ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54125 — 2010 (ИСО 12100:2010)

БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Принципы обеспечения безопасности при проектировании

ISO 12100:2010
Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction
(MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2010 г. № 819-ст

4 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к международному стандарту ИСО 12100:2010 «Безопасность машин. Общие принципы расчета. Оценка рисков и снижение рисков» (ISO 12100:2010 «Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction») путем изменения ссылочных стандартов и полного переоформления элемента «Библиография» примененного международного стандарта, которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет целесообразности использования ссылочных национальных стандартов вместо ссылочных международных стандартов и документов.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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.ru)

© Стандартинформ, 2014

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 и определения . . . 2
4 Стратегия общей оценки риска и снижения степени риска . . . 7
5 Общая оценка риска . . . 10
5.1 Общие положения . . . 10
5.2 Информация, необходимая для общей оценки риска . . . 10
5.3 Определение ограничений, накладываемых на машину . . . 11
5.4 Идентификация опасностей . . . 12
5.5 Расчет степени риска . . . 13
5.6 Оценка степени риска . . . 17
6 Снижение риска . . . 17
6.1 Общие положения . . . 17
6.2 Меры по разработке безопасных конструкций самой машины . . . 18
6.3 Средства защиты и дополнительные защитные меры . . . 28
6.4 Информация для пользователей . . . 36
7 Документация по оценке и снижению риска . . . 40
Приложение А (справочное) Общее схематическое изображение машины . . . 41
Приложение В (справочное) Примеры опасностей, опасных ситуаций и опасных событий . . . 42
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов Российской Федерации международным и европейскому региональному стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 51
Библиография . . . 52

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Принципы обеспечения безопасности при проектировании

Safety of machinery and equipment. Principles for safety ensuring while designing

Дата введения — 2012—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет основные термины и устанавливает методы и принципы оценки и снижения риска, помогающие конструкторам обеспечить безопасность машин. Эти принципы основаны на знаниях и опыте, полученных в результате конструирования, использования машин и оборудования, анализа их неполадок, несчастных случаев и рисков, связанных с эксплуатацией механизмов; они являются основой для оценки и устранения потенциальной опасности или снижения риска ее возникновения на протяжении всего срока эксплуатации машины.

Предполагается использовать настоящий стандарт как основу для разработки стандартов типа В или типа С. Положения настоящего стандарта должны учитываться конструкторами.

В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы, связанные с безопасностью домашних животных, нанесением ущерба имуществу или окружающей среде.

Настоящий стандарт дает руководящие принципы, касающиеся информации, необходимой для выполнения оценки риска. Описаны процедуры идентификации факторов опасности и оценки риска.

Настоящий стандарт обеспечивает руководящие принципы, касающиеся решений, которые необходимо принять для обеспечения безопасности оборудования, и типа документации, требуемой для проверки выполненной оценки риска и принятых мер по снижению риска.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ЕН 614-1—2003 Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы

ГОСТ Р ИСО 9355-1—2009 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком

ГОСТ Р ИСО 10075—2011 Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Основные термины и определения

ГОСТ Р ИСО 10075-2—2009 Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Часть 2. Принципы проектирования

ГОСТ Р ИСО 13849-1—2003 Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования

Издание официальное

ГОСТ Р ИСО 14122-3—2009 Безопасность машин. Средства доступа к машинам стационарные. Часть 3. Лестницы и перила

ГОСТ Р МЭК 60079-11—2010 Взрывоопасные среды. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь «i»

ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61508-1—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61508-3—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению

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 ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **машины, механизмы** (machine, machinery): Совокупность связанных между собой частей и устройств, минимум одно из которых движется, имеет соответствующий привод, соединенных вместе для определенного применения.

Примечание 1 — Термин «машина» и «механизм» также распространяется на совокупность машин, которые размещаются и управляются таким образом, чтобы функционировать как единое целое.

Примечание 2 — В приложении А приведено общее схематическое изображение машины.

3.2 **надежность (машины)** (reliability (of a machine)): Способность машины или ее компонентов безотказно выполнять установленные функции при определенных условиях в течение установленного отрезка времени.

3.3 **удобство обслуживания (машины)** (maintainability (of a machine)): Возможность поддерживать и восстанавливать работоспособность машины путем технического обслуживания и ремонта в соответствии с установленной практикой с использованием предусмотренных для этого средств.

3.4 **удобство использования (машины)** (usability (of a machine)): Возможность удобного использования машины, благодаря свойствам, которые дают возможность легко понимать ее функционирование.

3.5 **вред, ущерб здоровью** (harm): Причинение физической травмы или вреда здоровью человека.

3.6 **опасность** (hazard): Потенциальный источник причинения вреда, ущерба здоровью.

Примечание 1 — Термин «опасность» может быть уточнен в соответствии с причиной ее происхождения (например, механическая опасность, электрическая опасность) или характера потенциального повреждения (например, опасность повреждения электрическим током, опасность пореза, опасность воздействия токсических веществ, опасность возгорания).

Примечание 2 — Опасности, рассматриваемые в данном определении:

- опасности, постоянно присутствующие в процессе использования машины по назначению (например, опасное перемещение подвижных элементов; дуговой разряд в процессе сварки; неудобная поза, вредная для здоровья; шум; высокая температура);
- опасности, возникающие неожиданно (например, взрыв, опасность раздавливания как следствие непреднамеренного/неожиданного пуска, выбросы как следствие аварии, падение как следствие ускорения/замедления).

3.7 **характерная опасность** (relevant hazard): Опасность, присущая машине или связанная с процессом ее эксплуатации.

Примечание — Характерная опасность является результатом одного из действий, описанных в разделе 5. Если необходимо принятие мер по снижению риска, то такая опасность подходит под определение существенной.

3.8 **существенная опасность** (significant hazard): Опасность, которая была определена как характерная опасность и которая требует конкретных действий конструктора по ее устранению или снижению риска в соответствии с его оценкой.

3.9 **опасное событие** (hazardous event): Событие, которое может привести к возникновению ущерба.

Примечание — Опасное событие может быть кратковременным или происходить в течение длительного периода времени.

3.10 **опасная ситуация** (hazardous situation): Ситуация, возникновение которой может вызвать воздействие на объект опасных и вредных производственных факторов.

Примечание — Такая ситуация может приводить к повреждению сразу же или спустя некоторое время.

3.11 **опасная зона, зона риска** (hazard zone, danger zone): Пространство внутри машины или вокруг нее, в котором человек может подвергаться опасности.

3.12 **риск** (risk): Сочетание вероятности нанесения и степени тяжести возможного ущерба или вреда здоровью.

3.13 **остаточный риск** (residual risk): Риск, остающийся после принятия защитных мер.

Примечание 1 — В настоящем стандарте различаются:
- риск, остающийся после защитных мер, предпринятых конструктором;
- риск, остающийся после всех предпринятых защитных мер.

Примечание 2 — См. рисунок 2.

3.14 **общая оценка риска** (risk assessment): Общий процесс, включающий в себя анализ и оценку риска.

3.15 **анализ риска** (risk analysis): Изучение технических требований к машине в части ограничений, идентификация опасности и расчет степени риска.

3.16 **расчет степени риска** (risk estimation): Определение степени серьезности возможного вреда для здоровья и вероятности того, что такой вред будет нанесен.

3.17 **оценка степени риска** (risk evaluation): Оценка возможности снижения степени риска, получаемая на основе проведенного анализа.

3.18 **адекватное снижение степени риска** (adequate risk reduction): Снижение степени риска, как минимум, в соответствии с требованиями действующего законодательства с учетом современного уровня развития техники.

Примечание — Критерии адекватного снижения степени риска установлены в 5.6.2 настоящего стандарта.

3.19 **защитные меры** (protective measure): Меры, предпринимаемые для адекватного снижения степени риска:

- конструктором (разработка безопасной конструкции машины, средств защиты и дополнительных защитных мер, информации для пользователя);
- пользователем (осуществление безопасной эксплуатации, технический контроль, система допуска к работе; применение дополнительных защитных мер; использование средств индивидуальной защиты; обучение персонала).

Примечание — См. рисунок 2 настоящего стандарта.

3.20 **конструктивные защитные меры** (inherently safe design measure): Защитные меры, которые либо ограничивают опасности, либо уменьшают риски, связанные с опасностями, путем изменения конструкции или управления характеристиками машины без использования ограждений или защитных устройств.

Примечание — Вопросы, связанные с уменьшением риска путем разработки защитных мер, освещаются в 6.2 настоящего стандарта.

3.21 **средства защиты** (safeguarding): Средства для защиты людей от опасностей, которые не могут быть полностью устранены, и от рисков, степени которых не могут быть в достаточной мере снижены с помощью мер по разработке безопасной конструкции самой машины.

Примечание — Вопросы, связанные со средствами защиты, приведены в 6.3 настоящего стандарта.

3.22 **информация для пользователей** (information for use): Меры безопасности, которые состоят из коммуникативных элементов, таких как тексты, слова, знаки, сигналы, символы или диаграммы, применяемые по отдельности или вместе в целях доведения информации до потребителя.

Примечание — Вопросы, связанные с информацией для пользователей, приведены в 6.4 настоящего стандарта.

3.23 **использование машины по назначению** (intended use of machine): Использование машины в соответствии с информацией, содержащейся в документах для пользователя.

3.24 **прогнозируемое неправильное применение машины** (reasonably foreseeable misuse): Использование машины способом, не предусмотренным конструктором, но который может быть результатом легко предсказуемого поведения человека.

3.25 **задача** (task): Конкретная деятельность, осуществляемая одним либо более человеком, с помощью машины или в ее непосредственной близости на любом этапе эксплуатации.

3.26 **защитное ограждение** (safeguard): Ограждение или защитное устройство.

3.27 **ограждение** (guard): Перегородка, спроектированная как часть машины в целях обеспечения защиты персонала.

Примечание 1 — Защитное ограждение может действовать:

- самостоятельно; в этом случае его действие будет эффективным, если оно «закрыто» (перемещаемое ограждение) или «прочно удерживается на месте» (неподвижное ограждение);
- вместе с блокировочным устройством с фиксацией или без нее; в этом случае защита обеспечивается в любом положении ограждения.

Примечание 2 — Название защитного ограждения зависит от его конструкции, например кожух, щит, крышка, экран, дверца, ограждение по периметру.

Примечание 3 — Типы защитных ограждений и требования, предъявляемые к ним, согласно пункту 6.3.3.2 настоящего стандарта.

3.27.1 **неподвижное ограждение** (fixed guard): Ограждение, закрепляемое (например, винтами, гайками, посредством сварки) так, чтобы его можно было открывать или перемещать только с использованием инструментов или путем разрушения крепления.

3.27.2 **перемещаемое ограждение** (movable guard): Ограждение, которое можно открывать и перемещать без использования крепежного инструмента.

3.27.3 **регулируемое ограждение** (adjustable guard): Неподвижное или перемещаемое ограждение (или его отдельные части), размеры и/или положение которого(ых) можно регулировать.

3.27.4 **защитное ограждение с блокировкой** (блокирующее защитное ограждение) (interlocking guard): Защитное ограждение, оснащенное блокировочным устройством, соединенным с системой управления машины, обеспечивающее следующие защитные функции:

- при открытом ограждении не могут выполняться опасные функции машины, защищенные им;
- подается команда «Стоп», если ограждение открыто при выполнении опасных функций машины;
- опасные функции машины, защищенные ограждением, могут выполняться, если ограждение закрыто. Закрывание ограждения не должно приводить к пуску опасных функций машины.

3.27.5 **блокирующее защитное ограждение с фиксацией закрытия** (interlocking guard with guard locking): Блокирующее защитное ограждение с фиксацией закрывания, обеспечивающее с помощью системы управления машины следующие функции безопасности:

- не могут выполняться опасные функции машины, защищенные ограждением, если указанное ограждение не закрыто и не зафиксировано;

- ограждение остается закрытым и заблокированным до тех пор, пока не будет исключена опасность травмирования из-за опасных функций машины;

- опасные функции машины, защищенные ограждением, не могут выполняться, если ограждение закрыто и заблокировано. Закрывание и блокировка ограждения не должны приводить к пуску опасных функций машины.

3.27.6 **блокирующее ограждение с функцией пуска** (interlocking guard with a start function): Специальный вид блокирующих ограждений, которые при закрывании подают команду пуска опасной(ых) функции(й) машины без использования отдельного органа управления пуском.

Примечание — Подробное описание требований, предъявляемых к такому ограждению, приведено в 6.3.3.2 настоящего стандарта.

3.28 **защитное устройство** (protective device): Защитное устройство, не являющееся ограждением, которое может исключать или уменьшать опасность само или в соединении с защитным ограждением.

Примечание — Примеры защитных устройств приведены в 3.28.1—3.28.9 настоящего стандарта.

3.28.1 **блокирующее устройство, блокировка** (interlocking device, interlock): Устройство механического, электрического или другого типа, препятствующее при определенных условиях функционированию элементов машины (обычно до тех пор, пока не закроется защитное ограждение).

3.28.2 **устройство разблокировки** (enabling device): Дополнительное устройство, которое при ручном управлении в сочетании с органом управления пуском позволяет машине выполнять ее функции только при непрерывном удержании органа управления.

3.28.3 **управляющее устройство с автоматическим возвратом в исходное положение** (hold-to-run device): Управляющее устройство, включающее и поддерживающее выполнение опасных функций машины только при воздействии на орган ручного управления.

3.28.4 **двуручное управляющее устройство** (two-hand control device): Управляющее устройство, которое для пуска и работы машины требует совместного действия двух органов ручного управления, приводимых в действие одновременно обеими руками, что обеспечивает защиту оператора, управляющего машиной с помощью этого устройства.

3.28.5 **сенсорное защитное устройство** [sensitive protective equipment (SPE)]: Устройство для обнаружения людей или частей тела, генерирующее соответствующий сигнал системе управления в целях уменьшения риска для обнаруженных лиц.

Примечание — Сигнал генерируется в случае, если человек или часть его тела переходит за заранее установленные пределы, например, если человек нечаянно входит в опасную зону или находится в опасной зоне (обнаружение присутствия) или в обоих этих случаях.

3.28.6 **активное оптоэлектронное защитное устройство** [active optoelectronic protective device (AOPD)]: Устройство, считывающая функция которого выполняется оптоэлектронными излучающими и принимающими элементами, предназначенное для обнаружения присутствия непрозрачного объекта в установленной (опасной) зоне за счет прерывания этим объектом оптического излучения, генерируемого устройством.

3.28.7 **механическое ограничивающее устройство** (mechanical restraint device): Устройство, создающее механические препятствия для машины (например, клин, палец, стопор, тормозной башмак), которое благодаря своей прочности может препятствовать любому опасному перемещению.

3.28.8 **ограничивающее устройство** (limiting device): Устройство, препятствующее машине или режимам работы машины, создающим опасность, превысить пределы, установленные конструкцией машины (например, пространственные ограничения, величину давления, нагрузки и т. п.).

3.28.9 **устройство управления ограниченным перемещением** (limited movement control device): Управляющее устройство, однократное приведение в действие которого совместно с системой управления машины допускает только ограниченное перемещение какого-либо элемента машины.

3.29 **задерживающее устройство** (impeding device): Любое физическое препятствие, например низкая перегородка, рельс, которое, не исключая полностью доступ в опасную зону, затрудняет его, снижая вероятность доступа в эту зону.

3.30 **функция безопасности** (safety function): Функция машины, сбой которой может привести к немедленному возрастанию риска(ов).

3.31 **неожиданный пуск, непреднамеренный пуск** (unexpected start-up, unintended start-up): Любой пуск, который вследствие неожиданности может привести к возникновению опасности, причиной которого могут быть, например:

- команда пуска, выдаваемая в результате сбоя системы управления или внешнего воздействия на нее;
- команда пуска, выдаваемая в результате несвоевременного воздействия на орган управления пуском или другие части машины, например датчик или элемент регулирования мощности;
- возобновление энергоснабжения после прерывания;
- внешнее/внутреннее воздействия на элементы машины (например, силы тяжести, ветра, самовоспламенения в двигателях внутреннего сгорания).

Примечание — Пуск машины в режиме выполнения автоматического цикла не может считаться непреднамеренным, но его можно рассматривать как неожиданный с точки зрения оператора. Для предотвращения таких случаев необходимо использовать защитные меры (см. 6.3 настоящего стандарта).

3.32 **повреждение, приводящее к возникновению опасности** (failure to danger): Любая неисправность машины или перебои в ее энергоснабжении, приводящие к возникновению опасной ситуации.

3.33 **неисправность, отказ в работе** (fault): Состояние машины, характеризующееся неспособностью выполнять заданную функцию, исключая случаи проведения профилактического технического обслуживания, других запланированных действий или недостаток внешних ресурсов.

Примечание 1 — Неисправность часто является результатом повреждения самой машины, однако она может иметь место и без повреждения.

Примечание 2 — В машиностроении обычно используется английский термин «fault», тогда как французский термин «defaut» и немецкий термин «Fehler» чаще применяются на практике, чем используемые в данном положении «panne» и «Fehlzustand».

Примечание 3 — На практике термины «неисправность», «отказ» и «повреждение» («fault» и «failure») часто используются как синонимы.

3.34 **повреждение** (failure): Неспособность машины выполнять заданную функцию.

Примечание 1 — Неисправность, отказ в работе машины является результатом ее повреждения.

Примечание 2 — Повреждение является событием в отличие от неисправности и отказа, которые являются состоянием.

Примечание 3 — Рассматриваемое понятие не распространяется на программное обеспечение.

3.35 **повреждения по общей причине** (common cause failures): Повреждения разных частей машин, произошедшие в результате одного события, не являющиеся следствиями друг друга.

Примечание — Повреждения по общей причине не следует путать с повреждениями общего характера.

3.36 **повреждения общего характера** (common mode failure): Повреждения машин, характеризуемые одинаковым видом разрушений.

Примечание — Повреждения общего характера не следует путать с повреждениями по общей причине, поскольку первые могут быть результатом разных причин.

3.37 **сбой** (malfunction): Машина не может выполнять предусмотренные конструкцией функции.

3.38 **аварийная ситуация** (emergency situation): Опасная ситуация, которая должна быть предотвращена или срочно устранена.

Примечание – Аварийная ситуация может возникать:

- во время нормальной работы машины (например, из-за вмешательства человека или в результате внешних воздействий);
- как следствие сбоя или повреждения любой части машины.

3.39 **действия при аварийной ситуации** (emergency operation): Все действия и функции, направленные на предотвращение или устранение аварийной ситуации.

3.40 **аварийная остановка** (emergency stop): Функция машины, предназначенная для предотвращения возникновения опасности или уменьшения существующей опасности для людей, предотвращения поломки машины или обеспечения продолжения работы.

Аварийная остановка должна осуществляться единичным воздействием оператора.

3.41 **величина эмиссии** (emission value): Числовое значение, количественно определяющее эмиссию, создаваемую машиной (например, шум, вибрацию, опасные вещества, излучение).

Примечание 1 — Величина эмиссии является составной частью информации, характеризующей работу машины, и используется в качестве основы для общей оценки степени рисков.

Примечание 2 — Термин «величина эмиссии» не следует путать с термином «величина воздействия», который количественно определяет воздействие эмиссии на человека при работе машины. Величина воздействия может быть рассчитана на основе величины эмиссии.

Примечание 3 — Величину эмиссии обычно измеряют, а возникающие при этом неопределенности допускается решать стандартными методами, например путем сравнения с аналогичными машинами.

3.42 **сравнительные данные по эмиссии** (comparative emission data): Набор числовых значений величины эмиссии аналогичных машин для сравнения.

4 Стратегия общей оценки риска и снижения степени риска

Для выполнения процедур по общей оценке риска и снижению степени риска конструктор должен предпринять соответствующие действия в порядке, указанном ниже (см. рисунок 1):

- определить ограничения по использованию машины и ее назначение;
- идентифицировать опасности и связанные с ними опасные ситуации;
- рассчитать риск для каждой идентифицированной опасности и опасной ситуации;
- оценить риск и принять решение о необходимости его снижения;
- принять защитные меры по устранению опасности или уменьшению степени риска, связанного с этой опасностью.

Первые четыре перечисления, приведенные выше, связаны с оценкой степени рисков, последнее — со снижением степени риска.

