

Заключение. При проектировании лабораторной установки по разделению крахмальных гранул методом отстаивания, необходимо производить расчет технических параметров оборудования основываясь на экспериментальные данные частиц меньшего размера, т.к. если создать условия для осаждения мелких частиц, то для крупных они будут заведомо достаточны. Для более эффективного проведения процесса отстаивания следует оказывать воздействие на скорость осаждения уменьшая вязкость и плотность среды путем, например, повышения ее температуры. При этом температуру можно повышать очень осторожно, не допуская клейстеризации крахмальных гранул, т.е. температура не должна превышать +50°C.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Заболотец, А.А. Методика получения комбинаторных нативных картофельных крахмалов / А.А. Заболотец, В.В. Литвяк, А.И. Ермаков // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г., в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т.1. – С. 400–401.
2. Заболотец, А.А. Получение комбинаторных нативных крахмалов / А.А. Заболотец, В.В. Литвяк, А.И. Ермаков // Международная научно-практическая конференция «Зерновая отрасль: состояние и перспективы развития», посвященная 70-летию академика Национальной Академии наук Республики Казахстан Изтаева Ауельбека Изтаевича (28 февраля 2020г.) – Алматы: АТУ, 2020. – с.140 – 142.
3. Литвяк, В.В. Способ получения комбинированных нативных крахмалов: Патент № 2727282. RU, МПК7 С 08В 30/00 / В.В. Литвяк, В.Г. Лобанов, Ю.Ф. Росляков, А.А. Заболотец, Д.И. Гоман, М.С. Алексеенко, А.И. Ермаков; заявка №2019122198; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВПО «КубГТУ»); опубл. 24.07.2020 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. – 2020.
4. Петюшев, Н.Н. ТУ ВУ 190239501.955-2020 «Крахмал нативный комбинаторный» / Н.Н. Петюшев, А.А. Заболотец, В.В. Литвяк // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Минск, 2020. – 19 с. – Государственная регистрация №059802 от 27.09.2020 г.
5. Андреев, Н.Р. Новые исследования в области химии, технологии и маркетинга крахмала и крахмалопродуктов. О международной конференции «Химия и технология крахмала» г. Детмольд, Германия / Н.Р. Андреев, Д.Н. Лукин, В.Г. Гольдштейн // Пищевая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 25–31.
6. Андреев, Н.Р. Основы производства нативных крахмалов / Н.Р. Андреев. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 289 с.
7. Грошева, Л.П. Растворы. Расчет составов. Разбавление, смешение, концентрирование растворов. Расчет состава и характеристик твердых материалов: Методическое пособие / Л.П. Грошева. – Великий Новгород: Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, 2006. – 13 с.
8. Заболотец, А.А. Инновационный способ получения нативного крахмала фракционированного по размеру крахмальных гранул / А.А. Заболотец, А.И. Ермаков, В.В. Литвяк, Д.А. Соломин // Пищевая промышленность, – Москва: «Пищевая промышленность», 2020. – №9 – с.12-17.
9. Гоулдстейн, Дж. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ : В 2-х кн. / Дж. Гоулдстейн, Д. Ньюбери, П. Эчлин, Д. Джой, Ч. Фиори, Ф. Лифшин; Пер. с англ. Р.С. Гвоздовер, Л.Ф. Комоловой. – Книга 1. – М.: Мир, 1984. – 303 с.

УДК 658.5

ПРИМЕНЕНИЕ QFD МЕТОДОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

канд. техн. наук *М. Л. Зенькова*, БГЭУ, г. Минск

Резюме – рассмотрен принцип планирования, проектирования и производства пищевой продукции на основе применения QFD методологии, изучен зарубежный опыт и перспективы использования в Беларуси при разработке пищевой продукции. Использование данной методологии позволяет создать продукты, отвечающие желаниям потребителей. QFD методология позволяет наглядно сформировать модель желаний потребителей, преобразовать желания в свойства продукта и разработать показатели качества продукта, а также принять решения при проектировании производства продукции.

Ключевые слова: развертывание функции качества, планирование продукта, потребительские свойства

Введение. QFD – это детально разработанная систематизированная методология, направленная на максимально полное удовлетворение ожиданий потребителей от продукции. Применяя данную методологию при разработке пищевой продукции необходимо установить: что представляют собой ожидания потребителей, какими они бывают и каким образом их можно удовлетворить? Для использования QFD методологии необходимо создать команду специалистов из разных областей, которая обозначит стратегию разработки продукта, определит, какие сегменты рынка следует обработать и к каким целевым группам следует обратиться. Этот шаг важен, потому что желания относительно продукта различаются в зависимости от целевых потребителей. Если необходимо рассмотреть разные целевые сегменты, для каждого требуется отдельный проект QFD.

