

**На правах рукописи**

**ПЕТРЕНКО Екатерина Сергеевна**

**КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА  
КАРТОННЫХ НАВИВНЫХ ГИЛЬЗ**

**Специальность:** 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством  
продукции

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Курск - 2013

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет» на кафедре «Инструментальные и метрологические системы»

Научный руководитель: Протасьев Виктор Борисович  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Юдин Сергей Владимирович  
доктор технических наук, профессор,  
ФГБОУ ВПО «Тульский филиал  
Российского государственного торгово-  
экономического университета»,  
профессор кафедры «Общих  
математических и естественнонаучных  
дисциплин»  
Сторублев Максим Леонидович  
кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО  
«Юго-Западный  
государственный университет»,  
доцент кафедры «Управление  
качеством, метрология и сертификация»

Ведущая организация: Открытое акционерное общество  
«Научно-производственное объединение  
«Сплав», г. Тула.

Защита диссертации состоится «2» июля 2013 г. в 15-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.105.09 при ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» по адресу: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94 (конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет».

Автореферат разослан «31» мая 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д 212.105.09



В.В. Куц

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы** Картон, как сырье для производства упаковочной тары, имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с пластиковыми аналогами – он экологически чист, легко поддается утилизации и вторичной переработке. Механические свойства картона достаточны для изготовления жесткой тары, предназначенной для хранения сыпучих продуктов, а в настоящее время и для жидкостей. Среди изготавливаемой тары особое место занимают картонно-навивные гильзы (шпули), процесс изготовления которых полностью автоматизирован, поскольку выполняется на оборудовании, в котором транспортное движение сочетается с формообразующими действиями.

Вместе с тем, повышенная до 9% дефектность процесса производства, вынуждает проводить исследования, направленные на повышение качества продукции. Ситуация осложняется наличием значительного числа используемых технологических и конструктивных параметров, их взаимосвязями и тем, что производители оборудования не раскрывают алгоритмы управления процессом производства гильз. Теоретически необоснованными, до настоящего времени, остаются вопросы оценки качества оборудования и его возможностей, и самих картонных навивных гильз. В таком же состоянии находятся задачи выборочного приемочного контроля и, главное, отсутствует оценка производственной системы в целом, мероприятий по снижению дефектности процесса изготовления картонных навивных гильз и регламенты по обслуживанию оборудования.

Работы по обеспечению качества картонных навивных гильз в России до настоящего времени не выполнялись.

**Степень разработанности проблемы.** В части исследования по оценке качества используемого оборудования и самих картонно-навивных гильз, работа является завершенной до возможностей практического использования. В части оценки качества производственной системы и разработки регламентов обслуживания оборудования исследования являются продолжением работ, связанных с управлением качеством.

**Цель работы:** создание системы квалиметрической оценки процесса изготовления картонно-навивных гильз путем определения причин возникновения дефектов, анализа возможностей оборудования, использования регламентов обслуживания оборудования и корректирующих воздействий.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие **задачи исследования:**

- Проведение анализа качества производственной системы;
- Выявление совокупности единичных показателей качества (ЕПК) комплексного изделия и определение весовых коэффициентов ЕПК;

- Разработка системы абсолютных и относительных оценок единичных показателей;
- Разработка системы квалиметрической оценки гильзонавивного оборудования и самой продукции;
- Выявление «слабых» мест производственной системы с использованием диаграммы Исикавы и системы FMEA;
- Разработка регламента технологического обслуживания оборудования.

**Методы и средства исследования.** При выполнении работы использовались: принципы построения квалиметрических оценок качества, инструменты анализа причин снижения качества, дифференциальное вычисление, методы построения и анализа морфологических матриц и приемы робастного проектирования, предложенные Г. Тагути.

**Объект исследования** – процесс производства картонных навивных гильз.

**Предмет исследования** – взаимосвязи показателей качества производственного процесса и продукции – картонных навивных гильз.

**Область исследований.** Содержание диссертационного исследования, соответствующего п.4 «Квалиметрические методы оценки качества объектов, стандартизации и процессов управления качеством» паспорта научной специальности 05.02.23 «Стандартизация и управление качества продукции» (технические науки).

***Положения научной новизны, выносимые на защиту:***

- метод оценки производственной системы с использованием морфологической матрицы, характеризующей производственную структуру и жизненный цикл продукции;
- анализ производственной системы с использованием морфологической матрицы, учитывающей взаимосвязь стадий жизненного цикла продукции и структуру производственной системы;
- метод оценки качества технологического оборудования по критериям правильности и точности с учетом потерь потребителей;
- обоснование критерия робастности  $K_{роб}$  для оценки качества используемого оборудования и продукции в сравнении с возможностями лидирующих фирм по обеспечению функциональных показателей продукции и их точности;
- систему квалиметрической оценки картонно-навивных гильз с использованием единичных показателей и комплексного показателя качества;
- систему регламентов по обслуживанию автоматического оборудования для изготовления картонно-навивных гильз.

