ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70660— 2023

Арматура трубопроводная

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 259 «Трубопроводная арматура и сильфоны»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 марта 2023 г. № 117-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 Термины, определения и сокращения 2
4 Основные положения 3
5 Программа работ 4
6 Методика выполнения работ 4
Приложение А (рекомендуемое) Пример анализа видов, последствий и критичности отказов арматуры 10
Приложение Б (рекомендуемое) Блок-схема вероятности безотказной работы (отказов) на примере задвижки 11
Приложение В (рекомендуемое) Пример анализа возможных критических дефектов деталей и узлов арматуры, проявляющихся после выполнения технологических операций 13
Приложение Г (рекомендуемое) Пример оформления результатов анализа данных технического контроля о браке, допущенном при изготовлении, и данных по результатам эксплуатации арматуры 14
Приложение Д (рекомендуемое) Методика расчета вероятности безотказной работы арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления 16
Приложение Е (рекомендуемое) Пример оформления результатов расчета вероятности безотказной работы арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления 19
Библиография 20

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Арматура трубопроводная

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ

Pipeline valves.
Ensuring reliability in manufacturing

Дата введения — 2023—10—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на трубопроводную арматуру (в том числе ее узлы и детали), приводные устройства арматуры (далее — арматура, или изделия), предназначенные для эксплуатации на опасных производственных объектах, и определяет программу и методику оценки возможности обеспечения безотказности при изготовлении.

Настоящий стандарт применяется для подтверждения безотказности арматуры после изготовления, когда ее подтверждение ресурсными испытаниями или в ходе эксплуатации экономически или технически нецелесообразно.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.102 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 3.1109 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 14.004 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 27.004 Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения

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

ГОСТ 15467 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 24297 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 24856 Арматура трубопроводная. Термины и определения

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р 50779.30 Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 3534-1 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей

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 датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом ут-

Издание официальное

верждения (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 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 2.102, ГОСТ 3.1109, ГОСТ 14.004, ГОСТ 27.004, ГОСТ 15467, ГОСТ 24856, ГОСТ Р 27.102, ГОСТ Р 50779.30, ГОСТ Р ИСО 3534-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **технологический процесс:** Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и/или определению состояния предмета труда.

3.1.2 **маршрутно-операционное описание технологического процесса:** Сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения, с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

3.1.3 **установившаяся технология:** Технология, обеспечивающая стабильную повторяемость результатов технологического процесса.

3.1.4 **качество:** Совокупность свойств изделия, обусловливающих его пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с его назначением.

3.1.5 **надежность:** Свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

3.1.6 **безопасность:** Свойство изделия не причинять ущерба жизни и здоровью людей, окружающей среде, не наносить значительный экономический ущерб, как при нормальной эксплуатации изделия, так и в случае возникновения отказа при внешних, по отношению к изделию, обстоятельствах возникновения опасности.

3.1.7 **отказ:** Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния изделия вследствие конструктивных нарушений при проектировании, несоблюдения установленного процесса производства или ремонта, невыполнения правил или инструкций по эксплуатации.

3.1.8 **предельное состояние:** Состояние изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

3.1.9 **предельное состояние по отношению к критическим отказам:** Состояние изделия, при котором дальнейшая его эксплуатация недопустима в связи с возможностью наступления критического отказа.

3.1.10 **критический отказ:** Отказ арматуры, возможными последствиями которого является причинение вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

3.1.11 **вероятность безотказной работы по отношению к критическим отказам:** Вероятность того, что в пределах заданной наработки (назначенного срока службы, назначенного ресурса) критических отказов не возникнет.

3.1.12 **коэффициент оперативной готовности:** Вероятность того, что арматура окажется в рабочем состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение изделия по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени (ресурса).

3.1.13 **средняя наработка на отказ:** Отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию количества его отказов в течение этой наработки.

3.1.14 **дефект:** Каждое отдельное несоответствие арматуры установленным требованиям.

3.1.15 **скрытый дефект:** Дефект, для выявления которого в нормативной документации не предусмотрены соответствующие правила, методы и средства.

3.1.16 **стандартный образец:** Образец вещества (материала) с установленными в результате метрологической аттестации значениями одной или более величин, характеризующими свойство или состав этого вещества (материала).

3.1.17

опасные производственные объекты: Предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты.

[Адаптировано из [1], статья 2]

3.1.18 **схема:** Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части арматуры и связи между ними.

3.1.19 **ведомость покупных изделий:** Документ, содержащий перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемой арматуре.

3.1.20 **технический контроль:** Проверка соответствия арматуры установленным техническим требованиям.

3.1.21 **операционный контроль:** Технический контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции.

3.1.22 **риск потребителя при контроле поставщика $R_п$:** Максимальная вероятность принятия по результатам контроля поставщика решения о соответствии для совокупности продукции, не соответствующей требованиям к ее качеству, при заданном поставщиком плане контроля.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АВПКО — анализ видов, последствий и критичности отказов;
ВБР — вероятность безотказной работы;
КД — конструкторская документация;
НД — нормативные документы;
ОТК — отдел технического контроля;
ПС — паспорт;
ПСИ — приемо-сдаточные испытания;
РЭ — руководство по эксплуатации;
ТУ — технические условия;
ЭД — эксплуатационные документы.

4 Основные положения

4.1 Требования к надежности и безопасности арматуры задает заказчик изделия при заказе, устанавливает разработчик в ТУ, и эти требования должны быть обеспечены изготовителем.

4.2 На этапе изготовления надежность и безопасность обеспечивают:

- технологическими операциями, применяемыми изготовителем;

- техническим контролем (далее — контрольные операции), в том числе системой верификации (входного контроля) поступающих материалов, комплектующих изделий в соответствии с ГОСТ 24297 и в целом системой менеджмента качества изготовителя.

4.3 Характеристики (показатели) надежности и безопасности допускается подтверждать:

- испытаниями на надежность, проводимыми в составе приемочных, квалификационных или периодических испытаний.

Примечание — Для подтверждения испытаниями высоких значений показателей безотказности требуется большое количество изделий, которые необходимо подвергнуть ресурсным испытаниям на рабочих параметрах, и/или большие объемы ресурсных испытаний, что экономически и технически нецелесообразно;

- данными эксплуатационной статистики.

Примечание — Для подтверждения данными эксплуатационной статистики высоких значений показателей безотказности требуется длительный промежуток времени с момента изготовления изделий, что не позволяет определить безотказность изделия непосредственно в момент выпуска;

- результатами анализа действующих на предприятии технологических процессов (технологических операций изготовления и операций технического контроля) и системы качества в части обеспечения ими требуемых показателей надежности и безопасности (далее — оценкой технологического процесса).

