

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЫХОДНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Богущий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г.Севастополь

Ключевые слова: чистовое точение, технологическая система, стабилизация качества.

Аннотация. В статье рассмотрен подход к обеспечению стабильности параметров качества при чистовом точении. Разработана структурная схема входных и выходных переменных. Показано, что в условиях постоянного изменения состояния технологической системы, вектор управления необходимо назначать с учетом ее изменения и для каждой детали необходимо определять новое управляющее воздействие.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM STATE ON THE CHANGE OF OUTPUT VARIABLES DURING TURNING

Bogutsky V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: finishing turning, technological system, stabilization of quality of processing.

Abstract. The article considers the approach to ensuring the stability of quality parameters during finishing turning. Developed a block diagram of input and output variables. It is shown that in the conditions of a constant change in the state of the technological system, the control vector must be assigned taking into account its change and a new control action must be assigned to each part.

В настоящее время на предприятиях машиностроения достаточно остро стоит проблема обеспечения стабильности заданных параметров качества выпускаемой продукции. Характеристики качества деталей – тел вращения, во многом формируются при чистовой токарной обработке, являющейся одним из наиболее распространенных способов механической обработки [1 и др.].

Для изменений в технологической системе возможно множество вариантов их классификации. На основе анализа схемы входных и выходных переменных с возмущающими и управляющими воздействиями (рисунок 1) в качестве критериев приняты следующие признаки: для входных переменных – регулируемые и нерегулируемые; для возмущений – закономерные и случайные; для параметров состояния – контролируемые, неконтролируемые, прогнозируемые, непрогнозируемые, случайные и детерминированные.

Поскольку при коррекции управления на основе диагностики и прогноза могут быть взяты зависимости моделирующие процессы функционирования системы, для проведения классификации выполнена ее декомпозиция на подсистемы станка, технологической оснастки, инструмента, заготовки, СОТС, процесса резания. Данный вариант декомпозиции наиболее оправдал себя как при изучении процессов резания, так и при оценке влияния технологических параметров на выходные переменные операций резания [2 и др.].

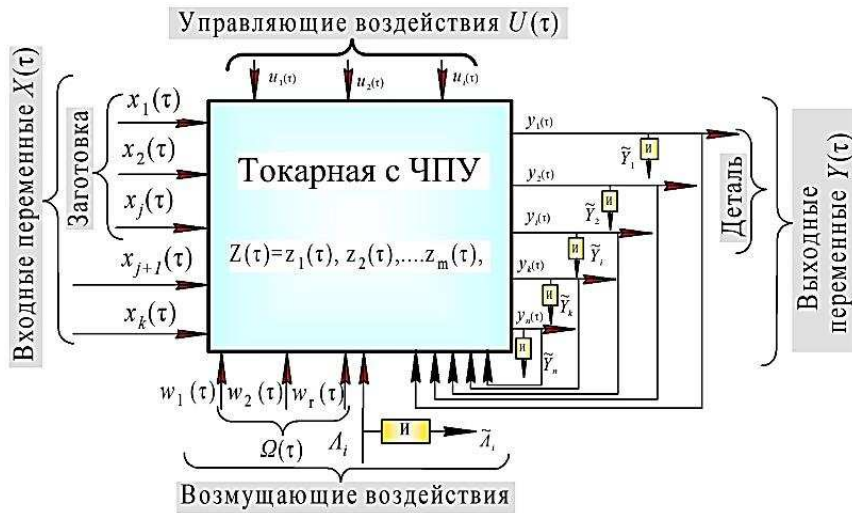


Рис. 1. Схема входных и выходных переменных с возмущающими и управляющими воздействиями при токарной обработке

Проведенный анализ входных, выходных переменных и параметров состояния подсистем в комплексе с априорной информацией литературных источников позволяют выделить из каждой подсистемы, наиболее существенно изменяющиеся параметры и оценить их влияние на выходные переменные (таблица 1). Так для станка за цикл его эксплуатации между капитальными ремонтами наиболее существенно изменяются такие его характеристики как жесткость отдельных узлов, точность их перемещения, частота вращения шпинделя. Все они могут иметь как закономерные, так и случайные составляющие отклонений. Например, точность перемещения и жесткость узлов закономерно изменяются в результате износа контактирующих поверхностей трения и увеличения зазоров. Случайные отклонения вызваны проникновением в узлы сопряжений инородных частиц.

