auma®

Solutions for a world in motion

Функциональная безопасность – SIL

Повышение безопасности систем с электроприводами

Информация

AUMA – эксперт в автоматизации арматуры

Компания AUMA является ведущим мировым производителем электроприводов, блоков управления и редукторов для автоматизации промышленной арматуры. Уже более 45 лет она разрабатывает и производит многооборотные и неполнооборотные электроприводы. Заводы компании расположены в Мюльхайме и Остфилдерне. Отделы техобслуживания находятся в Кельне, Магдебурге и Мюнхене. По всему миру в подразделениях компании работают около 2200 сотрудников.

AUMA автоматизирует арматуру

Продукция компании AUMA отвечает всем требованиям, которые налагают самые разные области применения, и это наша каждодневная задача. В основе длительного срока службы продукции и гибкой адаптации приводов к различным требованиям заказчика лежит модульный принцип конструкции.

Глобальная сеть подразделений

Для решения основных задач необходимо хорошо знать свой рынок, поэтому мыслить глобально, значит, действовать на уровне регионов. Благодаря развитой системе представителей и технического обслуживания мы можем решать проблемы на местах во многих странах.

Поставки от одного производителя

Начиная с этапа разработки продукции и заканчивая тестированием устройства и его выходными испытаниями, компания AUMA осуществляет все функции самостоятельно и постоянно модернизирует свои технологии производства и оборудование.

С 1964 года компания AUMA закрепилась на рынке электроприводов как производитель с мировым именем. Добросовестность и инновации стали кредо компании. За все это мы благодарим наших сотрудников, которые с увлечением работают над новыми разработками электроприводов.

Содержание

AUMA – эксперт в автоматизации арматуры 2
О брошюре 3
Снижение рисков за счет функциональной безопасности 4
Нормативы МЭК 61508 и МЭК 61511 6
Пути обеспечения функциональной безопасности 7
Понятие о функции безопасности 8
Инструментальная система безопасности 9
Основные показатели безопасности 10
Определение класса SIL 12
Повышение класса SIL 13
Класс SIL оборудования AUMA 14
SIL 2/SIL 3 для встроенного блока управления AC .2 в исполнении SIL 16
Функции модуля SIL 18
Определение показателей безопасности для продукции AUMA 20
Показатели безопасности некоторых изделий AUMA 24
Дополнительная информация 26
Алфавитный указатель 27

О брошюре

Все чаще, когда речь заходит о технических установках, упоминаются такие термины, как функциональная безопасность и SIL (англ. SIL – Safety Integrity Level). Особенно это связано с внедрением новых международных норм.

Электроприводы AUMA часто эксплуатируются в условиях, требующих повышенной безопасности, и их применение способствует бесперебойной работе технических установок. Поэтому компания AUMA также уделяет теме функциональной безопасности большое внимание.

В настоящей брошюре рассматривается вопрос функциональной безопасности для электроприводов и блоков управления AUMA. Кроме того, в ней приводятся сведения о классах SIL продукции AUMA.

Подробнее о продукции AUMA смотрите в интернете на сайте www.auma.com. Всю необходимую информацию можно скачать там.

2012.11.26

Безопасность современного промышленного оборудования приобретает все большее значение. Особенно это касается нефтегазовой, химической промышленности и электростанций.

Для контроля потенциально опасных процессов сегодня внедряются системы безопасности, которые запускаются в случае аварийной необходимости. Такие системы, например, при возникновении аварийной ситуации отключают оборудование, блокируют подачу опасных веществ, обеспечивают охлаждение и открывают редукционные клапаны.

Системы безопасности должны быть надежными и всегда работоспособными.

Для того чтобы операторы и производители могли оценивать надежность установленных систем, требуются определенные инструменты. Это же касается и оценки рисков сбоя.

Таким инструментом являются нормы функциональной безопасности МЭК 61508 и МЭК 61511. Они описывают методы оценки риска аварии современных систем, в том числе ,систем с программным управлением, и предлагают комплекс действий для снижения рисков.

Понятие функциональной безопасности

Согласно МЭК 61508, функциональная безопасность относится к системам, отвечающим за функции безопасности, выход из строя которых создает значительные риски для людей и окружающей среды.

Чтобы добиться функциональной безопасности, система в в случае аварии должна привести оборудование в безопасное состояние или обеспечить сохранение такого состояния.

Речь идет не об общих опасностях эксплуатации оборудования, таких, которые исходят, например, от вращающихся деталей, а об опасностях, возникающих вследствие сбоя предохранительных функций.

Целью функциональной безопасности является снижение до приемлемых величин вероятности сбоев и возникновения рисков для людей и окружающей среды.

В целом, функциональная безопасность совместно с другими мероприятиями (меры противопожарной безопасности, электробезопасности, взрывозащита и др.), значительно влияют на общую безопасность оборудования.

Снижение рисков за счет функциональной безопасности

Понятие о SIL

Параметр SIL тесно связан с функциональной безопасностью. SIL (англ. Safety Integrity Level) в переводе с английского означает «уровень полноты безопасности» и представляет собой величину, отражающую способность системы обеспечивать функции безопасности.

Чем опаснее процесс или оборудование, тем выше требования к надежности предохранительных функций.

Стандарт МЭК 61508 определяет четыре уровня полноты безопасности: SIL 1, SIL 2, SIL 3 и SIL 4.

SIL 4 соответствует самым высоким требованиям безопасности, а SIL 1 – самым низким. Для каждого уровня определены различные степени вероятности отказа, которые не должны превышать способность системы выполнять функции безопасности.

Необходимый уровень SIL рассчитывается на основе оценки рисков.

Роль продукции AUMA в обеспечении безопасности

Оборудование AUMA применяется в качестве элементов систем, обеспечивающих функции безопасности. Поэтому компания AUMA совместно с сертификационными организациями, такими как EXIDA и TÜV, определили, каким уровням SIL соответствуют ее электроприводы, блоки управления и редукторы.

На основе полученных величин проектировщики могут выбрать устройства с учетом необходимых требований безопасности.

Происхождение нормативов

После нескольких разрушительных техногенных катастрофов, таких как выброс диоксина в Севезо в 1976 году и Бхопальская катастрофа в 1984 году, начался процесс стандартизации международных нормативов безопасности технических установок.

Так, например, в ЕС появилась директива Seveso I, а позже Seveso II 96/82/EC, посвященные устранению опасностей при авариях с выбросом вредных веществ. Основной целью этих директив являлась защита людей, окружающей среды и материальных ценностей. В них, в первую очередь, приводились конкретные предписания для производств с высокой степенью опасности.

С целью внедрения этих директив сначала были разработаны национальные нормы функциональной безопасности. С 1998 года действует международный стандарт IEC 61508. В Германии с 2002 года применяется стандарт МЭК 61508.

МЭК 61508

Стандарт МЭК 61508 (международный IEC 61508) является сводом действительных во всем мире нормативов функциональной безопасности для электрических, электронных и программируемых электронных систем (E/E/PES), которые выполняют предохранительные функции. При необходимости данные нормативные требования также относятся к другим элементам, например, механическим узлам.

Требование соблюдать эти нормативы относится к проектировщикам, операторам и производителям.

Стандарт включает в себя независимые основные нормативы, которые также дополняются специальными нормативами, например, МЭК 61511 для обрабатывающей промышленности.

Концепция снижения рисков

Системы безопасности решают задачу снижения рисков, которые исходят от процессов и агрегатов. Норматив исходит из невозможности полностью исключить каждый тип риска. Однако он предлагает методы анализа и снижения рисков, а также методы количественной оценки остаточных рисков.

Требования к системам безопасности

Норматив описывает требования, которые предъявляются к системам безопасности и функциям безопасности, а также определяет уровень полноты безопасности (SIL). Из этого выводятся соответствующие требования SIL к установленным узлам системы.

Учитывание жизненного цикла оборудования

Чтобы снизить риск сбоев, необходимо учитывать весь жизненный цикл узлов, начиная от процесса разработки до изъятия из эксплуатации.