4.4 Процедуру оценки (анализ и расчеты) обеспечения технологическим процессом заданных требований к безотказности арматуры выполняют на стадии ее серийного производства после проведения

приемочных испытаний. Серийную арматуру изготавливают на основе отработанной конструкции по установившейся технологии.

4.5 В настоящем стандарте приведены программа и методика подтверждения возможности обеспечения технологическим процессом показателя безотказности — «вероятность безотказной работы» как наиболее трудоемкого для подтверждения.

4.6 Оценку технологического процесса основывают на анализе конструкции арматуры, технологии ее изготовления и анализе результатов эксплуатации арматуры, ранее изготовленной с применением операций оцениваемого технологического процесса.

4.7 При анализе конструкции арматуры выявляют узлы и детали, отказ которых в процессе эксплуатации может быть критическим, и устанавливают возможные несоответствия требованиям КД, которые могут послужить причиной критического отказа этих узлов и деталей.

4.8 Оценку технологического процесса осуществляет изготовитель или, по согласованию с ним, представители заказчика, экспертной организации или разработчик, имеющие необходимую квалификацию, знающие конструкцию арматуры, ТУ, технологический процесс ее изготовления.

4.9 В основу оценки обеспечения технологическим процессом требований к безотказности в настоящем стандарте положен анализ технологических операций, в процессе которых могут иметь место несоответствия (дефекты), приводящие к критическому отказу арматуры, и контрольных операций, при выполнении которых эти несоответствия (дефекты) могут быть обнаружены.

В качестве основных причин появления несоответствий (дефектов) рассматриваются сбои в работе оборудования и ошибки, допущенные персоналом при выполнении технологических и контрольных операций.

5 Программа работ

Работы по оценке возможности обеспечения технологическим процессом изготовления заданных требований к безотказности проводят по программе, в которой предусматривают:

- анализ видов, последствий и критичности отказов исходя из условий эксплуатации готовых изделий с выделением критических отказов, вероятность отсутствия которых (ВБР) обеспечивают технологическим процессом изготовителя. АВПКО проводят в соответствии с ГОСТ 27.310;
- анализ конструкции арматуры;
- анализ технологического процесса с выделением технологических и контрольных операций, при выполнении которых возможно проявление несоответствий (дефектов), являющихся причиной возникновения выделенных критических отказов;
- анализ статистической информации о браке в части несоответствий (дефектов), выявленных в процессе производства и по данным эксплуатационной статистики, в том числе при проведении ремонта арматуры;
- проведение расчета ВБР арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом;
- проведение сравнительного анализа заданных требований к показателям безотказности изделия и расчетных показателей безотказности, обеспечиваемых технологическим процессом;
- выдача заключения по результатам работ с выводом о возможности/невозможности обеспечения требований к безотказности арматуры технологическим процессом изготовления и разработкой, при необходимости, рекомендаций по внесению необходимых изменений в технологический процесс и (или) конструкцию арматуры с целью повышения ее безотказности.

6 Методика выполнения работ

6.1 Анализ видов, последствий и критичности отказов арматуры (АВПКО)

6.1.1 Перечень возможных отказов арматуры с выделением критических отказов должен быть установлен в ТУ и ЭД на изделие. При его отсутствии такой перечень следует установить до АВПКО на основании анализа технической документации на изделие (ТУ, ЭД). Пример АВПКО арматуры приведен в приложении А.

6.1.2 Перечень критических отказов уточняют совместно с заказчиком и/или проектировщиком системы, в составе которой предусматривают эксплуатацию изделия, исходя из конкретных условий эксплуатации и возможных последствий отказа.

6.2 Анализ конструкции арматуры

6.2.1 Анализ конструкции арматуры выполняют на предмет определения деталей и узлов, несоответствия которых могут привести к критическому отказу арматуры.

Цели анализа конструкции арматуры:

- составление блок-схемы безотказной работы арматуры с выделением деталей и узлов, несоответствия которых могут привести к критическому отказу. Пример блок-схемы приведен в приложении Б;
- определение перечня технологических и контрольных операций, необходимых для изготовления изделия.

6.2.2 Анализ проводят по КД. Анализу подвергают:

- сборочные чертежи и чертежи деталей;
- спецификации;
- расчет на прочность нагруженных элементов;
- ведомость покупных изделий;
- технические условия;
- программу и методику испытаний;
- ЭД (ПС и РЭ).

6.3 Анализ технологического процесса изготовления

6.3.1 Анализу подвергают документы технологического процесса изготовления (маршрутно-операционное описание технологического процесса).

6.3.2 В целях анализа технологический процесс изготовления представляют обобщенной блок-схемой, основными элементами которой являются:

- верификация материалов и комплектующих (покупных изделий);
- операции изготовления и сборки;
- операции контроля;
- ПСИ.

6.3.3 В результате анализа выделяют технологические и контрольные операции, ошибки в которых могут привести к несоответствиям, вызывающим критические отказы при эксплуатации. К основным технологическим причинам таких несоответствий относят:

- неправильный подбор материалов;
- несоответствие фактических свойств и состава материалов деталей и комплектующих свойствам, указанным в ПС и сертификатах;
- ошибки при верификации материалов основных деталей, сварочных материалов и комплектующих изделий;
- нарушение режимов технологических процессов и операций;
- ошибки при контроле металла основных деталей и сварных швов в процессе изготовления;
- ошибки в геометрических размерах деталей и узлов, обеспечивающих их требуемую прочность и безотказное функционирование;
- скрытые дефекты деталей (материалов деталей) и сварных швов;
- ошибки при сборке;
- ошибки при проведении всех видов операционного контроля и испытаний;
- потеря технологической точности оборудования.

6.3.4 Анализ операций проводят за весь период их выполнения изготовителем, начиная с момента, после которого корректировка этих операций, в части режимов, оборудования и квалификации персонала, не проводилась.

6.3.5 Для вновь выпускаемых изделий оценку технологических и контрольных операций, задействованных в данном технологическом процессе, проводят по результатам применения этих операций в других технологических процессах при соответствии режимов, оборудования и квалификации персонала.

6.3.6 Пример анализа возможных дефектов элементов и узлов, приводящих к критическим отказам, приведен в приложении В.

6.4 Анализ информации о браке

6.4.1 Анализу подвергают следующую информацию о браке:

- рекламации потребителей;

- данные о возвратах ОТК по всем операциям изготовления и контроля, ошибки в которых могут привести к несоответствиям, вызывающим критические отказы;

- результаты ПСИ;

- результаты периодических, сертификационных или иных испытаний, проведенных в аккредитованных лабораториях.

6.4.2 Информация о браке предоставляется ОТК изготовителя.

