

Вестн. машиностроения. 1986, №8, С.15-18. 2. А.С. 1425374 СССР F 16 D 3/18. Зубчатая муфта / А.Н. Михайлов (СССР). – 4138360/31-27 заявлено 20.10.86. Оpubл. 23.09.88. – Бюл. № 35, с.3. 3. А.С. 1481524 СССР F 16 D 3/18. Зубчатый венец / А.В. Лукичев, В.А. Финиченко, Н.А. Чернышев, Ю.Б. Похинов и др.(СССР). – 4245051/31-27 заявлено 14.05.87. Оpubл. 23.05.89. – Бюл. № 19, с. 6. 4. Михайлов А.Н., Рыбина С.А., Перов Д. В., Оливер Т. Основы синтеза геометрии внутренних пространственных зацеплений с равным числом внутренних и наружных зубьев / В кн. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международный сб. трудов. - Донецк: ДонГТУ, 2000. Выпуск 10.-С.149-161. 5. Грубка Р.М., Михайлов А.Н. Синтез структуры групповой пространственной геометрии зубьев втулок зубчатых муфт //Прогрессивные технологии и системы машиностроения Донецк: ДонНТУ. Вып. 27, 2004. – С. 71 – 75. 6. А. с. 68689 України, МКИ F16D3/18. Зубчаста муфта. Заявл. 29.09.2003. Оpubл. 16.08.2004. Бюл. №8, 2004. 7. Полухин П. И., Горелик С. С., Воронцов В. К. Физические основы пластической деформации. – М.: Металлургия, 1982. – 584с. 8. Термическая обработка в машиностроении. Справочник под ред. Лахтина Ю. М., Рахштадта А. Г. – М.: Машиностроение, 1980. – 783с. 9. Робер А. И., Плотников В. С. Расчет зубчатых шпинделей с бочкообразными зубьями. – Вестн. машиностроения, 1972, № 1, с. 26 – 28. 10. А. с. 804031 (СССР). Прокатный стан / Гринавцев В. Н., Снеговский Ф. П., Багненко Ф. М. и др. –Оpubл. в Б. И., № 6. 11. Лозинский М. Г. Новые методы повышения прочности сталей. – Вестн. машиностроения, 1961, № 1, с.64-67. 12. Михайлов А.Н., Финиченко В.А., Чернышов Н. А. Оптимизация параметров линии смещения исходного контура при обработке бочкообразных зубьев зубчатых муфт. - Киев, 1984.- 9с. Рукопись депонирована в УкрНИИНТИ, № 1531. 13. Бахвалов С.В., Бабушкин Л.И., Иваницкая В.П. Аналитическая геометрия.- М.: Просвещение, 1970. – 21с.

Сдано в редакцию 29.01.07

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАЛЫХ ПАРТИЙ

Мовшович А.Я., Лагода А.Н. (ГП “Харьковский научно-исследовательский институт технологи машиностроения, г. Харьков)

Elaboration method operative diagnostic exactness of making machine-building production in condition petty serial production was urgent issue. The order of this work way elaboration statistical method diagnostic exactness lathes. It porosity for map kumulation sum pursue “diagnosis” machinery.

Введение. Качество продукции (включая новизну, технический уровень, отсутствие дефектов при исполнении, надежность в эксплуатации) является одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке. Поэтому фирмы уделяют особое внимание обеспечению высокого качества продукции, устанавливая контроль на всех стадиях производственного процесса, начиная с контроля качества используемых сырья и материалов и заканчивая определением соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам не только в ходе его испытаний, но и в эксплуатации, а для сложных видов оборудования – с предоставлением определенного гарантийного срока после установки оборудования на предприятии заказчика. Поэтому управление качеством продукции стало основной частью производственного процесса и направлено не столько на выявление дефектов

или брака в готовой продукции, сколько на проверку качества изделия в процессе его изготовления.

Качество технологического процесса характеризуется многими показателями, из которых основными являются: точность, производительность, надежность. Новая модель станка подвергается целому ряду испытаний, цель которых состоит в определении качественных характеристик показателей качества. По результатам испытаний оценивается качество и технический уровень станка путем сопоставления полученных величин с величинами, установленными на основе требований потребителя к качеству обработанных на станке деталей и производительности обработки.

