

УДК: 658.562

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Артамонова А.В., студентка гр.КСс-211, V курс

Бижев Д.И., студент гр.УКм-251, I курс

Научный руководитель: Короткова Л.П., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева

Статистические методы анализа – это вспомогательные средства, в основе которых лежат определенные выводы, положения теории вероятностей и математической статистики, которые помогают принимать обоснованные решения в отношении различных аспектов качества функционирования технологических процессов и их результатов.

К задачам использования статистического анализа при контроле качества относятся: повышение стабильности процессов машиностроительного предприятия; выявление отклонений от заданных параметров и несоответствий производимой продукции; минимизация затрат на производство; оценка компетентности персонала и эффективности его обучения, и др.

Применение статистических методов анализа при контроле качества продукции в машиностроении связано с развитием технологии машиностроения как науки. Первый в практике предприятий статистический метод применен как инструмент для управления ходом технологических процессов в 1924г. — это метод американского ученого У. Шухарта. На отечественных машиностроительных заводах (Московский автозавод имени Лихачева) статистические методы стали применяться примерно с 1943г., а наиболее активно статистические методы применялись в 50-е годы [1].

Статистические методы управления качеством могут быть применены на всех стадиях производства. С помощью этих методов можно определить узкие места в технологии производства и таким образом определить резерв, повышения качества изделия за счет, например, изменения конструкции, технологии изготовления, методов контроля и др. [2].

Система контроля качества представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов контроля, используемых видов, методов и средств оценки качества и профилактики брака на различных этапах жизненного цикла продукции и уровнях управления качеством.

Использование статистического контроля в машиностроении является одним из основных условий обеспечения качества продукции, ее однородности особенно при массовом производстве. Продукция в состоянии поставки должна соответствовать требованиям, сформулированным в технических

условиях на основе стандартов. Требования в процессе изготовления деталей указаны в технологическом процессе, а также на чертеже. Однако при производстве возникают различные отклонения от требований, даже при стабильном состоянии оборудования и устойчивой наладке технологического процесса изготовленные изделия. Выполнение статистического приёмочного контроля позволяет выделить наиболее часто встречающиеся отклонения, как в состоянии поставки, так и в процессе производства, и разработать мероприятия по их устранению.

Для понимания системы контроля качества в настоящей работе рассмотрены наиболее часто используемые в условиях машиностроительного предприятия *виды статистического контроля*:

1. Входной контроль качества;
2. Статистический операционный (технологический) контроль;
3. Статистический приёмочный контроль.

Использование различных видов контроля рассмотрены на примере контроля качества конструкционных сталей в условиях одного из машиностроительных предприятий Кузбасса.

Входной контроль качества материалов

В основе организации входного контроля материалов на машиностроительных предприятиях – положения и требования, сформированные в ГОСТ24297 «Входной контроль продукции. Основные положения» [3]. Поставщик и потребитель согласуют между собой задачи и объемы контроля. Входной контроль на машиностроительных предприятиях осуществляет бюро входного контроля (БВК), входящее в состав ОТК.

Входной контроль материалов позволяет в общем случае:

- определять по сопроводительной документации соответствие поступившего материала требованиям стандартов, технических условий и заказу;
- обнаруживать дефекты в материале, выявлять их характер, устанавливать степень пораженности материала дефектами;
- предотвращать случайное попадание дефектного материала со склада в производственные цехи;
- накапливать информацию и проводить анализ о качестве материалов, давать оценку поставщикам о качестве продукции;
- осуществлять работу с поставщиками по повышению качества материалов.

Процедура входного контроля сводится к следующим мероприятиям:

- идентификация партии материала, проверка соответствия данных сертификата на данную партию требованиям заказа и стандарту (техническим условиям), оценка полноты (объема) проведенных поставщиком контрольных испытаний;
- внесение сертификатных данных в регистрационную систему (компьютер, журнал, телетайпную систему и т.д.);
- отбор образцов от партии материала и осуществление необходимых испытаний, объем которых предписывается государственным стандартом (тех-

ническими условиями) на данную продукцию. Результаты контрольных испытаний вносят в регистрационную систему;

– отправка материала, удовлетворяющего ГОСТами ТУ (вместе с сопроводительными документами), на склад или отправка материала в брак, в случае обнаружения и подтверждения дефекта.

Структура испытаний конструкционных сталей общего назначения в состоянии поставки приведена в таблице [4, 5, 6, 7].