6.4.3 По результатам анализа информации о браке выделяют рекламации и результаты ПСИ, связанные с критическим отказом арматуры, а также сведения о бракованных деталях (возврат ОТК), несоответствия которых могут вызывать критические отказы при эксплуатации или привести к отрицательным результатам ПСИ.

Пример оформления результатов анализа данных ОТК о браке, допущенном при изготовлении, и данных по результатам эксплуатации приведен в приложении Г.

6.5 Расчет вероятности безотказной работы, обеспечиваемой технологическим процессом, по отношению к критическим отказам

6.5.1 Общие положения

6.5.1.1 Расчет ВБР, обеспечиваемой технологическим процессом, по отношению к критическим отказам (далее — расчет), проводят по результатам анализа технологического процесса изготовления и информации о рекламациях.

6.5.1.2 В расчете учитывают критические отказы, возникновение которых связанно с несовершенством или нарушением установленного технологического процесса (производственные отказы).

При определении безотказности арматуры в расчете не рассматривают:

- отказы, возникшие по причинам, связанным с несовершенством или нарушением установленных правил и/или норм конструирования (конструктивные отказы), с несовершенством технологического процесса (технологические отказы), в случае принятия мер по их устранению, а также отказы, возникшие по причинам, связанным с нарушением установленных условий эксплуатации (эксплуатационные отказы);

- отказы, обусловленные естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости материала изделия при соблюдении всех установленных правил и/или норм проектирования, изготовления и эксплуатации (деградационные отказы) при достижении заданного ресурса (заданной наработки).

6.5.1.3 Безотказность арматуры, обеспечиваемую при изготовлении (производственная безотказность), определяют вероятностью того, что изделие в течение заданного ресурса (заданной наработки) не откажет из-за нарушений, допущенных в процессе его изготовления.

6.5.1.4 Безотказность арматуры $P_{и}$, обеспечиваемую технологическим процессом изготовления, определяют безотказностью каждой детали, предусматриваемой при изготовлении, и рассчитывают по формуле

$$P_{и} = \prod_{i=1}^{n} P_{Дi}, \quad (1)$$

где $P_{Дi}$ — безотказность каждой i-ой детали (узла, материала), обеспечиваемая технологическим процессом ее изготовления;

i (от 1 до n) — порядковый номер (индекс) детали (узла, материала), изготовление и контроль которых определяют безотказность, обеспечиваемую при выполнении технологического процесса;

n — количество деталей (узлов, материалов), изготовление и контроль которых определяют безотказность, обеспечиваемую при выполнении технологического процесса.

В расчете по формуле (1) предполагается, что отказы деталей рассматриваются как независимые события и что отказ каждой рассматриваемой детали приводит к отказу изделия.

6.5.1.5 Безотказность детали, обеспечиваемую технологическим процессом изготовления, $P_{Дi}$, определяют безотказностью при выполнении каждой j-ой операции технологического процесса изготовления детали (технологической операции изготовления и контрольной операции после нее) P_{oj} и рассчитывают по формуле

$$P_{Дi} = \prod_{j=1}^{m} P_{oj}, \quad (2)$$

где j (от 1 до m) — порядковый номер (индекс) операции технологического процесса;

m — количество операций технологического процесса.

В расчете по формуле (2) предполагается, что ошибки при выполнении операций технологического процесса изготовления деталей рассматриваются как независимые события и что ошибка при выполнении каждой рассматриваемой операции может приводить к критическому дефекту детали.

6.5.1.6 Безотказность, обеспечиваемая при выполнении *j*-ой операции технологического процесса, P_{oj} определяется вероятностью того, что после *j*-ой технологической операции изготовления в изготовленной партии нет бракованных единиц и что после контроля *j*-ой операции изготовления бракованная деталь будет обнаружена ОТК, и рассчитывается по формуле

$$P_{oj} = 1 - (1 - P_{ij}) \cdot (1 - P_{kj}), \quad (3)$$

где P_{ij} — вероятность того, что после *j*-ой технологической операции изготовления в изготовленной партии нет бракованных единиц (безотказность технологической операции);

P_{kj} — вероятность того, что после контроля *j*-ой операции изготовления бракованная деталь будет обнаружена ОТК (безотказность контрольной операции).

6.5.1.7 Методика расчета ВБР работы изделия, обеспечиваемой технологическим процессом, по отношению к критическим отказам приведена в приложении Д.

6.5.2 Расчет безотказности, обеспечиваемой технологической операцией

6.5.2.1 Расчет безотказности, обеспечиваемой в результате выполнения технологической операции, P_{ij} представляет собой расчет вероятности отсутствия несоответствий (дефектов) детали, узла или сборки (далее — детали) в изготовленной партии, приводящих к критическому отказу арматуры (далее — критический дефект).

6.5.2.2 Расчет безотказности проводят на основе анализа критических дефектов, приводящих к критическому отказу, обусловленных выполнением конкретно рассматриваемой технологической операции, по формуле

$$P_{ij} = 1 - \frac{(N_{kj} + N_{pj})}{N_{изг.j}}, \quad (4)$$

где $N_{изг.j}$ — общее количество деталей, обработанных исполнителем *j*-ой операции;

N_{kj} — количество деталей с критическим дефектом, обусловленным выполнением *j*-ой технологической операции и обнаруженным операцией контроля (техническим контролем) — брак по критическим дефектам;

N_{pj} — количество деталей с критическим дефектом, обусловленным выполнением *j*-ой технологической операции, не обнаруженным операцией контроля (техническим контролем) и обнаруженным при эксплуатации (количество деталей с критическим дефектом, возникшим в результате *j*-ой операции, указанным в рекламациях).

6.5.2.3 В случае отсутствия рекламаций и сведений об отбраковке изготавливавшихся на данной операции деталей по причине критических дефектов, обусловленных выполнением данной конкретно рассматриваемой технологической операции, оценку этой операции проводят с учетом доверительной вероятности и минимально необходимого количества деталей, в соответствии с [2], по формуле

$$P_{ij} = e^{\ln(1 - q) / N_{изг.j}}, \quad (5)$$

где q — доверительная вероятность (для деталей арматуры, влияющих на возможность возникновения критического отказа $q = 0{,}95$).

Необходимое количество изготовленных данной операцией деталей при отсутствии рекламаций и сведений об отбраковке для обеспечения вероятности $P_{пj}$, при $q = 0{,}95$, приведено в приложении Д.

6.5.3 Расчет безотказности, обеспечиваемой контрольной операцией

6.5.3.1 Безотказность, обеспечиваемая контрольной операцией, определяется как вероятность обнаружения в результате выполнения данной контрольной операции критических дефектов детали, узла или сборки, которые могут возникнуть при выполнении контролируемой технологической операции.

