|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО**  **ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ** | | |
| https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/1328466/pub_5b5711f4594dd500a974b506_5b5712f550919400ac55f536/scale_2400 | **НАЦИОНАЛЬНЫЙ**  **СТАНДАРТ**  **РОССИЙСКОЙ**  **ФЕДЕРАЦИИ** | **ГОСТ Р**  **—**  **202**  **(ISO/ASTM 52931:2023)** |

**Аддитивные технологии**

**КОМПОЗИЦИИ МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ**

**Требования безопасности**

**(ISO/ASTM 52931:2023, Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — General principles for use of metallic materials, MOD)**

**Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения**

**Москва**

**Российский институт стандартизации**

**2023**

**Предисловие**

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Русатом – Аддитивные технологии» (ООО «РусАТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 182 «Аддитивные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_\_\_\_

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO/ASTM 52931:2023 «Аддитивное производство металлических изделий. Промышленная безопасность, охрана труда и окружающей среды. Общие принципы использования металлических материалов» (ISO/ASTM 52931:2023 «Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — General principles for use of metallic materials», MOD) путем внесения дополнительных структурных элементов, выделенных в тексте курсивом, направленных на учет сложившейся отечественной практики в области аддитивных технологий. В стандарт не включены отдельные структурные элементы и положения, которые являются справочными и не содержат информацию, необходимую для включения в национальный стандарт. Оригинальный текст элементов, не включенных в основную часть настоящего стандарта, приведен в дополнительном приложении ДА.

В настоящем стандарте ссылки на международные стандарты заменены на соответствующие межгосударственные и национальные стандарты Российской Федерации, подробные сведения о замене приведены в дополнительном приложении ДБ.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе национальных стандартов

5 ВВЕДЕН впервые

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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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 |  |
| 2 | Нормативные ссылки |  |
| 3 | Термины и определения |  |
| 4 | Сокращения |  |
| 5 | Методология оценки риска |  |
| 6 | Исходные данные для оценки риска |  |
| 7 | Оценка риска |  |
|  | 7.1 Идентификация опасностей |  |
|  | 7.2 Документация, содержащая информацию об опасностях |  |
|  | 7.3 Идентификация сценариев воздействия |  |
|  | 7.4 Характеристика и категоризация риска |  |
| 8 | Разработка предупреждающих и защитных мер |  |
|  | 8.1 Общие положения |  |
|  | 8.2 Предупреждающие и защитные меры на рабочих местах |  |
|  | 8.3 Предупреждающие и защитные меры при реализации аддитивного технологического процесса |  |
|  | 8.4 Организационные защитные и предупреждающие меры |  |
|  | 8.5 Защитные и предупреждающие меры при обращении с отходами |  |
| Приложение ДА (справочное) Оригинальный текст не включенных структурных элементов | |  |
| Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте | |  |

|  |
| --- |
| **НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** |
| **Аддитивные технологии**  **Композиции металлопорошковые**  **Требования безопасности**  Additive technologies. Metal powder compositions. Safety requirements |

**Дата введения — 202 — —**

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает руководство по оценке рисков и рекомендации по разработке и применению предупреждающих и защитных мер, связанных с использованием для аддитивного производства металлопорошковых композиций.

В настоящем стандарте рассмотрены риски, касающиеся всех этапов производственного процесса, включая обращение с отходами.

Настоящий стандарт не содержит требования к проектированию аддитивных установок и оборудования, используемом в аддитивном производстве.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

*ГОСТ ISO 12100-2013 Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска*

*ГОСТ ISO 14116-2016 Система стандартов безопасности труда. Одежда и материалы для защиты от тепла и пламени. Ограниченное распространение пламени. Требования к огнестойкости*

*ГОСТ IEC 60079-10-2 Взрывоопасные среды. Часть 10-2. Классификация зон. Взрывоопасные пылевые среды*

*ГОСТ 12.4.253-2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз и лица. Общие технические требования*

***Проект, первая редакция***

*ГОСТ 12.4.254-2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия*

*ГОСТ 26319 Грузы опасные. Упаковка*

*ГОСТ 27331 Пожарная техника. Классификация пожаров*

*ГОСТ 31610.10-1 (IEC 60079-10-1:2020) Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды*

*ГОСТ 32419 Классификация опасности химической продукции. Общие требования*

*ГОСТ 34634 Порошки огнетушащие специального назначения. Общие технические требования. Методы испытаний*

*ГОСТ Р ИСО 11611 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла при сварочных и аналогичных работах. Технические требования*

*ГОСТ Р 12.4.233-2023 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Термины, определения, обозначения*

*ГОСТ Р 57479 Грузы опасные. Маркировка*

*ГОСТ Р 57558/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения*

*ГОСТ Р 59035-2020 Аддитивные технологии. Металлопорошковые композиции. Общие требования*

*ГОСТ Р 59123-2020 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Общие требования и классификация*

3. Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57558

4. Сокращения

4.1 В настоящем стандарте используют следующие сокращения:

ПВУ – приточно-вытяжная установка

СГС – согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ

СИЗ – средства индивидуальной защиты

МПК – металлопорошковые композиции

5. Методология оценки риска

**5.1 Общие положения**

Метод оценки рисков, приведенный в настоящем стандарте, позволяет пользователю оценить риски, связанные с промышленной безопасностью и охраной труда и окружающей среды с учетом следующих факторов:

— используемые МПК;

— используемый аддитивный технологический процесс;

— условия монтажа системы аддитивного производства;

— передовая практика и наработанный опыт.

Метод оценки рисков основан на оценке физических опасностей (например, пожара и взрыва), опасностей для здоровья оператора или потенциально подверженных воздействию третьих лиц, а также опасностей для окружающей среды. Общий подход к оценке рисков и осуществлению предупреждающих мер приведен на рисунке 1 и детализирован в таблице 1.

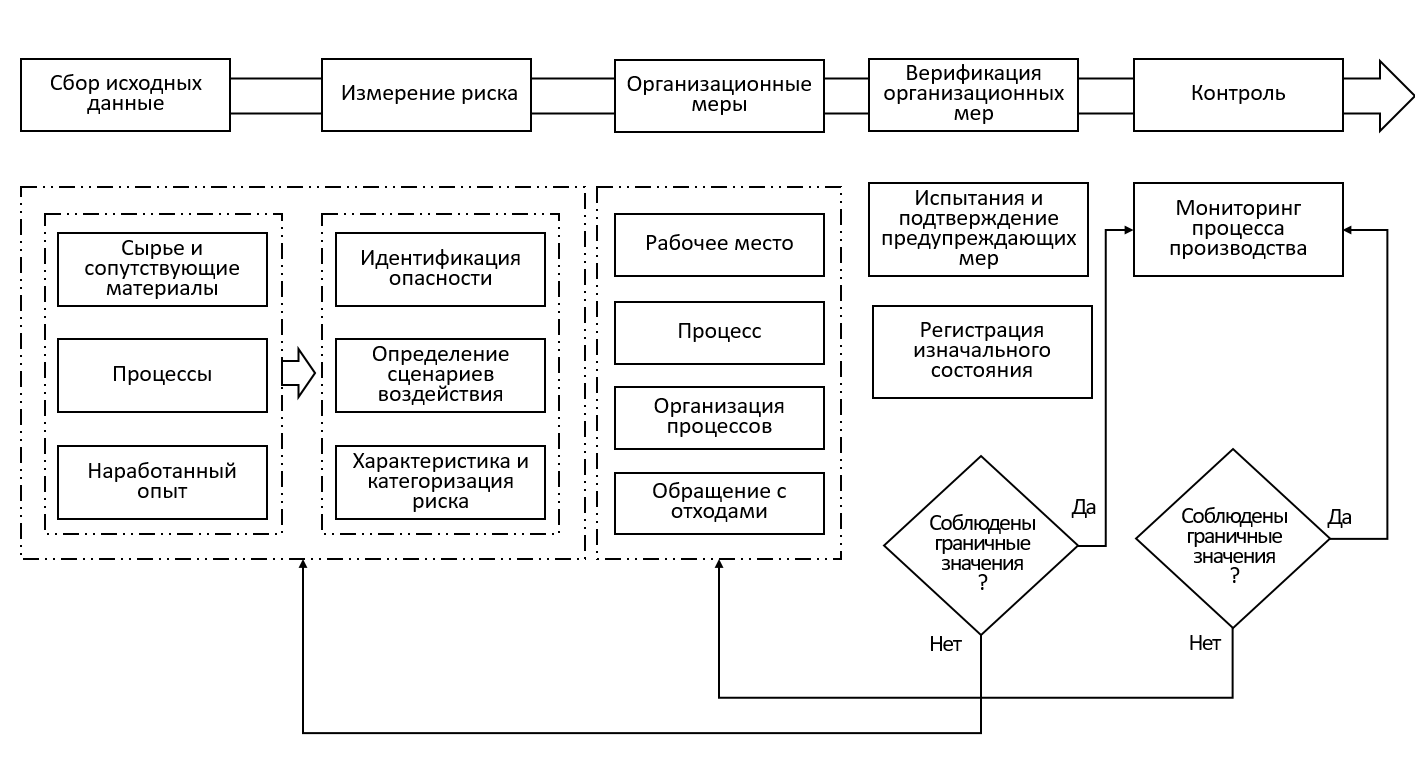


Рисунок 1 – Общий подход к оценке рисков и осуществлению предупреждающих и защитных мер

Таблица 1 — Описание этапов оценки и предупреждения рисков

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Основной этап | Рассматриваемый аспект | Учитываемые факторы и мероприятия |
| Сбор исходных данных | Сырье и сопутствующие материалы | Паспорта безопасности химической продукции, информация о классификации, токсичности и гранулометрическом составе, методические руководства, действующие нормативные правовые документы |
| Процесс | Основные средства (помещения и оборудование), предназначенные для хранения, транспортировки и обработки сырья |
| Наработанный опыт | Результаты измерений и анализов, медицинских осмотров, отчеты об инцидентах, мониторинг и контроль технологических процессов |
| Оценка риска | Идентификация опасности | Выявление опасностей, присущих сырью и сопутствующим материалам, образующимся на различных стадиях процесса или при различных сценариях воздействия |
| Определение сценариев воздействия | Определение на различных этапах процесса ситуаций, при которых осуществляется или может осуществляться воздействие, включая случайное воздействие |
| Характеристика и категоризация риска | Характеристика и категоризация рисков для здоровья человека, промышленной безопасности и окружающей среды |
| Верификация организационных мероприятий | Рабочее место | Организация рабочего места, характеристики ограждений, воздушные потоки/вентиляция, возможности мониторинга воздуха |
| Процесс | Сырье, оборудование, эффективность улавливания загрязненного воздуха, герметизация, степень фильтрации, уровень надежности средств обнаружения, средства контроля, категории риска взрывоопасности |
| Организация процессов | Описания процессов, последовательность производственных операций, уровень подготовки персонала, СИЗ, медицинские осмотры, мониторинг помещений и оборудования |
| Обращение с отходами | Сбор, хранение и утилизация отходов. Предотвращение и обеспечение локализации утечек |
| Верификация защитных и профилактических мер | Регистрация исходного состояния | Измерение параметров окружающей среды |
| Мониторинг, анализ и подтверждение эффективности предупреждающих мер | Отбор проб, контроль качества воздуха, проверка чистоты поверхностей, контроль достаточности мер |

*Окончание таблицы 1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Основной этап | Рассматриваемый аспект | Учитываемые факторы и мероприятия |
| Контроль | Мониторинг процесса производства | Мониторинг и управление изменениями рабочего места/процесса/организации процессов, контроль выполнения требований законодательства и требований технологического процесса, отбор проб, контроль качества воздуха, определение зоны загрязнения |

5.2 Оценка риска, связанного с воздействием химических веществ

Этапы оценки и контроля риска воздействия химических веществ приведены на рисунке 2.