Общая оценка риска представляет собой логическую цепочку, которая при системном применении позволяет проанализировать и оценить степень риска, связанного с использованием машины. При необходимости за общей оценкой риска следуют меры по снижению степени риска. Может потребоваться повторение этого процесса для максимально возможного устранения опасностей и соответствующего снижения риска путем применения защитных мер.

Считается, что опасность, характерная для машины, рано или поздно приведет к возникновению ущерба или вреда здоровью, если не приняты соответствующие защитные меры. Примеры возможных опасностей приведены в приложении В.

Защитные меры являются комбинацией мер, предпринятых конструктором и конечным пользователем (см. рисунок 2). Меры, предпринятые на этапе разработки машины, предпочтительны и являются более эффективными, чем шаги, предпринимаемые конечным пользователем.

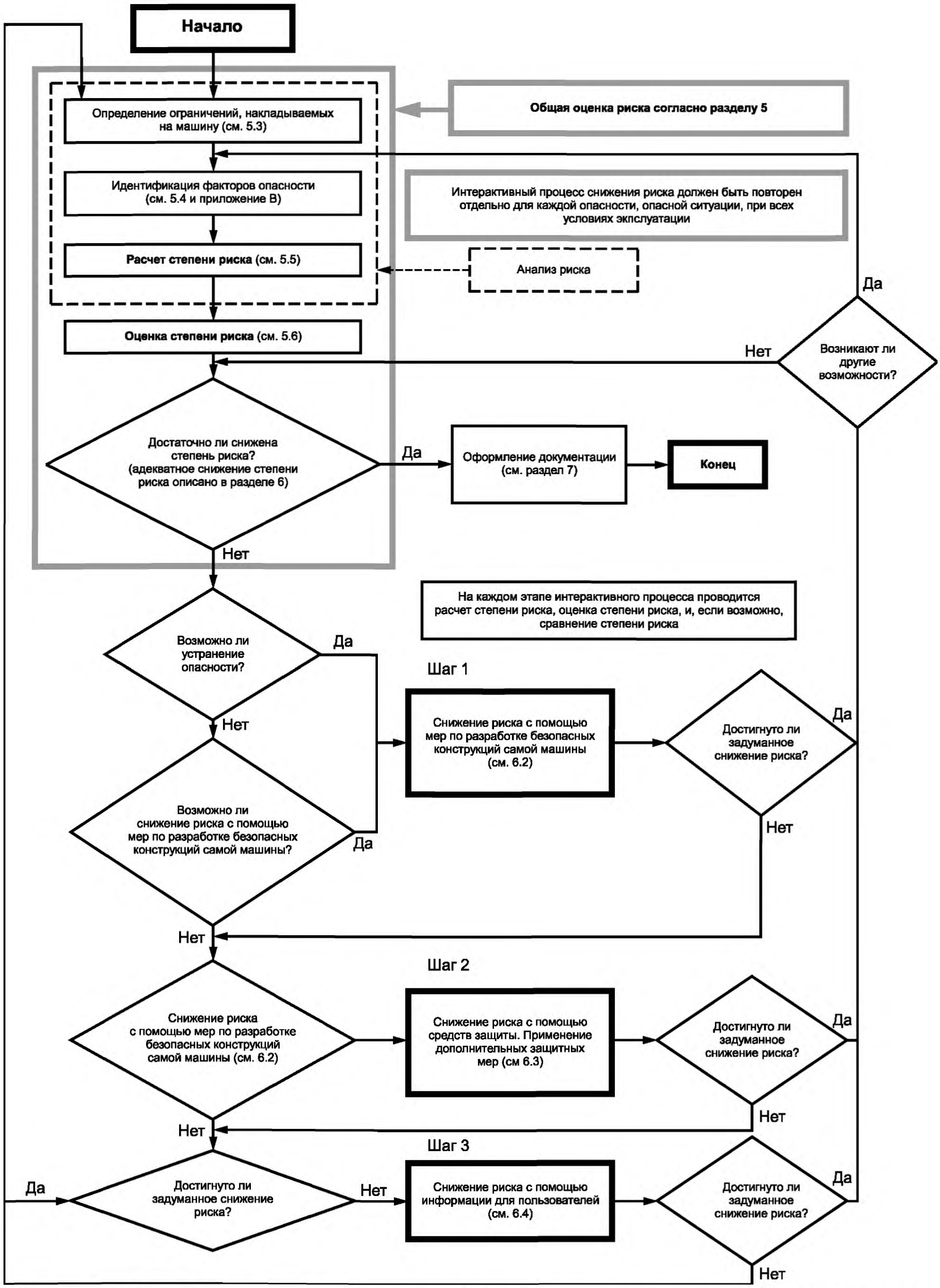
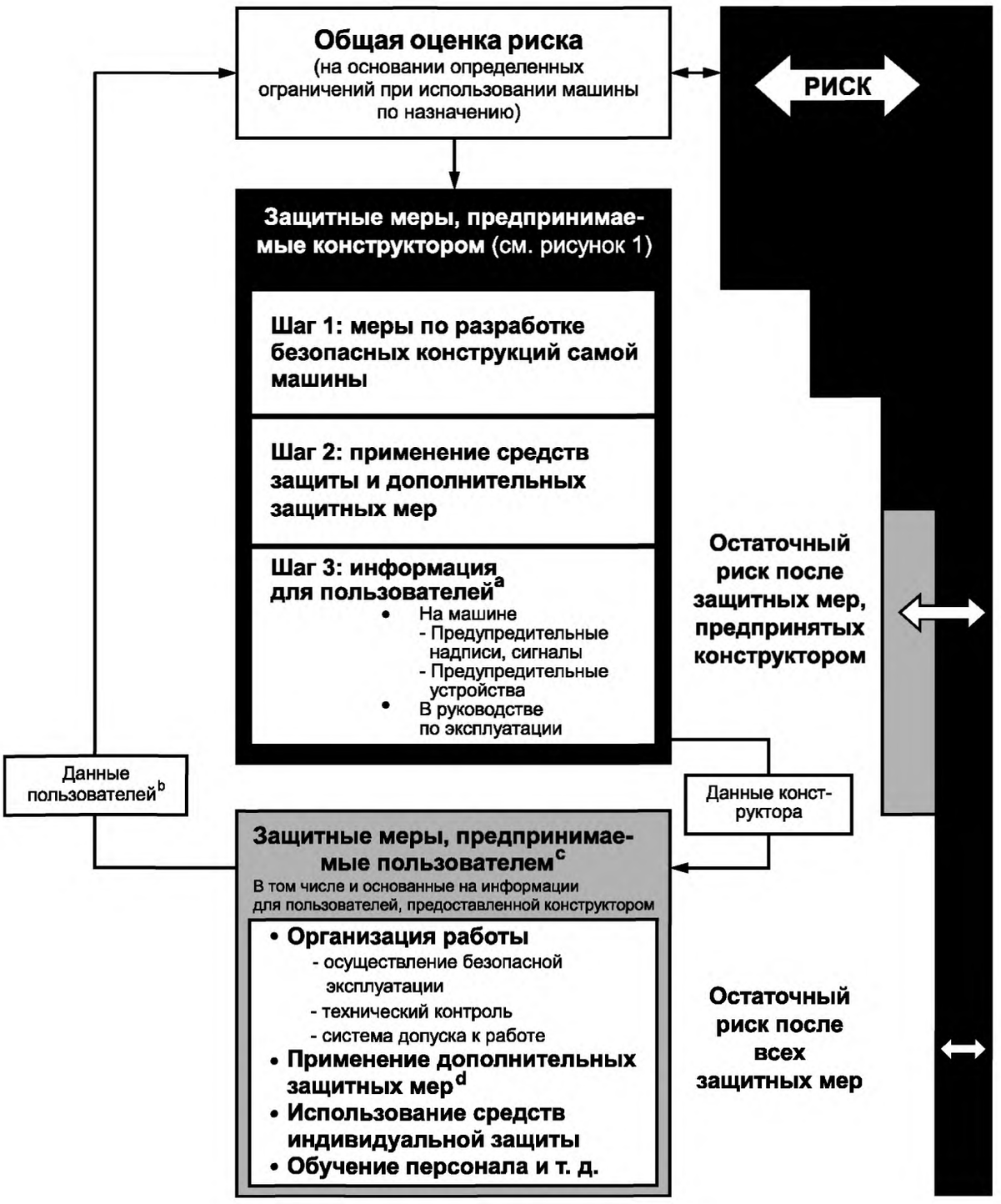


Рисунок 1 — Схематическое представление интерактивного трехшагового метода снижения степени риска



[a] Предоставление надлежащей информации для пользователей является частью работы конструктора по снижению степени риска, но данные меры предосторожности действуют, только если они применяются пользователем на практике.

[b] Данные пользователей — это информация, полученная конструктором в отношении предполагаемого использования машины по назначению или от всех пользователей, или от одного конкретного пользователя.

[c] Не существует четкой иерархии различных защитных мер, принимаемых пользователем. Такие защитные меры не являются предметом настоящего стандарта.

[d] Защитные меры, применение которых обусловлено специфической деятельностью, не соответствующей предполагаемому использованию машины по назначению, или особыми условиями эксплуатации не под руководством конструктора.

Рисунок 2 — Защитные меры, предпринимаемые конструктором для обеспечения безопасности машины

Целью разрабатываемой стратегии является максимальное снижение степени рисков с учетом четырех факторов, приведенных ниже. Данная стратегия графически представлена на рисунке 1. Процесс снижения риска является итеративным (повторяющимся) и для максимального снижения риска с учетом современного уровня развития техники может потребоваться несколько последовательно повторяющихся действий. При работе необходимо рассматривать вопросы в следующем порядке:

- безопасности машины на всех этапах ее эксплуатации;
- способности машины выполнять свои функции;
- практичности машины;
- затрат на изготовление, эксплуатацию и демонтаж машины.

Примечание 1 — Идеальное применение этих принципов требует знания назначения машины, информации об авариях, документов о состоянии машины, существующих технологий снижения рисков, законодательных рамок, в которых машина эксплуатируется.

Примечание 2 — Конструкция машины, являющаяся приемлемой на данное время, может в дальнейшем оказаться неудовлетворительной, если достижения технического прогресса позволят создать равноценную машину с меньшим риском.

5 Общая оценка риска

5.1 Общие положения

Общая оценка риска включает в себя (см. рисунок 1):

a) анализ риска:

1) определение ограничений, накладываемых на машину;
2) идентификация опасностей;
3) расчет степени риска;

b) окончательная оценка степени риска.

Анализ риска предоставляет информацию, необходимую для окончательной оценки степени риска, которая, в свою очередь, позволяет принять решение о необходимости снижения риска.

Вынесенные решения поддерживаются качественными и, в соответствующих случаях, количественными методами оценки риска возникновения опасностей, характерных для машины.

Примечание – Количественный метод применим при наличии соответствующих данных. Однако применение количественных методов ограничено объемом доступных существенных данных и/или ресурсами экспертов, проводящих оценку риска; во многих случаях будет возможна только качественная оценка риска.

Общая оценка риска должна быть оформлена в соответствии с разделом 7.

5.2 Информация, необходимая для общей оценки риска

Информация, необходимая для оценки риска, должна включать в себя следующие пункты:

a) информация, касающаяся описания машины:

1) технические данные, полученные при эксплуатации;
2) заявленные технические характеристики, в том числе:
- описание всех этапов эксплуатационного периода машины;
- конструкторские чертежи или другие средства установления вида оборудования;
- информация о предусмотренных конструкцией источниках питания и способах их доставки;
3) при необходимости конструкторская документация на предшествующие аналогичные модели;
4) эксплуатационные данные при их наличии.

b) информация, касающаяся действующих нормативов, стандартов и прочих действующих документов:

1) нормативы, применимые для данной машины;
2) действующие стандарты;
3) существующие технические характеристики;
4) паспорта безопасности оборудования;

c) информация, полученная при эксплуатации:

1) информация о всех несчастных случаях, происшествиях, неисправностях данного или подобного оборудования.

Примечание – Имевшее место происшествие, которое привело к вреду здоровья, может быть описано как несчастный случай, тогда как происшествие, не повлекшее за собой такого вреда, можно определить как потенциально опасную ситуацию или аварийную обстановку;

2) известные случаи причинения вреда здоровью, например, по причине загрязнения окружающей среды (шум, вибрация, пыль, испарения и т. п.), использования химических веществ или по причине воздействия материалов, обрабатываемых машиной;

3) описание опыта эксплуатации подобных машин, по возможности, взаимодействие с пользователями машин;

d) информация о существенных для данной машины принципах эргономики.

Информация должна обновляться по мере разработки проекта, или в случае, когда требуется модификация машины.

Часто существует возможность сравнения схожих опасных ситуаций, связанных с различными видами оборудования, при условии, что имеется достаточно данных о факторах опасности и обстоятельствах несчастных случаев в этих ситуациях.

Примечание — Отсутствие статистических данных о несчастных случаях, их небольшое количество или низкая степень серьезности несчастных случаев не должны вести к автоматическому предположению о низкой степени риска.

Для количественного анализа может использоваться информация баз данных, руководств, технических требований лабораторий и изготовителей при условии уверенности в надежности этих данных. Неопределенность, связанная с этими данными, должна быть отражена в документации.

5.3 Определение ограничений, накладываемых на машину

5.3.1 Общие положения

Оценка риска начинается с определения ограничений, накладываемых на машину с учетом всех этапов ее эксплуатации. Это означает, что технические характеристики и эксплуатационные качества машины или серии машин во время технологического процесса, а также люди, условия эксплуатации и продукция, имеющие отношения к данному процессу, должны быть описаны в рамках ограничений на машину, как предусмотрено в 5.3.2—5.3.5 настоящего стандарта.

5.3.2 Ограничения на использование

Ограничения на использование описывают предполагаемое использование машины по назначению и прогнозируемое использование машины не по назначению. Следует учитывать следующие моменты:

a) различные режимы работы машины, разные процедуры вмешательства оператора (в том числе и вмешательство, вызванное сбоем в работе);

b) использование машины (например, на производстве, непромышленное, в домашних условиях) лицами определенного пола, возраста, с правой либо левой доминирующей рукой или с ограниченными физическими возможностями (например, с ослабленным зрением или слухом, нестандартными массой или ростом, низким уровнем выносливости).

Примечание — При отсутствии особой информации производителю следует учитывать общие характеристики целевой аудитории (например, соответствующие антропометрические данные);

c) предполагаемые уровень квалификации, опыт или способности к обучению потенциальных пользователей, таких как:

1) операторы;

2) эксплуатационный персонал или технические специалисты;

3) практиканты и молодые специалисты;

4) прочие лица;

d) прогнозируемое возникновение опасности, связанной с работой машины, для других лиц, таких как:

1) операторы, работающие вблизи машины, например операторы машин, расположенных рядом (то есть лица, которые с большой степенью вероятности будут осведомлены об опасностях, связанных с данной машиной);

2) прочие сотрудники, находящиеся поблизости, например административно-хозяйственные работники (то есть лица, которые не очень хорошо осведомлены об опасностях, связанных с данной машиной, но с большой степенью вероятности знакомы с принятой в данном производственном помещении техникой безопасности, правилами доступа в опасную зону и т. п.);

3) лица, находящиеся вблизи машины, но не являющиеся сотрудниками предприятия, например посетители (то есть люди, не осведомленные об опасностях, связанных с данной машиной и не знакомые с принятой в данном производственном помещении техникой безопасности), прочие лица, в том числе и дети, если они могут получить доступ к машине.

5.3.3 Пространственные ограничения

Необходимо принимать во внимание следующие вопросы:

a) диапазон перемещения машины;

b) требования к пространству, необходимому для ее работы и технического обслуживания;

c) контакт человека с машиной, например, взаимодействие системы «оператор—машина»;

d) взаимодействие системы «машина—энергоснабжение».

5.3.4 Временные ограничения

Необходимо принимать во внимание следующие вопросы:

a) прогнозируемый предельный срок службы машины и/или некоторых ее компонентов (например, инструментов, изнашиваемых частей, электрических компонентов) с учетом ее использования по назначению;

b) рекомендуемый график технического обслуживания.

5.3.5 Прочие ограничения

Прочие ограничение подразумевают в частности:

a) ограничения по окружающей обстановке — рекомендуемая минимальная и максимальная температуры эксплуатации, использование машины внутри и вне помещения, при пониженной и повышенной влажности, под воздействием прямых солнечных лучей, устойчивость к воздействиям пыли и влаги;

b) организация производства — необходимый уровень чистоты;

c) свойства обрабатываемых материалов.

5.4 Идентификация опасностей

После определения ограничений, накладываемых на машину, необходимым шагом при проведении оценки риска, связанного с машиной, является систематическая идентификация прогнозируемых опасностей (постоянные опасности, а также опасности, которые могут возникать неожиданно), опасных ситуаций и/или опасных событий на всех этапах эксплуатации машины, то есть при:

- транспортировке, сборке и установке;
- вводе в эксплуатацию;
- эксплуатации;
- выводе из эксплуатации, демонтаже и утилизации.

Только когда опасности идентифицированы, возможно предпринять меры для их устранения или снижения риска возникновения. При идентификации опасностей необходимо определить операции, выполняемые машиной, и задачи людей, взаимодействующих с ней, принимая в расчет различные детали, механизмы и функции машины, свойства обрабатываемых материалов, если таковые имеются, и пространство, в котором может осуществляться эксплуатация.

При идентификации задач необходимо учитывать все задачи, возникающие на любом из вышеуказанных этапов эксплуатации. Необходимо рассмотреть также следующие категории, не ограничиваясь ими:

- наладка (настройка);
- испытания;
- программирование/обучение;
- переключение режимов или инструмента;
- пуск;
- все режимы эксплуатации;
- подача сырья;
- извлечение готовой продукции из машины;
- остановка работы машины;
- аварийная остановка работы машины;
- устранение застревания;
- повторный пуск после незапланированной остановки;
- обнаружение неисправностей (вмешательство оператора);
- очистка и организация производства;

- профилактическое техническое обслуживание;
- внеплановое техническое обслуживание.

Должна быть достигнута полная идентификация всех опасностей, опасных ситуаций и опасных событий, которые могут наступить при выполнении различных задач. Для справки в приложении В приведены примеры опасностей, опасных ситуаций и опасных событий.

Несколько методов систематической идентификации опасностей приведены в приложении В настоящего стандарта.

Кроме того, следует идентифицировать все опасности, опасные ситуации и опасные события, не связанные напрямую с выполнением данных задач (например, сейсмическая активность, удар молнии, избыточная снеговая нагрузка, шум, поломка машины, разрыв гидравлического шланга).

Примечание — Ознакомление с технической документацией является целесообразным для успешного определения опасностей, связанных с машиной, особенно в отношении движущихся частей (например, моторы, гидравлические цилиндры).

При идентификации опасностей конструктору необходимо учитывать следующие факторы:

a) взаимодействие с человеком на всех эксплуатационных этапах;

b) возможные состояния машины:

1) машина выполняет свою функцию (машина работает нормально);

2) машина не выполняет свою функцию (например, она дает сбои) по разным причинам, включая следующие:

- изменение характеристик или размеров обрабатываемого материала или обрабатываемой детали,
- повреждение одного (или нескольких) элементов машины или приспособлений,
- внешние воздействия (например, удары, вибрация, электромагнитные помехи),
- погрешности конструкции или иные дефекты (например, ошибка в системе программного обеспечения),
- нарушения энергоснабжения,
- внешние условия (например, поврежденные поверхности пола);

c) непредсказуемое поведение оператора или обоснованно предсказуемое неправильное использование машины, например:

- утрата оператором управления машиной (особенно для переносных или движущихся машин);
- рефлекторное поведение человека при сбое, аварийной ситуации или повреждении машины в процессе ее эксплуатации;
- поведение, как результат недостаточной концентрации внимания или небрежности;
- поведение, как результат выбора «пути наименьшего сопротивления» при выполнении задачи;
- поведение, как результат выполнения требований поддержания машины в рабочем состоянии при любых обстоятельствах;
- поведение определенной категории людей (например, детей, инвалидов).