6.5.3.2 Расчет безотказности, обеспечиваемой контрольной операцией, P_{kj} проводят на основе анализа критических дефектов, обнаруженных в результате выполнения данной контрольной операции, последующих контрольных операций, а также анализа критических дефектов, указанных в

поступивших актах рекламаций и обусловленных выполнением конкретно рассматриваемой технологической операции, по формуле

$$P_{кj} = 1 - \frac{N_{pj}}{(N_{кj} + N_{pj} + N_{пкj})}, \quad (6)$$

где $N_{кj}$ — количество деталей с критическим дефектом, обусловленным выполнением j-ой технологической операции и обнаруженным операцией контроля (техническим контролем) — обнаруженный брак по критическим дефектам;

N_{pj} — количество деталей с дефектом, обусловленным выполнением j-ой технологической операции, не обнаруженным операцией контроля (техническим контролем) и обнаруженным при эксплуатации (количество деталей с дефектом в результате j-ой технологической операции, указанным в рекламациях);

$N_{пкj}$ — количество деталей с дефектом, обусловленным выполнением j-ой технологической операции, не обнаруженным данной операцией контроля и обнаруженным последующей операцией контроля.

6.5.3.3 При наличии сведений по результатам технического контроля об отбраковке деталей с критическими несоответствиями (дефектами), обусловленными выполнением j-ой операции, в случае отсутствия рекламаций и сведений об отбраковке деталей при последующих операциях контроля, а также при условии, что имеются положительные результаты ПСИ ранее выпущенных изделий, в которых задействована данная деталь, принимается, что оценка безотказности, обеспечиваемая данной контрольной операцией, близка к единице.

6.5.3.4 В случае, когда по результатам технического контроля деталей с критическими несоответствиями (дефектами), обусловленными выполнением j-ой операции, не обнаружено, отсутствуют рекламации и сведения об отбраковке деталей при последующих операциях контроля или количества деталей в соответствии с 6.5.2.3 недостаточно, оценку контрольной операции проводят по стандартным образцам дефектных деталей, используемых при проверке контролирующего оборудования. В этом случае формула (6) принимает вид:

$$P_{кj} = \frac{N_{кj}}{N_{эj}}, \quad (7)$$

где $N_{эj}$ — количество стандартных образцов дефектных деталей, использованных при проверке контролирующего оборудования.

6.5.4 Расчет безотказности, обеспечиваемой при проведении ПСИ

6.5.4.1 Расчет проводят исходя из следующих положений:

- план контроля — 100 %-ная проверка партии поставляемых изделий при ПСИ;
- отказы арматуры подчиняются экспоненциальному закону распределения (интенсивность отказов — постоянная величина);
- отказы арматуры имеют случайный и независимый характер;
- объем контрольных испытаний при ПСИ достаточен для подтверждения работоспособности проверяемых изделий при условии, что показатели долговечности подтверждены соответствующими расчетами, выбором материального исполнения, приемочными и периодическими испытаниями, технологическим процессом изготовления, отсутствием рекламаций;
- при установившейся системе контроля (ПСИ) в том случае, если все изделия в полном объеме выдержали испытания — отсутствие возвратов ОТК в процессе ПСИ партии поставляемых изделий (нет отказов), при заданном значении доверительной вероятности подтверждаемая ВБР зависит только от числа испытанных изделий;
- отсутствие рекламаций на поставляемую ранее аналогичную арматуру;
- отказы, причины которых устранены, в расчете не учитываются.

6.5.4.2 В случае отсутствия отбраковки по причине критических дефектов изделий, подвергавшихся ПСИ, расчет безотказности изделий по производственным отказам, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления и системой контроля при проведении ПСИ, $P_{ПСИ}$ проводят с учетом доверительной вероятности и минимально необходимого для оценки количества изделий $N_{изг.}$ в соответствии с [2], по формуле

$$P_{ПСИ} = e^{\ln(1-q)\,/\,(N_{ПСИ})}, \quad (8)$$

где $N_{ПСИ}$ — количество изделий в партии.

6.5.4.3 Величина $R_п = (1 – P_{ПСИ})$ представляет собой риск потребителя и может, по его требованию, указываться в ПС поставляемого изделия.

Необходимое количество изделий, выдержавших ПСИ, в случае отсутствия рекламаций и сведений об отбраковке, для обеспечения требуемой вероятности $P_{ПСИ}$ при $q = 0,95$, (риска потребителя $R_п$) приведено в таблице Д.1 (приложение Д).

При расчете $P_{ПСИ}$ ($R_п$) должно учитываться количество аналогичных изделий, поставлявшихся ранее и изготавливавшихся по принятой технологии и системе контроля, с положительными результатами ПСИ и без рекламаций.

Проектировщик системы (потребитель) устанавливает нормативное значение величины $P_{ПСИ} = P_{→1}$, принимаемое как близкое к единице (величины $R_{п→0}$, значение которой принимается как близкое к нулю).

При этом в проектной документации на систему, в которой задействована арматура, либо в контракте на поставку арматуры между заказчиком и изготовителем должно быть оговорено, какое численное значение величины $P_{ПСИ} = P_{→1}$, ($R_{п→0}$) принимается как близкое к единице (близкое к нулю) в зависимости от результатов оценки проектировщиком системы или потребителем риска в случае отказа арматуры в технологической системе при ее эксплуатации.

Нормативные значения риска потребителя при контроле поставщика устанавливаются потребителем из диапазона [0,001; ...; 1,0] в зависимости от результатов оценки проектировщиком системы или потребителем риска в случае отказа арматуры в технологической системе при ее эксплуатации.

В случае если величина $P_{→1}$ ($R_{п→0}$) не оговорена проектировщиком системы (потребителем), для арматуры она принимается равной $P_{→1} = 0,99$ ($R_{п→0} = 0,01$).

6.5.4.4 Значения $P_{ПСИ}$ ($R_п$), характеризующие состояние безотказности выпускаемой предприятием арматуры на момент поставки, могут являться одним из критериев при выборе заказчиком изготовителя арматуры и учитываться наряду с показателями конструктивной надежности $P_к$, оговоренными в технической документации изделия, при оценке надежности систем, в которых задействована арматура, т. е. $P_{изд} = P_к \cdot P_{ПСИ}$.

6.5.4.5 В случае обеспечения значения $P_{ПСИ}$, близкого к единице, ($R_п$, близкого к нулю) допускается при оценке надежности систем, в которых будет задействована данная арматура, использовать только показатели конструктивной надежности, приведенные в технической документации изделия.

6.5.4.6 Пример оформления результата расчета ВБР изделия, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления, с учетом проведенных ПСИ приведен в приложении Е.

