

№5-1 (38) 2011

Научный рецензируемый журнал

Основан в 1997 г.

Выходит один раз в два месяца

Учредитель: ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (ПИ №ФС77-42691 от 16.11.10).

Журнал «Известия Юго-Западного государственного университета» включен в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ

Редакционный совет

С.Г.Емельянов (председатель, главный редактор), д-р техн.наук, профессор, ректор ЮЗГУ; Л.М. Червяков (зам. председателя), д-р техн. наук, профессор, ЮЗГУ; Е.А.Кудряшов (зам. председателя), д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ.

В.И.Андреев, д-р техн.наук, профессор, МГСУ, г.Москва; О.И.Агакишев, д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ; Р.К.Боженкова, д-р филол.наук, профессор, ЮЗГУ; Ю.В.Вертакова, д-р экон. наук, профессор, ЮЗГУ; В.Н.Гридин, д-р техн.наук, профессор, ЦИТИ РАН, Москва; С.В.Дегтярев, д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ; В.Э.Дрейзин, д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ; И.А.Каляев, чл.корр.РАН, д-р техн.наук, профессор, НИИ МВС РАН, Таганрог; А.Ф.Каперко, д-р техн.наук, профессор, МГИЭИМ, Москва; В.И.Колчунов, академик РААСН, д-р техн. наук, профессор, ОрелГТУ; Н.А.Корневский, д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ; П.Ф.Кравчук, д-р философ.наук, профессор, ЮЗГУ; А.П.Кузьменко, д-р физ.-мат.наук, профессор, ЮЗГУ; Ю.Н.Кульчин, чл.-корр.РАН, д-р физ.-мат.наук, профессор, ИАиПУ РАН, Владивосток; Д.А.Новиков, чл.-корр.РАН, д-р техн.наук, профессор, ИГУ РАН, Москва; А.В.Олейник, д-р техн.наук, профессор, департамент Минтранс РФ, Москва; В.Н.Опарин, чл.корр.РАН, д-р физ.-мат.наук, профессор, ИГД РАН, Новосибирск; А.В.Островский, д-р экон.наук, профессор ИДВ РАН, Москва; В.И.Римшин, д-р техн.наук, профессор, МГАКХ, Москва; Г.В.Секесов, д-р техн.наук, профессор, ИГД РАН, Хабаровск; В.Н.Сусликов, д-р юр.наук, профессор, ЮЗГУ; М.Л.Титаренко, ак.РАН, д-р философ.наук, профессор, ИДВ РАН, Москва; В.С.Титов, д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ; (отв.секретарь); В.С.Федоров, д-р техн.наук, профессор, чл.корр.РААСН, Московский гос. ун-т путей сообщения; А.С.Ястребов, д-р техн.наук, профессор, СПб УТ, Санкт-Петербург; С.Ф.Яцун, д-р техн.наук, профессор, ЮЗГУ.

ИЗВЕСТИЯ ЮГО-ЗАПАДНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

СОДЕРЖАНИЕ

Уважаемые коллеги! 6
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ 8
Механика 8
Хоменко А.П., Елисеев С.В.
Режимы динамического гашения колебаний. Влияние структуры системы внешних возмущений 8
Алексеев В.А., Лукьянов А.В.
Математическое моделирование технического состояния силового трансформатора 17
Савин Л.А., Корнаева Е.П., Корнаев А.В.
Расчет полей скоростей и давлений течения вязкой жидкости в системе ротор-уплотнение цилиндрической конической формы методом контрольных объемов 23
Копылов Ю.Р., Ходус В.В.
Влияние вибраций на процесс сепарации в гидроциклонах 30
Физика 34
Буторин В.М.
Исследование устойчивости метода коллокаций на примере расчета эллиптического волновода 34
Мельников Г.А., Игнатенко Н.М., Полянский А.В., Мельников В.Г.
Теплоёмкости жидкостей в рамках кластерной модели 38
Родионов А.А., Петрова Л.П., Игнатенко Н.М., Родионов А.А.
Дисперсия магнитной восприимчивости тригональных антиферромагнетиков 44
Родионова А.А., Петрова Л.П., Родионов А.А., Сизов А.С.
Влияние сопровождающих магнитных полей на акустомагнитный эффект в магнитной жидкости в изотропных периодических упругих полях 48
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ 53
Информатика и вычислительная техника 53
Халин Ю.А., Сизов А.С., Игнатенко А.Н.
Нечётко-множественная модель многокритериальной оценки конкурентоспособности предприятия 53
Бредихин Р.В., Довгаль В.М., Дорошенко А.Ю., Фастов В.С.
Метод транспортировки текстовых сообщений в изображениях с использованием дискретных отображений 58
Насер А.А., Гуламов А.А.
Информационная модель процессов информационно-аналитического обеспечения в вузе 61
Локтионов А.П.
Удлинение и поворот линейного элемента при деформировании среды 64
Дрейзин В.Э., Брежнева Е.О., Бондарь О.Г.
Моделирование каталитического датчика водорода 69
Сараев А.С., Довгаль В.М.
Технология моделирования архитектур организационных систем при разработке систем управления ресурсом времени 76
Колоткова С.В., Сизов А.С.
Современные методы оценки рисков кредитования 82
Василенко А.И., Мухин И.Е., Богомазов А.Ю.
Оценка эквивалентных энергетических потерь при приеме сигналов цифровых линий связи при многолучевом распространении радиоволн 90