Табл. 1. Изменения параметров состояния технологической системы

Подсистема		Характеристика изменений				Влияние на выходные переменные	
Станок	Точность перемещения узлов	-	+	+	-	W, ε	
	Жесткость станка	-	+	+	-	P_y, P_z, R_z, R_a	
	Частота вращения	+	+	+	-	$\Delta r, R_z, R_a$	
Оснастка	Точность закрепления	+	+	+	+	W, ε	
Заготовка	Отклонения размера	+	-	-	+	T_o	
	Отклонения расположения поверхностей	+	-	-	+	ε	
	Отклонения формы	+	-	-	+	W, ε	
	Отклонения скорости резания при съеме припуска	-	+	-	+	Δr	
	Отклонения жесткости	-	+	-	+	W, P_y, P_z	
Инструмент (износ и заточка)		-	+	-	+	$\Delta r, T_o, R_z, R_a$	
Законмерное		Случайное		Контролируемое		Неконтролируемое	

Частота вращения шпинделя может отклоняться от средних значений из-за износа передаточных механизмов и колебания напряжения и частоты тока в сети.

Закономерные изменения точности и жесткости могут быть замерены при выполнении технического обслуживания оборудования. В процессе эксплуатации они являются неустранимыми и должны учитываться при управлении процессом обработки. Аналогичные рассуждения можно провести и при проработке точностных параметров технологической оснастки используемой для закрепления заготовки и инструмента.

В процессе обработки все параметры состояния рабочей поверхности инструмента изменяются закономерно. Их текущее состояние может быть определено только при использовании достаточно сложных методик и аппаратуры, что не приемлемо для производственных условий. Однако современный уровень развития диагностирующих систем и теории резания позволяет прогнозировать эти параметры.

Отклонения параметров заготовки могут носить как закономерный, так и случайный характер [3 и др.]. В процессе обработки параметры заготовки целенаправленно преобразуются, одни из них изменяются непрерывно, часть – периодически. Случайные отклонения параметров заготовки оказывают влияние на все параметры процесса резания и, как результат, на выходные переменные технологической операции. Подобные рассуждения можно провести и для оценки влияния изменений в свойствах применяемого при обработке СОТС.

Выполненный анализ показывает на многочисленность параметров технологической системы, которые могут меняться при ее работе и на многочисленность возмущающих воздействий. Изменения могут носить как закономерный, так и случайный характер, часть из них периодически или непрерывно могут быть проконтролированы, большая часть в ходе выполнения операции не контролируется, однако, многие из них являются прогнозируемыми. В условиях постоянного изменения состояния как технологической системы так и окружающей среды ($Z(\tau)=var$), вектор управления $U^*(\tau)$ необходимо назначать с учетом изменения $Z(\tau)$, и для каждой детали m необходимо назначать новое управляющее воздействие $U_m(\tau)$.

Применение традиционных методов и средств, для стабилизации заданных параметров качества поверхностей при выполнении чистовых токарных операций практически исчерпало свои возможности и требует детализированного изучения токарной операции как системы, отражающей взаимодействие ее состояний $Z(\tau)$.

Список литературы

1. Anand A., Behera A.K., Das S.R. An overview on economic machining of hardened steels by hard turning and its process variables // Manufacturing Rev. 2019. Vol. 6. <https://doi.org/10.1051/mfreview/2019002>.
2. Novoselov Yu., Bogutsky V., Piankovskaya M. Decomposition of milling operation // MATEC Web of Conferences. 2018. №224. DOI: doi.org/10.1051/matecconf/201822401136.
3. Mocnik D., Paulic M., Klančnik S., Balic J. Prediction of dimensional deviation of workpiece using regression, ANN and PSO models in turning operation // Tehnički vjesnik. 2014. №21. P. 55-62.

Сведения об авторе:

Богущий Владимир Борисович – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.