Каждый тип металлорежущих станков характеризуется своей номенклатурой показателей геометрической точности. В настоящее время они регламентируются в 78 нормативных документах на нормы точности. Все действующие в настоящее время в Украине и за рубежом стандарты на нормы точности металлорежущих станков построены по одинаковой схеме и основываются на работах Шлезингера. Общим их недостатком является то, что регламентируемые в них показатели геометрической точности станка не дают прямого представления о возможных погрешностях формы и взаимного расположения поверхностей детали, обрабатываемой на данном станке.

Система проверки точности станков в целом пока не претерпела заметных изменений. Однако в некоторых работах указывается на наличие нового подхода к проведению проверок. Ограничивается количество проверок, причем почти полностью исключаются проверки точности отдельных деталей и узлов станков. Наблюдается тенденция к замене поэлементных проверок проверкой результирующей точности станка по точности обработанной детали.

Особо актуальной является разработка методики оперативной диагностики точности изготовления машиностроительной продукции в условиях мелкосерийного, многономенклатурного производства, характеризующегося небольшими партиями.

Целью данной работы является разработка статистических методов диагностики точности токарных станков с ЧПУ.

Диагностика оборудования с использованием кумулятивных карт. Одним из статистических методов контроля качества технологических процессов являются контрольные карты. Общепринятая методология построения контрольных карт имеет ту особенность, что проводимый контроль не учитывает предыдущего поведения контролируемого параметра. В конце пятидесятых годов в этой связи была предпринята попытка разработать методику, учитывающую для анализа текущего состояния информацию о прошлых данных. В основе этой методики лежит исследование не индивидуальных значений признака, а учет их кумулятивных сумм.

Карта кумулятивных сумм дает основание для соотнесения выявленных визуально «проявившихся» изменений с теми изменениями, которые действительно имели место в реальной практике, т. е. с помощью карт можно провести «диагностику».

Объектом исследования выступал фланец коленчатого вала, изготовленный из стали 20Х. Обработка производилась на токарно-винторезном станке с ЧПУ 16K20Ф3. Рассмотрим применение кумулятивных карт для диагностики токарной черновой обработки.

При контроле лезвийной обработки фиксировались отклонения от номинального размера по результатам 25 выборок объемом $n = 5$, извлекаемых ежедневно. Результаты измерений для одной поверхности представлены в табл. 1-2.

Таблица 1. Данные по среднему отклонению при обработке О 55_{0,46}

Номер выборки	Среднее значение, мм				
1-5	-0,200	-0,380	-0,224	-0,098	-0,080
6-10	-0,334	-0,166	-0,442	-0,356	-0,008
11-15	-0,407	-0,195	-0,281	-0,191	-0,455
16-20	-0,275	-0,316	-0,200	-0,054	-0,050
21-25	-0,181	-0,418	-0,066	-0,171	-0,347

Таблица 2. Значения кумулятивных сумм при обработке О 55_{0,46}

Номер выборки	Кумулятивная сумма				
1-5	-0,093	-0,007	-0,076	-0,272	-0,485
6-10	-0,445	-0,572	-0,423	-0,361	-0,646
11-15	-0,533	-0,631	-0,644	-0,746	-0,585
16-20	-0,603	-0,580	-0,674	-0,913	-1,157
21-25	-1,269	-1,145	-1,372	-1,494	-1,441

В качестве эталонной величины к значения кумулятивных сумм, рассчитанные по результатам выборок примем комплексный показатель качества K_0 .

Метод комплексной оценки характеризует связь между единичными показателями свойств продукции и дает возможность объединения единичных показателей в комплексный. При этом продукция более высокого качества имеет большее (или меньшее) значение комплексного показателя.

В данной работе комплексный показатель качества вычисляется с использованием средневзвешенных показателей (ГОСТ 16467-70 «Статистические показатели точности и стабильности технологических операций. Методы расчета») по формуле

$$K_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^m (M_i q_i^2)}. \quad (1)$$

где M_i - коэффициент весомости; q_i - относительный показатель.

Математическая зависимость относительных показателей от абсолютных выражается зависимостью

$$q_i = \exp\left(-|P_0|^m\right), \quad (2)$$

где m - положительное число, $0 < m < \infty$; P_0 - линейная функция от P_i .

$$P_0 = \frac{2P_i - (P_i^{\max} + P_i^{\min})}{P_i^{\max} - P_i^{\min}}. \quad (3)$$

Здесь $P_i^{\min}$, $P_i^{\max}$ - соответственно нижний и верхний пределы значений показателя i -го свойства, предусмотренные техническими условиями.