МЭК 61511

Этот стандарт применяется для внедрения нормативов МЭК 61508 в специфические области обрабатывающей промышленности в особенности. Он определяет требования к системам безопасности, использующимся в обрабатывающей промышленности, для снижения рисков.

Данные стандарт, в первую очередь, важен для проектировщиков и операторов оборудования.

Сфера действия нормативов

В настоящее время на территории ЕС стандарты МЭК 61508 и 61511 не являются обязательными, так как они не согласованы с директивами ЕС. Однако операторам установок и производителями рекомендуется соблюдать их по следующим причинам:

- На потенциально опасных установках и системах применение методики функциональной безопасности сегодня считается обязательным.
- Стандарты могут применятся в качестве норм соответствия требованиям директив ЕС, если они согласованы с европейскими нормативами или если в конкретной области согласованные нормативы отсутствуют.
- Различные ведомства и страховые компании все чаще требуют соблюдения стандартов МЭК 61508 и 61511 в качестве гаранта проведения анализа рисков и принятия мер по их снижению.
- Операторы и производители могут быть уверены, что продукция с допуском SIL,проверенная по международным стандартам, имеет определенный уровень безопасности.

Пути обеспечения функциональной безопасности

Чтобы обеспечить функциональную безопасность, необходимо сначала проанализировать опасности, которые характерны для оборудования или процесса.

Признанные методы определения рисков собраны в нормативах МЭК 61508 и 61511. Дифференцированная оценка техники безопасности выявляет процессы, которые подразумевают различные риски. Это позволяет выработать целевые мероприятия по уменьшению уровня опасности.

Оценка безопасности

Идентификация опасных процессов

Сначала необходимо проверить процессы, которые могут создавать опасности для людей и окружающей среды.

Как правило, количество таких процессов небольшое. Например, основные операции режимов регулирования, не включающие в себя функции безопасности, не рассматриваются.

Определение требований SIL

Для каждого потенциально опасного процесса затем проводится оценка степени опасности и уровня ущерба, возникшего по причине сбоя.

Для этого может применятся график рисков (см. ниже). В зависимости от степени опасности и вероятности ее возникновения делается вывод, нуждается ли процесс в защите с помощью функции безопасности, и какой уровень SIL такая функция должна обеспечивать.

Подбор необходимых элементов

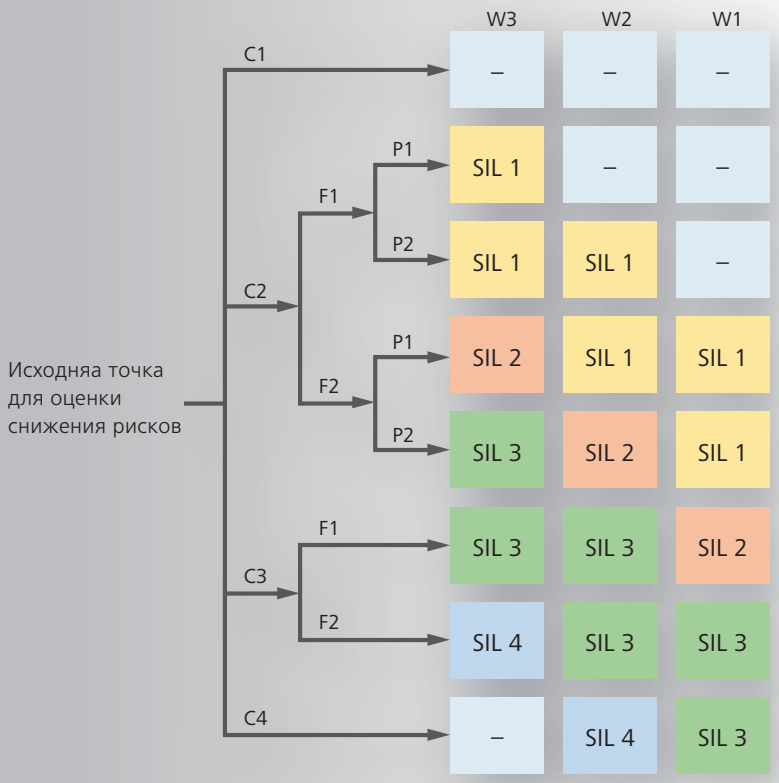
Для внедрения функции безопасности с требуемым уровнем SIL проводится подбор необходимых элементов.

Чтобы упростить этот этап, производители проверяют свою продукцию на предмет ее соответствия различным уровням SIL.

Проверка требований SIL

Путем анализа показателей безопасности применяемых устройств проверяется, обеспечивает ли функция безопасности необходимый уровень SIL. Если нет, то в этом случае необходимо принимать дополнительные меры.

График рисков для оценки безопасности в соответствии с МЭК 61508/61511



Размер ущерба

C1 Травма малой степени тяжести одного человека или малый ущерб окружающей среде.
C2 Тяжелые необратимые травмы или смерть одного человека.
C3 Смерть нескольких человек.
C4 Смерть большого количества людей.

Предотвращение опасности

F1 Возможно при определенных условиях.
F2 Почти невозможно.

Срок пребывания человека в опасной зоне

P1 От «редко» до «часто».
P2 От «часто» до «длительно».

Вероятность возникновения

W1 Очень малая
W2 Малая
W3 Относительно высокая

Требуемый уровень SIL

SIL 1 Самые низкие требования безопасности
SIL 4 Самые высокие требования безопасности

Понятие о функции безопасности

Функции безопасности – это защитные мероприятия, которые предпринимаются только в случае аварии с целью предотвращения нанесения ущерба людям, окружающей среде и материальным ценностям. Функциональная безопасность обеспечивается тогда, когда функции безопасности в аварийных ситуациях работают надежно.

К типичным функциям безопасности относятся, например, аварийный останов, контроль давления котла и др.

При управлении арматурой особое внимание уделяется следующим функциям безопасности:

- аварийное открытие
- аварийное закрытие
- аварийное состояния покоя/останова
- контрольный сигнал конечного положения

Аварийное открытие на примере редукционного клапана

Чтобы предотвратить превышение давления в котле, в качестве функции безопасности предусмотрено открытие редукционного клапана.

Датчик непрерывно контролирует давление в котле. В случае недопустимого давления система безопасности ПЛК подает сигнал ошибки, а также отправляет на привод команду ОТКРЫТЬ для того чтобы компенсировать давление в котле.

Аварийный останов на примере шлюза

Во время нахождения судна между шлюзными воротами функция безопасности надежно удерживает их от закрытия.

Функция аварийного останова может применятся, в том числе, в качестве блокировки. В этом случае шлюз можно закрыть только, если отсутствует сигнал аварийного останова.

Компоненты стандартной инструментальной системы безопасности (SIS)

- Датчик [1]
- Система безопасности ПЛК [2]
- Исполнительный блок [3] состоит из привода и арматуры

Инструментальная система безопасности

Функция безопасности реализуется с помощью элементов, так называемой, инструментальной системы безопасности (англ. Safety Instrumented System, SIS). Такая система стандартно состоит из датчика, блока управления верхнего уровня и исполнительного узла. При управлении арматурой исполнительный узел включает в себя привод и арматуру.

Оценивая соответствие функции безопасности необходимому уровню SIL, необходимо учитывать показатели всех элементов инструментальной системы безопасности (см. также стр. 12).

При оценке потенциальной опасности процесса для каждой функции безопасности определяется уровень SIL, который она должна обеспечивать. После этого подбираются технические средства для реализации функции безопасности.

Для присвоения устройству класса SIL применяются методы расчета вероятности по стандартам МЭК 61508 и 61511.

Ниже будут рассмотрены основные показатели безопасности.

Средняя вероятность отказа (параметр PFD)

Значение параметра PFD_{avg} (Средняя вероятность отказа по запросу) показывает среднюю вероятность несрабатывания функции безопасности после подачи сигнала на ее включение.

Стандарт МЭК 61508 определяет допустимый диапазон вероятности отказа для каждого уровня SIL.

