

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт финансов, экономики и управления  
(наименование института полностью)

---

Департамент бакалавриата (экономических и управленческих программ)  
(наименование)

27.03.02 Управление качеством  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка мероприятий по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака (на примере ООО «Гумма Лайн»)

Студент

К. А. Аминевский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Васильева С.Е.

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## **Аннотация**

Тема дипломной работы бакалавра: «Разработка мер по повышению производительности работы секции литья резины для снижения уровня брака (на примере ООО «Гумма Лайн»)»

Объектом дипломной работы является компания Гумма Лайн, которая занимается производством резинотехнических изделий для автомобильной промышленности.

Предметом является проект мероприятий по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака компании ООО «Гумма Лайн».

Целью бакалаврской работы является - разработка мероприятий по повышению производительности участка литья резины по снижению уровня брака (на примере ООО «Гумма Лайн»).

Краткие выводы по бакалаврской работе:

- рассмотрены теоретические аспекты статистического управления процессом;
- дана характеристика предприятия и проанализированы технико-экономические показатели предприятия;
- проблема компании была описана и проанализирована;
- разработано мероприятие, которое будет направлено на улучшение существующего процесса, и сделана оценка экономической эффективности предлагаемого мероприятия. В экономической части расчет эффективности проекта представлен с указанием основных затрат и целесообразности внедрения элементов управления процессом.

Практическая значимость работы заключается в том, что с помощью контрольных карт производство и технологи смогут отслеживать параметры оборудования в любое время.

Бакалаврская работа состоит из введения, 3 глав, заключения, 82 страниц машинописного текста, 13 таблиц, 3 рисунков и 20 приложений.

## **Abstract**

The title of the bachelor's thesis is "Development of measures to improve the performance of the work of the rubber molding section to reduce the level of rejects (On the example of Gomma Line LLC)"

The object of the thesis is the company Gomma Line, which is engaged in the production of rubber products for the automotive industry.

The subject is a project of measures to improve the performance of the rubber molding section to reduce the level of marriage of Gumma Line LLC.

The aim of the work is the purpose of the bachelor's work is the development of measures to improve the performance of the rubber casting section to reduce the level of rejects (For example, Gomma Line LLC).

Brief conclusions on bachelor's work:

- The theoretical aspects of statistical process control are considered;
- the characteristic of the enterprise is given and the technical and economic indicators of the enterprise are analyzed;
- the problem that the company encountered was described and analyzed;
- an event has been developed that will be aimed at improving the existing process, and an assessment is made of the economic efficiency of the proposed event. In the economic part, the calculation of project efficiency is presented with the identification of the main costs and the feasibility of introducing elements of the process control.

The practical significance of the work lies in the fact that using control cards, production and technologists will be able to track equipment parameters at any time.

The bachelor's thesis consists of an introduction, 3 chapters, a conclusion, 74 pages of a typewritten text, 14 tables, 3 figures and 25 appendices.

## Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Методы и инструменты управления качеством, статистическое управление процессами .....	7
Глава 2 Анализ работы участка литья резины по снижению уровня брака (На примере ООО «Гумма Лайн») .....	30
2.1. Характеристика ООО «Гумма Лайн» .....	30
2.2 Работа участка литья резины по снижению уровня брака (на примере ООО "Гумма Лайн").....	42
Глава 3. Мероприятия по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака .....	51
3.1. Применение методов для повышения результативности и снижению уровня брака .....	51
3.2 Экономическая эффективность внедрения предложенных мероприятий .....	61
Заключение .....	66
Список используемой литературы и используемых источников.....	68
Приложение А Форма бланка «5 Почему?» .....	71
Приложение Б Форма протокола PFMEA-анализа.....	72
Приложение В Чек-лист записи параметров работы оборудования.....	73
Приложение Г Чек-лист записи характеристик продукта .....	74

## Введение

В настоящее время до сих пор встречаются организации, не использующие такие средства как SPC и MSA для управления своими производственными процессами.

Данная проблема характеризуется следующими признаками:

- неэффективность использования производственных мощностей;
- превышение уровня брака;
- беспричинное появление дефектов;
- убыточные поставки продукции, вследствие высокого уровня брака;
- неудовлетворительная организация производственного процесса.

С целью решения данной научной задачи проводились и ведутся исследования.

Выбор темы бакалаврской работы обусловлен наличием следующей ситуации в отрасли производства автомобильных компонентов.

В компании уже на протяжении многих лет производят экструзионные профили на различные марки автомобилей, такие как Тойота, Лада, Газ, Уаз и другие. С момента старта производства наблюдается высокий уровень брака и затраты, связанные с ним. До сих пор никто в компании не задался вопросом, какие параметры работы оборудования влияют на это.

Актуальность работы обусловлена принадлежностью, решаемой в бакалаврской работе задачи множеству задач, направленных на решение описанной проблемы. Наличие иностранной компании, не пользующейся данными методами, также подчеркивает актуальность ВКР.

Объект исследования – это компания Гумма Лайн, которая занимается производством экструдированных уплотнительных резиновых профилей, тормозных шлангов и шлангов гидравлического сцепления, резинотехнических изделий для автомобильной промышленности, а также разработкой и производством пресс-форм для пластмасс и резины.

Предметом дипломной работы является проект мероприятий по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака компании ООО «Гумма Лайн».

Цель бакалаврской работы — это разработка мероприятий по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака (На примере ООО "Гумма Лайн").

Для достижения цели бакалаврской работы были поставлены следующие задачи:

1. Теоретические аспекты статистических методов и инструментов управления качеством
2. Организационно-экономическая характеристика ООО «Гумма Лайн»
3. Описание процесса литья резины, описание существующей проблемы
4. Разработка мероприятий по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака предприятия ООО «Гумма Лайн»
5. Техничко-экономическое обоснование проекта

В качестве теоретической основы исследования, при обосновании выводов и практических рекомендаций использовались научные труды отечественных и зарубежных ученых, нормативно-правовые документы в сфере производства автомобильных компонентов.

Основными методами исследования, использованными в данной работе, являются:

- 1) эмпирические методы исследования:
  - описание;
  - сравнение;
  - анализ;
- 2) общелогические методы:
  - моделирование;
  - системный анализ.

## **Глава 1. Методы и инструменты управления качеством, статистическое управление процессами**

Для управления процессом изготовления продукции могут использоваться различные статистические методы. Самым главным из них является SPC-анализ.

Далее будут описываться основные статистические методы, которые могут применяться:

- при статистическом управлении технологическими процессами, процессами управления предприятием,
- для постоянного улучшения,
- для решения проблем (в том числе, по методике 8D),
- при проведении анализа измерительных систем,
- при анализе видов, последствий и причин несоответствий,
- при планировании качества перспективной продукции и планах управления,
- в процедуре одобрения производства автокомпонентов,
- при контроле технологической точности оборудования,
- при анализе данных,
- для принятия решений на основе фактов как в действующем производстве, так и при подготовке производства.

Применение статистических методов в условиях массового производства позволяет проанализировать тенденции изменения процессов на предприятии и, в случае необходимости, скорректировать их, а также снизить затраты на контроль (увеличить эффективность контроля) продукции [23].

Статистические методы могут применяться при следующих видах деятельности:

- изучение рынка, требований и удовлетворенности потребителя;

- входной контроль материалов и комплектующих и выбор поставщика (управление поставщиками);
- разработка технологии;
- управление технологическими процессами в ходе производства;
- управление хранением, транспортировкой как сырья и материалов, так и готовой продукцией;
- управление процессами на предприятии (например, процессами менеджмента или обеспечения ресурсами);
- анализ данных [8].

Рекомендации по применению того или иного статистического метода приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Рекомендации по применению статистических методов

Вид деятельности	Методы
Изучение рынка, требований и удовлетворенности потребителя	Диаграммы Парето, диаграммы Исикавы, расслоение, диаграммы рассеивания, гистограммы
Входной контроль и выбор поставщика (управление поставщиками)	Методы статистического приемочного контроля, контрольные карты, изучение возможностей процесса, расслоение, диаграммы Исикавы, диаграммы Парето
Разработка продукции и технологии	Контрольные карты, диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, диаграммы рассеивания
Управление технологическими процессами в ходе производства	Контрольные карты, изучение возможностей процесса, расслоение
Управление процессами на предприятии (например, процессами менеджмента или обеспечения ресурсами)	Контрольные карты, диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, диаграммы рассеивания
Различные виды контроля и испытаний в ходе производства и контроля готовой продукции	Контрольные карты, изучение возможностей процесса, статистический приемочный контроль, гистограммы, расслоение, диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, диаграммы рассеивания
Хранение, транспортировка как сырья и материалов, так и готовой продукцией	Контрольные карты, гистограммы, расслоение, диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, диаграммы рассеивания
Управление процессами на предприятии	Контрольные карты, изучение возможностей процесса, расслоение
Анализ данных	Диаграммы Исикавы, диаграммы Парето

## Продолжение таблицы 1

Вид деятельности	Методы
Анализ измерительных систем Контроль технологической точности оборудования	Контрольные карты, изучение возможностей процесса

### Статистические методы

#### Гистограммы

Значения параметров продукции или процесса даже при одинаковых условиях производства имеют определенную изменчивость. Автоматизация производства уменьшает изменчивость, но не устраняет ее совсем. Эта изменчивость подчиняется определенным закономерностям: обычно частота попадания значений параметра продукции или процесса оказывается максимальной в центре области допустимых значений и снижается при удалении от него. График распределения значений параметра имеет форму колокола.

Для наглядного представления вида распределения фактических значений параметра продукции или процесса используется гистограмма. Гистограмма представляет собой столбиковую диаграмму, служащую моделью закона распределения случайной величины, описывающей изменение параметра продукции или процесса. Высота столбика характеризует частоту попадания значений параметра продукции или процесса в каждый малый интервал (заранее определенной величины) области возможных значений параметра продукции или процесса [6].

Различаются несколько типов гистограмм. Тип диаграммы может указать способ мониторинга и/или пути улучшения процесса.

Гистограмма с двусторонней симметрией (симметричная, колоколообразная, нормальная). Гистограмма с таким распределением встречается чаще всего. Она указывает на стабильность процесса. При этом изменение значений параметра продукции или процесса описывается нормальным распределением.

Гистограмма с обрывом, у которой обрезан один край (или оба). Такая гистограмма представляет случаи предварительного отбора (например, отобраны и исключены из партии все изделия с параметрами ниже норматива или выше норматива, или и те и другие). После исследования причин отклонения значений параметра от норматива и стабилизации процесса можно прекратить отбор изделий.

Гистограмма, вытянутая вправо (влево). Такую форму с плавно вытянутым вправо (влево) основанием гистограмма принимает в случае, когда нижняя (верхняя) граница регулируется либо теоретически, либо по значению допуска или когда левое (правое) значение недостижимо. Скорее всего, преобладающее влияние на процесс оказывает какой-либо один фактор (например, подобная форма гистограммы встречается, когда имеет место замедленный (ускоренный) износ инструмента).

Двугорбая гистограмма (двумодальный тип). Такая гистограмма состоит из двух возвышений, которые чаще всего имеют разную высоту, с провалом между ними, и отражает случаи объединения двух распределений с разными средними.

Гребенка (мультимодальный тип). Такая форма встречается, когда число индивидуальных наблюдений, попадающих в подгруппу, колеблется от подгруппы к подгруппе или действует определенное правило округления данных. В таких случаях требуется осуществлять дополнительный анализ при помощи расслоения данных, которое будет описано далее.

Гистограмма, не имеющая высокой центральной части (плато, равномерная или прямоугольная). Такая гистограмма получается в случаях, когда объединяются несколько распределений (смесь распределений), в которых средние значения имеют небольшую разницу между собой. Анализ такой гистограммы также целесообразно проводить, используя метод расслоения, которое будет описано далее.

Гистограмма с ненормально высоким краем (в форме обрыва). Такая гистограмма отражает случаи исправления значений параметра, имеющих

отклонения от нормативного, искажения (редактирования) данных и т.д. После стабилизации процесса операции по исправлению могут быть прекращены. При этом необходимо уделить внимание случаям грубого искажения данных при измерениях и принять меры к тому, чтобы такие случаи не повторялись [20].

Гистограмма с отделенным островком. Такой вид гистограммы наблюдается, если была допущена ошибка при измерениях, наблюдались отклонения от норматива в ходе процесса и т. д. При получении подобной гистограммы следует, прежде всего, проверить достоверность данных. В случае, если результаты измерений не вызывают сомнений, дополнительно проанализировать условия происхождения наблюдаемых значений.

Гистограмма с прогалом (с «вырванным зубом»). Такая гистограмма получается, когда ширина интервала не кратна единице измерения параметра, оператор ошибается в считывании показаний средства измерения и т.п.

Данные для построения гистограммы собираются в течение длительного периода (например, несколько недель, месяцев и более). Для достоверных выводов о распределении значений контролируемого параметра (анализа процесса) число замеров должно быть не менее 50 (рекомендуется производить 100 и более замеров).

Построение гистограммы состоит из следующих шагов.

Собираются результаты измерений значений контролируемого параметра продукции или процесса за определенный (заранее) период времени.

По оси абсцисс откладываются полученные границы интервалов, по оси ординат – частота попадания значений контролируемого параметра в каждый из полученных интервалов. Для каждого интервала строится прямоугольник (столбик) с основанием  $h$  и высотой, равной частоте попадания значений контролируемого параметра в полученный интервал. При этом частота попадания значения параметра продукции или процесса в

определенный интервал вычисляется как отношение количества попаданий в этот интервал к общему количеству значений параметра  $n$ .

