

Е. Л. Москвичёва, Н. И. Лаптев, Н. Е. Наумова,  
И. А. Абдуллин, Г. Г. Богатеев

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛЮЧЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА УДЛИНЁННОГО КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДА

*Ключевые слова:* управление качеством, развертывание функций качества, удлиненный кумулятивный заряд (УКЗ).

*В статье рассмотрено проектирование улучшения качества удлинённого кумулятивного заряда, с применением метода развертывания функций качества QFD I и II уровня.*

*Key words:* quality control, Quality Function Deployment, linear-shaped charge.

*In the article had been considered the design of quality improvement of elongated shaped charge, using the method of Quality Function Deployment QFD of I and II levels.*

Необходимость планирования процессов жизненного цикла продукции и исследования процессов, связанных с потребителями, процедур APQP/CP, ANPQP для организации определяет возрастание важности использования методов QFD, НСРР при проектировании и производстве кумулятивных зарядов [1, 2].

Развёртывание функций качества (Quality Function Deployment – QFD) – это методология систематического и структурированного преобразования желаний потребителей в требования к качеству продукции, услуги и/или процесса [3]. QFD уже давно и с успехом используется различными компаниями в Японии и США, широко внедряется в Европе. Метод QFD реализуется с использованием матричной диаграммы, названной в соответствии со своей формой «Дом качества» (House of quality, HOQ). В развёрнутом виде QFD включает четыре фазы и на каждой из них строится свой Дом качества HOQ. После выявления потребительских требований и их ранжирования (фаза №1), определяется зависимость потребительских требований и инженерных характеристик (фаза №2), далее – параметры процессов (фаза №3), а затем требования к исполнению технологических операций (фаза №4).

В настоящее время существует множество различных вариантов применения метода QFD, например, некоторые производители используют только отдельные фазы (часто только фазу №1).

Использование первых двух фаз QFD (применение QFD I и II уровня) достаточно подробно описывается в зарубежных и российских источниках [3,4,6] и в настоящее время получает распространение в практике российских предприятий. Руководство отечественных предприятий пришло к пониманию того, что соответствие требованиям европейского уровня качества является ключевым фактором конкурентоспособности продукции и предприятия [5].

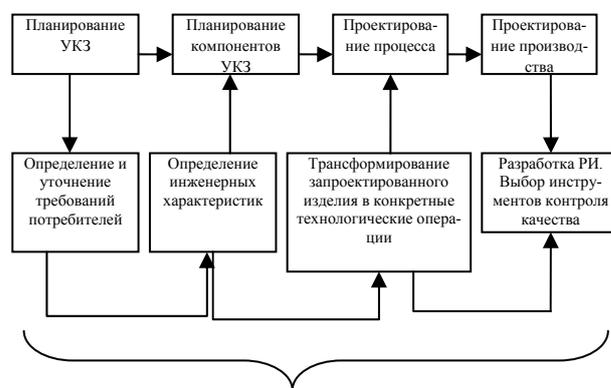
На фазе QFD I определены цели по качеству для производства УКЗ, а также структура управления качеством УКЗ.

Принципиальная схема метода QFD для управления качеством проектирования УКЗ представлена на рис.1.

Фаза I QFD состоит в выяснении и уточнении требований потребителя и их ранжировании.

Задача состояла в том, чтобы с помощью различных методов преобразовать требования («голос») потребителя в инженерные характеристики продукта. Насколько успешно будет решена эта задача, зависит от глубины понимания производителем в первую очередь двух проблем:

- что требует потребитель от изделия;
- как изделие будет использоваться потребителем.



- улучшение основных характеристик с учетом пожеланий потребителя;
- принятие обоснованного решения по управлению качеством процессов производства УКЗ.

**Рис. 1 - Структура методики управления качеством УКЗ с использованием QFD**

Для анализа рынка в качестве исходной информации использовался опрос.

Опрос производился следующим образом:

- определялась выборка потенциальных потребителей;
- в рамках выборки производился опрос с тем, чтобы на основе его результатов определить какими свойствами должно обладать данное изделие, чтобы потребители захотели его купить.

