ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 51814.2— 2001

Системы качества в автомобилестроении

МЕТОД АНАЛИЗА ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ОАО «НИЦ КД»), Программным комитетом «Системы качества в автомобилестроении. QS/СКА—9000», при участии ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «ГАЗ», ООО СМЦ «Приоритет», Межрегиональной общественной организации «Российская Инженерная Академия. Поволжское отделение» (ПО РИА)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 125 «Статистические методы в управлении качеством продукции», Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД»)

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 2 октября 2001 г. № 401-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2020 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ИПК Издательство стандартов, 2001
© Стандартинформ, оформление, 2006, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 2
4 Основные положения 2
5 Состав FMEA-команд и требования к их членам 4
6 Методика работы FMEA-команд (основные этапы проведения FMEA) 5
7 Критерии для оценки комплексного риска ДЕФЕКТА 8
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов 13
Приложение Б (справочное) Примеры доработки первоначальных конструкторских и технологических решений FMEA-командами 14
Библиография 17

Введение

Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов (FMEA)[1)] (далее — метод FMEA) — это эффективный инструмент повышения качества разрабатываемых технических объектов, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них. Это достигается благодаря предвидению дефектов и (или) отказов и их анализу, проводимому на этапах проектирования конструкции и производственных процессов. Метод может быть также использован для доработки и улучшения конструкций и процессов, запущенных в производство.

Метод FMEA позволяет проанализировать потенциальные дефекты, их причины и последствия, оценить риски их появления и необнаружения на предприятии и принять меры для устранения или снижения вероятности и ущерба от их появления. Это один из наиболее эффективных методов доработки конструкции технических объектов и процессов их изготовления на таких важнейших стадиях жизненного цикла продукции, как ее разработка и подготовка к производству.

На этапе доработки конструкции технического объекта перед утверждением конструкции или при улучшении имеющейся конструкции методом FMEA решают следующие задачи:

- определение «слабых» мест конструкции и принятие мер по их устранению;
- получение сведений о риске отказов предложенного и альтернативных вариантов конструкции;
- доработка конструкции до наиболее приемлемой с различных точек зрения: технологичности, удобства обслуживания, надежности и т. д.;
- сокращение дорогостоящих экспериментов.

На этапе доработки производственного процесса перед его запуском или при его улучшении методом FMEA решают следующие задачи:

- обнаружение «слабых» мест технологических процессов и принятие мер по их устранению при планировании производственных процессов;
- принятие решений о пригодности предложенных и альтернативных процессов и оборудования при разработке технологических процессов;
- доработка технологического процесса до наиболее приемлемого с различных точек зрения, а именно: надежности, безопасности для персонала, обнаружения потенциально дефектных технологических операций и т. д.;
- подготовка серийного производства.

Метод FMEA рекомендуется применять при изменении условий эксплуатации технического объекта, требований заказчика, при модернизации конструкций или технологических процессов и т. п.

Метод FMEA может применяться также при принятии решений в отношении несоответствующей продукции (материалов, деталей, комплектующих изделий) в экономически обоснованных случаях.

Стандарт предназначен для технических специалистов и менеджеров предприятий, производящих автотранспортные средства, и предприятий-поставщиков. Основой настоящего стандарта является руководство «Анализ видов и последствий потенциальных отказов», входящее в систему документов к стандарту «QS-9000. Требования к системам качества» [1]. [2].

Применение настоящего стандарта не ограничено автомобильной отраслью. Методы, установленные в стандарте, применимы на предприятиях других отраслей, заинтересованных в улучшении качества разработок, развитии и непрерывном совершенствовании конструкций и технологических процессов.

Метод FMEA также может быть использован при разработке и анализе любых других процессов, например таких, как процессы продаж, обслуживания, маркетинга и другие.

[1)] FMEA (Potential Failure Mode and Effects Analysis) — анализ видов и последствий потенциальных отказов — это метод, изложенный в руководстве с аналогичным названием к стандарту QS—9000 «Требования к системам качества»; в настоящем стандарте метод охватывает как анализ последствий, так и анализ причин потенциальных дефектов технических объектов и процессов их изготовления, а также необходимую доработку технических объектов по данным проведенного анализа.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы качества в автомобилестроении

МЕТОД АНАЛИЗА ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ

Quality systems for automotive industry.
Method for potential failure mode and effects analysis

Дата введения — 2002—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на технические объекты автомобилестроения. Стандарт устанавливает методику и порядок проведения анализа видов, последствий и причин потенциальных дефектов (отказов) технических объектов и процессов их производства, а также доработки этих объектов и процессов по результатам проведенного анализа.

Стандарт применяется на этапах разработки и постановки на производство технических объектов, а также для совершенствования и доработки имеющихся конструкций и процессов производства технических объектов. Стандарт может применяться также для принятия решений по компонентам продукции, имеющим несоответствия по некоторым показателям качества.

Стандарт применяется в случаях, когда для технических объектов соответствующими документами (стандартом, техническим заданием, договором, программой обеспечения качества и надежности и др.) признано необходимым проведение метода FMEA. В инициативном порядке стандарт может применяться, если метод FMEA признан целесообразным для предотвращения или устранения ошибок и недоработок конструкции и (или) технологических процессов.

Стандарт рекомендуется применять при разработке стандартов предприятия, руководств, методик и иных документов в рамках действующей на предприятии системы качества.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения).

ГОСТ 27.002[1)] Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 27.310 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения

ГОСТ Р ИСО 9000[2)] Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана

[1)] Заменен на ГОСТ 27.002—2015 «Надежность в технике. Термины и определения».

[2)] Действует ГОСТ ISO 9000—2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»

Издание официальное

датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Определения

В настоящем стандарте используются термины с соответствующими определениями по ГОСТ Р ИСО 9000, ГОСТ 27.002 и ГОСТ 27.310, а также приведенные ниже:

3.1 **несоответствие:** Невыполнение требования (ГОСТ Р ИСО 9000)

3.2 **дефект:** Невыполнение требования, связанного с предполагаемым или установленным использованием (ГОСТ Р ИСО 9000).