При использовании гистограммы для анализа возможностей процесса отмечают нижнюю (LSL) и верхнюю (USL) границы поля допуска на параметр продукции или процесса в виде двух прямых линий, параллельных столбцам гистограммы. При этом возможны следующие ситуации:

Гистограмма расположена полностью внутри границ поля допуска, процесс статистически стабилен, настроен на середину поля допуска, занимает примерно три четверти поля допуска. Процесс не требует никакого вмешательства.

Левая и правая границы гистограммы совпадают с границами поля допуска, процесс стабилен и настроен на середину поля допуска. Желательно уменьшить изменчивость процесса, так как любое воздействие может привести к появлению изделий вне допуска.

Часть столбцов гистограммы оказывается за границами поля допуска, процесс стабилен. Необходимо провести регулировку процесса так, чтобы сместить среднее ближе к центру поля допуска и уменьшить влияние обычных причин для снижения изменчивости продукции или процесса.

Полученная в результате анализа гистограммы информация может быть использована для построения причинно-следственной диаграммы, что повысит обоснованность мер, намеченных для улучшения продукции или процесса.

Анализ гистограммы позволяет сделать заключение о состоянии продукции или процесса, только если известны условия получения данных (время, оператор, применяемые материал, оборудование, средства измерений и т.п.).

#### Метод расслоения

Основная идея метода расслоения состоит в группировке данных в зависимости от условий их получения и в анализе каждой полученной группы (слоя) в отдельности.

Расслоение помогает выяснить причину появления дефекта, если обнаруживается разница в данных между слоями.

Иллюстрацию расслоения удобно отображать в виде гистограмм. Предпосылки для применения расслоения данных также можно увидеть на гистограммах

При анализе результатов расслоения необходимо хорошо знать и понимать условия получения данных. Формы представления результатов расслоения практически не отличаются от формы гистограммы. Отличие состоит только в необходимости предоставления результатов до и после проведения расслоения.

#### Диаграмма Исикавы

Изменчивость параметров продукции или процесса зависит от множества факторов, причем некоторые из них могут влиять друг на друга, то есть быть связанными отношениями «причина-следствие». Знание структуры этих отношений, т.е. выявление цепочки причин и следствий, позволяет успешно решать проблемы управления, в том числе и проблемы управления качеством.

Для удобства представления причинно-следственных связей обычно используют диаграмму Исикавы, которая отображает структуру факторов, воздействующих на параметр продукции или процесса (или показатель качества) [17]. Диаграмму Исикавы называют также диаграммой причин и следствий или диаграммой «рыбий скелет» в силу ее специфического вида (рис. 1).

Исследуя параметр продукции или процесса, необходимо сформулировать первичные факторы (главные причины), влияющие на параметр продукции или процесса, или показатель качества. Затем выделяются вторичные факторы (причины), влияющие на первичные, а также более мелкие факторы (причины), воздействующие на вторичные факторы, и т.д. [4]

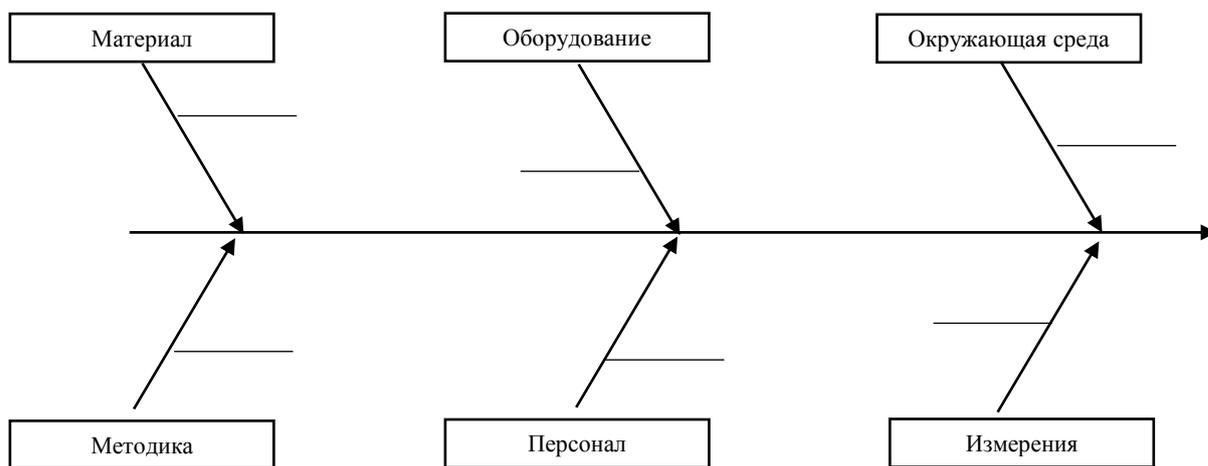


Рисунок 1 – Пример диаграммы Исикавы

Построение причинно-следственной диаграммы, как правило, проводится межфункциональной группой с использованием метода мозгового штурма [5].

Построение диаграммы причин и следствий состоит из следующих шагов:

Посередине листа проводится горизонтальная прямая («хребет»), оканчивающаяся прямоугольником, в который заносится рассматриваемая проблема (параметр продукции, процесса и т.д.).

Первичные факторы (главные причины), влияющие на проблему, записываются выше и ниже горизонтальной прямой и соединяются с «хребтом» стрелками.

Вторичные факторы (причины) записываются между прямой и соответствующей главной причиной и соединяются с этой причиной стрелками.

Затем отмечаются факторы (причины), влияющие на вторичные факторы (причины), и т.д.

После того, как все факторы, влияющие на показатель качества, отражены на диаграмме, целесообразно установить степень их важности. Наиболее значимые, оказывающие самое сильное воздействие, следует

отметить, чтобы именно им уделить наибольшее внимание при последующей работе.

### Диаграмма Парето

В большинстве случаев подавляющее число несоответствий и связанных с ними потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин (80% потерь происходит из-за 20% несоответствий – принцип Парето). Этот постулат положен в основу анализа Парето.

Диаграмма Парето – это графическое ранжирование причин или факторов, влияющих на исследуемую проблему, для определения немногочисленных существенно важных факторов.

Диаграммы Парето бывают двух видов:

- по результатам деятельности - помогают выявить главные факторы и отражают нежелательные результаты деятельности;
- по причинам - отражают причины проблем, возникающих в ходе производства, и помогают выявить главную.

Построение диаграммы Парето состоит из следующих шагов:

Выделяется проблема, устанавливаются влияющие факторы и источники получения информации. На этом этапе полезно привлекать экспертов, в том числе наиболее опытных работников, сталкивающихся с данной проблемой.

Собирается информация и составляется общая таблица данных (пример, таблица 2), в которой отражаются:

- все влияющие факторы;
- итоги по каждому фактору;
- накопленная сумма;
- проценты к общему итогу для каждого фактора;
- накопленные проценты.

Таблица 2 – Пример таблицы для построения диаграммы Парето

Типы дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма	% числа дефектов в общем количестве	Накопленный процент
Деформация (Г)	104	104	52	52
Царапины (Б)	42	146	21	73
Раковины (Е)	20	166	10	83
Трещины (А)	10	176	5	88
Пятна (В)	6	182	3	91
Разрыв (Д)	4	186	2	93
Прочие	14	200	7	100
Итого	200	-	100	-

При этом факторы располагаются в порядке получившейся значимости (т.е. по убыванию общего числа зарегистрированных данных – в рассматриваемом примере по числу дефектов). Группа «прочие» всегда записывается в последней строке.

По левой вертикальной оси строится столбиковая диаграмма, т.е. над интервалом, соответствующим каждому фактору, изображается прямоугольник (столбец), высота которого равна числу появления этого фактора.

По правой вертикальной шкале на вертикалях, соответствующих правым границам каждого столбца, наносятся точки накопленных сумм процентов, которые затем соединяются отрезками прямых. Полученная ломаная называется кривой Парето или кумулятивной кривой.

Значимость каждого фактора определяется частотой его проявления, наибольшая частота указывает на наиболее существенный фактор. Поэтому на диаграмме Парето высота столбцов указывает степень влияния каждого фактора на всю проблему в целом, а кривая Парето позволяет оценить изменение результата при устранении нескольких наиболее существенных факторов.

Возможен другой принцип ранжирования факторов – по степени тяжести экономических последствий. Совместное рассмотрение двух диаграмм позволяет существенно повысить информативность анализа.

## Диаграмма рассеивания (корреляции)

Диаграмма рассеивания применяется для исследования зависимости между двумя характеристиками или факторами. Для этого рассматриваются пары значений каждого из факторов, полученные в одинаковых условиях (например, в одно и тоже время, при одинаковой температуре, на одном станке и т.д.). Для достоверного установления зависимости желательно, чтобы число пар данных было не менее 30. Однако и при небольшом количестве данных часто также можно получить полезную информацию.

Диаграмма рассеивания строится как график зависимости между двумя факторами.

Каждая пара значений наносится на график в виде точки. При этом по оси абсцисс откладываются значения одного из факторов (причины), а по оси ординат – другого (следствия).

По относительному положению полученных точек можно судить о степени связи (корреляции) между рассматриваемыми факторами или величинами.

Количественно оценить степень зависимости между анализируемыми факторами можно при помощи коэффициента линейной корреляции  $r$ , вычисляемого по формуле 1:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

где  $x_i$ ,  $y_i$  – значения факторов  $x$  и  $y$  для  $i$ -го измерения;  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – средние арифметические значения для каждого фактора;  $n$  – число пар.

Значение коэффициента корреляции  $r = \pm 1$  свидетельствует о наличии сильной корреляционной зависимости.

Если  $r = 0$ , то корреляционная зависимость отсутствует.

Чем ближе модуль коэффициента корреляции к 1, тем сильнее зависимость между факторами.

При  $r > 0$  корреляция положительная, т.е. с увеличением первого фактора увеличивается и второй. При  $r < 0$  корреляция отрицательная, т.е. с увеличением первого фактора второй уменьшается.

При наличии корреляционной зависимости причинный фактор оказывает большое влияние на фактор-следствие, поэтому, удерживая этот фактор под контролем, можно регулировать изменчивость зависимого фактора. Можно также определить уровень контроля, необходимый для требуемого показателя качества, или осуществлять контроль только одной (любой) из двух взаимосвязанных характеристик.

Однако также следует заметить, что наличие корреляционной зависимости еще не является свидетельством взаимосвязи между двумя величинами или факторами. Для заключения о связи двух факторов необходимо четкое понимание процессов и принципиальной (физической, экономической и т.п.) возможности такой связи.

#### Контрольные карты

Сущность метода статистического управления процессом с помощью контрольных карт заключается в:

- графическом отображении на специальном бланке (карте) результатов измерения (или контроля) периодически отбираемых подгрупп образцов изделий;
- наблюдении за ходом (мониторинге) процесса;
- принятии управленческих решений в зависимости от расположения результатов измерения (контроля) относительно друг друга и заранее установленных контрольных границ.

Статистические методы управления процессами с помощью контрольных карт могут применяться:

- для мониторинга ключевых параметров продукции и ключевых контрольных параметров процессов (подлежащих специальному управлению / контролю);

- при анализе и управлении специальными процессами, технологическими процессами с большим уровнем несоответствующей продукции;

- при управлении процессами системы менеджмента качества;

- при приемке в эксплуатацию технологического оборудования и планировании проведения его обслуживания.

Каждая контрольная карта является совокупностью следующих элементов:

- графика статистической характеристики продукции или процесса;

- средней линии;

- верхней и нижней контрольных границ;

Для оценивания возможности процесса иногда полезно нанести на карту границы допуска анализируемой характеристики процесса.

Контрольные карты позволяют различить два источника изменчивости продукции или процесса (или оценить статистическую стабильность процесса):

- обычная причина - источник изменчивости, всегда влияющий на индивидуальные значения результата процесса;

- особая причина - источник изменчивости, влияние которого на процесс может прерываться, часто непредсказуемо.

Контрольные карты делятся на два основных типа:

- контрольные карты для количественного (измеряемого) признака;

- контрольные карты для альтернативного (да / нет) признака.

При статистическом управлении процессами применяются следующие типы контрольных карт для количественного признака:

- карта индивидуальных значений (X-карта);

- карта средних значений ( $\bar{X}$ -карта);

- карта медиан ( $\tilde{X}$ -карта);

- карта размахов (R-карта);

– карта выборочных СКО (средних квадратичных отклонений) (s-карта);

– карта скользящих размахов (MR -карта).

По положению среднего значения или медианы параметра продукции или процесса осуществляется наблюдение за настройкой процесса относительно его поля допуска.

По положению размаха или стандартного отклонения параметра продукции или процесса осуществляется наблюдение за рассеиванием значений относительно средних.

Для одновременного наблюдения за настройкой и рассеиванием процесса применяются совмещенные карты:

– карта медиан и размахов ( $\tilde{X} - R$ -карта);

– карта средних и размахов ( $\bar{X} - R$  -карта);

– карта средних и СКО ( $\bar{X} - s$  -карта);

– карта индивидуальных значений и скользящих размахов (X – MR – карта).

Для статистического управления процессами применяются следующие типы контрольных карт для альтернативного признака:

– числа несоответствующих единиц продукции (np - карты);

– числа несоответствий продукции (с - карты);

– доли несоответствующих единиц продукции (р - карты);

– числа несоответствий на единицу продукции (u - карты).