Требование потребителя:

- 1) экономичный материал заготовки;

- 2) качественная трубчатая заготовка;
- 3) продукт А, отвечающий требованиям ГОСТ 203995 – 74;
- 4) УКЗ должен детонировать от электродетонатора типа ЭД по ГОСТ 9089-75 или детонирующего шнура по ТУ- 711-83;
- 5) УКЗ должен передавать детонацию другому УКЗ;
- 6) УКЗ должен перерезать преграду из стали 3 по ГОСТ 380-88;
- 7) криволинейные УКЗ должны сохранять режущую способность линейных УКЗ;
- 8) криволинейные УКЗ должны разрезать преграду по форме изогнутого кумулятивного заряда;
- 9) безопасный в использовании;
- 10) комплектность поставки.

*Ранжирование потребительских требований.*

Проводилось упорядочивание списка потребительских требований по степени важности. В результате получился еще один столбец с некоторыми числами, указывающими, какое место по важности занимает в этом ряду каждое из требований.

Гипотетические рейтинги проставлялись по десятибалльной шкале (табл. 1).

Далее с помощью Дома качества HOQ I уровня при переводе пожеланий потребителя в инженерные характеристики идентифицированы ключевые технические характеристики УКЗ, соответствующие ожиданиям потребителя и обеспечению конкурентоспособности на рынке (табл. 1).

**Таблица 1 - Рейтинг потребительских требований**

№	Потребительские требования	Рейтинг
1	Экономичный материал заготовки	9
2	Качественная трубчатая заготовка	9
3	Продукт А, отвечающий требованиям ГОСТ 203995 - 74	9
4	УКЗ должен детонировать от электродетонатора типа ЭД по ГОСТ 9089-75 или детонирующего шнура по ТУ-711-83	8
5	УКЗ должен передавать детонацию другому УКЗ	9
6	УКЗ должен перерезать преграду из стали 3 по ГОСТ 380-88	9
7	Криволинейные УКЗ должны сохранять режущую способность линейных УКЗ	9
8	Криволинейные УКЗ должны разрезать преграду по форме изогнутого кумулятивного заряда	9
9	Безопасный в использовании	9
10	Комплектность поставки	4

*Инженерные характеристики.*

Ставилась задача составить список инженерных характеристик производимого изделия – взгляд на изделие с точки зрения инженера. В результате список трансформировался следующим образом:

- инженерные характеристики;
- материал трубчатой заготовки;
- линейная плотность (г/м);
- масса одного метра готового изделия (кг);

- длина (м);
- форма: прямолинейные, криволинейные;
- равномерность заполнения ВВ;
- внешний вид и размеры УКЗ;
- асимметрия образующих сторон кумулятивной канавки (мм);
- угол разворота кумулятивной канавки (°);
- восприимчивость и передача детонации УКЗ;
- сквозное пробитие перерезанной преграды;
- безопасные условия организации технологического процесса.

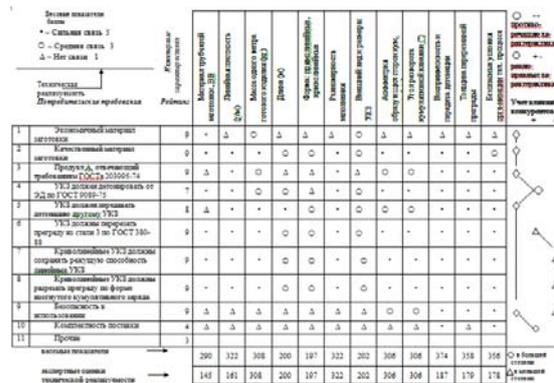
Язык этих характеристик достаточно определен, четкий, который принят у разработчиков технологического процесса.

На следующей II фазе QFD определяется зависимость потребительских требований и инженерных характеристик.

Учитывалось влияние конкурентов. Говоря о реальном рынке, мы должны помнить о конкурентах, которых в определенной нише может быть достаточно много. В данном случае в процессе проектирования кумулятивных зарядов рассмотрено участие двух конкурентов, которые могут представлять для данного предприятия потенциальную опасность. Для наглядного представления о положении дел с конкурентами, обычно используют диаграмму, которую рисуют справа от матрицы (рис. 2). Конкурентов оценивают по тому, насколько полно они способны выполнить каждое из потребительских требований, определенных на первом шаге. Для оценки используют экспертный метод.

В результате выполнения вышеуказанных процедур получили исходные данные для технического задания на проектирование изделия.

С помощью Дома качества HOQ II уровня потребительские требования, полученные при проведении QFD I уровня, переведены в инженерные характеристики, сформулированных на профессиональном языке. Взаимосвязь этих требований показана в схеме – матрице (рис. 2).



