

В. И. Гиссин, О. С. Лысенко

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЫТОВЫХ СТОЛОВЫХ ПРИБОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ FMEA-АНАЛИЗА

Аннотация

В статье рассмотрены различные способы оценки рисков при функционировании бытовых столовых приборов. Представлены исследования работы бытовых консервных ножей, которые выявили случаи возникновения металлических элементов различной формы и размера, являющихся источником повышенной опасности. При корректировании конструкции устройства была использована блок-схема конструкции и дерево отказов, которые позволили оценить качество элементов конструкции, снижающих ее безопасность. Для оценки безопасности применения консервооткрывателей и совершенствования конструктивных элементов предложено использовать FMEA-анализ, который позволил рекомендовать его применение для улучшения функционирования консервных ножей.

Ключевые слова

Бытовые приборы, консервные ножи, безопасность, FMEA-анализ, конструкция, совершенствование.

V. I. Gissin, O. S. Lysenko

INCREASING THE SAFETY OF FUNCTIONING OF HOUSEHOLD CUTLERY USING FMEA-ANALYSIS

Annotation

Article discusses various ways to assess risks in the operation of household cutlery. The paper presents studies of the work of household can openers, which revealed cases of the occurrence of metal elements of various shapes and sizes, which are a source of increased danger. When adjusting the design of the device, a block diagram of the design and a fault tree were used, which made it possible to evaluate the quality of design elements that reduce its safety. To assess the safety of the use of can openers and improve structural elements, it was proposed to use FMEA analysis, which made it possible to recommend its use to improve the functioning of can openers.

Keywords

Household appliances, can openers, safety, FMEA analysis, design, improvement.

Введение

Вопросам безопасности процессов, технических устройств, пищевых товаров, а также различных непродовольственных товаров в последнее время уделяется большое внимание. В процессе производства и реализации продукции любого назначения используют различные подходы, повышающие ее безопасность.

Уровень качества и безопасности поступившей продукции, реализуемой тор-

говым предприятием, должен быть оценен путем входного контроля. При этом потребитель обращается к организации, поставившей ему дефектный товар, несмотря на то что ответственность за качество и безопасность продукции на протяжении всего ее жизненного цикла должны нести все участники товародвижения.

Отметим, что продукция ненадлежащего качества несет определенные риски, которые могут быть не только

оценены, но и уменьшены или сведены до минимума. С этой целью используют различные подходы и инструменты.

Материалы и методы

В процессе производства, изготовления и эксплуатации изделий возникает необходимость использования различных инструментов и методов, позволяющих выявить дефекты процессов, конструкций, что может вызывать опасные последствия для здоровья потребителей.

Для выявления рисков появления опасных событий существуют различные методы анализа опасностей, например, такие как: анализ распределения опасностей, анализ активности опасностей, двумерный, многомерный статистический анализ и др. «При оценке рисков применяют различные методы. Так, для выявления опасных событий важно определить взаимосвязь источников опасных событий и их воздействия» [1].

К одному из существующих методов относится модель «галстук-бабочка», которая описывает и анализирует направления развития опасного события. Помимо указанной модели для принятия