Классификация контрольных карт по признаку функционального назначения приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Назначение контрольных карт

Вид контрольной карты	Исходные данные	Статистическая характеристика процесса	Основная область применения
$\bar{X}-R$ – карта	Серия подгрупп измерений параметра продукции или процесса	Среднее и размах подгруппы	Текущий предупредительный контроль
$\bar{X}-s$ – карта	Серия подгрупп измерений выходного параметра продукции или процесса	Среднее и стандартное отклонение подгруппы	Текущий предупредительный контроль
$\tilde{X}-R$ – карта	Серия подгрупп измерений выходного параметра продукции или процесса	Медиана и размах подгруппы	Текущий предупредительный контроль
$X-MR$ карта	Серия измерений выходного параметра продукции или процесса	Индивидуальные значения и скользящий размах подгруппы фиксированного объема	Текущий предупредительный контроль
$np$ – карта	Результаты контроля серии подгрупп единиц продукции	Число дефектных единиц в подгруппе	Входной контроль. Приемочный контроль
$p$ – карта	Результаты контроля серии подгрупп единиц продукции	Доля дефектных единиц в подгруппе	Входной контроль. Приемочный контроль. Текущий предупредительный контроль
$c$ – карта	Результаты контроля серии подгрупп единиц продукции	Число несоответствий в подгруппе	Входной контроль. Приемочный контроль. Текущий предупредительный контроль
$u$ – карта	Результаты контроля серии подгрупп единиц продукции	Доля несоответствий (число несоответствий на единицу в подгруппе)	Входной контроль. Приемочный контроль. Текущий предупредительный контроль

Управления процессами с помощью контрольных карт состоит из следующих этапов:

- предварительный статистический анализ состояния процесса;
- приведение процесса в статистически управляемое состояние и установление первоначальных контрольных границ;
- поддержание процесса в статистически управляемом состоянии (ведение контрольной карты);

– мониторинг и улучшение процесса (снижение влияния обычных причин изменчивости, пересчет контрольных границ).

Предварительный статистический анализ состояния процесса включает в себя:

- выбор типа контрольной карты;
- определение объема подгруппы и периодичности отбора;
- первичный сбор данных о состоянии процесса;
- вычисление первоначальных контрольных границ;
- первоначальный анализ статистической управляемости процесса [11].

Объем подгруппы устанавливается постоянным и равным не менее пяти единиц продукции, последовательно изготовленным в однородных условиях (один и тот же материал, инструмент, оснастка и т.п.) для карт количественного признака.

Для карт по альтернативному признаку объем подгруппы устанавливается таким, чтобы каждая подгруппа включала в себя не менее одной несоответствующей единицы. Объем подгруппы должен быть постоянным.

Допускается изменение объема подгруппы для р-карт и и-карт, но не более чем на  $\pm 25\%$ .

Периодичность отбора подгрупп, в общем случае, принимается равной меньшей из двух величин: периоду производства детали или среднему промежутку времени между разладками (среднему периоду разладки).

При проведении предварительного анализа состояния процесса подгруппы отбираются через небольшие интервалы времени. Величина интервалов такова, чтобы можно было определить период стабильности процесса. Если процесс находится в статистически управляемом состоянии, то периодичность отбора подгрупп может быть увеличена.

Период сбора данных должен включать в себя не менее 25 отобранных подгрупп (содержащих не менее 100 индивидуальных значений).

Организуется отбор, осмотр деталей и замер параметров деталей.

Результаты замеров заносятся в таблицу для построения контрольной карты.

На карту заносятся необходимые для дальнейшего анализа данные: объем подгруппы, периодичность отбора подгрупп, управляемый параметр, код оборудования и средства измерения, фамилия оператора и т.п.

В зависимости от выбранного типа контрольной карты вычисляются статистические характеристики процесса. Формулы расчёта характеристик приведены в таблице 5.

На контрольные карты наносятся значения статистических характеристик управляемого параметра по подгруппам и соединяются линиями. Если некоторые точки значительно выше или ниже других, проверяется правильность их вычисления и нанесения.

В зависимости от выбранного типа контрольной карты на бланке проводятся сплошные горизонтальные линии средних значений характеристик процесса и штриховые горизонтальные линии контрольных границ.

Оценивается статистическая управляемость процесса. Признаками статистически неуправляемого состояния процесса (наличия особых точек) на контрольной карте по количественному признаку являются наличие точек за контрольными границами, трендов, точек с неслучайным поведением в пределах контрольных границ.

Для совмещенных карт сначала проводится анализ статистической управляемости по карте рассеивания процесса ( $s$ ,  $R$ ,  $MR$  - карте), а затем – по карте положения ( $X$ ,  $\bar{X}$ ,  $\tilde{X}$  - карте).

Расположение точек на контрольной карте для количественного признака классифицируется:

– точка, вышедшая за контрольные границы, свидетельствует об отсутствии управляемости процесса в данной точке (наличие особой причины);

– точка, расположенная выше верхней (ниже нижней) контрольной границы размахов (стандартных отклонений), является признаком следующего;

– допущена ошибка при расчете контрольных границ или неправильно нанесена точка на контрольную карту;

– увеличилась (уменьшилась) изменчивость от детали к детали или возросло среднее или разброс распределения - процесс ухудшился (улучшился);

– изменился измерительный / контрольный процесс (используется другое средство измерения, сменился контролер, возможно, было произведено преднамеренное редактирование и искажение данных);

– измерительный / контрольный процесс не обеспечивает требуемую разрешающую способность [12].

Наличие серии точек (7 или более точек подряд расположены по одну сторону от средней линии, 7 или более точек последовательно возрастают или убывают) свидетельствует о том, что начался сдвиг или тренд параметров процесса.

Серия точек, расположенных выше (ниже) средней линии (стандартных отклонений), или возрастающая серия точек являются признаков следующего:

– возросло (уменьшилось) среднее или разброс значений управляемого параметра, который произошел из-за нерегулярной причины (неисправность оборудования, оснастки) или от изменения элементов процесса (другая менее (более) качественная партия материалов, комплектующих изделий), данные причины требуют срочного реагирования;

– изменился измерительный / контрольный процесс (используется другое средство измерения, сменился контролер, возможно, произошло преднамеренное редактирование или искажение данных).

Неслучайное поведение процесса свидетельствует о том, что процесс находится в неуправляемом состоянии.

Неслучайное поведение процесса, при котором больше, чем  $2/3$  нанесенных на контрольную карту размахов точек находятся на близком расстоянии от средней линии (для 25 отобранных подгрупп более 90% точек находятся в центральной трети полосы контрольных границ), является признаком следующего:

- допущена ошибка при расчете контрольных границ или неправильно нанесены точки на контрольную карту;
- осуществляется некорректный метод отбора подгрупп: каждая подгруппа содержит показания двух или большего числа потоков процесса, имеющих различные средние значения (смешивание партий материалов);
- возможно, было произведено преднамеренное редактирование данных (подгруппы с размахом (стандартным отклонением), сильно отличающимся от средних значений, были удалены).

Неслучайное поведение процесса, при котором меньше, чем  $2/3$  нанесенных на контрольную карту точек находятся на близком расстоянии от средней линии (для 25 отобранных подгрупп менее 40% точек находятся в центральной трети полосы контрольных границ), является признаком следующего:

- допущена ошибка при расчете контрольных границ или неправильно нанесены точки на контрольную карту;
- осуществляется некорректный метод отбора подгрупп: каждая подгруппа содержит показания двух или большего числа потоков процесса, что приводит изменению вариабельности процесса [15].

Существуют также другие случаи нестабильного поведения процесса, видимые на контрольной карте.

При проведении анализа необходимо учитывать, что не все особые причины носят негативный характер. Некоторые особые причины могут улучшать процесс (уменьшать изменчивость процесса). Такие особые причины необходимо проанализировать и использовать для совершенствования процесса.

Для приведения процесса в статистически управляемое состояние выявленные в ходе предварительного анализа процесса особые причины должны быть устранены (или необходимо снизить их влияние на процесс) [10].

После устранения особых причин необходимо провести пересчет контрольных границ. При необходимости организуется дополнительный сбор данных о процессе.

При пересчете контрольных границ необходимо исключить подгруппы, соответствующие периодам статистической неуправляемости процесса, для которых причины были определены и устранены.

#### Изучение возможностей процесса

Для оценки возможностей процесса используются индексы и коэффициенты.

Оценка возможностей стабильного процесса с учетом собственной изменчивости для количественных данных проводится на основе показателей воспроизводимости процессов:

- индекс воспроизводимости  $C_p$ , характеризующий соответствие изменчивости процесса ширине поля допуска;
- индекс воспроизводимости  $C_{pk}$ , характеризующий настроенность процесса на центр поля допуска;
- коэффициент воспроизводимости  $CR$ .

Индексы и коэффициенты воспроизводимости применяются при соблюдении следующих условий:

- процесс находится в статистически управляемом состоянии;
- измерения индивидуального показателя качества соответствуют нормальному распределению;
- задан центр и (или) границы поля допуска;
- изменчивость измерений относительно мала [3].

Рекомендуется определять индексы параллельно с построением контрольных карт.

Оценка возможностей процесса с учетом полной изменчивости для количественных данных проводится на основе показателей пригодности процессов:

- индекс пригодности  $P_p$ , характеризующий соответствие изменчивости процесса ширине поля допуска;
- индекс пригодности  $P_{pk}$ , характеризующий настроенность процесса на центр поля допуска;
- коэффициент пригодности  $PR$ .

Индексы и коэффициенты пригодности применяются при соблюдении следующих условий:

- задан центр и (или) границы поля допуска;
- изменчивость измерений относительно мала.

По согласованию с потребителем индексы пригодности могут применяться для оценивания возможностей нестабильного процесса (процесса, находящегося под влиянием особых причин) [13].

Возможность процессов при помощи индексов  $C_p$  и  $C_{pk}$  может быть оценена следующим образом:

- если  $C_p \geq 1.33$  и  $|C_p - C_{pk}| \leq 0.1 |C_p|$  возможность процесса высокая;
- если  $1 \leq C_p < 1.33$  и  $|C_p - C_{pk}| \leq 0.1 |C_p|$ , возможность процесса достаточная, но требует постоянного наблюдения;
- если  $C_p < 1$  возможность процесса неудовлетворительна, необходимы срочные мероприятия по улучшению возможности процесса.

Потребителем регламентируются более жесткие требования. При выполнении условия  $1,33 \leq C_p \leq 1,67$  текущее состояние процесса считается приемлемым, однако, отмечается необходимость улучшения управляемости. Только при условии  $C_p \geq 1,67$  предлагается одобрить начало производства.

Пригодность процессов с помощью индексов  $P_p$  и  $P_{pk}$  оценивается по аналогичным принципам.

Оценка с использованием индексов пригодности  $P_p$  и  $P_{pk}$  характеризует полную изменчивость процесса и осуществляется на

начальных стадиях анализа процессов, для случаев, когда стабильность процессов не подтверждена, изменчивость процессов неизвестна и не устранено влияние особых причин.

При оценивании возможностей процессов следует учитывать, что:

– ни один отдельно взятый коэффициент или индекс не может описать процесс;

– следует рассматривать совместно два или большее число коэффициентов или индексов; рекомендуется рассматривать следующие сочетания:  $C_p$  и  $C_{pk}$ ,  $P_p$  и  $P_{pk}$ ,  $CR$  и  $C_{pk}$ , или  $PR$  и  $P_{pk}$ ;

– необходимо применять графические методы анализа в сочетании с показателями процесса; примеры такого анализа – контрольные карты, гистограммы;

– для непрерывного совершенствования процессов их показатели должны отражать стремление к минимальным потерям у потребителя [14];

– все оценки возможностей процесса должны быть отнесены к характеристике одного процесса; никогда не следует объединять или усреднять результаты по оценке возможностей для нескольких процессов [9].

Оценка возможностей процесса с альтернативным признаком выполняется совместно с построением контрольных карт.

С помощью  $p$ -карты,  $pn$ -карты,  $c$ -карты или  $u$ -карты устанавливается, что процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Возможность процесса определяется как средняя доля или процент несоответствующей продукции исходя из типа контрольной карты:

$\bar{p}$  - для  $p$ -карты или  $pn$ -карты;

$\bar{c}$  - для  $c$ -карты;

$\bar{u}$  - для  $u$ -карты [24].

При оценивании возможностей процесса с количественными данными также возможно оценивание уровня брака исходя из полученных значений индексов (табл. 4).

Таблица 4 – Связь между значениями индексов воспроизводимости и уровнем брака

$C_p (C_{pk})$	Уровень брака			
	При одностороннем допуске		при двустороннем допуске	
	%	PPM	%	PPM
0,167	61,708	617 075	30,854	308 538
0,333	31,731	317 311	15,866	158 655
0,500	13,361	133 614	6,681	66 807
0,667	4,550	45 500	2,275	22 750
0,833	1,242	12 419	0,621	6 210
1,000	0,270	2 700	0,135	1 350
1,167	0,047	465	0,023	233
1,333	0,006	63	0,003	32
1,500	0,001	7	0,000	3
1,667	0,000	1	0,000	0,287
1,833	0,000	0,038	0,000	0,019
2,000	0,000	0,002	0,000	0,001

Таким образом, в этой главе были рассмотрены теоретические основы для повышения результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака, то есть те способы, приёмы и методы управления процессами, коэффициенты, отражающие фактическое состояние процесса, на основании которых в дальнейшем основывается работа по снижению уровня брака на предприятии.