Свойства, определяющие качество продукции, не равнозначны по своей важности. Поэтому важным является определение коэффициентов весомости. Коэффициенты весомости для среднего взвешенного степенного (квадратичного) показателя рассчитывают по зависимости

$$M_i = \frac{\lambda}{\sqrt{P_i - \bar{P}_i}}, \quad (4)$$

где $\bar{P}_i$ - номинальное (среднее статистическое) значение показателя качества; $\tilde{P}_i$ - предельное значение для показателя качества; λ - постоянный множитель.

Коэффициенты весомости M_i для различных видов механической обработки даны в ГОСТ 24294-80 «Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции»

Эксперименты проводились при обработке по групповому технологическому процессу. Рассматривались такие параметры качества, как точность, шероховатость, пространственные отклонения, глубина и степень наклепа, внутренние напряжения.

В табл. 3 даны показатели весомости для рассматриваемого технологического процесса.

Таблица 3. Весовые компоненты для операций механической обработки

Параметры	Веса главных компонентов						Дисперс.
	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	
Точность (X_1)	0,8826	0,0452	0,2257	0,2280	-0,0388	0,2435	0,99
Шероховатость (X_2)	0,1486	-0,8071	-0,3157	0,3931	-0,0410	-0,0258	0,99
Пространственные отклонения (X_3)	0,2785	-0,7884	0,3396	-0,4738	0,1154	0,1329	1,00
Глубина наклепа (X_4)	0,8394	0,1065	0,1004	0,0161	-0,5058	0,1332	0,99
Степень наклепа (X_5)	0,5899	0,1538	0,6741	0,3554	0,2105	-0,0568	0,99
Внутренние напряжения (X_6)	0,7682	0,2594	-0,4302	0,0223	0,3125	0,3384	0,99
Дисперсия	2,5215	1,9770	0,9150	0,5580	0,4140	0,213	6,00
Проценты	42,02	22,95	15,25	9,3	6,9	3,55	100

Здесь Z_0 – заготовка; Z_1 – токарная черновая обработка; Z_2 – токарная чистовая обработка; Z_3 – протяжная операция; Z_4 – сверлильная; Z_5 – термическая обработка.

Расчет комплексного показателя качества K_0 для всех обрабатываемых поверхностей представлен в табл.4. Здесь $K_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса точности.

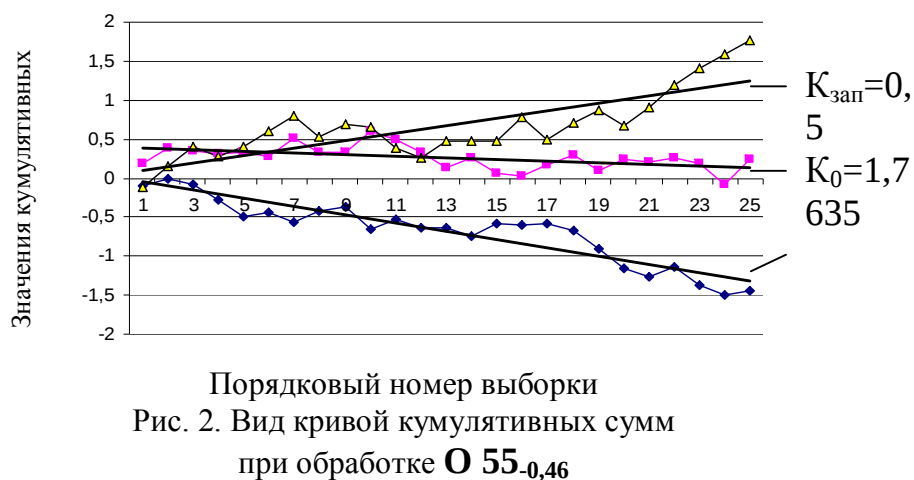
Таблица 4. Определение комплексного показателя качества

Обрабатываемая поверхность	$p^{\max}$	$p^{\min}$	P_i	P_0	q_i	M_i	K_0	$K_{\text{зап}}$
О 55 _{-0,46}	0,455	0,008	0,46	1,0224	-2,76	0,0452	0,5869	1,006
О 52,6 _{-0,3}	0,3	0,011	0,3	1	-2,7	0,0452	0,574	1,036
О 30 ^{+0,33}	0,325	0,003	0,33	1,0311	-2,784	0,0452	0,5919	1,093
L 19 _{-0,43}	0,426	0,013	0,43	1,0194	-2,752	0,0452	0,5851	1,02
L 68 _{-0,74}	0,703	0,001	0,74	1,1054	-2,985	0,0452	0,6345	0,951

Кривая кумулятивных сумм, построенная по данным табл.2, представлена на рис.1. На приведенном рисунке угол наклона кумулятивной линии в 30° соответствует запасу точности $K_{\text{зап}}=1,33$.

