

УДК 658.562.62

Н. Б. Иванов, И. Ю. Суркова, Т. П. Евсеева

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

*Ключевые слова:* статистический анализ, контрольные листки, контрольные карты, гистограммы, диаграмма Исикавы, стоматологический инструмент.

*С помощью статистических методов проанализирована стабильность технологического процесса изготовления стоматологического инструмента и выявлены причины появления дефектов, предложены корректирующие воздействия.*

*Keywords:* the statistical analysis, control leaves, control cards, histograms, diagramme Исикавы, the stomatologic tool.

*By means of statistical methods stability of technological process of manufacturing of cases of an medical instruments is analysed and the reasons of occurrence of defects are revealed, correcting{adjusting} influences are offered.*

Источником роста эффективности производства является постоянное повышение уровня и качества выпускаемой продукции. Для решения этой задачи необходимо использование системного подхода, который позволяет объективно выбирать масштабы и направления управления качеством, формы и методы производства и получать наибольший эффект от усилий и средств, выделяемых на повышение качества продукции. В различных отраслях промышленности ряда зарубежных и отечественных предприятий для проведения анализа качества продукции и стабильности технологического процесса ее производства в течение нескольких десятков лет успешно применяются статистические методы управления качеством.

Анализ стабильности технологического процесса с использованием статистических методов позволяет установить связь между причинными факторами и выходными параметрами, такими как качество, стоимость, производительность и другие. [1-4] Следовательно, исследования, проводимые в области применения статистических методов контроля технологических процессов производства, независимо от вида выпускаемой продукции, являются актуальной задачей.

Целью настоящей работы является применение статистических методов для управления качеством продукции в производстве стоматологического инструмента, в частности, стоматологического наконечника НСТк-300, важной деталью которого является колесо турбинное.

Для того чтобы производить анализ качества изготовления колеса турбинного стоматологического наконечника необходимо собрать исходные данные, на базе которых можно применять тот или иной метод контроля качества. Для сбора исходных данных и автоматического их упорядочения с целью облегчения дальнейшего их использования, был выбран контрольный листок, который строился на основе сплошного контроля изделий в течение трех месяцев. Уровень дефектности технологического процесса является его качественной характеристи-

кой. Поэтому для оценки уровня дефектности использовалась контрольная карта, за основу построения которой был выбран контрольный листок. Следует отметить, что дефектной считается единица продукции, имеющая хотя бы один дефект. Данные для построения р-карты были взяты за тот же период, что и для контрольного листка.

По результатам расчетов строилась контрольная карта доли дефектных изделий (рис. 1).