Редакционная коллегия:

Главный редактор
С.Г. Емельянов, д-р техн. наук, профессор

Зам. главного редактора
Л.М. Червяков, д-р техн. наук, профессор

Зам. главного редактора
Е.А. Кудряшов, д-р техн. наук, профессор

Отв. секретарь
В.С. Титов, д-р техн. наук, профессор

Члены редколлегии:

Боженкова Р.К., д-р филол. наук, профессор
Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор
Ивахненко А.Г., д-р техн. наук, профессор
Кравчук П.Ф., д-р философ. наук, профессор
Крыгина А.М., канд. техн. наук, доцент
Кузьменко А.П., д-р физ.-мат. наук, профессор
Минакова И.В., д-р экон. наук, доцент
Пашин В.П., д-р ист. наук, профессор
Сусликов В.Н., д-р юр. наук, профессор
Харзеева С.Э., д-р пед. наук, профессор
Яцул С.Ф., д-р техн. наук, профессор

Адрес редакции: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.
Телефоны: (4712) 50-48-19
Факс: (4712) 50-48-00. E-mail: rio_kursk@mail.ru

Оригинал-макет подготовлен Е.В. Мельник

Подписано в печать 14.10.11. Формат 60x84/8.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 21,9.
Тираж 1000 экз. Заказ 105. Цена свободная.
Юго-Западный государственный университет
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Плата с аспирантов за публикацию не взимается.

Подписной индекс журнала «Известия
Юго-Западного государственного университета»
44282 в объединенном каталоге
«Пресса России»

Добрица В.П., Липунов А.А. Шифратор на основе нейросети	93
Чернецкая И.Е., Труфанов М.И., Конча Ороско Э.Э. Система технического зрения анализа гранулометрического состава железорудных окатышей	98
Машиностроение	103
Кудряшов Е.А., Иванов В.И., Локтионова О.Г., Учаев П.Н. Преимущества лезвийной технологии обработки деталей инструментом из композита	103
Аникеева О.В. Функциональная диагностика металлорежущих станков	106
Кудряшов Е.А., Ставровский М.Е., Ушаков М.В., Яцул С.Ф. О создании благоприятных условий резания прерывистых поверхностей на примере точения деталей инструментом из композита	112
Гадалов В.Н., Сальников В.Г., Розина Т.Н., Романенко Д.Н., Маркелов Е.А., Ляхов А.В., Николаенко А.В. Влияние силовых нагрузок и химически активных сред на структурно-фазовые изменения в металлических материалах, используемых на животноводческих предприятиях	120
Голубчик Э.М., Корчунов А.Г., Коломиец Б.А. освоение технологии производства высокопрочной арматуры для железобетонных шпал нового поколения	127
Аллеева Т.В., Емельянов В.М., Котельников А.А. Исследование распределения напряжений в сварных соединениях трубчатых элементов	133
Агеев Е.В., Семенухин Б.А., Агеева Е.В., Латыпов Р.А. Исследование химического состава порошков, полученных электроэрозийным диспергированием твердого сплава	138
Куприянова И.Ю., Огнев Ю.Ф. Развитие систем обеспечения качества машиностроительных предприятий России	144
Селезнев Ю.Н., Губанов В.С., Лыманюк А.Ю. Исследование зависимости минимальной величины подъема на зуб при протягивании	151
Строительство	160
Бредихин В.В. Анализ современного состояния городской жилищной среды	160
Сморчков А.А., Потапова И.В., Шевелев А.С., Сморчков Д.А., Орлов Д.А. Метод расчета элементов из цельной и клееной древесины при режимных нагрузках на прочность и деформативность	163
Бредихин В.В. Роль саморегулируемых организаций в повышении эффективности производственно-технического потенциала организаций и предприятий территориального инвестиционно-строительного комплекса	167
Кобелев В.Н., Ежов В.С., Романченко С.А., Гнездилова О.А., Алябьева Т.В., Щедрин П.Ю., Павлова Е.В. Математическая модель процесса регенерации энергосбе- регающей адсорбционной осушивающей установки	171
Безопасность деятельности человека	4
Тимофеев Г.П., Северенчук П.Н., Юшин В.В. Оперативное дистанционное подавление пожаров на энергетических объектах и атомных электростанциях с использованием сканирующих установок	4
НАУКИ О ЗЕМЛЕ	178
Колозина А.П. Оценка опасности, ущербов и риска проявления опасных геологических процессов при строительстве и эксплуатации объектов недвижимости	178
Колозина А.П. Анализ и прогноз геологических процессов при строительстве и эксплуатации объектов недвижимости	183
К сведению авторов	189