## **Глава 2 Анализ работы участка литья резины по снижению уровня брака (На примере ООО «Гумма Лайн»)**

### **2.1. Характеристика ООО «Гумма Лайн»**

Компания Гумма Лайн была зарегистрирована в Крагуеваце 16 января 2007 года как компания с ограниченной ответственностью по производству автомобильных изделий на основе каучука.

Деятельность компании Гумма Лайн: производство экструдированных уплотнительных резиновых профилей, тормозных шлангов и шлангов гидравлического сцепления, резинотехнических изделий для автомобильной промышленности, а также разработка и производство пресс-форм для пластмасс и резины.

В связи с возросшей потребностью в экструзионных матрицах и литьевых формах для резины, а также возможностями размещения этих инструментов и инструментов для литья пластмасс на рынке, а также необходимостью технического обслуживания инструментов для Fiat Automobiles Serbia и их поставщиков, компания сделала Стратегическое решение, принятое в ноябре 2012 года, для внедрения новых направлений деятельности в компании - производство инструментов и услуг по обслуживанию инструментов.

С момента своего создания Компания добилась исключительных результатов в бизнесе и быстрого роста. Из года в год товароборот увеличивался с 31 000 евро в 2007 году до 7 000 000 евро в 2017 году. В настоящее время Гумма Лайн является ведущим экспортером с капиталом внутреннего происхождения в категории малых и средних предприятий, и его ежемесячная стоимость экспорта составляет более € 300000.

Рыночная ориентация компании в прошлом была ориентирована на СНГ: Российская Федерация, Беларусь, Узбекистан и Украина. Почти 95%

всей продукции экспортируется на эти рынки в качестве оригинального оборудования в транспортных средствах.

Гумма Лайн является местной компанией, которая является поставщиком завода «Fiat Automobiles Serbia» через компанию Sigit, для которой она поставляет резиновые направляющие канала для стекла боковых дверей.

В 2012 году Гумма Лайн сертифицировала свою систему управления качеством для поставщиков в автомобильной промышленности (OEM) в соответствии с требованиями стандарта ISO / TS 16949: 2009. Стандарт ISO 9001: 2008 был внедрен с самого начала компании. В 2013 году компания завершила сертификацию по стандарту ISO 14001.

Гумма Лайн успешно завершила свою квалификацию как производителя деталей для первоначальной сборки автомобилей группы Renault / Nissan, что позволяет экспортировать и расширять ассортимент продукции для Renault - АвтоВАЗ, России в целом, и начать переговоры с другими производителями, которые входят в группу Renault / Nissan.

Все проверки, проведенные крупными заказчиками ГАЗ, УАЗ и АвтоВАЗ были успешно реализованы, при этом не выявлено несоответствий.

Гумма Лайн получила престижную награду «Экспортер 2012 года» в категории малых и средних предприятий, присужденную SIEPA в декабре 2012 года.

В начале 2013 года был проанализирован новый бизнес - дизайн и производство пресс-форм. Поскольку бизнес-план подтвердил обоснованность инвестиций в новый бизнес, был спроектирован и построен собственный объект на расстоянии 200 м от головного офиса, установлено новое оборудование и заняты местный эксперты. Все машины с ЧПУ приобретаются у американской компании HAAS. Кроме того, помимо классической 3D-измерительной машины был приобретен оптический сканер 3D-модели третьего поколения 3D ATOS; это было первое устройство в Сербии такого рода. В середине июня начался новый инструментальный

семинар, и через месяц были заключены новые договора на поставку оснасток для внешних сторон.

В Июне 2016 года был осуществлен трансфер линии сборки и полного цикла испытаний тормозных шлангов. В августе 2016 года было получено одобрение (PSW) и старт серийных поставок с локальной площадки.

В Марте 2016 были направлены запросы на изменение производственной площадки на 10 резинотехнических изделий, по результатам 6 месяцев работы было получено одобрение PSW на все запрошенные РТИ с возможностью производства на локальной площадке.

В 2018 году принято решение по перемещению производства на новую площадку.

В декабре 2018 года ГЛТ было зарегистрировано в качестве резидента Особой Экономической Зоны г. Тольятти.

С апреля 2019 г. ГЛТ располагается на территории Особой Экономической Зоны г. Тольятти, на площадях размером 2200 м<sup>2</sup>.

Производственный цех разделен на участки по производству формованных резинотехнических изделий, тормозных шлангов и сборочных узлов, содержащих резинотехнические изделия. В дополнение к производственному сектору имеются вспомогательные объекты, такие как офисы для ИТР, склад сырья и материалов, склад комплектующих, склад готовой продукции, зона входного контроля, зона Firewall, зона технологических отходов, комната отдыха и санузел.

Гумма Лайн была первой сербской компанией, которую правительство Сербии наградило финансовыми активами для новых инвестиций и занятости.

Что касается нового рынка, то Компанией решено наладить сотрудничество с компаниями ЕС, а также поддерживать хорошие отношения с существующими рынками (Содружество Независимых Государств).

После проверки Renault / Nissan в мае 2017г. Гумма Лайн достигла уровня «b». Он обеспечил производство и поставку продуктов безопасности всем компаниям альянса Renault / Nissan.

Видение.

Видение компании - стать региональным лидером в производстве резиновых и пластмассовых инструментов, сохранить лидирующие позиции в производстве резиновых уплотнительных профилей, тормозных шлангов и технических резиновых изделий, а также сохранить статус признанного поставщика оригинального оборудования для OEM-производителей.

Миссия.

Гумма Лайн намерена полностью удовлетворить своих клиентов с точки зрения ожиданий, качества, сроков и цен, постоянно совершенствуя свою систему менеджмента качества, следуя стандартам в автомобильной промышленности и постоянным улучшением всех бизнес-процессов в Гумма Лайн.

Стратегия Гумма Лайн.

Для достижения целей компания решила:

- организовать производственную деятельность в соответствии с принципами производства LEAN;
- планировать цели, контролировать, анализировать и анализировать достигнутые результаты и политику в области качества, а также принимать решения на основе фактов;
- повысить качество своей продукции с целью полностью удовлетворить ожидания клиентов путем систематической, экспертной и аналитической работы во всех сферах своей деятельности;
- способствовать принципам лидерства, командной работы и уважения, коммуникации и участия всех сотрудников в реализации запланированных целей и задач;

– основывать свой бизнес на компетентных, профессиональных, опытных и творческих сотрудниках, которые работают над достижением запланированных результатов и продвигают ценности Гумма Лайн;

– стремиться к постоянному улучшению достигнутого уровня качества, продукта и организации производства как процесса, который никогда не заканчивается;

-создавать и развивать тесные партнерские отношения со своими клиентами, поставщиками и другими заинтересованными сторонами;

– действовать в рамках применимых правовых и деловых стандартов и добиваться непрерывного прогресса в улучшении удовлетворения своих сотрудников, социального сообщества и акционеров.

В соответствии с этим Кодексом Гумма Лайн выполнила все рекомендации Глобального договора Организации Объединенных Наций в области прав человека, прав на труд, защиты окружающей среды и борьбы с коррупцией в ее системе управления, стратегии, корпоративной культуры и повседневной деятельности.

В Гумма Лайн работают над созданием дополнительной ценности для заинтересованных сторон без ущерба для социальных и экологических обязанностей.

Кодекс поведения применим ко всем сотрудникам, особенно к группе управления и заинтересованным сторонам, и должен применяться на всех должностях и в любое время без каких-либо исключений.

Гумма Лайн хочет побудить своих поставщиков, представителей и деловых партнеров принять свой собственный Кодекс поведения:

Права человека:

Принцип 1: Гумма Лайн поддерживает и уважает защиту провозглашенных на международном уровне прав человека

Принцип 2: Гумма Лайн не нарушает права человека на труд и работу;

Принцип 3: Гумма Лайн поддерживает свободу ассоциации и эффективное признание права на ведение коллективных переговоров

Принцип 4: Гумма Лайн выполняет ликвидацию всех форм принудительного и принудительного труда

Принцип 5: Гумма Лайн выполняет эффективный запрет на детский труд

Принцип 6: Гумма Лайн устраняет дискриминацию в отношении работы и занятий

Окружающая среда:

Принцип 7: Гумма Лайн поддерживает осторожный подход к решению экологических проблем

Принцип 8: Гумма Лайн предпринимает инициативы, направленные на повышение экологической ответственности

Принцип 9: Гумма Лайн поощряет разработку и распространение экологически чистых технологий

Антикоррупционная политика:

Принцип 10: Гумма Лайн работает против коррупции во всех ее формах, включая вымогательство и взяточничество

Каждый сотрудник имеет право сообщать о любых отклонениях от вышеуказанных принципов. Представитель управления в лице Генерального директора имеет право и обязанность рассматривать отклонение как несоответствие процессу и управляет действиями по устранению последствий и первопричин.

Резинотехнические изделия

На своих производственных объектах Гумма Лайн установила инжекционные прессы для вулканизации каучука мощностью до 1,5 литров. Компания может обрабатывать различные типы материалов: EPDM, NBR, SBR, CR, силикон ...

Типы продуктов:  
Резиновые шланги для распределения воздуха и других смазочно-охлаждающих жидкостей в транспортных средствах;

Резиновые изделия в сочетании с металлическими деталями и компонентами;  
Уплотнители и другие технические резиновые детали.

#### Эксплуатационные резиновые профили

Гумма Лайн имеет современное оборудование для экструзии, вулканизацию вуфанной флокированием и кондиционирования резиновых профилей.

Компания производим различные виды резиновых уплотнительных профилей:

- Стальные резиновые профили - полиэфирные или полиамидные стаи;
- Двухкомпонентные резиновые профили;
- Резиновые профили с усилением металлической полосы или проволочной вставки;
- Присоединительные резиновые профили,
- Тормозные шланги и шланги для гидравлической муфты коробки переключения передач.

Гумма Лайн имеет современное оборудование для производства, сборки и испытания тормозных шлангов и шлангов для гидравлических систем сцепления. Продукция, производимая на её заводах, соответствует международным стандартам (SAE J 1401, FM VSS 106, ISO 3996), а также всем техническим требованиям и стандартам крупнейших мировых производителей автомобилей (Fiat, Renault, VW, GM, AvtoVAZ - LADA).

Используемые компанией фитинги (наконечники) имеют защиту поверхности сплава ZnNi и предназначены для удовлетворения самых строгих требований коррозионной стойкости (более 1000 часов до появления коррозии основного материала), а также отвечают всем требованиям и стандартам в области защита окружающей среды.

#### Изготовление оснастки.

Цель компании Гумма Лайн - изготовить самые сложные формы для резины. Изготовление этих форм поддерживается высококвалифицированной

и опытной командой технологов по резинотехническим изделиям, а также инженерами по проектированию и изготовлению пресс-форм.

Компания изготавливает:

- Пресс-формы для прессованной резины (классическая);
- Пресс-формы для литья под давлением;
- Пресс-формы / штампы для экструзии профилей;
- Инструменты для соединения экструдированных резиновых профилей;

Помимо пресс-форм для серийного производства, для своих клиентов Гумма Лайн предлагает изготовление тестовых (прототипов) пресс-форм.

Политика в области качества и окружающей среды.

Политика контроля качества компании Гумма Лайн является частью корпоративной политики, которая направлена на удовлетворение запросов потребителей в вопросах качества, сроков и цен.

Политика по охране окружающей среды отражает стремление Гумма Лайн сохранить и улучшить окружающую среду в соответствии с действующим законодательством.

Цель компании - стать лидером области в производстве резинотехнических изделий.

Для достижения этой цели руководство Гумма Лайн решило:

- Поддерживать и постоянно совершенствовать систему управления качеством в соответствии с стандартом IATF 16949;
- Поддерживать и постоянно совершенствовать систему управления по охране окружающей среды в соответствии с стандартом ISO 14001;
- Поддерживать и постоянно совершенствовать систему управления качеством в соответствии с стандартом ISO 9001 в процессе производства;
- Организовать производственную деятельность компании в соответствии с принципами LEAN production;

- Ставить конкретные цели, следить, анализировать и оценивать достигнутые результаты в политике качества и охраны окружающей среды, по результатам анализа принимать соответствующие решения [21];
- Постоянной, аналитической и профессиональной работой по всем направлениям своей деятельности, повышать качество изделий, стремиться к удовлетворению всех запросов потребителей [19];
- Поддерживать принцип лидерства, командной работы, уважения в коллективе, а также вовлечением всех работников в достижение поставленных целей СМК и СЭМ;
- Работу компании строить, опираясь на способных, профессиональных, опытных и творческих работников, которые своей деятельностью достигают поставленных целей и повышают роль и значение компании Гумма лайн;
- Постоянно стремиться к повышению достигнутого уровня качества производственных процессов и выпускаемых изделий;
- Устанавливать и поддерживать партнерские отношения с заказчиками, поставщиками и другими заинтересованными лицами;
- Выявлять все аспекты, которые имеют или могут иметь воздействие на окружающую среду и осуществлять меры с целью предотвращения загрязнения окружающей среды;
- Проанализировать воздействия на окружающую среду на этапе планирования любых мероприятий в работе и развитии по охране окружающей среды и предусмотреть предотвращение ее загрязнения;
- Экономить энергетические ресурсы, использовать вторичные материалы и утилизировать отходы;
- Действовать в рамках правовых норм и деловой деятельности, принимать меры по улучшению, удовлетворенности работников и общества, по охране окружающей среды, учредителями компании;
- Обеспечить прозрачность данной политики для работников и других заинтересованных лиц.

