



ТУРУСБЕКОВ Б.С., КАДЫРОВ И.Ш.

Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, Бишкек,
Кыргызская Республика

TURUSBEKOV B.S., KADYROV I.S.H.

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyz Republic
tbs200618@gmail.com, bgtu_kg@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

EXPERIMENTAL PERFORMANCE RESEARCH AUTOMATIC PROCESS CONTROL SYSTEM IN A PROCESS ON A LATHE

Макалада кесүү күчтөрүнүн үч түзүүчүсүн P_z – тангенстик, P_y – радиалдык жана P_o – октук кесүү күчтөрүн өлчөө үчүн күч метрикалык датчиктин текшерүүчү, ошондой эле шайманды ошол параметрлерди электр сигналдарына тиешелүү өзгөрткүчтөрү менен берүү ылдамдыгын өлчөө үчүн индукциялык мүнөздөмөлөрүн алуу үчүн стенддердин принциптүү схемалары менен фотографиялары берилген [1, 2, 3].

Стенддердин кенен-чонон сыпаттамасы, алардын иштөө принциптери, эксперименттерди жүргүзүү методикасы келтирилет.

Берилген стенддер жогоруда көрсөтүлгөн датчиктердин текшерүүчү мүнөздөмөлөрүн алуу үчүн гана колдонулбастан, аларда шайманды берүүгө жараша кесүү күчүн, биринчи стендде кесүү ылдамдыгын, ал эми экинчисинде – гидросуппорттун бардык зарыл: жөндөөчү, статикалык жана динамикалык мүнөздөмөлөрүн изилдөө боюнча эксперименттик жумуштарды жүргүзүү мүмкүнчүлүктөрү берилерин да белгилөө керек.

Өзөк сөздөр: *токардык станок, кескич, суппорт, күч метрикалык датчик, индукциялык датчик, универсалдуу гидростенд, чыгымдоону жөндөгүч, текшерүүчү мүнөздөмөлөр.*

В данной статье содержатся материалы по экспериментальному исследованию эффективности разработанной автоматической системы при токарной обработке [1].

Обработка ступенчатой детали производилась на токарном станке 1К62 с применением автоматической системы и без нее.

При этом были получены соответствующие результаты, доказывающие эффективность применения автоматической системы управления режимами работ станка: повышения точности геометрических размеров, уменьшения шероховатости поверхности детали.

Разработанная автоматическая система на основании полученных результатов экспериментов можно рекомендовать применению и на других типах станков.

Ключевые слова: *технологический процесс, токарный станок, автоматика, резец, асинхронный электродвигатель, преобразователь частоты, поле рассеивания, гистограмма.*

This article contains materials on experimental research of efficiency of the automatic system developed by us at turning [1].

The processing of a step part was carried out on 1K62 lathe with and without automatic system.

Thus the corresponding results proving efficiency of application of automatic control system of machine operation modes were received: increase of accuracy of geometrical sizes, decrease of roughness of a surface of a detail.

The developed automatic system on the basis of received results of the experiment can be recommended for application on other types of machine tools.

Key words: technological process, lathe, automatics, cutter, asynchronous electric motor, frequency converter, scattering field, histogram.

Введение. Известно, что только путем автоматизации технологических процессов при металлообработке можно существенно повысить качество изготовления деталей (точность геометрических размеров, чистоту поверхности детали), а также стойкость режущего инструмента [2, 3, 4, 5].

Автоматическая система – обеспечивает постоянство сил резания независимо от возмущающих воздействий, связанных с изменением условий резания за счет автоматического регулирования скорости резания при обработке детали путем увеличения скорости вращения шпинделя с обрабатываемой заготовкой.

Увеличение скорости резания производится по линии обратной связи, в которой представлены следующие элементы автоматического регулятора: информационное устройство – датчик для измерения силы резания и преобразование ее в электрический сигнал, сумматора, усилителя и преобразователя частоты тока, поступающего в асинхронный электродвигатель станка [5, 6].

