

2. Коксовые батареи // FB. URL: <http://fb.ru/article/317563/koksovyie-batarei-ustroystvo-printsip-raboty-naznachenie-tehnologiya-proizvodstva-koksa> (дата обращения: 20.09.2019).
3. Коксовая печь: устройство // ПечиЭксперт.ру. URL: (дата обращения: 26.05.2019).
4. ГОСТ Р 51901.23-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска.
5. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков: Практикум. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015г.

УДК 658.562:519.23

УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ

Роднин Никита Игоревич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: nir4@tpu.ru

IMPROVEMENT OF PROCESSES BASED ON THE USE OF STATISTICAL CONTROL METHODS

Rodnin Nikita Igorevich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: В работе уровень брака связывается с показателями эффективности предприятия. Рассматривается деятельность по снижению брака, как один из подходов к управлению издержками. В ходе работы построены контрольные карты Шухарта, дана интерпретация полученных результатов, представлены рекомендации по снижению издержек вследствие уменьшения количества производимых бракованных изделий.

Abstract: The level of marriage is associated with the performance of the enterprise. The article considers the activity on reduction of marriage as one of the approaches to cost management. As a result of work built Shewhart charts, interpretation of the obtained results, presented recommendations to reduce costs by reducing the number of produced defective products.

Ключевые слова: статистические методы, уровень брака, контрольные карты Шухарта, стабильность, процесс.

Keywords: statistical methods, marriage rate, Shukhart control charts, constant, process.

В настоящее время компании находятся в условиях большой конкуренции, вследствие чего идет «борьба за эффективность». Наиболее конкурентоспособным является тот, кто лучше управляет собственными издержками. Достижение такой цели возможно посредством улучшения производственных процессов. В данной работе под улучшением понимается снижение издержек вследствие уменьшения количества бракованных изделий. Уровень брака – один из показателей эффективности работы организации, как системы. Эффективно не исправлять брак, а управлять его причинами, т.к. регулярно возникающий вид брака может быть следствием влияния одних и тех же факторов или их комбинации.

Анализ брака заключается в сборе и систематизации информации, определении причин и их устранении. Действенным способом сбора и анализа данных о деятельности предприятия является применение статистических методов контроля [1]. Они позволяют не только оценивать состояние анализируемых производственных процессов с высокой точностью и достоверностью, но и предвидеть возникающие проблемы на любом этапе жизненного цикла продукции, в частности, управлять причинами возникновения брака.

Статистические методы контроля применяются при измерении, анализе и интерпретации вариабельности данных, даже при их относительно ограниченном количестве.

Контрольные карты являются одним из основных статистических методов управления качеством и применяются для анализа стабильности и регулирования технологического процесса. Данный инструмент используется для визуализации и оценки вариабельности процесса и его результатов, т.к. это является главной причиной несоответствия его параметров или параметров продукции требованиям [2]. С точки зрения статистической теории контрольные карты Шухарта реализуют процедуру непрерывной проверки гипотезы однородности данных, т.е. гипотезы о том, что процесс не изменился и остается стабильным.

Для проведения работ по снижению количества брака с помощью контрольных карт Шухарта были использованы открытые данные о производстве детали «ось шестерни» [3]. Наиболее часто встречающиеся виды дефектов при механической обработке детали «ось шестерни» представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные виды дефектов при механической обработке детали [1]

Виды дефектов	Количество дефектов, %
Не выдержаны диаметры	36,5
Дефекты резьбы	25
Не выдержаны линейные размеры	14,3
Несоответствие твердости	10
Смещение лысок	6,2
Отслоение в накатке	5
Следы предыдущей обработки	2
Прочие	1
Итого	100

Из таблицы 1 видно, что большую часть дефектов составляют отклонения реальных размеров, заданных в технической документации. Однако, не всегда можно сразу назвать дефекты, которые составляют основную долю брака. Чем «сложнее» готовое изделие, тем больше производственных операций требуется для ее создания, следовательно, больше вероятность возникновения новых видов дефектов. Поэтому, для такого анализа можно воспользоваться диаграммой Парето, с ее помощью определить немногочисленные существенные и многочисленные несущественные виды брака. Для полноты картины недостаточно использовать данные только о частоте появления дефекта. Важной является информация о потерях, выраженных в деньгах, которые несет организация вследствие появления конкретного вида дефектов.

Опираясь на имеющиеся данные, проведем анализ изменчивости технологического процесса с использованием контрольных карт Шухарта среднего арифметического и размахов [4]. Цель анализа - контроль отклонения непрерывной переменной от среднего значения, а также управление степенью изменчивости непрерывного параметра. Для построения контрольных карт использовался параметр «диаметр детали», т.к. именно с ним связана большая доля дефектов в выборке. Из технологического процесса было сделано 20 выборок через равные интервалы времени. Каждая выборка состоит из пяти единиц однотипных изделий с одними и теми же контролируемыми параметрами (см. таблица 2).