SIL 1 – самый низкий уровень безопасности. SIL 4 – самый высокий уровень. Чем выше уровень безопасности, тем ниже допустимая вероятность несрабатывания предохранительной функции по запросу.

Безопасность системы зависит не только от размера опасности в случае аварии. Важным также является ожидаемая частотность наступления аварии и, таким образом, интенсивность запроса на выполнение соответствующей функции безопасности.

Стандарт МЭК 61508 различает режим «Низкой интенсивности запросов» и режим «Высокой (непрерывной) интенсивности запросов».

Режим низкой интенсивности запросов

В этом режиме интенсивность запросов на выполнение функций безопасности не превышает одного раза в год. Как правило, это относится к функциям безопасности обрабатывающей промышленности там, где применяются электроприводы.

Это касается только функции безопасности. Привод, который одновременно применяется и для функции безопасности и для обычного открытия и закрытия арматуры, в обычном режиме может переключать арматуру намного чаще. Однако рассчитываемая вероятность отказа установки, при котором требуется аварийное закрытие арматуры, не должна превышать одного раза в год.

Режим высокой интенсивности запросов (или режим непрерывных запросов)

В этом режиме запросы на выполнение функции безопасности происходят непрерывно или чаще одного раза в год.

В этом режиме в качестве единицы измерения безопасности применяется вероятное количество отказов в час или значение PFH (англ. Probability of Failure per Hour).

Допустимые значения PFD для режима низкой интенсивности запросов

Уровень полноты безопасности (SIL)	Допустимое значение PFD_{avg} (низкая интенсивность запросов)	Теоретически допустимое количество отказов при запросе выполнения функции безопасности
SIL 1	$\geq 10^{-2} – < 10^{-1}$	Допускается один опасный сбой раз в 10 лет.
SIL 2	$\geq 10^{-3} – < 10^{-2}$	Допускается один опасный сбой раз в 100 лет.
SIL 3	$\geq 10^{-4} – < 10^{-3}$	Допускается один опасный сбой раз в 1000 лет.
SIL 4	$\geq 10^{-5} – < 10^{-4}$	Допускается один опасный сбой раз в 10000 лет.

Значения PFD сначала рассчитываются отдельно для каждого элемента системы технической безопасности.

Уровень SIL, однако, определяет совокупную безопасность всех элементов системы. Для этого необходимо на основе значений PFD отдельных элементов рассчитать общее значение PFD функции безопасности.

Интенсивность отказов λ

При оценке безопасности системы важную роль играет анализ вероятных источников отказов.

Анализируя интенсивность отказов λ, различают опасные и неопасные отказы. Неопасные отказы не оказывают влияния на работу функции безопасности. Затем требуется определить, подвергается ли отказ диагностике.

Доля безопасных отказов (SFF)

Параметр SFF (англ. Safe Failure Fraction) показывает процент неопасных отказов из общего количества отказов. Отказ относится к безопасным, если он не представляет опасности для системы.

Чем выше значение этого параметра, тем ниже вероятность опасного отказа системы. Значение 62 %, например, означает, что 62 отказа из 100 не оказывают влияния на работоспособность системы.

Отказоустойчивость оборудования

Параметр HFT (англ. Hardware Fault Tolerance) показывает способность аппаратного блока обеспечивать выполнение функции безопасности в случае сбоя или ошибки.

Отказоустойчивость N означает, что сбой N + 1 может привести к отказу функции безопасности. Если отказоустойчивость равна нулю, то уже первая ошибка может стать причиной отказа функции безопасности.

Значение HFT, как правило, можно повысить путем создания структуры дублирующих систем (см. также стр. 13).

Тип устройства

В стандарте МЭК 61508 различаются простые и сложные устройства.

Простые устройства (тип «A»)

Устройства типа «A» или «простые» устройства характеризуются тем, что их узлы реагируют на отказ полностью понятным образом. Конструкция «простых» устройств состоит, например, из реле, резисторов, транзисторов. Сложные электронные узлы, такие как микроконтроллеры, в устройствах типа «A» отсутствуют.

Сложные устройства (тип «B»)

В конструкцию устройств типа «B» входят электронные узлы, например, микроконтроллеры, микропроцессоры и интегральные микросхемы. При наличии таких узлов сложно определить все ошибки, особенно для программно-управляемых функций.

Чем сложнее устройство, тем выше требования

Ниже представлены две таблицы, из которых видно, что требования к устройствам типа «B» значительно выше, чем к устройствам типа «A».

SFF и HFT для устройств типа «A»

SFF (доля безопасных отказов)	HFT (отказоустойчивость оборудования)		
	0	1	2
< 60 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
от 60 % до < 90 %	SIL 2	SIL 3	SIL 4
от 90 % до < 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4
≥ 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4

SFF и HFT для устройств типа «B»

SFF (доля безопасных отказов)	HFT (отказоустойчивость оборудования)		
	0	1	2
< 60 %	недопустимо	SIL 1	SIL 2
от 60 % до < 90 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
от 90 % до < 99 %	SIL 2	SIL 3	SIL 4
≥ 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4

Средний период работы между отказами (MTBF)

Средний период работы между отказами (англ. Mean Time Between Failures) в количестве лет показывает теоретическое время работы системы между двумя последовательными сбоями. Данный параметр отражает надежность системы, и его не следует путать со сроком службы или сроком эксплуатации системы.

Уровень SIL всегда относится ко всей функции безопасности. По этой причине недостаточно учитывать только показатели PFD отдельных элементов системы.

Класс SIL функции безопасности

Чтобы рассчитать класс SIL функции безопасности, необходимо сложить значения PFD отдельных элементов системы. Полученный результат затем сравнивается с допустимой общей вероятностью отказов требуемого уровня SIL.

На рисунке ниже показан пример того, что применение элементов только класса SIL 2 не гарантирует соответствие всей функции безопасности классу SIL 2. Класс SIL 2 присваивается только в том случае, если параметр PFD для всех элементов в целом находится в пределах требований SIL 2.

Определение класса SIL

Расчет общего значения PFD функции безопасности

PFD Датчик	+	**PFD Система PLC**	+	**PFD Привод**	+	**PFD Арматура**	=	**Общий PFD функции безопасности**
PFD = $3{,}63 \times 10^{-3}$ = SIL 2		PFD = $1{,}84 \times 10^{-3}$ = SIL 2		PFD = $2{,}28 \times 10^{-3}$ = SIL 2		PFD = $2{,}92 \times 10^{-3}$ = SIL 2		PFD = $1{,}07 \times 10^{-2}$ = SIL 1

Если расчеты показывают, что выбранные узлы оборудования не соответствуют требуемому уровню SIL, для повышения класса SIL необходимо принять дополнительные меры, например, провести диагностику и дублирование.

Тест частичного хода клапана (PVST)

Во время теста через равные промежутки проверяется работа устройства. Привод (арматура) совершает определенных ход и затем возвращается в исходную точку. При этом контролируется действительное движение привода.

Тест PVST является признанной методикой повышения готовности отдельных элементов функции безопасности. Профилактическая диагностика позволяет исключить опасные сбои, поэтому вероятность отказов снижается.

Контрольное испытание

Во время контрольного испытания система проходит полную проверку. Если интервал между двумя такими проверками сокращается, например, с двух до одного года, и при этом проверка не обнаруживает неизвестных ошибок, то класс SIL может быть повышен.

Дублирование

Дублирование узлов системы повышает вероятность того, что в случае отказа функция безопасности сработает правильно. Дублировать друг друга могут два или несколько компонентов системы безопасности.

В зависимости от требований безопасности применяются различные конфигурации MooN («M из N»). Например, в конфигурации 1oo2 («один из двух») достаточно одного устройства, чтобы обеспечить выполнение функции безопасности. В конфигурации 2oo3 («два из трех») должны работать два устройства из трех. Конкретное исполнение зависит от требуемой функции безопасности. В качестве примера смотрите на рисунках ниже системы дублирования надежного открытия и закрытия.