3.3 **отказ:** Не предусмотренное для нормального функционирования технического объекта явление, приводящее к негативным последствиям при эксплуатации или изготовлении данного технического объекта.

Примечание — Далее в стандарте используется термин «дефект» в значении, обобщающем приведенные термины «несоответствие», «дефект» и «отказ».

3.4 **значимость потенциального дефекта:** Качественная или количественная оценка предполагаемого ущерба от данного дефекта.

3.5 **балл [ранг] значимости (S):** Экспертно выставляемая оценка, соответствующая значимости данного дефекта по его возможным последствиям.

3.6 **вероятность возникновения дефекта:** Количественная оценка доли продукции (от общего ее выпуска) с дефектом данного вида; эта доля зависит от предложенной конструкции технического объекта и процесса его производства.

3.7 **балл [ранг] возникновения (O):** Экспертно выставляемая оценка, соответствующая вероятности возникновения данного дефекта.

3.8 **вероятность обнаружения дефекта:** Количественная оценка доли продукции с потенциальным дефектом данного вида, для которой предусмотренные в технологическом цикле методы контроля и диагностики позволят выявить данный потенциальный дефект или его причину в случае их возникновения.

3.9 **балл [ранг] обнаружения (D):** Экспертно выставляемая оценка, соответствующая вероятности обнаружения дефекта.

3.10 **комплексный риск дефекта:** Комплексная оценка дефекта с точки зрения его значимости по последствиям, вероятности возникновения и вероятности обнаружения.

3.11 **приоритетное число риска (ПЧР):** Количественная оценка комплексного риска дефекта, являющаяся произведением баллов значимости, возникновения и обнаружения для данного дефекта.

3.12 **анализ видов и последствий потенциальных дефектов (FMEA):** Формализованная процедура анализа и доработки проектируемого технического объекта, процесса изготовления, правил эксплуатации и хранения, системы технического обслуживания и ремонта данного технического объекта, основанная на выделении возможных (наблюдаемых) дефектов разного вида с их последствиями и причинно-следственными связями, обуславливающими их возникновение, и оценках критичности этих дефектов.

3.13 **технический объект [объект]:** Любое изделие (элемент, устройство, подсистема, функциональная единица или система), которое можно рассматривать в отдельности.

Примечание — Объект может состоять из технических средств, программных средств или их сочетания и может в частных случаях включать персонал, его эксплуатирующий, обслуживающий и (или) ремонтирующий (ГОСТ 27.002).

4 Основные положения

4.1 Цели проведения FMEA

FMEA проводят с целью анализа и доработки конструкции технического объекта, производственного процесса, правил эксплуатации, системы технического обслуживания и ремонта технического объекта для предупреждения возникновения и (или) ослабления тяжести возможных последствий его дефектов и для достижения требуемых характеристик безопасности, экологичности, эффективности и надежности.

4.2 Применение метода FMEA основано на следующих принципах:

4.2.1 **Командная работа.** Реализация метода FMEA осуществляется силами специально подобранной межфункциональной команды экспертов.

4.2.2 **Иерархичность.** Для сложных технических объектов или процессов их изготовления анализу подвергается как объект или процесс в целом, так и их составляющие; дефекты составляющих рассматриваются по их влиянию на объект (или процесс), в который они входят.

4.2.3 **Итеративность.** Анализ повторяют при любых изменениях объекта или требований к нему, которые могут привести к изменению комплексного риска дефекта.

4.2.4 **Регистрация результатов проведения FMEA.** В соответствующих отчетных документах должны быть зафиксированы результаты проведенного анализа и решения о необходимых изменениях и действиях.

Необходимые изменения и действия, указанные в отчетных документах, должны быть отражены в соответствующих документах в рамках действующей на предприятии системы качества.

4.3 Задачи, решаемые при проведении FMEA

В процессе FMEA решают следующие задачи:

- составляют перечень всех потенциально возможных видов дефектов технического объекта или процесса его производства, при этом учитывают как опыт изготовления и испытаний аналогичных объектов, так и опыт реальных действий и возможных ошибок персонала в процессе производства, эксплуатации, при техническом обслуживании и ремонте аналогичных технических объектов;
- определяют возможные неблагоприятные последствия от каждого потенциального дефекта, проводят качественный анализ тяжести последствий и количественную оценку их значимости;
- определяют причины каждого потенциального дефекта и оценивают частоту возникновения каждой причины в соответствии с предлагаемыми конструкцией и процессом изготовления, а также в соответствии с предполагаемыми условиями эксплуатации, обслуживания, ремонта;
- оценивают достаточность предусмотренных в технологическом цикле операций, направленных на предупреждение дефектов в эксплуатации, и достаточность методов предотвращения дефектов при техническом обслуживании и ремонте; количественно оценивают возможность предотвращения дефекта путем предусмотренных операций по обнаружению причин дефектов на стадии изготовления объекта и признаков дефектов на стадии эксплуатации объекта;
- количественно оценивают критичность каждого дефекта (с его причиной) приоритетным числом риска ПЧР и при высоком ПЧР ведут доработку конструкции и производственного процесса, а также требований и правил эксплуатации с целью снижения критичности данного дефекта.

4.4 При проведении FMEA наряду с предложенным вариантом конструкции или процесса производства рекомендуется анализировать также альтернативные варианты технических решений. Эти варианты рассматривают с целью снижения комплексного риска дефекта по ПЧР, снижения стоимости и повышения эффективности функционирования технического объекта или технологии его изготовления.

4.5 Методология анализа видов, причин и последствий дефектов предполагает организацию межфункциональной команды (FMEA-команды), состоящей из разных специалистов, знания которых необходимы при анализе и доработке конструкции объекта и (или) производственного процесса (см. 4.2.1).

Требования к составу FMEA-команд — в соответствии с разделом 5.