Список литературы

1. Кудряшов Е.А., Алтухов А.Ю., Лунин Д.Ю. Технологический классификатор деталей и поверхностей, подлежащих обработке резанием // Обработка металлов. 2009. №4(45). С. 3-8.
2. Кудряшов Е.А. Зависимость качества обработки от геометрии и условий контакта резца с конструктивно сложной поверхностью заготовки // Известия КурскГТУ. 2010. №2(31). С. 77-82.
3. Кудряшов Е.А. Эффективность инструментального материала композит 10 при обработке конструктивно сложных поверхностей деталей машин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование: научный журнал. Иркутск: ИрГУПС, 2010. №2(26). С. 245-247.
4. Кудряшов Е.А., Алтухов А.Ю., Лунин Д.Ю. Количественная оценка процессов в обработанном композитом поверхностном слое деталей машин // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. Волгоград: ВолгГТУ, 2010. №12(72). С. 10-15.
5. Кудряшов Е.А., Павлов Е.В., Яцун Е.И. Технологические особенности лезвийной обработки режущими инструментами оснащенными композитами // Современные тенденции в технологиях и конструкциях металлообрабатывающего оборудования: материалы междунар. станкостроительного форума. М.: ЦВК Экспоцентр, 2011. С. 74-76.

Получено 23.08.11

E.A.Kudrjashov, Doctor of Sciences, Professor, SWSU (e-mail: kea-swsu@list.ru)

V.V.Ivanov, Doctor of Sciences, Professor, Tula State University

O.G.Loktionov, Doctor of Sciences, Associate Professor, SWSU (e-mail:)

V.N.Uchaev, Doctor of Sciences, Professor, SWSU (tel. (4712) 58-71-16)

ADVANTAGES LEZVIVNOY OF TECHNOLOGY OF PROCESSING OF DETAILS THE TOOL FROM THE COMPOSITE

Advantages lezvivnoy technologies of processing of details by the tool from kompozi are considered.
Key words: composites, lezvivnaya technology, machining.

УДК 621.9.06

О.В. Аникеева, аспирант, кафедра управления качеством, метрологии и сертификации, ЮЗГУ (e-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru)

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

В работе рассмотрены вопросы организации обслуживания и ремонта металлорежущих станков по их фактическому техническому состоянию. Предложен подход к организации функциональной диагностики технологического оборудования, в основе которого лежит контроль параметров геометрической точности поверхностей обработанных деталей. Получены зависимости для определения влияния геометрических погрешностей станка на погрешности расположения поверхностей обрабатываемых деталей.

Ключевые слова: металлорежущие станки; функциональная диагностика; геометрическая точность.

В условиях современного машиностроительного производства качество выпускаемой продукции непосредственно зависит от технического состояния технологического оборудования. Простои оборудования из-за неисправностей и ремонтов отрицательно влияют на эконо-

мические показатели предприятия, а снижение точности оборудования снижает уровень качества продукции. Одна из главных задач предприятия – это обеспечение надлежащего технического состояния оборудования, которая решается пу-

тем рациональной организации его технического обслуживания и ремонта.

В настоящее время для повышения качества процессов эксплуатации технологического оборудования необходим переход от планово-предупредительного ремонта к ремонту по фактическому техническому состоянию. Использование такой стратегии обслуживания требует широкого применения средств и методов диагностирования.