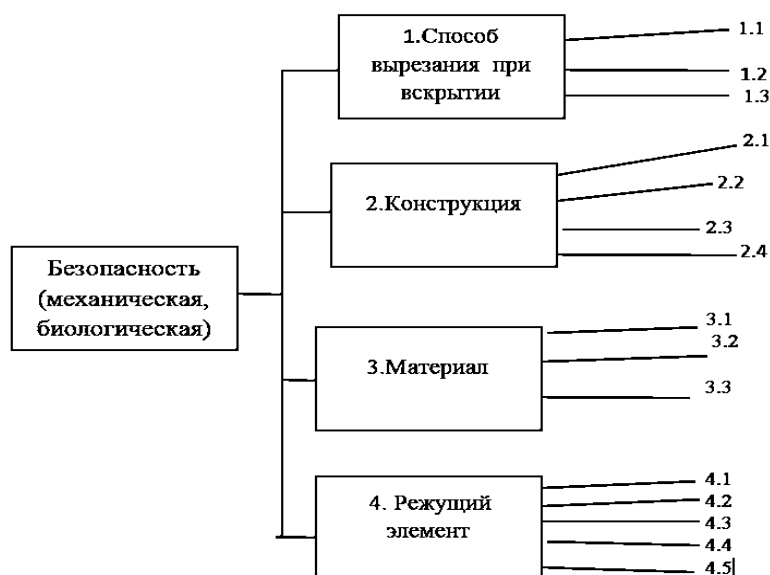
решения о снижении уровня риска используют матрицу рисков» [1].

«Также следует отметить метод оценки рисков, основанный на выявлении потенциальных отказов, суть которого заключается в предотвращении дефектов и отказов на различных этапах, начиная от конструирования изделия до его эксплуатации» [2]. Предлагаемый метод оценки может быть применим при выявлении безопасности в процессе эксплуатации продукции, в данном случае – консервооткрывателей.

Результаты

Безопасность консервооткрывателей можно разбить на две основные составляющие – безопасность в процессе функционирования и последствия их работы.

Анализ причинно-следственных связей показывает, что на безопасность консервооткрывателей оказывают влияние множество факторов. Для выявления проблемы влияния факторов на безопасную работу устройств была построена древовидная диаграмма, представленная на рисунке 1.



1. Способ вскрытия: 1.1 снизу вверх; 1.2 сверху вниз; 1.3 боковым давлением ножа.
2. Конструкция: 2.1 ручная; 2.2 механическая; 2.3 электрическая; 2.4 автоматическая.
3. Материал: 3.1 Сталь HRC 50-56,1; 3.2 Вспомогательные элементы (сталь, древесина, пластмасса); 3.3 крепежные элементы (сталь, алюминиевые сплавы).
4. Режущий элемент: 4.1 прямолинейный; 4.2 криволинейная режущая кромка; 4.3 форма круга; 4.4 углы резания; 4.5 острота режущего лезвия; 4.5 геометрические размеры.

Рисунок 1 – Древовидная диаграмма

Анализ представленной диаграммы позволил прийти к выводу о том, что на безопасность процесса при вскрытии устройством большое влияние оказывают качество конструкции, ее исполнение и материалы, из которых изготовлены режущие лезвия и вспомогательные детали.

Для оценки работы устройств с позиции качества работы и безопасности при вскрытии тары использовался анализ последствий и причин отказов (FMEA-анализ), который позволил провести исследования по оценке безопасности функционирования консервооткрывателей.

Задача, которую решает FMEA-анализ, заключается в выявлении дефектов, представляющих значительный риск для потребителя [4].

Объектами FMEA-анализа могут быть: конструкция изделия; процесс производства; бизнес-процессы; эксплуатация изделия.

Проведение анализа видов, последствий и причин несоответствий конструкции должно осуществляться в соответствии с программой разработки на каждом этапе проектирования конструкции.

В процессе проектирования или рассмотрения уже существующей конструкции следует исходить из следующих критериев:

- новая конструкция; новый материал;
- значительные изменения конструкции;
- критическая система конструкции;
- риски, связанные с использованием потребителем.

При этом последовательность проведения анализа выбранных объектов должна быть определена на основании следующих критериев, определяющих требования к их качеству: надежность; безопасность; работоспособность; отсутствие дефектов; собираемость; удобство пользования; внешний вид; взаимозаменяемость; ремонтпригодность.

При наличии объективных причин рассматриваются и выбираются объекты для проведения FMEA-конструкции.

Анализ FMEA-конструкции проходит в пять этапов: подготовка; выявление потенциальных несоответствий; оценка риска; определение корректирующих действий; оценка результативности принятых решений.