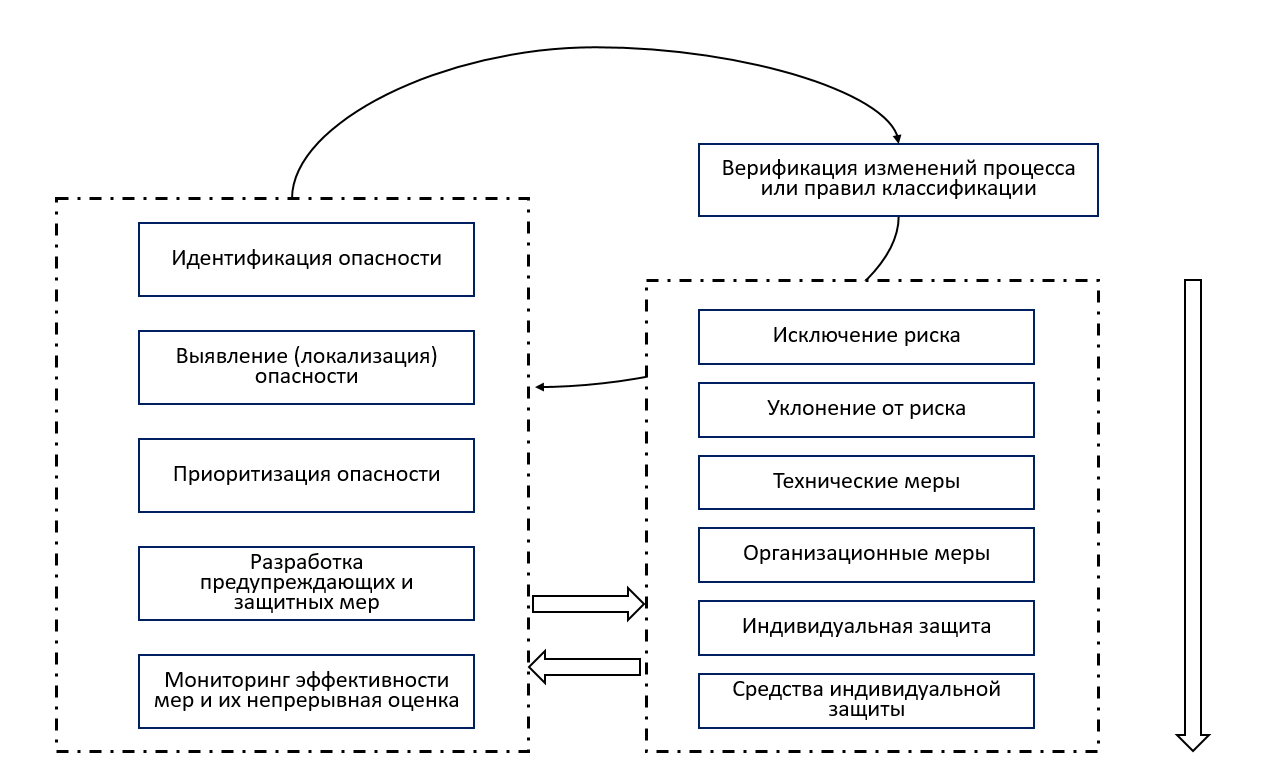


Рисунок 2 – Этапы оценки и контроля риска воздействия химических веществ

**6. Исходные данные для оценки риска**

**6.1 Общие положения**

При оценке риска необходимо учитывать действующее нормативные правовые документы в области промышленной безопасностью, охраны труда и окружающей среды.

**6.2 Сырье и сопутствующие материалы**

6.2.1 Паспорт безопасности химической продукции

*Паспорт безопасности* *химической продукции (далее – паспорт безопасности) является обязательной составной частью технической документации на химическую продукцию и предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией о безопасности применения, хранения, транспортирования и ликвидации химической продукции.*

*Паспорт безопасности должен быть включен в состав сопроводительной документации на МПК.*

*Требования к паспорту безопасности химической продукции установлены в ГОСТ 30333.*

6.2.2 Техническая документация

Техническая документация на МПК содержит информацию об основных характеристиках металлопорошковых композиций, в том числе информацию о гранулометрическом составе частиц. Основные характеристики металлопорошковых композиций указывают в соответствии *с приложением A ГОСТ Р 59035–2020.*

**6.3 Процесс**

6.3.1 Общие положения

Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание аддитивного и вспомогательного оборудования осуществляют в соответствии с эксплуатационной документацией. При проведении оценки рисков должны быть учтены следующие факторы: сырье, используемое аддитивное оборудование и оборудования для постобработки.

Рекомендуется при проведении оценки рисков привлекать производителя аддитивного оборудования и оборудования для постобработки, а также поставщика сырья.

6.3.2 Способы хранения и реализации

При регулярном использовании МПК следует обеспечить соблюдение действующих нормативных правовых документов в области использования опасной химической продукции. Должны быть рассмотрены, как минимум, следующие аспекты:

— идентификация МПК;

— место хранения;

— требования к хранению (соблюдение нормативных правовых документов, требований безопасности и требований обеспечения качества);

— требования к обращению с МПК;

— максимальный объем МПК для каждого процесса;

— используемое вспомогательное оборудование (влажные сепараторы, просеивающие устройства и т.д.);

— требования к содержанию помещений;

— требования к СИЗ.

**6.4 Передовая практика и наработанный опыт**

**6.4.1 Отчеты об инцидентах**

6.4.1.1 В случае инцидента, связанного с обращением МПК, организация должна проанализировать причины инцидента, его воздействие и последствия воздействия на здоровье людей и окружающую среду. По результатам анализа составляют отчет, в который рекомендуется включать следующие пункты:

— описание технологического процесса и используемого оборудования (информация о вводе оборудования в эксплуатацию, обрабатываемая продукция, условия эксплуатации при нормальном режиме функционирования, инструкции, регламенты, операции контроля, технического обслуживания, очистки и т.д);

— меры безопасности (профилактика, защита), инструкции, информация о квалификации и обучении персонала:

— подробности инцидента, контекст и хронология событий:

а) условия эксплуатации до и во время инцидента, состояние сырья, выявленные отклонения от нормы, рекомендации, последние вмешательства (техническое обслуживание, контроль, проведенные проверки, собеседования, работы, и др.);

b) хронология событий и действия по ликвидации последствий инцидента (задействованные участники, предпринятые меры, дата/время и т.д.), другие выявленные детали;

— характеристика последствий:

а) экспериментальное подтверждение для устранения сомнений (измерение, воспроизведение инцидента, оценка продукции);

b) оценка при помощи моделирования (например, пожар в зоне проведения работ по АП);

— рекомендации (способы предотвращения, обнаружения, защиты, организация деятельности).

**6.4.2 Управление технической и нормативной документацией**

6.4.2.1 Необходимо обеспечить доступность актуальных технических и/или нормативных документов, ознакомление работников с ними и внесение изменений в производственный процесс, для приведения в соответствие с актуальными версиями документов в максимально короткий и практически реализуемый срок после их публикации. *Ознакомление работников с документацией, имеющей отношение к безопасности деятельности, рекомендуется осуществлять под личную подпись.*

**6.4.3 Протоколы измерений и анализов**

6.4.3.1 Для первичной или повторной оценки риска используют результаты измерений, проводимых как при приемке оборудования, так и при его эксплуатации, а также историю изменений измеряемых параметров.

6.4.3.2 Если оценка риска показывает, что по крайней мере один сценарий воздействия предполагает превышение установленных в нормативных правовых документах значений предельно допустимых уровней воздействия, должны быть установлены и применяться способы контроля уровня воздействия.

Примечание — В настоящее время для аддитивного производства металлических изделий нет информации о распространенных ситуациях, требующих контроля уполномоченных органов, но такую возможность исключать нельзя.

**7. Оценка риска**

**7.1 Идентификация опасностей**

Все опасные химические вещества, *используемые или получающиеся в производственном процессе*, должны быть идентифицированы.

Подход к предупреждающим действиям, заключается в систематическом выявлении опасных химических веществ и любых ситуациях, при которых операторы и другой персонал могут подвергнуться их воздействию.

Примечание — Требования к обращению и хранению реакционноспособных и нереакционноспособных металлопорошковых композиций различны. Конкретные требования должны быть указаны в паспорте безопасности.

**7.2 Документация, содержащая информацию об опасностях**

7.2.1 Общие положения

7.2.1.1 Для рабочих мест на аддитивном производстве, а также мест хранения сырья настоятельно рекомендуется использовать карты химической безопасности.

Карты химической безопасности содержат в краткой и доступной форме информацию об охране труда и промышленной безопасности. Как правильно, карты химической безопасности включают информацию об опасностях химической продукции, необходимых СИЗ и действиях, которые необходимо предпринять в случае аварии.

Примечание — В некоторых странах использование карт химической безопасности (CSC) является обязательным требованием.

7.2.1.2 Для однокомпонентной химической продукции карты химической безопасности находятся в открытом доступе в базах данных, указанных в примечании ниже. Для сплавов и смесей рекомендуется, чтобы работодатель составил аналогичный по структуре и содержанию документ на основе информации, представленной в паспортах безопасности.

Примечание — В рамках проекта Международные карты химической безопасности (International Chemical Safety Cards, ICSC) была создана обширная база данных готовых к использованию документов. Данный проект является результатом сотрудничества между Международной организацией труда и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) при содействии Европейской комиссии. Более подробная информация приведена по следующей ссылке:

<https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>

<https://www.who.int/publications/m/item/international-chemical-safety-cardsleaflet>

<https://www.cdc.gov/niosh/ipcs/default.html>.

**7.2.2 Идентификация опасностей, связанных с обращением МПК**

7.2.2.1 Общие положения

При идентификации опасностей, связанных с обращением МПК, должны быть:

— рассмотрены и учтены требования нормативных правовых документов, касающиеся рассматриваемой продукции, места производства и использования;

— проведена идентификация опасностей, сопутствующих каждому металлическому элементу в сплаве и опасностей, сопутствующих сплаву данного вида.

Организация должна регулярно проверять актуальность паспорта безопасности химической продукции.

7.2.2.2 Идентификация опасной химической продукции

Идентификацию опасной химической продукции проводят на основании информации о классификации, указанной в паспортах безопасности. Паспорт безопасности включается в состав сопроводительной документации получаемых от поставщика. *Паспорт безопасности химической продукции составляют на русском языке.*

*Общие требования к классификации опасности химической продукции в соответствии с ГОСТ 32419.*

7.2.2.3 Опасности химической продукции в целом

Степень опасности химической продукции в целом (сведения о классификации опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007 и СГС) указывают в разделе 2 паспорта безопасности химической продукции.

Риск при воздействии химической продукции зависит от вида опасности (см. таблицу 3) и воздействия. Выделяют, как правило три способа воздействия химической продукции: вдыхание, попадание на кожу и проглатывание.

Как правило, основными путями профессионального воздействия металлов являются вдыхание (особенно для МПК), а также попадание на кожу (как для МПК, так и для проволоки).

Примечание — Существует большое количество ресурсов, содержащих информации о предельно допустимых уровнях воздействия химической продукции при попадании на кожу, но, как правило, информации недостаточно, и организация несет ответственность за надлежащий учет данного вида воздействия.