Техническая диагностика решает следующие основные задачи: диагноза (определения состояния, в котором в настоящий момент находится оборудование), прогноза (предсказание состояния, в котором окажется оборудование в будущий момент времени) и генезиса (определение состояния, в котором оборудование находилось в некоторый момент времени в прошлом) и исследует вопросы определения работоспособности, формы проявления отказов, методы их локализации, распознавания и прогнозирования без разборки машины [1]. Проблемы практического применения технической диагностики металлорежущих станков связаны с большим количеством их типовых размеров и видов, разнообразием конструкций.

На сегодняшний день основным инструментом оценки состояния оборудования остаются стандартизованные методы определения показателей точности изготавливаемых деталей, которые не выявляют связи отдельных показателей точности продукции с состоянием того или иного узла станка. Систему расчетов, непосредственно связывающую известное возмущение процесса обработки с набором погрешностей обрабатываемой детали, созданную профессором В.Т. Портманом, называют моделью выходной точности станка [2]. Ее основой является вариационный метод расчета точности металлорежущего станка, на основе которого создана последовательность построения баланса точности станка:

1) построение модели формообразующей системы (ФС) металлорежущего

станка. В общем виде функция формообразования может быть представлена как:

$$r_0 = A_{0,i+m} e^4, \quad (1)$$

где $A_{0,i+m}$ – произведение $i+m$ матриц A преобразований, из которых i входят в функцию формообразования, m – в модель инструмента; e^4 – радиус-вектор начала координат;

2) установление параметров связей (скрытых, огибания и функциональных) для обработки заданных поверхностей;

3) выполнение вариации функции формообразования Δr_0 , являющейся векторным балансом точности металлорежущего станка:

$$\Delta r_0 = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=1}^6 (A_{0,i} D_i^j A_{i,1} r_1) \delta q_i^j, \quad (2)$$

где $A_{0,i}$ – матрица преобразования ФС; D_i^j – матрицы для входных погрешностей δq_i^j ; $A_{i,1}$ – вариация матрицы $A_{0,i}$; l – число связей огибания; r_1 – радиус-вектор точки инструмента; δq_i^j – погрешность положения i -го узла станка по j -ой координате;

4) определение нормали n к обрабатываемой поверхности и баланса нормальных погрешностей Δr_n :

$$\Delta r_n = \Delta r_0 \cdot n. \quad (3)$$

Так, для поверхности «плоский торцев», обрабатываемой на токарном станке, уравнение баланса нормальных погрешностей (3) имеет вид [2]:

$$\Delta r_{n1} = \alpha_0 x \sin \varphi - \beta_0 x \cos \varphi - (\beta_1 + \beta_2) x + \sum_{i=0}^3 \delta_{zi}, \quad (4)$$

где φ – угол поворота шпинделя станка; x – переменная, имеющая смысл поступательного перемещения вдоль оси OX ; α_0 – малый угол поворота вокруг оси OX обрабатываемой детали со шпинделем; β_0 – малый угол поворота вокруг оси OY обрабатываемой детали со шпинделем; β_1 – малый угол поворота вокруг оси OY станины; β_2 – малый угол поворота вокруг оси OY продольного суппорта; $\delta_{z0, \dots, z3}$ – малые абсолютные смещения вдоль оси OZ обрабатываемой детали со шпинделем, станины, продольного суп-

порта и поперечного суппорта соответственно.

Функциональная диагностика токарного станка, таким образом, сводится к решению обратной задачи расчета точности (при которой имеется в наличии полная информация о значениях погрешностей поверхностей, обработанных на данном станке поверхностей). Уравнение для оценки параметров погрешностей положения δq_i^j , входящих в (4), имеет вид [2]:

$$\hat{\delta} = (A^T \cdot A)^{-1} A^T \Delta, \quad (5)$$

где A – конструкционная матрица, составленная из коэффициентов системы $\Delta_i = a_{11,12,\dots,1n} \delta q_1 + a_{21,22,\dots,2n} \delta q_2 + \dots + a_{1m,2m,\dots,mn} \delta q_m$, $i=1..n$, a_{ki} – передаточные коэффициенты погрешностей; T – символ транспонирования; Δ – вектор порядка n , составленный из результатов измерений.

Проведенное имитационное моделирование показало, что методическая погрешность решения уравнения с помощью псевдообратных матриц пренебрежимо мала. Так, при диагностике, обрабатываемой на токарном станке цилиндрической поверхности, максимальное значение методической погрешности составило $\approx 10^{-5} \%$ при $n = 12$, при других значениях $n = 8, 16, 20, 24, 36$ значение методической погрешности составило $\approx 10^{-6} \%$. Таким образом, объем выборки измеряемых значений погрешностей для поверхностей деталей V не связан с методической погрешностью. При анализе погрешностей формы, например, объем выборки V должен быть не менее $2a$, где a – максимальный номер учитываемой гармоники разложения погрешности формы в тригонометрический ряд (согласно теореме Котельникова) [3].