Высшее руководство ООО Гумма лайн принимает ответственность за результативность СМК и СЭМ.

Высшее руководство ООО Гумма лайн гарантирует обеспечение ресурсов для поддержки и постоянного улучшения СМК и СЭМ

Ниже представлена таблица технико-экономических показателей деятельности компании ООО Гумма Лайн за последние три года (2016-2018г.).

Таблица 5 – Техничко-экономические показатели деятельности ООО «Гумма Лайн»

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Изменения			
				2016-2017 гг.		2017-2018 гг.	
				Абс. (+/-)	Темп прироста, %	Абс. (+/-)	Темп прироста, %
Выручка, тыс. руб.	103353	289533	376505	186180	180,14	21743,1	30,04
Себестоимость продаж, тыс. руб.	65447,5	214343	253370	148895	227,5	39027,3	18,21
Валовая прибыль, тыс. руб.	37905	75190,3	123135	37285,3	98,36	47945	63,76
Управленческие расходы, тыс.руб.	10153,3	9824,25	13230,8	-329	-3,24	3406,5	34,67
Коммерческие расходы, тыс. руб.	1778,5	2751,25	2790,5	972,75	54,69	39,25	1,43
Прибыль от продаж, тыс. руб.	25973,3	62614,8	107114	36641,5	141,07	44499,3	71,07
Чистая прибыль, тыс. руб.	25008	45784,5	80914	20776,5	83,08	35129,5	76,73
Основные средства, тыс. руб.	39097,5	49329,5	64402	10232	26,17	15072,5	30,55
Оборотные активы, тыс. руб.	89066,3	171940	196713	82873,3	93,05	24773,8	14,4

Продолжение таблицы 5

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Изменения			
				2016-2017 гг.		2017-2018 гг.	
				Абс. (+/-)	Темп прироста, %	Абс. (+/-)	Темп прироста, %
Численность ППП, чел.	31	30	31	-1	-3,2	1	3,3
Фонд оплаты труда ППП, тыс. руб.	5625	9250	9850	3625	64,4	600	6,5
Производительн ость труда, тыс. руб.	820,3	2412,8	3012	1592,5	194,2	599,3	24,8
Среднегодовая зарплатная плата работающего, тыс. руб.	178,57	308,33	315,2	129,76	72,67	6,86	2,23
Фондоотдача, тыс. руб.	2,64	5,86	5,84	3,22	122,03	-0,02	-0,4
Оборачиваемост ь активов, раз	1,16	1,68	1,91	0,52	45,12	0,23	13,66
Рентабельность продаж,	25,19	21,62	28,45	-3,5	-	6,82	-
Рентабельность производства, %	38,21	21,36	31,94	-16,8	-	10,57	-
Затраты на рубель выручки, коп.	75	78	72	3	4,68	-7	8,71

Из таблицы 5 мы видим, что за 3 предыдущих года (с 2016 по 2018 гг.) предприятие показывало уверенный экономический рост. Так выручка предприятия за 2018 год в сравнение с 2017 годом выросла на 30,04%, что составило 21,7 млн рублей. В 2017 году в сравнение с 2016 году выручка также выросла, но на 180,14%, что составило 186.1 млн рублей. Этот факт обусловлен привлечением большого числа потребителей продукции (благодаря освоению новой линейки оборудования) и расширения

ассортимента продукции в других группах [1]. К тому же стоит отметить рост спроса на автомобили LADA Granta, Chevrolet Niva 2123 и LADA Priora, появление нового проекта – LADA Vesta, благодаря чему спрос на продукцию ООО «Гумма Лайн» также увеличился. Чистая прибыль предприятия также увеличивалась на протяжении трех лет – на 76,73% (на 35,1 млн рублей) в 2018 году по сравнению с 2017 годом и на 83,08% (на 20,7млн) в 2017 году по сравнению с 2016 годом.

Стоит отметить, что на фоне роста показателя «Себестоимость продаж» чистая прибыль предприятия росла, поскольку показатели «Управленческие расходы» и «Коммерческие расходы» росли с меньшими темпами в 2018 году, при этом «Управленческие расходы» уменьшились в 2017 году по сравнению с 2016 годом. Так «Управленческие расходы» в 2018 году по сравнению с 2017 годом выросли всего на 34,67% (на 3,4 млн рублей), в 2017 году по сравнению с 2016 годом – уменьшились на 3,24% (на 329 тыс. рублей) [2]. «Коммерческие расходы» в 2018 году выросли всего на 1,43% (на 39,25 тыс. рублей), а в 2017 году по сравнению с 2016 годом – на 950 тыс. рублей (+54,69%), в то время как «Себестоимость продаж» в 2018 году выросла на 18,21% (на 39 млн рублей) по сравнению с 2017 годом, а в 2017 году – на 227,5% (141,25 млн рублей), поскольку в этом году наблюдался значительный рост «Коммерческих расходов». Таким образом предприятие продемонстрировало рост показателей «Оборачиваемость активов» (на 13,66% (+0,23) в 2018 году по сравнению с 2017 годом, и на 45,12% (+0,52) в 2017 году в сравнение с 2016 годом) и рост «Рентабельности производства» в 2018 году на 49,51% (+10,57%) по сравнению с 2017 годом, но в 2017 году по сравнению с предшествующим данный показатель уменьшился на 44,1% (-16,85) в связи с возросшей себестоимостью продукции [18]. Положительная динамика в 2018 году обусловлена ростом спроса на продукцию предприятия, появление новых проектов, а также мероприятиями по повышению эффективности производственной линии и сокращением бракованной продукции, которые проводились в 2017 году.

В итоге, проведя анализ технико-экономических показателей деятельности предприятия ООО «Гумма Лайн» можно сделать вывод, что выбранная стратегия показывает свою эффективность, экономическая ситуация в рамках данного предприятия носит положительный характер и имеет положительную динамику по основным показателям на протяжении анализируемого времени [25]. Так, к примеру, рентабельность продаж благодаря грамотному управлению в 2018 году по сравнению с 2017 годом выросла на 49,51%, но в 2017 году показатель сократился на 8,38% в связи с ранее обозначенными факторами, а показатель «Затрат на рубль выручки» сократился на 8,71% (-7 копеек на рубль выручки в 2018 году) и вырос на 5 копеек (+4,68%) в 2017 году по сравнению с 2016 годом.

## **2.2 Работа участка литья резины по снижению уровня брака (на примере ООО "Гумма Лайн")**

Для того, чтобы лучше понять, чем занимается компания «Гумма Лайн», необходимо разобраться в основных процессах литья резины и его особенностях.

Что такое каучук?

Каучук состоит из множества различных ингредиентов, которые включают основной полимер, вулканизирующие агенты, ускорители, наполнители и пластификаторы.

Основной полимер является основным компонентом всех рецептов резиновых смесей и выбран таким образом, чтобы иметь определенные химические и физические свойства в конечном продукте. Смягчители, такие как масла и пластификаторы, модифицируют каучук для облегчения смешивания или придания формы. Сера является одним из наиболее часто используемых вулканизирующих агентов, используемых в сочетании с ускорителями для сокращения времени вулканизации и улучшения физических свойств. Углеродная сажа является одним из наиболее

распространенных наполнителей, поскольку она усиливает молекулярную структуру. Антивозрастные агенты, такие как антиоксиданты и антиозонанты, замедляют старение резиновых изделий. Смазки, краски или любые другие ингредиенты также могут быть добавлены в резиновую смесь для придания ей необходимых свойств.

### Эластомеры.

Эластомеры основаны на полимерах, которые обладают свойством упругости. Они состоят из длинных цепочек атомов, в основном углерода, водорода и кислорода, которые имеют степень связи с соседними цепями. Именно эти связи возвращают эластомер в прежнюю форму, когда деформирующая сила прекращает своё воздействие.

Наиболее важными свойствами эластомеров являются эластичность и упругость.

Эластичность - это способность материала возвращаться к своей первоначальной форме и размеру после растяжения, сжатия, скручивания или изгиба. Упругая деформация сохраняется до тех пор, пока действует деформирующая сила, и исчезает после ее устранения. Эластичность эластомеров происходит из способности их длинных полимерных цепей перестраиваться под воздействием напряжением. Поперечная связь между цепями гарантирует, что эластомер возвращается к своей первоначальной конфигурации после снятия напряжения. В результате такой чрезвычайной гибкости эластомеры могут обратимо растягиваться примерно на 200-1000%, в зависимости от конкретного материала. Без поперечной связи или с короткими, некачественно перенастроенными цепями приложенное напряжение приведет к постоянной деформации изделия.

Устойчивость - это способность эластомеров быстро возвращаться к своей первоначальной форме после временного отклонения.

Когда эластомер деформируется, начинается вход энергии в изделие, часть которого не возвращается, когда он восстанавливает свою первоначальную форму. Та часть энергии, которая не возвращается,

рассеивается в виде тепла в эластомере. Отношение энергии, возвращаемой к энергии, приложенной для создания деформации, определяется как устойчивость материалов.

#### Вулканизация

Вулканизация - это химический процесс, улучшающий свойства натурального и синтетического каучука. Основное различие между вулканизированным и не вулканизированным каучуком состоит в том, что вулканизированный каучук возвращается к своей первоначальной форме после прикладывания к нему некоторого усилия.

В процессе вулканизации между отдельными полимерными цепями каучука образуются химические связи, что приводит к сшиванию молекул в полимерной матрице и образованию эластомерной сетки. Вулканизированный каучук становится более твердым и менее липким именно благодаря сетке и, что наиболее важно, снижает процент остаточной деформации. Таким образом, процесс вулканизации приводит к снижению пластичности, а эластичность увеличивается.

Вулканизационную смесь нагревают при температуре 120-200 ° C. Повышение температуры ускоряет процесс вулканизации, что приводит к быстрой и полной связи. Кроме того, плотность связи должна контролироваться, чтобы избежать образования хрупкой резины.

#### Литье прессованием в классической форме

Во время этого процесса объекты немедленно формируются и вулканизируются. Резиновый предмет, полученный этим способом в пресс-форме, всегда немного меньше, чем форма, и причиной является разница в тепловом расширении между резиной и металлом, из которого изготовлена форма.

Формование резиновой смеси с одновременной вулканизацией производится в пресс-формах на гидравлических прессах. Формы могут быть подвижными, т.е. их можно снять с пресса или установить на верхнюю и нижнюю пластины пресса.

Литье под давлением - экструзия.

Резиновая смесь впрыскивается в машину в виде полосок или более мелких кусков и впрыскивается в форму с помощью экструдера при определенной температуре и давлении впрыска. Температура верхней и нижней пластин, а также время вулканизации определяются скоростью вулканизации смеси и размером инструмента.

В компании «Гумма Лайн» был проведен анализ брака по продукту «протектор» за 2019 год на линии экструзии. Результаты анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Количество брака по дефектам за 2019г. на линии экструзии.

Название дефекта	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек	Всего за 2019 год
Недолив	47	35	54	51	40	51	32	32	35	31	0	35	443
Старая резина	62	83	75	54	79	59	70	55	55	89	0	95	776
Несоответствие по геометрическим размерам	533	59	1559	1406	370	1172	676	594	1701	517	0	574	9161
Разрыв	58	54	66	66	60	53	69	65	68	61	0	58	678
Деформация	63	73	64	69	79	70	77	65	74	62	0	61	757
Пузыри	66	67	71	67	58	70	61	63	76	79	0	82	760
Итого:	829	371	1889	1713	686	1475	985	874	2009	839	0	905	12575

Для определения самого массового дефекта предлагается построить диаграмму Парето, рисунок 2, которая поможет определить 20% видов дефектов, которые дают самое большое количество бракованной продукции.

Согласно Диаграмме Парето, основной дефект, встречающийся при производстве протекторов на линии экструзии, это несоответствие по геометрическим размерам. Его доля в общем количестве брака за 2019 год превышает 72%. Таким образом, обнаружив и решив причину появления данного дефекта, получится сразу снизить уровень брака на 72,8%.