4.6 Различные виды FMEA

4.6.1 В случаях, когда при разработке технического объекта конструкцию и процесс производства разделять нецелесообразно, разработку конструкции и производственного процесса проводят совместно с применением общего FMEA. Отраслевыми примерами целесообразного применения общего FMEA являются: резинотехническое производство, шинная промышленность и др. В этом случае применяют обобщенную методологию анализа видов и последствий дефектов конструкции и технологии по настоящему стандарту, а также по ГОСТ 27.310.

4.6.2 В случаях, когда разрабатываемый технический объект предполагает сначала разработку конструкции этого объекта, а затем разработку процессов его производства, метод FMEA может быть разделен на два этапа: этап отработки конструкции (DFMEA или FMEA конструкции) и этап отработки производственного процесса (PFMEA или FMEA процесса)[1)].

[1)] DFMEA — Potential failure mode and effects analysis in design (Design FMEA).
PFMEA — Potential failure mode and effects analysis in manufacturing and assembly processes (Process FMEA).

4.6.3 Анализ видов и последствий дефектов конструкции (DFMEA, FMEA конструкции)

FMEA конструкции представляет собой процедуру анализа первоначально предложенной конструкции технического объекта и доработки этой конструкции в процессе работы соответствующей FMEA-команды.

FMEA конструкции проводят на этапе разработки конструкции технического объекта. Данный метод позволяет предотвратить запуск в производство недостаточно отработанной конструкции, помогает улучшить конструкцию технического объекта и заранее предусмотреть необходимые меры в технологии изготовления, предупреждая появление или (и) снижая комплексный риск дефекта за счет:

- коллективной работы разносторонних специалистов, входящих в DFMEA-команду;
- изначального и полного учета требований для изготовления компонентов, требований сборки, контроля при изготовлении, удобства обслуживания и т. д.;
- повышения вероятности того, что все виды потенциальных дефектов и их последствия будут рассмотрены в процессе работы DFMEA-команды;
- анализа полной и разносторонней информации при планировании эффективного испытания конструкции;
- анализа списка всех видов потенциальных дефектов, ранжированных по их влиянию на потребителя, при котором устанавливают систему приоритетов при проведении улучшений конструкции и программу испытаний;
- создания открытой формы для рекомендаций и прослеживания действий, снижающих риск возникновения дефектов;
- разработки рекомендаций, помогающих в дальнейшей деятельности по анализу совокупности требований, оцениванию изменений конструкции, а также при разработке последующих перспективных конструкций.

4.6.4 Анализ видов и последствий дефектов процесса (PFMEA, FMEA процесса)

PFMEA представляет собой процедуру анализа первоначально разработанного и предложенного (процесса) производства и доработки этого процесса в ходе работы соответствующей PFMEA-команды.

PFMEA проводят на этапе разработки производственного процесса и это позволяет предотвратить внедрение в производство недостаточно отработанных процессов.

PFMEA позволяет:

идентифицировать виды потенциальных дефектов процесса изготовления данного технического объекта, приводящих к дефектам данного технического объекта;

оценить потенциальные реакции потребителя на соответствующие дефекты;

идентифицировать потенциальные факторы процессов изготовления и сборки и вариации процесса, требующие усиленных действий для снижения частоты (вероятности) дефектов или для обнаружения условий дефектов процесса;

составить ранжированный список потенциальных дефектов процесса, устанавливая этим систему приоритетов для рассмотрения корректирующих действий;

документировать результаты процесса изготовления или сборки.

4.6.5 Метод FMEA допускается применять для принятия решений в отношении партий компонентов, имеющих отклонения по некоторым показателям качества. При этом оценивают критичность потенциальных дефектов, которые могут возникать в техническом объекте, в который входят данные компоненты. В этом случае экспертно выставляемые баллы S, O, D (см. разделы 6 и 7) должны относиться к техническому объекту, в который входят эти компоненты.

4.7 Методология FMEA рекомендуется как при проектировании новых технических объектов, так и при разработке модифицированных вариантов конструкции и (или) процесса производства технических объектов (в соответствии с 4.2.3).

Методология FMEA полезна также при рассмотрении новых условий эксплуатации технического объекта или новых требований заказчика (потребителя) к этому объекту.

5 Состав FMEA-команд и требования к их членам

5.1 FMEA-команда (межфункциональная команда) представляет собой временный коллектив из разных специалистов, созданный специально для цели анализа и доработки конструкции и (или) процесса изготовления данного технического объекта. При необходимости в состав FMEA-команды могут приглашаться опытные специалисты из других организаций.

5.2 В своей работе FMEA-команды применяют метод мозгового штурма; рекомендуемое время работы — от 3 до 6 часов в день. Для эффективной работы все члены FMEA-команды должны иметь практический опыт и высокий профессиональный уровень. Этот опыт предполагает для каждого члена команды значительную работу в прошлом с аналогичными техническими объектами.

5.3 Рекомендуемое число участников FMEA-команды — от 4 до 8 человек. Полный состав участников FMEA-команды для работы с данным техническим объектом должен быть неизменным, однако в отдельные дни в работе FMEA-команды может принимать участие неполный ее состав, что определяется целесообразностью присутствия тех или иных специалистов при рассмотрении текущего вопроса.

5.4 Рекомендуется, чтобы члены DFMEA-команды в совокупности имели практический опыт в следующих областях деятельности:

- конструирование аналогичных технических объектов, различные конструкторские решения;
- процессы производства компонентов и сборки;
- технология контроля в ходе изготовления;
- техническое обслуживание и ремонт;
- испытания;
- анализ поведения аналогичных технических объектов в эксплуатации.

5.5 Рекомендуется, чтобы члены PFMEA-команды в совокупности имели практический опыт в следующих областях деятельности:

- конструирование аналогичных технических объектов;
- процессы производства компонентов и сборки;
- технология контроля в ходе изготовления;
- анализ работы соответствующих технологических процессов, возможные альтернативные технологические процессы;
- анализ частоты дефектов и контроля работы соответствующего оборудования и персонала.