5.5 Расчет степени риска

5.5.1 Общие положения

После идентификации опасностей необходимо провести расчет степени риска возникновения каждой из опасных ситуаций, определив элементы риска согласно 5.5.2 настоящего стандарта. При определении таких элементов необходимо учитывать аспекты, рассмотренные в 5.5.3 настоящего стандарта.

Если существует стандартный (либо другой подходящий) метод оценки эмиссии, его следует использовать в сочетании с информацией об уже существующих машинах или их прототипах, чтобы определить величину эмиссии и получить сравнительные данные по эмиссии. Такие действия позволяют конструктору:

- определить степень риска, связанного с эмиссиями;
- оценить эффективность защитных мер, принятых на этапе проектирования;
- обеспечить потенциальных покупателей количественными характеристиками эмиссий в технической документации;
- обеспечить потенциальных покупателей количественными характеристиками эмиссий в информации для пользователей;

Опасности, не относящиеся к эмиссиям, но которые можно измерить с помощью количественных характеристик, следует рассматривать таким же способом.

5.5.2 Элементы риска

5.5.2.1 Общие положения

Риск, связанный с конкретной опасной ситуацией, складывается из сочетания следующих элементов:

a) серьезность ущерба;

b) вероятность нанесения этого ущерба, которая зависит от:

1) частоты и продолжительности воздействия на людей факторов опасности;

2) вероятности наступления опасного события;

3) возможности избежать ущерба, связанного с техническим или человеческим фактором, или ограничить его.

Элементы риска показаны на рисунке 3. В 5.5.2.2, 5.5.2.3 и 5.5.3 настоящего стандарта приведены дополнительные сведения.

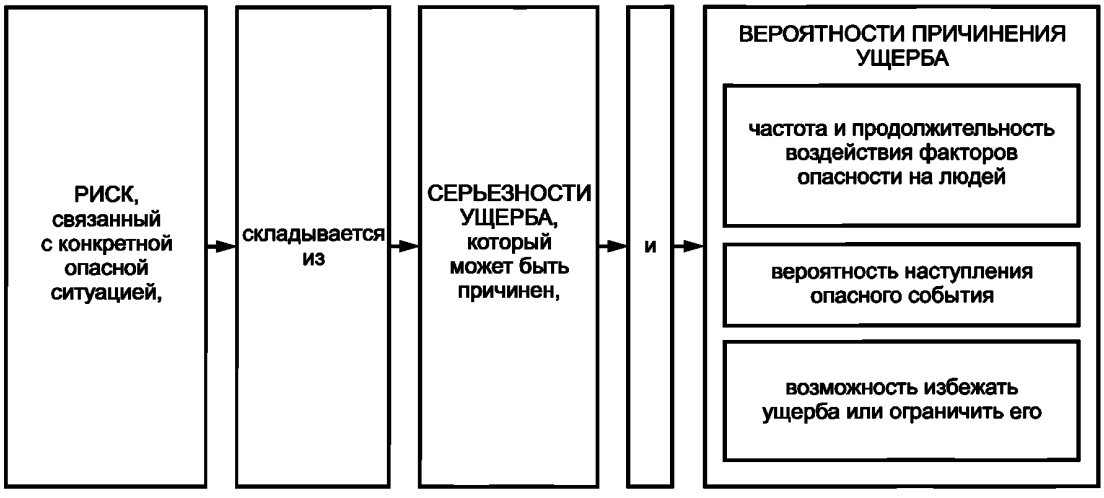


Рисунок 3 — Элементы риска

5.5.2.2 Серьезность (степень) возможного ущерба

Серьезность можно оценить, учитывая:

a) серьезность повреждений или причинения вреда здоровью:

- легкие повреждения,
- тяжкие повреждения,
- смерть;

b) размер нанесенного ущерба:

- одному человеку,
- нескольким лицам.

При проведении расчета степени риска необходимо рассматривать риск нанесения наиболее вероятного по серьезности вреда здоровью, связанного с каждой идентифицируемой опасностью, но также необходимо учитывать прогнозируемый вред здоровью наивысшей серьезности, даже если вероятность того, что это произойдет, невысока.

5.5.2.3 Вероятность наступления опасного события

a) Частота и продолжительность воздействия

Частота и продолжительность воздействия фактора опасности влияет на вероятность причинения вреда. В числе прочих при оценке частоты и продолжительности такого воздействия следует учитывать данные факторы:

- необходимость доступа к опасной зоне (например, при нормальном режиме эксплуатации, для технического обслуживания или ремонта);
- характер доступа (например, ручная подача материалов);
- время, проведенное в опасной зоне;
- число лиц, доступ которых требуется;
- частота доступа.

b) Вероятность наступления опасного события

Вероятность наступления опасного события влияет на вероятность причинения вреда. В числе прочих при оценке вероятности наступления опасного события следует учитывать данные факторы:

- надежность и другие статистические данные;
- статистика несчастных случаев;
- статистика причинения вреда здоровью;
- сравнение рисков (см. 5.6.3 настоящего стандарта).

Примечание — Наступление опасного события может произойти по техническим причинам или из-за человеческого фактора.

c) Возможность избежать ущерба или ограничить его

Возможность избежать ущерба или ограничить его влияние на вероятность причинения вреда. В числе прочих факторов при оценке возможности избежать ущерба или его ограничить, необходимо учитывать следующее:

a) лица, которые могут подвергаться опасности, например:
- квалифицированные,
- неквалифицированные;

b) как быстро опасная ситуация может привести к причинению вреда:
- внезапно,
- быстро,
- медленно;

c) как можно распознать опасную ситуацию, например:
- с помощью общей информации, в частности информации для пользователей;
- путем непосредственного наблюдения;
- с помощью предупреждающих знаков и устройств, в частности, расположенных на машине;

d) возможность для человека предотвратить или ограничить ущерб (например, реакция, быстрота, возможность убежать);

e) практический опыт и знание, например:
- этого оборудования;
- подобного оборудования;
- отсутствие опыта и знаний.

5.5.3 Аспекты, которые нужно рассмотреть при определении элементов риска

5.5.3.1 Лица, подвергающиеся риску

Расчет степени риска должен включать в себя всех людей (операторов и других лиц), которые могут прогнозируемо подвергнуться опасности.

5.5.3.2 Тип, частота и продолжительность воздействия

Оценка воздействия для рассматриваемого фактора опасности (включая долговременный вред для здоровья) требует анализа, и при этом должны учитываться все режимы работы оборудования и методы работы. В частности, это касается необходимости обеспечения доступа к машине во время установки, обучения (программирования), перенастройки или коррекции процесса, чистки, обнаружения неисправностей и технического обслуживания.

При расчете степени риска должны учитываться ситуации, когда необходимо приостановить действие функций безопасности.

5.5.3.3 Соотношение воздействия и последствий

Для каждой из рассматриваемых опасных ситуаций следует учитывать соотношение воздействия и его последствий. Следует учитывать суммарное воздействие и эффект взаимоусиливающих воздействий. Расчет степени риска при рассмотрении этих эффектов должен быть основан, насколько это возможно, на соответствующих общепризнанных данных.

Примечание 1 — Статистика несчастных случаев может помочь установить степень вероятности причинения вреда здоровью и его серьезности при использовании данного типа оборудования или при применении определенных защитных мер.

Примечание 2 — Отсутствие данных о несчастных случаях не является гарантией низкой вероятности причинения вреда или легкости травм.

5.5.3.4 Человеческие факторы

Человеческие факторы могут влиять на риск и должны приниматься во внимание при расчете степени риска. Сюда включают, например:

a) взаимодействие людей с оборудованием, включая устранение неисправностей;

b) взаимодействие между людьми;

c) психологические аспекты;

d) эргономические эффекты;

e) способность людей осознавать риск в данной ситуации, в зависимости от их квалификации, опыта и способностей;

f) усталость;

g) ограниченные возможности (например, по причине физических недостатков или возраста).

Обучение, опыт и квалификация могут влиять на степень риска, но ни один из этих факторов не должен использоваться как замена устранения опасности или снижения риска с помощью конструктивных мер или защитных мер, когда эти меры по обеспечению безопасности могут быть реализованы.

5.5.3.5 Надежность защитных мер

Расчет степени риска должен учитывать надежность защитных мер. Для этого необходимо:

a) идентифицировать обстоятельства, которые могут привести к нанесению ущерба;

b) по возможности использовать количественные методы для сравнения альтернативных мер по обеспечению безопасности;

c) предоставить информацию, которая может помочь в выборе подходящих защитных мер.

Особого внимания при расчете степени риска требуют компоненты и системы, существенно увеличивающие степень риска в случае отказа.

Когда меры по обеспечению безопасности включают в себя организацию работы, правильное поведение, внимательность, применение средств индивидуальной защиты, квалификацию или обучение, относительно низкая надежность таких мер по сравнению с признанными техническими мерами по обеспечению безопасности должна приниматься во внимание при расчете степени риска.

5.5.3.6 Возможность отмены защитных мер или действий в их обход

При длительной безопасной эксплуатации машины защитные меры не должны мешать простоте использования машины и препятствовать ее использованию по назначению. При пренебрежении этим правилом пользователи могут обойти защитные меры, чтобы получить максимальную выгоду от использования машины.

При расчете степени риска следует принимать во внимание возможность отмены защитных мер или действий в обход их, а также стимулы к отмене защитных мер или действиям в обход их, например:

a) меры безопасности замедляют производство, или мешают какой-либо другой деятельности, или противоречат предпочтениям пользователя;

b) защитная мера трудна в применении;

c) другие лица помимо оператора участвуют в процессе;

d) меры безопасности не признаются пользователем или не считаются подходящими для выполнения их функций.

Возможность отмены защитных мер зависит как от вида мер безопасности (например, регулируемое ограждение, программируемое выключающее устройство), так и от конструктивных особенностей соответствующих устройств.

Использование программируемых электронных систем предоставляет дополнительные возможности для отмены защитных мер или действий в обход их, если доступ к программному обеспечению, связанному с безопасностью, не ограничен и не контролируется должным образом. При расчете степени риска нужно определить, где связанные с безопасностью функции не могут быть отделены от других функций оборудования, и определить степень, в которой возможен доступ к ним. Это особенно важно, когда требуется дистанционный доступ в целях диагностики или коррекции процесса.

5.5.3.7 Возможность поддержания защитных мер в надлежащем состоянии

При расчете степени риска необходимо рассмотреть, могут ли средства обеспечения безопасности поддерживаться в состоянии, необходимом для обеспечения требуемого уровня защиты.

Примечание — Если средства обеспечения безопасности не могут легко поддерживаться в надлежащем рабочем состоянии, то это может подтолкнуть к прекращению их применения или к действиям в обход средств безопасности в целях дальнейшего использования машины.

5.5.3.8 Информация для пользователей

Расчет степени риска должен учитывать имеющуюся в наличии информацию для пользователя.

Примечание — Информацию для пользователя см. в 6.4 настоящего стандарта.

5.6 Оценка степени риска

5.6.1 Общие положения

После расчета степени риска следует провести оценку степени риска, чтобы определить, требуется ли снижение риска. Если требуется снижение степени риска, следует выбрать и применить соответствующие защитные меры (см. раздел 6 настоящего стандарта). Согласно рисунку 2 адекватность снижения степени риска следует определять после каждого из трех шагов по снижению риска, описанных в разделе 6 настоящего стандарта. Неотъемлемой частью этого итерактивного процесса является проверка конструктором появления дополнительных опасностей или же возрастания других рисков в результате применения новых защитных мер. Если дополнительные опасности все же появляются, они должны быть добавлены в список идентифицированных опасностей, и по отношению к ним следует применить соответствующие защитные меры.

Если достигнуты цели, поставленные при снижении степени риска, и при обоснованном применении сравнения рисков результат благоприятен, можно говорить о том, что степень риска адекватно снижена.

5.6.2 Достижение адекватного снижения степени риска

Для адекватного снижения степени риска, необходимо применение трехступенчатого метода, описанного в 6.1 настоящего стандарта.

После применения трехступенчатого метода риск можно считать адекватно сниженным, если:

- рассмотрены все режимы работы и все процедуры вмешательства оператора;
- все опасности устранены или их риск сведен к минимальной степени;
- обработаны все дополнительные опасности, возникающие при применении защитных мер;
- пользователи владеют всей необходимой информацией и осведомлены о наличии остаточных рисков;
- защитные меры совместимы друг с другом;
- в достаточной мере были рассмотрены последствия, которые могут возникнуть при эксплуатации машины, спроектированной для профессионального/промышленного применения, если она используется непрофессионалами в непроизводственных условиях;
- принимаемые меры не снижают способность машины выполнять свои функции и не ухудшают условий работы оператора.

5.6.3 Сравнение рисков

Как часть процесса оценки риска риски, связанные с оборудованием, допускается сравнивать с рисками для подобного оборудования при условии соблюдения следующих критериев:

- сравниваемое оборудование соответствует надлежащим критериям;
- сопоставимы назначение, возможное использование не по назначению, проект и конструкция обеих машин;
- сопоставимы опасности и элементы риска;
- сопоставимы технические характеристики;
- сопоставимы условия эксплуатации.

Использование метода сравнения не устраняет необходимости соблюдения процесса оценки риска, описанного в настоящем стандарте, для конкретных условий использования. (Например, когда ленточная пила, используемая для резки мяса, сравнивается с ленточной пилой, используемой для резки древесины, должны быть оценены риски, связанные с различием материалов.)

6 Снижение риска

6.1 Общие положения

Эта цель может быть достигнута путем устранения опасностей или уменьшением по отдельности или одновременно каждого из двух параметров, определяющих риск:

- степень серьезности причинения вреда здоровью, связанного с рассматриваемой опасностью;
- вероятность того, что такой вред здоровью может быть нанесен.

Защитные меры, необходимые для достижения этой цели, следует применять в указанной ниже последовательности, называемой трехступенчатым методом (см. рисунки 1 и 2):

а) Меры по разработке безопасных конструкций самой машины (см. 6.2 настоящего стандарта)

Меры по разработке безопасных конструкций самой машины либо устраняют опасности, либо снижают степень рисков, связанных с этими опасностями, путем изменения конструкции или рабочих характеристик самой машины и/или путем изменения взаимодействия машины и лиц, подвергающихся риску.

Примечание — Этот шаг является единственным шагом, в котором опасности могут быть полностью устранены, тем самым отпадает необходимость применения добавочных защитных мер, например установки защитных ограждений и принятия дополнительных защитных мер.

b) Применение средств защиты и возможных дополнительных защитных мер (см. 6.3 настоящего стандарта)

С учетом назначения машины и возможного использования ее не по назначению для снижения риска допустимо использование средств защиты и дополнительных защитных мер в том случае, когда не представляется возможным полностью устранить опасность или существенно снизить риск ее возникновения с помощью мер по разработке безопасных конструкций машины.

c) Информация для пользователей (см. 6.4 настоящего стандарта)

Если несмотря на применение мер по разработке безопасных конструкций самой машины, применение средств защиты и возможных дополнительных защитных мер все же остается риск возникновения опасной ситуации, такой остаточный риск должен быть отображен в информации для пользователей. Такая информация включает в себя следующие разделы, но не ограничивается ими:

1) процедуры работы с машиной при использовании ее по назначению, учитывающие предполагаемые навыки персонала, работающего с машиной, и любых других лиц, которые могут подвергаться опасностям, связанным с машиной;

2) надлежащим образом описанные требования по технике безопасности при использовании машины по назначению и требования по квалификации персонала, занятого на такой работе;

3) достаточный объем информации, включающий в себя предупреждения об остаточных рисках на различных этапах эксплуатации машины;

4) описание рекомендованных средств индивидуальной защиты, включающее в себя обоснование их применения и навыки, необходимые для их использования.

Информация для пользователей не должна подменять мер по разработке безопасных конструкций или установке защитных ограждений или дополнительных защитных мер.

Примечание — Адекватные защитные меры, связанные с каждым рабочим режимом и процедурами вмешательства оператора в работу машины, должны исключать возможность использования оператором для устранения возникающих технических проблем средств, создающих опасность.

6.2 Меры по разработке безопасных конструкций самой машины

6.2.1 Общие положения

Разработка безопасной конструкции самой машины является первым и наиболее важным шагом в процессе снижения степени риска, так как она эффективно обеспечивает безопасность в то время, когда даже хорошо спроектированные средства защиты, как показывает опыт, могут выходить из строя или повреждаться, а пользователи не всегда следуют инструкции для пользователей.

Меры по разработке безопасных конструкций позволяют устранять опасности и снижать степень риска благодаря соответствующему выбору конструкции самой машины и/или улучшению взаимодействия между обслуживающим персоналом и машиной.

Примечание — В 6.3 настоящего стандарта рассматриваются средства защиты и дополнительные защитные меры, которые служат для снижения степени риска в том случае, когда меры по разработке безопасных конструкций самой машины оказываются недостаточными (см. описание трехступенчатого метода в 6.1 настоящего стандарта).

6.2.2 Анализ геометрических и физических факторов

6.2.2.1 Геометрические факторы

К геометрическим факторам, например, могут быть отнесены следующие:

a) проектирование формы машины таким образом, чтобы в максимальной степени обеспечивать прямой обзор рабочего пространства и опасных зон с пункта управления, например посредством уменьшения «мертвых зон», а также путем выбора и размещения при необходимости средств непрямого обзора (например, зеркал), учитывающих характеристики зрения человека, в частности, если для обеспечения безопасной эксплуатации машины необходимо, чтобы оператор непосредственно контролировал:

- перемещение и рабочую зону движущихся машин,
- зону перемещения поднимаемых грузов или кабины для подъема людей,
- зону контакта инструмента с обрабатываемым материалом для машин, управляемых вручную, или для переносных машин.

Конструкцией машины должна быть предусмотрена такая возможность, чтобы оператор, находящийся на главном пункте управления, мог воспрепятствовать появлению людей в опасных зонах;

b) форма и относительное положение частей механических компонентов должны обеспечивать исключение опасности раздавливания и ранения путем увеличения минимального промежутка между подвижными частями таким образом, чтобы рассматриваемая часть тела могла «входить» в этот промежуток безопасно или путем уменьшения зазора так, чтобы ни одна из частей тела не могла попасть в этот промежуток;

c) исключение острых кромок и углов, выступающих частей. Части машины, к которым может прикоснуться оператор, не должны иметь острых кромок, острых углов, шероховатых поверхностей, выступающих частей, которые могут нанести травмы, а также отверстий, которые могут «захватывать» части тела или одежду. В частности, с кромок из листового металла должны быть сняты заусенцы, и, кроме того, кромки необходимо отбортовать или зачистить, открытые концы трубок, которые могут стать причиной «захвата», следует закрывать;

d) конструирование формы машины, обеспечивающее соответствующее рабочее место и доступность органов ручного управления (исполнительных механизмов).

6.2.2.2 Физические факторы

К физическим факторам, например, могут быть отнесены:

a) ограничение исполнительного усилия до достаточно малой величины так, чтобы движущаяся часть машины не создавала механической опасности;

b) ограничение массы и/или скорости подвижных элементов для уменьшения их кинетической энергии;

c) ограничение эмиссий путем воздействия на характеристики их источников:

1) меры по снижению шума, создаваемого источником;

2) меры по снижению вибрации, создаваемой источником, например балансировка, и изменение параметров процесса, например частоты и/или амплитуды перемещений (для переносных машин и машин, управляемых вручную);

3) меры по снижению эмиссии опасных веществ, например включающие использование менее опасных веществ или использование технологических процессов, уменьшающих распыление (использование гранулированных материалов вместо порошковых, вальцовка вместо дробления);

4) меры по снижению излучения, например исключающие применение источников опасного излучения, устанавливающие ограничение мощности излучения до минимального уровня, достаточного для нормального функционирования машины, проектирование источника так, чтобы пучок излучения концентрировался на мишени, увеличение расстояния между источником излучения и оператором или дистанционное управление машиной. Меры по снижению эмиссии неионизирующего излучения приведены в 6.3.4.5 настоящего стандарта.