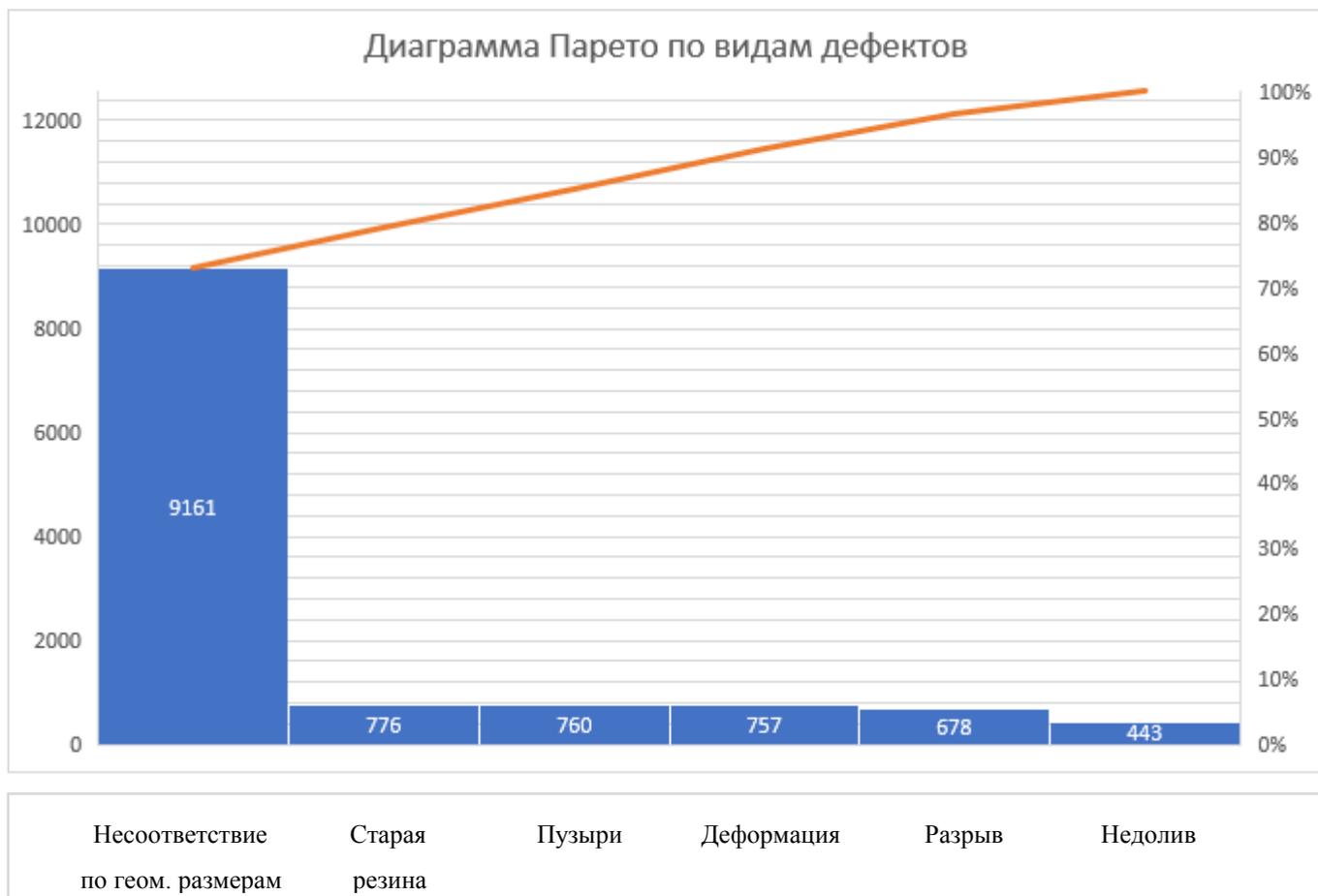


Рисунок 2 – Диаграмма Парето

Главными причинами появления брака «Несоответствие по геометрическим размерам» является тот фактор, который упоминается ранее – резиновый компонент, изготовленный методом литья всегда немного меньше, чем прессформа, что уже дает отклонение от идеального значения. В связи с этим, при проектировании оснастки стараются изготовить гнезда для литья продукта немного больше, чтобы изделие получалось по своим размерам ближе к номинальному значению [7]. Также важно учитывать тот факт, что в процессе хранения имеет место быть так называемая «утяжка» — это процесс, когда после изготовления в процессе остывания изделие уменьшается в своих размерах. В связи вышесказанным, можно сделать вывод что контролировать геометрические размеры в процессе литья резины

достаточно сложно, т.к. правильное и точное изготовление оснастки не дает 100% гарантию что продукт получится качественным и будет соответствовать чертежу по геометрическим размерам. Поэтому очень важно контролировать параметры работы оборудования, которые также влияют на усадку изделий после изготовления [19]. Но протекторы в Гумма Лайн изготавливаются без измерения фактических значений параметров работы оборудования и продукта, записей в контрольных листах, применения контрольных карт для принятия решения о корректировке параметров линии экструзии и характеристик продукта (внутреннего, внешнего диаметров) для стабильного производства годного продукта.

По факту за 2019 год было изготовлено 9161 шт. бракованной продукции по дефекту «Несоответствие геометрическим размерам».

Анализируя внутренний брак за 2019 год, можно увидеть следующую ситуацию, представленную в таблице 7.

Таблица 7 – Количество брака за 2019г. на различных видах протекторов:

Номер протектора	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек
200.2.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	0	0
200.2.169	0	0	0	0	0	0	41	0	240	0	0	574
200.2.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200.2.199	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201.2.160	0	0	1559	700	320	991	635	574	687	0	0	0
201.2.161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
202.2.160	33	0	0	650	50	181	0	0	279	80	0	0
202.2.161	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
205.2.160	0	0	0	56	0	0	0	0	495	32	0	0
206.2.160	0	59	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0
Итого:	533	59	1559	1406	370	1172	676	594	1701	517	0	574

Анализируя данные, можно отметить, что самое большое количество брака производится на протекторах 201.2.160, 202.2.160 и 206.2.160.

Затраты по браку, которые образовались при производстве данных бракованных изделий на линии экструзии за анализируемый период, указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на брак, которые образовались при производстве

Номер протектора	Затраты на производство брака, EUR
200.2.161	28,98
200.2.169	101,38
200.2.195	4,73
200.2.199	17,19
201.2.160	1289,09
201.2.161	0
202.2.160	451,69
202.2.161	0,07
205.2.160	171,95
206.2.160	317,52
Итого:	2382,6

Помимо затрат на брак, компания Гумма Лайн несёт затраты на сортировку готовой продукции. Данные затраты отражены в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты на сортировку заблокированной готовой продукции:

Месяц	Количество часов	Стоимость 1 часа, EUR	Количество рабочих	Общая стоимость работы, EUR
Январь	42,26	2,27	2	191,8604
Февраль	30	2,27	2	136,2
Март	29,8	2,27	2	135,292
Апрель	90,93	2,27	2	412,8222
Май	22,5	2,27	2	102,15
Июнь	24,43	2,27	2	110,9122
Июль	47,76	2,27	2	216,8304
Август	27,5	2,27	2	124,85
Сентябрь	30,09	2,27	2	136,6086
Октябрь	18,65	2,27	2	84,671
Ноябрь.	0	2,27	2	0
Декабрь	35,75	2,27	2	162,305
Итого за год	399,67	27,24	24	1814,502

Также, кроме затрат при производстве и сортировке, Гумма Лайн рискует остановить конвейер своего потребителя протекторов - Hi-Lex RUS.

Потребитель имеет две одинаковые сборочные линии с 6 станциями, всего 3-5 операций на станцию.

Существует две операции, в которых защитные устройства обнаруживают отклонение в случае, если фактический размер меньше допустимого нижнего предела диаметра 9,4 мм или выше диаметра 12,6 мм.

Если диаметр меньше 9,4 мм, то трос коробки переключения передач не проникает в протектор и дальнейшая сборка невозможна.

Если диаметр 12,6 мм выше, то надеваемая поверх протектора защита от ударов не будет установлена.

В обоих случаях должна быть незапланированная остановка конвейера сборки, следовательно, HLR не сможет достичь цикла и такта, как запланировано производством и может выставить затраты, связанные с остановкой на виновника (поставщика).

Обобщая вышеизложенный анализ, можно сделать вывод, что самый массовый дефект при производстве протекторов это «Несоответствие по геометрическим размерам», которое образуется либо в процессе производства, либо после остывания изделия после формирования. Наибольшие затраты на качество представляют собой производство протекторов и сортировку заблокированной продукции. Помимо этого, компания рискует возмещать убытки, связанные с остановкой конвейера и как следствие простоем у потребителя. Рекомендации и мероприятия по улучшению процесса производства протекторов на линии экструзии будут рассмотрены далее.

## **Глава 3. Мероприятия по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака**

### **3.1. Применение методов для повышения результативности и снижению уровня брака**

Для того чтобы решить проблему, описанную выше, необходимо найти коренную причину возникновения дефекта «Несоответствие геометрических размеров» на линии экструзии. Для этого необходимо применить простой, но в то же время очень эффективный метод поиска коренной причины отклонения – метод «5 Почему?».

Данный метод заключается в поочередном ответе на пять вопросов «Почему?», что в итоге приводит к обнаружению коренной причины несоответствия. Желательно не ограничиваться 5-ю причинами, так как более глубокий анализ дает возможность найти истинную причину несоответствия и предотвратить его появление в дальнейшем [16].

Как правило, в системе менеджмента качества первый вопрос звучит как «Почему система контроля не выявила дефект»? Как итог, первичный анализ должен повлечь за собой действия, которые должны быть предприняты в дальнейшем для предотвращения появления подобного отклонения.

Для того, чтобы понять, была ли установлена истинная причина появления несоответствия, необходимо задать вопросы и получить на них ответы:

- Если устранить выявленную причину, исчезнет ли проблема?
- Если нет, то виден ли дальнейший путь по цепочке определения причин?
- Если нет, то какой путь предположительно возможен дальше?
- Как я могу это подтвердить?
- Если я устраню эту причину, исчезнет ли проблема?

– Спрашивать: «Почему?» до тех пор, пока не станет ясна истинная причина проблемы.

Остановившись на причине, устранение которой приведет к исчезновению проблемы надо последовательно задать вопросы и получить на них ответы:

– Могу ли я предотвратить возникновение данной проблемы в дальнейшем, устранив эту причину?

– Объясняет ли причина все факты относительно этой проблемы?

– Проходит ли цепочка тест «Поэтому» (обратная связь по цепочке)?

Цепочка причинно-следственных связей, пройденная в обратном порядке, должна логически ответить на вопрос «Почему?1». Прохождение обратной связи по цепочке является критерием того, что коренные причины установлены верно.

Во время выполнения заполняется форма «Анализ 5-Почему» раздел «Причина возникновения столбцы «Почему?1», «Почему?2» и так далее, в зависимости от сложности проблемы. Результаты анализа вносятся в бланк, который представлен в приложении А.

Анализ причины возникновения дефекта с использованием метода «5 почему».

«Что?» - повышенный уровень брака изделия «Протектор» при изготовлении на линии экструзии.

«1 Почему?» - несоответствие геометрических размеров изделия, после формирования и остывания

«2 Почему?» - вовремя не было обнаружено отклонение параметров работы оборудования при изготовлении продукта

«3 Почему?» - не была проведена сверка требуемых процессом параметров работы оборудования с фактическими значениями

«4 Почему?» - отсутствуют чек листы для записи фактических параметров работы оборудования во время производства

«5 Почему?» - системой Гумма Лайн не предусмотрен контроль параметров процесса изготовления продукции на линии экструзии во время работы оборудования.

«Коренная причина?» - отсутствует контроль параметров процесса работы оборудования, и понимание того, как параметры работы влияют на характеристики продукта.

При использовании инструмента «5 Почему?» установлена корневая причина появления дефекта несоответствие геометрических размеров – это отсутствие контроля параметров работы оборудования, и понимание того, как параметры работы влияют на характеристики продукта. Действиями по устранению корневой причины по этапам являются:

- 1) Модернизация экструзионной линии с точки зрения чувствительности параметров литья. Для того, чтобы понять, как отклонения параметров работы линии экструзии влияют на характеристики продукции, необходимо провести SPC – анализ. Для этого необходимо повысить точность измерений параметров работы на оборудовании. В таблице 10 предоставлены параметры точности шкал.

Таблица 10 – Точность шкал на оборудовании

Номер	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5	Параметр 6	Параметр 7	Параметр 8	Параметр 9	Параметр 10	Параметр 11	Параметр 12	Параметр 13
Параметр	Темп. зона 1	Темп. зона 2	Темп. зона 3	Темп. зона 4	Темп. зона 5	Темп. преднагрева 1	Темп. преднагрева 2	Темп. зона 1	Магнетрон 3	Магнетрон 4	Скорость линии	Скорость хода	Скорость вращения
Верхняя граница допуска	45	45	45	45	50	260	260	270	1,8	1,8	9	8	10,5
Номинал	35	35	35	35	40	250	250	260	1,5	1,5	8	7	9,5
Нижняя граница допуска	25	25	25	25	30	240	240	250	1,2	1,2	7	6	8,5
Единица измерения	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	kW	kW	m/min	m/min	o/min
Шкала деления	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	0,1
Низкая чувствительность	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Разброс Max-Min	20	20	20	20	20	20	20	20	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	2,0
Необходимая чувствительность для SPC	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	0,1

Из данных таблицы 10 можно заметить, что для отслеживания параметров 9-12 применяются слишком грубые шкалы с низкой точностью. В связи с чем необходимо произвести модернизацию линии экструзии по обновлению контрольного оборудования.

2) Необходимо нанять или выделить из имеющихся резервов дополнительно по 1 человеку на каждую смену, для управления записями экструзионной линии, т.к. сбор и обработка данных займёт много времени.

Время работы за смену 1,2: 8 часов = 480 минут = 28 800 секунд

Чистое время работы в смену 1,2: 8 часов - 30 минут- время обеда, 15 минут на 2 перерыва = 480-60 = 420 минут = 25 200 секунд

Время работы в смену 3: 6,3 часа = 378 мин = 22 680 сек

Чистое время работы в смену 3: 6,3 часа - 30 минут, время обеда - 15x2 перерыва = 378-60 = 318 минут = 19,080 секунд

Количество параметров на экструзионную линию: 13

Время сбора фактических значений параметра линии экструзии  $\approx$  2 мин.

Частота записи в чек-листе контроля в смену 1.2: 420/30 измерений за смену = 14 мин. - 2 мин. = 12 мин.

Частота записи в чек-листе контроля в смену 3: 378/30 измерений за смену = 10,6 мин - 2 мин = 8,6 мин

3) Обучить персонал заполнять чек лист параметров процесса изготовления, строить, читать контрольную диаграмму  $\bar{X}$ mean и Ranges, выдвигать гипотезы, принимать решения и метод PFMEA на основе Alignment AIAG & VDA (цепочка функций, дисфункция). Для линии экструзии был разработан бланк для записи параметров работы оборудования, который можно найти в приложении В.