6.6 Оформление заключения по результатам оценки обеспечения технологическим процессом заданных требований к безотказности арматуры

6.6.1 По результатам работ оформляется заключение, которое должно содержать:

- вводную часть, включающую основание для проведения оценки технологического процесса и сведения об организации, проводящей оценку технологического процесса;
- данные о заказчике;
- сведения о рассмотренных документах;
- анализ требований к показателям безотказности арматуры, установленных в НД и КД (ТУ);
- анализ операций технологического процесса с расчетом показателей безотказности, обеспечиваемых технологическим процессом;
- заключительную часть с обоснованными выводами об обеспечении или необеспечении технологическим процессом заданной в ТУ безотказности арматуры и, при необходимости, рекомендации по совершенствованию технологического процесса, конструкции изделия и повышению качества покупных изделий.

6.6.2 Рекомендации по совершенствованию технологического процесса, в случае проведения оценки сторонней организацией, следует согласовать с изготовителем. Рекомендации по совершенствованию конструкции арматуры следует согласовать с разработчиком и, в случае проведения оценки сторонней организацией, с изготовителем.

Приложение А
(рекомендуемое)

Пример анализа видов, последствий и критичности отказов арматуры

А.1 АВПКО на примере шиберной задвижки, предназначенной для эксплуатации в составе трубопровода для транспорта взрывопожароопасного продукта, приведен в таблице А.1

Таблица А.1 — АВПКО для шиберной задвижки

Наименование отказа	Возможные последствия отказа	Вид отказа по тяжести последствий
Невыполнение функции «Закрытие»	Возникновение аварийной ситуации при разрыве трубопровода	Критический
Невыполнение функции «Открытие»	Задержка запуска системы	Некритический
Потеря герметичности по отношению к внешней среде, связанная с разрушением корпусных деталей	Экологическое загрязнение окружающей среды, потери продукта	Критический
Потеря герметичности по отношению к внешней среде, связанная с течью, потением корпусных деталей	Достижение задвижкой предельного состояния, опасность разрушения, экологического загрязнения окружающей среды, потери продукта, воспламенения, взрыва	Критический
Потеря герметичности по отношению к внешней среде, связанная с разрушением неподвижного уплотнения «корпус-крышка»	Экологическое загрязнение окружающей среды, потери продукта	Критический
Потеря герметичности по отношению к внешней среде, не связанная с разрушением неподвижного уплотнения «корпус-крышка»	Опасность экологического загрязнения окружающей среды, потери продукта, воспламенения, взрыва	Критический
Потеря герметичности по отношению к внешней среде, связанная с разрушением подвижного уплотнения по сальнику	Экологическое загрязнение окружающей среды, потери продукта	Критический
Потеря герметичности по отношению к внешней среде, не связанная с разрушением подвижного уплотнения по сальнику	Опасность экологического загрязнения окружающей среды, потери продукта, воспламенения, взрыва	Критический
Потеря герметичности в затворе	Ухудшение характеристик работы системы	Некритический

Приложение Б
(рекомендуемое)

Блок-схема вероятности безотказной работы (отказов) на примере задвижки

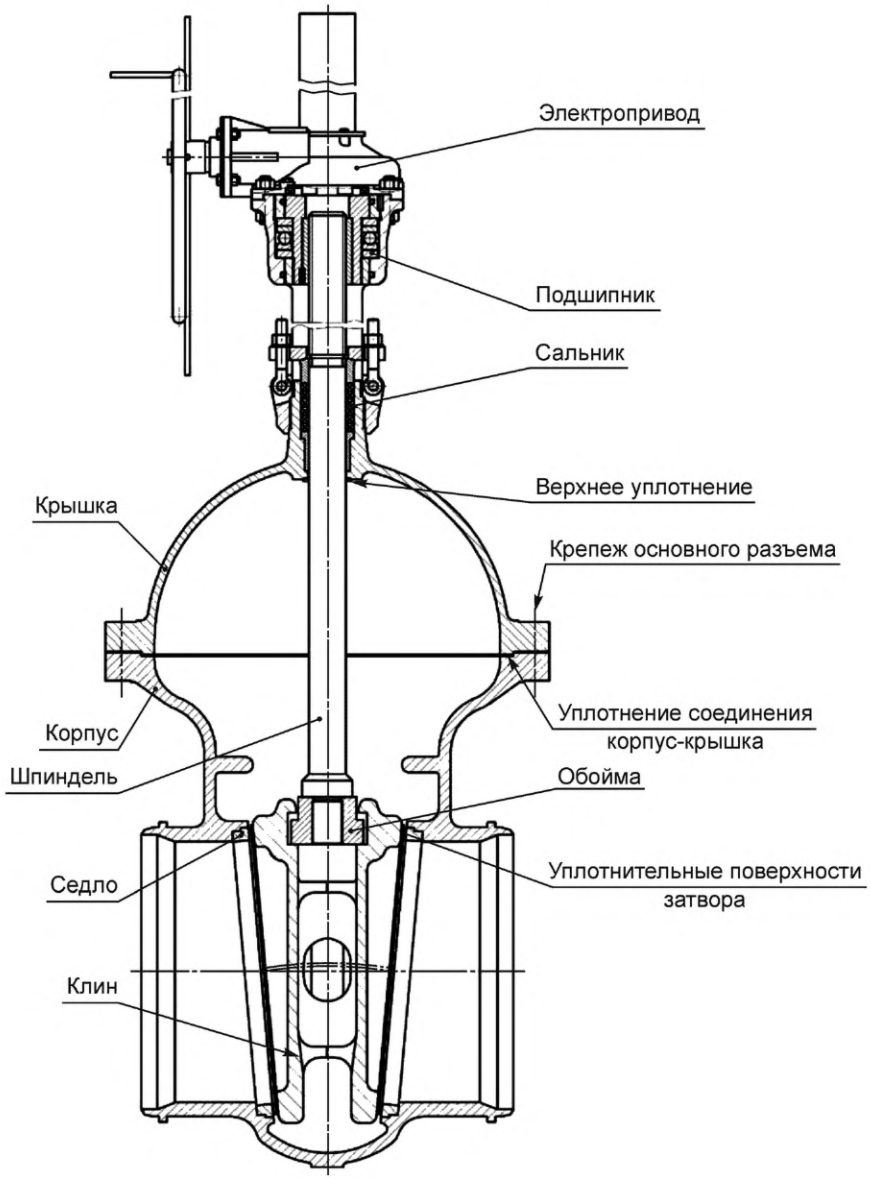
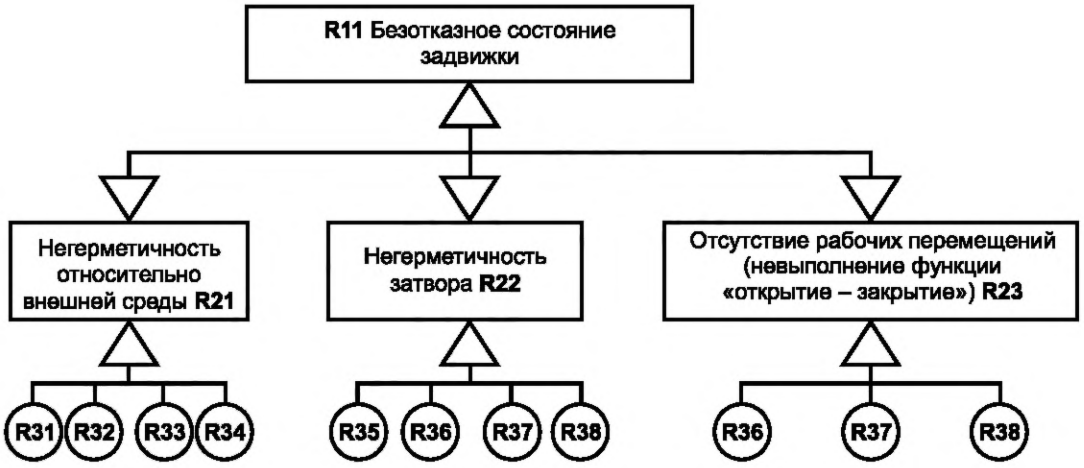