Примечание — При необходимости в состав FMEA-команд привлекаются также специалисты с практическим опытом в других областях деятельности.

5.6 В случае, когда этапы проектирования конструкции и процессов производства данного технического объекта разделять нецелесообразно (см. 4.4.1), формируют общую FMEA-команду. Члены этой команды в совокупности должны иметь практический опыт во всех областях деятельности, перечисленных в 5.4 и 5.5.

5.7 В случае, когда для данного технического объекта отдельно формируют DFMEA-команду и PFMEA-команду, рекомендуется в их состав включать одних и тех же физических лиц следующих специальностей: конструктор, технолог, сборщик, испытатель, контролер.

5.8 В команде должен быть определен ведущий, которым может быть любой из членов команды, признаваемый остальными как лидер в рассматриваемых вопросах.

5.9 Профессионально ответственным в DFMEA-команде является конструктор, а в PFMEA-команде — технолог.

6 Методика работы FMEA-команд (основные этапы проведения FMEA)

6.1 Алгоритм работы FMEA-команды представлен на рисунке 1.

6.2 Планирование FMEA осуществляют по 5.3 ГОСТ 27.310. Необходимо решить вопрос о модификациях и этапах работы по методу FMEA: сначала DFMEA, затем PFMEA или общий FMEA.

6.3 Формирование составов межфункциональных FMEA-команд осуществляют в соответствии с требованиями раздела 5.

6.4 Ознакомление с предложенными проектами конструкции и (или) технологического процесса

Ведущий FMEA-команды представляет для ознакомления членам своей команды комплект документов по предложенному проекту конструкции или (и) проекту технологического процесса.

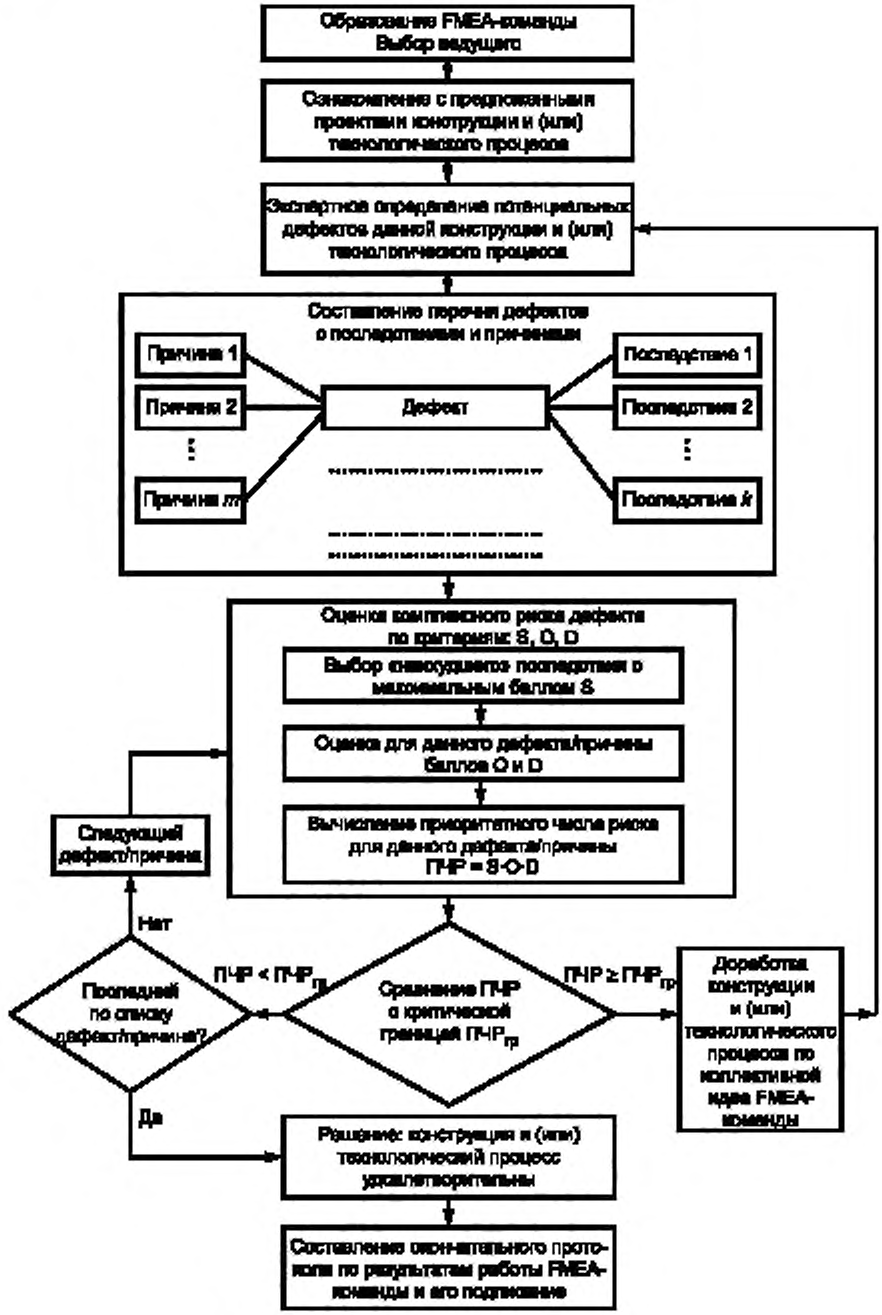


Рисунок 1 — Алгоритм работы FMEA-команды

6.5 Определение видов потенциальных дефектов, их последствий и причин

6.5.1 Для конкретного технического объекта и (или) производственного процесса с его конкретной функцией определяют (пользуясь имеющейся информацией и предшествующим опытом) все возможные виды дефектов. Описание каждого вида дефекта заносят в протокол анализа видов, причин

и последствий потенциальных дефектов, составленный, например, в виде таблицы. Форма протокола должна быть предварительно выбрана и утверждена. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

Примеры видов дефектов технического объекта: растрескивание, деформация, люфт, течь, прокол, короткое замыкание, окисление, перелом.