Наиболее распространенными видами обработки и металлорежущих станков являются токарные и фрезерные. Получим уравнение баланса нормальных погрешностей для поверхности дна закрытого призматического шпоночного паза,

обрабатываемой концевой фрезой с прямолинейными зубьями.

Для вертикально-фрезерных станков (рис. 1) при обработке поверхностей многолезвийным поверхностным режущим инструментом ФС имеет вид

$$i_0 = A^1(x)A^2(y)A^6(\varphi)r^3, \quad (6)$$

где $A^1(x)$ – матрица, моделирующая поперечное движение стола вдоль оси OX ; $A^2(y)$ – матрица, моделирующая продольное движение салазок относительно станины вдоль оси OY ; $A^6(\varphi)$ – матрица, моделирующая вращение станины относительно шпинделя вокруг оси OZ ; r^3 – уравнение режущих кромок концевой цилиндрической фрезы (рис. 2), имеющей вид [2]:

$$r^3 = r_n = \left(R \cos \frac{2\pi j}{n}; R \sin \frac{2\pi j}{n}; z; 1 \right)^T, \quad (7)$$

где $j = (1, \dots, n)$ – номер лезвия фрезы; n – число лезвий фрезы; R – радиус фрезы; z – переменная – линейное смещение вдоль оси OZ ($0 \leq z \leq K$, K – длина фрезы).

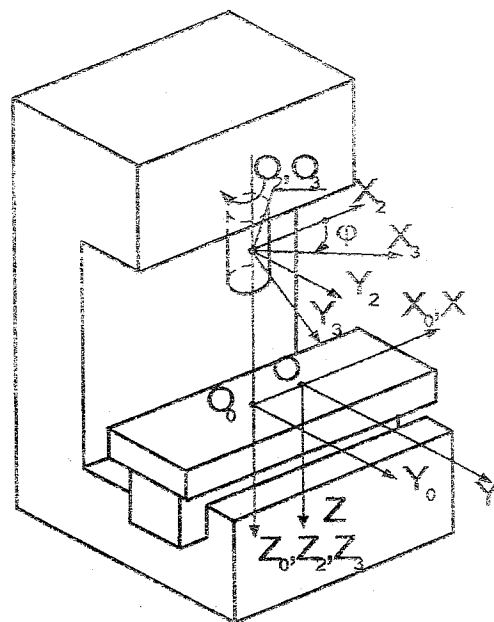


Рис. 1. Формообразующая система вертикально-фрезерного станка: системы координат: S_0 – обрабатываемой детали со столом; S_1 – продольных салазок; S_2 – станины; S_3 – шпинделя

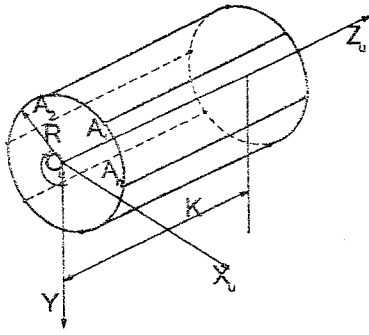


Рис. 2. Концевая цилиндрическая фреза с прямолинейными зубьями

Тогда векторный баланс точности для вертикально-фрезерного станка можно вычислить по формуле

$$\Delta r_{0\phi} = (\varepsilon_0 A^1 A^2 A^6 + A^1 \varepsilon_1 A^2 A^6 + A^1 A^2 \varepsilon_2 A^6 + A^1 A^2 A^6 \varepsilon_3) r^3, \quad (8)$$

где $\varepsilon_{0,3}$ – матрицы поворотов и переносов (смещений) по осям координат [2].

При наложении функциональной связи $x=0$, т.е. при расположении паза вдоль оси OY (рис. 3), уравнение всех обработанных на вертикально-фрезерном станке поверхностей (боковых плоских $r_{0\phi 1,2}$, полуцилиндрических поверхностей $r_{0\phi 4,5}$ и поверхности дна $r_{0\phi 3}$) закрытого шпоночного паза имеет вид

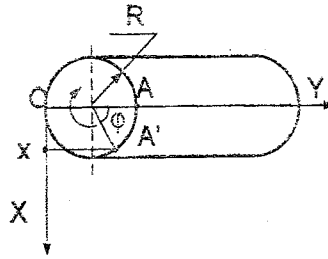
$$r_{0\phi 1,5} = \begin{pmatrix} R \cos(\varphi + \frac{2\pi j}{n}) \\ R \sin(\varphi + \frac{2\pi j}{n}) + y \\ z \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где y – независимая переменная, имеющая смысл смещения поверхности вдоль оси OY.