*При использовании в оценке риска международных баз данных, содержащих предельно допустимые уровни при различных путях воздействия необходимо учитывать, что значения, установленные в нормативных правовых документах, действующих в Российской Федерации, имеют приоритет перед любыми другими данными. Однако, когда в нормативных правовых документах не установлены данные значения или существует значительная разница, обусловленная наличием более актуальной информации, рекомендуется использовать значения, соответствующие более строгим требованиям.*

Для МПК, не оказывающих какого-либо специфического воздействия на организм, рекомендуется использовать следующие предельно допустимые уровни воздействия:

— 10 мг/м3 для большинства фракции;

— 5 мг/м3 для вдыхаемых, респирабельных или альвеолярных фракций.

Примечание — Под вдыхаемой, респирабельной и альвеолярной фракцией подразумевают фракцию, которая достигает легочных альвеол, откуда большая ее часть может проникать в организм человека.

7.2.2.4 Опасность химической продукции, связанная с размером частиц МПК

Высокая концентрация мелких частиц создает риски для здоровья из-за физической природы частиц (см. таблицу 3), по этой причине распределение частиц по размерам является важным параметром, который должен быть рассмотрен при оценке риска и разработке предупреждающих мер.

Таблица 3 – Воздействие частиц МПК на здоровье человека в зависимости от их размера

|  |  |
| --- | --- |
| Диаметр частицы | Воздействие |
| меньше 100 мкм | Все частицы размером менее 100 мкм могут легко проникать в носовые полости |
| от 5 мкм до 100 мкм | При воздействии могут проникать в носовую полость, глотку и гортань. Не могут преодолеть дальнейшее резкое изменение направления, задерживаются на стенках полостей и волосяном покрове. |
| От 1 мкм до 5 мкм | Большинство из них осаждается в трахее, бронхах и бронхиолах |
| менее 1 мкм | Достигают альвеол |
| Примечания:  1. В качестве диаметра частиц допускается принимать аэродинамический диаметр частиц  2. Воздействие частиц МПК может вызывать иммунологические и воспалительные реакции в организме человека. | |

Необходимо учитывать, что размер частиц МПК, указываемый производителем в технических условиях или другой документации на продукцию, отличается от размера частиц, которые могут образовываться при обращении МПК, печати или других технологических операциях.

7.2.2.6 Опасности, выявленные для определенных видов сплавов

Опасности, определенные для различных видов сплавов, приведены в таблице 3.

Таблица 4 – Опасности, выявленные для различных видов сплавов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Сплавы | Легирующие элементы | Риски, связанные с пожаровзрывоопасностью | Сплавы содержащие одно или более вещество обладающее репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием | Сплавы не содержащие веществ обладающими репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием |
| Al | Сплавы AlSi и производные | Al, Si, Mg, Ti | Да | Ti | Все другие |
| Co | Жаропрочные сплавы:  H188, Inconel 783, … | Co, Al, B, C, Cr, Fe, La, Nb, Ni Si, Ti, W | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr, Co, Ni, Ti | Все другие |
| Стеллиты 6, 12, 21 | Co C, Cr, Mo, Ni, W | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Co, Cr, Ni | Все другие |
| CoCr и производные | Co, Cr, Mo, V | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr, Co, V | Все другие |
| Cu | CuCr1Zr | Cu, Cr, Zr | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr | Все другие |
| CuNi2CrSi (CuNi2) | Cu, Ni, Cr, Si | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Ni, Cr | Все другие |
| Fe | Нержавеющие стали: 316L, 420, … | Fe, Cr, Mo, Mn, Nb, Ni, С | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr, Ni | Все другие |
| Дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали: 15–5PH, 17–4PH, … | Fe, Ni, Cr, Mo, Cu, C | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr, Ni | Все другие |
| мартенситностареющая сталь: 1,270 9, … | Fe, Ni, Co, Mo, Ti, Al, C | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Co, Ni, Ti | Все другие |

*Продолжение таблицы*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Сплавы | Легирующие элементы | Риски, связанные с пожаровзрывоопасностью | Сплавы содержащие одно или более вещество обладающее репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием | Сплавы не содержащие веществ обладающими репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием |
| Ni | Структурно упрочненные сплавы: Хастеллой, Инконель 625 | Ni, C, Co, Cr, Fe, Mo, Nb, W | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr, Co, Ni | Все другие |
| Сплавы с дисперсионным упрочнением: Инконель 718, сплав Waspaloy | Ni, Al, B, Co, Cr, Fe, Mo, Nb, Ta, Ti, W | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Cr, Co, Ni, Ti | Все другие |
| Чистый никель: Ni200, Ni201, … | Ni | Необходимо обратиться к паспорту безопасности | Ni | Все другие |
| Ti | Сплавы Ti | Al, Mo, Sn, Si, V, Zr | Да | Ti, V | Все другие |
| Сплавы TiAl и производные | B, Al, Nb, Mo | Да | Ti | Все другие |
| Примечания  1. Воздействие вещества на организм не зависит напрямую от компонентов, составляющих сплав | | | | | |

**7.2.3 Опасности, связанные с химическими веществами, образующимися в производственном процессе**

7.2.3.1 При оценке риска должны быть учтены химические вещества, образующиеся в ходе производственного процесса. Используемые материалы могут взаимодействовать с соединениями в окружающей среде и образовывать другие химические вещества в различных состояниях.

7.2.3.2 В процессе аддитивного производства исходным веществом может быть металл, который не классифицируется как опасная химическая продукция, но при использовании которого может произойти химическое превращение (например, окисление) с образованием соединений, которые потенциально могут быть классифицированы как опасные или являться химическими веществами, обладающими репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием.

Примечание –Возможность образования различных форм для этого элемента является существенным фактором. Так, например, пентаоксид ванадия V2O5 являетсяхимическим веществом, обладающим репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием и значительно более опасным, чем элементарный ванадий V.

Оксид хрома (VI) является токсичным химическим веществом, но форма оксида хрома (III) представляет другой набор опасностей.

**7.2.4 Опасности, связанные с возможностью возникновения пожара или взрыва**

7.2.4.1 Использование МПК любого вида может привести к возникновению пожара или взрыву. Персонал, работающий с МПК должен быть проинформирован о показателях пожаровзрывоопасности МПК. Дополнительная опасность взрыва возникает, когда легковоспламеняющийся материал в виде порошка находится во взвешенном состоянии в воздухе, образуя пылевое облако. Кроме того, при аддитивном технологическом процессе, основанном на плавлении МПК, при конденсации испаренных металлов могут образовываться мелкие частицы. Синтезированный материал может содержать осадок или пары, которые, как правило, из-за небольшого размера частиц, могут быть легковоспламеняющимися и/или пирофорными.

7.2.4.2 Для МПК, реагирующих с водой, например, некоторых алюминиевых и титановых сплавов, дополнительную пожаро- и взрывоопасность может представлять образование легковоспламеняющихся воздушных смесей. Легковоспламеняющиеся воздушные смеси могут образовываться при контакте с водой, например, во взрывозащищенном пылесосе, использующем водные фильтры. Данные смеси могут воспламеняться при наличии достаточной концентрации источников воспламенения, упомянутых ниже.

7.2.4.3 При использовании легковоспламеняющихся материалов следует избегать всех источников воспламенения, находящихся поблизости. К источникам воспламенения относят, например, статический разряд или статическое электричество, горячие поверхности, открытое пламя и электрические цепи, находящиеся под напряжением.

Ответственность за соблюдение мер предосторожности, описанных в руководствах по эксплуатации оборудования, лежит на пользователях. Кроме того, должны быть приняты достаточные меры для ограничения разряда статического электричества, включая использование заземленного антистатического оборудования, антистатических рабочих поверхностей и полов, антистатической одежды и обеспечение заземления персонала.

**7.3 Идентификация сценариев воздействия**

При проведении оценки риска для каждого этапа процесса должны быть определены сценарии воздействия в обычных ситуациях (производство, очистка и т.д.) и во время нерегулярных действий (техническое обслуживание, авария и т.д.). Рекомендации по идентификации сценариев воздействия приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендации по идентификации сценариев воздействия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап процесса | Операция этапа процесса | Основные идентифицированные риски |
| Перед использованием | Приемка партии и переупаковка сырья | Риски для здоровья персонала: размер или химический состав частиц – воздействие при вдыхании или попадании на кожу в случае плохо запечатанной, загрязненной или поврежденной упаковки, а также при пересыпании МПК из одной упаковки в другую |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Хранение сырья | Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Передача сырья в производство | Риски для здоровья персонала: размер или химический состав частиц – воздействие при вдыхании или попадании на кожу в случае плохо запечатанной, загрязненной или поврежденной упаковки |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Использование | Подготовка сырья | Риски для здоровья персонала: размер или химический состав частиц – воздействие при вдыхании или попадании на кожу при пересыпке МПК |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Загрузка сырья в установку | Риски для здоровья персонала: размер или химический состав частиц – воздействие при вдыхании или попадании на кожу при загрузке МПК в емкость аддитивной установки |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Непосредственный синтез изделия в аддитивной установке | Риски для здоровья персонала: воздействие продуктов распада при вдыхании или попадании на кожу: CO, оксиды металлов и альдегидов, если установка плохо герметизирована.  Недостаток кислорода из-за использования инертного газа |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах если не используют среду инертного газа. |

*Продолжение таблицы 4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап процесса | Операция этапа процесса | Основные идентифицированные риски |
| Использование | Непосредственный синтез изделия в аддитивной установке | Механический риск, связанный с двигающимися деталями установки, если они находятся в доступном месте. |
| Риск неионизирующего излучения – воздействие лучей лазера при отсутствии экранирования |
| Завершение использования | Восстановление неиспользуемого сырья | Риски для здоровья персонала: размер или химический состав – воздействие при вдыхании или попадании на кожу при перемещении МПК |
| Восстановление изделия | Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Очистка изделия | Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Очистка установки | Существует дополнительный риск, связанный с остатком МПК, оседающим на стенках установки. Осадок часто состоит из чрезвычайно мелких частиц, которые могут мгновенно воспламениться при контакте с воздухом при открытии установки. Это особенно актуально для МПК из сплава Ti в процессах синтеза на подложке. |
| Перенос детали для дальнейшей обработки | Кроме того, необходимо учитывать удаление газа или воздуха изнутри установки: перед открытием установки в рабочей зоне могут остаться какие-либо частицы или осадок, если не предусмотрен механизм выбросы отфильтрованных газов вовне |
| Смешивание/разделение потоков с отходами | При обработке или смешивании непассивированных отходов из различных потоков материалов / процессов может возникнуть термитная реакция воспламенения смеси легких металлов, таких как алюминий и титан, с продуктами, содержащими оксид железа.  Примечание — Смешивание потоков отходов также может усложнить их переработку поставщиками услуг по обращению с отходами, поскольку может быть увеличен класс опасности отходов. |
| Операции после построения изделия | Механическая обработка деталей | Риски для здоровья: размер или химический состав – воздействие при вдыхании или попадании на кожу при резке, сверлении, шлифовке |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Риск для здоровья – Воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей (если такие жидкости используются для охлаждения инструментов) |

*Продолжение таблицы 4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап процесса | Операция этапа процесса | Основные идентифицированные риски |
| Операции после построения изделия | Очистка фильтров | Риски для здоровья: размер или химический состав – воздействие при обработке фильтров вручную |
| При обращении с фильтрами, содержащими осевшие частицы, существует опасность внезапного возгорания, даже если исходный МПК не является горючим. Некоторые осевшие частицы могут быть пирофорными.  Портативные пылесосы, используемые для очистки от легковоспламеняющейся пыли, могут представлять дополнительную опасность при работе с пирофорным МПК или осевшей пылью, реагирующей с водой. |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Ручное обслуживание установки | Риски для здоровья – воздействие продуктов распада при вдыхании или контакте с кожей: CO, оксидов металлов и альдегидов. Недостаток кислорода из-за использования инертного газа. |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах если не используют среду инертного газа |
| Механический риск, связанный с двигающимися деталями установки, если они находятся в доступном месте |
| Риск неионизирующего излучения - воздействие лучей лазера |
| Обслуживание установки | Любая операция с установкой, требующая прямого доступа к частям, которые контактировали с МПК или остатками/продуктами распада:  Плановое ТО;  Тщательная очистка при смене МПК;  Модернизация установки, в случае, если требуется доступ к приведенный выше частям;  Замена фильтров;  Ручное обслуживание установки (например перед перемещением в другое место) | Риски для здоровья персонала: – воздействие продуктов распада при вдыхании или попадании на кожу: CO, оксиды металлов и альдегиды. Недостаток кислорода из-за использования инертного газа. |
| Опасность пожара/взрыва для горючих МПК с низкой минимальной энергией зажигания (например, Ti, Al, Mg). Могут случится в нескольких местах |
| Риски при ручном обращении, риски травм опорно-двигательного аппарата |
| Механический риск, связанный с двигающимися деталями установки, если они находятся в доступном месте |
| Риск облучения – воздействие лучей лазера |
| Примечание – приведённые этапы процесса не являются исчерпывающими |

**7.4 Характеристика и категоризация риска**

**7.4.1 Общие положения**

При описании операций, выполняемых операторами, работающими в зоне аддитивного производства и, возможно, с деталями, изготовленными при помощи аддитивного производства, должны быть учтены применимые риски, приведенные в пункте 6.2. При категоризации риска должны быть учтены все возможные значимые риски.