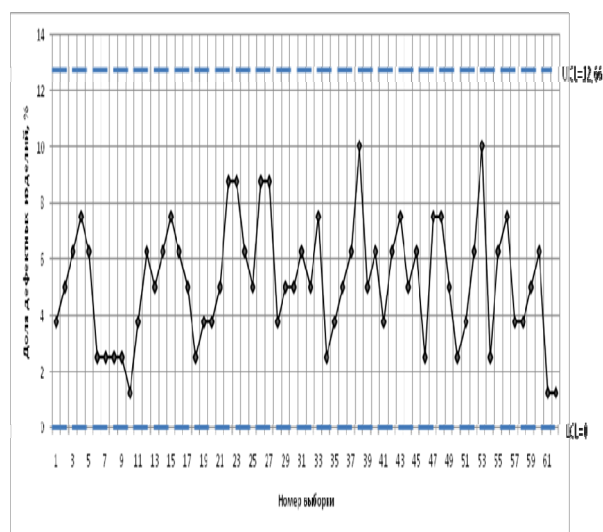


Рис. 1 – Контрольная карта дефектных изделий

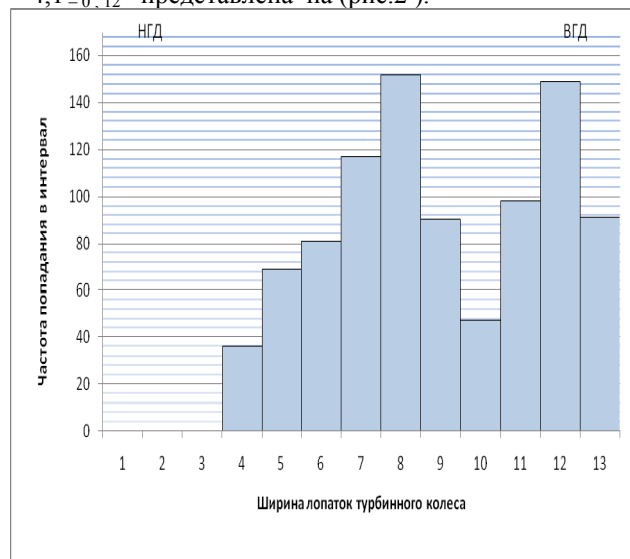
Из этого рисунка видно, что все значения доли дефектных изделий находятся в пределах верхней и нижней границ регулирования, поэтому можно сказать, что процесс находится в управляемом состоянии. В подобной ситуации первоочередной задачей менеджеров анализируемого производства является выработка технических мер воздействия, предупреждающих выход процесса за границы регулирования. При этом необходимо проверить, правильно ли используются исходные материалы, соблюдается ли соответствие технологическим стандартам и нормативно-технической документации на операциях в отношении контролируемых

параметров. Это будет способствовать не только стабилизации процесса, но и повышению качества выпускаемой продукции.

Первым шагом применения статистических методов для оценки качества колеса турбинного стоматологического наконечника является разработка диаграммы Исикавы. Необходимость построения этой диаграммы обусловлена тем, что она позволяет представить взаимосвязь «причина-следствие» в простой, наглядной форме. Однако, несмотря на относительную простоту, построение диаграммы требует хорошего знания анализируемого объекта и понимания взаимозависимости и взаимовлияния факторов. Поэтому разработка диаграммы Исикавы велась совместно с технологами, мастерами и работниками ОТК ОАО «Волжского электромеханического завода». При построении диаграммы Исикавы за показатели качества были выбраны наружный диаметр колеса турбинного, равный  $9,8_{-0,022}$ , длина колеса, равная  $4,1_{-0,048}$  и ширина лопаток, которая составляет  $4,1_{-0,12}$  мм.

Анализ диаграммы Исикавы показал, что на выбранные показатели качества оказывают влияние пять основных факторов: персонал, исходный материал, оборудование, инструмент, условия работы. По итогам построения диаграммы Исикавы и результатам мозгового штурма были выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на показатели качества. Ими оказались оборудование, инструмент и рабочий персонал, получившие наибольшее количество голосов участников мозгового штурма. Но при этом не стоит упускать из внимания и другие факторы, которые получили наименьшее число голосов по итогам мозгового штурма (материал и условия работы).

Следующим этапом обработки данных явилось построение и анализ гистограмм и контрольных карт по количественному признаку по каждому контролируемому параметру. На примере параметра – «ширина лопаток колеса турбинного», размером  $L = 4,1_{-0,12}$  представлена на (рис.2).



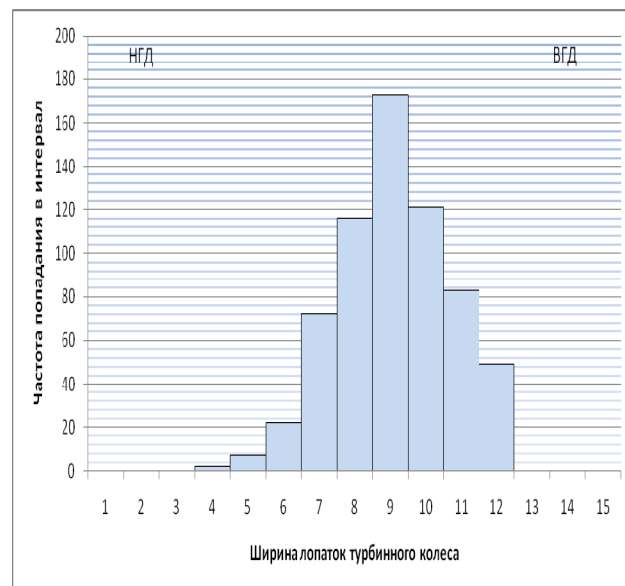
**Рис. 2 – Гистограмма распределения значений величины ширина лопаток колеса турбинного  $L=4,1_{-0,12}$  мм**