Примеры видов дефектов технологического процесса: недостаточная толщина покрытия, пропуск операции установления шплинта, применение другого материала.

Примечание — Виды потенциальных дефектов следует описывать в физических или технических терминах, а не в виде внешних признаков (симптомов), заметных потребителю.

6.5.2 Для всех описанных видов потенциальных дефектов определяют их последствия на основе опыта и знаний FMEA-команды.

Примеры последствий дефектов: шум, неправильная работа, плохой внешний вид, неустойчивость, прерывистая работа, шероховатость, неработоспособность, плохой запах, повреждение управления.

Примечания

1 Для каждого вида дефектов может быть несколько потенциальных последствий, все они должны быть описаны.

2 Последствия дефектов следует описывать признаками, которые может заметить и ощутить потребитель, причем имеется в виду, что потребитель может быть как внутренним (на последующих операциях создания объекта), так и внешним.

3 Последствия дефектов следует излагать в конкретных терминах системы, подсистемы или компонента, подвергаемых анализу.

6.5.3 Для каждого последствия дефекта экспертно определяют балл значимости S при помощи таблицы баллов значимости. Балл значимости изменяется от 1 для наименее значимых по ущербу дефектов до 10 — для наиболее значимых по ущербу дефектов. Для конкретного предприятия эта таблица должна быть пересмотрена в соответствии со спецификой предприятия и конкретными последствиями дефектов.

Типовые значения баллов значимости приведены в таблицах 1 и 2 раздела 7.

В дальнейшем при работе FMEA-команды и выставлении ПЧР (по 6.5.7) используют один максимальный балл значимости S из всех последствий данного дефекта (примеры использования максимального балла S при вычислении ПЧР приведены в приложении Б).

6.5.4 Для каждого дефекта определяют потенциальные причины. Для одного дефекта может быть выявлено несколько потенциальных причин, все они должны быть по возможности полно описаны и рассмотрены отдельно.

Примеры причин дефектов: использован другой материал, неадекватное предположение о жизнеспособности конструкции, перегрузка, недостаточные возможности смазки, неполные инструкции по обслуживанию, слабая защита от неблагоприятных условий среды.

Причинами (механизмами) дефектов могут быть, например: текучесть, ползучесть, нестабильность материала, усталость, износ, коррозия.

6.5.5 Для каждой потенциальной причины дефекта экспертно определяют балл возникновения О. При этом рассматривается предполагаемый процесс изготовления и экспертно оценивается частота данной причины, приводящей к рассматриваемому дефекту.

Балл возникновения изменяется от 1 для самых редко возникающих дефектов до 10 — для дефектов, возникающих почти всегда.

Типовые значения балла возникновения приведены в таблицах 3 и 4 раздела 7.

6.5.6 Для данного дефекта и каждой отдельной причины определяют балл обнаружения D для данного дефекта или его причины в ходе предполагаемого процесса изготовления.

Балл обнаружения изменяется от 10 для практически не обнаруживаемых дефектов (причин) до 1 — для практически достоверно обнаруживаемых дефектов (причин).

Типовые значения балла обнаружения приведены в таблицах 5 и 6 раздела 7.

6.5.7 После получения экспертных оценок S, O, D вычисляют приоритетное число риска ПЧР по формуле

$$ПЧР = S \times O \times D. \quad (1)$$

Для дефектов, имеющих несколько причин, определяют соответственно несколько ПЧР. Каждое ПЧР может иметь значения от 1 до 1000.

6.5.8 Для приоритетного числа риска должна быть заранее установлена критическая граница ($ПЧР_{гр}$) в пределах от 100 до 125. По усмотрению службы маркетинга и других служб предприятия для некоторых возможных дефектов значение $ПЧР_{гр}$ может быть установлено менее 100. Снижение $ПЧР_{гр}$ соответствует созданию более высококачественных и надежных объектов и процессов.

6.5.9 Составляют перечень дефектов/причин, для которых значение ПЧР превышает $ПЧР_{гр}$. Именно для них и следует далее вести доработку конструкции и (или) производственного процесса.

Для каждого дефекта/причины с ПЧР > $ПЧР_{гр}$ команда должна предпринимать усилия к снижению этого расчетного показателя посредством доработки конструкции и (или) производственного процесса.

6.5.10 После того, как действия по доработке определены, необходимо оценить и записать значения баллов значимости S, возникновения O и обнаружения D для нового предложенного варианта конструкции и (или) производственного процесса. Следует проанализировать новый предложенный вариант и подсчитать и записать значение нового ПЧР по схеме в соответствии с рисунком 1.

Все новые значения ПЧР следует рассмотреть и, если необходимо дальнейшее их снижение, повторить предыдущие действия.

6.5.11 Ответственный за разработку конструкции и (или) производственного процесса инженер должен подтвердить, что все предложения членов команды по доработке были рассмотрены.

6.5.12 В конце работы FMEA-команды должен быть составлен и подписан протокол, в котором отражают основные результаты работы команды, включающие, как минимум:

- состав FMEA-команды;
- описание технического объекта и его функций;
- перечень дефектов и (или) причин для первоначально предложенного варианта конструкции и (или) производственного процесса:
- экспертные баллы S, O, D и ПЧР для каждого дефекта и причины первоначально предложенного варианта конструкции и (или) технологического процесса;
- предложенные в ходе работы FMEA-команды корректирующие действия по доработке первоначально предложенного варианта конструкции и (или) производственного процесса;
- экспертные баллы S, O, D и ПЧР для каждого дефекта и причины доработанного варианта конструкции и (или) производственного процесса.

Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

6.5.13 При необходимости к протоколу работы FMEA-команды прилагают соответствующие чертежи, таблицы, результаты расчета и т. д.