Поверхность дна шпоночного паза имеет вид

$$r_{0\phi 3} = r_{0\phi 1,5}(\varphi = \mp \varphi_{xj}) = \begin{pmatrix} R \cos(\varphi_{xj} \mp \frac{2\pi j}{n}) \\ \mp R \sin(\varphi_{xj} \pm \frac{2\pi j}{n}) + y \\ z \end{pmatrix}, \quad (10)$$

где $\varphi_{xj} = \arcsin \frac{x_j}{R}$ – угол поворота j -го лезвия фрезы (рис. 3).

Рис. 3. Поворот j -го лезвия концевой цилиндрической фрезы

Баланс нормальных погрешностей поверхности $r_{0\phi 3}$ дна шпоночного паза с нормалью $n_{0\phi 3} = (0; 0; -1)^T$ в точке (φ_{xj}, y) имеет вид:

$$\Delta n_{0\phi 3} = -\sum_{i=0}^2 \alpha_i R \sin(\varphi_{xj} + \frac{2\pi j}{n}) + \sum_{i=0}^2 \beta_i R \cos(\varphi_{xj} + \frac{2\pi j}{n}) - \sum_{i=0}^1 \alpha_i y - \alpha_3 R \sin \frac{2\pi j}{n} + \beta_3 R \cos \frac{2\pi j}{n} - \sum_{i=0}^3 \delta_{zi}, \quad (11)$$

где $\alpha_{0,3}$ – малые углы поворотов вокруг оси OX обрабатываемой детали со столом, продольных салазок, станины и шпинделя соответственно; $\beta_{0,3}$ – то же, вокруг оси OY; $\delta_{z0,3}$ – малые абсолютные смещения вдоль оси OZ обрабатываемой детали со столом.

В процессе эксплуатации вертикально-фрезерного станка с радиусом фрезы $R=5 \cdot 10^{-2}$ м и числом лезвий $n=9$, в результате измерений в 6-ти точках, были получены отклонения от номинального положения точек (φ_{xj}, y) поверхности дна, результаты измерений занесены в таблицу.

После решения уравнения (5) получили значения геометрических погрешностей ФС: $\sum_{i=0}^2 \alpha_i = -3,29''$; $\sum_{i=0}^2 \beta_i = -2,76''$;

$$\sum_{i=0}^1 \alpha_i = -51,57'';$$

$$-\alpha_3 R \sin \frac{2\pi j}{n} + \beta_3 R \cos \frac{2\pi j}{n} - \sum_{i=0}^3 \delta_{zi} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Таблица 1

Результаты измерений погрешностей поверхности дна шпоночного паза

Измерения Величины	1	2	3	4	5	6
y_{is} , м	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$
Φ_{xj} , °	23,6	36,9	53,1	90	23,6	36,9
Δ_i , м	10^{-5}	$2 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}	$2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$

В отличие от баланса точности для токарного станка [2] в данном случае определяются взвешенные значения геометрических погрешностей.

В работе предложен общий подход к функциональной диагностике технологического оборудования, состоящий из пяти этапов.

Первый этап включает определение вида поверхностей для обрабатываемых на станке деталей, определение объема выборки с помощью статистических методов (устанавливается количество отобранных для измерений деталей). Также устанавливают требования к точности обработанных деталей.

На втором этапе определяют количество измерений отобранных на первом этапе деталей; выявляют количество и расположение точек одной детали, в которых будут производиться измерения. На данном этапе также определяют средства измерений деталей.

На третьем этапе составляют векторные балансы точности ФС станка (2), уравнения нормальных погрешностей (3) станков при обработке ими различных поверхностей, а также уравнения, связывающие геометрические погрешности ФС

с погрешностями расположения обрабатываемых поверхностей.

На четвертом этапе производят прямые и косвенные измерения отклонений формы, размера и положения поверхностей деталей. Результаты используют при решении уравнений, полученных на 3-ем этапе.

На пятом этапе определяют геометрические погрешности – осуществляют функциональную диагностику станка, на основе результатов которой принимают решения о необходимости ремонта станка с целью восстановления его первоначальных значений показателей геометрической точности.