Правила построения, формулы для расчета контрольных границ, методы управления и интерпретации контрольных карт приводятся в стандарте ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015. Результаты построений контрольных карт Шухарта в программе STATISTICA представлены на рисунке.

Таблица 2 – Данные для построения контрольных карт Шухарта [3]

Номер выборки	Значение геометрического размера деталей, мм					Номер выборки	Значение геометрического размера деталей, мм				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	8,29	8,56	8,39	8,32	8,38	11	8,34	8,59	8,33	8,31	8,32
2	8,3	8,38	8,32	8,39	8,39	12	8,44	8,38	8,47	8,3	8,41
3	8,29	8,41	8,41	8,44	8,47	13	8,59	8,39	8,29	8,29	8,35
4	8,31	8,35	8,39	8,39	8,51	14	8,63	8,47	8,34	8,63	8,44
5	8,29	8,48	8,35	8,32	8,44	15	8,52	8,54	8,44	8,48	8,39
6	8,3	8,61	8,45	8,41	8,41	16	8,48	8,51	8,59	8,55	8,32
7	8,37	8,34	8,51	8,39	8,35	17	8,69	8,42	8,63	8,56	8,41
8	8,33	8,42	8,46	8,35	8,46	18	8,39	8,32	8,52	8,48	8,39
9	8,47	8,53	8,48	8,45	8,29	19	8,55	8,39	8,51	8,42	8,35
10	8,29	8,49	8,44	8,3	8,63	20	8,68	8,44	8,42	8,59	8,52

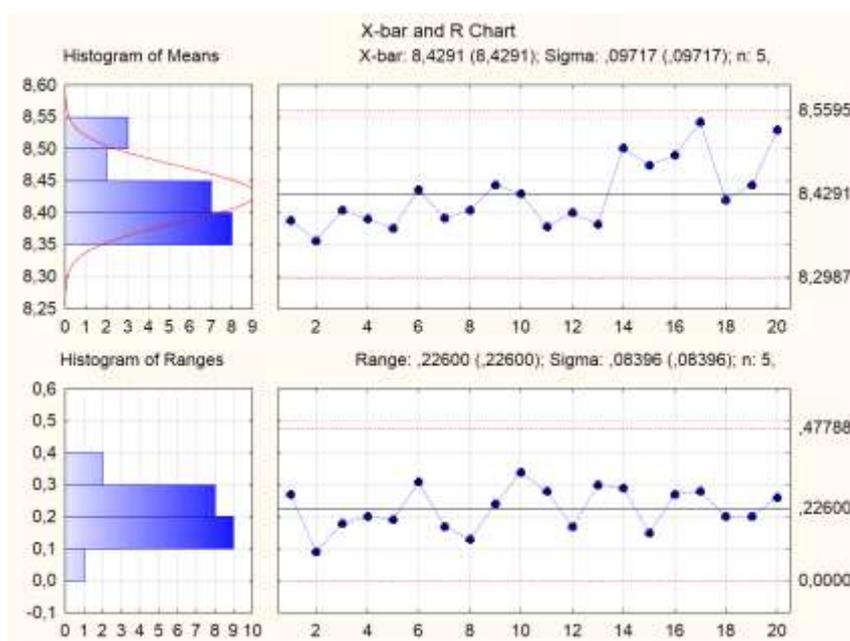


Рисунок – Контрольные карты средних арифметических и размахов

По рисунку видно, что все точки находятся внутри контрольных границ, не наблюдается систематических смещений, точки обеих карт равномерно колеблются относительно средних линий, значит процесс находится в статистически управляемом состоянии. Средние значения \bar{X} семнадцатой и двадцатой выборки расположены достаточно близко к верхней контрольной границе, однако на фоне общей картины, это нельзя считать тревожным событием.

На данном этапе можно было бы завершить работу по анализу контрольных карт, т.к. были получены графики, четко сигнализирующие о том, что процесс находится в статистически управляемом состоянии и вмешиваться в него не нужно. Однако, контрольные границы не являются границами поля допуска. Контрольные карты позволяют увидеть «голос процесса», т.е. границы процесса, как они есть. Чтобы определить на сколько процесс соответствует предъявляемым к нему требованиям, нужно рассчитать показатели возможностей процесса.

Если использовать тот факт, что для диаметра детали «ось шестерни» установлен нижний порог допуска $8,97_{-0,03}$, то все имеющиеся данные выборки оказываются меньше требуемого значения, т.е. процесс не отлажен, хотя и признан стабильным. Для подтверждения данного заявления были проведены расчеты индекса воспроизводимости процесса C_{pk} , который позволяет оценить способность результатов процесса соответствовать техническому допуску [2]. С помощью индекса воспроизводимости стабильных процессов можно сделать оценку и прогноз уровня несоответствий продукции на выходе [3].

