизионный автомат ЭМ-2165 ОАО «Планар» для разделения полупроводниковых пластин на кристаллы, рабочая зона которого показана на рисунке 1. Для проведения исследований был создан программно-аппаратный комплекс (рисунок 2), в состав которого вошли первичные преобразователи:

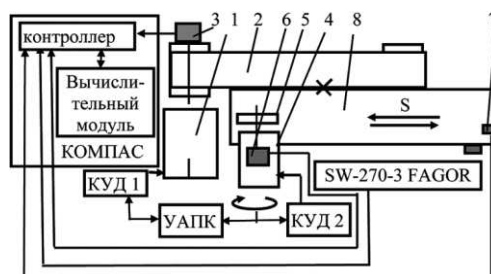
- круговой энкодер ЛИР-362А СКБ ИС 10000-05-ПИ 07.108791, обеспечивающий регистрацию параметров вращения ведущего шкива зубчато-ременной передачи, ведомого электродвигатель-редуктором;
- линейный энкодер SW-270-3 FAGOR для регистрации перемещений стола, ведомого зубчато-ременной передачей;
- двухкоординатные прецизионные модули съема диагностической информации о колебаниях соответственно корпуса электрошпинделя в вертикальном и горизонтальном направлениях и рабочего

стола в направлении движения и перпендикулярно ему в горизонтальной плоскости.



1 – планшайба; 2 – программно-управляемые электрошпиндели с аэростатическими опорами; 3 – режущий диск; 4 – рабочий стол

Рисунок 1 – Рабочая зона двухшпиндельного двухпозиционного прецизионного автомата ЭМ-2165 ОАО «Планар» для одновременного разделения полупроводниковых пластин на кристаллы



1 – электродвигатель-редуктор; 2 – зубчато-ременная передача; 3 – круговой энкодер; 4 – электрошпиндель на аэростатических опорах; 5 – режущий алмазный диск; 6, 7 – двухкоординатные прецизионные модули съема диагностической информации; 8 – рабочий стол; УАПК – универсальный аппаратно-программный комплекс синхронного управления прецизионными приводами (до 64 приводов); КУД-1, КУД-2 – контроллеры; «КОМПАС» – комплект модульных программно-аппаратных средств со встроенным специальным многоканальным контроллером CONTROLLER-V4 и вычислительным модулем на базе ПЭВМ с монитором; SW-270-3 FAGOR – линейный энкодер

Рисунок 2 – Схема программно-аппаратного комплекса для исследований параметров функционирования прецизионного оборудования ЭМ-2165 ОАО «Планар»

Первичные преобразователи связаны со специальным многоканальным контроллером CONTROLLER-V4, входящим в состав размещенного в одном корпусе комплекта образцов модульных программно-аппаратных средств «КОМПАС», имеющего встроенный вычислительный модуль на базе ПЭВМ с жестким диском и монитором.

Управление параметрами функционирования автомата ЭМ-2165 осуществляется УАПК через контроллеры управления двигателями КУД-1 и КУД-2, обеспечивающими программно-управляемое вращение соответственно электродвигателя-редуктора и электрошпинделя по командам, поступающим из УАПК. Регистрация параметров тока осуществляется путем снятия информации с КУД-1 и КУД-2.

Обработка результатов исследований включала следующее:

а) УАПК посредством управления электродвигателем-редуктором создавались: постоянное ускорение стола автомата ЭМ-2165 $a = 0,125; 0,25; 0,375$ и $0,5 \text{ м/с}^2$, с его разгоном до рабочей скорости подачи $V = 0,05; 0,1; 0,15$ и $0,2 \text{ м/с}$; разгон стола с S-образным изменением скорости; движение стола с постоянной скоростью $V = 0,05; 0,1; 0,15$ и $0,2 \text{ м/с}$, а также движение стола с синусоидальным изменением скорости V с круговой частотой $\omega = 65 \text{ рад/с}$ и амплитудой изменения скорости $V = 0,005; 0,01$ и $0,015 \text{ м/с}$;

б) осуществлялось движение стола в режиме холостого хода и при резании полупроводниковой пластины на полную глубину с регистрацией показаний с первичных преобразователей с частотой 250 Гц .

Каждый цикл движения повторялся три раза. Результаты контроля сохранялись в виде файлов данных с регистрируемыми с привязкой к реальному масштабу времени данными.

Полученные результаты исследований параметров функционирования прецизионного оборудования ОАО «Планар» на примере автомата ЭМ-2165 позволили определить параметры возникающих механических колебаний стола и электрошпинделя, а также установить влияние на них инерционно-жесткостных характеристик редуктора и зубчато-ременной передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Muller, A. Proactive maintenance for industrial system operation based on a formalised prognosis process / A. Muller, M.-C. Suhner, B. Iung // *Reliability Engineering and System Safety*. – 2006. – Vol. 93. – Pp. 234-253.

2. Intelligent prognostics tools and e-maintenance / J. Lee [et al.] // *Computers in Industry*. – 2006. – Vol. 57. – Pp. 476-489.

3. Тугенгольд, А.К. Гибкий мониторинг мехатронных технологических машин / А.К. Тугенгольд, Р.Н. Волошин // *Вестн. Дон. гос. техн. ун-та*. – 2016. – № 4. – С. 51-58.

4. Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство по организации контроля состояния и диагностирования: ГОСТ Р ИСО 17359-2009 / Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.

5. Басинюк, В.Л. Программно-аппаратный комплекс и методика исследований параметров функционирования прецизионного оборудования ОАО «Планар» / В.Л. Басинюк, А.Е. Ковенский, М.П. Лобкова, А.В. Козинец, Е.А.Морожанов // *Актуальные вопросы машиноведения: сб. научн. трудов / ОИМ НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]*. – 2019. – Вып. 8. – С. 121–124.