7 Критерии для оценки комплексного риска ДЕФЕКТА

7.1 В соответствии с методикой, изложенной в разделе 6, каждый дефект и причину дефекта оценивают экспертно по трем критериям:

- значимость;
- вероятность возникновения;
- вероятность обнаружения.

Примечание — Члены FMEA-команды должны иметь единое мнение по системе и критериям экспертных оценок. Эти критерии и шкалы оценок должны оставаться постоянными при модификации конструкции и производственного процесса.

7.2 При выставлении членами FMEA-команды балла значимости дефекта S за основу могут быть взяты приведенные ниже таблицы 1 и 2 для DFMEA и PFMEA соответственно.

До начала работы FMEA-команд эти таблицы должны быть пересмотрены и изложены с учетом специфики данного предприятия. Возможна разработка нескольких таблиц для различных видов конструкций и производственных процессов.

При составлении таких таблиц следует иметь в виду, что по мере снижения значимости дефектов при описании последствий следует переходить от терминов безопасности и экологии к терминам утраты основных функций объекта, далее к терминам потерь (на устранение дефекта и др.), далее к терминам неудовольствия/неудобства потребителя, включая в число потребителей и персонал, участвующий в процессе изготовления, а также персонал, обслуживающий технический объект в эксплуатации.

Примечание — Экономические потери рекомендуется соизмерять со стоимостью самого технического объекта.

Таблица 1 — Рекомендуемая шкала баллов значимости S для FMEA конструкции

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Опасное без предупреждения	Очень высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и/или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии без предупреждения	10
Опасное с предупреждением	Весьма высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением	9
Очень важное	Транспортное средство/узел неработоспособны с потерей основной функции	8
Важное	Транспортное средство/узел работоспособны, но снижен уровень эффективности. Потребитель не удовлетворен	7
Умеренное	Транспортное средство/узел работоспособны, но системы комфорта/удобства неработоспособны. Потребитель испытывает дискомфорт	6
Слабое	Транспортное средство/узел работоспособны, но система(ы) комфорта/удобства работают малоэффективно. Потребитель испытывает некоторое неудовлетворение	5
Очень слабое	Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает большинство потребителей	4
Незначительное	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает средний потребитель	3
Очень незначительное	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечают придирчивые потребители	2
Отсутствует	Нет последствия	1

Примечание — «Опасное с предупреждением» — такое последствие, о возможности наступления которого потребитель (пользователь, оператор) предупреждается заранее световым, звуковым или другим индикатором. В ряде случаев предотвратить наступление дефекта с его последствием невозможно или технически нецелесообразно, но легко осуществить предупреждение о наступлении в ближайшее время такого дефекта (например, износ колодок тормозов, падение уровня тормозной жидкости т. п.).

Таблица 2 — Рекомендуемая шкала баллов значимости дефекта S для FMEA производственного процесса

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Опасное без предупреждения	Может подвергнуть опасности персонал у станка или на сборке. Очень высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и (или) вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии без предупреждения	10
Опасное с предупреждением	Может подвергнуть опасности персонал у станка или на сборке. Весьма высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и (или) вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением	9
Очень важное	Большое нарушение производственной линии. Может браковаться до 100 % продукции. Транспортное средство/узел неработоспособны с потерей главной функции. Потребитель очень недоволен	8
Важное	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка продукции, когда часть ее бракуется. Транспортное средство работоспособно, но с пониженной эффективностью. Потребитель не удовлетворен	7

Окончание таблицы 2

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Умеренное	Небольшое нарушение производственной линии. Часть продукции необходимо забраковать (без сортировки). Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства не работают. Потребитель испытывает дискомфорт	6
Слабое	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка до 100 % продукции. Транспортное средство/узел работоспособны, но некоторые системы комфорта и удобства работают с пониженной эффективностью. Потребитель испытывает некоторое неудовлетворение	5
Очень слабое	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка и частичная переделка продукции. Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Этот дефект замечает большинство потребителей	4
Незначительное	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка части продукции на специальном участке. Отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает средний потребитель	3
Очень незначительное	Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться доработка части продукции на основной технологической линии. Отделка и шумность не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает разборчивый потребитель	2
Отсутствует	Нет последствия	1

7.3 При экспертном выставлении балла возникновения О за основу могут быть взяты приведенные ниже таблицы 3 и 4 для DFMEA и PFMEA соответственно.

В случае PFMEA если причиной появления дефекта является нарушение установленного допуска на данный показатель качества и если имеется статистический анализ для аналогичного процесса, то рекомендуемым ориентиром для выставления балла О является индекс C_{pk}, приведенный в таблице 4.

Примечание — Статистический индекс C_{pk} определяет практические возможности технологического процесса по обеспечению выполнения требований установленного допуска на данный показатель качества X. Индекс C_{pk} вычисляют по формуле

$$C_{pk} = \frac{\min\left\{\left(U - \overline{X}\right);\left(\overline{X} - L\right)\right\}}{3\hat{\sigma}_I}, \qquad (2)$$

где U, L — верхнее и нижнее предельные значения поля допуска показателя качества X;

$\overline{X}$ — выборочное среднее или оценка положения центра настройки технологического процесса;

$\hat{\sigma}_I$ — оценка стандартного отклонения процесса.

В любом случае при выставлении баллов возникновения О члены FMEA-команды должны рассмотреть следующие вопросы:

Каков опыт эксплуатации и обслуживания подобного технического объекта/производственного процесса?

Заимствован ли (подобен ли) технический объект/производственный процесс из применяемых ранее?

Насколько значительны изменения конструкции и (или) производственного процесса по сравнению с предыдущими?

Отличаются ли компоненты радикально от предыдущих?