Внимание — риски высокой степени опасности должны быть подвержены тщательному анализу риска со стороны организации, реализующей производственный процесс.

**7.4.2 Категоризация рисков, связанных с загрязнением, вдыханием или попаданием на кожу**

Для категоризации риска степень опасности должна быть классифицирована по 3 уровням в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 — Опасность для операторов в зависимости от уровня значимости

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень серьезности риска | Возможные последствия для оператора |
| Высокий | Несчастный случай или профессиональное заболевание, которые могут привести к необратимым или смертельным последствиям |
| Средний | Несчастный случай средней тяжести или профессиональное заболевание, которые могут вызвать обратимые последствия, но требуют помощи медицинских работников |
| Низкий | Несчастные случаи, профессиональные заболевания или поражения, которые можно устранить на месте |

7.4.2.1 Воздействие химических веществ, обладающих репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием, всегда приводит к высокому уровню серьезности риска. Низкий уровень серьезности риска может быть применен только в случае полностью закрытых процессов, где при нормальных условиях работы не происходит воздействия опасных веществ.

7.4.2.2 Для категоризации риска частота воздействия должна быть классифицирована по 3 уровням: высокая, средняя и низкая в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 — Описание частоты воздействия

|  |  |
| --- | --- |
| Частота воздействия | Частота |
| Высокая | Как минимум раз в день |
| Средняя | Воздействие чаще чем раз в неделю, но реже чем ежедневно |
| Низкая | Воздействие реже чем раз в неделю |

7.4.2.3 Уровень риска определяется как произведение уровня серьёзности на частоту воздействия. Основываясь на установленных применимых критериях, уровень риска должен быть классифицирован как высокий, средний или низкий в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 — Уровень риска в зависимости от частоты воздействия и уровня серьезности риска

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Частота | Уровень серьезности риска | | |
| Низкий | Средний | Высокий |
| Высокая | Средний риск | Высокий риск | Высокий риск |
| Средняя | Средний риск | Средний риск | Высокий риск |
| Низкая | Низкий риск | Средний риск | Средний риск |

7.4.2.4 Предупреждающие меры выбирают в зависти от уровня риска в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 — Необходимые профилактические и защитные меры в зависимости от уровня риска

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень риска | Необходимость профилактических и защитных мер |
| Высокий риск | Необходимы дополнительные технические профилактические и/или защитные мероприятия. После выполнения мероприятий оценка риска должна быть повторена для соответствующих задач. |
| Средний риск | Необходимы, по крайней мере, дополнительные организационные профилактические и/или защитные мероприятия. После выполнения мероприятий оценка риска должна быть повторена для соответствующих задач. |
| Низкий риск | Никаких дополнительных профилактических и/или защитных мероприятий не требуется. |

Примечание — Рекомендации по мероприятиям реагирования на риски приведены в Руководстве по охране труда на рабочем месте и управлению рисками для здоровья персонала, раздел 6.4.7 «Действия в отношении уровней риска» (см. таблицу 7), смотрите следующий веб-сайт: https://www.tal.sg/wshc

**7.4.3 Категоризация рисков, связанных с возможностью взрыва**

7.4.3.1 Для категоризации рисков, связанных с возможностью взрыва степень опасности должна быть классифицирована по 3 уровням риска.

7.4.3.2 Персонал, работающий с МПК, должен быть осведомлен, что в процессе производства негорючее сырье может образовывать воспламеняющиеся частицы и газы (например, водород). Персонал, работающий с МПК, должен знать, что электростатический разряд повышает риск возникновения пожара и взрыва.

7.4.3.3 В рамках анализа рисков должна быть проведена оценка взрывоопасности. Классификация взрывоопасных зон в соответствии с ГОСТ 31610.10‑1, ГОСТ IEC 60079-10-2 и таблицей 9.

Таблица 9 — Упрощенное определение взрывоопасных зон в соответствии с ГОСТ 31610.10-1 (IEC 60079-10-1:2020) и ГОСТ IEC 60079-10-2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Взрывоопасная атмосфера | Взрывоопасные газовые среды | Взрывоопасные пылевые среды |
| Постоянно, при нормальных условиях эксплуатации | 0 | 20 |
| Периодически, при нормальных условиях эксплуатации | 1 | 21 |
| Маловероятно, в случае аварии | 2 | 22 |

7.4.3.4 Используют следующую классификацию зон:

— Зона класса 0: Зона, в которой взрывоопасная газовая среда, состоящая из смеси с воздухом легковоспламеняющихся веществ в виде газа, паров или тумана, присутствует постоянно или в течение длительного времени или часто.

— Зона класса 1: Зона, в которой при нормальной эксплуатации существует вероятность периодического или случайного присутствия взрывоопасной газовой среды, состоящая из смеси с воздухом легковоспламеняющихся веществ в виде газа, пара или тумана.

— Зона класса 2: Зона, в которой вероятность образования взрывоопасной газовой среды, состоящая из смеси с воздухом легковоспламеняющихся веществ в виде газа, пара или тумана, в нормальных условиях эксплуатации маловероятна, а если она возникает, то существует непродолжительное время.

— Зона класса 20: Зона, в которой взрывоопасная пылевая среда в виде облака горючей пыли в воздухе присутствует постоянно, часто или в течение длительного периода времени.

— Зона класса 21: Зона, в которой время от времени вероятно появление взрывоопасной пылевой среды в виде облака горючей пыли в воздухе при нормальном режиме эксплуатации.

— Зона класса 22: Зона, в которой маловероятно появление взрывоопасной пылевой среды в виде облака горючей пыли в воздухе при нормальном режиме эксплуатации, но если горючая пыль появляется, то сохраняется только в течение короткого периода времени.

**8. Разработка предупреждающих и защитных мер**

**8.1 Общие положения**

Оценка остаточных рисков осуществляется пользователем системы путем применения критериев серьезности и частоты возникновения опасной ситуации в соответствии с пунктом 7.3. Остаточные риски – это риски, остающиеся после принятия защитных мер.

Примечания

1. В соответствии с ГОСТ ISO 12100-2013, 6.1 все защитные мероприятия, предназначенные для снижения риска, должны применяться в установленной последовательности:

— меры по разработке безопасной конструкции самой установки, нацеленные на устранение опасностей или снижению связанных с ними рисков путем соответствующего выбора конструктивных особенностей самой установки и/или взаимодействия подверженного воздействию персонала и установки. Данные меры составляют основное влияние на процесс (см. рисунок 1).

— надлежащим образом подобранные защитные ограждения и/или дополнительные защитные меры с учетом предполагаемого использования и разумно прогнозируемого неправильного использования, нацеленные на снижение риска, когда практически невозможно устранить опасность или в достаточной степени снизить связанный с ней риск, при помощи разработки безопасной конструкции.

8.1.1 В тех случаях, когда риски сохраняются, несмотря на меры по разработке безопасной конструкции и надлежащим образом подобранные защитные ограждения и/или дополнительные защитные меры, производитель/поставщик оборудования определяет остаточные риски в эксплуатационной документации (руководство по эксплуатации, предупреждения и т.д.). К другим профилактическим мерам, которые должны быть учтены поставщиками являются обязательства по исключению использования опасных химических веществ.

8.1.2 Если этого требуют результаты оценки остаточных рисков, пользователь системы должен применить дополнительные профилактические меры. Дополнительные профилактические меры могут быть техническими (касающимися, например, процесса, сырья и сопутствующих материалов, рабочих помещений), организационными (например, надлежащее обучение) и/или персональными (например, ношение средств индивидуальной защиты).

8.1.3 Дополнительные защитные меры внедряются пользователем с учетом в том числе следующей информации:

—информация, предоставленная производителем системы аддитивного производства в руководстве по эксплуатации, определяющем ограничения применения оборудования на различных этапах жизненного цикла системы АП;

— информация, содержащаяся в паспортах безопасности используемой МПК и другой химической продукции.

8.1.4 Осуществление дополнительных предупреждающих и/или защитных мер и информация, которую должен знать персонал, должны быть определены с учетом условий работы и результатов оценки остаточных рисков, установленных для всех этапов эксплуатации системы аддитивного производства.

**8.2 Предупреждающие и защитные меры на рабочих местах**

8.2.1 Полы и стены

8.2.1.1 Должны быть применены предупреждающие и защитные меры, разработанные по результатам оценки риска в соответствии с разделом 7.

8.2.1.2 В местах доступа в производственную зону для предотвращения распространения МПК должны быть предусмотрены липкие (адгезивные) коврики. *Должна быть обеспечена регулярная очистка липких ковриков.*

8.2.1.3 К рабочей среде аддитивного производства должны применяться особые требования к контролю промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды. Должны быть установлены средства, препятствующие распространению МПК, используемого в системе аддитивного производства за пределы помещения. Покрытие стен должно быть таким, чтобы на нем не оседали частицы МПК и была обеспечена возможность удобной очистки.

Примечание — Подходящим примером является полиуретановое покрытие.

8.2.1.4 В случае горючих МПК и наличия риска возникновения пожара или взрыва во взвешенном состоянии пол должен обладать токорассеивающими свойствами. Кроме того, если этого потребуют результаты анализа рисков, стены также должны обладать токорассеивающими свойствами.

*8.2.1.5 В целях обеспечения чистоты производственного помещения должны быть разработаны и соблюдаться регламенты проведения уборки помещений.*

**8.2.2 Организация воздушных потоков**

8.2.2.1 Поток вытяжного и приточного воздуха должны быть рассчитаны таким образом, чтобы уменьшить содержание металлической пыли.

8.2.2.2 Диффузионный поток воздуха должен максимально захватывать частицы МПК на полу и сводить к минимуму воздействие температуры и загрязнений на верхнем уровень рабочей зоны в соответствии с ГОСТ Р 59972. Расход воздуха должен быть рассчитан так, чтобы обеспечить целевой уровень содержания МПК, соответствующий 50% значения предельно допустимого уровня воздействия.

8.2.2.3 Скорость воздушного потока должна обеспечивать обмен воздуха сверху вниз с поступлением ламинарного потока на уровне потолка и отводом на уровне пола. ПВУ должна обеспечивать 100% приток свежего воздуха.