Для рассматриваемого параметра изделия установлен только один предел поля допуска - наименьшее предельное значение LSL показателя качества диаметра детали. В связи с этим, для оценки возможностей процесса, можно применить только индекс C_{pk} :

$$LSL = 8,97 - 0,03 = 8,94$$

$$C_{pk} = \frac{\bar{X} - LSL}{3 * S_w} = \frac{8,4291 - 8,94}{3 * 0,097} = -1,75$$

$$S_w = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,226}{2,326} = 0,097$$

Значение индекса воспроизводимости процесса C_{pk} оказалось отрицательным. Из чего можно сделать вывод о том, что центр настройки процесса находится за пределами поля допуска. В связи с этим, необходимо немедленно вносить изменения в базовый технологический процесс обработки детали «ось шестерни».

Для того, чтобы получить максимальный эффект от корректирующих мероприятия, следует снова обратиться к статистическим методам, при этом, в зависимости от поставленных целей, их можно использовать как отдельно друг от друга, так и совмещая несколько методов [5]. В данном случае стоит начать с исследования возможных причин исследуемого вида дефектов. Для этих целей обычно используют причинно-следственную диаграмму. Она позволяет не только выявить, но и систематизировать различные факторы и условия, оказывающие влияние на рассматриваемую проблему.

Следующим этапом будет являться анализ бракованной продукции с использованием контрольного листа. При такой регистрации данных, анализ причин дефектов значительно облегчается. Данный инструмент позволит определить, как часто происходит брак вследствие той или иной причины, а его совместное использование с диаграммой Парето, позволит «сузить» круг рассматриваемых проблем, т.к. в соответствии с принципом 80/20, 20% всех причин приводят к 80% брака. По результатам анализа сформируется ответ на вопрос: «Почему возникает брак при производстве детали?», при этом, будут выявлены существующие причины его появления и выделены те, которые играют главную роль в возникновении брака. Используя данную информацию, любой компетентный сотрудник сможет предложить мероприятия по «искоренению» первопричин брака.

Таким образом, применение статистических методов позволяет контролировать и поддерживать процессы на приемлемом и стабильном уровне. Чаще всего используется группа, носящая название семь простых японских методов, данный набор инструментов позволяет решить до 90% проблем, связанных с качеством продукции. Однако, при их неосознанном и бездумном применении, неправильной интерпретации полученных результатов, может наблюдаться нулевой или даже отрицательный эффект их использования. Для сокращения количества проблем с качеством необходимо понимать, как закономерности процесса, так и особенности применения того или иного статистического метода контроля.

Список литературы

1. Мойзес, Борис Борисович. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных: учебное пособие / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько;

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – 118 с.: ил. – Библиогр.: с. 116-118.. – ISBN 978-5-4387-0700-4

2. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124585>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 06.10.19)

3. Регулирование технологического процесса обработки детали путем применения контрольных карт Шухарта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22904117>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 06.10.19).

4. Метод контрольных карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/12279/2/Solonin.pdf#1>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 06.10.19).

5. Плотникова И. В., Редько Л. А. Статистические методы и анализ проблем управления качеством // Стандарты и качество. – 2017. – № 3. – С. 37-43.

УДК 62-752.2; 62-752.8

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Рябчевская Светлана Сергеевна, Мухаметжанов Сергей Александрович, Баранова
Виктория Денисовна, Сун Шичэнь,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: ssr9@tpu.ru*

RESEARCH OF OSCILLATION DAMPING DEVICES OF TECHNICAL SYSTEMS

*Ryabchevskaya Svetlana Sergeevna, Mukhametzhanov Sergej Aleksandrovich, Baranova
Viktoriya Denisovna, Sun SHichehn'
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

Аннотация: Статья посвящена краткому обзору устройств гашения колебаний технических систем. В процессе исследований рассмотрены достоинства и недостатки устройств, нашедших широкое применение для демпфирования колебаний. Подробно рассмотрены представители группы амортизаторов на рукавах высокого давления. В результате исследования показана перспективность применения устройств гашения колебаний на рукавах высокого давления.

Abstract: The article is concerned with a brief review of the devices for damping oscillations of technical systems. During the research, the advantages and disadvantages of devices that are widely used for oscillation damping are examined. A group of shock absorbers on high-pressure hoses are examined in detail. In the result of research the future for the oscillation damping devices on high-pressure hoses is shown.

Ключевые слова: техническая система, гашение колебаний, амортизаторы, рукава высокого давления.

Keywords: technical system, oscillation damping, shock-absorbers, high-pressure hose.

Стремительное развитие технических устройств, в частности технологического оборудования, привело к значительному расширению диапазонов рабочих параметров, например, скоростей перемещения рабочих органов. Это приводит к тому, вероятность