Рисунок Б.1 — Эскиз задвижки



R31 — корпус; R32 — крышка; R33 — сальниковый узел; R34 — детали соединений (узел), уплотнительная деталь; R35 — узел затвора; R36 — электропривод; R37 — шпиндель; R38 — бугельный узел (резьбовая пара)

Рисунок Б.2 — Схема отказов задвижки

Приложение В
(рекомендуемое)

Пример анализа возможных критических дефектов деталей и узлов арматуры, проявляющихся после выполнения технологических операций

В.1 Пример анализа возможных дефектов деталей и узлов арматуры, приводящих к критическим отказам, приведен в таблице В.1

Таблица В.1 — Анализ возможных дефектов, приводящих к критическим отказам

Вид критического отказа	Наименование отказавшей детали (узла)	Характер отказа (дефекта)	Технологическая причина отказа (дефекта)	Операция техпроцесса, на которой может проявиться дефект
Невыполнение функции «Закрытие»	Шток	Разрыв	А	Контрольная
			Б	Термическая
			В	Термическая
			Г	Токарная, фрезерная
	Шток-втулка резьбовая	Срез резьбы	А	Контрольная
			Б	Термическая
			В	Термическая
			Г	Токарная
			Д	Сборочная
		Задир	А	Контрольная
			Б	Термическая
			В	Термическая
			Д	Сборочная
.....				

Примечание — Условные обозначения:
А — неправильный подбор материалов;
Б — несоответствие свойств материалов;
В — скрытые дефекты;
Г — нарушение геометрических размеров (сбой в работе оборудования);
Д — ошибки в сборке.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Пример оформления результатов анализа данных технического контроля о браке, допущенном при изготовлении, и данных по результатам эксплуатации арматуры

Таблица Г.1 — Пример оформления результатов анализа

Наименование критического отказа	Наименование детали, отказ которой ведет к критическому отказу изделия	Характер отказа детали	Технологическая причина отказа (дефекта)	Технологическая операция, на которой может проявиться дефект	Всего изготовлено изделий (деталей)	Всего изделий (деталей), соответствующих требованиям НД	Забраковано			Возврат	Всего рекламаций	Безотказность детали, обеспечиваемая технологической операцией, P_{vj}	Безотказность детали, обеспечиваемая контролем, P_{kj}	Безотказность детали, обеспечиваемая техпроцессом, P_{oj} ($P_{Дj}$)
							Всего	Контролем	Последующим контролем					
Невыполнение функции «закрытие»	Электропривод (покупной)	Заедание шестерни электродвигатель-редуктор	—	входной контроль	200	198	2	2				0,99	Близка к 1	Близка к 1
		…	…	…	…	…	…	…	…		…	…	…	…
		Отказ электродвигателя	—	входной контроль	200	196	4	2	2			0,99	Близка к 1	Близка к 1
			Всего при входном контроле		200	190	9	5	4		1	0,97	0,9	0,997
	Шпиндель	Разрушение	А	контрольная	200	200	0					Близка к 1	Близка к 1	Близка к 1
			Б	термическая	200	200	0					Близка к 1	Близка к 1	Близка к 1
			В	термическая	200	200	0					Близка к 1	Близка к 1	Близка к 1
			Г	токарная	200	199	1	1				0,995	Близка к 1	Близка к 1
			Д	фрезерная	200	198	1		1		1	0,995	0,95	Близка к 1
		…	…	…	…	…	…	…	…		…	…	…	…
		Изгиб	В	входной контроль	200	197	3	2	1		1	0,985	0,75	0,996
			Г	токарная	200	198	2	1	1			0,99	Близка к 1	Близка к 1
			Д	сборочная	200	190	9	9			1	0,955	0,9	0,996
			Всего при изготовлении детали		200	180	17	13	4		3	0,915	0,94	0,995

Окончание таблицы Г.1

Наименование критического отказа	Наименование детали, отказ которой ведет к критическому отказу изделия	Характер отказа детали	Технологическая причина отказа (дефекта)	Технологическая операция, на которой может проявиться дефект	Всего изготовлено изделий (деталей)	Всего изделий (деталей), соответствующих требованиям НД	Забраковано			Возврат	Всего рекламаций	Безотказность детали, обеспечиваемая технологической операцией, P_{vj}	Безотказность детали, обеспечиваемая контролем, P_{kj}	Безотказность детали, обеспечиваемая техпроцессом, P_{oj} ($P_{Дj}$)
							Всего	Контролем	Последующим контролем					
	…	…	…	…	…	…	…	…	…		…	…	…	…
	Втулка резьбовая	Срез резьбы	А	контрольная	200	200	0					Близка к 1	Близка к 1	Близка к 1
			Б	термическая	200	197	2	1			1	0,99	0,5	0,995
			В	термическая	200	197	2	1			1	0,99	0,5	0,995
			Г	токарная	200	198	2	2				0,99	Близка к 1	Близка к 1
		…	…	…	…	…	…	…	…		…	…	…	…
		Задир	А	контрольная	200	199	1	1				0,995	Близка к 1	Близка к 1
			Б	термическая	200	198	2	2				0,99	Близка к 1	Близка к 1
			В	термическая	200	200	0					Близка к 1	Близка к 1	Близка к 1
			Всего при изготовлении детали		200	186	10	10	—	4		0,93	0,72	0,98
	…….	….	….	….	….	….	….	….	….		….	….	….	….