Первоначально вывод делается по карте размахов:

Необходимо выбрать контрольную карту, которая демонстрирует минимальную изменчивость между размахами.

Если на выбранной карте одна из выборок значительно отличается от остальных и/или выходит за пределы контрольных границ, то необходимо повторно измерить образец продукции (перепроверить размер).

Если после повторного измерения отличие осталось, то данное индивидуальное значение удаляется из расчетов, после чего проводится повторный анализ.

«Выпавший» параметр необходимо проанализировать с целью идентификации и устранения причин:

- обнаружить «аномалии» в конструкции (структура, хим. состав, геометрия и проч.);

- проверить влияние особых событий в процессе.

Далее необходимо провести анализ карты средних значений:

Оценить краткосрочную стабильность процесса по средним используя карту, выбранную на предшествующем этапе анализа.

Действия с «сильно отличающимися» значениями, аналогичны действия по карте размахов.

На основании полученных результатов измерений образцов, построить карты с разными объемами выборок.

Если на карте средних присутствуют тренды, потенциально влияющие или приводящие к выходу процесса за пределы контрольных границ или допусков, то необходимо определить такую периодичность взятия выборок, которая бы предупреждала выход процесса за пределы контрольных границ, а также подробный план реагирования производственного персонала для выполнения корректировки процесса.

4) Разработать инструкцию по разработке карты процесса, выбора метода управления параметрами процесса и характеристиками продукта.

Для определения правил корректировки может потребоваться эксперимент.

Если правила корректировки будут установлены без достаточных знаний о процессе, то это может привести к некорректной регулировке, как результату неадекватного воздействия на особую причину изменчивости.

В рабочей инструкции для оператора должны быть определены правила управления процессом, а именно:

- указаны случаи, в которых необходимо производить наладку процесса (рекомендуется использовать не более 2-х критериев, например: выход за контрольную границу и тренд);

- методики регулировки процесса (компенсация режимов, замена оснастки, чистка и прочее).

5) Необходимо выбрать пилотный продукт для улучшения (предложение взять проблемный продукт потребителя HLR протектор 201.2.160). Как было описано ранее, данный продукт имеет самое высокое количество брака – 9690 штук за 2019 год, а также на производство данного брака Гумма Лайн тратит самое большое количество денег - 1289,09 EUR.

6) Создать PFMEA кросс-функциональную команду с определением значимых факторов для планирования экспериментов, цепочки функций и дисфункций [22]. Порядок проведения PFMEA анализа указан в таблице 11.

Таблица 11 - Порядок проведения анализа видов, последствий и причин потенциальных дефектов (отказов) процессов (PFMEA).

Процесс	Описание
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;">                     Определение участников FMEA-команды                 </div> 	PFMEA проводится и поддерживается межфункциональной командой, возглавляемой директором. Рекомендуемое число участников FMEA-команды – от 4 до 8 человек. Полный состав участников FMEA-команды должен быть неизменным, однако в отдельные дни в работе FMEA-команды может принимать участие неполный ее состав, что определяется целесообразностью присутствия тех или иных специалистов при рассмотрении текущего вопроса.

Продолжение таблицы 11

Процесс	Описание
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Выбор технологической операции в соответствии с диаграммой потока процесса</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div>	<p>Диаграмма потока процесса (ДПП) содержит первостепенные входные данные для PFMEA. На ДПП отображают последовательность создания продукции от входа до выхода, т.е. каждая операция процесса изготовления, а также относящиеся к ним выходы и входы. Форма ДПП представлена в РРАР.</p> <p>С помощью ДПП команда определяет процесс для проведения PFMEA. При этом стоит учитывать, что PFMEA включает все процессы на предприятии, влияющие на процессы изготовления и сборки, в том числе отгрузку готового изделия, получение и перемещение материала, хранение, транспортировку, маркировку и т.д.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Определение последовательности операций</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div>	<p>Для понимания границ выбранной операции необходимо расписать в виде блок-схемы последовательность операций с указанием 3-4 предыдущих и 3-4 последующих операций в соответствии с ДПП.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Определение функции и дисфункции выбранной операции</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div>	<p>Команда должна определить функцию выбранной операции и ее дисфункцию для выявления потенциальных видов отказов и установления степени влияния данной операции на последующие процессы и конечного потребителя.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Установление последовательности выполнения рассматриваемой операции</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div>	<p>Необходимо пошагово расписать выбранную операцию. Для этого команда может использовать опыт аналогичных проектов, имеющуюся технологическую документацию, накопленные знания и т.д.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Определение функции и дисфункции каждого шага</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div>	<p>Для каждого шага команда должна определить функцию и дисфункцию для выявления причин возможных несоответствий.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Применение методики 6М для определения причин потенциальных видов отказов</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div>	<p>Для определения причин возникновения потенциальных отказов команде необходимо рассмотреть каждый шаг по методике 6М: материал, метод, человек, окружающая среда, оборудование, средства измерений.</p> <p>Суть методики 6М заключается в следующем: выяснить как влияют 6 перечисленных выше факторов на каждый шаг процесса, определить возможные причины отказов, т.е. в каком случае и при каких условиях тот или иной шаг процесса повлечет за собой невыполнение своей основной функции.</p> <p>Причина должна быть детализирована насколько это возможно. Не допускается использование неоднозначных фраз (например, ошибка оператора или ошибка при установке).</p>

Продолжение таблицы 1

Процесс	Описание
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Определение видов потенциальных отказов                 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Если функция рассматриваемого процесса четко определена, то виды отказов легко идентифицировать путем определения условия, когда основная функция не выполняется. Команда должна учитывать, что отказ может произойти, но необязательно, поэтому используется термин «потенциальный».
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Установление связей между видами и причинами потенциальных отказов                 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Команда должна рассмотреть информацию, полученную при анализе по методике 6M, и определить связь между видами и причинами потенциальных отказов, т.е. выяснить по какой из предложенных причин может возникнуть тот или иной отказ.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Заполнение протокола PFMEA-анализа                 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Рекомендации по заполнению и форма протокола PFMEA-анализа приведены в Приложении Б
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Заполнение таблицы SOD                 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Данные из протокола PFMEA-анализа заносятся в таблицу SOD, представленную в Приложении Б. Затем таблица ранжируется в порядке убывания по значению критерия S, затем по критерию O.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Проведение анализа SOD                 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Анализ SOD позволяет определить приоритетные действия для решения проблем. Команде стоит выделить мероприятия, имеющие высокие ранги значимости и возникновения. При этом не рекомендуется использовать значения ПЧР для определения приоритетности действий.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     Доведение информации до высшего руководства                 </div>	Результаты PFMEA-анализа необходимо довести до сведения высшего руководства в виде плана действий по результатам PFMEA на совещаниях по качеству.

7) Создать проект экспериментов по методу Тагути. Для его проведения были выбраны 4 основных параметра работы линии экструзии, которые по опыту технологов сильнее всего влияют на параметры продукта: это магнетрон 3, магнетрон 4, скорость линии и скорость конвейера. Затем необходимо изготовить 50 метров продукции, с замером параметров продукции каждые 5 метров и записать в чек лист параметров продукта, приложение Г. После чего меняем параметры работы оборудования по уровню 2, и также производим 50 метров продукции с замером каждые 5 метров и записью в чек лист. В результате, после сведения результатов в таблицу, анализа факторов, выполняется анализ степени влияния факторов работы оборудования на продукт. По итогу проведения анализа делается

заключение об отклике продукта на изменения параметров работы линии экструзии. Одно из важных преимуществ метода Г. Тагути: нет необходимости получать наилучший результат, важно получить результат, достаточно близкий к нему, выявить тенденцию.

Матрица планирования составляется по следующим правилам:

- Используем символы 1 и 2 вместо уровней каждого параметра.
- В каждой строке задается уровень для каждой переменной, участвующей в эксперименте.
- Все столбцы матрицы попарно ортогональны. Это означает, что в каждой паре столбцов имеются все комбинации уровней переменных и все они встречаются одинаковое число раз.
- Первая строка выбирается так, чтобы управляемые параметры находились на уровне 1.
- Последующие строки при составлении матрицы набираются по правилу: при построчном переборе всех вариантов частота смены уровня управляемых параметров для каждой последующей переменной вдвое меньше, чем в предыдущей.

Использование ортогональных матриц - одно из основных инструментальных средств методов Г. Тагути. Эти методы планирования часто называются дробными от полнофакторного эксперимента, потому что они - специфическая комбинация испытаний из полнофакторного эксперимента.

К тому же сбалансированный эксперимент позволяет произвести точнее оценку влияния параметров друг на друга, чем при поочередном изменении параметров, так как в таких экспериментах только один управляемый параметр изменяется во времени, тогда как другие остаются фиксированными. А используемый метод ортогональной матрицы одновременно исследует несколько параметров. В следующих друг за другом экспериментах меняются значения нескольких переменных. Соответствующая ортогональная матрица используется для того, чтобы

определить, как нужно менять эти переменные, чтобы влияние каждой из них можно было отделить от влияния других переменных на заключительной стадии эксперимента.

8) Распределить полученный опыт по всей линейке экструзионных линий.

Внедрение контроля параметров процесса работы оборудования и их своевременная корректировка должны будут способствовать снижению уровня брака на линии экструзии.

### **3.2 Экономическая эффективность внедрения предложенных мероприятий**

Для расчета экономической эффективности, предложенного ранее проекта по улучшению, необходимо рассчитать затраты, которые понесет компания при внедрении данного проекта.

Для внедрения элементов SPC анализа на ООО «Гумма Лайн» и методике проведения экспериментов Тагути потребуются проведение обучения для персонала на линии экструзии по заполнению контрольных карт, а также планированию эксперимента. Для проведения обучения рекомендуется нанять специального преподавателя, который должен иметь удостоверение, подтверждающее его квалификацию.

Стоимость эксперимента Тагути.

Для проведения эксперимента по определению влияния параметров работы оборудования на конечный продукт, необходимо:

Произвести обучение инженерного состава, а также начальников смен по планированию экспериментов, основам проведения SPC-анализа, построению и чтению контрольных карт. Стоимость данного обучения 2000 EUR.

Произвести закупку резиновой смеси для оборудования:

250 кг x 2,05 евро / кг = 512,5 евро

Выделить для работы двоих операторов:

8 часов x 2,27 евро / час x 2 оператора = 36,32 евро

3) Также потребуется один контроллер: 8 часов x 2,80 евро / час = 22,4 евро

Итого: 571,22 EUR.

Для того, чтобы эффективно внедрить улучшение, необходимо разделить задачи по зонам ответственности соответствующих руководителей:

Директор по качеству - Функция поддержки (методическое практическое применение, подготовка бланков, консультации по обработке полученных данных);

Лидер команды по улучшению – Организатор эксперимента, сбор, мониторинг фактических значений параметров линии экструзии, внедрение контрольных листов, статистических методов, организация обучения производственного персонала;

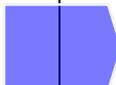
Директор по производству – Оформить заявку на закупку опытной партии резиновой смеси для проведения экспериментов;

Начальник смены – Производить настройки и изменение параметров работы линии экструзии во время смены;

Специально нанятый работник (контроллер) - Сбор данных во время смены, внесение записей в электронную таблицу Excel (контрольную карту).

Для своевременного исполнения руководителями закрепленных за ними обязательств, предлагается использовать Таблицу 12 с указанием ключевых вех проекта.

Таблица 12 – Ключевые вехи проекта улучшения

Ключевые вехи проекта	КН 36	КН 37	КН 38	КН 39	КН 40
Закупка резиновой смеси					
Обучение эксперименту Тагути, проведению SPC анализу					
Проведение эксперимента					
Обработка данных					
Принятие решения высшего руководства об эффективности					
Пилотный проект					

Для того, чтобы посчитать экономический эффект от внедренных мероприятий, необходимо сделать прогноз по количеству брака на 2020 год. Данный прогноз представлен в Таблице 13.

Таблица 13 – Прогноз по количеству брака на линии экструзии

Прогноз исходных данных	2020 год						2021 год					
	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Объем брака	996,00	684,00	1559,00	1406,00	370,00	1172,00	676,00	594,00	1701,00	517,00	0,00	574,00
Стоимость брака в евро	160,62	45,10	405,47	365,67	96,23	304,81	175,81	154,49	442,40	134,46	0,00	149,29
Стоимость сортировки в евро	256,56	166,07	135,29	412,82	102,15	110,91	216,83	124,85	136,61	84,67	0,00	162,31
Общая стоимость в евро	417,18	211,17	540,76	778,50	198,38	415,73	392,65	279,34	579,01	219,13	0,00	311,59

Теперь можно посчитать экономический эффект от внедрения улучшения.

Таблица 14 – Расчет экономического эффекта от проекта.

Расчетные данные	2020 год						2021 год					
	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ставка дисконтирования	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
Год окупаемости	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Процент улучшения				99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Инвестиции в EUR	0	0	- 2571,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Подготовка для проведения эксперимента			571,22									
Учебный центр, Тагути			2000									
Снижение стоимости брака в евро			1169,11	770,71	196,40	411,57	388,72	276,54	573,22	216,94	0,00	308,48
Экономия в евро			- 2571,22	-398,40	- 202,00	209,57	598,29	874,83	1448,05	1664,99	1664,99	1973,46
Чистая приведенная стоимость (NPV)			0,00	- 2571,22	- 398,40	- 202,00	209,57	598,29	874,83	1448,05	1664,99	1664,99
Индекс рентабельности реализации проекта (IP)	<b>22%</b>											

Итоги расчетов из таблицы 14:

NPV= 3289.095 EUR

IP=22%

PBP (срок окупаемости) = 8 месяцев

Ниже на рисунке 3 представлена диаграмма эффективности предложения по улучшению линии экструзии с указанием срока окупаемости.