При подготовке к проведению анализа организуется команда специалистов. Руководитель команды определяет состав команды специалистов для проведения FMEA-конструкции в соответствии с требованиями.

Определяются требования к конструкции. Необходимо иметь данные о несоответствиях аналогичных конструкций.

FMEA-конструкции следует начинать со структурного анализа системы и составления блок-схемы системы или узла, которые показывают исходное соотношение между рассматриваемыми изделиями и устанавливают логический порядок анализа.

По результатам анализа функционирования системы и элементов конструкции кратко описывается функция изделия. И в последующем, в процессе анализа информации, выявляются потенциальные несоответствия.

Виды потенциальных несоответствий определяют, каким образом может потенциально обуславливаться несоответствие детали, узла или системы: целям разработки; требованиям к детали или узлу; ожиданиям потребителя; возможностям изготовления.

Выявленные в конструкции несоответствия следует представлять в физических или технических терминах.

Примеры типовых видов несоответствий: деформация; люфт; растрескивание и др.

Последствия потенциальных несоответствий определяются как влияния несоответствий данного вида на функцию, как она воспринимается потребителем.

При описании последствий следует помнить об иерархических отношениях между узлом и системой. Полученный перечень последствий должен отмечаться в документации.

Примеры типовых последствий несоответствий работы консервного ножа:

- неправильная работа;
- неработоспособность;
- прерывистая работа;
- возросшая сила при разрезании/вскрытии тары и др.

Для каждого последствия определяется значимость и ее ранг. При определении значимости определяется оценка

выявленного несоответствия для изучаемого предмета анализа или для потребителя. Для снижения ранга значимости необходимо иметь представление о количественной оценке, это может быть достигнуто посредством внесения изменений в конструкцию изделия. Для этого составляется блок-схема этапов FMEA конструкции консервооткрывателя, представленная на рисунке 2.



Рисунок 2 – Блок-схема FMEA-конструкции

Представленная блок-схема конструкции позволяет разработать и применить корректирующие действия, повышающие безопасность работы устройства.

Обсуждение

Используя FMEA-анализ, можно выявить причины некачественной работы механического консервного ножа и отработать его конструкцию и геометрические параметры таким образом, что он будет вскрывать консервные банки без возникновения металлических включе-

ний, повысив тем самым безопасность для потребителя. При определении рисков (Р) или узких мест в процессе вскрытия тары предлагается использовать анализ дерева отказов (FTA). Для этого следует оценить вероятность возникновения (В) и серьезность отказа (С).

В таблице 1 по результатам исследований «представлены характеристики оценки вероятности и серьезности отказа для определения числа риска при использовании консервооткрывателей» [3].

Таблица 1 – Характеристика вероятности и серьезности отказа

Вероятность отказа (В)	Серьезность отказа (С)
0 – вероятность нулевая	0 – не создает никаких проблем
1 – незначительная	1 – незначительные проблемы
2 – низкая вероятность	2 – минимальные проблемы
3 – средняя вероятность	3 – средние металлические элементы до 5 мм
4 – вероятность значительная	4 – металлические фрагменты после вскрытия тары >5 шт. – 5мм и более
5 – вероятность 100 %	5 – значительные металлические элементы, стружка > 20мм

«Показатель риска оценивается как произведение вероятности отказа на его серьезность, т. е. $R = BC$. Весомость приоритета определяется отказом с самыми высокими показателями R (например, $R > 8$). Изложенная методика дает возможность оценить риски на этапе процесса при вскрытии тары и принять необходимые управляющие действия» [4].

Используя дерево отказов (ФТА), определим порядок шагов процесса при открытии тары консервным ножом, последовательность которого состоит из следующих этапов.

1. Установка ножа.
2. Прокол режущим элементом крышки банки.
3. Смыкание/сжатие рукояток для возможности сцепления шестерни с боковой поверхностью банки.
4. Вращение шестерни для разрезания крышки тары.
5. Проверка качества реза на наличие фрагментов тары (стружки).
6. Открытие тары.