Примечание — Условные обозначения:
А — неправильный подбор материалов;
Б — несоответствие свойств материалов;
В — скрытые дефекты;
Г — нарушение геометрических размеров (сбой в работе оборудования);
Д — ошибки в сборке.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Методика расчета вероятности безотказной работы арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления

Д.1 Общие положения

Д.1.1 В общем случае ВБР изделия P рассчитывают по формуле

$$P = P_к \cdot P_э \cdot P_т \cdot P_и, \quad (Д.1)$$

где $P_к$ — вероятность того, что изделие, изготовленное в строгом соответствии с требованиями чертежа, при $P_э \rightarrow$ (стремящимся к) 1, $P_т \rightarrow 1$, $P_и \rightarrow 1$ выполнит поставленную задачу с учетом допускаемых несоответствий (дефектов);

$P_э$ — вероятность того, что изделие, изготовленное в строгом соответствии с требованиями чертежа, при $P_к \rightarrow 1$, $P_т \rightarrow 1$, $P_и \rightarrow 1$ выполнит поставленную задачу в заданных условиях эксплуатации;

$P_т$ — вероятность того, что изделие, изготовленное в строгом соответствии с установленным технологическим процессом, при $P_к \rightarrow 1$, $P_э \rightarrow 1$, $P_и \rightarrow 1$ не откажет;

$P_и$ — вероятность того, что при $P_к \rightarrow 1$, $P_э \rightarrow 1$, $P_т \rightarrow 1$ изделие в течение заданного ресурса (заданной наработки) не откажет из-за нарушений, допущенных в процессе его изготовления и не обнаруженных контролем (далее — ВБР, обеспечиваемая системой контроля).

Д.1.2 В настоящем расчете рассматриваются только производственные критические отказы, имеющие место вследствие критических дефектов, возникших в процессе изготовления арматуры.

Д.2 Цель расчета

Целью расчета является подтверждение возможности обеспечения на этапе изготовления ВБР (безотказности) по отношению к критическим отказам, требуемой ТУ на арматуру.

Д.3 Задача расчета

Задачей расчета является определение $P_и$ — ВБР арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом.

Д.4 Допущения, принимаемые в расчете

В данном расчете приняты следующие допущения:

- $P_к \rightarrow 1$, т. е. конструкция арматуры отработана;
- $P_т \rightarrow 1$, т. е. арматуру изготавливают по отработанной, установившейся технологии;
- $P_э \rightarrow 1$, т. е. эксплуатацию осуществляют в соответствии с требованиями ЭД;
- при $P_к \rightarrow 1$, $P_э \rightarrow 1$, $P_т \rightarrow 1$ безотказность арматуры по отношению к критическим отказам является вероятностью исполнения технологического процесса $P = P_и$;
- $P_и$ отличается от единицы в том случае, если возможны нарушения в технологических операциях и эффективность контроля меньше единицы;
- нарушения технологического процесса могут быть только случайными;
- несоответствия (дефекты) изготовления возникают вследствие нарушений технологического процесса;
- используемые в производстве материалы и комплектующие могут иметь дефекты;
- рассматриваются только дефекты, приводящие к критическому отказу изделия (критические дефекты);
- изделие (деталь) выполнено без явно обнаруживаемых производственных дефектов, и работоспособность арматуры подтверждена соответствующими испытаниями;
- ошибки при выполнении операций технологического процесса изготовления деталей рассматривают как независимые события, и ошибка при выполнении каждой рассматриваемой операции может приводить к критическому дефекту детали;
- отказы деталей изделия рассматривают как независимые события, и отказ каждой рассматриваемой детали приводит к отказу изделия;
- допущенные при изготовлении критические дефекты, не обнаруженные контролером, приводят к критическому отказу изделия в течение заданного ресурса (заданной наработки), для которой в НД указана ВБР по отношению к критическому отказу. По факту такого отказа эксплуатирующая организация оформляет и направляет изготовителю акт рекламации.

Д.5 Исходные данные

Исходными данными для выполнения расчета являются:

- маршрутно-операционное описание технологического процесса с указанием выполняемых операций изготовления и операций контроля;

- результаты верификации (входного контроля) материалов и комплектующих, данные о дефектах, допущенных при изготовлении, результаты ПСИ;

- результаты анализа рекламаций с указанием количества дефектов (брака), допущенных при изготовлении и не обнаруженных ОТК;

- результаты анализа дефектов, допущенных при выполнении операций технологического процесса, по их влиянию на возможные отказы арматуры;

- количество деталей (узлов) изделия, изготовленных за рассматриваемый период.

Д.6 Условные обозначения

В расчете используют следующие обозначения:

$N_{изг.j}$ — общее количество единиц, изготовленных исполнителем j-ой операции;

$N_{кj}$ — количество единиц с дефектом, допущенным исполнителем j-ой операции и не пропущенным контролером ОТК;

$N_{рj}$ — количество единиц с дефектом, допущенным исполнителем j-ой технологической операции, пропущенным контролером ОТК и обнаруженным после выпуска арматуры (количество единиц с дефектом в результате j-ой операции, указанным в акте возврата, в рекламациях);

$P_{Дj}$ — вероятность того, что после выполнения всех технологических и контрольных операций деталь в течение заданного ресурса (заданной наработки) не откажет из-за нарушений, допущенных в процессе его изготовления и не обнаруженных контролем (безотказность, обеспечиваемая при исполнении технологического процесса изготовления детали);

$P_{иj}$ — вероятность того, что после j-ой операции изготовления среди изготовленных изделий нет бракованных единиц (безотказность, обеспечиваемая после выполнения j-ой технологической операции);

$P_{кj}$ — вероятность того, что после контроля результатов j-ой технологической операции бракованная (дефектная) деталь будет обнаружена ОТК (безотказность, обеспечиваемая контрольной операцией после j-ой технологической операции);

$P_{оj}$ — безотказность, обеспечиваемая при исполнении j-ой операции технологического процесса (вероятность того, что после j-ой технологической операции изготовления и контроля после этой операции деталь не откажет из-за ошибок, допущенных в ходе технологического процесса);

j (от 1 до m) — порядковый номер (индекс) операции технологического процесса;

i (от 1 до n) — порядковый номер (индекс) детали (узла, материала), изготовление и контроль которых определяют безотказность при исполнении технологического процесса;

m — количество операций технологического процесса;

n — количество деталей (узлов, материалов), изготовление и контроль которых определяют безотказность при исполнении технологического процесса.

Д.7 Алгоритм расчета безотказности, обеспечиваемой технологическим процессом

Д.7.1 По маршрутно-операционной карте технологического процесса определяют количество операций технологического процесса изготовления детали m.