***Практическая значимость результатов работы*** заключается в:

- выявлении причин дефектности процесса производства картонно-навивных гильз с использованием метода «Пять Почему?» и диаграммы Исикавы;

- разработке регламентов обслуживания оборудования, как важнейшей составляющей производственной системы;

- создании методики квалитетической оценки качества продукции, позволяющей производителям обоснованно оценивать свои конкурентные возможности.

**Степень достоверности полученных результатов.** Достоверность обеспечена:

- использованием объективной исходной информации, полученной от Яснополянской фабрики тары и упаковки (г. Тула)

- применением обоснованных теоретически и апробированных на практике методов квалитетической оценки единичных показателей качества для определения комплексных показателей качества оборудования и выпускаемой продукции;

- применением системного анализа с помощью двухфакторных морфологических матриц.

**Рекомендации об использовании результатов работы.** Предложенные в работе метод и методики могут служить основой для разработки СМК практически любой производственной системы при оценке возможностей обеспечения качества продукции.

Разработанные регламенты обслуживания оборудования носят универсальный характер и могут использоваться в автоматизированных производствах с низкой степенью робастности по отношению к дестабилизирующим факторам, возникающим из-за нестабильности рабочей среды.

**Публикации и апробация работы:** По тематике исследований опубликованы 6 работ, из них 3 без соавторов и 5 в ведущих рецензируемых изданиях, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

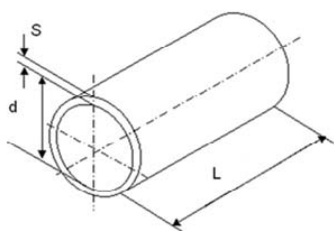
Основные положения работы докладывались на Международных научно-технических конференциях: «III Международной научно-практической конференция» (г. Курск, 2012г.), а также на научных конференциях профессорско-преподавательского состава ТулГУ (г. Тула, 2012, 2013 гг.)

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения и библиографического списка. Содержит 143 страницы машинописного текста, 21 таблицу, 31 рисунок, библиографический список из 78 наименований. Общий объем диссертации 143 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** отмечена актуальность выполненной диссертационной работы и приведены ее основные квалификационные характеристики. Сформулирована цель выполняемых исследований.

**В первом разделе** рассмотрены вопросы использования картонно-навивных изделий для хранения тонколистовой продукции в рулонах путем намотки на внешнюю поверхность, а также сыпучих и жидких продуктов при размещении продукции во внутренней полости (рисунок 1.).



L – Длина гильзы  
d – Внутренний диаметр гильзы  
S – Толщина стенки гильзы

Рис.1. Основные параметры картонной гильзы

Показаны преимущества картонной тары перед другими, используемыми при упаковке материалами. Рассмотрено общее состояние производства этой перспективной продукции, имеющей двойное назначение.

Проанализированы качественные возможности используемого автоматизированного оборудования (рисунок 2), особенностью которого

является использование роторного принципа функционирования, при котором формообразующие процессы совмещаются с транспортным движением картонных лент. По мере перемещения этих лент с бобин на технологическую оправку на них наносится клей, обеспечивается необходимое натяжение картонных лент и их взаимное расположение с учетом их толщины и ширины. Наиболее подробно рассмотрен узел нанесения клея на ленты, в котором доминирующее значение имеет конструкция и регулировка ракельного ножа.