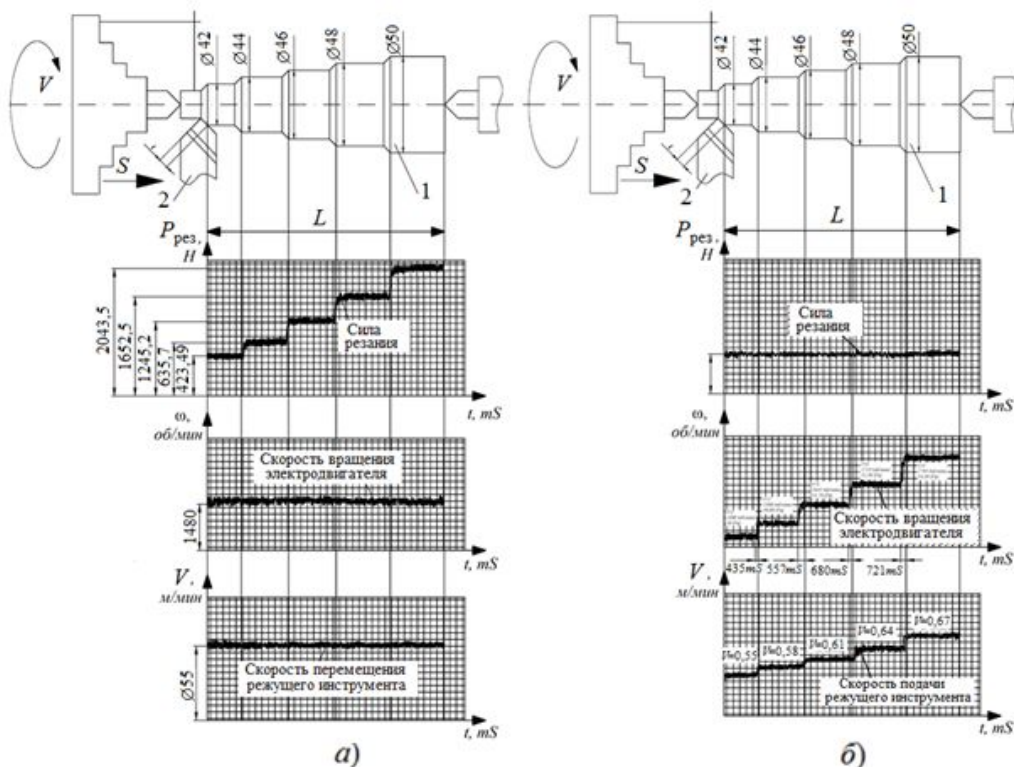


Рис. 1. Обработка ступенчатой детали: а) без автоматической системы б) с применением автоматической системы.

Целью экспериментов являются определение эффективности разработанной нами автоматической системы в получении качественных изделий при токарной обработке деталей ступенчатых конфигураций, показанных на рис. 1.



Рис. 2. Фотография стенда по определению полей рассеивания размеров деталей

Методы исследования основаны на основных положениях технологии машиностроения, резания металлов, а обработка результатов экспериментов проведены с использованием законов математической статистики [7, 8].

Методы и материалы: На рис. 1, а, приведены результаты экспериментальных исследований при обработке ступенчатой детали с диаметрами, размеры которых меняются по ее длине, без применения разработанной нами автоматической системы, при этом скорость резания и подача инструмента остаются постоянными.

Как показано на рис. 1, б при использовании разработанной автоматической системы скорость резания возрастает, а сила резания практически остается постоянными. В результате чего возрастает минутная подача инструмента, что позволяет существенно повысить производительность обработки.

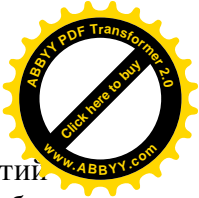
На токарных станках другой конструкции, где подача инструмента осуществляется независимо от вращения шпинделя, например, гидравлическая подача, автоматическая система управления будет способствовать более эффективной работе станка [6, 7].

Способ управления силой резания предусматривает использование смазывающе-охлаждающей жидкости при точении.

Результаты исследования: На рис.2 показана фотография стенда, которая была разработана специально для проведения экспериментальных исследований по оценке точности изготовления изделий. Результаты анализа точности обработки ступенчатой детали (в партии 60 штук) по критериям поля рассеивания с автоматической системой и без нее представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов, полученные с использованием САУ и без использования

.№ п.п.	Интервал размеров, мм	Результаты экспериментов, полученные	
		без использования САУ Кол-во дет., шт.	с применением САУ Кол-во дет., шт
1.	50,845 - 50,865	2	0
2.	50,865 - 50,885	2	2
3.	50,885 - 50,910	7	6
4.	50,910 - 50,925	10	13
5.	50,925 - 50,940	12	20
6.	50,940 - 50,965	13	12
7.	50,965 - 50,985	8	5
8.	50,985 - 51,100	3	2
9.	51,100 - 51,025	2	0
10.	51,025 - 51,045	1	0



Вычисленные и построенные по методике [8] гистограммы полей рассеивания партий деталей без автоматической системы представлены на рис. 3, а и то же самое на рис. 3, б с применением автоматической системы.

Вывод: применение автоматической системы создают условие при котором детали имеют более точные размеры, так как выполняется условие $\alpha = 0.12^\circ > \beta = 0.06^\circ$, следовательно поле рассеивания с автоматической системой меньше, чем без неё.

Гистограммы полей рассеивания для обоих случаев представлены на рис. 4 а. б.

Выводы по гистограммам:

- 1) на основании полученных величин полей рассеивания представляется возможность вычислить и получить значения:

$$\omega_6 = 51,04 - 50,84 = 0,2 \text{ мм},$$

$$\omega_a = 51,00 - 50,86 = 0,14 \text{ мм},$$

где ω_6 , ω_a – поля рассеивания без автоматической системы и с автоматической системой, соответственно.

Сравнивая эти величины можно констатировать, что точность изготовления деталей с применением автоматической системы значительно выше.

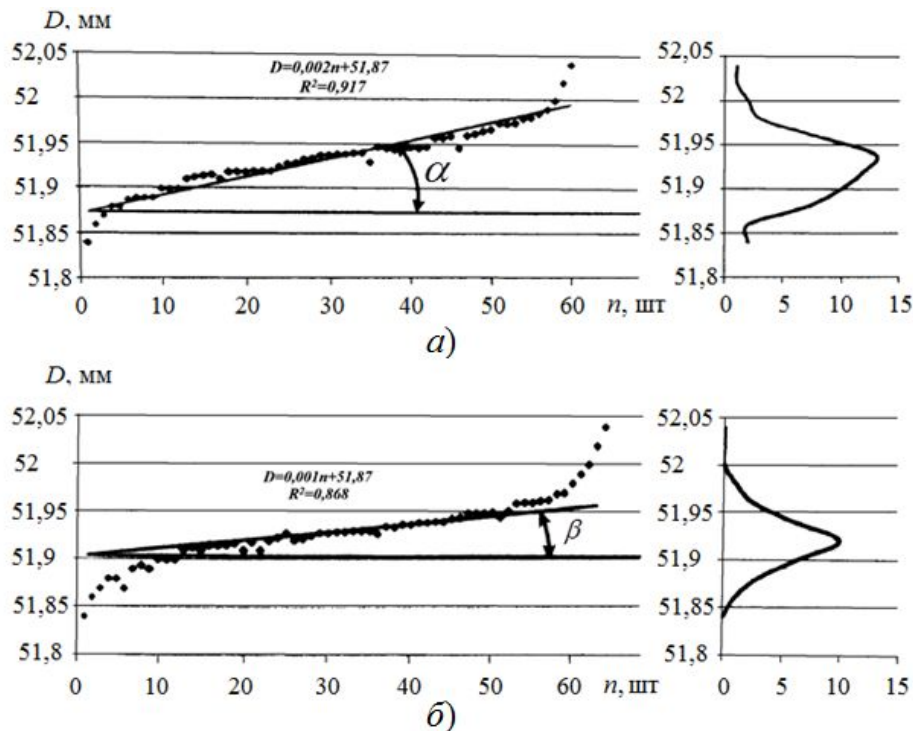


Рис. 3. Поле рассеивания, полученных размеров при точении:
а) без автоматической системы; б) с применением автоматической системы

- 2) центр группирования около которого находится большинство фактических размеров обследуемой партии деталей определяется формулой [8]:

$$\mu_6 = \sum_1^i x_i P_i, \tag{1}$$

$$\mu_a = \sum_1^i x_i P_i,$$

где x_i – средний размер i -того интервала размеров, на которое разделено поле рассеивания, P_i – вероятность попадания фактических размеров в i -тый интервал (из всех размеров партии деталей).

$$P_i = \frac{N_i}{N},$$

где n_i – частота попадания фактических размеров в i -тый интервал; N – число всех измерений (число деталей партии).

Таким образом, центр группирования, вычисленные по (1) для системы без и с автоматической системой соответственно, располагаются в координатах: $\mu_б = 51,93433$ мм и $\mu_а = 51,928$ мм.

3) среднее квадратичное отклонение от центра группирования показывающее ее, как далеко или близко располагаются большинство размеров партии деталей от центра группирования определяется следующей зависимостью [8]:

$$\begin{aligned} |\sigma_б| &= \sqrt{(x_i - \mu_б)^2 P_i}, \\ |\sigma_а| &= \sqrt{(x_i - \mu_а)^2 P_i}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\sigma_б$ и $\sigma_а$ – среднее квадратичное отклонение без и с автоматической системой

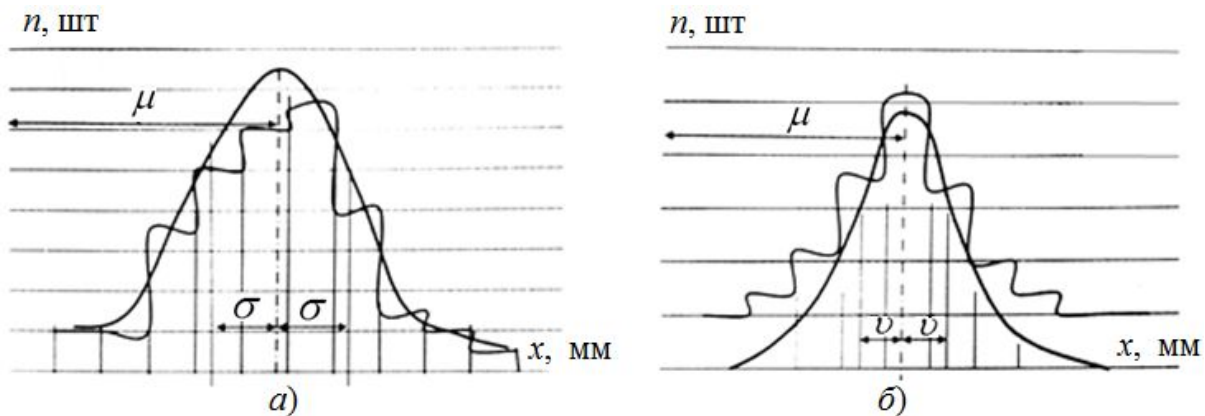


Рис. 4. Гистограмма поля рассеивания: а) – для системы без автоматического управления; б) – для системы с автоматическим управлением

соответственно.

В результате вычисления по (2) получены следующие результаты: $\sigma_б = \pm 0,026$ мм и $\sigma_а = \pm 0,0135$ мм соответственно из которых видно, что выполняется условие $\sigma_б > \sigma_а$. Это условие показывает, что детали изготовленные с применением автоматической системой регулирования режимов работ обладают большей точностью геометрических размеров.

Выводы:

1. Эксперименты показали эффективность применения автоматической системы при токарной обработке деталей, поскольку поле рассеивания размеров изготовленных деталей составило $\omega_а = \pm 0,14$ мм, среднее квадратичное отклонение $\sigma_а = \pm 0,0135$ мм, а без автоматики – соответственно $\omega_б = \pm 0,2$ мм, $\sigma_а = \pm 0,026$ мм.

2. Экспериментально исследованная автоматическая система управления технологическим процессом при токарной обработке изделий может быть использована и на других станках после проведения соответствующей модернизации.

Список литературы



1. Кадыров И.Ш. Экспериментальное исследование влияния технологических параметров на качество изготовления изделия при токарной и шлифовальной обработке [Текст] / И.Ш.Кадыров, Б.С. Турусбеков // Известия КГТУ. - 2019. -Выпуск 3 (51). - с.11-17.
2. Адаптивное управление станками [Текст] /под редакцией Б.С.Балакшина. – М.: Машиностроение, 1973. – 680 с.
3. Мурашкин С.Л. Технология машиностроения [Текст] в 2^х книгах / С.Л. Мурашкин и др. – М.: Машиностроение, 2003. – 680 с.
4. Суслов А.Г. Научные основы технологии машиностроения [Текст] / А.Г. Суслов, А.М. Дальский. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
5. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент [Текст] / В.А. Аршинов, Г.А.Алексеев. – М.: Машиностроение, 1976. – 438 с.
6. Спиридонов А.А. Планирование экспериментов при исследовании и оптимизации технологических процессов [Текст] / А.А.Спиридонов, Н.Г. Васильев. – Свердловск: УПИ, 1975. – 137 с.
7. Лукомский Я.Н. Теории корреляции и ее применение к анализу производства [Текст] / Я.Н. Лукомский. – М.: Госстатиздат, 1998. – 375 с.
8. РТМ 44-92 Методика статической обработки эмпирических данных [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 34 с.