6.2.3 Общие технические сведения, касающиеся конструкции машин

Общие технические сведения могут быть получены из нормативных документов, например стандартов, сводов норм и правил конструирования, правил расчета. Они должны использоваться для:

a) защиты от механических напряжений, например:

- ограничением напряжений путем предпочтительного использования точных расчетов, правильных конструкций и способов крепления, например с помощью болтовых или сварных соединений,
- ограничением напряжений путем предотвращения перегрузок (например, путем использования плавких вставок, предохранительных клапанов, ограничителей крутящего момента),
- предотвращением «усталости» элементов, находящихся под действием переменных нагрузок (особенно под действием циклических нагрузок),
- статической и динамической балансировкой вращающихся элементов;

b) выбора материалов и их свойств, например:

- сопротивления коррозии, старению и истиранию,
- твердости, пластичности, хрупкости,
- однородности,
- токсичности,
- воспламеняемости;

c) определения величины эмиссий, создаваемых:

- шумом,
- вибрацией,

- опасными веществами,
- излучением.

Если надежность отдельных компонентов или узлов является наиболее важной для безопасности (например, тросов, цепей, вспомогательного оборудования для подъема грузов или персонала), величину нагрузки следует устанавливать с учетом соответствующих коэффициентов.

6.2.4 Выбор надлежащей технологии

Одна или более опасностей могут быть устранены, а риски снижены посредством выбора соответствующего технологического оборудования, например:

a) в машинах, предназначенных для эксплуатации во взрывоопасных средах, следует использовать:
- соответствующую ситуации пневматическую или гидравлическую систему управления и исполнительные механизмы,
- электрооборудование во взрывобезопасном исполнении (см. *ГОСТ Р МЭК 60079-11*);

b) для особо опасных материалов, например растворителей, — оборудование, гарантированно поддерживающее температуру на уровне значительно ниже температуры воспламенения этих материалов;

c) во избежание высокого уровня шума — альтернативное оборудование, например:
- вместо пневматического оборудования — электрооборудование;
- вместо механического оборудования для резки — оборудование для резки водной струей.

6.2.5 Применение принципа положительного механического воздействия одного элемента машины на другой

Если один приводной механический элемент перемещает вместе с собой другой элемент в результате прямого контакта или через жесткие связи, то эти элементы считаются положительно связанными. Примером этого является операция положительного размыкания коммутационных устройств в электрической цепи.

Примечание — Если механический элемент перемещается и при этом позволяет другому элементу перемещаться свободно (например, под действием силы тяжести, силы пружины и т. п.), положительного механического воздействия первого элемента на другой не происходит.

6.2.6 Обеспечение устойчивости

Машины следует проектировать так, чтобы они обладали достаточной устойчивостью, позволяющей использовать их в установленных условиях. Факторы, которые следует учитывать при проектировании машин:

- геометрия основания;
- равномерное распределение массы и нагрузки;
- динамические силы, связанные с перемещениями частей машин, самих машин или элементов, удерживаемых машинами, которые могут создавать момент опрокидывания;
- вибрация;
- колебания центра тяжести;
- характеристики опорной поверхности в случае перемещения или установки в разных местах (например, на земле, на наклонной поверхности и т. п.);
- внешние силы (например, давление ветра, усилия рук и т. п.).

Устойчивость должна рассматриваться на всех этапах жизненного цикла машин, включая обслуживание, перемещение, установку, эксплуатацию, вывод из эксплуатации и демонтаж.

Другие меры по обеспечению устойчивости, относящиеся к средствам защиты, приведены в 6.3.2.6 настоящего стандарта.

6.2.7 Обеспечение удобства обслуживания

При проектировании следует учитывать следующие факторы, связанные с удобством обслуживания машин:

- доступность мест обслуживания с учетом окружающей среды и антропологических данных оператора, а также рабочую одежду оператора и используемый им инструмент;
- легкость в обслуживании, учитывающую возможности человека;
- ограниченное количество специальных инструмента и оборудования, необходимых для обслуживания машин.

6.2.8 Соблюдение эргономических принципов

Эргономические принципы следует учитывать при конструировании машин для снижения умственных и физических усилий и напряжения оператора. Эти принципы следует рассматривать при распределении функций между оператором и машиной (степень автоматизации) в базовой конструкции.

Примечание — Соблюдение эргономических принципов позволяет также повысить эффективность и надежность выполняемых операций и, следовательно, уменьшить вероятность ошибок на всех этапах эксплуатации машины.

Необходимо учитывать антропологические данные предполагаемого контингента пользователей (операторов): необходимые усилия, позы, амплитуду перемещения и частоту повторяющихся движений (*ГОСТ Р ИСО 10075* и *ГОСТ Р ИСО 10075-2*).

Все элементы системы «оператор — машина», например органы управления, сигнализация или элементы информационного дисплея, следует конструировать так, чтобы обеспечивать легкое восприятие информации оператором для простого и однозначного взаимодействия с машиной. Следует ознакомиться с *ГОСТ Р ЕН 614-1*.

Конструктор должен обращать особое внимание на следующие эргономические аспекты конструкции машин:

a) исключение напряженных поз и движений оператора в процессе эксплуатации машин (например, предоставление средств, обеспечивающих удобство обслуживания машин операторами разного роста и комплекции);

b) конструирование машин, особенно переносных и передвижных, таким образом, чтобы облегчить работу на них, учитывая усилия оператора при приведении в действие органов управления, а также с учетом анатомии рук и ног оператора;

c) исключение по возможности шума, вибрации, теплового воздействия (например, экстремальных температур);

d) исключение жесткой зависимости рабочего ритма работы оператора от автоматического цикла работы машин;

e) если из-за конструктивных особенностей машин и/или их ограждений общее освещение оказывается несоответствующим требованиям техники безопасности, должно быть предусмотрено местное освещение снаружи и внутри машины для обеспечения необходимой освещенности рабочей зоны, зон наладки, регулировки и мест частого технического обслуживания машины. Мерцание, ослепление ярким светом, образование тени и стробоскопические эффекты должны быть исключены, так как они могут создавать дополнительный риск. Если положение источника света можно регулировать, то оно не должно создавать риск для людей, производящих такую регулировку;

f) выбор, расположение и идентификация органов ручного управления должны быть такими, чтобы:

- они были хорошо видимы и распознаваемы, а также при необходимости соответствующим образом маркированы (см. 6.4.4 настоящего стандарта);

- они могли быть надежно использованы без промедления, быстро и однозначно (например, стандартное расположение органов управления позволяет снизить вероятность ошибок, если оператор переходит с одной машины на другую аналогичного типа);

- расположение кнопок и перемещение рычагов и штурвалов должно согласовываться с направлением их действия;

- их работа не создавала дополнительного риска.

Если орган управления спроектирован и изготовлен для управления несколькими различными действиями машины, то есть когда нет однозначного соответствия (например, управление с клавиатуры), команда должна отображаться на дисплее и выполняться только после дополнительного подтверждения.

Органы управления должны быть размещены так, чтобы их расположение, направление перемещения и усилия по переключению согласовывались с выполняемым действием и учитывали принципы эргономики. Следует учитывать при этом необходимость или возможность использования средств индивидуальной защиты (например, обуви, перчаток).

g) выбор, конструкция и расположение индикаторов, круговых шкал и дисплеев должны отвечать следующим требованиям:

- соответствовать параметрам и характеристикам восприятия человека;

- воспроизводимая информация должна легко считываться, идентифицироваться и интерпретироваться, то есть должна быть достаточно продолжительной, четкой, однозначной и понятной оператору для использования ее по назначению;

- оператор должен иметь возможность воспринимать всю информацию, находясь на пункте управления.

6.2.9 Предотвращение электрических опасностей

Общие технические требования по конструированию электрооборудования машин, приведены в *ГОСТ Р МЭК 60204-1*, а сведения, касающиеся защиты от поражения электрическим током, рассмотрены в разделе 6 настоящего стандарта. Требования к конкретным типам машин приведены в соответствующих стандартах МЭК.

6.2.10 Предотвращение опасностей, связанных с использованием пневматического и/или гидравлического оборудования

При конструировании пневматического и гидравлического оборудования машин следует выполнять следующие требования:

- исключение превышения максимально допустимого давления (например, с помощью предохранительных клапанов);
- исключение возникновения опасных ситуаций при падении или повышении давления, при разгерметизации системы и т. п.;
- исключение выбросов опасной жидкости или внезапных опасных перемещений шлангов при утечке или повреждениях элементов системы;
- соответствие конструкции воздухосборников, воздушных баллонов или аналогичных емкостей (например, пневмоаккумуляторов) правилам проектирования этих элементов;
- защита всех элементов оборудования, особенно трубопроводов и шлангов, от опасных внешних воздействий;
- обеспечение по возможности автоматической безопасной разгерметизации всех емкостей, находящихся под давлением, например баллонов, пневмоаккумуляторов и т. п., при отключении машины от источника энергоснабжения (см. 6.3.5.4 настоящего стандарта). Если это невозможно, должны быть предусмотрены средства для их изоляции, локального сброса давления и индикации остаточного давления;
- снабжение всех элементов, остающихся под давлением после отключения машины от источника энергоснабжения, четко идентифицированными устройствами сброса давления и предупредительными табличками, указывающими на необходимость разгерметизации этих элементов перед наладкой или техническим обслуживанием машины.

6.2.11 Соблюдение требований безопасности при проектировании системы управления

6.2.11.1 Общие положения

Выбор мер безопасности при проектировании системы управления должен обеспечить снижение рисков до допустимого уровня (см. *ГОСТ Р ИСО 13849-1*).

При правильной конструкции системы управления машинами можно избежать непредвиденных и потенциально опасных ситуаций.

Типичные причины возникновения опасных ситуаций из-за ошибок в проектировании:

- неправильный выбор конструкции или ошибка (случайная или преднамеренная) в логических схемах системы управления;
- временные или постоянные дефекты или повреждение одного или нескольких элементов системы управления;
- нестабильность или повреждение источника энергоснабжения системы управления;
- неправильный выбор конструкции и/или расположения управляющих устройств.

Типичные примеры возникновения опасных ситуаций при эксплуатации машины:

- непреднамеренный/неожиданный пуск;
- неуправляемое изменение скорости;
- невозможность остановки подвижных частей;
- падение или выброс подвижных частей машины или обрабатываемой детали;
- продолжение работы машины из-за задержки срабатывания защитных устройств (выхода из строя или повреждения).

Для предотвращения опасных ситуаций и обеспечения функций безопасности при работе машины конструкция системы управления должна соответствовать принципам и методам, изложенным в 6.2.11 и 6.2.12 настоящего стандарта. Эти принципы и методы следует применять по отдельности или вместе в зависимости от обстоятельств (*ГОСТ Р ИСО 13849-1, ГОСТ Р МЭК 60204-1*).

Системы управления должны обеспечивать безопасное и легкое взаимодействие оператора с машиной. Поэтому конструктор должен обеспечивать выполнение системой управления одного или нескольких действий:

- систематический анализ условий пуска и остановки;

- обеспечение выполнения конкретных рабочих режимов (например, пуск после нормальной остановки, повторный пуск после прерывания цикла или после аварийной остановки, удаление деталей, обрабатываемых машиной, работа части машины в случае повреждения ее элемента);

- четкая индикация неисправностей;

- меры по исключению генерации неожиданных команд пуска (например, защищенными пусковыми устройствами), которые могут стать причиной возникновения опасных ситуаций;

- поддержание команд остановки (например, блокировка) для предотвращения повторного пуска, который может приводить к возникновению опасных ситуаций.

Модуль, состоящий из нескольких машин, может быть разделен на несколько зон для аварийной остановки, для остановки, инициируемой защитными устройствами, и/или для отключения энергоснабжения и рассеивания накопленной энергии. Разные зоны должны быть четко разграничены так, чтобы было ясно, к какой зоне относится определенная часть машины. Кроме того, должно быть четко установлено, какой зоне принадлежат устройства управления (например, устройства аварийной остановки, устройства, отключающие источник энергоснабжения) и/или защитные устройства. Интерфейсы между зонами должны проектироваться так, чтобы ни одна из функций одной зоны не создавала опасностей для другой зоны, работа которой была прервана для технического вмешательства.

Системы управления должны ограничивать перемещения частей машины, самой машины или обрабатываемых деталей и/или грузов, удерживаемых машиной, в соответствии с расчетными параметрами безопасности (например, в соответствии с диапазоном, скоростью, ускорением, замедлением перемещений, грузоподъемностью и т. п.), должны быть также учтены динамические воздействия (например, раскачивание грузов).

Должны быть учтены следующие ограничения:

- скорость перемещения движущейся машины, управляемой идущим оператором, в отличие от машин с дистанционным управлением должна быть сопоставимой со скоростью пешехода;

- диапазон, скорость, ускорение и замедление перемещений транспортных средств и подъемников для персонала должны ограничиваться величиной, обеспечивающей безопасность, с учетом полного времени реакции оператора и машины;

- диапазон перемещений частей машины для подъема грузов должен быть ограничен установленными пределами.

Если в машине предусмотрено использование синхронно работающих элементов, которые могут также использоваться независимо, система управления должна предотвращать риски, возникающие при отсутствии синхронизации.

6.2.11.2 Включение внутреннего источника электроснабжения и переключение на внешний источник электроснабжения

Включение внутреннего источника энергоснабжения или переключение на внешний источник энергоснабжения не должно приводить к пуску рабочих частей (например, пуск двигателя внутреннего сгорания не должен приводить к перемещению подвижных частей машины и машины в целом; подключение к электросети не должно приводить к пуску рабочих частей электрической машины) (см. *ГОСТ Р МЭК 60204-1, подраздел 7.5, а также приложения А и В*).

6.2.11.3 Пуск/остановка машин (механизмов)

Пуск или ускорение перемещения машин (механизмов) следует выполнять за счет подачи или увеличения напряжения электрического тока, давления жидкости или, как в случае бинарных логических элементов, переходом из состояния «0» в состояние «1» (если состояние «1» соответствует наивысшему энергетическому состоянию).

Остановка или замедление перемещения машин (механизмов) должны осуществляться путем снятия или снижения напряжения электрического тока, давления жидкости или, как в случае бинарных логических элементов, переходом из состояния «1» в состояние «0» (если состояние «1» соответствует наивысшему энергетическому состоянию).

Примечание — В некоторых случаях (например, в высоковольтной коммутационной аппаратуре) этот принцип не срабатывает. В этом случае для остановки или замедления на том же уровне надежности должны использоваться другие средства.

Если для осуществления оператором постоянного управления замедлением этот принцип не подходит (например, в случае гидравлического тормозного устройства самоходных машин), машины должны быть оборудованы дополнительными средствами замедления и остановки на случай повреждения основной тормозной системы.

6.2.11.4 Повторный пуск после прерывания электроснабжения

Конструкцией системы управления должно быть предусмотрено исключение спонтанного пуска машин после прерывания энергоснабжения, например, с помощью блокирующих реле, контакторов или клапанов, если это может привести к созданию опасной ситуации.

6.2.11.5 Прерывание электроснабжения

Машины (механизмы) должны быть спроектированы так, чтобы предотвращать опасные ситуации, связанные с прерыванием или изменением энергоснабжения. При этом как минимум следует выполнять нижеперечисленные требования:

- сохранение функции остановки машины;
- все устройства, постоянное функционирование которых необходимо для безопасности, должны эффективно действовать по поддержанию безопасности до полной остановки машин (например, блокировочные, зажимные устройства, холодильные и нагревательные устройства, рулевое управляющее устройство с усилителем самоходных машин);
- части машин, обрабатываемые детали и/или удерживаемые машинами грузы, которые могут перемещаться в силу своей потенциальной энергии, должны удерживаться в неподвижном состоянии в течение времени, необходимого для приведения их в безопасное состояние.

6.2.11.6 Применение автоматического контроля

Автоматический контроль предназначен для подстраховки в тех случаях, когда предполагается, что средства безопасности не смогут осуществлять защитные функции из-за снижения способности их элементов и компонентов выполнять эти функции или из-за возникновения опасности в результате изменения условий рабочего процесса.

С помощью автоматического контроля можно обнаруживать неисправность или производить периодические проверки для обнаружения отклонений в работе машины, которые могут привести к возникновению неисправности. В любом случае защитные меры могут быть приняты сразу же или с задержкой, пока не произойдет конкретное событие (например, начало машинного цикла).

К защитным мерам относятся:

- остановка опасного процесса;
- предотвращение повторного пуска этого процесса после первой остановки, последовавшей после повреждения;
- включение сигнала тревоги.

6.2.11.7 Функции безопасности, осуществляемые программируемыми электронными системами управления

а) Общие положения

Для осуществления функций безопасности может быть использована система управления, включающая программируемое электронное оборудование (например, программируемый контроллер). При использовании такой системы необходимо рассмотреть требования к характеристикам, связанным с функциями безопасности. Конструкцией программируемой электронной системы управления должно быть предусмотрено, чтобы вероятность случайного повреждения аппаратных средств и вероятность систематических сбоев, неблагоприятно влияющих на исполнение функции(й) управления, связанных с обеспечением безопасности, были достаточно низкими. Если программируемая электронная система управления предназначена для выполнения функции контроля, то должна быть определена последовательность действий при обнаружении неисправностей. (См. также *ГОСТ Р МЭК 61508-1, ГОСТ Р МЭК 61508-3* для дополнительной информации).

Примечание — В ГОСТ Р ИСО 13849-1 рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением безопасности машин, а также даны руководящие указания, применимые к программируемым электронным системам управления.

Программируемая электронная система управления должна быть установлена и оценена в отношении обеспечения соответствующих характеристик [например, уровня безопасности (SIL) по *ГОСТ Р МЭК 61508-1*] для каждой функции безопасности. Оценка включает в себя проведение испытаний и анализ (например, статический и динамический анализ, а также анализ сбоев), подтверждающий, что все взаимодействующие части нормально выполняют функцию безопасности и не выполняют несвойственных им функций.

b) Аппаратные средства

Аппаратные средства (например, датчики, исполнительные механизмы, логические решающие устройства) следует выбирать и/или проектировать и устанавливать в соответствии с функциональными требованиями, а также требованиями к рабочим характеристикам выполняемой(ых) функции(й) безопасности, в частности, посредством:

- ограничений на архитектуру (например, на конфигурацию системы, ее способность допускать ошибки, ее поведение при обнаружении неисправностей);
- выбора (и/или проектирования) оборудования и устройств с оценкой, соответствующей вероятности опасного случайного повреждения аппаратных средств.

При этом в отношении аппаратных средств должны приниматься меры, позволяющие избегать систематических повреждений и систематических отказов системы управления.

c) Программное обеспечение

Программное обеспечение, включающее внутреннее системное программное обеспечение (или системное программное обеспечение), и прикладные программы должны соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к характеристикам функций безопасности (*ГОСТ Р МЭК 61508-3*).

d) Прикладное программное обеспечение

Прикладное программное обеспечение не должно перепрограммироваться пользователем. Это может достигаться путем использования программного обеспечения, встроенного в неперепрограммируемое запоминающее устройство (например, в микроконтроллер, интегральную схему прикладной ориентации (ASIC).

Если требуется перепрограммирование прикладного программного обеспечения пользователем, то доступ к программному обеспечению, связанному с функциями безопасности, должен быть:

- ограничен блокировкой;
- разрешен специально уполномоченным лицам с помощью пароля.

6.2.11.8 Принципы, касающиеся ручного управления

a) Устройства ручного управления следует проектировать и размещать в соответствии с эргономическими принципами, приведенными в 6.2.8.7.

b) Устройство управления остановкой должно быть размещено вблизи каждого пускового органа управления. Там, где функция «включение/выключение» осуществляется органом ручного управления с автоматическим возвратом в исходное положение, если существует опасность отказа органа «включение/выключение», необходимо предусмотреть отдельное дополнительное устройство остановки.

c) Органы ручного управления должны быть расположены вне опасных зон, за исключением некоторых органов, которые по необходимости могут быть дополнительно размещены в опасной зоне, например пульт управления аварийной остановкой или подвесной пульт и т. п.

d) Устройства и посты управления по возможности должны быть расположены так, чтобы оператор при воздействии на устройства управления мог легко следить за рабочей и опасной зонами.

1) Водитель движущейся машины должен иметь возможность запускать все устройства управления, необходимые для работы машины, со своего рабочего места, за исключением функций, управление которыми более безопасно из других пунктов.