8.2.2.4 Для ПВУ должна быть проведена оценка риска, связанного с накоплением опасных частиц. Оценка риска должна быть проведена для определения типа системы фильтрации, если таковая имеется, с учетом риска возгорания и воздействия на окружающую среду.

8.2.2.5 ПВУ и фильтры должны располагаться в закрытом помещении, или быть устойчивыми к атмосферным воздействиям, или быть простыми в обслуживании (в порядке приоритетности).

8.2.2.6 Для обнаружения скопления или случайного выброса инертных газов, используемых в процессе, должна использоваться система контроля содержания кислорода, подключенная к звуковой и визуальной сигнализации на рабочем месте. Датчик определения опасной концентрации должен быть установлен вблизи уровня пола (на расстоянии 0,5 м) в случае обнаружения газов тяжелее воздуха или выше уровня головы в случае обнаружении газов легче воздуха.

8.2.2.7 Не допускается наличие в помещении, предназначенных для хранения или обращения МПК, источников влаги и каплеобразования.

8.2.2.8 Между каждой автономно управляемой зоной должно быть обеспечено разрежение от 2 Па до 5 Па с учетом расхода воздуха через вентиляционную систему. Газы, выделяемые в процессе производства, должны выпускаться наружу после фильтрации и не должны быть повторно использованы в рабочей зоне аддитивного производства.

**8.2.3 Противопожарные меры**

8.2.3.1 Требования к противопожарной защите должны быть установлены в соответствии с условиями размещения и эксплуатации оборудования. Противопожарные меры при взвешивании, просеивании, транспортировке, переработке и последующей обработке горючего МПК разрабатывают на основе анализа опасности возгорания пыли.

8.2.3.2 Противопожарные меры должны включать обеспечение системы аварийного отключения при помощи устройств местного и дистанционного управления, системы противодымной и тепловой вентиляции, а также пути эвакуации в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых документов области обеспечения пожарной безопасности.

8.2.3.3 В помещениях, где хранят и обрабатывают МПК не допускается установка автоматических разбрызгивателей и систем газового пожаротушения за исключением случаев, когда, задокументированный и прошедший экспертизу компетентной организации анализ опасности, проведенный с учетом взаимодействия металла со средствами пожаротушения, подтверждает, что другие противопожарные меры приводят к более существенным рискам.

8.2.3.4 В помещениях, где присутствуют горючие МПК, должны быть предусмотрены средства для тушения пожаров класса D в соответствии с ГОСТ 27331. При выборе конкретных реагентов необходимо учитывать паспорт безопасности МПК.

Примечание — Требования к огнетушащим порошкам специального назначения, применяемым в качестве огнетушащего вещества в автоматических и других средствах пожаротушения и предназначенные для тушения возгораний металлов, их сплавов и металлосодержащих соединений приведены в ГОСТ 34634.

8.2.3.5 Рекомендуется разработать и согласовать с местным органом, ответственным за противопожарную защиту, плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций, учитывающего любые опасности, сопутствующие металлическим сплавам, используемым на производстве.

**8.2.4 Опасности, связанные с электричеством**

8.2.4.1 Прокладка силовых кабелей низкого напряжения должна быть организована таким образом, чтобы свести к минимуму длину кабелей и площадь их поверхности, которая может быть подвержена запылению. Должна быть обеспечена возможность удобной очистки поверхности от пыли. Отверстия для кабелей в перегородках и стенах должны быть герметичными.

8.2.4.2 Освещение должно быть рассчитано на минимальное электропотребление, при требуемом уровне освещенности не менее 500 лк. Должна быть обеспечена возможность удобной очистки поверхности осветительных приборов от пыли.

8.2.4.3 Кабельная разводка в замкнутом пространстве должна быть герметичной.

8.2.4.4 Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, для всего электрооборудования должна быть не ниже IP54 или выше, если это требуется в соответствии с результатами оценки риска для процесса и рабочего места.

**8.2.5 Хранение МПК**

8.2.5.1 МПК должны храниться в закрытых складах, в зданиях и помещениях соответствующей категории взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с действующими нормативными правовыми документами в области пожарной безопасности. Ограничения на количество МПК, которое допускается хранить вместе, а также другие дополнительные требования к хранению МПК должны быть установлены с учетом их пожароопасных физико-химических свойств.

8.2.5.2 В помещении для хранения не должно быть протечек и конденсата, а также воздушных линий подачи воды и пара. Должны соблюдаться инструкции по хранению, приведенные в паспорте безопасности.

Дополнительно должны быть учтены следующие требования:

— хранение в закрытой емкости для предотвращения случайного образования пыли и возможного загрязнения (из-за сырости, пыли и т.д.).;

— защита емкостей от физического повреждения;

— запрет работ по сварке, шлифовке или других видов обработки, которые могут привести к выделению тепла и искр, вблизи складских помещений;

— запрет курения в складских помещениях;

— хранение емкостей для МПК отдельно от другой химической продукции. К химической продукции могут быть отнесены окислители, органические вещества, горюче смазочные материалы и т.д.;

— запрет использования спринклерных системы на водной основе в случае использования химически активных МПК (например, титана), обусловленный возможностью взрыва газообразного водорода. Вместо этого следует использовать системы пожаротушения, предназначенные для химически активных МПК;

— проверка местным органом надзора в части ограничений на организацию хранения МПК (например, штабелирование тары).;

— содержание внешних поверхностей контейнеров в видимой чистоте, для исключения возможности воздействия на кожу и распространения загрязнения.

**8.2.6 Наилучшие практики организации рабочих мест персонала**

8.2.6.1 Гардеробные помещения

Если результаты оценки риска не предусматривают иное, для хранение СИЗ должны быть предусмотрены раздельные комнаты для чистых и загрязненных СИЗ, разделенные закрывающейся дверью (с сигнализацией)

Гардеробное помещение для чистых СИЗ и хранения личных вещей персонала. Люди приходят в рабочей одежде (они переодевались раньше в предыдущей комнате). В результате в раздевалке для чистых СИЗ нет необходимости в разграничении между мужчинами и женщинами;

Гардеробное помещение для загрязненных СИЗ должно быть предназначено для очищения СИЗ перед их снятием, снятия СИЗ, а также для мытья рук перед выходом. Перед разделяющей дверью между двумя гардеробными помещениями следует разместить липкий коврик для пола. Предпочтительно, чтобы на случай аварии там был установлен душ, если он не установлен на производственной площадке.

Во избежание загрязнения использованные СИЗ следует надлежащим образом снимать и хранить.

8.2.6.2 Первая помощь

В местах хранения и использования МПК должна быть обеспечена возможность для промывания глаз при незамедлительной помощи после контакта с МПК. Персонал, работающий с МПК, должен быть обучен использованию данных устройств.

В непосредственной близости от всех помещений, где осуществляется работа с МПК должна находится аптечка первой помощи, адаптированная с учетом опасных свойств, применяемых МПК.

На производственной площадке постоянно должны находиться по крайней мере два работника, обученных использованию средств первой помощи.

**8.3 Предупреждающие и защитные меры при реализации аддитивного технологического процесса**

В зависимости от производственного процесса и технологических операций, реализуемых на предприятии должны быть разработаны и внедрены защитные и предупреждающие меры, связанные с рисками использования МПК. Защитные и предупреждающие меры могут быть:

— предусмотрены при проектировании оборудования (ограничение источника опасного фактора, использование перчаточного бокса и т.д.);

— обеспечены периферийными устройствами оборудования (установка общих систем вытяжки и/или вытяжка на рабочем месте и т.д.);

— предусмотрены при проектировании помещения (средства пожаротушения и т.д.).

**8.4 Организационные предупреждающие и защитные меры**

8.4.1 Общие положения

К организационным предупреждающим и защитным мерам, связанным с рисками использования МПК относят:

— обучение персонала;

— информирование персонала о правилах эксплуатации (в том числе во время операций по техническому обслуживанию);

— ограничение числа людей, подвергающихся воздействию;

— использование СИЗ.

8.4.2 Обучение персонала

Персонал должен быть обучен реагированию в ситуациях реализации общих и специфических рисков, связанным с используемой на производстве продукции и побочных продуктов переработки.

8.4.2.1 Обучение включает следующие элементы:

— разъяснение пиктограмм, обозначающих химическую опасность;

— чтение и понимание этикеток и паспортов безопасности химической продукции;

— правильное использование необходимых СИЗ;

— надлежащие практики использования, хранения и утилизации обрабатываемого сырья;

— действия по оказанию первой помощи в чрезвычайных ситуациях.

8.4.3 Информирование персонала

Персонал должен иметь доступ к следующей информации:

— инструкции, предоставленные производителями оборудования, применяемого в технологическом процессе;

— уведомления о рисках, которым может подвергаться персонал, и мерах, принимаемых для их предотвращения;

— паспорта безопасности;

— руководство по эксплуатации и другая эксплуатационная документация.

8.4.4 Ограничение количества людей, подвергающихся воздействию

8.4.4.1 Количество людей, подвергающихся воздействию, должно быть минимально необходимым.

8.4.4.2 Если этого требуют результаты оценки рисков, система контроля доступа должна включать двери аварийного выхода, защищенные системой контроля открытия дверей, связанной с пунктом оперативного управления и оснащенные звуковым сигналом тревоги, или аналогичными решениями.

8.4.4.3 Если результаты оценки риска не предусматривают иное:

— доступ в производственное помещение должен быть ограничен строгой необходимостью эксплуатации, как с точки зрения персонала, так и оборудования.

— доступ в гардеробное помещение для переодевания в чистые СИЗ снаружи должен контролироваться предохранительным устройством. Дверь между гардеробными помещениями для чистых и загрязнённых СИЗ должна быть самозакрывающейся (например, оборудована гидравлическим доводчиком) и оборудована звуковой сигнализацией длительного открытия двери.

8.4.5 Снижение воздействия

После надлежащей оценки риска, проведенной пользователем, должны быть разработаны и применены защитные меры для снижения воздействия в соответствии со следующей последовательностью, отражающей принцип противодействия рискам:

— уклонение от риска (уход от риска, насколько это возможно, и поддержание оставшихся рисков как можно более низкими);

— технические меры против рисков, которые не могут быть в достаточной степени снижены путем уклонения от риска;

— организационные меры, которые не могут быть в достаточной степени уменьшены техническими мерами (не допускайте людей в опасную зону, например, при замене фильтров или извлечении деталей из-под кровати, обучайте и инструктируйте тех, кого невозможно не пустить);

— меры индивидуальной защиты/оборудование от остающихся рисков.

**8.4.6 Средства индивидуальной защиты**

Требования к средствам индивидуальной защиты *в соответствии с ГОСТ Р* *59123 с учетом* рисков, выявленных в соответствие с разделом 6.

8.4.6.1 Защитные очки

Если для работы с МПК необходимо использовать защитные очки, используют очки в соответствии с ГОСТ 12.4.253 и ГОСТ 12.4.254. *Допускается использование маски в соответствии с ГОСТ 12.4.293.*

Использование при работе с МПК контактных линз не рекомендуется из-за возможности попадания металлической пыли за контактные линзы.

8.4.6.2 Защитная обувь

При работе на производстве, использующем МПК, персонал должен использовать антистатическую проводящую или рассеивающую обувь *с нескользящей подошвой*.

8.4.6.3 Защитные перчатки

Контакт кожи с МПК может вызвать раздражение или другую реакцию (например, дерматит). Мелкие частицы МПК могут проникать через кожу, всасываться и накапливаться в клетках различных частей тела, в том числе клетках головного мозга. При работе с мелкими фракциями МПК необходимо использовать перчатки из материала, препятствующего загрязнению кожи металлической пылью (например, при работе с МПК алюминиевых фракций рекомендуется использовать перчатки из нитрилкаучука).