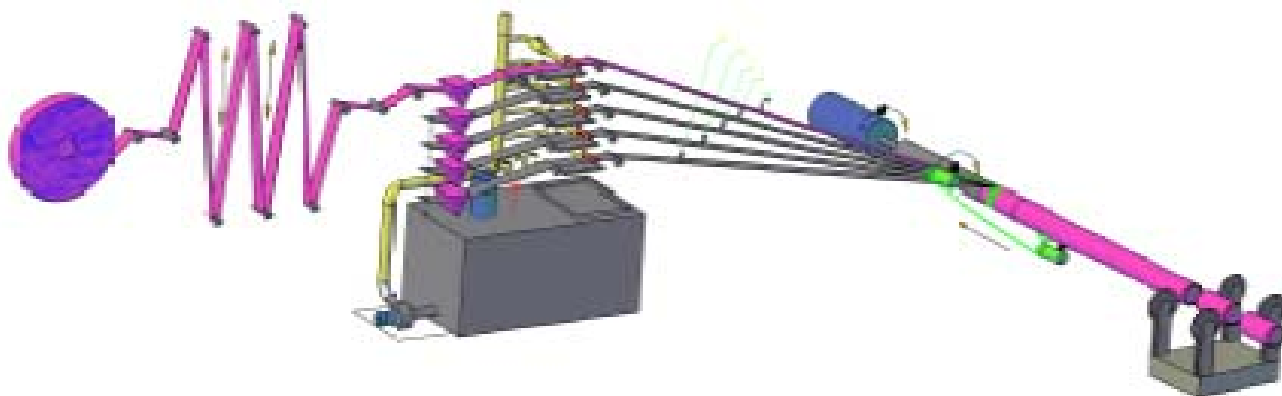


Рис. 2. Гильзонавивное оборудование

Выполненная путем определения полных дифференциалов оценка вариации наиболее важных параметров процесса (скорости движения ленты и длины формируемых гильз) показала избыточные значения этих параметров для стабильного протекания процесса формирования гильз. Например, вариация скорости ( $V=12$  м/мин) на технологической оправке достигает  $\Delta V=1,2$

м/мин, а вариация угла скрещивания при  $\beta=45^\circ$ ,  $\Delta\beta\sim 8^\circ$ . Погрешность длины готовых гильз составляет 3см при общей длине равной 1500 мм.

Из семнадцати технологических параметров только два регулируются с помощью программируемого логического контроллера (ПЛК), что не позволяет эффективно использовать технологическое оборудование, простой которого составляют 27%, а дефектность процесса производства достигает 9%.

Подробно рассмотрены особенности входного и технологического контроля с акцентом на качество выпускаемой продукции и сделан акцент на регламентацию обслуживания оборудования. В завершающей части главы сформулированы научные задачи диссертационной работы.

**Во втором разделе** с помощью морфологической матрицы  $M (F_1 \times F_2)$  (рисунок 3) рассмотрена производственная система изготовления картонно-навивных гильз. Такой способ представления производственной системы соответствует процессному подходу, согласно требованиям стандартов серии ИСО 9000.

| Объекты ПС<br>Стадии<br>жизненного<br>цикла   |           | Объекты ПС             |                            |                                 |                             |                              |  | $F_2$ |
|---|-----------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|-------|
|   |           | Объект<br>производства | Технология<br>производства | Технологическое<br>оборудование | Управление<br>производством | Производственный<br>персонал | Производственная<br>и технологическая<br>среда |       |
|   |           | $f_{n,1}$              | $f_{n,2}$                  | $f_{n,3}$                       | $f_{n,4}$                   | $f_{n,5}$                    | $f_{n,6}$                                      |       |
| Маркетинг                                     | $f_{1,n}$ |                        |                            |                                 |                             |                              |  |       |
| Технологическая<br>подготовка<br>производства | $f_{2,n}$ |                        |                            |                                 |                             |                              |  |       |
| Материально-<br>техническое<br>обеспечение    | $f_{3,n}$ | 3.1                    | 3.2                        | 3.3                             | 3.4                         | 3.5                          | 3.6  |       |
| Производственный<br>процесс                   | $f_{4,n}$ | 4.1                    | 4.2                        | 4.3                             | 4.4                         | 4.5                          | 4.6  |       |
| Контроль<br>и испытания                       | $f_{5,n}$ | 5.1                    | 5.2                        | 5.3                             | 5.4                         | 5.5                          | 5.6  |       |
| Упаковка<br>и хранение                        | $f_{6,n}$ | 6.1                    | 6.2                        | 6.3                             | 6.4                         | 6.5                          | 6.6  |       |
| Доставка                                      | $f_{7,n}$ |                        |                            |                                 |                             |                              |  |       |
| Эксплуатация                                  | $f_{8,n}$ |                        |                            |                                 |                             |                              |  |       |
|   |           | $F_1$                  |                            |                                 |                             |                              |  |       |

Рис. 3. Морфологическая матрица производственной системы  $M(F_1 \times F_2)$

Вектор  $F_1$  состоит из единичных векторов  $f_{i,n}$  жизненного цикла продукции, вектор  $F_2$  в таком же виде представляет производственную систему. Поле матрицы в виде пронумерованных информативных ячеек позволяет рассмотреть взаимосвязи векторов, сконцентрировав внимание на наиболее важных взаимодействиях, минимизируя объем документации.

С позиций обеспечения качества рассмотрены все взаимосвязи производственной системы. Далее с помощью системы FMEA определены так называемые приоритетные числа риска (ПЧР) для каждой взаимосвязи. Результаты представлены в виде диаграммы Исикавы (рисунок 4), где единичные векторы жизненного цикла продукции представлены отдельными ветвями, которые взаимодействуют с компонентами производственной структуры.