Применение дублирования может повысить отказоустойчивость оборудования и класс SIL.

Для класса SIL 3, согласно стандарту МЭК 61511, применение дублирования обязательно.

Повышение класса SIL

[1] **Дублирующая система для надежного открытия**

[2] **Дублирующая система для надежного закрытия**

Класс SIL оборудования AUMA

Для компании AUMA важно, чтобы ее продукция удовлетворяла требованиям клиентов. Проектировщикам и операторам установок необходимо подобрать компоненты системы в соответствии с нормативами безопасности. Чтобы облегчить эту задачу, компания AUMA подготовила ведомость показателей безопасностей и классов SIL для электроприводов, блоков управления и редукторов.

Функции безопасности

Показатели безопасности и класс SIL зависят от предохранительной функции, которую выполняет устройство в случае аварии с целью приведения системы в безопасное состояние.

В связи с тем, что основной функцией приводов является закрытие и открытие арматуры, безопасности данных процессов уделяется основное внимание.

Аварийное открытие и закрытие

По команде функции безопасности привод движется в конечное положение ОТКРЫТО или ЗАКРЫТО.

Авариное открытие/закрытие с тестом частичного хода клапана (PVST)

В качестве дополнительных диагностических мероприятий через равные промежутки проводится тест частичного хода клапана. Во время теста проверяется работа привода, что повышает вероятность своевременного обнаружения отказов. Показатели безопасности также улучшаются.

Аварийный покой/останов

По команде функции безопасности двигатель привода отключается. Принимаются меры против нежелательного запуска двигателя.

Подача сигнала конечного положения

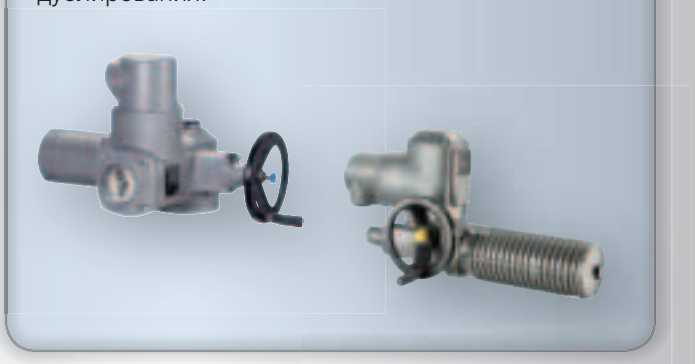
По достижении конечных положении ОТКРЫТО/ЗАКРЫТО или при достижении момента срабатывания электромеханический блок выключателей подает соответствующий сигнал. Данная функция не является нормативной функцией безопасности. Однако, как показывает опыт, она повышает показатели безопасности.

Обзор всех сертифицированных продуктов AUMA смотрите на странице 23.
Показатели безопасности по приводам смотрите на странице 24.

Приводы AUMA без встроенного блока управления

Для данного исполнения функции управления приводом обеспечиваются покупателем.

Аттестацию проходили приводы SA .1, SA .2 и SG .1, а также регулирующие и взрывозащищенные приводы. Приводы относятся к устройствам типа «А». Класс SIL зависит от привода и от функции безопасности. Приводы SA .2, например, для всех функций безопасности соответствуют классу SIL 2. Класс SIL 3 присваивается при наличии дублирования.



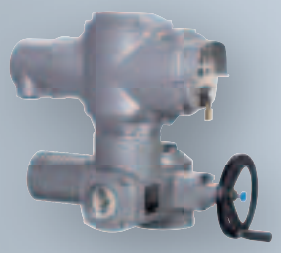
Приводы AUMA, смонтированные с блоком управления AM

Блок управления AM с дискретной схемой выключателей и без сложных электрических узлов относится к «простым» устройствам типа «A».

Аттестацию проходили приводы SA .1, SA .2 и SG .1. Класс SIL зависит от функции безопасности и от исполнения электрической схемы.

Приводы, смонтированные с блоком управления AM, в указанных исполнениях соответствуют классу SIL 2. Класс SIL 3 присваивается при наличии дублирования.

Функции аварийного открытия/закрытия могут обеспечиваться через стандартные входы или через отдельный аварийный вход.

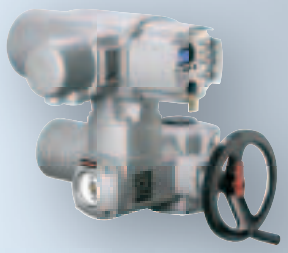


Приводы AUMA с блоками управления AC .1

Встроенный блок управления AC .1 с современной электроникой и сложными электрическими узлами относится к устройству типа «B», поэтому к нему предъявляются более строгие нормативы. Аттестацию проходили приводы SA .1 и SG .1.

Приводы, смонтированные с блоком управления AC .1, в указанных исполнениях соответствуют классу SIL 1.

При наличии AC .1 функции аварийного открытия/закрытия могут обеспечиваться через стандартные входы или через отдельный аварийный вход. Например, в обычном режиме управление по полевой шине может осуществляться стандартным сигналом, а вызов функции безопасности происходит через аварийный вход.



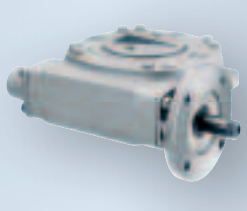
Приводы AUMA с блоком управления AC .2 в исполнении SIL

Блок управления AC .2 в исполнении SIL применяется там, где требуется класс SIL 2. При наличии дублирования системе может быть присвоен класс SIL 3.

Подробнее о блоке управления AC .2 в исполнении SIL смотрите на следующих страницах.

Редукторы AUMA

Приводы GS и GF также проходили тестирование на предмет показателей безопасности. Прошедшие тестирование редукторы соответствуют классу SIL 2.



Блок управления AC .2 отличается многообразием функций и большим выбором настроек. Свободно конфигурируемые параллельный и цифровой интерфейсы обеспечивают интеграцию устройств в сложные системы распределенного управления. Блок управления AC .2 идеально подходит для сложных режимов управления и регулирования. Дополнительная диагностика повышает безопасность и работоспособность привода. Функции диагностики включают в себя протоколирование рабочих событий с указанием времени их наступления, непрерывный мониторинг температуры и уровня вибрации на приводе, а также контроль времени работы электродвигателя.

Для того чтобы повысить эти функции до классов SIL 2 и SIL 3, для AC .2 компания AUMA разработала специальный модуль SIL.

Модуль SIL

Модуль SIL представляет собой дополнительную плату, которая отвечает за выполнение функций безопасности. Плата устанавливается во встроенные блоки управления AC .2 и ACEx .2.

Если в случае аварии подается запрос на выполнение функции безопасности, стандартная логика блока AC .2 отключается, а функция безопасности выполняется через модуль SIL.

В модуле SIL применяются только сравнительно простые элементы (транзисторы, резисторы, конденсаторы), интенсивность отказов которых полностью изучена. По этой причине блок управления AC .2 в исполнении SIL относится к устройствам простого типа «A». Номинальные показатели безопасности соответствуют уровню SIL 2, а при наличии дублирования (1oo2) они повышаются до уровня SIL 3.

SIL 2/SIL 3 для встроенного блока управления AC .2 в исполнении SIL

Встроенный блок управления AC .2 и модуль SIL

Приоритет функции безопасности

Блок управления AC .2 в исполнении SIL сочетает в себе две функции. Во-первых, блок выполняет стандартные функции обычного режима. Во-вторых, через встроенный модуль SIL блок отвечает за выполнение функций безопасности.

Функции безопасности всегда более приоритетны по отношению к задачам обычного режима. Таким образом, при подаче команды функции безопасности стандартная логика блока управления шунтируется.

На рисунке ниже показана стандартная конструкция блока управления AC .2 в исполнении SIL. Блок управления AC .2 подключен к двум системам безопасности ПЛК верхнего уровня: «безопасная» с допуском SIL и «простая».