При выборе материала перчаток необходимо учитывать выполняемые операции и рекомендации, приведенные в соответствующих паспортах безопасности, а также убедиться, что материал перчаток достаточно толстый, чтобы выдерживать механические нагрузки.

При работе с растворителями необходимо использовать перчатки, подходящие для химической защиты. При работе с изопропанолом необходимо использовать перчатки из нитриловой резины толщиной не менее 0,4 мм, при этом время ношения перчаток не должно превышать 8 часов.

При работе с горячими предметами (например, при работе с платформой построения, особенно при использовании системы с предварительным нагревом) необходимо использовать теплоизоляционные перчатки.

При удалении поддерживающих структур вручную, необходимо использовать защитные перчатки с достаточной защитой от порезов.

При работе с ручными радиальными шлифовальными машина необходимо использовать перчатки для защиты от вибрации.

8.4.6.4 Респираторы

Требования к обеспечению защиту органов дыхания устанавливают на основе результатов измерения содержания опасных веществ в воздухе рабочей зоны и установленных для опасных веществ значений предельно допустимых уровней воздействия. Если иными мерами не будет исключено превышение значений предельно допустимых уровней воздействия, следует обеспечить защиту органов дыхания при помощи СИЗ органов дыхания.

Выбор СИЗ органов дыхания в соответствии с *ГОСТ Р 12.4.233* и паспортом безопасности на МПК.

Как правило, респираторы допускается использовать только в течение ограниченного времени.

По степени приоритетности использование СИЗ является наименее предпочтительным вариантом, который следует применять только в том случае, если иные меры в соответствии с пунктом 8.4.5, такие как уклонение от риска, исключение риска, технические меры и/или организационные меры, не могут в достаточной степени обеспечить снижение воздействия.

8.4.6.5 *Защитная одежда*

Рекомендуется использование антистатической одежды для защиты от тепла и пламени, например комбинезон без карманов категории III тип 5/6 (антистатический, с защитой от тепла и пламени в соответствии со стандартом ГОСТ ISO 14116) или лабораторных халатов с аналогичными характеристиками.

При работе с химическими веществами, обладающими репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием следует использовать спецодежду. Операторы должны использовать различную одежду для каждого отдельного материала, чтобы избежать перекрестного загрязнения.

Одежда, включая спецодежду, должна соответствовать *ГОСТ Р ИСО 11611*.

8.4.6.6 Средства пожаротушения

Средства пожаротушения выбирают в соответствии с паспортом безопасности на используемые материалы.

**8.5 Предупреждающие и защитные меры при обращении с отходами**

**8.5.1 Общие положения**

При работе с МПК образуются три различных вида отходов:

a) загрязненные фильтры;

b) отходы от пылесосов и систем очистки с жидкостными фильтрами;

c) сухие остатки металлического порошка.

8.5.1.1 При работе с отходами необходимо учитывать общие правила обращения, в том числе правила обращения с опасными грузами *в соответствии с ГОСТ 19433, ГОСТ Р 57479 и действующими нормативными правовыми документами в области обращения опасных грузов. Транспортная упаковка опасных грузов в соответствии с ГОСТ 26319.*

Помимо этого, каждому из данных видов отходов сопутствуют собственные опасности, и для каждого вида отходов устанавливают различные требования к обработке.

8.5.1.3 Емкости для отходов должны храниться в закрытом помещении, предпочтительно с крышей, для предотвращения последствий инцидентов. Риск попадания отходов в окружающую среду должен быть снижен с помощью мер по локализации разливов и утечек, например, использование поддонов. Риски, связанные с отходами, должны быть четко обозначены на внешней стороне контейнеров при помощи знаков опасности в соответствии с ГОСТ Р 57479.

8.5.1.4 Если в аддитивной установке используют несколько различных МПК, из‑за перекрестного загрязнения фильтров или накопления различных металлов/сплавов в одном пылесосе (например), существует вероятность реакции двух или более химически активных материалов, которые, если их рассматривать изолированно, являются инертными. По этой причине следует использовать различные фильтры и/или оборудование (пылесосы) для каждого вида сырья.

8.5.1.5 Виды отходов рассмотрены в пунктах 8.5.2, 8.5.3 и 8.5.4.

**8.5.2 Загрязненные фильтры**

8.5.2.1 Аддитивные установки, использующие в качестве сырья МПК, оснащены фильтрами для улавливания мелких частиц и паров/конденсата. Эти материалы могут быть пожароопасными даже в том случае, если МПК не является легковоспламеняющимся. Это обуславливается небольшим размером частиц и тем фактом, что химический состав отдельный частиц часто может быть представлен металлом, без содержания кислорода. Безопасное извлечение фильтров из оборудования должно проводиться в соответствии с руководством по эксплуатации оборудования и анализом опасности возгорания порошка при операции извлечения фильтров. Необходимо использовать одежду для защиты от тепла и пламени, а также защитную маску для лица.

8.5.2.2 В большинстве случаев фильтры рекомендуется хранить в герметичной металлической емкости соответствующего размера. Если используется система безопасной замены фильтра «в мешок», фильтр в металлической емкости следует хранить в запечатанном мешке. При хранении запечатанных фильтров рекомендуется исключить операции перекладывания и перемещения, чтобы предотвратить повреждения упаковки и попадание в них воздуха.

Примечание— В некоторых случаях корпус фильтра сконструирован таким образом, чтобы выполнять функцию емкости для хранения отходов, таким образом корпус фильтра может быть снят и направлен на дальнейшую утилизацию.

**8.5.3 Отходы от пылесосов и систем очистки с жидкостными фильтрами**

8.5.3.1 При использовании пылесосов и систем очистки с жидкостными фильтрами образуется отход в виде жидкости, содержащей металлические частицы. Отходы данного типа обычно содержатся в отдельном отсеке, предназначенном для удаления отходов. Отходы следует ежедневно удалять и транспортировать в закрытом металлическом контейнере с вентиляцией в открытое или специально проветриваемое место для утилизации.

8.5.3.2 Отходы от пылесосов и систем очистки с жидкостными фильтрами состоят из 2 фаз:

— загрязненная жидкость;

— осадок, состоящий в основном из металлического порошка.

8.5.3.3 Загрязненная жидкость не должна попадать в окружающую среду и должна быть собрана в подходящие непротекаемые емкости. Емкости с загрязнённой жидкостью хранят на специальных поддонах для предотвращения разлива. Таким образом хранят всю жидкость, полученную в результате других операций очистки.

8.5.3.4 Для большинства веществ за исключением веществ, реагирующих с водой, осадок допускается собирать в бочку и хранить в таком виде. Под веществами, реагирующими с водой подразумевают все вещества, которые при контакте с водой выделяют газ и тепло. В данную группу включают как вещества, указанные как вещества, реагирующие с водой в соответствии с СГС и рекомендациями ООН по классификации химической продукции, так и материалы со скоростью реакции ниже порогового значения, подлежащего классификации как таковые. Практически все алюминиевых сплавов являются веществами, реагирующими с водой.

8.5.3.5 При хранении осадка в закрытом сосуде из-за реакции с водой может повышаться давление и температура. В этом случае вода перед герметизацией бочки должна быть в максимально возможной степени удалена при помощи седиментации или использования адсорбента. Так как полностью удалить воду затруднительно, рекомендуется перед закрытием емкости дать осадку высохнуть.

**8.5.4** **Сухие остатки металлического порошка**

Сухие остатки металлического порошка собирают в результате просеивания, удаления порошка с деталей и при очистке при помощи щетки поддонов для сбора металлической пыли. Сухие остатки металлического порошка часто состоят из смеси различных порошков. Допускается собирать отходы в герметичную емкость, аналогичную емкостям для загрязненных фильтров (см. 8.5.2), *если результаты оценки риска не предусматривают иное.*

**Приложение ДА**

**(справочное)**

**Оригинальный текст не включенных структурных элементов**

**ДА.1 Область применения**

1.4 Настоящий стандарт не рассматривает все аспекты безопасности, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за разработку соответствующих методов обеспечения промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды и определяет применимость нормативных ограничений до его использования.

1.3 Настоящий международный стандарт был разработан в соответствии с признанными на международном уровне принципами стандартизации, принятыми «Решением о принципах разработки международных стандартов, руководств и рекомендаций», выпущенным Комитетом по устранению технических барьеров в торговле (TBT) при Всемирной торговой организации

**ДА.2**

6.1 Общие положения – Необходимо учитывать действующие локальные нормативные правовые документы (см. Директиву 89/391/EEC в Европе и OSHA в США).

**ДА.2**

6.3.2 При регулярном использовании металлических порошков следует соблюдать национальные нормативные правовые документы и локальные нормативные акты, касающиеся опасных веществ. Соблюдение указанных правил может включать регистрацию материала в организации и оценку рисков для отдельных процессов, где используется материал, на основе информации из паспортов безопасности химической продукции

**ДА.3**

Примечания к 7.2.2.2

Примечания:

1. В странах Европейского союза информация о классификации указывается в соответствии с законодательством по классификации, маркировки и упаковки. Для других стран целесообразно ссылаться на национальное законодательство или, по умолчанию, на правила согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки (СГС).

В Европейском союзе классификацию химических веществ устанавливает регламент CLP, в соответствии с которым выделяют следующие 3 вида продукции:

— вещества (однородные химические вещества: алюминий, железо, титан и т.д.);

— смеси (в виде сырья: порошки в чистом виде, сплавы и т.д.);

— изделия (полуфабрикаты и готовая продукция: прутки, листы, готовые изделия и т.д.).

Для сплавов, при отсутствии иной информации, опасность должна оцениваться с использованием правил классификации как сумма опасностей веществ.

2. Правила классификации, маркировки и упаковки веществ, доступные и обновляемые на веб-сайте EChA, позволяют проверить правильность заполнения производителем раздела 2 паспорта безопасности химической продукции. Смотрите следующую ссылку:

https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/cl-inventory-database

3. Существуют два источника для классификации химической продукции:

— информация страны Европейского союза; считается, что эта классификация является «гармонизированной».;

— информация производителей, которые, как правило, объединяются в консорциумы; эта классификация называется «совместным представлением».

Благодаря законодательству REACh количество информации в соответствии со вторым пунктом увеличилось.

4. Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки, СГС является международной инициативой под руководством ЕЭК ООН. Параллельно с СГС ЕЭК ООН также участвует в разработке руководящих принципов, касающихся безопасной перевозки химических веществ.

5. Хотя ЕЭК ООН не является законодателем, руководящие принципы ЕЭК ООН могут быть внедрены в локальное законодательство заинтересованных государств. Список государств и информацию о внедрении СГС можно найти на веб-сайте ЕЭК ООН. На сайте представлены ссылки на местные органы власти и ратифицированные тексты.

https://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/implementation\_e.html

6. В настоящем стандарте предполагается, что руководящие принципы СГС внедрены или должны быть внедрены во всем мире, пользователь должен проверить статус внедрения в своей стране.

**ДА.4**

Примечания к 7.2.2.3

Примечания:

1. Информации о предельно допустимых воздействиях на кожу недостаточно, и пользователь несет ответственность за учет данного критерия. Существуют такие ресурсы, как:

— маркировка, предупреждающая об опасности при контакте с кожей, разработанная национальным институтом охраны труда NIOSH:

https://www.cdc.gov/niosh/topics/skin/skin-notation\_profiles.html

— Американская конференция государственных специалистов по промышленной гигиене ACGIH предлагает информацию о маркировке, предупреждающая об опасности и чувствительности при контакте с кожей, если это применимо для металлов.