Наглядность QFD методологии сделала ее популярной под другим названием «Дом качества», в котором каждый элемент «Дома» представляет собой результат одного из проведенных этапов разработки нового продукта [1, 2]. В работе рассмотрен принцип построения «Дома качества» на этапе планирования продукта.

Основная часть. На рисунке 1 показана структура «Дома качества» на этапе планирования продукта, то есть реализация желаний потребителей в потребительские свойства продукта, где выделены две оси:

- **рыночная ось** (рынок), которая описывает приоритетные желания потребителей и ставит вопрос, что необходимо сделать? (ЧТО), определяет конкурентную продукцию и собственное стратегическое направление (ПОЧЕМУ);

- **технологическая ось** (технология), которая включает в себя потребительские свойства продукта и ставит вопрос, как это сделать? (КАК), связанные с направлением оптимизации технологии и целевыми значениями (показателями) качества продукта (СКОЛЬКО). Крыша «Дома качества», как часть технологической оси, показывает взаимодействие показателей между собой ЧТО-КАК (ЧК).

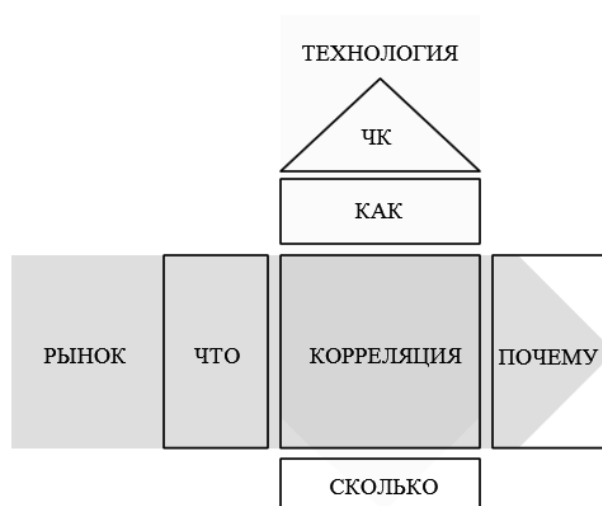


Рисунок 1 – Структура Дома качества на этапе планирования продукта

Матрица корреляции на пересечении рыночной оси и технологической оси, также называемая в «Доме качества» центральной комнатой, переводит "голос потребителя" на "технический язык".

Такая структура означает, что QFD методология в целом может использоваться для планирования любого продукта и помогает обеспечить удовлетворение ожиданий потребителей от продукта. Метод подразделяется на несколько последовательных уровней, представленных матрицами, называемыми «Домами». Результат одного уровня непосредственно формирует входные данные для следующего уровня. Таким образом создается цепочка матриц, отображающая весь процесс создания и реализации продукта. Существует несколько способов построения матриц, но наиболее известным является четырехуровневая модель QFD Американского института поставщиков (ASI), представленная на рисунке 2 [2]. Начальным уровнем является планирование продукта: здесь определяются желания потребителей, систематизируются и преобразуются в потребительские свойства продукта. На втором уровне на основе потребительских свойств продукта первого уровня проектируется продукт, в том числе компоненты рецептуры продукта. Третий уровень определяет проектирование технологического процесса. На четвертом уровне изготавливается опытная партия продукта и проектируется производство. Каждый этап представлен матрицей в виде «Дома качества». Однако, очень часто исследователи и разработчики ограничиваются первым «Домом качества планирования продукта» и продукт предлагается на рынок с потребительскими свойствами из первого дома [3, 4]. Если процесс QFD продолжить, то необходимо построить ещё три дома качества: «Дом проектирования продукта», «Дом проектирования технологического процесса» и «Дом проектирования производства».

QFD методология характеризуется тремя важными свойствами:

1. Четкое разделение желаний потребителей (ЧТО) и решений осуществления желаний (КАК): желания потребителей более постоянны, чем решения. Проведение отдельного анализа желаний потребителей и отдельного анализа решений увеличивает гибкость при планировании продукта.

2. Системный подход: процесс прозрачен для всех участников (рынок, технология, производство и т. д.). Решения принимаются и обязательно записываются (фиксируются) в «Дом качества».

3. Междисциплинарная командная работа: все члены команды, обладающие знаниями о будущем продукте, работают вместе (потребители, инженеры-технологи, инженеры по качеству, производители, продавцы, маркетологи, бухгалтерия и другие).

Применение QFD методологии начинается с разработки рыночной оси. Поэтому вначале необходимо собрать, обработать и структурировать желания потребителей. Затем определить важность или весомость желаний потребителей, рассчитать коэффициенты весомости и рассмотреть другие аспекты. Таким образом рыночная ось содержит всю информацию и отвечает на вопрос «Что надо сделать?». Помимо желаний потребителей, рыночная

ось содержит еще и конкурентные аспекты, и маркетинговую стратегию. Как будет выглядеть продукт, или ответ на вопрос «Как это сделать?» на данном этапе не рассматривается и не анализируется. Это строгое разделение является важным фактором применения QFD методологии. Рыночную ось в литературе также называют "голосом покупателя".