Таблица

№	Параметры контроля	Сталь углеродистая (ГОСТ 380)	Конструкционные углеродистые стали (ГОСТ 1050)	Конструкционные легированные стали (ГОСТ 4543)	Конструкционные стали повышенной прочности (ГОСТ 19281)
1	2	3	4	5	6
1	Контроль качества поверхности (ГОСТ 19903)	+	+	+	+
2	Контроль размеров в состоянии поставки (ГОСТ 19903)	+	+	+	+
3	Механические свойства (ГОСТ 7564)	+	+	+	+
4	Испытание на растяжение (ГОСТ 1497)	+	+	+	+
5	Испытание на ударный изгиб (ГОСТ 9454)	+	+	+	+
6	Испытания на статический изгиб (ГОСТ 14019)	+	-	-	+
7	Твердость в состоянии поставки (ГОСТ 9012)	-	+	+	+
8	Твердость после ТО (ГОСТ 9013)	-	+	+	+
9	Химический состав (ГОСТ 18895)	+	+	+	+
10	Микроструктура (ГОСТ 8233)	-	+	+	+
11	Неметаллические включения (ГОСТ 1778)	-	+	+	+
12	Микропористость (ГОСТ 801)	+	+	+	+
13	Величина аустенитного зерна (ГОСТ 5639)	-	+	+	+
14	Обезуглероженный слой (ГОСТ 1763)	-	+	+	-
15	Прокаливаемость (ГОСТ 5657)	-	-	+	+
16	Структурная полосчатость (ГОСТ 5640)	-	+	+	+

*Статистический операционный технологический контроль
материалов* включает в себя:

- получение первичной информации о фактическом состоянии материала, т. е. оценка различных показателей качества;
- получение первичной информации о фактическом состоянии материала, т. е. оценка различных показателей качества;
- сопоставление первичной информации с нормативными требованиями, зафиксированными в соответствующей документации;
- анализ вторичной информации об отклонениях фактических показателей качества от нормативных;
- принятие решения о годности или отбраковки изделия [8].

Контроль качества осуществляется отделом технического контроля (ОТК). Для гарантированного обеспечения качества создана единая система документации: конструкторской (ЕСКД), технологической подготовки производства (ЕСТП) в виде государственных стандартов (ГОСТов) и технических нормативов. Существующая система, в свою очередь может плодотворно использоваться и функционировать, если на предприятии отлажена система технического контроля.

Статистический приёмочный контроль

Это выборочный контроль качества продукции, при котором для обоснования плана контроля используются методы математической статистики.

Различают *приёмочный* контроль по количественному и качественному показателям. К *количественным* показателям относят: среднее число дефектов на изделие; среднюю длину дефектов в изделии и др. К *качественным* показателям относят: долю дефектных изделий в партии; долю бракованных изделий в партии. Контроль качества материалов осуществляется по показателям основных и технологических свойств, параметром структуры, которые сформулированы в техническом задании, а также технологическом процессе на изготовление изделия.

Статистическое регулирование качества технологического процесса термической обработки является методом предупредительного контроля и заключается в том, что в определенные моменты времени контролируют параметры продукции и определяют их отклонения от установленных значений (см. таблицу) [8].

Схема структуры статистического управления качеством материалов в условиях машиностроительного предприятия представлена на рисунке.

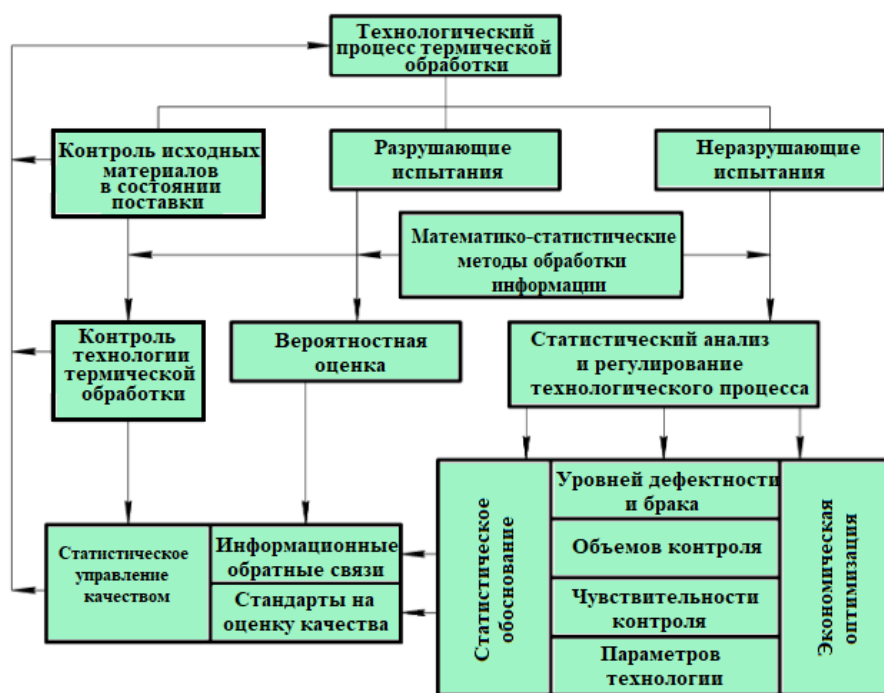


Рисунок. Технологический процесс контроля качества материалов

Эта схема включает в себя контроль исходных материалов в состоянии поставки, а также на различных технологических операциях.