2. Для Европы некоторую информацию можно найти в документации по законодательству REACh и документации EChA.

Сплавы, как правило, рассматриваются как вещества. Только при отсутствии достаточных данных по сплаву для определения риска, связанного с ингаляционным воздействием, должна быть проведена оценка воздействия каждого элемента сплава металла.

3. Данную информацию указывают в разделе 8 паспорта безопасности химической продукции (см. Приложение А1).

Национальное законодательство имеет приоритет над любыми другими данными. Однако, когда в законодательстве не установлены предельно допустимые воздействия OEL или, когда существует значительная разница, обусловленную наличием более актуальной информации, рекомендуется выбирать значения, соответствующие более строгими требованиям. Для всех частиц или пыли, не оказывающих какого-либо специфического воздействия, предельно допустимые воздействия следующие:

— 10 мг/м3 для большинства фракции;

— 5 мг/м3 для вдыхаемых, респирабельных или альвеолярных фракций.

Химическая продукция, которая не классифицируется как опасная в соответствии с законодательством по классификации, маркировке и упаковке и которое имеет предельно допустимые воздействия, идентичные указанным, не является веществом с особым химическим риском. Таким образом, приведенные значения не являются критерием, указывающим на возможность токсичного воздействия порошка сплава.

4. Под «респирабельной фракцией», «альвеолярной фракцией» или «вдыхаемой фракции» подразумевают фракцию, которая достигает легочных альвеол, откуда большая ее часть может проникать в организм человека.

5. Существует европейская база данных GESTIS, в которой приведены значения предельно допустимых воздействий для различных стран, доступная по адресу:[[1]](#footnote-1)

В разработке находятся новые европейские правила, в которых могут быть установлены некоторые более строгие предельно допустимых воздействий.

**ДА.4**

8.2.2.3 Если это предусмотрено национальным нормативными правовыми документами, должно приниматься во внимание снижение энергопотребления с возможностью вторичной переработки воздуха при условии выполнения требования к тонкости очистки.

**ДА.5**

Примечания к 8.2.3.2

Примечание — Требования к противопожарным мерам приведены, например, в NFPA 484 (США), TRGS 800 и DGUV 205-001 (Германия).

**ДА.5**

Примечания к 8.2.3.4

Примечание — В некоторых странах действуют национальные стандарты, содержащие требования к огнетушащему порошку для тушения пожаров класса D.

**ДА.6**

8.2.3.5 Поставка переносных и передвижных огнетушителей должна осуществляться в соответствии с требованиями местным органом, ответственным за противопожарную защиту.

Примечание — В NFPA 484 приведена таблица, показывающая, эффективны ли конкретные средства класса D при тушении возгораний конкретных металлов. В соответствии с таблицей сухой хлорид натрия и некоторые специальные коммерческие средства класса D эффективны при возгорании алюминия, магния и титана, но не при возгорании стальных сплавов. Сухой песок указан как эффективный для всех металлов, указанных в таблице. Методы применения огнетушащих средств класса D при пожарах горючих металлов также описаны в NFPA 484.

**ДА.7**

Примечания к 8.4.6.2

Примечание— CEN/TR 13464 или ISO 19734 дают рекомендации по выбору очков.

**ДА.8**

Примечания к 8.4.6.3

Примечание—Рекомендации по выбору, использованию и техническому обслуживанию защитной обуви и других средств индивидуальной защиты, обеспечивающих защиту ног и ступней приведены в ISO/TR 18690.

**ДА.9**

Примечания к 8.4.6.4

Примечание—Рекомендации по выбору, использованию и техническому обслуживанию средств защиты органов дыхания содержатся в стандартах ISO/TS 16975-1, ISO/TS 16975-2 и ISO 16975-3.

**ДА.10**

Примечания к 8.4.6.5

Примечания:

1 Рекомендации в части одежды устойчивой к быстрому воспламенению приведены в NFPA 2112 и ISO 14116-3. Использование данных стандартов может регулироваться местным законодательством. Если не используется одноразовая одежда, рабочая одежда должна подвергаться профессиональной очистки в соответствии с установленным планом.

2 Руководящие принципы по выбору, использованию, уходу и обслуживанию защитной одежды приведены в CEN/TR 15321:2006.

3 Рекомендации по выбору, использованию, уходу и обслуживанию одежды химической защиты приведены в CEN/TR 15419:2017.

**ДА.11**

Примечания к 8.4.6.6

Примечание— Рекомендации по выбору конкретных средств пожаротушения приведены в NFPA 484:2019, таблице A.8.3.3 документа.

**ДА.12**

8.5.1.2 Местные нормативные правовые документы могут содержать дополнительные требования, например, требование по нейтрализации отходов перед направлением поставщику услуг по переработке. Настоятельно рекомендуется обратиться к местному поставщику услуг по обращению с отходами и / или государственному учреждению для получения информации о действующих правилах обращения с отходами.

**ДА.13 Приложение А1. Паспорт безопасности химической продукции**

**Приложение A1**

**Паспорта безопасности химической продукции**

(справочное)

A.1.1. Паспорт безопасности химической продукции является важным инструментом управления химическими рисками. Паспорт безопасности химической продукции состоит из 16 разделов и содержит:

— объяснения рисков для здоровья, связанных с воздействием или использованием опасных продуктов;

— всю информацию по обращению с продукцией, их использованию или хранению.

A1.1.1 Паспорт безопасности химической продукции должен быть предоставлен на языке страны использования продукции. Каждый раз при получении новой информации производитель химической продукции должен обновлять паспорт безопасности химической продукции и при каждом обновлении направлять потребителю.

Примечания — Для получения более подробной информации о паспорте безопасности читатель может ознакомиться с тематическим разделом «Как читать SDS» по адресу: <https://hsi.com/resources/how-to-read-a-safety-data-sheet-sds>

A1.1.2 Паспорт безопасности химической продукции должен быть предоставлен бесплатно в бумажном или электронном виде не позднее даты первой поставки химического вещества или смеси (Регламент REACh, пункт 31).

A1.1.3 Необходимо ознакомиться со всеми 16 пунктами (или разделами), содержащимися в паспорте безопасности химической продукции, и обратить особое внимание на следующие разделы:

— Раздел 2 содержит описание опасности (токсичность, сведения о химических веществах, обладающими репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием, ...), которые являются исходными данными для анализа химических рисков для здоровья. В этом разделе также указывают информацию о горючести МПК.

Примечание — Более подробная информация приведена в 8-ом издании Согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки химических веществ ООН, Приложение 11: Руководство по другим опасным веществам, не подлежащим классификации.

— В разделе 8 приведены рекомендуемые предельные допустимые значения уровней воздействия и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Приведенные значения являются важными данными для выбора СИЗ.

— Раздел 12 содержит информацию, полезную для проведения анализа экологических рисков.

Примечание — Значения могут уточняться по мере актуализации законодательства.

A1.1.4 В каждой стране могут быть установлены свои значения. Кроме того, предельные допустимые значения уровней воздействия устанавливают на основе научных результатов, достоверность которых может меняться с течением времени. (см. таблицу A4.1)

Примечание — В процессе внедрения законодательства REACh были определены ориентировочные предельные допустимые значения уровней воздействия, установленные промышленностью. На текущем этапе регулирования должны приниматься во внимание только предельные допустимые значения уровней воздействия, установленные законодательно.

A1.1.5 Предельные допустимые значения уровней воздействия быть установлены для каждого соединения, составляющего металлический сплав.

A1.1.6 Опасные вещества (включая химические вещества, обладающие репротоксическим, мутагенным и канцерогенным действием), приведенные в Приложении VI к Правилам CLP, а также смеси, содержащие эти вещества, считаются опасными (подлежат обязательной маркировке), если содержание этих веществ превышает установленное значение.

A1.1.7 База данных веществ GESTIS расположена адресу: https://gestis-database.dguv.de/

A1.1.8 Информацию о предельных допустимых значения уровней воздействия можно найти по адресу: https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/occupational-exposure-limit-values/index.jsp

A1.1.9 В дополнение к приведенной выше информации от национальных организаций, полезным может быть этот сайт: GESTIS - Предельные значения для химических веществ, установленные в разных странах (OELs)[[2]](#footnote-2)

A1.1.10 В существующих паспортах безопасности химической продукции наблюдаются значительные различия, которые приводит к различной классификации и рекомендациям по использованию, что иногда затрудняет сравнение информации от различных поставщиков.

A1.1.11 Еще одним фактором, который следует принимать во внимание, является размер частиц порошков. Как правило, для различных видов аддитивных технологических процессов применяют металлические порошки с различным диапазоном размеров частиц:

PBF-LB: от 5 мкм до 45 мкм

PBF-EB: от 45 мкм до 105 мкм

DED-LB: от 45 мкм до 105 мкм

Порошки с различным диапазоном размеров частиц имеют различные показатели взрывоопасности.

**ДА.14 Приложение А2. Определение предельных допустимых значения уровней воздействия** (справочное)

A2.1 Общие положения

A2.1.1 Предельные допустимые значения уровней воздействия должны определены с учетом следующих сведений:

— нормативные значения, установленные в стране использования,

— значения предельных допустимых значения уровней воздействия, указанных в досье REACh и в паспорте безопасности химической продукции.

A2.1.2 Затем должны быть рассмотрены предельные значения, предложенные организациями с признанным опытом и международным влиянием (принятые в нескольких странах).

A2.2 К таким организациям относят:

A2.2.1 ACGIH: Ассоциация экспертов в области токсикологии и промышленной гигиены в США. Стандарты ACGIH имеют рекомендательный характер в США и, в некоторых странах, например в Бельгии, Испании, значения установленные в данных стандартах установлены в обязательных нормативных документах.

A2.2.2 SCOEL: Научный комитет ЕС по предельным уровням воздействия на рабочих местах, SCOEL является ответственным за разработку на основе научного подхода рекомендаций относительно контрольных значений для мониторинга воздействия химических веществ на рабочем месте. Рекомендации SCOEL перед применением в нормативных правовых документах, должны быть рассмотрены органами ЕС, которые анализируют их социально-экономическую применимость. Этот процесс часто бывает очень длительным, что приводит к недостатку информации.

A2.2.3 Предельные допустимые значения уровней воздействия, предложенные национальными экспертными организациями различных стран, признанным благодаря качеству и количеству работ:

(a) ANSES (Французское национальное агентство по санитарному контролю в области питания, окружающей среды и труда), Франция,

(b) BAuA (Федеральное ведомство по охране труда и производственной медицине), Германия,

(c) STAMI (Государственный комитет по условиям труда на рабочих местах, Норвегия.

A2.2.4 ВОЗ заявляет о приоритетности задач в области общественного здравоохранения. Таким образом для выполнения задач охраны общественного здоровья так же должны быть учтены рекомендации ВОЗ по различным параметрам защиты здоровья персонала. Например, ВОЗ считает работу в ночное время канцерогенной. Данная позиция основана на исследованиях, показывающих связь между раком молочной железы и недостатком дневного освещения, наблюдаемым у медсестер, работающих в ночную смену.

A2.2.5 К приведенной выше иерархии источников необходимо добавить необходимость обеспечения прозрачности расчета предельных допустимых значений уровней воздействия, передаваемых потребителям.

A2.2.6 Определение предельных допустимых значений уровней воздействия состоит из двух этапов: выбор опорного значения, которое соответствует значению воздействия, при котором наблюдается соответствующий эффект и установление коэффициента безопасности, предусматривающего некоторый запас по отношению к опорному значению. Чаще всего при выборе опорного значения существует общее согласие или определены все спорные моменты, в то время, как при установлении и расчете коэффициента безопасности возникают разногласия.