Таблица 3 — Рекомендуемая шкала для выставления балла возникновения О (FMEA конструкции)

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Балл О
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2 « 1 из 3	10 9

Окончание таблицы 3

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Балл О
Высокая: повторяющиеся дефекты	Более 1 из 8 « 1 из 20	8 7
Умеренная: случайные дефекты	Более 1 из 80 « 1 из 400 « 1 из 2000	6 5 4
Низкая: относительно мало дефектов	Более 1 из 15000 « 1 из 150000	3 2
Малая: дефект маловероятен	Менее 1 из 1 500 000	1

Таблица 4 — Рекомендуемая шкала для выставления балла возникновения О (FMEA процесса)

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Индекс C_{pk}	Балл О
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2 « 1 из 3	Менее 0,33 « 0,33	10 9
Высокая: ассоциируется с аналогичными процессами, которые часто отказывают	Более 1 из 8 « 1 из 20	Менее 0,51 « 0,67	8 7
Умеренная: в общем ассоциируется с предыдущими процессами, у которых наблюдались случайные дефекты, но не в большой пропорции	Более 1 из 80 « 1 из 400 « 1 из 2000	Менее 0,83 « 1,00 « 1,17	6 5 4
Низкая: отдельные дефекты, связанные с подобными процессами	Более 1 из 15000	Менее 1,33	3
Очень низкая: отдельные дефекты, связанные с почти идентичными процессами	Более 1 из 150000	Менее 1,50	2
Малая: дефект маловероятен. Дефекты никогда не связаны с такими же идентичными процессами	Менее 1 из 1500000	Более 1,67	1

7.4 При выставлении балла обнаружения D за основу могут быть взяты приведенные ниже таблицы 5 и 6 для DFMEA и PFMEA соответственно.

При проведении PFMEA и использовании таблицы 6 учитывают дефекты производственного процесса и возможность их обнаружения предполагаемыми методами и средствами контроля.

В основе выставления оценок обнаружения D лежит предыдущий опыт членов FMEA-команды по возможностям обнаружения аналогичных причин дефектов при соответствующих методах обнаружения, заложенных в производственный процесс.

Таблица 5 — Рекомендуемая шкала для выставления балла обнаружения D (FMEA конструкции)

Обнаружение	Критерии. правдоподобность обнаружения при проектируемом контроле	Балл D
Абсолютная неопределенность	Проектируемый контроль не обнаружит и (или) не может обнаружить потенциальные причину/механизм и последующий вид дефекта, или контроль не предусмотрен	10
Очень плохое	Очень плохие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	9
Плохое	Плохие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	8
Очень слабое	Очень ограниченные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	7
Слабое	Ограниченные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	6

Окончание таблицы 5

Обнаружение	Критерии: правдоподобность обнаружения при проектируемом контроле	Балл D
Умеренное	Умеренные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	5
Умеренно хорошее	Умеренно высокие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при проектируемом контроле	4
Хорошее	Высокие шансы	3
Очень хорошее	Очень высокие шансы	2
Почти наверняка	Проектируемые действия (контроль) почти наверняка обнаруживают потенциальную причину и последующий вид дефекта	1

Таблица 6 — Рекомендуемая шкала для выставления балла обнаружения D (FMEA процесса)

Обнаружение	Критерии: вероятность обнаружения дефекта при контроле процесса до следующего или последующего процесса или до того, как часть или компонент покинет место изготовления или сборки	Балл D
Почти невозможно	Нет известного контроля для обнаружения вида дефекта в производственном процессе	10
Очень плохое	Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	9
Плохое	Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	8
Очень слабое	Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	7
Слабое	Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	6
Умеренное	Умеренная вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	5
Умеренно хорошее	Умеренно высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	4
Хорошее	Высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	3
Очень хорошее	Очень высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	2
Почти наверняка	Действующий контроль почти наверняка обнаружит вид дефекта. Для подобных процессов известны надежные методы контроля	1

7.5 В приведенных таблицах 1—6 использованы дискретные балльные оценки S, O, D. Для конкретных технических объектов и процессов возможно использование непрерывных шкал, например в виде графиков или формул. Значения балльных оценок при этом не должны заметно отличаться от приведенных в соответствующих таблицах.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов

Объект анализа _____ Служба, ответственная за проведение FMEA _____ Код/номер протокола FMEA

Вид изделия, год выпуска _____ Планируемые сроки проведения FMEA: Стр. _____ из _____

Изготовитель конечной продукции _____ начало _____ окончание _____ Руководитель группы _____

Область применения: Действительные сроки проведения FMEA: Члены команды _____

проектирование ☐ конструкции ☐ начало _____ окончание _____,

совершенствование ☐ технологического процесса ☐

управление несоответствующей продукцией ☐

Изделие/функция	Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина(ы) или механизм(ы) дефекта	Балл O	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта (причины)	Балл D	ПЧР	Рекомендуемое изменение	Ответственность и намеченная дата	Результаты работы					
											Предпринятые действия (изменения)	Новые значения баллов				
												S	O	D	ПЧР

Примечание — Рекомендуемые изменения необходимы в случае, когда ПЧР > $ПЧР_{гр}$. В этом случае конструкция и (или) производственный процесс должны быть изменены по отношению к первоначально предложенным с целью снижения значений баллов O и D, а иногда и S. При FMEA конструкции рекомендуемые изменения могут касаться первоначальной конструкции или (и) первоначально предлагаемого к рассмотрению производственного процесса.

Приложение Б
(справочное)

Примеры доработки первоначальных конструкторских и технологических решений FMEA-командами

Пример 1

FMEA-команда работает над совершенствованием конструкции нагнетательного шланга, соединяющего насос с рулевым гидроусилителем для автомобиля.

Первоначально предложенная конструкция шланга предполагала его соединение с насосом при помощи трубки с двойной конической развальцовкой и накидной гайкой.

Фрагмент протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов (см. приложение А) приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина дефекта	Балл O	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	Балл D	ПЧР
Течь в соединении	1 Загрязнение окружающей среды	10	1 Разрушение седла соединения	8	Визуально	9	720
	2 Снижение эффективности рулевого управления	8	2 Отклонение геометрии трубки шланга или седла	7	Специальные измерители	6	420
	3 Снижение удобства управления	7	3 Затруднен доступ к накидной гайке в автомобиле	9	Динамометрический ключ	7	630

В результате рассмотрения альтернативных конструкций было выбрано соединение шланга с насосом при помощи торцевого уплотнения с медными шайбами и изменено место этого соединения в насосе для облегчения доступа к соединению при заводской сборке и ремонте. Новые значения баллов приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина дефекта	Балл O	Предложенные меры по обнаружению дефекта	Балл D	ПЧР
Течь в соединении	1 Загрязнение окружающей среды	10	1 Отклонение геометрии торцевого соединителя или плоскости соединения на насосе	3	Визуально плюс приспособления	2	60
	2 Снижение эффективности рулевого управления	8	2 Недостаточный момент затяжки	2	Динамометрический ключ	3	60
	3 Снижение удобства управления	7	3 Недостаточный отжиг медных шайб	2	Выборочно на приспособлении	2	40

Результат: соединение стало более надежным; облегчен доступ для монтажа и ремонта; стоимость нового соединения не выше стоимости первоначально предложенного соединения. Формально: максимальное значение ПЧР для этого дефекта стало равно 60.

Пример 2

FMEA-команда работает над совершенствованием конструкции механизма регулирования положения рулевой колонки легкового автомобиля.

Первоначально предложенная конструкция предполагала фиксацию колонки при помощи поперечной стяжки двустороннего кронштейна эксцентриком с рукояткой: для надежности фиксации на сопрягаемых плоскостях (кронштейна и обоймы рулевой колонки) предлагалась насечка.

Фрагмент протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов (см. приложение А) приведен в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина дефекта	Балл O	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	Балл D	ПЧР
Плохая фиксация колонки	1 Возможность фиксации не в любом положении	7	1 Заниженная твердость насечки	5	Выборочный контроль твердости	4	200
	2 Внезапное изменение положения колонки при резком повороте руля	10	2 Износ насечки при частых регулировках	7	Динамометрический ключ	10	700

Простой и эффективной альтернативной конструкцией является применение фрикционных шайб между сопрягаемыми плоскими поверхностями, однако это конструкторское решение запатентовано компанией Форд Мотор Компани. При рассмотрении других альтернативных решений была выбрана конструкция с фрикционными накладками, наклеиваемыми на пластины обоймы колонки. Новые значения баллов приведены в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина дефекта	Балл O	Предложенные меры по обнаружению дефекта	Балл D	ПЧР
Плохая фиксация колонки	1 Внезапное изменение положения колонки при резком повороте руля	10	1 Занижен коэффициент трения фрикционных накладок	4	Контроль при сборке автомобиля на усилие сдвига колонки при специально не полном зажиме	2	80
	2 Затрудненное регулирование положения колонки при отслоении фрикционной накладки	7	1 Отслоение накладок из-за нарушения технологии наклейки	5	Выборочный контроль на отрыв	5	175

Появившееся новое последствие потенциального дефекта — затрудненное регулирование колонки при отслоении накладки (см. таблицу Б.4) решено было снизить по значимости путем введения двух полуутопленных штифтов и соответствующих отверстий на приклеиваемых накладках. Новое значение балла при этом последствии S = 3, а новое значение ПЧР = 75 (в таблице Б.4 это не показано).

Результат: зажим стал более надежным; ориентировочная стоимость новой конструкции зажима на 4 % выше стоимости первоначальной конструкции. Формально: максимальное значение ПЧР для этого дефекта стало равным 75.

Пример 3

FMEA-команда работает над совершенствованием технологического процесса изготовления рабочих тормозных цилиндров автомобиля.

Первоначально предложенная технология предполагала зажим литой чугунной заготовки за поверхность отливки.

Фрагмент протокола анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов (см. приложение А) приведен в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина дефекта	Балл O	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	Балл D	ПЧР
Образование тонкой стенки цилиндра	1 Разрушение цилиндра при резком и сильном торможении	10	1 Зажим заготовки со смещением	3	Визуальный контроль	8	240
			2 Заготовки с заниженными механическими свойствами	3	Контроль партии отливок по образцу-эталону механических свойств	5	150

В результате рассмотрения альтернативных технологических решений было предложено:

- ввести в форму отливок специальные приливы, служащие базой для зажима при механической обработке;
- ввести статистический контроль прочности обработанных цилиндров при гидравлических испытаниях для каждой партии отливок.

Новые значения баллов приведены в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Вид потенциального дефекта	Последствие потенциального дефекта	Балл S	Потенциальная причина дефекта	Балл O	Предложенные меры по обнаружению дефекта	Балл D	ПЧР
Образование тонкой стенки цилиндра	1 Разрушение цилиндра при резком и сильном торможении	10	1 Зажим заготовки со смещением	2	Статистический контроль при гидравлических испытаниях	2	40
			2 Заготовки с заниженными механическими свойствами	3	То же	2	60

Результат: технологический процесс в целом стал более надежным при незначительном возрастании себестоимости изготовления цилиндра. Формально: максимальное значение ПЧР для этого дефекта снижено до 60.

Библиография

[1] QS-9000 Требования к системам качества/Крайслер Корп., Форд Мотор Компани, Дженерал Моторс Корп. 3-е издание, март 1998 г.

[2] FMEA «Анализ видов и последствий потенциальных отказов»/Крайслер Корп., Форд Мотор Компани, Дженерал Моторс Корп. 2-е издание, февраль 1995 г.

УДК 658.51:658.662.4:621:005:006.354 ОКС 03.120.30

Ключевые слова: технический объект, производственный процесс, дефект; отказ, метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов, межфункциональная команда, системы качества в автомобилестроении

Редактор переиздания *Д.А. Кожемяк*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 31.08.2020. Подписано в печать 09.11.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,05
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru