

УДК 658.562

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ ОЦЕНКИ
СТАТИСТИЧЕСКОЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ ПРОЦЕССА ТОКАРНОЙ
ОБРАБОТКИ**

Беликова Е.В.

*инженер-технолог-программист 2 категории,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Кравцов Д.С.

*ведущий инженер-технолог-программист,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Пучков М.Д.

*ведущий инженер-технолог-программист,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Тагиев А.А.

*ведущий инженер-технолог-программист,
ПАО «Калужский Турбинный Завод»,
Калуга, Россия.*

Аннотация

Рассматривается применение контрольных карт Шухарта для анализа и оценки статистической управляемости процессов токарной обработки. Анализируются виды изменчивости процессов. В работе описываются ключевые аспекты использования данного метода контроля качества и основные этапы построения контрольных карт Шухарта. На примере обработанного размера полумуфты $\varnothing 20h9_{(-0,052)}$ проведен расчет контрольных границ и интерпретация полученных данных статистической управляемости процесса, построены контрольные карты

Шухарта.

Ключевые слова: контрольные карты Шухарта, статистическая управляемость, управление качеством, токарная обработка.

***USING SHEWHART CONTROL CHARTS TO ASSESS THE STATISTICAL
CONTROLLABILITY OF THE TURNING PROCESS***

Belikova E.V.

engineer-technologist-programmer of the 2nd category,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Kravcov D.S.

lead engineer-technologist-programmer,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Puchkov M.D.

lead engineer-technologist-programmer,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Tagiev A.A.

lead engineer-technologist-programmer,

Kaluga Turbine Works PJSC,

Kaluga, Russia.

Annotation

The application of Shewhart control charts for the analysis and evaluation of the statistical controllability of turning processes is considered. The types of process variability are analyzed. The article describes the key aspects of using this method of quality control and the main stages of building Shewhart control charts. Using the example of the turned size of the coupling half $\text{Ø}20\text{h}9_{(-0,052)}$, the calculation of control

boundaries and interpretation of the obtained data on the statistical controllability of the process were carried out, Shewhart charts were constructed.

Keywords: Shewhart control charts, statistical controllability, quality management, turning.

Контрольная карта Шухарта представляет собой графический инструмент, основанный на статистических методах, который используется для предотвращения возникновения брака в рамках стратегии управления качеством. Данная стратегия включает сбор данных о производственных процессах, их последующий анализ и принятие соответствующих мер [3].

Теория контрольных карт различает два вида изменчивости.

К первому виду относится изменчивость, которая происходит из-за «случайных (обычных) причин», обусловленная множеством мелких факторов, постоянно присутствующих в системе. Каждая из таких причин составляет ничтожно малую долю в общей изменчивости, и ни одна из них не является значимой сама по себе. Вместе эти факторы создают вариабельность, которую можно считать неотъемлемой частью самого процесса. Для уменьшения влияния или исключения обычных причин необходимы управленческие решения и выделение определенных ресурсов на улучшение процесса и системы.

Ко второму виду относятся реальные перемены в процессе, которые возникают вследствие изменений в самом процессе, вызванных внешними факторами, которые можно идентифицировать и устранить. Эти выявляемые причины рассматриваются как «неслучайные» или «особые» причины изменения. К ним могут, например, относиться неисправность производственного или контрольного оборудования, квалификация персонала, невыполнение процедур и т. д. [2].

Цель контрольных карт Шухарта состоит в том, чтобы выявлять неестественные изменения в данных, полученных от повторяющихся процессов, а также определять критерии для оценки отсутствия статистической

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

управляемости. Считается, что процесс находится в статистически управляемом состоянии в случае, если его изменчивость вызвана только причинами случайного характера. Любое отклонение от статистически управляемого состояния считается результатом действия особых причин, которые следует выявить, исключить или же по возможности ослабить [4].

Статистическое управление процессами направлено на то, чтобы обеспечивать и поддерживать процессы на стабильном и удовлетворительном уровне, обеспечивая тем самым соответствие продукции предъявляемым к ней требованиям. Контрольные карты представляют собой графический способ отображения и анализа информации, основанной на последовательностях выборок. Эти выборки показывают текущее состояние процесса, границы которого устанавливаются исходя из естественной вариативности данного процесса. Метод контрольных карт Шухарта помогает установить, действительно ли процесс находится в статистически управляемом состоянии на необходимом уровне, либо он остается нестабильным. Этот метод способствует поддержанию контроля над процессом и высокой степени однородности ключевых характеристик продукции посредством постоянного мониторинга качества продукции в ходе её изготовления. Использование и детальный анализ контрольных карт способствуют улучшению и последующей настройке процессов [6].

Порядок построения контрольных карт Шухарта можно разделить на несколько этапов:

1. Необходимо разбить весь набор значений, полученных в результате наблюдений на последовательные подгруппы. При этом подгруппы должны иметь одинаковые объем и структуру. Единицы каждой подгруппы должны объединяться на основе предположительно одного важного общего фактора, например, все они произведены в коротком интервале времени или все единицы из одного или нескольких одних и тех же источников или мест. Разные подгруппы должны представлять возможные или подозреваемые различия в Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

процессе, из которых они сформированы. Например, разные интервалы времени или источники [5].

2. Для каждой подгруппы вычисляются среднее (\bar{X}) и размах (R).

3. Подсчитываются общее среднее (среднее средних) всех полученных значений ($\bar{\bar{X}}$) и средний размах (\bar{R}).

4. Строятся \bar{X} - и R -карты, где вертикальная шкала слева – для \bar{X} и R , а горизонтальная шкала – для номера подгруппы. Наносятся рассчитанные значения \bar{X} на карту средних и рассчитанные значения R – на карту размахов.

5. На соответствующие карты наносятся сплошные горизонтальные прямые, представляющие $\bar{\bar{X}}$ и \bar{R} .

6. На карты наносятся контрольные границы. На \bar{X} -карту наносятся две горизонтальные прямые на уровнях $\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$, а на R -карту – две горизонтальные прямые на уровнях $D_3 \bar{R}$ и $D_4 \bar{R}$, где A_2 , D_3 , D_4 зависят от числа n наблюдений в подгруппе и приведены в ГОСТ Р 7870-2-2015. Нижняя контрольная граница LCL на R -карту не наносится, если n менее 7, т.к. соответствующее значение D_3 в соответствии с ГОСТ Р 7870-2-2015 принимается равным нулю [1].

С помощью контрольных карт Шухарта проведем анализ статистической управляемости процесса полумуфты по размеру $\text{Ø}20\text{h}9_{(-0,052)}$ мм. Для этого было проведено измерение 100 деталей по данному размеру. Измерения проводились на координатно-измерительной машине Faro Platinum Arm.

Для этого сгруппируем приведенные значения толщины в 25 выборок по 4 измерения в каждой (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерений

№ подгр.	X_1 , мм	X_2 , мм	X_3 , мм	X_4 , мм	\bar{X}	R
1	19,975	19,965	19,978	19,974	19,9730	0,013

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

2	19,973	19,977	19,963	19,975	19,9720	0,013
3	19,973	19,963	19,961	19,978	19,9687	0,017
4	19,967	19,981	19,975	19,967	19,9726	0,013
5	19,974	19,978	19,971	19,975	19,9745	0,007
6	19,953	19,986	19,969	19,966	19,9686	0,033
7	19,977	19,984	19,971	19,984	19,9791	0,013
8	19,972	19,979	19,964	19,967	19,9708	0,015
9	19,982	19,957	19,979	19,974	19,9728	0,025
10	19,986	19,959	19,976	19,969	19,9725	0,027
11	19,989	19,992	19,977	19,974	19,9830	0,018
12	19,975	19,963	19,977	19,987	19,9754	0,024
13	19,981	19,977	19,979	19,963	19,9751	0,017
14	19,966	19,972	19,981	19,970	19,9727	0,015
15	19,979	19,976	19,955	19,963	19,9680	0,024
16	19,963	19,965	19,972	19,971	19,9676	0,009
17	19,968	19,978	19,974	19,983	19,9756	0,015
18	19,974	19,963	19,965	19,994	19,9740	0,031
19	19,980	19,988	19,956	19,992	19,9791	0,036
20	19,973	19,969	19,976	19,977	19,9737	0,008
21	19,978	19,967	19,980	19,974	19,9751	0,013
22	19,969	19,965	19,991	19,969	19,9738	0,026
23	19,976	19,973	19,976	19,969	19,9736	0,008
24	19,979	19,967	19,990	19,976	19,9778	0,023
25	19,984	19,977	19,974	19,963	19,9745	0,021

Определим общее среднее и средний размах для всех подгрупп:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{k} = 19,9737,$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k} = 0,0186,$$

где k – число подгрупп, $k = 25$.

Построим R -карту:

Центральная линия: $\bar{R} = 0,0186$;

$$UCL = D_4 \bar{R} = 2,282 \cdot 0,0186 = 0,0424;$$

$$LCL = D_3 \bar{R} = 0 \cdot 0,0186 = 0 \text{ (т.к. } n < 7, \text{ то LCL отсутствует).}$$

Значения множителей D_3 , D_4 взяты из ГОСТ Р 7870-2-2015 для $n=4$ [1].

Поскольку значения R из таблицы исходных данных находятся внутри контрольных границ, R -карта указывает на статистически управляемое состояние.

Значение \bar{R} теперь может быть использовано для вычисления контрольных границ \bar{X} -карты.

Центральная линия: $\bar{X} = 19,9737$;

$$UCL = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 19,9737 + (0,729 \cdot 0,0186) = 19,9873;$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 19,9737 - (0,729 \cdot 0,0186) = 19,9601.$$

Значение множителя A_2 берется из ГОСТ Р 7870-2-2015 для $n = 4$ [1].

\bar{X} - и R -карты представлены на рисунке 1.

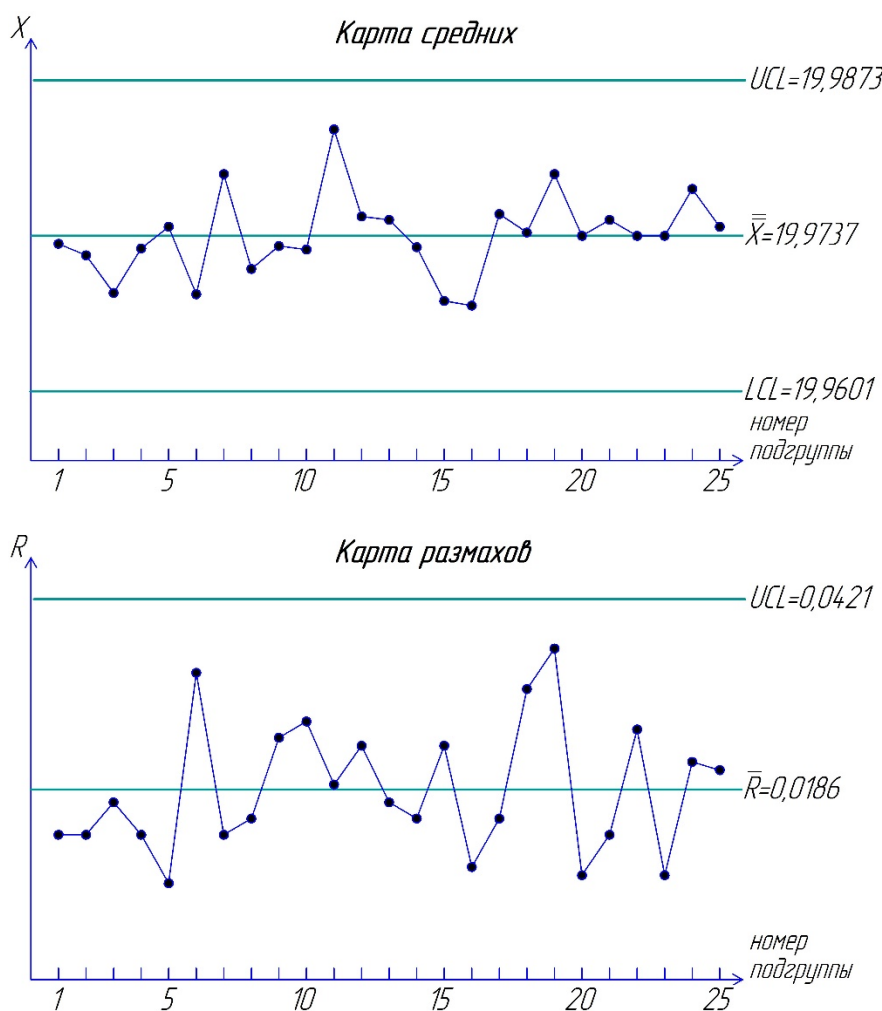


Рис. 1. Контрольные карты Шухарта для результатов измерения деталей после термообработки (авторская разработка)

Анализ \bar{X} - и R-карт показывает, что все значения с запасом находятся внутри контрольных границ, что говорит о статистической управляемости процесса изготовления диаметра поверхности токарной обработкой.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта
2. Жулинский С.Ф. Статистические методы в современном менеджменте качества / С.Ф. Жулинский, Е.С. Новиков, В.Я. Поспелов. - М.: Фонд «Новое тысячелетие». 2001. 208 с.
3. Мойзес, Б.Б. Статистические методы контроля качества и обработка

экспериментальных данных: учебное пособие для вузов/ Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова, Л.А. Редько. 2-е изд. - Москва: Издательство Юрайт, 2022 ; Томск : Томский политехнический университет. 118 с.

4. Рожков Н.Н. Статистические методы контроля и управления качеством продукции: учебное пособие для вузов / Н.Н. Рожков. 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. 154 с.

5. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Учеб. пособие. - М.: Изд-во стандартов, 1987. 320 с.

6. Юдин С. В., Калинин Н. В., Юдин А. С. Статистические методы управления качеством как часть управленческой культуры //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – №. 5. – С. 18-28.

Оригинальность 83%