Следует отметить, что в работе [2] были рассмотрены лишь погрешности размера, в то время как на выходную точность обработанных на станках изделий влияют также погрешности взаимного расположения поверхностей. Как частный случай, рассмотрим обработку детали на токарном станке (рис. 4).

Для моделирования образования погрешностей расположения поверхностей будем использовать определения: базовая поверхность [2], номинальная поверхность [2], реальная поверхность (ГОСТ 25142-82 «Шероховатость поверхности. Термины и определения»), база.

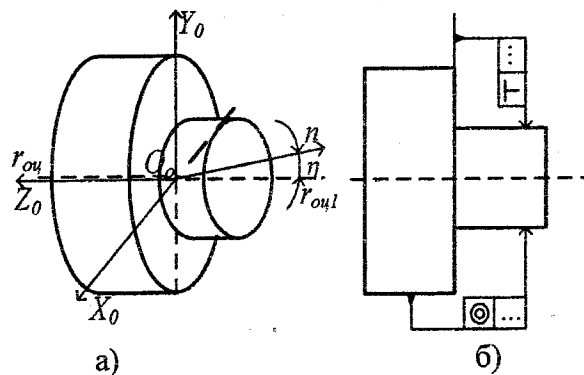


Рис. 4. Обрабатываемая на токарном станке деталь: а - общий вид обрабатываемой детали; б - рассматриваемые погрешности расположения

Величина отклонения от перпендикулярности оси малого цилиндра детали относительно плоского торца – это угол η между нормалью n к базовой поверхности торца и осью малой цилиндрической поверхности r_{ou1} , величину которого можно определить по выражению

$$\sin \eta = \frac{|n \times r_{ou1}|}{|n| |r_{ou1}|},$$

но, т.к. ввиду малости величины отклонения можно считать, что $\sin \eta \approx \eta$, тогда $\eta \approx \frac{|n \times r_{ou1}|}{|n| |r_{ou1}|}$.

Уравнение базовой оси малой цилиндрической поверхности, заданное в параметрическом виде:

$$r_{ou1} = (z\beta_b + \delta_{xb}; -z\alpha_b + \delta_{yb}; z; 1)^T, \quad (12)$$

где α_b, β_b – малые углы поворота базовой поверхности вокруг осей X_0 и Y_0 ;

δ_{xb}, δ_{yb} – малые абсолютные смещения системы координат базовой поверхности вдоль осей X_0 и Y_0 ;

z – независимая переменная.

Уравнение базовой поверхности торца:

$$r_m = (x \cos \varphi + c\beta_b, x \sin \varphi - c\alpha_b, c - x\beta_b \cos \varphi + x\alpha_b \sin \varphi + \Delta c, 1)^T, \quad (13)$$

где x – независимая переменная, имеющая смысл линейного смещения вдоль оси X_0 (диаметр торца);

c – расстояние от торца до начала координат;

Δc – погрешность расстояния c ;

φ – угол поворота торца вокруг оси X_0 .

Уравнение нормали к базовой поверхности торца:

$$n = \left(\frac{\beta_b}{\sqrt{\beta_b^2 + \alpha_b^2 + 1}}, \frac{\alpha_b}{\sqrt{\beta_b^2 + \alpha_b^2 + 1}}, \frac{1}{\sqrt{\beta_b^2 + \alpha_b^2 + 1}} \right). \quad (14)$$

При задании численных значений параметров: $\delta_{xb} = \delta_{yb} = 5$ мкм, $\alpha_b = \beta_b = 1'$, $z = 2 \cdot 10^4$ мкм, получили значение $\eta \approx 1'13''$.

На рисунке 5а представлено полученное отклонение от перпендикулярности оси малого цилиндра детали относительно поверхности торца.

Величина отклонения от соосности оси малого цилиндра относительно оси большого цилиндра детали – расстояние d между осями r_{ou1} и r_{ou2} малой и большой цилиндрическими поверхностями детали, величина которого определяется следующим образом:

$$d = \sqrt{(r_{ou1}[1] - r_{ou2}[1])^2 + (r_{ou1}[2] - r_{ou2}[2])^2 + (r_{ou1}[3] - r_{ou2}[3])^2}, \quad (15)$$

где r_{ou2} – уравнение базовой оси большой цилиндрической поверхности:

$$r_{ou2} = (z\beta_{b1} + \delta_{xb1}; -z\alpha_{b1} + \delta_{yb1}; z; 1)^T. \quad (16)$$