Рис. 4. Оценка значимости единичных векторов производственной системы

Наиболее критической является строка «Производственный процесс», у которой ячейки (4.1 – ПЧР=200; 4.3 – ПЧР=729; 4.4 – ПЧР=126; 4.5 – ПЧР=192) имеют недопустимо высокие значения.

Ячейка 3.1 (ПЧР=256) также требует особого рассмотрения, но в рамках настоящей работы такая задача не ставится.

Дополнительно методом попарного сравнения определена весомость каждого единичного вектора  $f_{i,i}$  производственной структуры, представленной суммарным вектором  $F_2$ . Ранжированный ряд этих векторов выражается неравенством

$$f_{2,3} > f_{2,4} > f_{2,2} > f_{2,6} > f_{2,1} > f_{2,5}.$$

Одним из «слабых мест» производства картонно-навивных гильз можно назвать повышенное количество источников загрязнения оборудования, связанных с особенностями используемого материала – большое количество бумажной пыли и клеевых скоплений.

Проведенный анализ позволил сконцентрировать внимание на квалиметрической оценке качества оборудования и самих картонно-навивных гильз, определении причин дефектности и особенно, на необходимости обслуживания технологического оборудования.



В этом же разделе рассмотрены особенности выборочного контроля продукции и выявлены недостатки этого процесса.

**Третий раздел** посвящен разработке методов квалитетической оценки технологического оборудования (рисунок 2), использующего роторный принцип, при котором формообразующие движения картонных лент и сопутствующие им действия совмещаются с транспортным движением этих же лент.

Предлагаемая методика построена на использовании уравнения для определения дефектности продукции, состоящей из значительного количества составляющих элементов и идеологии, предложенной Г. Тагути, который с помощью критерия «сигнал/шум» оценивает качество продукции (ее робастность) с учетом потерь потребителей.

Для оценки «сигнала» (добротности или правильности оборудования производителя) используется зависимость:

$$Q_{np}^{\Pi} = Q_{np}^{J-\Pi} = \prod_{i=1}^n \frac{Q_{\Pi i}}{Q_{Ji}} \cdot \prod_{i=1}^n t_i \quad (1)$$

где  $n$  – количество единичных показателей качества, принятых для оценки конструкции;

$\overline{Q}_{Ji}$  и  $\overline{Q}_{\Pi i}$  – средние значения абсолютных параметров ЕПК.

Точность оборудования в соответствии с принципами получения критерия «сигнал/шум» должна оценивать изменчивость параметра, расположенного в знаменателе.

Из этих соображений критерий правильности будем идентифицировать как «сигнал».

В соответствии с изложенным, запишем формулу для оценки качества оборудования производителя  $K_{роб}$ .

$$K_{роб}^{\Pi} = K_{роб}^{J-\Pi} = \frac{Q_{np}^{J-\Pi}}{Q_{точ}^J - Q_{точ}^{\Pi}} \quad (2)$$

где  $Q_{np}^{J-\Pi}$  – критерий правильности, определенный по формуле (1)

$K_{роб}^{J-\Pi}$  – коэффициент робастности, характеризующий результаты сравнение производственных возможностей фирмы-производителя с производственными возможностями фирмы-лидера.

Изменчивость (шум) критерия точности, характеризующая точность оборудования фирмы-лидера и производителя оценивается по формулам:

$$Q_{точ}^J = \prod_{i=1}^n \frac{Q_{\min}^J}{Q_{\max}^J} \cdot t_i \quad (3)$$

$$Q_{точ}^{\Pi} = \prod_{i=1}^n \frac{Q_{n\max}^{\Pi}}{Q_{n\min}^{\Pi}} \cdot t_i \quad (4)$$

Предлагаемая методика позволяет всесторонне и объективно оценивать не только качество оборудования у производителя, но и у самой фирмы-лидера.

Пример расчета критерия робастности оборудования производителя приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Оценка оборудования производителя по критерию правильности (сигнал)