**ДА.15 Приложение А3. Опасности, связанные с пожаром или взрывом** (справочное)

A3.1 Общие положения

В данном приложении рассмотрены опасности, связанны с пожаром и взрывом, которые могут возникнуть в рабочей зоне аддитивного производства.

A3.2 Горючесть МПК

В таблице A3.1 приведены стандартные методы определения горючести МПК:

A3.2.1 Допускается оценивать пожаровзрывоопасность порошков, используя данные, полученные в ходе стандартных испытаний образцов порошков одинаковых по составу и распределению частиц по размерам.

Примечания

1. NFPA 484 содержит рекомендации по взрывоопасности порошков/пыли для обычных металлов и некоторых сплавов.

2.Рекомендации ООН по перевозке опасных грузов: типовые правила — Руководство по испытаниям и критериям, часть III, 33.2.1 содержат рекомендации по определению способности легко загораться.

Таблица А.3.1

|  |  |
| --- | --- |
| Метод испытаний | Ссылочный стандарт |
| Проверка на взрывоопасность (скриннинг) | ISO/IEC 80079-20-2 или ASTM E1226 или EN 14034 |
| Взрывоопасность горючих порошков | ISO 6184, ASTM E1226 или EN 14034 |
| Минимальная энергии зажигания пылевоздушной смеси горючих порошков | ISO/IEC 80079-20-2:2016, 8.3 или ASTM E2019 |
| Предельная концентрация кислорода для порошка в инертной среде | ASTM E2931 или EN 14034-4 |

A3.2.2 Если МПК не поддерживает горение, что подтверждается отрицательным результатом предварительного испытания способности легко загораться для отнесения к подклассу 4.1 опасных грузов ООН (см. Примечание 2), и был признан невзрывоопасным в результате испытаний на взрывоопасность, то можно считать, что исходная МПК не представляет опасности, связанной с пожаром или взрывом. Однако прежде чем отказаться от мер по обработке и фильтрации, применяемых для горючих порошков необходимо будет испытать аналогичным образом МПК, прошедший операции восстановления после его применения в цикле построения.

A3.2.3 В аддитивных технологических процессах, основанных на сплавлении МПК, в результате конденсации испаренных металлов могут образовываться мелкие частицы. Эти конденсаты или пары могут быть воспламеняемыми, даже если исходный порошок таковым не является. В некоторых данные частицы являются пирофорными. Если отсутствует большой опыт работы с частицами, образующимися в результате конденсации испаренных металлов, образующимися при обработке материала, необходимо провести их испытания.

A3.2.4 Для МПК, классифицированного в соответствии с критериями отнесения к классу опасных грузов ООН 4.3 как химическая продукция, реагирующая с водой с образованием воспламеняющегося газа, должна быть проведена оценка риска возможного проникновения влаги и образования конденсата. Результаты этих оценок используют для определения необходимости мер по предотвращению контакте с влагой и конденсатом.

**A3.3 Управление источником зажигания**

A3.3.1 Операции аддитивных технологических процессов синтеза изделия, при которых горючие МПК подвергают воздействию источников энергии с повышенной температурой, должны выполняться в инертной атмосфере при концентрации кислорода ниже предельной концентрации кислорода (LOC) для используемой комбинации МПК и инертного газа. Данные значения предельной концентрации кислорода могут быть определены с помощью стандартных методов испытаний, таких как методы в соответствии с ASTM E2931 или EN 14034-4.

A3.3.2 Все отдельные компоненты стационарного и подключенного оборудования, предназначенного для транспортировки или обработки горючих МПК, должны быть должным образом подключены и заземлены. Перед загрузкой МПК необходимо проверить правильность подключения и заземления.

A3.3.3 При работе с открытыми емкостями МПК со значениями минимальной энергии зажигания искровым разрядом постоянного тока (MIE) менее 30 МДж, должно быть обеспечено гальваническое соединение персонала к контейнерам и заземление. При очистке таких контейнеров и оборудования, персонал должен носить одежду и обувь, защищающие от статического электричества, также должно быть обеспечено гальваническое соединение персонала к контейнерам и заземление. Непроводящие емкости с такими порошками, включая транспортную упаковку, должны рассеивать статическое электричество.

A3.3.4 В руководстве по эксплуатации оборудования должны быть четко указаны все источники воспламенения и меры контроля для предотвращения воспламенения горючих МПК.

Производители оборудования предлагают обучение безопасной эксплуатации оборудования и обеспечивают необходимые меры предосторожности для обслуживающего персонала во избежание пожаров и взрывов. К работе с оборудованием, использующим горючие МПК, допускается только обученный персонал.

A3.3.5 Для оборудования, работающего с несколькими сплавами, должна быть проведена оценка совместимости сплавов с учетом возможности термитных реакций, приводящих к возгоранию порошка или пыли. Если такие реакции возможны, для их предотвращения должна быть предусмотрены операции тщательная очистка оборудования от остатков порошка и последующей проверки.

**ДА.15 Приложение A4. Обзор веществ с установленными предельными допустимыми значений уровней воздействия** (справочное)

A4.1 В таблице A4.1 представлен обзор предельно допустимых значений уровней воздействия различных стран актуальных на момент разработки настоящего стандарта. Таблица предназначена в первую очередь для пользователей в странах, где компетентными органами не установлены конкретные допустимые уровни воздействия, и не претендует на полноту. Кроме того, допустимые уровни воздействия могли быть актуализированы после публикации настоящего стандарта. Только сверка с национальными нормативными актами, содержащими соответствующие допустимые уровни воздействия для соответствующей страны, может дать пользователям уверенность в том, что они действительно соблюдают действующее законодательство. Для получения дополнительной информации о допустимых уровнях воздействия смотрите также приложения A1 и A2.

A4.1.1 Воспламеняемость и взрывоопасность порошка зависят от его размера, морфологии, добавок, пассивации поверхности и типа материала. Информация о минимальной температуре воспламенения (MIT), минимальной энергии воспламенения (MIE) и предельной концентрации кислорода (LOC), необходимая для оценки потенциального уровня опасности должна быть приведена в паспорте безопасности химической продукции.

Таблица А4.1 Выборка значения предельно допустимых значений для некоторых веществ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент (металл) | Обозначение | Значимая химическая опасность | Принятые нормативные значения | Окисленные формы, с более высокой опасностью | Значимые химические опасности для оксидов | Принятые нормативные значения для оксидов (если отличны от значений для МПК) |
| Магний | Mg | — | Германия: 0,02 мг/м3 afA  США: 0,1 мг/м3 afA | — | отсутствуют | — |
| Молибден (нерастворимый) | Mo | — | 5 мг/м3 растворимый  Бельгия: 0,5 мг/м3 | — | отсутствуют | — |
| Ниобий | Nb | — | Дания: 0,5 мг/м3 afA | — | отсутствуют | — |
| Титан | Ti | — | Франция: 5 мг/м3 afA | TiO2 | CMR (CIRC 2B, предложение EChA C2) | 0,3 мг/м3 (наночастицы)  2,4 мг/м3 (Франция, США)  Япония: 4 мг/м3 для оксида титана или 1 мг/м3 |
| Железо | Fe | — | Литва: 4 мг/м3 | Fe2O3 | отсутствуют | 5 мг/м3 (взвесь в воздухе) |
| Цинк | Zn | — | Германия: 2 мг/м3 или 0,1 мг/м3 afA | ZnO | токсичность в водной среде | 5 мг/м3 (взвесь в воздухе) |
| Алюминий | Al | — | 2 мг/м3 (взвесь в воздухе) | — | отсутствуют | — |
| Вольфрам | W | — | 5 мг/м3 (нерастворимый) | — | отсутствуют | — |

*Продолжение таблицы А4.1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент (металл) | Обозначение | Значимая химическая опасность | Принятые нормативные значения | Окисленные формы, с более высокой опасностью | Значимые химические опасности для оксидов | Принятые нормативные значения для оксидов (если отличны от значений для МПК) |
| Медь | Cu | Раздражение глаз | Франция: 1 мг/м3  Германия: 0,1 мг/м3 afA | CuO | токсичность в водной среде | 1 мг/м3 |
| Марганец | Mn | — | Франция: 1 мг/м3  Германия: 0,2 мг/м3 или 0,02 мг/м3 afA  Япония: 0,2 мг/м3 | — | — | — |
| Ванадий | V | — | Австрия: 0,5 мг/м3 | V2O5 | специфическая токсичность для отдельного органа-мишени | 0,05 мг/м3  0,03 мг/м3 или 0,005 мг/м3 afA (Германия и Япония) |
| Кремний | Si | — | Бельгия: 0,01 мг/м3 afA  Литва: 1 мг/м3 | SiO2 | CMR (CIRC 1) | 0,05 мг/м3 в кристаллической форме |
| Хром | Cr | — | Франция: 2 мг/м3  США: 1 мг/м3 | CrO3, Cr2O3 | CMR (CIA EU) | 0,001 мг/м3  0,005 мг/м3 (Япония) |

*Окончание таблицы А4.1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент (металл) | Обозначение | Значимая химическая опасность | Принятые нормативные значения | Окисленные формы, с более высокой опасностью | Значимые химические опасности для оксидов | Принятые нормативные значения для оксидов (если отличны от значений для МПК) |
| Никель | Ni | Повышенная чувствительность кожи – CMR (C2 EU) – Специфическая токсичность для органов-мишеней | Германия: 0,006 мг/м3 afA  Франция: 1 мг/м3  США: 0,015 мг/м3  Япония: 0,1 мг/м3 | NiO2, NiO2 | CMR (CIA EU) | Консенсус отсутствует |
| Кобальт | Co | Респираторная сенсибилизация - CMR (CIRC 2B, предложение  EChA C1B) | Германия: 0,005 мг/м3 afA  Франция и Япония: 0,02 мг/м3 |  |  |  |
| Aaf — для альвеолярной фракции | | | | | | |

**Приложение ДА**

(справочное)

# **Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте**

Таблица ДА.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочного межгосударственного или национального стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование  ссылочного международного стандарта или стандарт АСТМ |
| ГОСТ Р ИСО 11611-2011 | IDT | ISO 11611 Одежда защитная, используемая при сварочных и аналогичных работах |
| ГОСТ 12.4.253-2013 | NEQ | ISO 16321-1 Средства индивидуальной защиты глаз и лица профессионального применения. Часть 1. Общие требования |
| ГОСТ 12.4.254-2013 | NEQ | ISO 16321-3 Средства индивидуальной защиты глаз и лица профессионального применения. Часть 3. Дополнительные требования к сетчатым средствам защиты |
| ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 | IDT | ISO/ASTM 52900 Аддитивное производство. Основные принципы. Основные положения и словарь |
| ГОСТ Р 59035–2020 | NEQ | ISO/ASTM 52907: Аддитивное производство. Сырьевые материалы. Методы определения характеристик металлических порошков |
| ГОСТ 31610.10-1-2022 (IEC 60079-10-1:2020) | MOD | IEC 60079-10-1 Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды |
| ГОСТ IEC 60079-10-2-2011 | IDT | IEC 60079-10-2 Взрывоопасные среды. Часть 10-2. Классификация зон. Взрывоопасные пылевые среды |

УДК:621.762:006.354 ОКС: 01.020

Ключевые слова: аддитивные технологии, аддитивное производство, 3D-печать, металлопорошковые композиции, МПК, промышленная безопасность, паспорт безопасности МПК, оценка риска.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-internationale-grenzwerte-fuer-chemische-substanzen-limit-values-for-chemical-agents/index-2.jsp [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-internationale-grenzwerte-fuer-chemische-substanzen-limit-values-for-chemical-agents/index-2.jsp> [↑](#footnote-ref-2)