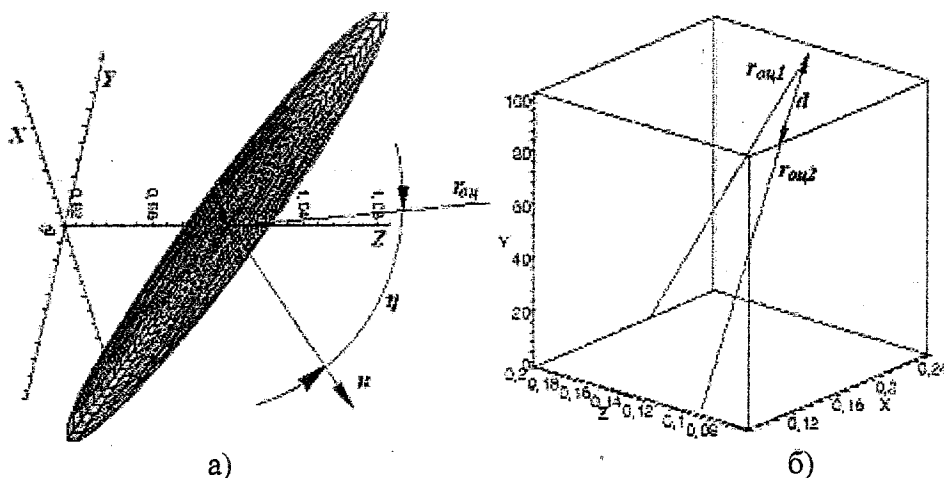


Рис. 5. Отклонения расположения поверхностей: а – отклонение от перпендикулярности оси малого цилиндра от торца; б – отклонение от соосности осей цилиндров

При задании численных значений параметров: $\delta_{xb}=\delta_{yb}=5$ мкм, $\alpha_b=\beta_b=\alpha_{b1}=\beta_{b1}=10^\circ$, $\delta_{xb1}=\delta_{yb1}=2$ мкм, $z=2 \cdot 10^4$ мкм, получили отклонение от соосности осей $d=4,24$ мкм, при этом угол между осями $\eta_1 \approx 44^\circ$. На рисунке 56 представлено полученное отклонение от соосности осей цилиндров.

Представленные модели дают возможность определить влияние на погрешности расположения обработанных на токарном станке поверхностей детали геометрических погрешностей станка.

Таким образом, предложенный подход к организации функциональной диагностики основан на решении обратной задачи расчета точности станка и обеспечивает возможность управления качеством

металлорежущих станков в процессе их эксплуатации по их фактическому техническому состоянию.

Работа выполнялась в соответствии с ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

Список литературы

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1987. 240 с.
2. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1986. 336 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2002. 608 с.

Получено 02.08.11

O.V. Anikeeva, Post-Graduate Student, Quality Management, Metrology and Certification Chair, SWSU (e-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru)

THE FUNCTIONAL DIAGNOSTICS OF METAL CUTTING MACHINE TOOLS

In work questions are considered of the organization of service and repair of metal cutting machine tools of their actual technical condition. The approach is offered to the organization of functional diagnostics of the process equipment in which basis the control lays of parameters of geometrical accuracy of surfaces of the processed details. Dependences are offered for definition of influence of geometrical errors of the machine tool on an error of an arrangement of surfaces of workable details.

Key words: metal cutting machine tools; functional diagnostics; geometrical accuracy.

УДК 621.9

Е.А.Кудряшов, д-р техн. наук, профессор, первый проректор - проректор по учебной работе, ЮЗГУ (e-mail: kea-swsu@list.ru)

М.Е. Ставровский, д-р техн. наук, профессор, проректор по инновационному развитию, ЮЗГУ (e-mail: stavrov@list.ru)

М.В. Ушаков, д-р техн. наук, профессор, Тульский государственный университет (тел. (4872) 35-34-44)

С.Ф. Яцун, д-р техн. наук, профессор, ЮЗГУ (e-mail: teormeh@inbox.ru)

О СОЗДАНИИ БЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ ПРЕРЫВИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ТОЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИНСТРУМЕНТОМ ИЗ КОМПОЗИТА

Рассмотрены условия резания прерывистых поверхностей на примере точения деталей инструментом из композита.

Ключевые слова: композиты, условия резания, прерывистое резание, точение.

Одним из перспективных направлений металлообработки является использование лезвийных сверхтвердых инструментальных материалов на основе кубического нитрида бора (торговая мар-

ка композиты), которые благодаря своим уникальным физико-механическим и режущим свойствам позволяют решить проблему обработки самых сложных и точных поверхностей деталей машин