| № п/п | Единичные показатели                       | Сигнатура | Производитель | Фирма-лидер | Весовой коэффициент $t_i$ | Критерии правильности $\frac{Q_{II} \cdot t_i}{Q_{II}}$ | Критерий правильности производителя $Q_{np}^{II-II} = \prod_1^7 \frac{Q_{II}^{II}}{Q_{II}^{II}} \cdot t_i$ | Критерий правильности лидера $Q_{II}^{II} = \prod_1^7 t_i$ |
|-------|--|-----------|---------------|-------------|---------------------------|---|--|--|
| 1     | Максимальная производительность м/мин      | +         | 13...15       | 25...30     | 0,15                      | 0,076   | 1,69·10 <sup>-7</sup>  | 8,64·10 <sup>-7</sup>                                      |
| 2     | Максимальное количество картонных лент, шт | +         | 20            | 25          | 0,2                       | 0,16  |  |  |
| 3     | Минимальный размер оправки, мм             | +         | 180           | 200         | 0,15                      | 0,135   |  |  |
| 4     | Максимальная длина оправки, мм.            | +         | 2000          | 2000        | 0,12                      | 0,12  |  |  |
| 5     | Наличие ПЛК<br>1 – есть<br>0 – нет         | +         | 1             | 1           | 0,2                       | 0,2   |  |  |
| 6     | Максимальная толщина стенки гильзы (мм)    | +         | 11...13       | 14...17     | 0,1                       | 0,077   |  |  |
| 7     | Точность реза по длине, (±мм)              | -         | 3             | 2           | 0,08                      | 0,053   |  |  |

Таблица 2

Оценка оборудования производителя по критерию точности (шум)

| № п/п | Единичные показатели                       | Сигнатура | Производитель | Фирма-лидер | Весовой коэффициент $t_i$ | $\frac{Q_{min}^{II}}{Q_{max}^{II}} \cdot t_i$ | $\prod_1^n \frac{Q_{min}^{II}}{Q_{max}^{II}}$ | $\frac{Q_{min}^{II}}{Q_{max}^{II}} \cdot t_i$ | $\prod_1^n \frac{Q_{min}^{II}}{Q_{max}^{II}} \cdot t_i$ |
|-------|--|-----------|---------------|-------------|---------------------------|---|---|---|---|
| 1     | Максимальная производительность м/мин      | +         | 13...15       | 25...30     | 0,15                      | 0,129   | 3,046·10 <sup>-7</sup>                        | 0,13  | 2,044·10 <sup>-7</sup>                                  |
| 2     | Максимальное количество картонных лент, шт | +         | 20            | 25          | 0,2                       | 0,2   |   | 0,2   |   |
| 3     | Минимальный размер оправки, мм             | +         | 180           | 200         | 0,15                      | 0,15  |   | 0,15  |   |
| 4     | Максимальная длина оправки, мм.            | +         | 2000          | 2000        | 0,12                      | 0,12  |   | 0,12  |   |
| 5     | Наличие ПЛК<br>1 – есть<br>0 – нет         | +         | 1             | 1           | 0,2                       | 0,2   |   | 0,2   |   |
| 6     | Максимальная толщина стенки гильзы (мм)    | +         | 11...13       | 14...17     | 0,1                       | 0,082   |   | 0,084   |   |
| 7     | Точность реза по длине, (мм)               | -         | 3             | 2           | 0,08                      | 0,04  |   | 0,026   |   |

На основании представленных расчетов сделан вывод о том, что критерий правильности у производителя уступает фирме-лидеру на 6,95, а

критерий точности производителя ниже, чем у фирмы-лидера на 2,044. Таким образом, критерий робастности у фирмы-производителя, рассчитанный по формуле (3) составит 0,25, а критерий робастности оборудования фирмы-лидера, рассчитанный по формуле (4) составит 2,044. Т.е. критерий робастности оборудования производителя на 1,29 ниже критерия робастности оборудования фирмы-лидера.

Потери потребителей предлагается оценивать с помощью степенной зависимости

$$L = L_{\min} \left( \frac{L_{\max}}{L_{\min}} \right)^{1 - \frac{K_{роб} - K_{роб_{\min}}}{K_{роб_{\max}} - K_{роб_{\min}}}}, \quad (5)$$

где

$K_{роб_{\min}}$  – соответствует минимальному значению коэффициента робастности,

$K_{роб_{\max}}$  - соответствует максимальному значению критерия робастности.

Графики функций при  $Q_{пп} = const$  и (5) приведены на рисунке (5), и они показывают одинаковый характер изменения сравниваемых величин, обе кривые являются вогнутыми, что позволяет заключить, что предлагаемый критерий робастности пропорционален величине потерь и, поэтому может служить для экспертной оценки качества оборудования, техпроцессов и выпускаемой продукции.