**Рис. 2 - Матрица взаимосвязи потребительских требований и инженерных характеристик**

В результате было установлено, какие инженерные характеристики наиболее *сильно* влияют на удовлетворение определенных требований, а какие *слабо*. На этом этапе решалось, нужно ли оставлять в

проектируемом изделии те инженерные характеристики, которые не нужны потребителю.

Определение весовых показателей инженерных характеристик с учетом важности потребительских требований.

Показателям тесноты связи между потребительскими требованиями и инженерными характеристиками были присвоены числовые значения. Например, сильная связь оценивалась в 5 баллов, слабая связь – 3 балла, отсутствие связи – 1 балл. Умножая относительный вес потребительских требований (рейтинг) на числовой показатель связи между потребительскими и инженерными характеристиками, определенный на четвертом этапе, рассчитывалась относительная важность каждой инженерной характеристики. Инженерная характеристика с наибольшим значением цели говорит о том, чему следует уделить первоочередное внимание.

В данном случае такими инженерными характеристиками являются: материал трубчатой заготовки, восприимчивость и передача детонации УКЗ, сквозное пробитие перерезаемой преграды и соблюдение условий безопасности. Данные характеристики наиболее важны для потребителя.

IV фаза QFD - это планирование технологического процесса. Рассматривается техпроцесс производства УКЗ. После отбора наиболее подходящих концепций процесса, способного производить УКЗ с учетом тех характеристик, которые уже структурированы (I и II фаза QFD), процесс детализируется в терминах существенных операций и параметров, которые и являются выходом этой фазы QFD.

Производилась оценка значения технической реализуемости, т.е. скорректированные целевые значения инженерных характеристик.

Построение матрицы QFD, получение инженерных характеристик – это первая фаза, которая «развертывает» потребительские требования не только в инженерные характеристики, но и в показатели процесса и всего производства (рис. 3).

Применение метода развёртывания функций качества QFD I, II и IV уровня позволяет не только формализовать процедуру определенных основных характеристик создаваемого изделия с учетом пожеланий потребителя, но и принимать обоснованные решения по управлению качеством процессов создания нового продукта.



Рис. 3 - Матрицы QFD в процессе проектирования УКЗ

Таким образом, «развертывая» качество на начальных этапах жизненного цикла изделия в соответствии с нуждами и пожеланиями потребителя, удастся избежать (или, по крайней мере, свести к минимуму) корректировку параметров изделия после его появления на рынке, а следовательно, обеспечить высокую ценность и одновременно относительно низкую стоимость изделия (за счет сведения к минимуму непроизводственных издержек).

### Литература

1. И.А.Абдуллин, В.Е.Годлевский, Н.И.Лаптев, Е.Л.Москвичева, Н.Е.Наумова, Г.Г.Богатеев, А.С.Михайлов, Вестник Казанского технологического университета, 14, 13, 152-156 (2011).
2. И.А.Абдуллин, Е.Л.Москвичева, Г.Г.Богатеев, А.С.Михайлов, Вестник Казанского технологического университета, 14, 13, 161-168 (2011).
3. Брагин Ю.В., Корольков В.Ф. Путь QFD» проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей. Ярославль: Центр качества, 2003. 240 с.
4. Чекмарев А.Н., Барвинок В.А., Шалавин В.В. Статистические методы управления качеством. М.: Машиностроение, 1999. 320 с.
5. Ключников В.Ф., Родионов В.Н., Попова Т.В. Интегрированная система менеджмента ЗАО «СКК» //Кабели и провода. 2008. №6 С.16-18.
6. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А., Вашуков Ю.А., Развёртывание функции качества (QFD): Методологические указания. Самара: СГАУ, 2009. 54 с.

© Е. Л. Москвичёва – канд. техн. наук, доц. каф. сертификации энергонасыщенных производств СамГТУ; Н. И. Лаптев - д-р техн. наук, проф., зав. той же каф., spsrpmtex@inbox.ru; Н.Е. Наумова - канд. техн. наук, доцент той же каф.; И. А. Абдуллин - д-р техн. наук, проф., зав. каф. химии и технологии гетерогенных систем КНИТУ, ilnur@kstu.ru; Г. Г. Богатеев - канд. техн. наук, доц. той же каф., spektr@kstu.ru.