Гистограмма имеет форму двухпикового типа, что свидетельствует о нестабильности исследуемого процесса, кроме того, она не удовлетворяет допуску, что свидетельствует о нарушении нормативно-технической документации (НТД) со стороны рабочего, поскольку разброс значений контролируемого параметра не укладывается в диапазон допуска. В этом случае необходимо рассмотреть возможность корректировки НТД по данному параметру с целью уменьшения ширины гистограммы. Корректировка может включать в себя: повышение точности настройки оборудования, увеличение частоты его наладки, использование более качественных материалов, изменение условий обработки изделий и т.д. Это позволит выяснить причины разброса значений ширины лопаток турбинного колеса и осуществить соответствующие воздействия на процесс. Для данного контролируемого параметра были реализованы корректирующие воздействия:

- организован постоянный контроль за шириной лопаток каждой пятой детали, что позволяет выявить момент, когда необходима остановка станка для своевременной наладки его рабочего органа на данной операции;

- контроль за работой рабочего для обеспечения выполнения операций в соответствии с регламентом технологического процесса.

После введения дополнительной операции (измерение каждой пятой детали) и постоянного контроля за работой рабочего были получены новые исходные данные, которые обрабатывались таким же образом, как и предыдущая выборка измерений. По полученным данным была построена гистограмма распределения значений величины ширины лопаток после корректирующих воздействий (рис. 3).



**Рис. 3 – Гистограмма распределения значений величины ширина лопаток колеса турбинного  $L=4,1_{-0,12}$  мм после корректирующих воздействий**

Сравнивая гистограммы до и после корректирующих воздействий, можно отметить, что принятые меры, рекомендованные для стабилизации

значений по данному параметру, привели к тому, что существенно уменьшился разброс значений ширины лопаток колеса турбинного и теперь эти значения укладываются в диапазон поля допуска. О том, что корректирующие воздействия являются правильными, свидетельствует также вид контрольной карты, построенной после их реализации, поскольку все значения контролируемого параметра не только находятся в пределах контрольных границ, но и приближаются к верхней и нижней границам регулирования. Кроме этого, на контрольной карте исчезли резкие скачки в уровне процесса, а значения контролируемого параметра располагаются вблизи центральной линии.

По такому же алгоритму, по которому велись подготовка и расчеты по параметру ширина лопаток колеса турбинного, были проведены обработка и расчеты по двум другим параметрам: длина и наружный диаметр колеса турбинного.

Были построены гистограммы распределения значений для наружного диаметра и длины колеса турбинного до и после корректирующих воздействий.

Для наружного диаметра размером  $9,8_{-0,022}$  гистограмма, как и для параметра ширина лопаток турбинного колеса, относится к двухпиковому типу, что свидетельствует о нестабильности процесса по данному параметру. Однако все значения контролируемого параметра укладываются в диапазон поля допуска, что указывает на то, что соблюдаются все требования НТД по данному параметру. Несмотря на это, при детальном анализе контрольной карты были обнаружены скачки в уровне процесса, а также отдельные точки вблизи верхней и нижней границы регулирования размера наружного диаметра колеса турбинного. Поэтому для исключения случайных выскоков за пределы допуска по диаметру были предложены следующие корректирующие воздействия:

- уделять внимание качеству исходного сырья и соблюдению номера партии сплава марки Д16Т, как этого требует регламент;

- допускать в производство прутки сплава только целыми партиями и не допускать одновременного поступления в производство прутков от нескольких партий. Запускать в производство очередную партию только после израсходования предыдущей партии;

- увеличить частоту настройки станка с ЧПУ (не менее трех раз в смену).

После осуществления перечисленных воздействий была получена гистограмма распределения по наружному диаметру турбинного колеса, которая имела вид, представленный на рис. 3.

Гистограмма, построенная по новым исходным данным, аппроксимируется нормальным распределением, и разброс значений контролируемого параметра имеет форму, близкую к колоколообразной, что свидетельствует о стабильности процесса, так как все значения контролируемого параметра с большим запасом укладываются в диапазон поля допуска. Из этого следует, что технологическая операция формования колеса турбинного стоматологического наконечника является воспроизводимой.

Это подтверждает и контрольная карта, построенная по данному параметру, поскольку все значения контролируемого параметра не только находятся в пределах контрольных границ, но и не приближаются к верхней и нижней границам регулирования. В результате регулирования на контрольной карте исчезли скачки в уровне процесса. При этом значения контролируемого параметра располагаются вблизи центральной линии. Из этого следует, что были правильно выбраны корректирующие воздействия, поскольку они существенно повлияли на качество изделий по данному параметру.

Аналогичным образом были проведены измерения по параметру длина колеса турбинного, результаты которых занесены в контрольный листок. По исходным данным и результатам расчетов основных параметров были построены гистограмма и контрольная карта.

Гистограмма имеет форму плато (гистограмма не имеет высокой центральной части), что можно объяснить недостаточным уровнем стабильности процесса. Кроме того, гистограмма не удовлетворяет верхней границе допуска, что свидетельствует о нарушении требований нормативно-технической документации со стороны рабочего. В перечень нарушений НТД со стороны рабочего могут быть включены: несоблюдение частоты подналадки станка с ЧПУ, обязательного 15% объема проверки размеров деталей в процессе смены, а также несоответствующие требованиям условия содержания мерительного инструмента (микрометра и штангенциркуля и др. Кроме того, в случае необходимости можно рассмотреть возможность корректировки НТД с целью уменьшения ширины гистограммы, а также провести беседу с рабочим о соблюдении им требований нормативно-технической документации.

Анализ контрольной карты по параметру длина колеса турбинного показал относительную стабильность процесса, поскольку все значения, принимаемые контролируемым параметром, укладываются в границы регулирования. Однако, при детальном изучении контрольной карты были выявлены точки вблизи границ регулирования параметра и неравномерность распределения их значений относительно центральной линии. В связи с этим для данного параметра, также как и для параметра ширина лопатки колеса турбинного, возможным корректирующим воздействием будет являться организация постоянного контроля за длиной колеса турбинного т.е. производить измерение длины каждой пятой детали, производить своевременно заточку режущего инструмента (резца) и выдерживать углы его заточки.

После реализации корректирующих воздействий по результатам измерений длины колеса турбинного, сведенных в контрольный листок, вновь были построены гистограмма и контрольная карта.

Гистограмма распределения значений величины длины колеса турбинного, построенная после корректирующих воздействий, принимает форму нормального распределения, и разброс значений контролируемого параметра имеет форму колокола, что свидетельствует о возврате процесса в стабиль-

ное состояние. Из этого следует, что операция формования параметра длины колеса турбинного является воспроизводимой и необходимо лишь поддержание существующего состояния производства после осуществления корректирующих воздействий. Анализ контрольной карты, полученной после корректирующих воздействий, показал исчезновение точек вблизи границ регулирования значений величины длина колеса турбинного, а также равномерность расположения точек относительно центральной линии.

### Выводы

1. С помощью статистических методов (контрольных карт, гистограмм и диаграммы Исикавы) проведен анализ технологического процесса производства колеса турбинного стоматологического наконечника, изготавливаемого на ОАО «Волжский механический завод» г. Волжска Марий Эл.

2. Анализ причин появления брака позволил выработать корректирующие воздействия и привести технологический процесс изготовления ответственной детали стоматологического инструмента в управляемые условия, повысить его качество и сократить количество бракованных изделий.

### Литература

1. Н.Б. Иванов, И.Ю.Суркова, Т.П.Евсеева, Вестник КГТУ. **14**, 9, с.275-281, 2011. (1998).
2. И.Исикава, *Управления качеством*. Экономика, Москва, 1988, С.215 -221.
3. С.Д. Ильенкова, *Управление качеством*. ЮНИТИ, Москва, 1998. 199 с.
4. В.А. Лapidус, *Применение прикладных статистических методов при производстве продукции*. СМЦ «Приоритет», Н.Новгород, 2001. 191 с.
5. В.В. Окрепилов, *Управление качеством*. Экономика, Москва, 1998. 639 с.
6. И.В. Безбородова, Н.И. Лаптев, И.А. Абдуллин, Вестник КГТУ, **16**, 91, с.235-40, 2013. (1998).

---

© **Н. Б. Иванов** – канд. техн. наук, доц. каф. технологии твердых химических веществ КНИТУ; **И. Ю.Суркова** - канд. техн. наук, доц. каф. технологии твердых химических веществ КНИТУ; **Т. П. Евсеева** - канд. техн. наук, доц. каф. технологии твердых химических веществ КНИТУ, ttxb@kstu.ru.