Использование ФТА (рис. 3) позволило определить причины возникновения отказов более высокого уровня [3].



Рисунок 3 – Дерево отказа при работе консервооткрывателя

Представленное дерево отказов позволяет оценить элементы конструкции, снижающие ее безопасность в процессе вскрытия тары. Анализ позволяет определить направления по снижению риска для потребителя [3].

В таблице 2 показан пример рассматриваемой методики оценки риска. Как видно из представленной таблицы регистрации несоответствий, наибольшие дефекты в процессе вскрытия тары приводят к повышению риска для потребителя.

При вскрытии тары консервным ножом, имеющим конструктивные дефекты, было выявлено, что режущий элемент снимал дополнительную металлическую стружку с боковой поверхности банок, длина которой составляла 20 мм и более.

После внесения коррективов в элементы конструкции, фрагменты металлической стружки после вскрытия тары имели незначительные размеры в пределах 0,01-0,03 мм и не представляли опасности для потребителя при попадании в пищевой продукт.

Таблица 2 – Сводная таблица для оценки риска при работе консервооткрывателя

Шаги процесса	Вид отказа	Причина	Следствие	В	С	Р	Меры
Прокол режущим элементом крышки тары	Прокол не с первого раза	Затупленный конец режущего элемента	Приложить большее усилие	1	2	2	Проверить твердость режущего элемента, заточить
Вращение шестерни для перемещения режущего элемента	Вращается рывками, прокручивается без перемещения режущего элемента	Некачественная зубчатая шестерня	Приложить большее усилие рукояткам	3	3	9	Провести анализ установленной зубчатой шестерни
Открытие тары	Наличие стружки длиной более 20мм	Не отработана геометрия режущего элемента, дефекты конструкции.	Большая стружка несет механическую и биологическую опасность потребителю.	4	5	20	Провести испытания по отработке конструкции и режущего элемента.
Большое усилие при вскрытии тары	Крышка тары деформирована, имеются металлические фрагменты	Режущие лезвия инструмента не соответствуют ТУ	Возможность механического повреждения рук потребителя	3	4	12	Изменить геометрические параметры режущего элемента

Выводы

Для снижения риска для здоровья потребителей производителям продукции необходимо уделять большое внимание ее безопасности.

Следует отметить, что проведенные исследования бытовых консервных ножей выявили случаи возникновения металлических элементов разной формы и размера, которые являются источником для потребителя повышенной опасности как механической, так и биологической, что приводит к вероятности возникновения риска при потреблении продукта после вскрытия тары.

Для повышения безопасности применения консервооткрывателей предложено использовать FMEA-анализ с целью совершенствования конструктивных элементов, который на приведенном примере показал достаточную эффективность, что позволяет рекомендовать его применение для улучшения функционирования консервных ножей.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51901.23-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска.

2. ГОСТ Р 51814.2-2001 «Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов».

3. Гиссин, В. И., Левицкая, А. С. Оценка рисков при поставках зерновых культур // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2018. – № 4. – С. 87-92.

4. Датченко, А. А. Оценка рисков в логистической системе товародвижения пищевой продукции // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2015. – № 1 (49). – С. 25-31.

Bibliographic list

1. GOST R 51901.23-2012 Risk management. Risk register. Guidance on risk assessment of hazardous events for inclusion in risk register.

2. GOST R 51814.2-2001 Quality systems in the automotive industry. Method for analysis of types and consequences of potential defects.

3. Gissin, V. I., Levitskaya, A. S. Evaluation of high risks in supplies of grain crops // Bulletin of RSUE (RINH). – 2018. – № 4. – P. 88-93.

4. Datchenko, A. A. Risk assessment in logistics system of food product distribution // Vestnik of RSUE (RINH). – 2015. – № 1 (49). – P. 25-31.