Обычный режим осуществляется командами простой системы ПЛК через стандартную логику AC .2

В случае аварии обычное управление прерывается, и привод начинает управляться сигналами безопасной системы ПЛК через встроенный модуль SIL.

Если привод с блоком AC .2 в исполнении SIL применяется только в качестве системы безопасности, то простая система ПЛК может не использоваться.

Обработка сигнала при наличии блока управления AC .2 в исполнении SIL

Варианты конфигурации

Блок управления AC .2 в исполнении SIL характеризуется разнообразием возможностей конфигурации. На заводе согласно спецификациям клиента настраивается функция безопасности и точка отключения хода. Настройка осуществляется с помощью DIP-выключателей модуля SIL.

Функции безопасности

С помощью блока управления AC .2 в исполнении SIL могут выполняться следующие функции безопасности:

- Аварийное открытие/закрытие (Safe ESD, Emergency Shut Down)
  Электропривод перемещается в установленное крайнее положение ОТКРЫТО или ЗАКРЫТО. Чтобы повысить безопасность, сигнальный вход дублируется.

- Аварийный останов (Safe Stop)
  Команда управления «простой» системы ПЛК ОТКРЫТЬ или ЗАКРЫТЬ выполняется только в том случае, если модуль SIL подает разрешающий сигнал.
  Если разрешающий сигнал отсутствует, ход в направлении ОТКРЫТЬ или ЗАКРЫТЬ прерывается или не запускается совсем.

- Аварийное открытие/закрытие в комбинации с аварийным остановом
  В этом случае функция аварийного открытия/закрытия обладает приоритетом.

Дополнительно через электропривод может подаваться контрольный сигнал обратной связи о достижении конечного положения.

Критерии отключения

Как и для обычного режима, условия отключения привода можно настроить и для функций безопасности. В обычном режиме критерии отключения выполняют роль защиты арматуры и привода. При этом команда функции безопасности на обязательное открытие или закрытие арматуры облада ет приоритетом, невзирая на то, будет поврежден привод и арматура или нет.

Для функций безопасности имеются следующие критерии отключения:

- Отключение по положению
  Как только заданное конечное положение достигнуто, привод автоматически отключается. В случае превышения крутящего момента вследствие, например, попадания постороннего предмета на шток арматуры, привод во избежание повреждения арматуры отключится до достижения конечного положения.

- Отключение по конечному положению
  Привод останавливается при достижении конечного положения ОТКРЫТО или ЗАКРЫТО, вне зависимости от крутящего момента.

- Отключение по крутящему моменту
  Привод останавливается при достижении установленного крутящего момента, вне зависимости от положения.

- Отключение неактивно
  Моментные и концевые выключатели шунтируются, чтобы арматура открывалась и закрывалась в любом случае. Во избежание возгорания двигателя в этом режиме рекомендуется применять блок управления AC .2 в исполнении SIL с функцией термозащиты.

Контроль хода привода

Мониторинг работы привода осуществляется электромеханически SIL модулем для проверки надежности. Если привод не выполняет за установленное время команду управления, модуль SIL подает общий сигнал ошибки.

Система контроля хода активна и в обычном режиме.

Безопасные входы и выходы

Модуль SIL снабжен тремя безопасными входами и двумя безопасными выходами:

- 1 дублированный вход для аварийного открытия/закрытия (либо открытие, либо закрытие)
- 1 вход для аварийного останова или отпирания в направлении ОТКРЫТЬ
- 1 вход для аварийного останова или отпирания в направлении ЗАКРЫТЬ
- 1 выход для подачи общего сигнала ошибки SIL
- 1 выход для сигнала «Система готова к работе»

Дисплей

Данные о состоянии модуля SIL (выполнение функции безопасности, наличие общей ошибки и др.) отображаются соответствующими значками и текстом на дисплее блока управления AC .2.

Для обоснованного определения класса SIL устройств AUMA применяется расчет показателей безопасности.

Стандарты МЭК 61508 и 61511 регламентируют два частично отличающихся друг от друга метода: оценка оборудования и полная оценка.

Для уже существующих устройств применяется метод оценки оборудования. Это относится к приводам SA и SG, к блокам управления AM и AC .1, а также к редукторам GS и GF.

Разработка встроенного блока управления AC .2 в исполнении SIL проходит полную оценку. При этом учитываются не только случайные, но и систематические сбои во всех фазах жизненного цикла продукта от составления спецификации до изъятия из эксплуатации.

Выпускаемая продукция

Для аттестации уже выпускаемых узлов стандарты МЭК 61508 и 61511 предусматривают проверку на основе оценки аппаратного обеспечения устройств.

Показатели безопасности рассчитываются для каждого из отдельных элементов, а затем на их основе присваивается класс SIL.

В качестве основы оценки аппаратного обеспечения блоков управления применяются данные родового типа, а для приводов – накопленные данные.

Данные родового типа для блоков управления AUMA

К данным родового типа относятся статистические полученная интенсивность отказов отдельных узлов. Эти данные заносятся в так называемые «Книги данных для анализа надежности», например, норматив SIEMENS SN29500 и справочник EXIDA.

Показатели безопасности электронных узлов, применяемых в продукции AUMA, рассчитываются по данным справочника EXIDA.

Определение показателей безопасности для продукции AUMA

Накопленные данные для приводов AUMA

У механических узлов количество данных родового типа невелико. Поэтому надежность узлов оценивается по накопленным данным, например, сигналам ошибок во время гарантийного срока и результатам испытаний.

Показатели безопасности для приводов AUMA рассчитываются по данным за последние 10 лет.

FMEDA

FMEDA (диагностический анализ типа отказа и его влияния) является методом расчета показателей безопасности согласно МЭК 61508.

Анализ осуществляется поэтапно с регистрацией всех данных протокола.

С помощью FMEDA проверяются возможные сценарии возникновения сбоев и оценивается вероятность наступления сбоя. Кроме того, определяется степень опасности возможного сбоя, а также возможность его диагностики и обнаружения.

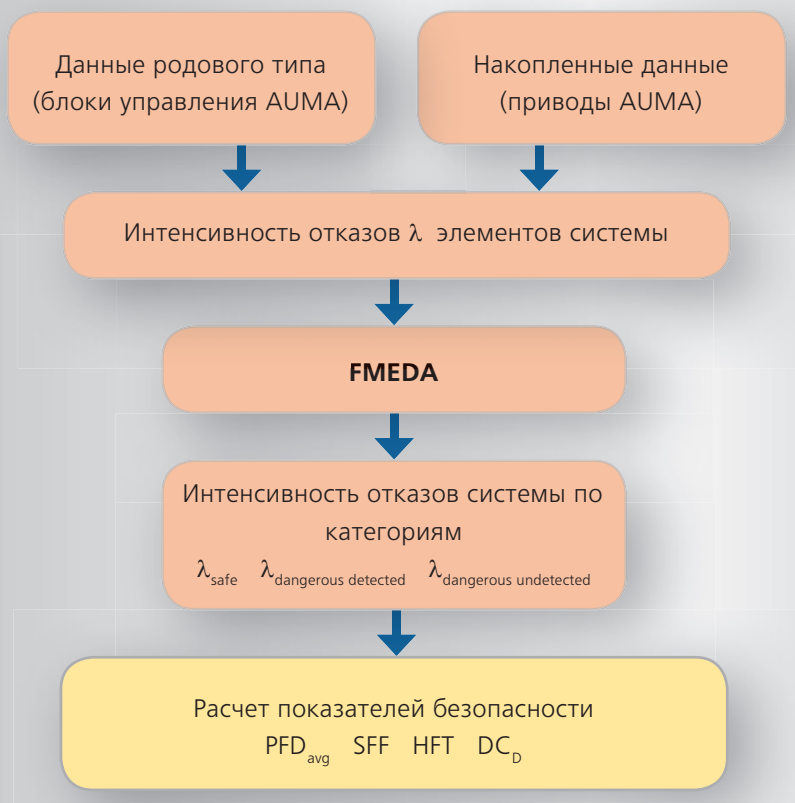
На основе полученной интенсивности отказов рассчитывается вероятность отказа (PFD_{avg}), доля неопасных отказов (SFF) и коэффициент диагностического покрытия неисправностей (DC_D).

Отчеты и сертификаты EXIDA

Показатели безопасности для оборудования AUMA определяются совместно с EXIDA, крупнейшим международным сертификационным агентством в данной области. Результаты исследований представляются в отчетах EXIDA.

В таблице на странице 23 представлены все изделия компании AUMA, прошедшие проверку безопасности 23.

Порядок определения показателей безопасности



Общая оценка новых разработок

Встроенный блок управления AC .2 в исполнении SIL полностью проверялся на предмет соответствия стандарту МЭК 61508. Испытывалась общая система, состоящая из электропривода SA .2 и блока управления AC .2 в исполнении SIL. Сертифкацию проводила организация TÜV Nord.

Предмет проверки

В отличие от проверки аппаратных средств уже выпускаемых продуктов полное испытание новых разработок дополнительно включает в себя, например, проверку и сертификацию опытно-конструкторского и производственного процессов, что необходимо для предотвращения возможных систематических отказов.

На рисунках ниже приводятся основные мероприятия полного испытания согласно МЭК 61508. Целью испытания является выявление систематических и случайных отказов.

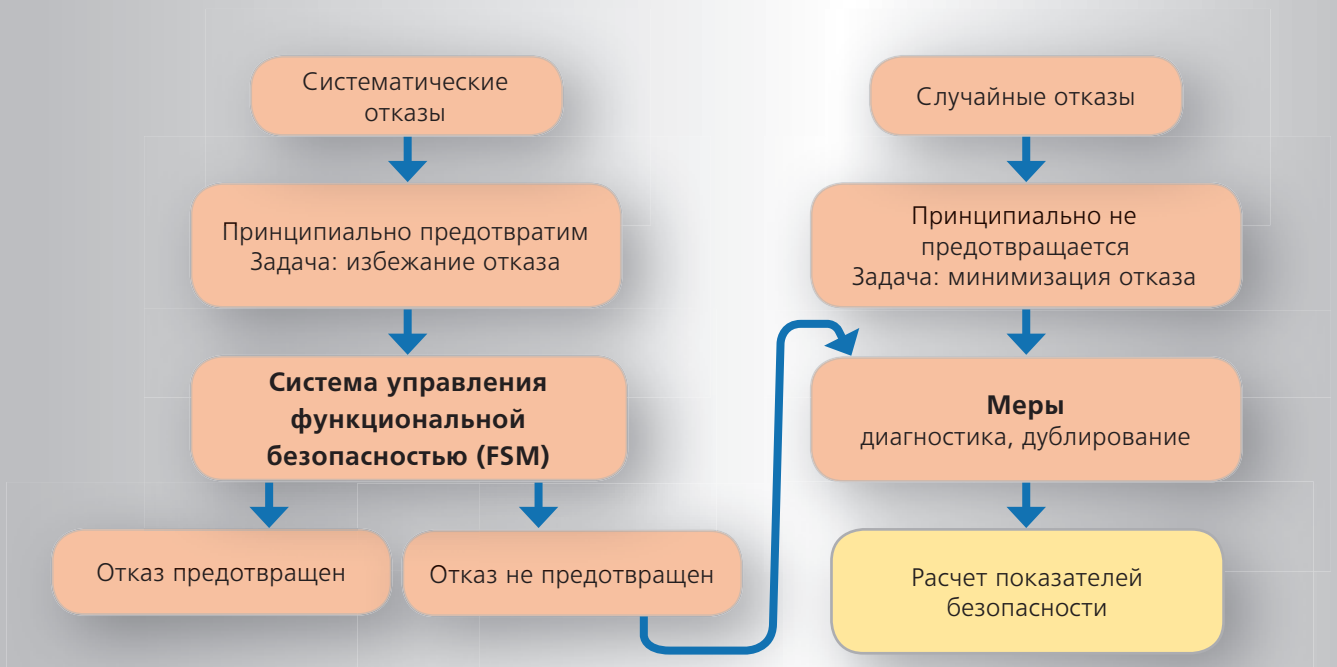
Систематические отказы

Систематические отказы, как правило, связаны с конструкторскими ошибками и производственным браком, поэтому их достаточно легко предотвратить. С помощью системы управления функциональной безопасностью обнаруживаются источники систематических отказов и принимаются соответствующие меры по их предотвращению.

Система управления функциональной безопасностью (FSM)

Система FSM может рассматриваться в качестве расширения системы контроля качества. Благодаря предписанным правилам и нормам большая часть источников систематических ошибок легко устраняется.

Основной алгоритм полной оценки



Случайные отказы

Случайные отказы – это отказы, которые, например, возникают вследствие внешних факторов. Случайные отказы относятся к принципиально неустранимым отказам. По этой причине требуется принимать меры по их минимизации.

Такими мерами, например, являются контроль и диагностика системы, а также дублирование узлов.

Расчет показателей безопасности

Чтобы определить остаточный риск, необходимо количественно рассчитать отказы, которые могут возникнуть после принятия всех мер по обеспечению безопасности. Для этого производится вычисление показателей безопасности и параметров вероятности отказа, которые затем передаются конечному потребителю.

Порядок такой проверки аналогичен оценке аппаратных средств существующей продукции (см. страницу 21).

Приводы и блоки управления AUMA с оценкой SIL

Для всех приводов и блоков управления, прошедших проверку безопасности, компания AUMA предоставляет протоколы проверки. Также можно запросить обзор различных конфигураций оборудования.

Примеры смотрите на странице 24.

Привод	Управление	Функция безопасности	Отчет об испытании
SA/SAR 07.1 – 16.1 SAExC/SARExC 07.1 – 16.1 SG 05.1 – 12.1 SGExC 05.1 – 12.1	без встроенного блока управления	Аварийное открытие и закрытие Аварийное открытие и закрытие с PVST Аварийное состояние покоя/останова	Отчет EXIDA № AUMA 07/07-32 R003
		Контрольный сигнал конечного положения	Отчет EXIDA № AUMA 10-12-035 R005
SA/SAR 07.2 – 16.2 SAEx/SAREx 07.2 – 16.2	без встроенного блока управления	Аварийное открытие и закрытие Аварийное открытие и закрытие с PVST Аварийное состояние покоя/останова	Отчет EXIDA № AUMA 10-03-053 R006
		Контрольный сигнал конечного положения	Отчет EXIDA № AUMA 10-12-035 R005
SA/SAR 07.1 – 16.1 SAExC/SARExC 07.1 – 16.1 SG 05.1 – 12.1 SGExC 05.1 – 12.1 SA/SAR 07.2 – 16.2 SAEx/SAREx 07.2 – 16.2	AM 01.1/02.1 AMExC 01.1 AMExB 01.1	Аварийное открытие и закрытие Аварийное открытие и закрытие с PVST Аварийное состояние покоя/останова	Отчет EXIDA № AUMA 07/07-32 R003
		Контрольный сигнал конечного положения	Отчет EXIDA № AUMA 10-12-035 R005
SA/SAR 07.1 – 16.1 SAExC/SARExC 07.1 – 16.1 SG 05.1 – 12.1 SGExC 05.1 – 12.1	AC 01.1 ACExC 01.1	Аварийное открытие и закрытие Аварийное открытие и закрытие с PVST Аварийное состояние покоя/останова	Отчет EXIDA № AUMA 07/07-32 R004
		Контрольный сигнал конечного положения	Отчет EXIDA № AUMA 10-12-035 R005
SA/SAR 07.2 – 16.2 SAEx/SAREx 07.2 – 16.2	AC 01.2 в исполнении SIL ACExC 01.2 в исполнении SIL	Аварийное открытие и закрытие Аварийное открытие и закрытие с PVST Аварийный останов	
		Контрольный сигнал конечного положения	Отчет EXIDA № AUMA 10-12-035 R005

Редукторы AUMA с оценкой SIL

Отчеты испытаний редукторов AUMA также можно заказать у производителя. Показатели безопасности редукторов не зависят от функции безопасности.

