

## РАЗВЕРТЫВАНИЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АВТОПРОВОДА

© 2010 В.Н. Родионов<sup>1</sup>, Т.В. Попова<sup>1</sup>, Т.А. Митрошкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ЗАО «Самарская Кабельная Компания»

<sup>2</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет

Поступила в редакцию 15.12.2010

В статье рассмотрено применение метода QFD III уровня с использованием идентификации математической модели технологического процесса на примере улучшения технологии производства автопровода с тонкостенной изоляцией для жгутов проводов, используемых в электрооборудовании автомобиля.

Ключевые слова: управление качеством, метод QFD

Неотъемлемой частью инновационного направления развития кабельной промышленности являются автоматизированные системы проектирования, моделирования и доводки технологических процессов производства [1, 2]. Важнейшим методом определения направлений инноваций технологического процесса является метод развертывания функции качества QFD III уровня. Существуют следующие особенности реализации этого метода в современных условиях:

- используется большое количество экспертиз (привлекаются эксперты различных уровней и специализаций), что ведет к отличиям в оценочных шкалах и результирующих оценках;
- сложность понимания и расчетов в традиционной реализации QFD;
- при комплексной автоматизации технологических процессов важное значение имеет их моделирование в реальном масштабе времени [2, 3].

Далее рассмотрены результаты применения метода QFD при разработке технологического процесса производства автопровода с тонкостенной изоляцией для жгутов проводов, используемых в электрооборудовании автомобиля с подробным описанием реализации QFD III уровня и использованием математической модели технологического процесса.

Известно, что при проведении QFD III уровня рекомендуется использовать методы PFMEA (FMEA технологического процесса) и ФСА (функционально-стоимостной анализ) для выбора оптимальной концепции технологического

процесса. Когда технологический процесс определен, разработка его параметров осуществляется с использованием Дома качества HOQ III уровня [4, 5].

На фазе III QFD характеристики компонентов, вместе с полученными приоритетами (рангами) занесены в колонку «что» Дома качества III уровня и, проведя анализ, аналогичный проводимому при QFD I уровня и с использованием данных PFMEA (FMEA процесса), выявлены ключевые параметры технологического процесса производства автопровода (рис. 1).

Абсолютное значение приоритета характеристики  $\Theta_j$  на фазе III QFD рассчитывается по формуле:

$$\Theta_j = \sum_{i=1}^{i=k} (P_i \cdot H_{ij}), \quad (1)$$

где  $H_{ij}$  – коэффициент взаимосвязи технологического параметра  $j$  и технической характеристики  $i$ ,  $P_i$  – важность  $i$ -той технической характеристики,  $k$  – количество технических характеристик,  $n$  – количество технологических параметров.

Делением на общую сумму всех полученных абсолютных значений важности, определяются относительные значения важности каждого технологического параметра с присвоением ранга.

В технологическом процессе изготовления кабелей и проводов основными операциями являются: грубое волочение, многопроволочное волочение, скрутка, наложение изоляции. Для процесса изготовления автопровода с тонкостенной изоляцией для жгутов проводов, используемых в электрооборудовании автомобиля, ключевой операцией является наложение изоляции на токопроводящую жилу на экструзионной линии.

*Родионов Вячеслав Николаевич, директор по технике и качеству. E-mail: rodionov@samaracable.ru.*

*Попова Татьяна Васильевна, главный специалист по системам управления. E-mail: popova@samaracable.ru.*

*Митрошкина Татьяна Анатольевна, научный сотрудник. E-mail: t.mitroshkina@gmail.com.*



$\overline{H}$  – матрица размером (кгп) коэффициентов взаимосвязи требований и характеристик.

Используя матричные преобразования, например, для математической модели операции наложения изоляции на токопроводящую жилу на экструзионной линии и распространенный метод наименьших квадратов по формуле (4) получаем не только принятые в QFD оценки приоритетов изменения технологических параметров, но и другие оценки направлений инновационного совершенствования.

$$\delta\hat{\Theta} = (H^T P H)^{-1} H^T P \delta P, \quad (4)$$

где  $P$  – весовая матрица погрешностей технических характеристик.

В результате проведения QFD III уровня определено, что ключевыми параметрами технологического процесса являются: соответствие входных материалов (относительное значение приоритета 37,7%), на операции наложения изоляции на токопроводящую жилу - диаметр матрицы и диаметр дорна (относительное значение приоритетов 9,7%). Эти параметры в наибольшей степени влияют на достижение заданных технических характеристик и качество автопровода.

Таким образом, разработан метод развертывания функции качества для процесса экструзии

с использованием математической модели. Предложенный метод идентификации позволяет обоснованно использовать матрицу взаимосвязи между характеристиками качества кабеля (диаметр, толщина покрытия, электрическое сопротивление и др.) и параметрами процесса экструзии (диаметр матрицы, диаметр дорна, температура и др.) и рассчитать количественные значения этих технологических параметров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключников В.Ф., Родионов В.Н., Попова Т.В. Интегрированная система менеджмента ЗАО “СКК” // Кабели и провода. 2008. №6. С.16-18.
2. Бульхин А.К., Ключников В.Ф., Кижаев С.А. Моделирование технологических процессов в реальном масштабе времени с помощью программ для ЭВМ // Кабели и провода. 2010. №1. С.12-13.
3. Кижаев С.А. Интеллектуальные системы измерения в процессе экструзии в кабельной промышленности // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2004. №7 С.52-54.
4. Брагин Ю.В., Корольков В.Ф. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей. Ярославль: Центр качества, 2003. 240 с.
5. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А., Вашуков Ю.А. Развертывание функции качества (QFD): Методические указания. Самара.: СГАУ, 2009. 54 с.

## IDENTIFICATION OF THE KEY PROCESS CHARACTERISTICS FOR AUTOMOTIVE WIRE MANUFACTURING

© 2010 V.N. Rodionov<sup>1</sup>, T.V. Popova<sup>1</sup>, T. A. Mitroshkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ZAO “Samara Cable Company”

<sup>2</sup> Samara State Aerospace University

The article describes improvement of wire manufacturing process for automotive wire used in automobile electrical equipment. A suggested approach uses Quality Function Deployment Level III for model of process.

Key words: quality management, Quality Function Deployment.

*Vyacheslav Rodionov, Director for Process Engineering and Quality. E-mail: rodionov@samaracable.ru.*

*Tatyana Popova, Chief Specialist for Management Systems. E-mail: popova@samaracable.ru.*

*Tatyana Mitroshkina, Scientific Fellow. E-mail: t.mitroshkina@gmail.com.*