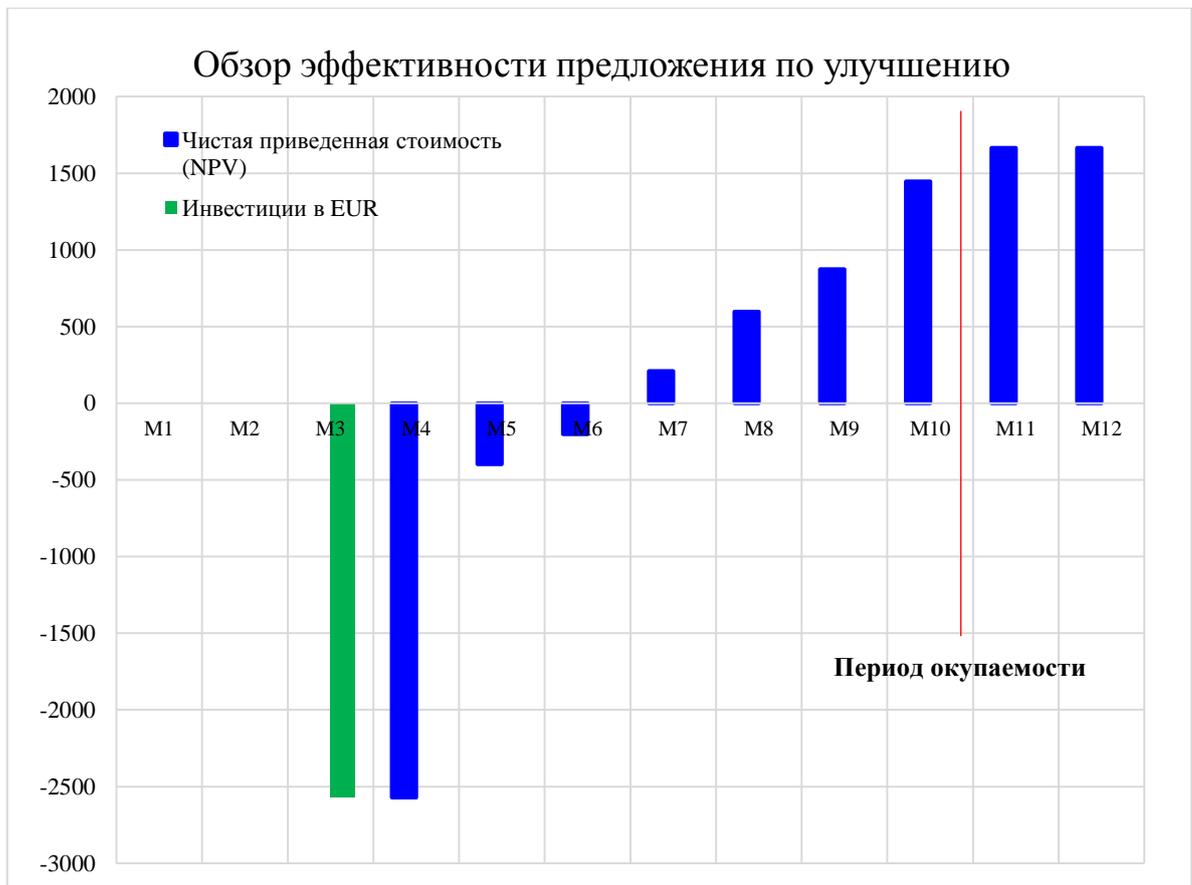


Рисунок 3 – Диаграмма эффективности улучшения

Обобщая вышесказанное, можно подвести итоги по экономической составляющей проекта улучшения линии экструзии в компании Гумма Лайн:

Срок окупаемости инвестиций на основе прогнозных исходных данных составляет 8 месяцев.

Индекс рентабельности проекта составляет 22%.

Проект принесет доход в размере 3289 евро в случае положительного результата эксперимента Тагути, реализации SPC, управления записями.

## Заключение

Управление качеством является очень важной частью ведения современного бизнеса. В условиях современного экономического рынка, руководителям предприятий по производству автокомпонентов необходимо уделять особое значение и внимание изучению качества продукта и методам его повышения. А также рассматривать все факторы, которые прямо или косвенно оказывают на него влияние. Благодаря высокому качеству своего продукта компания может рассчитывать на более эффективную экономическую деятельность, на более высокие доходы, а также на формирование положительного имиджа компании в глазах потребителей.

В первой главе были рассмотрены теоретические аспекты статистических инструментов управления качеством. Применение статистических методов в условиях массового производства позволяет проанализировать тенденции изменения процессов на предприятии и, в случае необходимости, скорректировать их, а также снизить затраты на контроль (увеличить эффективность контроля) продукции.

Во второй главе была проведена экономическая характеристика предприятия, его стратегия, миссия и принципы компании. Гумма Лайн намерена полностью удовлетворить своих клиентов с точки зрения ожиданий, качества, сроков и цен, постоянно совершенствуя свою систему менеджмента качества, следуя стандартам в автомобильной промышленности и постоянным улучшением всех бизнес-процессов. Также в этой главе был проведен анализ брака по продукту «протектор» за 2019 год на линии экструзии. По факту за 2019 год было изготовлено 9161 шт. бракованной продукции, что в перерасчете в деньги равно 1814 EUR.

В третьей главе были предложены мероприятия по повышению результативности работы участка литья резины по снижению уровня брака.

Для внедрения SPC анализа на ООО «Гумма Лайн» и методике проведения экспериментов Тагути было предложено проведение обучения

для персонала на линии экструзии по заполнению контрольных карт, а также планированию эксперимента. По итогу срок окупаемости инвестиций на основе прогнозных данных составляет 8 месяцев, индекс рентабельности проекта составляет 22%, а проект принесет доход в размере 3289 евро.

В ходе выполнения бакалаврской работы на предприятии ООО «Гумма Лайн» был проведен анализ продукта «протектор» и выявлен самый массовый дефект – «Несоответствие по геометрическим размерам». Для решения данной проблемы было предложено использовать чек-листы для сбора и анализа показателей процесса производства во время работы оборудования, а также провести эксперимент Тагути для выявления зависимости геометрических размеров протектора от параметров работы линии экструзии.

В итоге была решена задача по повышению результативности участка литья резины по снижению уровня брака, были разработаны рекомендации по внедрению улучшения на производственной площадке, чтобы снизить затраты на брак. Реализовав эти предложения по улучшениям, компания ООО «Гумма Лайн» имеет все шансы стать региональным лидером в производстве резиновых и пластмассовых изделий, сохранить лидирующие позиции в производстве резиновых уплотнительных профилей, тормозных шлангов и технических резиновых изделий, а также сохранить статус признанного поставщика оригинального оборудования для OEM-производителей. В связи с чем можно сделать вывод, что цель бакалаврской работы была достигнута, а поставленные задачи выполнены.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Анализ состояния производства энергоэффективных строительных материалов: учеб.-метод. пособие / В.И. Логанина. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 36 с.
2. Аскеров П.Ф., Цветков И.А., Кибиров Х.Г. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности организации: Учебное пособие П.Ф. Аскеров, И.А. Цветков, Х.Г. Кибиров; под общ. ред. П.Ф. Аскерова М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 176с. ISBN: 978-5-16-009793-0.
3. Бородачёв С.М. Статистические методы в управлении качеством: Учебное пособие / С.М. Бородачёв, - 2-е изд., стер. - М. : Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 86 с. ISBN 978-5-9765-3047-8.
4. Васин С. Управление качеством. Всеобщий подход. Учебник для СПО - Litres, 2018. – 142с. ISBN 5041459266, 9785041459260
5. Вдовин С.М. Система менеджмента качества организации: Учебное пособие / С.М. Вдовин, Т.А. Салимова, Л.И. Бирюкова - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 299 с. ISBN: 978-5-16-005070-6
6. Гинис Л. Статистические методы контроля и управления качеством. Прикладные программные средства, 2019 – 12 с. (Южный федеральный университет), - ISBN 5041506345
7. Горобченко С. Курс Наука логики для менеджеров с элементами ТРИЗ Litres, 2019 - 113с. ISBN 504208827X, 9785042088278
8. ГОСТ Р 51814.3-2001 Системы качества в автомобилестроении. Методы статистического управления процессами.
9. ГОСТ Р ИСО 22514-2-2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 2. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса на основе модели его изменения во времени.
10. Елохов А.М. Управление качеством: Учебное пособие / А.М. Елохов - 2 изд., перераб. и доп. - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 334 с. ISBN 978-5-16-010389-1

11. Зайцев Г.Н. Управление качеством в процессе производства: Учебное пособие / Г.Н. Зайцев - М. : ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 164с. ISBN 978-5-369-01501-8.
12. Критические контрольные точки. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iksystems.ru/a74/> (дата обращения: 12.05.2020).
13. Лукичева Л.И. Менеджмент организации: теория и практика: Учебник для бакалавров / Л.И. Лукичева, Е.В. Егорычева; Под ред. Ю.П. Анискин. - М.: Омега-Л, 2016. - 488 с.
14. Магер В.Е. Управление качеством: Учебное пособие / Магер В.Е. - М. : ИНФРА-М Издательский Дом, 2015. - 176 с. ISBN 978-5-16-004764-58.
15. Мердок Дж. Контрольные карты. М.: Изд-во "Финансы и статистика", 1986. - 150 с.
16. Михеева Е.Н. Управление качеством: Учебник / Е.Н. Михеева, М.В. Сероштан, - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Дашков и К, 2017. - 532 с. ISBN: 978-5-394-01078-1
17. Николаева Э.К. Семь инструментов качества в японской экономике – производственное издание Издательство стандартов, 1990 -42с. – ISBN 5-7050-0092-8
18. Плотникова И. А. Экономический анализ производственно-хозяйственной деятельности : учебное пособие / И. А. Плотникова, И. В. Сорокина. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 332 с. — ISBN 978-5-4486-0728-8.
19. Управление качеством : учеб. пособие / Ю. Г. Малахова, Е. А. Жирнова, Н. В. Захарова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2014. – 168 с..
20. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Статистические методы в управлении качеством» / сост. В. Н. Козловский, Н. В. Афиногентова, Д. И. Панюков. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2015. – 124 с..
21. Bourke J. Innovation, quality management and learning: Short-term and longer-term effects // Research Policy, 2017. 1518p

22. P\_PU5\_rev4 Управление несоответствиями/ООО «Гумма Лайн» – Тольятти 2020 – 15с.

23. P\_PP3\_rev2 Измерительное оборудование/ ООО «Гумма Лайн» – Тольятти 2020 – 13с.

24. U\_PR3\_23 Статистические методы/ ООО «Гумма Лайн» – Тольятти 2020 – 35с.

25. Zhao Z. Analysis of relationship between quality management system and design assurance system // Procedia Engineering. – 2017. – Volume 80. – PP. 565-572.

Приложение А  
**Форма бланка «5 Почему?»**



# 5WHY

Supplier: \_\_\_\_\_

Code: \_\_\_\_\_

Step	Description
<b>Why?</b> Почему?	
<b>Why?</b> Почему?	
<b>Where?</b> Где?	
<b>Why?</b> Почему?	
<b>Why?</b> Почему?	
<b>Why?</b> Почему?	
<b>Root cause?</b> Коренная причина?	

Pictures/Фото:

Приложение Б  
**Форма протокола PFMEA-анализа**

FMEA <b>GOMMA</b> 																	
Название продукта/ Внутренний номер				Тип, модель, год				Ответственность за процесс				Ключевая дата					
A)				C)				E)				G)					
Номер продукта потребителя				Подготовил				Потребитель				Дата (оригинала/ пересмотра)					
B)				D)				F)				H)					
FMEA команда																	
D)																	
Номер операции процесса	Функция/ Требования процесса	Описание потенциального дефекта	Последствия потенциального дефекта	Значимость (S)	Классификация	Потенциальные причины/ механизмы дефекта	Возникновение (O)	Текущий контроль процесса	Обнаружение (D)	RPN	Рекомендуемые действия	Ответственность и срок	Результаты действий				
													Предпринятые действия и дата реализации	S	O	D	RPN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18



## Приложение Г

### Чек-лист записи характеристик продукта



#### Финальный контроль характеристик продукта

Пресс \_\_\_\_\_

Номер  
продукта \_\_\_\_\_

Наряд	Дата	Время	Событие	Характеристика продукта Измерительное оборудование: профиль			Визуальный контроль (на основании каталога дефектов)	Вес продукта в граммах	Начальник смены	Инженер-технолог	Примечание
				$\varnothing 9,6 \pm 0,2$ mm	$\varnothing 12,6 \pm 0,2$ mm	215+3/-5 mm					
							OK NOK				
							OK NOK				
							OK NOK				
							OK NOK				
							OK NOK				
							OK NOK				
							OK NOK				

Событие: 1 начало смены, 2 каждые 14 минут в 1,2 смены и каждые 10 минут в 3 смены, 3 смена рабочих, 4 смена параметров, 5 остановка линии, 6 перерыв больше, чем 15 минут, 7 другое