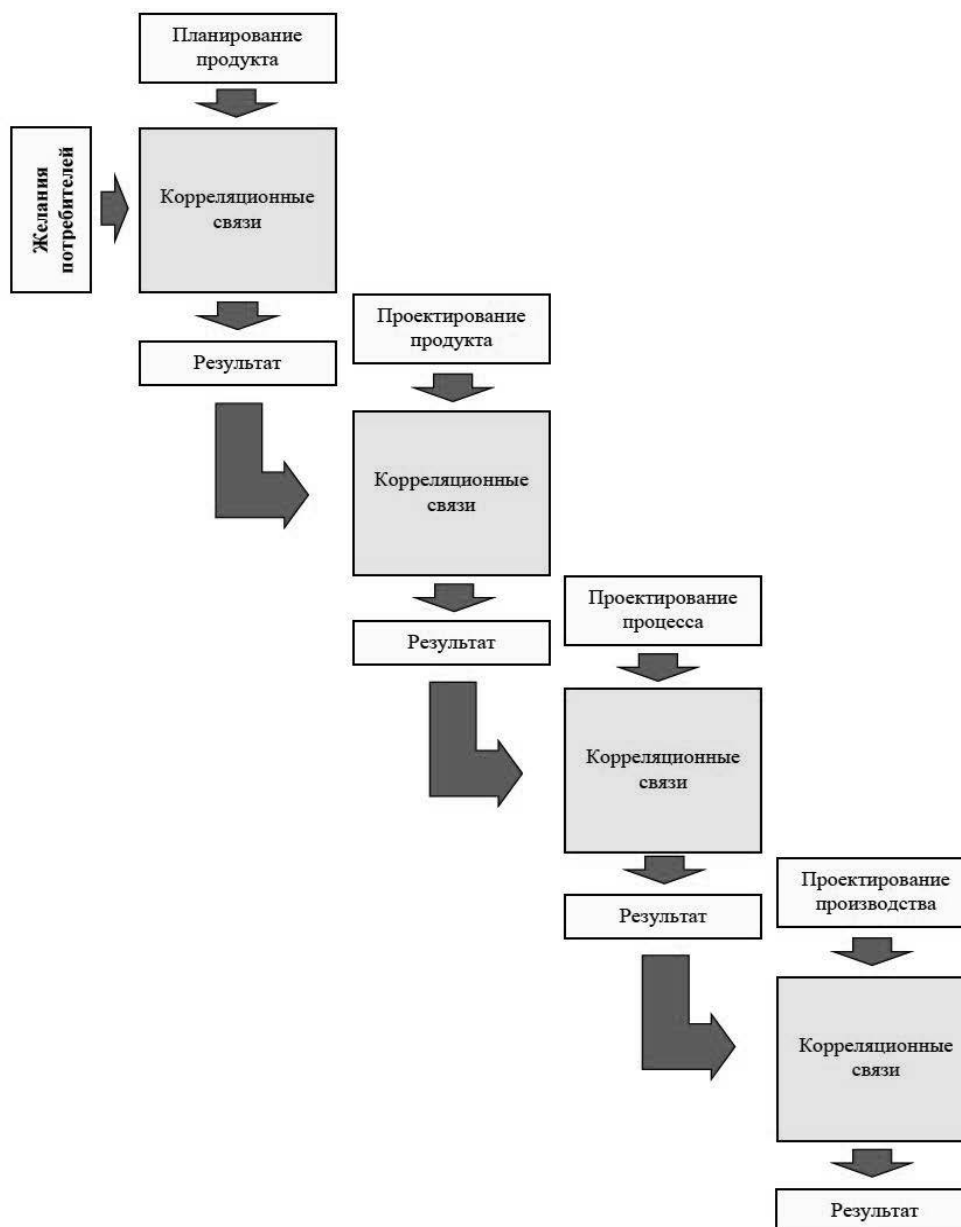


Рисунок 2 – Четыре уровня QFD методологии

После того, как рыночная ось Дома качества планируемого продукта полностью заполнена, то есть ЧТО было определено, разрабатывается технологическая ось для поиска вариантов реализации желаний потребителей (КАК), а также их направления оптимизации и целевых значений. Здесь важно мнение и опыт членов команды QFD, которые участвуют в реализации продукта, то есть "голос" людей, связанных с производством продукции; поэтому эту часть QFD методологии можно назвать "языком инженеров". Но это не значит, что другие участники команды QFD не должны высказывать свое мнение; часто новые, альтернативные или неожиданные решения появляются благодаря участию "неспециалистов". Потребительские свойства продукта, собранные, сгруппированные и количественно оцененные на первых этапах технологической оси, затем исследуются на предмет взаимного влияния, а также на предмет сложности и затрат на внедрение и, если возможно, сравниваются с показателями качества конкурирующих продуктов [5]. Все это проводится для того, чтобы получить как можно больше информации для принятия последующего решения в пользу определенных показателей качества продукта. При разработке технологической оси важно отметить, что рыночная ось не должна впоследствии корректироваться, с учетом результатов технологической оси. Если в рыночную ось вносятся изменения после завершения применения QFD методологии, то этапы технологической оси должны быть выполнены повторно. То же самое относится к изменениям в технологической оси.