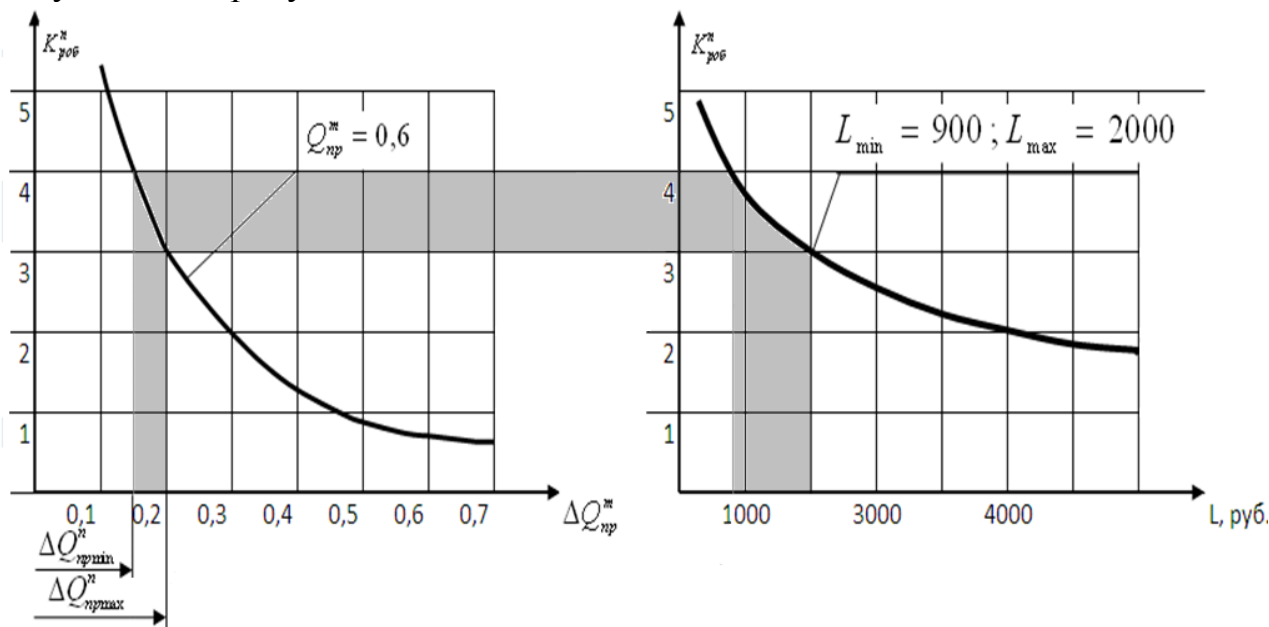


Рис. 5. Сравнение тенденций и изменение  $K_{роб}^n$  и функции потерь потребителей  $L$

В этом разделе также приведены значения весовых коэффициентов  $t_i$  для единичных показателей качества самих картонных навивных гильз, определенные экспертным методом. В завершении главы выполнена оценка

качества картонно-навивных гильз, выпускаемых Яснополянской фабрикой тары и упаковки, также с помощью критерия робастности.

По результатам оценки сделаны выводы о том, что критерий правильности картонно-навивных гильз, выпускаемых фирмой-лидером, на 2,744 превышает критерий правильности изделий, выпускаемых производителем. При этом критерии точности у фирмы-лидера и у фирмы-производителя близки по значению:  $Q_{точн}^I = 1,103 \cdot 10^{-12}$ ,  $Q_{точн}^{II} = 1,003 \cdot 10^{-12}$ .

Критерий робастности у фирмы-лидера превышает критерий робастности фирмы-производителя на 1,533.

**В четвертом разделе** представлен анализ основных проблем качества картонно-навивных гильз. Анализ проведен согласно методике «Пять Почему?». Суть метода заключается в выявлении коренных причин появления дефекта. Графическое изображение анализа выражается в виде древовидной диаграммы.

Анализ проведен для двух наиболее распространенных дефектов картонно-навивных гильз – криволинейность и пониженная прочность.

Для систематизации и верной фокусировки на причинах появления дефектов криволинейности и пониженной прочности результаты анализа картонно-навивных гильз представлены в виде причинно-следственной диаграммы Исикавы.

Причинно-следственная диаграмма Исикавы для дефекта пониженной прочности картонно-навивных гильз представлена на рисунке 6.



Рис. 6. Анализ причин пониженной прочности гильз при помощи диаграммы Исикавы

На основании результатов анализа выявлена необходимость регламентации процесса обслуживания технологического оборудования, как одной из важнейших составляющих производственной системы.

**В пятом разделе** проведен анализ эффективности работы производственного оборудования при помощи критерия ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness). Критерий ОЕЕ вычисляется при помощи формул (6), (7), (8), (9), на основании статистических данных о работе производственного оборудования.

$$\text{ОЕЕ} = \text{Доступность} \times \text{Производительность} \times \text{Качество}, \quad (6)$$

$$Д = \frac{ПлВр}{ВрРаб} \quad (7), \quad П = \frac{Q_{об}}{V \cdot ВрРаб} \quad (8), \quad К = \frac{Q_{кач}}{Q_{об}} \quad (9),$$

где ПлВр – плановое время работы; ВрРаб – рабочее время; V – максимальная скорость производственного оборудования; ВрРаб – рабочее время; Q<sub>об</sub> – количество произведенной продукции.