Д.7.2 Безотказность, обеспечиваемую при исполнении j-ой операции технологического процесса (j-ой технологической операции и контрольной операции после нее), $P_{оj}$ рассчитывают по формуле

$$P_{оj} = 1 - (1 - P_{иj})(1 - P_{кj}). \quad (Д.2)$$

Д.7.3 Вероятность того, что после j-ой технологической операции изготовления среди изготовленных деталей нет бракованных единиц, $P_{иj}$, рассчитывают по формуле

$$P_{иj} = 1 - \frac{(N_{кj} + N_{рj})}{N_{изг.j}}. \quad (Д.3)$$

Д.7.4 В случае отсутствия рекламаций ($N_{рj} = 0$) и сведений об отбраковке ($N_{кj} = 0$) изготовленных на данной операции деталей по причине критических дефектов, обусловленных выполнением рассматриваемой технологической операции, ее оценку проводят с учетом доверительной вероятности и минимально необходимого для оценки количества деталей, в соответствии с [2], по формуле

$$P_{иj} = e^{\ln(1 - q) / N_{изг.j}}, \quad (Д.4)$$

где q — доверительная вероятность (для деталей, влияющих на возможность возникновения критического отказа $q = 0{,}95$).

Необходимое количество изготовленных данной операцией деталей, при отсутствии рекламаций и сведений об отбраковке, для обеспечения вероятности $P_{иj}$ при $q = 0{,}95$ приведено в таблице Д.1.

Таблица Д.1 — Необходимое количество изготовленных данной операцией деталей

Количество изготовленных данной операцией деталей $N_{изг.j}$	Значение подтверждаемой вероятности $P_{иj}$
13	0,8000
29	0,9000
59	0,9500
74	0,9600
99	0,9700
149	0,9800
299	0,9900
2999	0,9990
29998	0,9999

Д.7.5 Вероятность того, что после контроля j-ой технологической операции бракованная деталь будет обнаружена ОТК, $P_{кj}$ рассчитывают по формуле

$$P_{кj} = 1 - \frac{N_{рj}}{(N_{кj} + N_{рj} + N_{пкj})}. \quad (Д.5)$$

Д.7.6 Безотказность, обеспечиваемую при выполнении технологического процесса изготовления детали, $P_{Дi}$ рассчитывают по формуле

$$P_{Дi} = \prod_{j=1}^{m} P_{оj}. \quad (Д.6)$$

Д.7.7 Безотказность, обеспечиваемую при выполнении технологического процесса изготовления арматуры, рассчитывают по формуле

$$P_{и} = \prod_{i=1}^{n} P_{Дi}. \quad (Д.7)$$

Д.7.8 При необходимости определения коэффициента оперативной готовности $K_г$ для изделий, находящихся в режиме ожидания, его определяют исходя из количества циклов (Т), для которых рассчитана вероятность безотказной работы изделия, по формуле

$$K_г = \sqrt[T]{P_{и}}. \quad (Д.8)$$

Приложение Е
(рекомендуемое)

Пример оформления результатов расчета вероятности безотказной работы арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления

Е.1 Пример оформления результатов расчета ВБР арматуры, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления, приведен в таблице Е.1.

Таблица Е.1 — Результаты расчета ВБР изделия, обеспечиваемой технологическим процессом изготовления

Наименование детали	Безотказность, обеспечиваемая технологическим процессом изготовления, $P_{Дj}$	Безотказность, обеспечиваемая операциями технологического процесса, P_{oj}				
		Токарная	Фрезерная	Термическая	Сборочная	Контрольная
Деталь 1 (покупная)	0,9830	—	—	—	—	—
Деталь 2	0,9850	0,995	0,995	—	—	0,995
Деталь 3	0,9850	0,996	0,996	0,998	—	0,995
…….	…….	……	…….	…….	…	…….
Сборка изделия	0,9999	—	—	—	0,9999	—
ИЗДЕЛИЕ:	$P_{и}$ = 0,9540	0,991	0,991	0,998	0,9999	0,990

Е.2 На основании результатов данного расчета в экспертном заключении указывают один их двух вариантов вывода в зависимости от того, отвечает ли полученная величина $P_{ПСИ}$ согласованной с заказчиком величине значения ВБР.

Вариант 1. Например: Согласованное с заказчиком значение ВБР, близкое к единице, равно $P_{→1}$ = 0,99 ($R_{п}$ = 0,01):

«Из результатов расчетов следует, что ВБР изделия по отношению к критическим отказам, обеспечиваемая технологическим процессом изготовления, составляет 0,954. Это значение соответствует величине риска потребителя, $R_{п}$ = (1 – 0,954) = 0,046.

С учетом положительных результатов ПСИ поставляемой партии из 20 изделий, 330 аналогичных изделий, поставленных ранее, и отсутствия рекламаций $P_{ПСИ}$ = 0,991 ($R_{п}$ = 0,009), в соответствии с 6.5.4.2, что отвечает согласованному с заказчиком значению ВБР, близкому к единице, равному $P_{→1}$ = 0,99 ($R_{п}$ = 0,01).

На основании полученных результатов допускается при оценке надежности систем, в которых будет задействована данная арматура, использовать только показатели конструктивной надежности, приведенные в ТУ на изделие, без учета производственной ВБР, поскольку она составляет величину, близкую к единице».

Вариант 2. Например: Согласованное с заказчиком значение ВБР, близкое к единице, равно $P_{→1}$ = 0,999 ($R_{п}$ = 0,001):

«Из результатов расчетов следует, что ВБР изделия по отношению к критическим отказам, обеспечиваемая технологическим процессом изготовления, составляет 0,954. Это значение соответствует величине риска потребителя, $R_{п}$ = (1 – 0,954) = 0,046.

С учетом положительных результатов ПСИ поставляемой партии из 20 изделий, 330 аналогичных изделий, поставленных ранее, и отсутствия рекламаций $P_{ПСИ}$ = 0,991 ($R_{п}$ = 0,009), в соответствии с 6.5.4.2, что не отвечает согласованному с заказчиком значению ВБР, близкому к единице, равному $P_{→1}$ = 0,999 ($R_{п}$ = 0,001).

На основании полученных результатов величина $P_{ПСИ}$ = 0,954 ($R_{п}$ = 0,046) должна учитываться наряду с показателями конструктивной надежности, приведенными в ТУ на арматуру, при оценке надежности и безопасности систем, в которых будет задействована данная арматура».

Библиография

[1] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

[2] РД 50-690-89 Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным

УДК 001.4:621.643.4:006.354 ОКС 23.060

Ключевые слова: изготовление, АВПКО, безотказность, расчет, дефект

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 03.03.2023. Подписано в печать 20.03.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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