2) Для машин, предназначенных для подъема людей, органы управления подъемом и спуском, а также органы управления движением кабины, если они имеются, обычно должны размещаться в кабине. Если для безопасной работы необходимо, чтобы органы управления находились за пределами кабины, оператор в кабине должен иметь в своем распоряжении средства предотвращения опасных перемещений.

e) Если опасный элемент может быть приведен в действие несколькими органами управления, цепь управления должна быть сконструирована так, чтобы в каждый момент времени действовал только один орган управления. Это правило особенно относится к машинам, которые наряду с другими средствами управления могут управляться вручную с помощью переносных устройств управления (например, подвесного пульта управления, с которым оператор может входить в опасные зоны).

f) Управляющие исполнительные механизмы следует проектировать или ограждать так, чтобы в случае опасности они могли быть приведены в действие только по инициативе оператора (*ГОСТ Р ИСО 9355-1*).

g) Если безопасная работа машины зависит от постоянного прямого управления оператором, должны быть приняты меры, обеспечивающие обязательное присутствие оператора только на пункте управления, например, путем соответствующего размещения управляющих приборов и проектирования соответствующего рабочего места оператора.

h) В случае бескабельного соединения органов управления при отсутствии управляющих сигналов, включая нарушение связи, должна происходить автоматическая остановка машины (см. *ГОСТ Р МЭК 60204-1, пункт 9.2.7*).

6.2.11.9 Режим управления для настройки, программирования методом обучения, переключения режимов, обнаружения неисправностей, очистки и технического обслуживания

Для настройки, программирования методом обучения, переключения режимов, обнаружения неисправностей, очистки или технического обслуживания машины необходимо снять или переместить защитное ограждение и/или нейтрализовать защитное устройство и при этом для выполнения этих операций необходимо ввести в действие машину или ее часть, безопасность оператора должна обеспечиваться с использованием специального режима ручного управления, который одновременно:

- блокирует все другие режимы управления;
- разрешает работу опасных элементов машины только путем приведения в действие устройства разблокировки, устройства управления с автоматическим возвратом в исходное положение или двуручного устройства управления;
- разрешает работу опасных элементов машины только в условиях пониженного риска (например, при пониженных скоростях, пониженной мощности/нагрузке, в пошаговом режиме, используя устройства управления ограниченным перемещением);
- предотвращает срабатывание опасных функций по причине намеренного или случайного воздействия на сенсорные датчики машины.

Примечание — Для некоторых специальных машин могут применяться другие защитные меры.

В указанном режиме управления могут быть использованы одна или несколько из следующих мер:

- ограничение по возможности доступа людей в опасную зону;
- наличие органа управления аварийной остановкой в пределах досягаемости оператора;
- наличие переносного устройства управления (подвесной пульт управления) и/или стационарных органов управления, позволяющих наблюдать за управляемыми элементами.

См. *ГОСТ Р МЭК 60204-1, пункт 9.2.4*.

6.2.11.10 Выбор режимов управления и работы

Машина сконструированная и изготовленная так, что может функционировать в различных режимах управления или работы, требующих разных мер защиты для обеспечения безопасности различных рабочих процедур (например, настройки, наладки, технического обслуживания, контроля), должна быть оборудована устройством выбора режимов, переключатель которого должен фиксироваться в каждой позиции. Каждая позиция этого устройства должна соответствовать только одному режиму управления или работы.

Это устройство может быть заменено другими аналогичными устройствами, ограничивающими выполнение определенных функций машины при обслуживании определенной категорией операторов (например, коды доступа для определенных функций числового управления).

6.2.11.11 Меры по достижению электромагнитной совместимости

По вопросам электромагнитной совместимости (ЭМС) следует руководствоваться *ГОСТ Р МЭК 60204-1, пункт 4.4.2*.

6.2.11.12 Требования к системам диагностики, используемым для обнаружения неисправностей

Системы диагностики следует включать в систему управления так, чтобы для их функционирования не требовались дополнительные меры защиты.

Примечание — Такие системы не только повышают надежность и удобство обслуживания, но и снижают опасность работы для персонала, занимающегося техническим обслуживанием машины.

6.2.12 Сведение к минимуму вероятности сбоев функций безопасности

6.2.12.1 Общие положения

Безопасность машин зависит не только от надежности работы систем управления, но также от надежности работы всех частей машин.

Для безопасной работы машин необходимо непрерывное выполнение функций безопасности. Это может быть достигнуто способами, приведенными в 6.2.12.2—6.2.12.4.

6.2.12.2 Использование надежных компонентов

Термин «надежные компоненты» означает компоненты, способные выдерживать все воздействия и напряжения, связанные с использованием оборудования по назначению в установленных рабочих условиях (включая внешние условия) в течение установленного промежутка времени или фиксированного числа операций с низкой вероятностью повреждений, приводящих к опасным сбоям машины. Компоненты следует выбирать с учетом всех вышеуказанных факторов (см. также 6.2.13).

Примечание 1 — Термин «надежные компоненты» не является синонимом термина «хорошо проверенные компоненты» (*ГОСТ Р ИСО 13849-1, пункт 6.2.4*).

Примечание 2 — К внешним условиям, которые необходимо учитывать, относятся, например, удар, вибрация, холод, тепло, влажность, пыль, коррозия и абразивные свойства материалов, статическое электричество, магнитные и электрические поля. Их воздействия могут приводить, например, к повреждению электрической изоляции, временным или постоянным сбоям в работе компонентов системы управления.

6.2.12.3 Использование компонентов с «прогнозируемым режимом отказов»

Компоненты или системы с «прогнозируемым режимом отказов» являются компонентами или системами, для которых режим отказов известен заранее и которые могут использоваться так, чтобы отказы не приводили к опасному изменению функций машин.

Примечание — В некоторых случаях могут потребоваться дополнительные меры по ограничению отрицательных последствий таких отказов.

Вопрос об использовании таких компонентов должен всегда решаться отдельно, особенно в случаях, если не предусмотрено резервирование.

6.2.12.4 Дублирование (или резервирование) компонентов или подсистем

В конструкции частей машин, связанных с системой обеспечения безопасности, допускается использование дублирующих или резервных компонентов, чтобы в случае отказа одного компонента другой(ие) компонент(ы) продолжал(и) выполнять его(их) функцию, тем самым гарантируя исполнение функции безопасности.

Для принятия решения по применению дублирующих (резервных) компонентов следует выявлять неисправные компоненты с помощью средств автоматического контроля (см. 6.2.11.6 настоящего стандарта) или, в некоторых случаях, путем проведения регулярных проверок при условии, что интервалы между проверками должны быть меньше ожидаемого срока службы компонентов.

Для исключения повреждений по общей причине (например, в результате электромагнитного воздействия) или повреждений общего характера необходимо применять разные конструкции и/или технологии.

6.2.13 Уменьшение опасности путем повышения надежности машин

Повышенная надежность всех элементов машин уменьшает число случайных отказов, требующих устранения, тем самым снижает опасность.

Это относится как к силовым системам (рабочая часть, см. приложение А), так и к системам управления, функциям безопасности и к другим функциям машин.

Наиболее важные для обеспечения безопасности элементы (например, некоторые датчики) должны обладать соответствующей надежностью.

Элементы защитных ограждений и защитных устройств должны обладать повышенной надежностью, поскольку их выход из строя может привести к травмированию людей; также недостаточная надежность заставить пользователей пренебречь ими.

6.2.14 Ограничение опасности путем механизации или автоматизации операций загрузки/разгрузки машин

Механизация и автоматизация операций загрузки/разгрузки машин и вообще ручных операций, касающихся обрабатываемых деталей, материалов, веществ, ограничивают риск, связанный с этими работами, путем уменьшения опасных воздействий на рабочий персонал.

Автоматизация может быть осуществлена, например, посредством использования роботов, манипуляторов и т. п., механизация — например, за счет применения подающих кареток, толкателей, поворотных столов, работающих в ручном режиме.

Хотя автоматические устройства загрузки/разгрузки позволяют значительно снизить число несчастных случаев, они сами могут создавать опасности при устранении их неисправностей. Необходимо принять соответствующие меры, чтобы использование таких устройств не приводило к возникновению новых опасностей (например, к захвату, раздавливанию) в зоне, находящейся между этими устройствами и частями машин или обрабатываемыми материалами/деталями. Если такие меры не могут быть приняты, необходимо предусмотреть использование соответствующих защитных ограждений (см. 6.3 настоящего стандарта).

Системы управления автоматическими устройствами загрузки/разгрузки должны стыковаться с системами управления машин, связанными с ними так, чтобы обеспечивать выполнение всех функций безопасности при всех режимах управления и всех режимах работы автоматизированного оборудования в целом. Эти работы следует производить, только удостоверившись в надежном функционировании систем безопасности.

6.2.15 Ограничение опасности путем вынесения мест проведения наладки и технического обслуживания за пределы опасных зон

Необходимость доступа в опасные зоны должна быть сведена к минимуму путем размещения мест проведения наладки и технического обслуживания вне этих зон.

6.3 Средства защиты и дополнительные защитные меры

6.3.1 Общие положения

Ограждения и защитные устройства следует использовать для защиты обслуживающего персонала от опасностей, которые не могут быть исключены или достаточно ограничены конструкцией самой машины, и для существенного снижения риска. Для этого также могут приниматься дополнительные защитные меры, включая использование дополнительного оборудования (например, устройства аварийной остановки).

Различные типы ограждений и защитных устройств указаны в 3.27 и 3.28.

Некоторые защитные ограждения допускается использовать для исключения воздействий нескольких опасностей (например, неподвижные ограждения, препятствующие доступу в зону, в которой находятся источники механической опасности, используют одновременно для уменьшения уровня шума и сбора токсичных отходов).

6.3.2 Выбор и применение ограждений и защитных устройств

6.3.2.1 Общие положения

В данном разделе приведены указания по выбору и применению ограждений и защитных устройств, основным назначением которых является защита обслуживающего персонала от опасностей, создаваемых подвижными частями машин, с учетом функций этих частей (см. рисунок 4) и необходимостью доступа в опасную(ые) зону(ы).

Выбор защитного ограждения для конкретной машины следует проводить на основе общей оценки рисков, связанных с эксплуатацией именно этой машины.

При выборе соответствующего защитного ограждения для машин конкретного типа или для опасной зоны необходимо учитывать, что неподвижное ограждение должно быть простым и его следует использовать там, где не требуется доступ оператора в опасную зону в процессе нормальной работы машин, то есть при работе без сбоев.

По мере возрастания частоты доступа в опасную зону возрастает неудобство из-за того, что надо снимать и снова устанавливать неподвижное ограждение, что неизбежно приводит к невозвращению неподвижного ограждения на место. В таком случае необходимо использовать альтернативные защитные средства (например, перемещаемые защитные ограждения с блокировкой или сенсорные защитные устройства).

Иногда требуется комбинация ограждений и защитных устройств.

Например, если вместе с неподвижным защитным ограждением используется механическое загрузочное устройство для загрузки обрабатываемой детали в машину, устраняя тем самым необходимость доступа человека в основную, опасную зону (зону обработки), может потребоваться устройство автоматического выключения для защиты от опасности затягивания или разрезания между механическим загрузочным устройством и неподвижным ограждением.

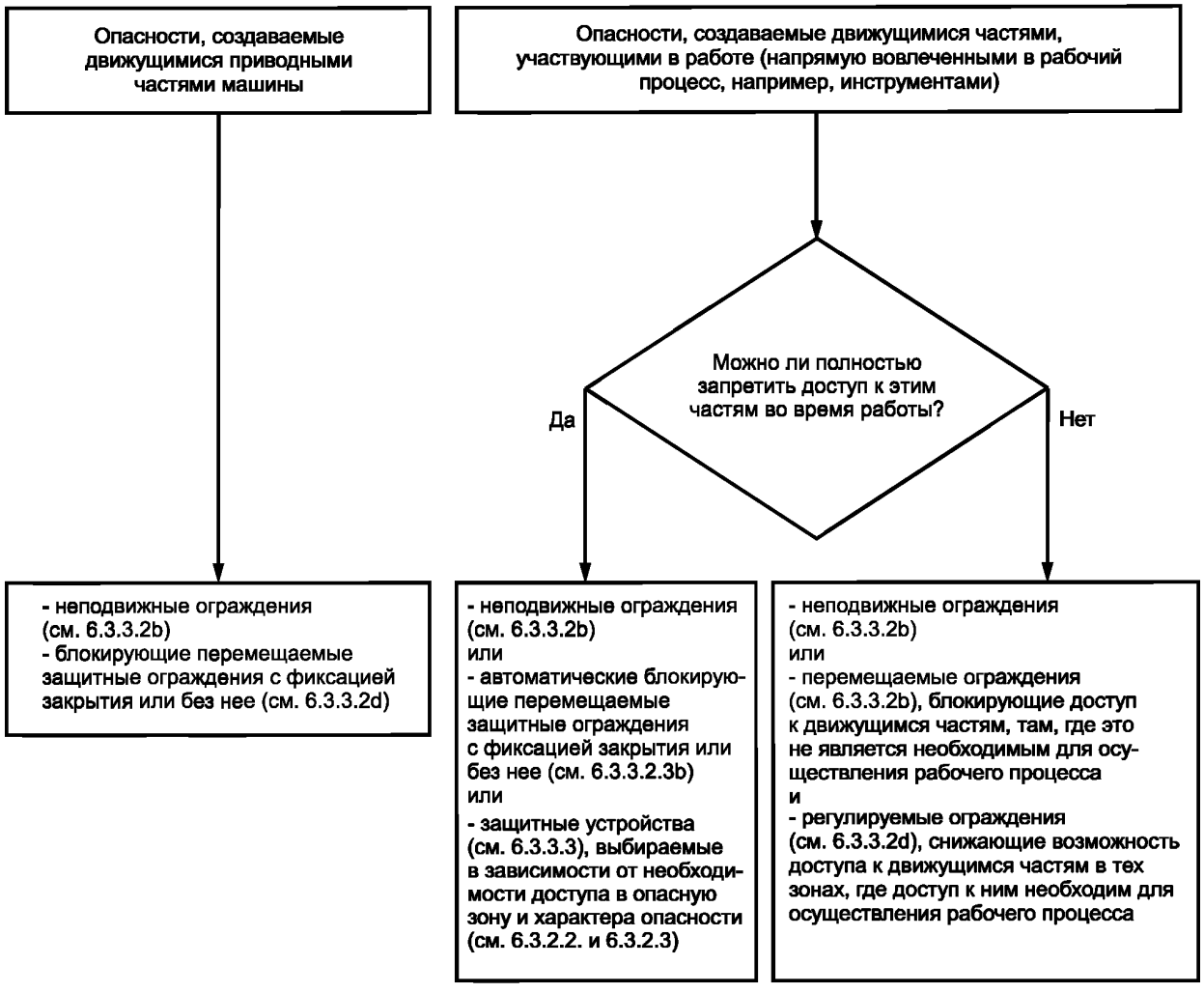


Рисунок 4 — Рекомендации по выбору защитных ограждений и защитных устройств, защищающих от опасностей, создаваемых движущимися частями машин

Необходимо также предусмотреть защитные ограждения пунктов управления или зон, где требуется вмешательство оператора, защищающие от нескольких опасностей:

a) опасностей, связанных с падением или выбросом предметов (например, защитная конструкция от падающих предметов);

b) опасностей, связанных с эмиссией (например, защита от шума, вибрации, излучения, опасных веществ);

c) опасностей, связанных с внешними условиями (например, защита от тепла, холода, плохой погоды);

d) опасностей падения или опрокидывания (например, защитная конструкция от опрокидывания или падения).

При конструировании таких ограждаемых рабочих мест (например, будок или кабин) следует учитывать эргономические принципы, касающиеся обзора, освещения, обмена воздуха и т. п.

6.3.2.2 Выбор ограждений и защитного оборудования, если доступ оператора в опасную зону в процессе нормальной работы не требуется

Если в процессе нормальной работы машины доступ оператора в опасную зону не требуется, рекомендуется выбирать следующие защитные ограждения и защитное оборудование:

a) неподвижное ограждение;

b) перемещаемое блокирующее ограждение с фиксацией закрытия или без него (см. также пункт 6.3.3.2 настоящего стандарта);

c) автоматически закрывающееся перемещаемое ограждение;

d) сенсорное защитное оборудование, например электрочувствительный датчик или коврик, реагирующий на давление.

6.3.2.3 Выбор ограждений и защитного оборудования, если доступ оператора в опасную зону в процессе нормальной работы необходим

Если в процессе нормальной работы машины требуется доступ оператора в опасную зону, рекомендуется выбирать следующие защитные ограждения и защитное оборудование:

a) перемещаемое блокирующее ограждение с фиксацией закрытия или без него (см. также пункт 6.3.3.2 настоящего стандарта);

b) сенсорное защитное оборудование, например электрочувствительное защитное оборудование;

c) регулируемое ограждение;

d) автоматически закрывающееся перемещаемое ограждение;

e) двуручное управляющее устройство;

f) перемещаемое блокирующее ограждение с функцией пуска (управляющее защитное ограждение) (см. пункт 6.3.3.2 настоящего стандарта).

6.3.2.4 Выбор ограждений и защитных устройств, если доступ в опасную зону необходим для наладки, программирования методом обучения, переключения режимов, обнаружения неисправностей, очистки или технического обслуживания машины

Машины по возможности следует проектировать так, чтобы ограждения, предусмотренные для защиты оператора, могли также обеспечивать защиту персонала, осуществляющего наладку, программирование методом обучения, переключение режимов, отыскание неисправностей, очистку или техническое обслуживание, не затрудняя выполнение персоналом вышеуказанных рабочих операций. Эти работы должны идентифицироваться и рассматриваться при общей оценке риска как составная часть процесса эксплуатации машины (см. 5.2).

Примечание — Отключение энергоснабжения и рассеивание остаточной энергии при выключении машины (см. 6.3.5.4 настоящего стандарта) должны обеспечивать максимальный уровень безопасности при выполнении этих работ (особенно по обслуживанию и ремонту), если не требуется подключение машины к источнику энергоснабжения.

6.3.2.5 Выбор и применение сенсорного защитного оборудования

a) Выбор

Из-за большого разнообразия принципов, на которых основывается функция обнаружения, различные типы сенсорного защитного оборудования подходят для применения в системах обеспечения безопасности далеко не в равной степени. В приведенной ниже информации предоставляются для конструктора критерии, в соответствии с которыми для каждого конкретного случая следует выбирать наиболее подходящее(ие) защитное(ые) устройство(а).

Примеры сенсорных защитных устройств

1 Световые завесы.

2 Сканирующие устройства, например лазерные сканеры.

3 Коврики, реагирующие на давление.

4 Отключающие стержни, отключающая проволока.

Сенсорное защитное оборудование допускается использовать для:

- отключения;
- обнаружения присутствия (человека, постороннего предмета);
- обнаружения присутствия и отключения;
- повторного пуска машин при работе в автоматическом режиме.

Примечание — Некоторые типы сенсорных защитных устройств могут не подходить ни для обнаружения присутствия, ни для отключения.

Следующие характеристики машин наряду с другими могут препятствовать применению сенсорного защитного оборудования:

- склонность машины выбрасывать материалы и части машины;
- необходимость установки ограждений, защищающих от эмиссии (шума, излучения, пыли и т. п.);
- непостоянное или чрезмерно большое время, необходимое для остановки машины;
- конструкцией машины не предусмотрена остановка отдельных частей машины в течение цикла.

b) Применение

Необходимо рассмотреть:

1) размеры, характеристики и расположение зон действия сенсорного защитного оборудования (см. ИСО 13855, где рассматривается расположение некоторых типов сенсорного защитного оборудования);

2) реакцию устройства в условиях отказа;

3) возможность обхода этого устройства;

4) способность обнаружения присутствия и ее изменение с течением времени (например, как результат чувствительности к разным условиям окружающей среды, например к наличию отражающих поверхностей, других искусственных источников света, солнечному свету или к наличию в воздухе примесей).

Сенсорное защитное оборудование должно интегрироваться в рабочую часть и действовать совместно с системой управления машины так, чтобы:

a) команда подавалась сразу же после обнаружения человека или части его тела в опасной зоне;

b) изолирование обнаруженного человека или частей его тела из опасной зоны не приводило к автоматическому пуску машины, то есть команда, отданная сенсорным защитным оборудованием должна быть обязательной для всей системы управления до получения другой команды;

c) повторный пуск машины был возможен только по инициативе оператора, находящегося за пределами опасной зоны, но визуально ее контролирующего;

d) при прерывании функции сенсорного защитного оборудования по обнаружению присутствия (фаза бездействия) машина не работала.