Q<sub>кач</sub> – качественная продукция; Q<sub>об</sub> – произведенная продукция.

На основании имеющихся данных вычислен критерий ОЕЕ для среднестатистической рабочей смены.

Таблица 3

Расчет коэффициента эффективности производственного оборудования

| Доступность  | Производительность                        | Качество                            |
|--|---|-------------------------------------|
| $Д = \frac{ПлВр}{ВрРаб} = 0,75$                    | $П = \frac{Q_{об}}{V \cdot ВрРаб} = 0,43$ | $К = \frac{Q_{кач}}{Q_{об}} = 0,98$ |
| $OEE = 0,75 \cdot 0,43 \cdot 0,98 = 0,32$ или 32%. |   |                                     |

Сравнив ОЕЕ производителя (32%) со средним значением ОЕЕ у фирмы-лидера (60%), делается вывод о низкой эффективности использования оборудования.

На основании анализа, приведенного в этом разделе настоящей работы, выявлена необходимость улучшения процедуры обслуживания технологического оборудования, как основного фактора в повышении качества выпускаемой продукции и повышении эффективности работы производства в целом.

Для этого предложена методика планирования ресурсов для профилактического обслуживания технологического оборудования. Также разработаны формы рабочих инструкции по обслуживанию оборудования (рисунок 7).

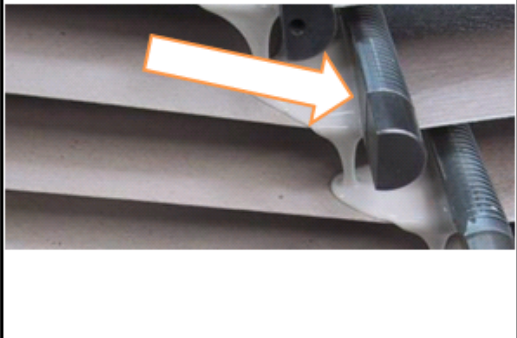
|  |   |                 |         |                |                     |        |      |  |   |               |          |
|--|---|-----------------|---------|----------------|---------------------|--------|------|--|---|---------------|----------|
|  | Инструкция  | Стандарт уборки | Линия   | Нанесения клея | Номер               | Версия | Дата |  |   |               |          |
|  | Базовые знания                                    |                 | Система | Ракельный нож  |                     |        |      |  |   |               |          |
| Тема :   | Обслуживание оборудования                         |                 |         | Потери         | Дефектная продукция |        |      |  |   |               |          |
| <div style="text-align: right;">Стандарт уборки</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>1. Где: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 20px;">Ракельный нож</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 20px;"></span></p> <p>2. Состояние <input checked="" type="checkbox"/> Машина не работает<br/> <input type="checkbox"/> Машина работает</p> <p>3. Необходимое время (в минутах) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">10</span></p> <p>4. Периодичность:<br/> <input checked="" type="checkbox"/> в Смену<br/> <input type="checkbox"/> в Неделю<br/> <input type="checkbox"/> в 3 Месяца</p> <p>5. Почему необходимо убирать это место ?<br/> <input type="checkbox"/> Содержание внешнего вида машины в хорошем состоянии<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Предотвращение потерь <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 20px;">Дефект</span><br/> <input type="checkbox"/> Предотвращение несчастных случаев<br/> <input type="checkbox"/> Инспектирование оборудования</p> <p>6. Метод / как убирать</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Средства и материалы используемые для уборки</td> <td style="width: 50%;">Средства необходимые для обеспечения безопасности</td> </tr> <tr> <td style="height: 50px; vertical-align: bottom; text-align: center;">Щетка, ветошь</td> <td style="height: 50px; vertical-align: bottom; text-align: center;">Перчатки</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Обеспечить устранение!</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column;"> <input type="checkbox"/> Смазка или масло (100%)<br/> <input type="checkbox"/> Излишки смазки/масла<br/> <input type="checkbox"/> Излишки красочной пыли<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Излишки кусков бумаги<br/> <input checked="" type="checkbox"/> Излишки остатков клея </div> </div> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; flex-direction: column;"> <input type="checkbox"/> Пыль<br/> <input type="checkbox"/> Конденсат<br/> <input type="checkbox"/> Излишки скотча </div> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Одобрено</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Мастер цеха</div> </div> </div> |   |                 |         |                |                     |        |      | Средства и материалы используемые для уборки | Средства необходимые для обеспечения безопасности | Щетка, ветошь | Перчатки |
| Средства и материалы используемые для уборки   | Средства необходимые для обеспечения безопасности |                 |         |                |                     |        |      |  |   |               |          |
| Щетка, ветошь  | Перчатки  |                 |         |                |                     |        |      |  |   |               |          |

Рис. 7. Форма рабочей инструкции по обслуживанию оборудования

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертации представлено решение научной задачи, заключающейся в разработке общего метода оценки влияния возможностей производственной системы предприятия на качество выпускаемой продукции на примере изготовления картонно-навивной тары.