Редуктор	Отчет об испытании
GS 50.3 – 250.3, GS 315 – 500 GF 50.3 – 250.3	Отчет EXIDA № AUMA 12/02-079 R007

Показатели безопасности некоторых изделий AUMA

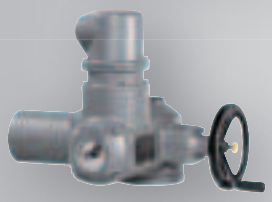
Ниже приводятся показатели безопасности некоторых приводов и блоков управления. Показатели безопасности зависят от функции безопасности и соответственно от подходов обеспечения работоспособности.

Показатели безопасности приводов, смонтированных с блоком управления, зависят от исполнения электросхемы, так как конструкция включает в себя элементы с различной интенсивностью отказов. Показатели безопасности были рассчитаны для прибл. 150 версий.

За дополнителной информацией обращайтесь к производителю.

Многооборотные приводы SA/SAR 07.2 – SA/SAR 16.2 и SAEx/SAREx 07.2 – SAEx/SAREx 16.2 без блока управления

SA .2



SAEx .2

Отчет EXIDA	AUMA 10-03-052 R006 версия V1	AUMA 10-03-052 R006 версия V2
Функция безопасности	Аварийное открытие и закрытие	Аварийное открытие и закрытие с PVST[1)]
λ_{safe}	367 FIT	367 FIT
λ_{DD}	0 FIT	162 FIT
λ_{DU}	203 FIT	41 FIT
DC_D	0 %	80 %
MTBF	200 лет	200 лет
SFF	64 %	92 %
$T_{[proof]}$ = 1 год	PFD_{avg} = 1,05 x 10^{-3}	PFD_{avg} = 4,96 x 10^{-4}
$T_{[proof]}$ = 2 года	PFD_{avg} = 1,92 x 10^{-3}	PFD_{avg} = 6,55 x 10^{-4}
$T_{[proof]}$ = 5 лет	PFD_{avg} = 4,53 x 10^{-3}	PFD_{avg} = 1,13 x 10^{-3}
Класс SIL[2)]	SIL 2[3)]	SIL 2[3)]

Многооборотные приводы SAEx/SAREx 07.2 – SAEx/SAREx 16.2 с блоком управления AMExC 01.1

В качестве примера приводятся данные для схемы MSP E310KC3–FF8EC TPA00R2AB-1E1-000. Анализ отказов осуществляется через контакт общей ошибки K9.

SAEx.2 с AMExC .1

Отчет EXIDA	AUMA 07/07-32 R003 версия V53	AUMA 07/07-32 R003 версия V54
Функция безопасности	Аварийное открытие и закрытие	Аварийное открытие и закрытие с PVST[1)]
λ_{safe}	808 FIT	802 FIT
λ_{DD}	367 FIT	849 FIT
λ_{DU}	647 FIT	48 FIT
DC_D	36 %	95 %
MTBF	62 года	66 года
SFF	64 %	97 %
$T_{[proof]}$ = 1 год	PFD_{avg} = 2,82 x 10^{-3}	PFD_{avg} = 3,65 x 10^{-4}
$T_{[proof]}$ = 2 года	PFD_{avg} = 5,64 x 10^{-3}	PFD_{avg} = 6,27 x 10^{-4}
$T_{[proof]}$ = 5 лет	PFD_{avg} = 1,40 x 10^{-2}	PFD_{avg} = 1,31 x 10^{-3}
Класс SIL[2)]	SIL 2[3)]	SIL 2[3)]

1 Тест частичного хода клапана необходимо проводить, по крайней мере, в десять раз чаще, чем ожидаемый запрос на выполнение функции безопасности.
2 Класс SIL показывает, что расчетные данные находятся в диапазоне соответствующего уровня SIL. Однако это не означает выполнение всех соответствующих нормативов МЭК 61508.
3 Класс SIL 3 может быть обеспечен с помощью дублирования системы (1oo2).

Условные обозначения

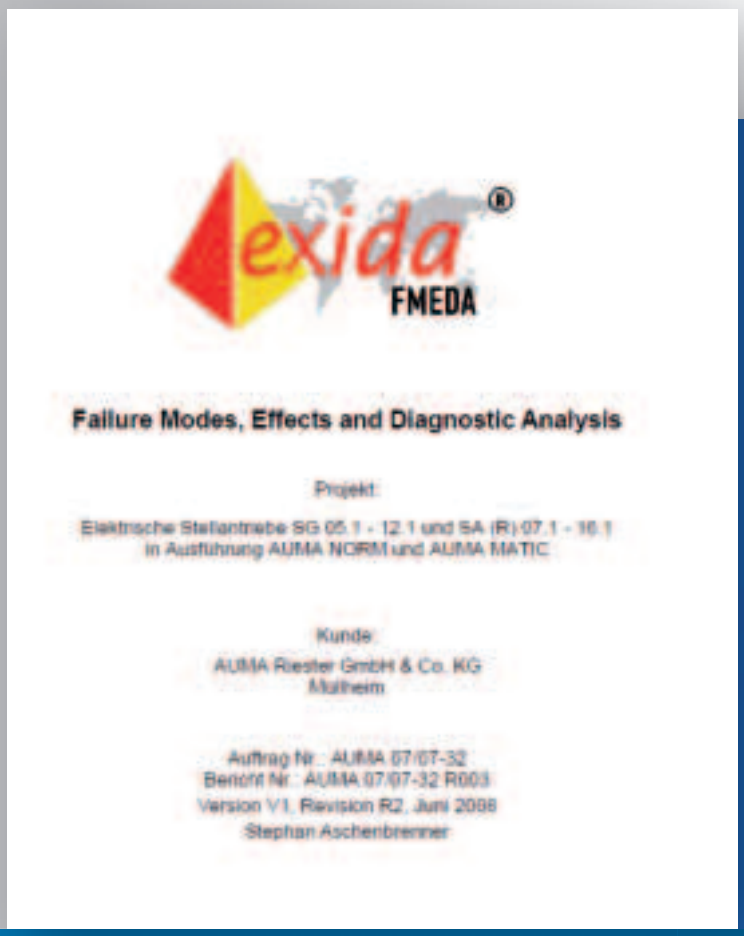
Параметр	Описание
λ_{safe}	**Ламбда безопасная (англ. Lambda Safe) – количество безопасных отказов на единицу времени** Значение λ показывает интенсивность отказов, то есть количество сбоев элемента на единицу времени. Интенсивность отказов применяется для расчета вероятности отказа. Параметр FIT (англ. Failure in Time) показывает количество отказов за 10^9 часов. 1 FIT равен одному отказу на 10^9 часов или одному отказу на 114 000 лет. Отказ считается безопасным, если в случае его возникновения система не переходит в опасное состояние.
λ_{DD}	**Ламбда обнаруженных опасных отказов (англ. Lambda Dangerous Detected) – количество обнаруженных опасных отказов на единицу времени** Параметр показывает количество обнаруженных в ходе диагностики опасных отказов на 10^9 часов. Отказ элемента считается опасным, если при его возникновении невозможно выполнить функцию безопасности.
λ_{DU}	**Ламбда необнаруженных опасных отказов (англ. Lambda Dangerous Detected) – количество необнаруженных опасных отказов на единицу времени** Параметр показывает количество не обнаруженных в ходе диагностики опасных отказов на 10^9 часов.
DC_D	**Диагностическое покрытие опасных отказов (англ. Diagnostic Coverage of Dangerous Failures) – коэффициент диагностического покрытия опасных отказов** Процент обнаруженных диагностикой опасных отказов λ_{DD} из всего количества опасных отказов.

Параметр	Описание
MTBF	**Mean Time Between Failure – средний период работы между отказами** Показывает период времени между двумя последовательными отказами элемента. Параметр MTBF связан с работоспособностью устройства.
SFF	**SFF Safe Failure Fraction – Доля неопасных отказов** Процент неопасных отказов, которые не ведут к сбою системы. Чем выше значение этого параметра, тем ниже вероятность опасного отказа системы. Значение 62 %, например, означает, что 62 отказа из 100 не оказывают влияния на работоспособность системы.
T_{proof}	**Интервал между контрольными испытаниями** Показатели безопасности действительны для установленного период работы. По окончании этого периода требуется проводить контрольное испытание, чтобы убедиться в работоспособности устройства. Параметр PFD можно улучшить за счет более частых контрольных проверок. Однако их не имеет смысла проводить чаще одного раза в год.
PFD_{avg}	**Вероятность отказа по запросу (англ. Probability of Failure on Demand)** Средняя вероятность несрабатывания функции безопасности.
Класс SIL	Соответствие уровню полноты безопасности в зависимости от параметра PFD_{avg} элемента. Основанием служит интервал T_{proof} за один год. Необходимо учесть, что уровень SIL всей системы рассчитывается из суммы значений PFD всех элементов (см. также стр. 12).

Дополнительная информация

В настоящей брошюре приводятся только начальные сведения по теме функциональной безопасности. Подробнее смотрите следующую документацию:

- МЭК 61508, части 1 – 7
- МЭК 61511, части 1 – 3
- «Funktionale Sicherheit», Josef Börcsök
- atp edition выпуск 1-2/2011



exida FMEDA

Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis

Projekt:

Elektrische Stellantriebe SG 05.1 - 12.1 und SA (R) 07.1 - 16.1
in Ausführung AUMA NORM und AUMA MATIC

Kunde:

AUMA Riester GmbH & Co. KG
Mülheim

Auftrag Nr.: AUMA 07/07-32
Bericht Nr.: AUMA 07/07-32 R003
Version V1, Revision R2, Juni 2008
Stephan Aschenbrenner

СЕРТИФИКАТ

Орган по сертификации
общества TÜV SÜD Management Service GmbH

удостоверяет, что предприятие

auma

AUMA Riester GmbH & Co. KG
Aumastr. 1
D-79379 Müllheim

в следующей области деятельности

конструирование, производство, сбыт и сервисное обслуживание электрических приводов, средств управления и редукторов для автоматизации арматур, а так же компонентов для приводной техники общего назначения

внедрило и применяет системы
менеджмента качества, экологического менеджмента,
менеджмента безопасности и охраны труда.

В ходе аудита, № отчёта. 70009378,
получено подтверждение о соответствии
системы менеджмента требованиям

ISO 9001:2008
ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Данный сертификат действителен вместе
с основным сертификатом до **08.06.2015 г.**

Регистрационный номер сертификата **12 100/104/116 4269/01 TMS**

Алфавитный указатель

А

Анализ рисков 7

В

Вероятность отказа 10, 25
Вероятность отказа в час 10
Вероятность отказа по запросу 10, 25
Встроенный блок управления 15, 23

Г

График рисков 7

Д

Данные родового уровня 20
Диагностическое покрытие неисправностей 25
Доля безопасных отказов 11
Доля неопасных отказов 11, 25
Доля неопасных отказов 25
Дублирование 13

З

Значения ламбда 25

И

Интенсивность отказов 11, 25
Интервал между контрольными испытаниями 25

К

Класс SIL
  Продукция AUMA 14, 15, 23, 25
  Расчет 12
  Улучшение 13
Контрольное испытание 13, 25
Коэффициент диагностического покрытия неисправностей 25

М

Многооборотные приводы 14, 15, 23
Модуль SIL 16, 18

Н

Неполнооборотные приводы 14, 15, 23

О

Общее значение PFD 12
Отказ
  систематический 22
  случайный 23
  Данные полевой шины 21
Отказоустойчивость оборудования 11
Оценка техники безопасности 7

П

Показатели безопасности
  Продукция AUMA 23, 24
  Определение 10
  Оценка 20, 21, 22

Р

Редукторы 15, 23
Режим высокой интенсивности запросов 10
Режим непрерывных запросов 10
Режим низкой интенсивности запросов 10
Режимы работы 10

С

Система безопасности 6, 9
Систематические отказы 22
Случайные отказы 23
Среднее время работы между отказами 11, 25
Средний период между отказами 11, 25
Средняя вероятность опасного отказа по запросу 10, 25
Средняя вероятность отказов 10, 25

Т

Тест частичного хода клапана 13
Тип устройства 11

У

Уровень полноты безопасности 5
Устройство типа «A» 11
Устройство типа «B» 11

Ф

Функциональная безопасность
  Определение 4
  Стандарты 6
Функция безопасности 4, 8, 14, 18

D

МЭК 61508 4, 6
МЭК 61511 4, 6

E

EXIDA 20, 21

F

FMEDA 21

H

HFT 11

M

MTBF 11, 25

P

PFD 10, 25
PFH 10
PVST 13

S

SFF 11, 25
SIL 5, 10

[1] Многооборотные приводы
SA 07.2 – SA 16.2
SA 25.1 – SA 40.1
Крутящий момент от 10 до 32 000 Нм
Выходная скорость от 4 до 180 об/мин.$^{-1}$

[2] Многооборотные приводы SA/SAR
с блоком управления AUMATIC
Крутящий момент от 10 до 1 000 Нм
Выходная скорость от 4 до 180 об/мин.

[3] Прямоходные приводы SA/LE
Комбинация многооборотного привода
SA и прямоходного модуля LE
Усилие от 4 кН до 217 кН
Ход до 500 мм
Линейная скорость
от 20 до 360 мм/мин.

[4] Неполнооборотные приводы
SG 05.1 – SG 12.1
Крутящий момент от 100 до 1200 Нм
время позиционирования для 90° от
4 до 180 сек.

[5] Неполнооборотные приводы SA/GS
Комбинация многооборотного привода
SA и неполнооборотного редуктора GS
Крутящий момент до 675 000 Нм

[6] Конические редукторы
GK 10.2 – GK 40.2
крутящий момент до 16000 Нм

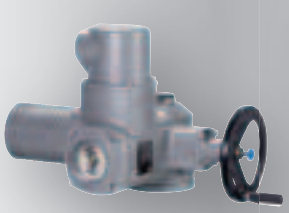
[7] Цилиндрические редукторы
GST 10.1 – GST 40.1
крутящий момент до 16000 Нм

[8] Рычажные редукторы
GF 50.3 – GF 250.3
Крутящий момент до 45 000 Нм

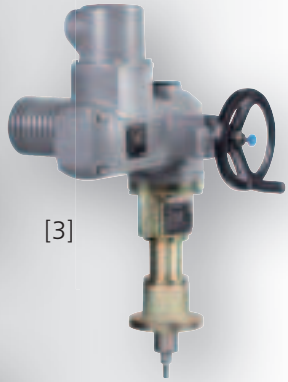
Solutions for a world in motion

AUMA Riester GmbH & Co. KG
P.O. Box 1362
D-79379 Muellheim
Tel +49 7631-809-0
Fax +49 7631-809-1250
riester@auma.com

ООО «ПРИВОДЫ АУМА»
141402 Московская область
г. Химки, квартал Клязьма 1Б
Тел. +7 495 221 64 28
Факс +7 495 221 64 38
aumarussia@auma.ru


[1]

[2]

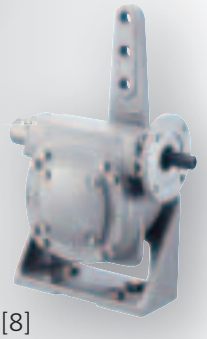

[3]

[4]

[5]

[6]

[7]


[8]

ISO 14001 TÜV SÜD ISO 9001
Сертификат регистрац. № 12 100/104 4269

Подлежит изменению без уведомления. Указанные здесь характеристики изделий не являются гарантийным поручительством.
Y004.602/004/ru/1.12

Подробную информацию о продукции AUMA смотрите в интернете: www.auma.com