Примечание — Фаза бездействия — временная автоматическая приостановка функций безопасности соответствующих элементов системы управления (*ГОСТ Р ИСО 13849-1*);

e) конфигурация и форма контролируемой зоны обеспечивали предотвращение (возможно, вместе с неподвижными ограждениями) входа человека в опасную зону или своевременное обнаружение его присутствия в ней.

c) Дополнительные требования к сенсорному защитному оборудованию, используемому для возобновления цикла

В исключительных случаях допускается автоматическое возобновление цикла работы машины после выхода человека из зоны контроля сенсорного защитного оборудования без дополнительной команды пуска вопреки общему требованию, установленному в пункте b), второй абзац, перечисление 2). Данное требование устанавливает, что после остановки машины сенсорным защитным оборудованием при подключенном источнике энергоснабжения машинный цикл должен возобновляться только при использовании органа управления пуском.

Возобновление цикла работы при помощи сенсорного защитного оборудования допускается только при применении активных оптоэлектронных защитных устройств (AOPD), соответствующих стандартам МЭК, при условии, что:

a) выполняются требования к активным оптоэлектронным защитным устройствам, используемым для обнаружения присутствия и отключения машины, в частности, их расположения, минимального расстояния, способности обнаружения, надежности и контроля систем управления и торможения;

b) цикл работы машины короткий, а возможность повторного пуска машины после освобождения зоны, контролируемой сенсорным защитным устройством, ограничивается промежутком времени, соизмеримым с продолжительностью одного нормального цикла работы машины;

c) проникнуть в опасную зону можно только войдя в зону, контролируемую активным оптоэлектронным защитным устройством, или открыв ограждение с блокировкой.

Примечание — Опасной зоной, рассматриваемой выше, является любая зона, в которой действие элементов, создающих опасные ситуации, включая вспомогательное оборудование и элементы трансмиссии, возобновляется после освобождения зоны, контролируемой защитными устройствами;

d) если имеются несколько активных оптоэлектронных защитных устройств, обеспечивающих защиту машины, то только одно из них может повторно включать цикл работы машины;

e) по причине более высокого риска при автоматическом включении цикла активное оптоэлектронное защитное устройство и связанная с ним часть системы управления должны отвечать более строгим требованиям безопасности, чем в нормальных условиях.

6.3.2.6 Защитные меры по обеспечению устойчивости

Если конструкция машины не может надежно обеспечить ее устойчивость, например соответствующим распределением массы (см. 6.2.6 настоящего стандарта), для обеспечения устойчивости необходимо принимать дополнительные защитные меры:

- анкерные болты;
- блокировочные устройства;
- ограничители перемещения или механические упоры;
- ограничители ускорения или замедления;
- ограничители нагрузки;
- системы аварийной сигнализации, предупреждающие о потере устойчивости или возможном опрокидывании.

6.3.2.7 Другие защитные устройства

Если требуется непрерывное управление машинами оператором (например, движущимися машинами, кранами) и если ошибка оператора может создавать опасную ситуацию, машины должны быть оборудованы необходимыми устройствами, обеспечивающими их функционирование в сложных ситуациях, в частности:

- недостаточный обзор оператором опасной зоны;
- недостаточная информация оператора об истинных значениях параметров, влияющих на безопасность (например, о расстоянии, скорости, массе груза, угле наклона);
- возникновение опасных ситуаций в результате действий, не контролируемых оператором.

Предохранительные устройства, обеспечивающие безопасную работу машины в вышеперечисленных случаях:

a) устройства, ограничивающие параметры движения (расстояние, угол, скорость, ускорение);

b) устройства, предотвращающие перегрузку (силу и крутящий момент);

c) устройства, предотвращающие столкновения с другими машинами;

d) устройства, предотвращающие опасности, которым подвергаются пешие операторы или другие пешеходы;

e) устройства, ограничивающие крутящий момент с целью предотвращения разрушения компонентов и узлов машины;

f) устройства, ограничивающие давление и температуру;

g) устройства, контролирующие эмиссию;

h) устройства, блокирующие функционирование машины в отсутствие оператора на посту управления;

i) устройства, препятствующие выполнению операций подъема неправильно закрепленного груза;

j) устройства, ограничивающие угол наклона машины;

k) устройства, обеспечивающие безопасное положение узлов машины перед их перемещением.

Автоматические защитные действия, выводящие управление машины из-под контроля оператора, инициируемые перечисленными выше устройствами (например, автоматическое прекращение опасного перемещения), должны предваряться или сопровождаться предупредительным сигналом, позволяющим оператору предпринять соответствующие меры (см. 6.4.3 настоящего стандарта).

6.3.3 Требования к конструкции ограждений и защитных устройств

6.3.3.1 Общие требования

Ограждения и защитные устройства должны соответствовать своему назначению с учетом механических и других опасностей. Они должны быть совместимы с окружающей средой, в которой функционируют машины, и, кроме того, спроектированы так, чтобы их трудно было обойти. Кроме того, такие устройства не должны препятствовать действиям операторов, выполняемым в процессе эксплуатации машин в течение всего срока службы, с тем чтобы исключить желание отключать эти устройства.

Примечание — Дополнительная информация — в *ГОСТ Р ИСО 13849-1*.

Ограждения и защитные устройства должны:

a) иметь прочную конструкцию;

b) не создавать дополнительные опасности;

c) затруднять возможность того, что они будут «обойдены» или приведены в нерабочее состояние;

d) быть размещены на достаточном расстоянии от опасной зоны;

e) создавать как можно меньше препятствий наблюдению за производственным процессом;

f) не должны препятствовать по возможности проведению работ по установке и/или замене инструментов, а также по техническому обслуживанию, обеспечивая доступ только в зону, где следует выполнять работы по возможности без перемещения защитного ограждения и защитных устройств.

6.3.3.2 Требования к ограждениям

a) Функции ограждений

Ограждения должны выполнять следующие функции:

- предотвращение доступа в зону, защищенную ограждением, и/или

- локализация/сбор материалов, обрабатываемых деталей, стружки, жидкостей, которые могут выбрасываться или выпадать из машин, а также снижение эмиссии (шума, излучения, опасных веществ, таких как пыль, дым, газы), которая может создаваться машинами.

Кроме того, ограждения должны иметь определенные свойства, учитывающие опасности, создаваемые электричеством, температурой, воспламенением, взрывом, вибрацией, плохой видимостью и эргономикой (например, простота использования, движения оператора, позы, в которых работает оператор, повторяющиеся движения).

b) Требования к неподвижным ограждениям

Неподвижные ограждения должны надежно крепиться на местах их установки:

- либо постоянно (например, путем сварки и т. п.);

- либо с помощью крепежных средств (винтов, болтов и т. п.), что делает невозможным их снятие/открытие без использования инструментов; такие ограждения не должны стоять закрытыми без соответствующего крепежа.

Примечание — Неподвижное ограждение может быть навесным, что облегчает его открытие.

c) Требования к перемещаемым ограждениям

a) Перемещаемые ограждения, применяемые для предотвращения опасностей, создаваемых движущимися приводными частями машин, должны:

- в открытом положении по возможности оставаться закрепленными на машине или на другой конструкции (обычно с помощью петель или направляющих);

- иметь блокировки открывания ограждений, при необходимости — с фиксацией закрытия;

b) Перемещаемые ограждения, применяемые для предотвращения опасностей, создаваемых движущимися частями машин, не являющимися приводными, должны проектироваться и действовать совместно с системой управления машин так, чтобы:

- движущиеся части не могли включаться, если оператор находится в опасной зоне, после пуска оператор не должен иметь доступ к этим частям, этого можно добиться путем использования блокирующих ограждений, при необходимости — с фиксацией закрытия;

- регулировка ограждений могла осуществляться только намеренно, с помощью инструмента или ключа;

- отсутствие или повреждение одного из элементов ограждений приводило к остановке движущихся частей и/или невозможности их пуска; этого можно добиться путем осуществления автоматического контроля (см. 6.2.11.6 настоящего стандарта).

d) Требования к регулируемым ограждениям

Регулируемые ограждения допускается использовать только в случаях, если по производственным причинам опасная зона не может быть ограждена полностью.

Регулируемые ограждения должны иметь такую конструкцию, чтобы:

- положение ограждений после регулировки оставалось фиксированным при выполнении заданной операции;

- его можно было легко регулировать без использования инструмента.

e) Требования к блокирующим ограждениям с функцией пуска (управляющие ограждения)

Ограждение с функцией пуска допускается использовать при выполнении всех нижеперечисленных требований:

1) выполняются все требования к защитным заграждениям с функцией блокировки;

2) короткий цикл работы машины;

3) установлено низкое значение максимальной продолжительности нахождения защитных ограждений в открытом состоянии (например, не более продолжительности цикла работы машины). По истечении этого срока пуск опасных функций не может быть выполнен простым закрытием блокирующего ограждения с функцией пуска, перед повторным пуском машины необходимо возвратиться в исходное положение (в начало цикла);

4) размеры или форма машин должны быть такими, чтобы оператор не мог находиться в опасной зоне или между опасной зоной и ограждением, если ограждение закрыто;

5) все другие защитные ограждения, как неподвижные (съемного типа), так и перемещаемые, должны быть оснащены устройствами блокировки;

6) блокировочное устройство для ограждений с функцией пуска должно проектироваться так, чтобы его повреждение не приводило к непреднамеренному/неожиданному пуску, например путем дублирования датчиков положения или использования автоматического контроля (см. 6.2.11.6 настоящего стандарта);

7) ограждения должны быть надежно зафиксированы в открытом состоянии (например, пружиной или противовесом) так, чтобы они не могли включать пуск машин в случае падения под действием собственной массы.

f) Опасности, создаваемые ограждениями

Необходимо обеспечивать, чтобы сами ограждения не создавали дополнительной опасности из-за:

- конструкции ограждений (например, острые кромки или углы, опасный материал);
- перемещений ограждений (зоны рассечения или раздавливания, создаваемые приводными ограждениями и тяжелыми защитными ограждениями, которые склонны к падению).

6.3.3.3 Технические характеристики защитных устройств

Защитные устройства следует выбирать или проектировать и подключать к системе управления так, чтобы полностью обеспечивать осуществление функции(й) безопасности.

Покупные защитные устройства следует выбирать в соответствии с существующими стандартами, оригинальные защитные устройства следует проектировать в соответствии с одним или несколькими принципами *ГОСТ Р ИСО 13849-1*.

Защитные устройства следует устанавливать и подключать к системе управления так, чтобы они не могли быть легко обойдены.

6.3.3.4 Установка защитных ограждений альтернативного типа

Альтернативные защитные ограждения следует устанавливать на машины, если это необходимо для выполнения машинами разнообразных операций.

6.3.4 Защитные средства по снижению эмиссии

6.3.4.1 Общие положения

Если меры по снижению эмиссии, отмеченные в 6.2.2, оказываются недостаточными, машина должна быть оборудована дополнительными защитными средствами.

6.3.4.2 Шум

Дополнительные защитные средства:

- кожухи;
- экраны, прикрепляемые к машине;
- шумопоглотители.

6.3.4.3 Вибрация

Дополнительные защитные средства включают в себя, например:

- демпфирующие устройства для виброизоляции между источником вибрации и лицом в зоне риска;
- виброизолирующие крепления;
- подвесные сиденья.

6.3.4.4 Опасные вещества

Дополнительные защитные меры:

- герметизация машины (использование оболочек с отрицательным давлением);
- локальная вытяжная вентиляция с фильтрацией;
- водяное орошение;
- специальная вентиляция в зоне машины (воздушные завесы, кабины для операторов).

6.3.4.5 Излучение

Дополнительные защитные меры:

- использование фильтрации и адсорбции;
- использование ослабляющих экранов или ограждений.

6.3.5 Дополнительные защитные меры

6.3.5.1 Общие положения

Для использования машин по назначению, а также при прогнозируемом неправильном использовании допускается применять дополнительные защитные меры, не относящиеся ни к мерам по разработке безопасной конструкции машин, ни к средствам защиты (применение ограждений и/или защитных устройств), ни к информации для пользователей. Такие меры включают в себя приведенные в 6.3.5.2—6.3.5.6, но не ограничиваются ими.

6.3.5.2 Компоненты и элементы машин, выполняющие функцию аварийной остановки

Если в результате общей оценки риска машины должны быть оборудованы компонентами и элементами, выполняющими функцию аварийной остановки, для предотвращения реальных или предполагаемых аварийных ситуаций необходимо выполнять следующие требования:

- исполнительные механизмы должны быть четко идентифицируемыми, хорошо видимыми и доступными;
- опасный процесс после включения аварийной остановки должен прекращаться по возможности быстро без возникновения дополнительных опасностей. Если это невозможно или если риск нельзя снизить, необходимо решить, является ли выполнение функции аварийной остановки оптимальным решением или необходимо принять другое;
- орган управления аварийной остановкой в случае необходимости должен включать или разрешать включение перемещений защитных ограждений.

Как только работа устройства аварийной остановки прекратится по соответствующей команде, действие этой команды должно поддерживаться до ее сброса. Такой сброс должен осуществляться только тем органом управления, которым включалась команда аварийной остановки. Возвращение устройства в исходное состояние не должно приводить к повторному пуску машин, а только к разрешению этого пуска.

Более подробное описание конструкции и выбора электрических компонентов и элементов, выполняющих функцию аварийной остановки, приведено в *ГОСТ Р МЭК 60204-1*.

6.3.5.3 Меры по освобождению и спасению людей, захваченных элементами машин

Меры по освобождению и спасению людей, захваченных элементами машин, включают в себя:

- пути освобождения и укрытия в установках, создающих опасности захвата людей;
- меры по перемещению некоторых элементов вручную после аварийной остановки;
- меры по изменению направления движения некоторых элементов;
- места крепления устройств для спуска людей с высоты;
- средства связи, позволяющие захваченному машиной оператору обращаться за помощью.

6.3.5.4 Меры по отключению энергоснабжения и рассеиванию остаточной энергии

Машины должны быть оборудованы техническими средствами, позволяющими отключать их от источника(ов) энергоснабжения и рассеивать остаточную энергию, особенно при техническом обслуживании и ремонте. Для этого должны быть проведены следующие действия:

a) отключение машин или отдельных частей машин от всех источников энергоснабжения;

b) блокировка (или запирание) всех отключающих устройств в положении отключения;

c) рассеивание остаточной энергии, которая может стать причиной возникновения опасной ситуации; если это невозможно или неэкономично — локализация этой энергии;

d) проверка с использованием соответствующих процедур техники безопасности достижения желаемого результата за счет выполнения действий, рекомендованных в перечислениях a), b), c).

См. подразделы 5.5 и 5.6 ГОСТ Р МЭК 60204-1.

6.3.5.5 Средства обеспечения безопасной транспортировки машин и их тяжелых частей

Машины и их части, которые нельзя перемещать или транспортировать вручную, должны быть оборудованы соответствующими приспособлениями для транспортировки с помощью подъемных механизмов. Такими приспособлениями могут быть, например:

- подъемные устройства со стропами, крюки, рым-болты или резьбовые отверстия на частях машины для фиксации элементов подъемных устройств;

- устройства для автоматического зачаливания с подъемным крюком, если зачаливание невозможно с участием оператора с земли;

- направляющие желоба для машин, транспортируемых вильчатыми погрузчиками;

- подъемные механизмы и приспособления, встроенные в машину.

Части машины, которые можно перемещать вручную, должны быть оборудованы средствами, обеспечивающими их безопасное снятие и замену.

[См. 6.4.4, перечисление с), 3].

6.3.5.6 Меры по обеспечению безопасного доступа к машинам

Машины следует проектировать так, чтобы все операции по установке, наладке и/или техническому обслуживанию по возможности выполнялись оператором, стоящим на полу.

Если это невозможно, машины должны быть оборудованы встроенными платформами, трапами или другими приспособлениями, обеспечивающими безопасный доступ для выполнения этих операций. При этом необходимо исключать доступ оператора в опасные зоны с помощью этих платформ или трапов.

Пешеходные зоны должны быть оснащены покрытиями, изготовленными из материала, который не допускает проскальзывания в рабочих условиях, а в зависимости от высоты над полом должны быть оборудованы соответствующими перилами (см. *ГОСТ Р ИСО 14122-3*).

В больших автоматизированных установках должны быть предусмотрены средства, обеспечивающие безопасный доступ к местам обслуживания машин, например огороженные проходы, переходные мостики и т. п.

Средства доступа к частям машин, расположенным на высоте, должны быть оснащены средствами защиты от падений (например, перилами для лестниц, приставными лестницами с широкими ступеньками и площадками, а также безопасными каркасами для лестниц). В случае необходимости должны быть предусмотрены места для крепления средств индивидуальной защиты, предотвращающих падение с высоты (например, на тележках и платформах для подъема людей).

Пункты входа должны по возможности открываться в безопасном положении. Они должны быть спроектированы так, чтобы исключать опасности, связанные с их случайным открыванием.

Должны быть предусмотрены необходимые средства доступа (например, ступеньки, перила). Устройства управления должны быть спроектированы и размещены так, чтобы они не могли использоваться как вспомогательные средства доступа.

Для механизмов подъема грузов и/или персонала, если предусмотрены места для высадки/посадки на фиксированных уровнях, такие места должны быть оборудованы защитными ограждениями с блокировкой, препятствующими падению грузов и/или людей, если платформа не находится на этом фиксированном уровне. Перемещение подъемной платформы должно быть заблокировано, если ограждения открыты.

Подробное описание указанных средств приведено в *ГОСТ Р ИСО 14122-3*.

6.4 Информация для пользователей

6.4.1 Общие требования

6.4.1.1 Составление информации для пользователей является неотъемлемой частью проектирования машин (см. рисунок 2). Такая информация должна состоять из таких элементов, как, например, тексты, слова, знаки, сигналы, символы или диаграммы, используемые по отдельности или вместе, для передачи информации пользователям. Она предназначается как для профессиональных, так и для непрофессиональных пользователей.

6.4.1.2 Пользователям должна быть предоставлена информация об использовании машин по назначению во всех рабочих режимах.

Информация должна включать в себя описание всех действий по обеспечению безопасной и правильной эксплуатации машин. Необходимо информировать и предупреждать пользователей об остаточных рисках. В информации должно быть указано:

- необходимо ли обучение персонала;

- требуются ли средства индивидуальной защиты персонала;

- требуются ли дополнительные защитные ограждения или защитные устройства (см. рисунок 2[d] настоящего стандарта).

Информация должна касаться не только использования машин в соответствии с их назначением, она также должна предупреждать о риске, связанном с использованием машин способами, отличными от описанных в информации, прилагаемой к машинам. Особенно это относится к возможному неправильному применению машин.

6.4.1.3 Информация для пользователей должна охватывать весь объем работ, связанный с машинами, включая транспортировку, монтаж и установку, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию (настройку, наладку, программирование методом обучения, переключение режимов, работу машин, очистку, обнаружения неисправностей и техническое обслуживание) машин, а также, при необходимости, вывод из эксплуатации, демонтаж и утилизацию.

6.4.2 Размещение и характер информации для пользователей

В зависимости от степени риска, времени, в течение которого информация необходима пользователю, и конструкции машины информация для пользователя или ее часть должна размещаться:

a) на самой машине (см. 6.4.3 и 6.4.4 настоящего стандарта);

b) в сопроводительных документах (в частности, в руководстве по эксплуатации, см. 6.4.5 настоящего стандарта);

c) на упаковке;

d) или информация должна передаваться другими средствами, например сигналами и предупреждениями за пределами машин.

В важных сообщениях, например предупреждениях, должны использоваться стандартизованные фразы.

6.4.3 Сигналы и устройства предупредительной сигнализации

Для предупреждения о надвигающихся опасностях, например о пуске машин или о скорости, превышающей допустимое значение, допустимо использовать визуальные сигналы, например мигающий свет, и/или звуковые сигналы, например сирену.

Такие сигналы также допускается использовать для предупреждения оператора перед включением автоматических средств защиты (см. 6.3.2.7 настоящего стандарта, последний абзац).

Необходимо, чтобы эти сигналы:

a) подавались до опасного события;

b) были однозначными;

c) были четкими и отличались от всех других используемых сигналов;

d) легко идентифицировались оператором и другими лицами.