В процессе теоретического и экспериментального исследований получены следующие результаты и сделаны выводы:

1. Анализ возможностей производственной системы позволяет объективно и всесторонне определять резервы повышения качества продукции, «слабые» места технологических процессов и выпускаемой продукции. В качестве инструмента выполнения такого анализа может использоваться морфологическая матрица, представленная векторами жизненного цикла продукции и вектором производственной структуры.

2. Установлено, что эффективным инструментом оценки качества технологического оборудования и самой выпускаемой продукции является предложенный коэффициент робастности, определяемый как отношение «сигнал/шум». Сигнал определяет возможности в сравнении с лидирующей фирмой, а шум – вариацию этих же параметров. Такой критерий позволяет

определить в новой доступной форме функцию потерь потребителей, которая наиболее корректно оценивает качество выпускаемой продукции.

3. Экспертным способом определены единичные показатели качества картонно-навивных гильз и их весовые коэффициенты, используемые далее для комплексной оценки продукции с помощью коэффициента робастности.

4. Путем анализа производственной системы установлено, что автоматическое оборудование, используемое для производства картонно-навивных гильз, используется неэффективно, о чем свидетельствуют низкий коэффициент робастности, завышенные значения приоритетных чисел риска (ПЧР) и критерий ОЕЕ = 32%, который у лидирующих фирм составляет 60%.

5. Анализ по схеме «Пять Почему?» не позволил выявить единственную коренную причину дефекта криволинейности гильз и их пониженной прочности. Причины, определенные при помощи анализа «Пять Почему?» и причинно-следственной диаграммы указали на высокую степень воздействия на производственный процесс состояния производственного оборудования. В качестве основного дестабилизирующего фактора выделены источники загрязнения оборудования, такие как бумажная пыль и загустевшие излишки клея.

6. Предложена методика планирования профилактического обслуживания оборудования с регистрацией выполненных работ в рабочих инструкциях по обслуживанию оборудования.

7. Полученные результаты используются в учебном процессе ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет» при подготовке специалистов по стандартизации и управлению качеством продукции.

## **СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Научные работы в рецензируемых научных журналах и изданиях:**

1. Петренко, Е.С. Квалиметрическая оценка качества картонно-навивных изделий [Текст]/ Е.С. Петренко, В.Б. Протасьев // Известия ТулГУ. Технические науки. – Изд-во ТулГУ. – 2011. – Вып. 5. – Ч. 3. – С. 420-424.
2. Петренко, Е.С. Улучшение качества по методам Генити Тагути [Текст]/ Е.С. Петренко, В.Б. Протасьев // Известия ТулГУ. Технические науки. – Изд-во ТулГУ. – 2011. – Вып. 5. – Ч. 3. – С.432-436.
3. Петренко, Е.С. «Пять почему?» - метод анализа проблем качества [Текст]/ Е.С. Петренко // Стандарты и качество. – 2012. – №7. – С.60-63.
4. Петренко, Е.С. Особенности разработки обучающей программы для организации профессиональной подготовки и повышения квалификации сотрудников [Текст]/ Е.С. Петренко // Журнал «В мире научных открытий». – 2010. – №4(10), Часть 2. – С.108-111.

5. Петренко, Е.С. Внедрение концепции «Мировой уровень производства (WCM)» на российских предприятиях [Текст]/ Е.С. Петренко, Е.В. Якунова // Журнал «В мире научных открытий». – 2010. – №4(10). – Ч. 10. – С. 53-55.

**Научные работы в других изданиях:**

6. Петренко, Е.С. Использование методики «Пять Почему?» при анализе проблеме качества выпускаемой продукции [Текст]/ Е.С. Петренко // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: сборник научных статей III Международной научно-практической конференции / ред. кол.: В.А. Кабанов (отв. ред.) [и др.]; Юго-Зап.гос.ун-т.– Курск. – 2012. – С. 206-211.

Изд.лиц.ЛР № 020300 от 12.02.97. Подписано в печать 29.05.2013

Формат бумаги 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Усл.печ. л. 0,9 Уч.изд. л. 0,8 Тираж 100 экз. Заказ 030

Тульский государственный университет. 300012, г. Тула, просп.Ленина, 92.

Отпечатано в Издательстве ТулГУ. 300012, г. Тула, просп.Ленина, 95.