На рис.2 представлены линии кумулятивных сумм и трендов для технологических процессов различной настроенности. Из рисунка видно, что плохо настроенный технологический процесс ($K_{\text{зап}}=1,33$) имеет нисходящий тренд. Удовлетворительно настроенный технологический процесс ($K_{\text{зап}}=1,00$) имеет горизонтальный тренд. Технологический процесс, обеспечивающий бездефектное производство ($K_{\text{зап}}=0,5$), имеет восходящую тенденцию.

На основании этих данных была разработана эталонная карта кумулятивных сумм (рис.3), которая может использоваться непосредственно на рабочих местах.



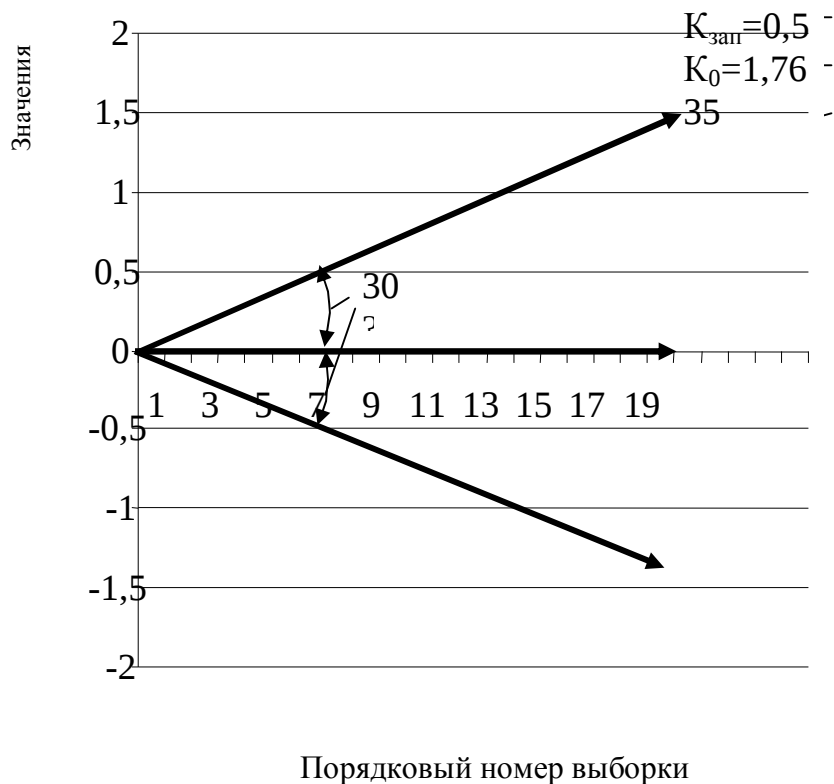


Рис. 3. Вид эталонной карты кумулятивных сумм

Заключение. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено следующее:

1. При лезвийной обработке на токарных станках с ЧПУ расположение кривой кумулятивных сумм по горизонтали соответствует удовлетворительному качеству технологического процесса (коэффициент запаса точности равен 1,0). При снижении средней линии кривой кумулятивных сумм до 30? технологический процесс становится не удовлетворительным (коэффициент запаса точности равен 1,33). Повышение средней линии на 30? свидетельствует о хорошем качестве обработки (коэффициент запаса точности равен 0,5).

2. Комплексный показатель качества лезвийной обработки находится в тесной корреляционной связи с качеством технологического процесса и изменяется от 0,5869 до 1,7635 по мере повышения качества.

Список литературы: 1. Болтян А.В., Горобец И.А. Прогнозирование и оценка параметров продукции. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 137с.; 2. Гмошинский В.Г., Клебанов А.И. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 232с.; 3. Ухов Н.Н., Михайлов С.К., Беякова Е.И. Прогнозирование качества продукции. - Л.: Наука, 1980. – 128с.

Сдано в редакцию 29.01.07