Устройства предупредительной сигнализации должны быть спроектированы и размещены так, чтобы процедура проверки была простой. Информация для пользователей должна предписывать регулярную проверку таких устройств.

Конструкторы не должны допускать перенасыщения предупреждающими сигналами, возникающего из-за слишком большого числа визуальных и/или звуковых сигналов, что может привести к игнорированию предупредительной сигнализации.

Примечание — По этому вопросу необходимо консультироваться с пользователями.

6.4.4 Маркировки, знаки (пиктограммы), письменные предупреждения

На машины должна быть нанесена вся необходимая маркировка:

a) для однозначной идентификации машин как минимум:

1) название и адрес изготовителя,

2) обозначение серии или типа машин,

3) серийный номер, если имеется;

b) для соответствия машин обязательным требованиям:

1) маркировка,

2) предупредительные надписи (например, для машин, предназначенных для использования в потенциально взрывоопасной среде);

c) для безопасного использования машины, например:

1) максимальная частота вращения вращающихся частей,

2) максимальный диаметр инструмента,

3)масса самой машины и/или сменных частей,

4) максимальная рабочая нагрузка,

5) необходимость средств индивидуальной защиты для персонала,

6) данные по регулировке ограждения,

7) частота проведения проверок.

Информация, нанесенная непосредственно на машины, должна быть долговременной и оставаться разборчивой в течение прогнозируемого срока службы машин.

Запрещается использование знаков или письменных предупреждений, состоящих только из одного слова «опасность».

Маркировки, знаки и письменные предупреждения должны быть понятны и однозначны, особенно в той части, которая помогает определить, к какой функции(ям) машины они относятся. Легко понимаемые знаки (пиктограммы) должны обладать приоритетом перед письменными предупреждениями.

Знаки и пиктограммы должны применяться только в случае, если они понятны в стране, в которой будет использоваться машина.

Письменные предупреждения должны составляться на языке(ах) страны, в которой впервые будет использоваться машина, и по запросу на языке(ах), понятном(ых) операторам.

Примечание — В некоторых странах использование определенного(ых) языка(ов) относится к требованиям законодательства.

Маркировка должна соответствовать установленным стандартам.

Следует ознакомиться с *ГОСТ Р МЭК 60204-1* по вопросам маркировки электрооборудования.

6.4.5 Сопроводительные документы (в частности, руководство по эксплуатации)

6.4.5.1 Содержание

Руководство по эксплуатации или другие письменные указания (например, на упаковке) наряду с другой информацией должны содержать:

a) информацию по транспортированию, обслуживанию и хранению машин, например:

1) информацию по условиям хранения машин,

2) информацию о размерах, массе машин, положении центра тяжести,

3) указания по погрузочно-разгрузочным работам (например, чертежи, устанавливающие места для зачаливания подъемными механизмами);

b) информацию по установке и вводу машин в эксплуатацию, например:

1) требования к креплению машин на фундаменте и виброизоляции,

2) условия сборки и монтажа машин,

3) требования к пространству, необходимому для эксплуатации и технического обслуживания машин,

4) информацию по допустимым условиям окружающей среды (например, по температуре, влажности, вибрации, электромагнитному излучению),

5) инструкции по подключению машин к источнику энергоснабжения (в частности, по защите от электрических перегрузок),

6) рекомендации по удалению и утилизации отходов,

7) рекомендации по защитным мерам, которые в случае необходимости должны принимать пользователи, например рекомендации по дополнительным защитным ограждениям (см. рисунок 2[d] настоящего стандарта), безопасным расстояниям, знакам, предупреждающим об опасности, сигналам и т. п.;

c) информацию по самим машинам, например:

1) подробное описание машин, их оснащения, ограждений и/или защитных устройств,

2) полную информацию, касающуюся области применения машин, включая случаи их возможного неправильного применения, с учетом изменений, введенных в конструкцию машин,

3) диаграммы (в частности, схематическое представление функций безопасности),

4) данные по шуму и вибрации, создаваемыми машинами, по излучению, газам, парам, пыли, выбрасываемым ими, со ссылкой на используемые методы измерения,

5) техническую документацию по электрооборудованию (см. *ГОСТ Р МЭК 60204-1*),

6) аттестационные документы, подтверждающие соответствие машин обязательным требованиям;

d) информацию по эксплуатации машин, например по:

1) назначению,

2) органам ручного управления (исполнительным механизмам),

3) монтажу, наладке и регулировке,

4) режимам и средствам остановки (в частности, по аварийной остановке),

5) остаточным рискам, возникающим, несмотря на защитные меры, принятые конструктором,

6) конкретным рискам, которые могут создаваться в некоторых случаях применения машин при использовании определенного оснащения, а также по конкретным защитным мерам, необходимым в этих случаях,

7) возможному неправильному и запрещенному применению машин,

8) обнаружению неисправностей, ремонту и повторному пуску машин после устранения неисправностей,

9) средствам индивидуальной защиты и обучению обслуживающего персонала по их применению;

e) информацию по техническому обслуживанию, например:

1) информацию о характере и частоте проверок функций безопасности,

2) технические характеристики запасных частей, пригодных для использования без ущерба здоровью людей и безопасности работы;

3) инструкции по операциям технического обслуживания, которые требуют специальных технических знаний или высокой квалификации и которые поэтому следует проводить только специально подготовленным персоналом (например, сотрудниками, ответственными за техническое обслуживание, и специалистами),

4) инструкции по операциям технического обслуживания (например, по замене частей машин), которые не требуют особой квалификации и поэтому могут проводиться пользователями (например, операторами),

5) чертежи и диаграммы, позволяющие персоналу, занимающемуся техническим обслуживанием, рационально выполнять соответствующие рабочие задания (в частности, задания по отысканию неисправностей);

f) информацию по выводу машин из эксплуатации, их демонтажу и утилизации;

g) информацию по аварийным ситуациям, например:

1) инструкция, описывающая действия при несчастном случае или поломке,

2) информация по типу используемого противопожарного оборудования,

3) предупреждение о возможной эмиссии или утечке опасного вещества (опасных веществ) и, по возможности, указание о средствах борьбы с ними;

h) инструкции по техническому обслуживанию, предусмотренные для квалифицированного персонала [см. перечисление e), 3)], а также инструкции, предусмотренные для неквалифицированного персонала [см. перечисление e), 4)], которые должны четко разделяться.

6.4.5.2 Оформление руководства по эксплуатации

a) Тип и формат печати должен обеспечивать максимально возможную разборчивость. Предупреждения и предостережения, связанные с безопасностью, должны быть выделены цветом, символами и/или шрифтом увеличенного размера.

b) Информация для пользователей должна предоставляться на официальном языке(ах) страны, в которую машины будут поставлены в соответствии с договором. Если используется несколько языков, каждый язык должен без труда идентифицироваться, а переведенный текст и соответствующие иллюстрации должны компоноваться вместе.

Примечание — В некоторых странах использование конкретного языка(ов) определяется требованиями законодательства.

c) Для облегчения понимания текст должен сопровождаться рисунками с надписями, позволяющими, например, идентифицировать органы ручного управления и определять места их расположения. Рисунки не допускается отделять от сопроводительного текста, и они должны иллюстрировать выполнение соответствующих операций.

d) Информация может быть представлена в виде таблиц, если это облегчает понимание. Таблицы должны быть расположены рядом с соответствующим текстом.

e) Допускается использование различных цветов, в частности для обозначения элементов, требующих быстрой идентификации.

f) При больших объемах в руководство по эксплуатации следует включать оглавление и/или алфавитный (предметный) указатель.

g) Инструкции по безопасности, предусматривающие немедленные действия, следует предоставлять в форме, доступной для оператора.

6.4.5.3 Рекомендации по составлению и изданию информации для пользователей

a) Относительно модели: информация должна относиться к машинам конкретной модели.

b) Принципы подачи информации: для достижения максимальной доходчивости при подготовке информации для пользователя необходимо придерживаться принципа «посмотри — обдумай — используй», а также соблюдать последовательность операций. Следует сформулировать вопросы «как?» и «почему?» и дать на них конкретные ответы.

c) Информация для пользователей должна быть по возможности простой и краткой, а при использовании новых терминов должны быть даны их четкие определения и, в случае необходимости, соответствующие единицы измерения.

d) Если известно, что машины будут использоваться непрофессионалами, то в этом случае инструкции должны быть написаны в форме, понятной для непрофессиональных пользователей. Если для безопасного использования машин требуются средства индивидуальной защиты, то должны быть даны четкие указания, что эта информация должна быть проставлена, например, на упаковке, а также на машинах; эта же информация должна быть размещена на видном месте в пунктах продажи машин.

e) Срок службы и доступность документов: документы, содержащие информацию для пользователей, должны быть изготовлены в виде, обеспечивающем их долговечность, то есть они должны выдерживать частое обращение к ним пользователей. Полезно маркировать такие документы грифом: «Хранить для многократного использования». Если информацию для пользователей хранят в электронном виде (например, на CD, DVD, магнитной ленте), то требующая немедленных действий информация по вопросам, связанным с обеспечением безопасности, должна быть продублирована в виде легкодоступной бумажной копии.

7 Документация по оценке и снижению риска

Документация по оценке риска должна показывать процедуру, которая использовалась, и результаты, которые были достигнуты. Эта документация отражает в соответствующих случаях:

a) оборудование, для которого была выполнена оценка (например, технические характеристики, предельные условия, назначение);

b) любые уместные предположения, которые были сделаны (например, касающиеся нагрузки, усилия, факторов безопасности);

c) идентифицированные факторы опасности и опасные ситуации, а также опасные события, рассматриваемые при оценке;

d) информация, на основании которой была проведена оценка риска (см. 5.2 настоящего стандарта):

1) используемые данные и их источники (например, статистические данные о несчастных случаях, опыт применения мер по снижению риска для подобного оборудования),

2) неопределенность, связанная с используемыми данными, и ее влияние на оценку риска;

e) цели, которые должны быть достигнуты с помощью мер по обеспечению безопасности;

f) защитные меры, реализованные в целях устранения идентифицированных факторов опасности или снижения риска.

Примечание — Следует привести ссылки на стандарты или иную техническую документацию, на основании которой были выбраны защитные меры;

g) остаточные риски, связанные с оборудованием;

h) результат окончательной оценки риска (см. рисунок 1);

i) любые документы, заполненные в процессе оценки риска.

Приложение А
(справочное)

Общее схематическое изображение машины

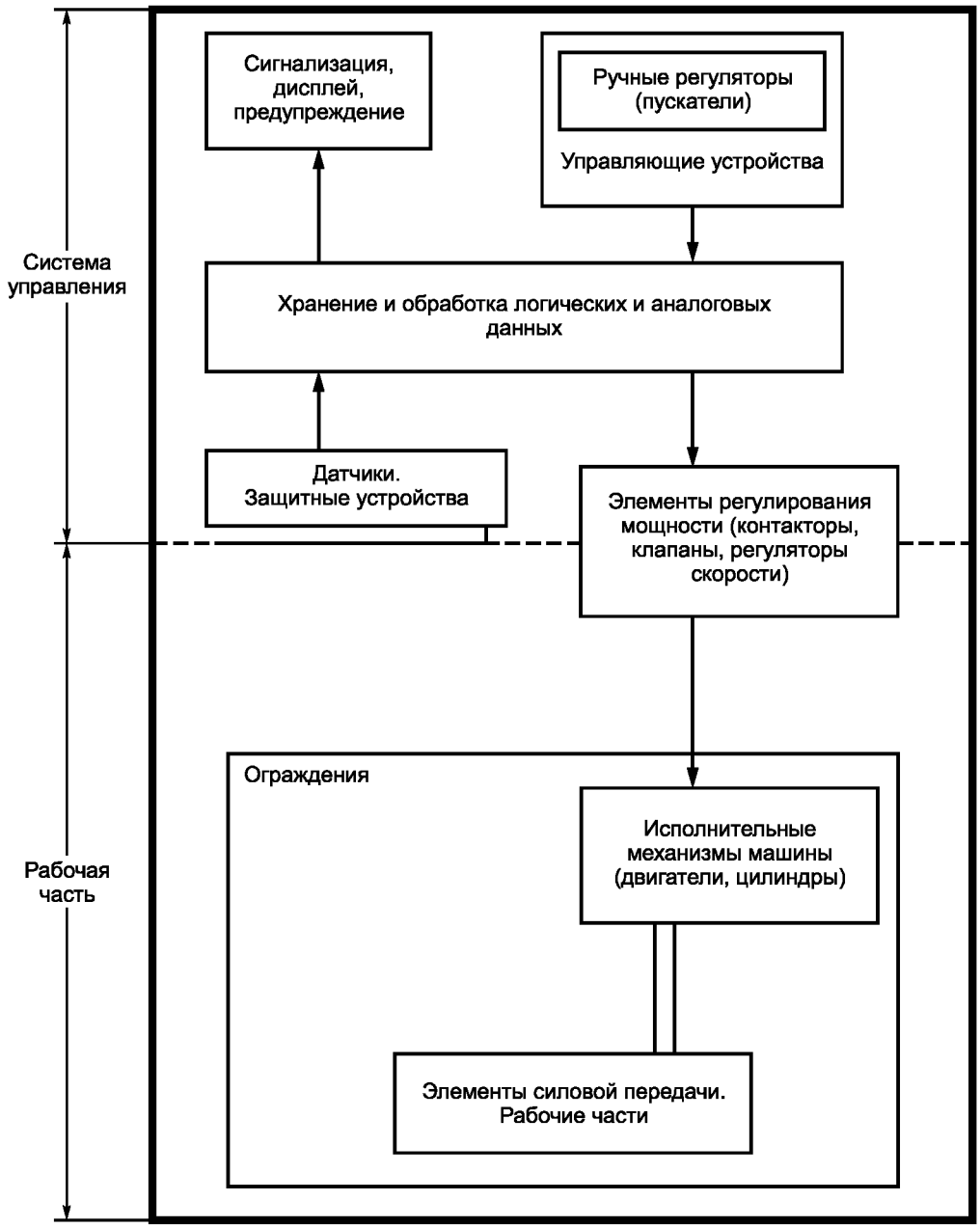


Рисунок А.1

Приложение В
(справочное)

Примеры опасностей, опасных ситуаций и опасных событий

В.1 Общие положения

В настоящем приложении приведены в виде отдельных таблиц примеры опасностей (см. таблицы В.1 и В.2), опасных ситуаций (см. таблицу В.3) и опасных событий (см. таблицу В.4). Настоящее приложение вносит ясность в эти понятия и призвано помочь лицам, выполняющим оценку риска, идентифицировать опасности (см. 5.4 настоящего стандарта).

Список опасностей, опасных ситуаций и опасных событий, приведенных в настоящем приложении, не является исчерпывающим и не классифицирует опасности по степени их серьезности. Таким образом, проектировщику следует идентифицировать и внести в документацию любую другую опасность, опасную ситуацию или опасное событие, связанные с машиной.

В.2 Примеры опасностей

В таблице В.1 опасности объединены по принадлежности к определенному типу (механические опасности, электрические опасности и т. п.). Более подробные сведения приведены в двух дополнительных графах, которые содержат информацию об источнике опасности и ее возможных последствиях.

В зависимости от того, насколько подробное описание требуется при идентификации опасности, следует учитывать данные одной или более граф таблицы В.1. В некоторых случаях данных, приведенных в одной из граф таблицы В.1, достаточно, особенно, когда опасности сконцентрированы в одной рабочей зоне и к ним могут применяться одинаковые защитные меры. При выборе учитываемой графы следует помнить о том, что является более значимым для выбора подходящих защитных мер — источник опасности или ее последствия. Тем не менее все опасности должны быть внесены в документацию, даже если кажется, что риск, связанный с ними, в достаточной степени снижен с помощью защитных мер, предпринятых для снижения риска, связанного с другой опасностью. В противном случае опасность, не отраженная в документации, может быть не учтена, если ее риск существенно снижен при понижении риска другой опасности.

Если при описании опасности используется более одной графы таблицы В.1, следует выбирать нужные значения, а не следовать таблице построчно. Следует подбирать и использовать в описании наиболее подходящие определения. Например:

- раздавливание движущимися элементами;
- раздавливание из-за потери машиной или ее частями устойчивости;
- электрошок или повреждение электрическим током из-за того, что части электрооборудования стали токоведущими в результате неисправности;
- долговременная потеря слуха из-за длительного шумового воздействия при штамповке деталей;
- респираторные заболевания, вызванные вдыханием токсичных веществ;
- нарушения мускульно-скелетных функций в результате неудобного положения тела и часто повторяемых одинаковых движений;
- ожог, полученный в результате контакта с материалами, имеющими высокую температуру;
- дерматит, вызванный контактом кожи (воздействие на кожу) с токсичными материалами.

Таблица В.1

Тип или группа	Примеры опасностей		Номер пункта, подпункта настоящего стандарта
	Источник[a)]	Возможные последствия[b)]	
Механические опасности	- ускорение или замедление; - заостренные части; - сближение движущихся частей с неподвижными; - режущие части; - пружинящие элементы; - падающие объекты; - сила тяжести; - высота от поверхности; - высокое давление; - неустойчивость; - кинетическая энергия; - передвижение машины; - движущиеся элементы; - вращающиеся элементы;	- попадание под машину; - отбрасывание в сторону; - раздавливание; - разрез или разрыв; - затягивание или захват; - запутывание; - повреждение от трения или абразивного воздействия; - удар; - попадание жидкости под кожу; - рассечение; - опасность поскользнуться, споткнуться и упасть; - колотые раны, проколы; - удушение	6.2.2.1 6.2.2.2 6.2.3, перечисление a) 6.2.3, перечисление b) 6.2.6 6.2.10 6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.5.2 6.3.5.4 6.3.5.5 6.3.5.6

Продолжение таблицы В.1

Тип или группа	Примеры опасностей		Номер пункта, подпункта настоящего стандарта
	Источник[a)]	Возможные последствия[b)]	
Механические опасности	- неровная или скользкая поверхность; - острые углы; - накопленная энергия; - вакуум		6.4.1 6.4.3 6.4.4 6.4.5
Электрические опасности	- электрическая дуга; - электромагнитные явления; - электростатические явления; - токоведущие части; - приближение людей к токоведущим частям под высоким напряжением; - перегрузка; - части, ставшие токоведущими в результате неисправности; - короткое замыкание; - тепловое излучение	- ожог; - химическое воздействие; - воздействие на медицинские импланты; - поражение электрическим током; - падение, отбрасывание; - пожар; - выброс расплавленных частиц; - шок	6.2.9 6.3.2 6.3.3.2 6.3.5.4 6.4.4 6.4.5
Термические опасности	- взрыв; - пламя; - предметы либо материалы с экстремально высокой или низкой температурой; - излучение источников тепла	- ожог; - обезвоживание; - неприятные ощущения; - обморожение; - воздействие излучения источников тепла; - ошпаривание	6.2.4, перечисление b) 6.2.8.4 6.3.2.7 6.3.3.2, перечисление a) 6.3.4.5
Опасности от шума	- образование пустот; - система выброса отработанных газов; - быстрая утечка газа; - производственный процесс (штамповка, резка и т. п.); - движущиеся части; - трущиеся поверхности; - несбалансированные вращающиеся части; - пневматическое оборудование, работающее со свистом; - изношенные части	- неприятные ощущения; - ослабление внимания; - потеря равновесия; - долговременная потеря слуха; - стресс; - звон в ушах; - усталость; - прочие последствия (например, в результате механических или электрических опасностей), наступившие из-за создания помех речевым сообщениям, восприятию звуковых сигналов	6.2.2.2 6.2.3, перечисление c) 6.2.4, перечисление c) 6.2.8.4 6.3.1 6.3.3.2, перечисление a) 6.3.4.2 6.4.3 6.4.5.1, перечисление c)
Опасности от вибрации	- образование пустот; - нарушение центровки движущихся частей; - переносное оборудование; - трущиеся поверхности; - несбалансированные вращающиеся части; - вибрирующее оборудование; - изношенные части	- неприятные ощущения; - боль в поясничном отделе спины; - неврологические расстройства; - заболевания костей и суставов; - травмирование позвоночника; - нарушение работы сосудов	6.2.2.2 6.2.3.8, перечисление c) 6.2.8.4 6.3.3.2, перечисление a) 6.3.4.3 6.4.5.1, перечисление c)
Опасности, вызванные излучением	- источник ионного излучения; - низкочастотное электромагнитное излучение; - оптическое излучение (инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое), в том числе лазерное; - радиочастотное электромагнитное излучение	- ожог; - повреждение глаз и кожи; -воздействие на репродуктивную систему; - мутации; - головная боль, бессонница и т. п.	6.2.2.2 6.2.3, перечисление c) 6.3.3.2, перечисление a) 6.3.4.5 6.4.5.1, перечисление c)