Анализируются причины возникающих дефектов и подразделяют их на две основные группы:

1. причины, вызывающие случайные колебания в свойствах продукции;
2. причины, вызывающие неслучайные (т.е. систематические) отклонения в свойствах продукции.

Таким образом, систематический и оперативный контроль изделий позволяет обеспечить статистическое регулирование технологического процесса, а также обосновать оптимальные уровни дефектности брака, объемов и чувствительности контроля. Полученная информация является основой для управления качеством.

В связи с этим необходимо сделать вывод об эффективности каждого вида статистического контроля материалов на различных стадиях производства машиностроительной продукции:

- Входной контроль качества позволяет предотвращать попадание некачественного сырья, материалов в производственный процесс.
- Статистический приемочный контроль качества материалов позволяет принять или забраковать партию продукции.
- Статистический операционный контроль качества материалов эффективен из-за возможности контролировать процесс, выявлять его отклонения от нормы и предотвращать появление брака, вызванного некачественным материалом в состоянии поставки и термической обработкой в процессе изготовления деталей и оборудования на машиностроительном предприятии [8].

В целях эффективного управления качеством используют *семь методов*, которые обеспечивают простоту, наглядность и визуализацию: контрольный листок; контрольная карта; диаграмма Парето; диаграмма стратификации; гистограмма; диаграмма разброса; диаграмма Исикавы [9].

Вид методов статистического контроля качества продукции и порядок их применения может быть различным, в зависимости от цели, которая поставлена перед системой менеджмента качества предприятия и условий, при которых проводится входной, статистический приёмочный или технологический контроль качества материалов в машиностроении. Статистические методы контроля качества являются необходимыми и достаточными для решения 95 % всех проблем, возникающих на производстве.

Для организации технического контроля материалов на машиностроительном предприятии используют различную документацию:

- разнообразные журналы (журнал учета продукции поступающей на контроль ОТК, журнал приемки продукции, журнал контроля технологической дисциплины, журнал ОТК по учету остановок приемки, уведомлений и предупреждений, журнал учета рекламаций ОТК и др.);
- сопроводительные листы продукции, направляемой после цехового контроля в ОТК;

– статистический паспорт подразделения; справочник несоответствий и классификатор несоответствий и др. [8].

Основным документом, который регламентирует порядок применения статистических методов контроля качества продукции и процессов контроля на предприятии является методологическая инструкция по контролю качества. Качество готовой продукции подтверждается *статистическим паспортом на готовую продукцию (СП)* [8].

Заключение

Работа посвящена организации контролю качества материалов в условиях машиностроительного предприятия на примере конструкционных сталей и является актуальной.

В настоящей работе описаны методы статистического анализа, которые могут быть использованы при организации контроля качества материалов на примере конструкционных сталей в состоянии поставки и в процессе производства. Представлен перечень необходимой документации, которой сопровождается контроль качества с использованием статистических методов. Показано, что внедрение статистических методов контроля обеспечивает положительный результат:

- снижение брака продукции и повышение ее качества;
- уменьшение объема контрольных операций;
- экономия материалов.

В результате применения статистических методов контроля материалов может быть обеспечено высокое качество выпускаемой продукции и снижение расходов на производство продукции.

Список литературы

1. Солонин С.И. Статистические методы в технологии машиностроения: учебное пособие — Екатеринбург: УФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2016. — 167 с. — Электронное текстовое издание — URL: https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13512/1/Solonin_2.pdf (дата обращения: 03.12.2025);
2. Антипов, Д. В. Статистические методы управления качеством продукции: учебное пособие / Д.В. Антипов, И.П. Васильева, Е.В. Еськина. — Самара: Издательство Самарского университета, 2022. — 88 с.: ил. — ISBN 978-5-7883-1733-5;
3. ГОСТ 24297 «Входной контроль продукции. Основные положения» [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://rosgos.ru/file/gost/03/120/gost_24297-2013.pdf (дата обращения: 08.12.2025);

4. ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.valdor.ru/gost/gost-380-2005.pdf> (дата обращения: 08.12.2025);
5. ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/58245/?ysclid=mj6znad4h0133289555> (дата обращения: 08.12.2025);
6. ГОСТ 4543-2016 «Металлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия» [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://rosgosts.ru/file/gost/77/140/gost_4543-2016.pdf (дата обращения: 08.12.2025);
7. ГОСТ 19281-2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293768/4293768277?ysclid=mj6zr9kksp741355743> (дата обращения: 08.12.2025);
8. Короткова, Л. П. Контроль качества конструкционных сталей: учебное пособие / Л. П. Короткова, С. В. Лащинина, Д. В. Россиева. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 64 с. — ISBN 978-5-00137-357-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/352544> (дата обращения: 03.12.2025);
9. Лобода, О.А. Оценка эффективности статистического приемочного контроля: [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://studfile.net> (дата обращения: 08.12.2025).