Заключение. При разработке нового пищевого продукта необходимо помнить, что потребители обращают внимание только на те свойства продукта, которые отвечают их ожиданиям. Поэтому тщательный учет желаний потребителей является основой успешного продукта. От оптимизации продукта в процессе разработки мало пользы, если оптимизируется "неправильный продукт". Знание и правильное применение QFD методологии является залогом объективности полученных результатов. Применяя QFD методологию при разработке продукта, объективно устраняются ненужные свойства продукта, при проектировании процесса производства продукта вносится меньше изменений в продукт и продукт соответствует реальным желаниям потребителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Егоров, Б. В. Применение методологии развертывания функции качества при разработке нового пищевого продукта / Б. В. Егоров, М. Р. Мардар // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*, 2013. – №3(20). – С. 68-73.
2. Hauser, J. The House of Quality / J. Hauser, D. Clausing // *Harvard Business Review*, 1988. – Vol.66. – Issue 3. – P.63-73.
3. Янковская, В.С. Разработка квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и безопасности творожных продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.23 / В.С. Янковская – М., 2008. – 224 с.
4. Дунченко, Н. И. Квалиметрическое прогнозирование показателей при разработке инновационных продуктов / Н. И. Дунченко, И. Н. Игонина // *Компетентность*, 2013. – № 8(109). – С. 38-41.
5. Зенькова, М.Л. Квалиметрическая модель прогнозирования показателей качества консервированных вторых обеденных блюд с добавлением пророщенного зерна пшеницы / М.Л. Зенькова, Д.А. Бабич // *Вестник МГУП: научно-методический журнал / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»*; редкол.: А.В. Акулич (гл.ред.) [и др.] – Могилев, 2018. – № 1 (24). – С.49-54.

УДК 691.9.048.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛАХ

*аспирант Касач Ю.И., доктор техн. наук, профессор Чигринова Н.М., Бурдейная Д.Г.,
ФММП БНТУ, г. Минск*

Резюме – рассмотрены особенности нанесения полимерных слоев различных составов на металлическую основу с профилированной электроискровым методом поверхностью.

Ключевые слова: 3D-печать, соединение металл-полимер, электроискровое профилирование.

Введение. Повышенные требования к изделиям производственных отраслей экономики создает запрос на материалы, обладающие широким спектром функциональных характеристик. Использование многокомпонентных соединений, составленных из разнородных материалов, может обеспечить их более успешное функционирование в эксплуатационных условиях. Так, например, соединение таких разнородных материалов, как металл, обладающий необходимой прочностью и жесткостью, и полимер, имеющий высокие антифрикционные свойства и коррозионную стойкость, становится все более актуальным еще и за счет более низкого веса такой композиции, чем полностью металлические, что является одним из определяющих успешность работы такого материала факторов во многих отраслях современных производств.

Основная часть. В работе рассмотрены особенности нанесения методом 3D печати полимерных материалов различного состава [1] на профилированную методом электроискрового легирования металлическую поверхность. Эксперимент проводили, используя три вида токопроводящей полимерной проволоки, для которых были подобраны основные режимы 3D печати на металлической основе, предварительно профилированной методом электроискрового легирования, что, по нашим предположениям, должно способствовать более надежному закреплению полимера на металле.

В качестве образцов были использованы пластины из Стали 45, поверхность которых обрабатывали твердосплавным анодом состава ВК6 методом электроискрового легирования (ЭИЛ) на серийном оборудовании в диапазоне от минимальных до максимальных значений электровоздействия, обеспечивая таким образом рельеф с различной высотой микронеровностей (табл.1)[2].

Таблица 1 – Режимы ЭИЛ

Режим	Напряжение на электродах, В	Сила тока, А	Высота микронеровностей, Ra, мкм
Мягкий	9-13	0,8-1,2	3,2
Жесткий	30-48	2-2,5	20,0

Известно, что в процессе 3D печати происходит экструзия полимера из сопла принтера на платформу печати [2], роль которой в данном исследовании выполняют стальные образцы с рельефным покрытием из ВК6, полученным согласно указанным в табл.1 режимам ЭИЛ-обработки.