Окончание таблицы В.1

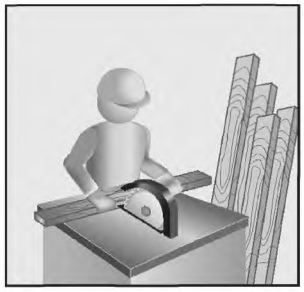
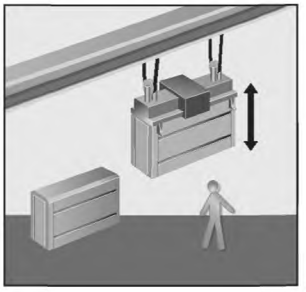
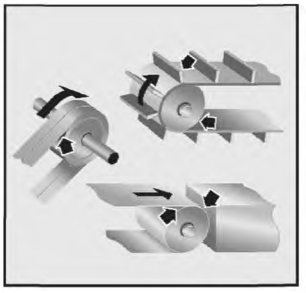
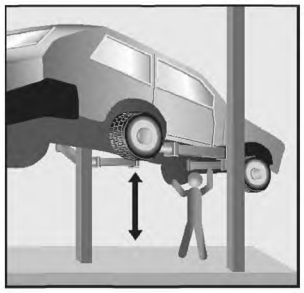
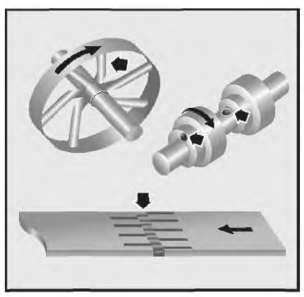
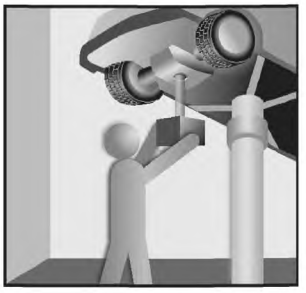
Тип или группа	Примеры опасностей		Номер пункта, подпункта настоящего стандарта
	Источник[a]	Возможные последствия[b]	
Опасности, вызванные материалами и веществами	- аэрозоли; - биологические и микробиологические (вирусные или бактериальные) возбудители; - легковоспламеняющиеся материалы; - пыль; - взрывчатые вещества; - волокнистые материалы; - огнеопасные материалы; - жидкости; - испарения; - газ; - дымка; - окислители	- затруднение дыхания, удушье; - рак; - окисление; - воздействие на репродуктивную систему; - взрыв; - пожар; - инфекция; - мутация; - отравление; - аллергические реакции	6.2.2.2 6.2.3, перечисление b) 6.2.3, перечисление c) 6.2.4, перечисление a) 6.2.4, перечисление b) 6.3.1 6.3.3.2, перечисление a) 6.3.4.4 6.4.5.1, перечисление c) 6.4.5.1, перечисление g)
Опасности, связанные с несоблюдением эргономических принципов при конструировании машин	- затрудненный доступ; - неадекватная конструкция или расположение устройств визуальной индикации; - неадекватная конструкция, расположение или идентификация органов ручного управления; - чрезмерные усилия; - колеблющийся свет, вспышки, затемнение, стробоскопический эффект; - недостатки местного освещения; - умственная перегрузка или недостаточная нагрузка; - неудобная поза; - часто повторяющиеся одинаковые движения; - неадекватный обзор	- неприятные ощущения; - усталость; - нарушение мускульно-скелетных функций; - стресс; - прочие последствия (например, механические или электрические опасности), вызванные ошибками, совершенными человеком	6.2.2.1 6.2.7 6.2.8 6.2.11.8 6.3.2.1 6.3.3.2, перечисление a)
Опасности, связанные с окружающей средой, в которой эксплуатируется машина	- пыль и пониженная видимость; - электромагнитные возмущения; - молния; - влажность; - выбросы в атмосферу; - снег; - температурный режим; - вода; - ветер; - недостаток кислорода	- ожог; - легкое недомогание; - опасность поскользнуться и упасть; - удушье; - все прочие последствия воздействия данных источников опасности на машину или ее части	6.2.6 6.2.11.1, перечисление a) 6.3.2.1 6.4.5.1, перечисление b)
Сочетание опасностей	- например, часто повторяющиеся одинаковые движения + чрезмерные усилия + высокая температура окружающей среды	- например, обезвоживание, ослабление внимания, тепловой удар	—

[a] Один потенциальный источник опасности может иметь множественные последствия.

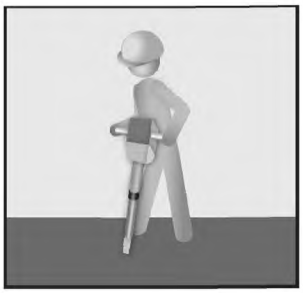
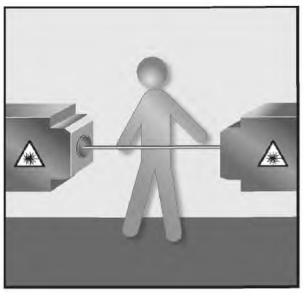
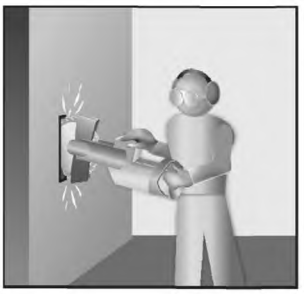
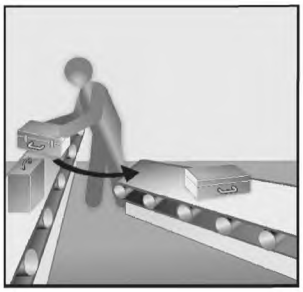
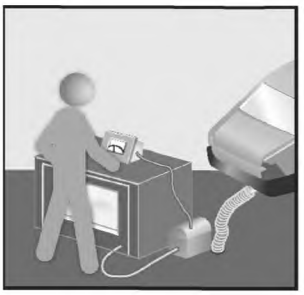
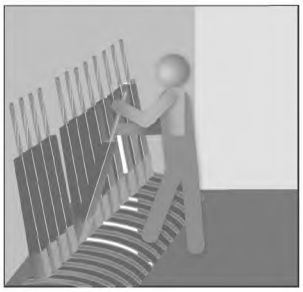
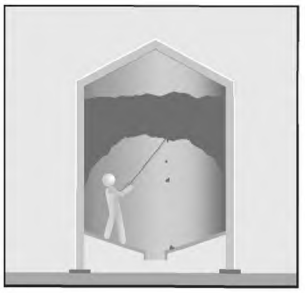
[b] Возможные последствия, указанные в каждой группе или типе опасностей, могут быть связаны с более чем одним источником опасности.

Таблица В.2 является вспомогательной по отношению к таблице В.1 и содержит примеры типичных опасностей. Каждый указанный источник опасности связан с возможными существенными последствиями. Порядок, в котором приведены потенциальные последствия, не связан с их серьезностью.

Таблица В.2

Опасность		Опасность	
	Источник: режущие части. Возможные последствия: - разрез; - разрыв		Источник: падающие объекты. Возможные последствия: - раздавливание; - удар
	Источник: движущиеся элементы. Возможные последствия: - раздавливание; - удар; - рассечение		Источник: движущиеся элементы (три примера). Возможные последствия: - повреждение от трения или абразивного воздействия; - удар
	Источник: сила тяжести, неустойчивость Возможные последствия: - раздавливание; - попадание под машину		Источник: сближение движущихся частей с неподвижными. Возможные последствия: - раздавливание; - удар
	Источник: вращающиеся или движущиеся элементы (три примера) Возможные последствия: - запутывание; - разрыв		Источник: движущиеся элементы. Возможные последствия: - раздавливание; - повреждение от трения или абразивного воздействия; - удар; - разрыв
	Источник: токоведущие части. Возможные последствия: - электрошок; - ожог; - прокол; - ошпаривание		Источник: предметы либо материалы с экстремально высокой или низкой температурой. Возможные последствия: - ожог

Окончание таблицы В.2

Опасность		Опасность	
	Источник: вибрирующее оборудование. Возможные последствия: - заболевания костей и суставов; - нарушение работы сосудов		Источник: производственный процесс, сопровождающийся шумом. Возможные последствия: - усталость; - ослабление слуха; - ослабление внимания; - стресс
	Источник: лазерный луч. Возможные последствия: - ожог; - повреждение глаз и кожи		Источник: выброс пыли. Возможные последствия: - затруднение дыхания; - взрыв; - потеря зрения
	Источник: неудобная поза. Возможные последствия: - неприятные ощущения; - усталость; - нарушение мускульно-скелетных функций		Источник: испарения. Возможные последствия: - затруднение дыхания; - раздражение; - отравление
	Источник: неудобное расположение органов управления. Возможные последствия: - любые, вызванные ошибками, совершенными человеком; - стресс		Источник: сила тяжести (большие массы плотного материала). Возможные последствия: - обрушение, падение; - раздавливание; - обвал/оседание; - удушье; - заклинивание/застревание

В.3 Примеры опасных ситуаций

Опасные ситуации — это такие обстоятельства, в которых человек подвергается одной или нескольким опасностям. Такая ситуация часто связана с выполнением какой-либо задачи с помощью машины.

Вот несколько примеров опасных ситуаций:

a) работа рядом с движущимися частями;

b) попадание в зону выбрасываемых частей;

c) работа под грузом;

d) работа рядом с объектами или материалами, обладающими экстремально низкой или высокой температурой;

e) ситуация, когда рабочий находится под воздействием шумовых факторов.

На практике опасные ситуации часто описываются при помощи названий задач или названий процесса выполнения задач, например: ручная подача материала в станок и выгрузка готовых изделий, устранение неисправностей под напряжением и т. п.

При описании опасной ситуации важно четко определить ее при помощи всей доступной информации (выполняемая задача, тип опасности, опасная зона).

В таблице В.3 приведен список задач, выполнение которых может привести к возникновению опасной ситуации из-за воздействия одной или более опасностей, указанных в таблице В.1.

Таблица В.3

Этапы эксплуатации машины	Возможные задачи
Транспортирование	- подъем; - погрузка; - упаковывание; - перевозка; - разгрузка; - вскрытие упаковки
Сборка и установка. Ввод в эксплуатацию	- наладка машины и ее компонентов; - сборка машины; - подсоединение к системе утилизации (например, выхлопная система, канализация); - подключение к источнику питания (например, источник электропитания, сжатый воздух); - демонстрация работы; - залив, наполнение, подача вспомогательных жидкостей (например, смазочно-охлаждающая жидкость, густая смазка, клей); - огораживание; - крепление, анкеровка; - подготовка к установке (например, подготовка фундамента, виброизоляции); - прогон машины без нагрузки; - тестирование; - испытания нагрузкой или с максимальной нагрузкой
Настройка. Обучение методом программирования. Программирование и/или смена режима	- наладка и установка защитных устройств и прочих компонентов; - настройки и выставление или подтверждение значений функциональных параметров машины (например, скорость, давление, мощность, предельное передвижение); - крепление и фиксация деталей; - подача, наполнение и загрузка сырьевых материалов; - проверка работоспособности, испытания; - монтаж или замена инструмента, настройка инструмента; - подтверждение программных данных; - проверка готовой продукции
Работа	- крепление и фиксация деталей; - контроль/проверка; - управление машиной; - подача, наполнение и загрузка сырьевых материалов; - незначительное изменение и установка значений функциональных параметров машины (например, скорость, давление, мощность, предельное передвижение); - незначительные вмешательства оператора во время производственного процесса (например, удаление отработанных материалов, устранение застревания, очистка деталей); - управление вручную; - повторный запуск после остановки или приостановки работы машины; - технический контроль; - проверка готовой продукции
Очистка. Техническое обслуживание	- настройка; - очистка, дезинфекция; - демонтаж/удаление частей, компонентов, приборов машины; - вспомогательные работы; - изоляция и рассеивание энергии; - смазка;

Окончание таблицы В.3

Этапы эксплуатации машины	Возможные задачи
Очистка. Техническое обслуживание	- замена инструмента; - замена изношенных деталей; - перезагрузка; - долив жидкостей; - проверка частей, компонентов, приборов машины
Обнаружение и устранение неисправностей	- настройка; - демонтаж/удаление частей, компонентов, приборов машины; - обнаружение неисправностей; - изоляция и рассеивание энергии; - устранение последствий неисправностей органов управления и защитных устройств; - устранение последствий застревания; - ремонт; - замена частей, компонентов, приборов машины; - помощь людям, захваченным машиной; - перезагрузка; - проверка частей, компонентов, приборов машины
Вывод из эксплуатации. Демонтаж	- отключение и рассеивание энергии; - демонтаж; - подъем; - погрузка; - упаковывание; - перевозка; - разгрузка
Примечание — Эти задачи могут касаться всей машины или только некоторых ее частей.	

В.4 Примеры опасных событий

В таблице В.4 приведены примеры опасных событий, которые могут произойти в зоне работы машины.

Опасное событие может быть вызвано различными причинами. Например, соприкосновение с движущимися частями по причине неожиданного пуска может произойти из-за случайной активации органов управления или неисправности системы управления.

Каждая такая причина может являться, в свою очередь, результатом другого события или ряда событий (цепи событий).

Таблица В.4

Факторы, с которыми связано опасное событие	Опасное событие	Номер пункта, подпункта настоящего стандарта
Форма и/или недостаточная обработка поверхностей доступных частей машины	- соприкосновение с необработанными поверхностями; - соприкосновение с острыми углами и гранями, выступающими частями	6.2.2.1
Движущиеся части машины	- контакт с движущимися частями; - контакт с вращающимися открытыми краями	6.2.2, 6.2.12, 6.2.5 6.3.1—6.3.3 6.3.5.2—6.3.5.4 6.4.3—6.4.5
Кинетическая энергия и/или скрытая энергия (сила тяжести) машины, частей машины, инструмента и материалов, используемых, обрабатываемых, имеющих отношение к производственному процессу	- падение или выброс объектов	6.2.3, 6.2.5 6.2.10–6.2.12 6.3.2.1, 6.3.2.2 6.3.2.7 6.3.3 6.3.5.2, 6.3.5.4, 6.3.5.5 6.4.4, 6.4.5

Продолжение таблицы В.4

Факторы, с которыми связано опасное событие	Опасное событие	Номер пункта, подпункта настоящего стандарта
Устойчивость машины и/или частей машины	- потеря устойчивости	6.2.3, перечисления a) и b) 6.2.6 6.3.2.6, 6.3.2.7 6.4.3 — 6.4.5
Механическая непрочность частей машины, инструмента и т. п.	- поломка во время работы	6.2.3, перечисления a) и b) 6.2.11, 6.2.13 6.3.2, 6.3.2.7 6.3.3.1 — 6.3.3.3 6.3.5.2, 6.4.4, 6.4.5
Пневматическое, гидравлическое оборудование	- смещение движущихся элементов; - выброс жидкостей, находящихся под высоким давлением; - случайные передвижения	6.2.3, перечисления a) и b) 6.2.10, 6.2.13, 6.3.2.7 6.3.3.1—6.3.3.3 6.3.5.4, 6.4.4, 6.4.5
Электрооборудование	- прямой контакт; - пробой; - электрическая дуга; - пожар; - непрямой контакт; - короткое замыкание	6.2.4, перечисление a) 6.2.9, 6.2.12 6.3.2, 6.3.3 6.3.5.4 6.4.4, 6.4.5.5
Система управления	- падение или выброс движущейся части машины или обрабатываемой детали, удерживаемой машиной; - невозможность остановки движущихся частей; - работа машины в результате остановки действия защитных устройств (в результате отказа или намеренного их отключения); - неконтролируемые движения (в том числе изменение скорости); - непреднамеренный/неожиданный пуск; - прочие опасные события, возникающие по причине отказа либо ошибочного проектирования системы управления	6.2.5 6.2.11—6.2.13 6.3.5.2—6.3.5.4 6.4.3—6.4.5
Материалы, вещества, физические факторы (температура, шум, вибрация, излучение и окружающая среда)	- контакт с объектами, имеющими чрезмерно высокую или низкую температуру; - выброс потенциально опасных веществ; - уровень шума, представляющий потенциальную опасность; - уровень шума, который может создать помехи речевым сообщениям, восприятию звуковых сигналов; - уровень вибрации, представляющий потенциальную опасность; - потенциально опасное излучение; - суровые природные условия	6.2.2.2 6.2.3, перечисление c) 6.2.4 6.3.1 6.3.3.2 6.3.4 6.4.3—6.4.5

Окончание таблицы В.4

Факторы, с которыми связано опасное событие	Опасное событие	Номер пункта, подпункта настоящего стандарта
Неправильная проектировка рабочего места и/или производственного процесса	- чрезмерные усилия; - ошибки, совершаемые человеком/неправильное поведение (непреднамеренно и/или специально спровоцированные конструкцией); - утрата прямой видимости в рабочей зоне; - утомительное и причиняющее боль положение тела; - часто повторяющиеся одинаковые движения	6.2.2.1 6.2.7, 6.2.8 6.2.11.8 6.3.5.5, 6.3.5.6 6.4.3—6.4.6

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов Российской Федерации международным и европейскому региональному стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р ЕН 614-1–2003	IDT	ЕН 614-1:1995 «Безопасность машин и механизмов. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Терминология и основные принципы»
ГОСТ Р ИСО 9355-1–2009	IDT	ИСО 9355-1:1999 «Эргономические требования к конструкции дисплеев и органов управления. Часть 1. Взаимодействие пользователя с дисплеями и органами управления»
ГОСТ Р ИСО 10075–2011	IDT	ИСО 10075:1991 «Эргономические принципы, относящиеся к нагрузке при умственной деятельности. Общие термины и их определения»
ГОСТ Р ИСО 10075-2–2009	IDT	ИСО 10075-2:1996 «Эргономические принципы, относящиеся к нагрузке при умственной деятельности. Часть 2. Принципы расчета»
ГОСТ Р ИСО 13849-1–2003	IDT	ИСО 13849-1:1999 «Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы проектирования»
ГОСТ Р ИСО 14122-3–2009	IDT	ИСО 14122-3:2001 «Безопасность машин. Постоянные средства доступа к машинам. Часть 3. Трапы, приставные лестницы и перила»
ГОСТ Р МЭК 60079-11–2010	IDT	МЭК 60079-11:2011 «Взрывоопасные атмосферы. Часть 11. Защита оборудования встроенным средством обеспечения безопасности «i»
ГОСТ Р МЭК 60204-1–2007	IDT	МЭК 60204-1:2005 «Безопасность машин и механизмов. Электрооборудование промышленных машин. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ Р МЭК 61508-1–2007	IDT	МЭК 61508-1:1998 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ Р МЭК 61508-3–2007	IDT	МЭК 61508-3:1998 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

Библиография

[1] Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. — О промышленной безопасности опасных производственных объектов

[2] Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. — О техническом регулировании

[3] Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. — Об охране окружающей среды

[4] Технический регламент о безопасности машин и оборудования

[5] *Тарасьев Ю.И., Грозовский И.Г., Шпер В.Л.* Безопасность технических устройств: основные понятия // Методы менеджмента качества. — № 6. — 2009

[6] РД 03-418–01 — Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов

[7] ПБ 03-583–03 — Правила разработки, изготовления и применения мембранных предохранительных устройств

УДК 621 ОКС 13.110

Ключевые слова: принципы обеспечения безопасности, проектирование, риск, анализ риска, руководство по эксплуатации, требования к безопасности.

Редактор *В. А. Бучунова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Л. Я. Митрофанова*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Сдано в набор 04.02.2014. Подписано в печать 17.04.2014. Формат $60\times84^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 5,80. Тираж 61 экз. Зак. 201.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru