

Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для производства изделий из металла, пластика и резины

Введение

Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП)¹ как общего характера, так и относящиеся к конкретным отраслям. Если в реализации проекта участвует один член Группы организаций Всемирного банка или более, применение настоящего Руководства осуществляется в соответствии с принятыми в этих странах стандартами и политикой. Такие Руководства по ОСЗТ для различных отраслей промышленности следует применять в сочетании с **Общим руководством по ОСЗТ** – документом, в котором пользователи могут найти указания по общим вопросам ОСЗТ, потенциально применимым ко всем отраслям промышленности. При осуществлении комплексных проектов может возникнуть необходимость в использовании нескольких Руководств, касающихся различных отраслей промышленности. С полным перечнем Руководств для отраслей промышленности можно ознакомиться по адресу:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>.

В Руководствах по ОСЗТ приводятся такие уровни и параметры эффективности, которые, как правило, считаются достижимыми на вновь введенных в эксплуатацию объектах при современном уровне технологии и приемлемых затратах. Применение положений Руководств по ОСЗТ к уже существующим объектам может потребовать разработки особых целевых показателей для каждого объекта и соответствующего графика их достижения.

Применение Руководства по ОСЗТ следует увязывать с факторами опасности и риска, определенными для каждого проекта на основе результатов экологической оценки, в ходе которой принимаются во внимание конкретные для каждого объекта переменные, такие как особенности страны реализации проекта, ассимилирующая способность окружающей среды и прочие проектные факторы, связанные с намечаемой деятельностью. Порядок применения конкретных технических рекомендаций следует разрабатывать на основе экспертного мнения квалифицированных и опытных специалистов.

Если нормативные акты в стране реализации проекта предусматривают уровни и параметры, отличные от содержащихся в Руководствах по ОСЗТ, то при реализации проекта надлежит в каждом случае руководствоваться более жестким из имеющихся вариантов. Если в силу особых условий реализации конкретного проекта

¹ Определяется как применение профессиональных навыков и проявление старательности, благоразумия и предусмотрительности, чего следует с достаточным на то основанием ожидать от квалифицированного и опытного специалиста, занятого аналогичным видом деятельности в таких же или сходных условиях в любом регионе мира. При оценке применяемых в ходе реализации проекта способов предупреждения и предотвращения загрязнения окружающей среды квалифицированный и опытный специалист может выявить обстоятельства, такие, например, как различные уровни экологической деградации и ассимилирующей способности окружающей среды, а также различные уровни финансовой и технической осуществимости.

целесообразно применение менее жестких уровней или параметров, нежели те, что представлены в настоящем Руководстве по ОСЗТ, в рамках экологической оценки по конкретному объекту надлежит представить подробное и исчерпывающее обоснование любых предлагаемых альтернатив. Такое обоснование должно продемонстрировать, что выбор любого из альтернативных уровней результативности обеспечит охрану здоровья населения и окружающей среды.

Применение

В Руководстве по ОСЗТ для производства изделий из металла, пластика и резины приведены данные для операций обработки материалов, общих для многих отраслей производства изделий из металла, пластика и резины. В него не включены добыча или производство сырья (металлов, пластиков и резины), литье металлов и синтез термопластичных полимеров и добавок. Описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли, содержится в приложении А.

Настоящий документ состоит из следующих разделов:

Раздел 1.0	–	Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними
Раздел 2.0	–	Показатели эффективности и мониторинг
Раздел 3.0	–	Справочная литература и дополнительные источники информации
Приложение А	–	Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

1.0 Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними

В данном разделе приводится обзор проблем ОСЗТ, возникающих в сфере производства изделий из металла, пластика и резины на этапе эксплуатации предприятий, и содержатся рекомендации по их решению. В **Общем руководстве по ОСЗТ** приведены рекомендации по решению проблем ОСЗТ, характерных для большинства крупных промышленных предприятий на стадии строительства и вывода из эксплуатации.

1.1 Охрана окружающей среды

1.1.1 Металлы

Возникающие в связи с производством изделий из металла экологические проблемы включают следующее:

- выбросы в атмосферу;
- сточные воды и жидкие отходы;
- твердые отходы.

Выбросы в атмосферу

В таблице 1 приведен перечень видов выбросов в атмосферу, наиболее распространенных для типовых процессов производства металлических изделий. При спекании могут образовываться побочные продукты сгорания и парниковые газы, связанные с потребностью в электроэнергии. Неорганические и органические летучие соединения могут образовываться из оксидов, пыли и смазочных материалов (например, воска или графита), используемых для загрузки перед прессованием. Обработка металлических микрочастиц (диаметром прибл. 1 мкм) может приводить к образованию металлической пыли.

Выбросы при литье рассматриваются в Руководстве по ОСЗТ для литейного производства.

Выбросы в атмосферу при штамповке могут содержать используемые оборудованием растворители и смазочно-охлаждающие жидкости либо образующиеся при быстром охлаждении пары (например, при горячей штамповке или отпуске). При использовании автоматических механических инструментов могут возникать туман и пары масел и смазок.

Таблица 1. Выбросы в атмосферу при производстве изделий из металла

Технологический процесс	Выбросы в атмосферу
Спекание	Сдуваемая пыль, твердые частицы, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, хлористые и фтористые соединения, летучие органические соединения (ЛОС) (например, пары полистирола, углеводороды), пары металлов (улетучивающегося металла и оксидов металла)
Формование металла	
Резка, шлифование и/или формование металла (включая, в том числе, ковку, протяжку проволоки, прессование, штамповку)	Пары и туман смазочно-охлаждающей жидкости [в технологических процессах с подогревом смазочно-охлаждающей жидкости (например, при протяжке проволоки)]. В условиях горячей обработки или при сильном истирании некоторые смазочные материалы могут разлагаться с образованием ЛОС
Термическая обработка	
Закалка, отпуск и другие обычные типы обработки	Туман, ЛОС и растворители, пары, твердые частицы (например, пары окисленного хрома или никеля)
Обработка поверхности	
Абразивная обработка (например, дробеструйная, пескоструйная обработка)	Пыль, состоящая из абразивных частиц, металлов и оксидов металлов
Обезжиривание растворителем и очистка эмульсиями, щелочью и кислотой	Растворители (возникают только при обезжиривании растворителями и очистке эмульсией), ЛОС, пары, пары кислоты и щелочи, содержащие аммиак, хлорид аммония
Сварка	Твердые частицы, пары окисленного хрома (VI) и никеля, озон, пары (в виде металлов или оксидов) свинца, кадмия, цинка, олова, железа, молибдена, марганца, кобальта, ванадия, оксид кремния и силикаты, фториды, оксиды азота, монооксид углерода, диоксид углерода, фосген (карбонилхлорид), фосфин
Финишная обработка поверхности	
Анодирование, конверсионное покрытие, гальваническое покрытие	Туман с ионами металлов и кислотный туман, хлористоводородная кислота, серная кислота, аммиак, хлорид аммония, оксид цинка, твердые частицы, свинец, медь, хлор
Окраска	Растворители
Другие методы финишной обработки металла (включая полировку, покрытие горячим погружением и травление)	Пары металлов и кислотные пары, оксид цинка (от быстрого охлаждения водой), ЛОС, оксиды азота, твердые частицы, оксид серы (при нагревании цинковой бани)

При термической обработке в процессе отпуска и закалки возникают выбросы в атмосферу из печей (например, побочные продукты сгорания топлива печи, а также выбросы, возникающие от сгорания масел и смазок, присутствующих на поверхности металла) и выбросы из ванны закалки (например, вода в смеси с химическими добавками и синтетическими маслами) в виде паров и тумана.

Выбросы в атмосферу в процессе сварки зависят от свариваемого материала основы и выбранного метода сварки. В частности, выбросы могут возникать из ванны жидкого металла, защитных газов, за счет реакции наружной части электрода с сердечником с атмосферой и за счет сгорания масел и смазок, присутствующих на исходном продукте. Особое внимание необходимо обратить на выбросы в атмосферу из покрытия, которое в конце наносят на металл основы.

Выбросы в атмосферу при очистке поверхности металла связаны с испарением реактивов при обезжиривании, очистке и промывке. Выбросы твердых частиц могут возникать при пескоструйной обработке и сухой шлифовке поверхности. Такие выбросы могут содержать частицы металла и оксидов металлов.

При электрохимической обработке поверхности возникают выбросы в атмосферу, туман и пузырьки газа, образующиеся в нагретых жидкостях, которые могут содержать металлы и другие присутствующие в ванне вещества. При окраске выбросы в атмосферу содержат в первую очередь органические растворители, используемые в качестве разбавителя краски. Выбросы возникают также при хранении красок, их смешивании, нанесении и сушке.

Летучие органические соединения (ЛОС)

Рекомендуемые методы предотвращения и снижения выбросов в атмосферу ЛОС включают следующее:

- установку змеевиков охлаждения (или дополнительных змеевиков) над зоной концентрации паров средства для обезжиривания;
- подачу потока воздуха поверх средства для обезжиривания со скоростью, которая обычно не превышает 40 м/мин;
- вращение деталей перед удалением из паров средства для обезжиривания, включая:
 - установку приборов термостатического регулирования нагрева на резервуарах и емкостях с растворителем;
 - установку встроенных фильтров для предотвращения скопления твердых частиц;
 - применение регенерации растворителей для снижения выбросов ЛОС из сушильных печей;
 - применение активированного угля для выделения паров растворителей;
- необходима тщательная очистка поверхности металла для сокращения выбросов в атмосферу во время сварки и нанесения покрытия;
- покрытия следует снимать с поверхности металла перед сваркой желательно с помощью механической очистки (например, посредством струйной очистки гранулами твердого диоксида углерода) вместо использования растворителей.

Пыль

Рекомендуемые предотвращения и снижения выбросов пыли включают следующее:

- Установка встроенных вытяжных вентиляторов с фильтрами или скрубберами. Возможно также использование электростатических осадителей (ESP);
- По возможности поддержание поверхности металла влажной, чтобы предотвратить или минимизировать образование пыли.

Содержание кислот и металлов в тумане и парах

Рекомендуемые методы предотвращения и снижения содержания кислот и металлов в выбрасываемом в атмосферу тумане и парах включают следующее:

- использование дымопоглощающих веществ в качестве присадок для гальванической ванны для сокращения выбросов в атмосферу металлов гальванического покрытия (например, хрома);
- установка встроенных вытяжных вентиляторов с фильтрами для удаления кислотных соединений;
- установка фильтров, способных захватывать различные металлы для устранения металлов или их оксидов;
- для предотвращения и снижения образования сварочных дымов (смеси металлов, оксидов и дыма от сгорания масла) необходимо снимать покрытие с основного металла. Для этой цели не следует использовать растворители с хлорированными углеводородами, во избежание опасности образования фосгена.

Сточные воды и жидкие отходы

К типовым источникам сброса сточных вод при производстве изделий из металла относятся: стоки с установок очистки и промывки составами на водной основе, охлаждающая вода, другие моющие средства, сточные

воды, образующиеся при резке, струйной обработке, зачистке и финишной обработке, а также в результате операций с водными смазочно-охлаждающими жидкостями. В таблице 2 приведен перечень технологических сточных вод, образующихся в процессе производства изделий из металла.

Таблица 2. Жидкие отходы при производстве изделий из металла

Технологический процесс	Производственные сточные воды
Спекание	Оксиды металлов, фенолы, смазка, пролитое масло, взвешенные и растворенные твердые вещества и металлы (металлосодержащий отстой)
Формование металла	
Резка, шлифование и/или формование металла	Отработанные технические жидкости (например, этиленгликоль, жидкости на масляной основе, эмульсии масла в воде, синтетические эмульсии) и кислоты (например, хлористоводородная, серная, азотная), щелочи и отработанные растворители
Обработка поверхности	
Обезжиривание, растворителем и очистка эмульсией, щелочью и кислотой	Поверхностно-активные вещества, эмульгаторы, моющие средства, терпены, отработанные щелочи и кислоты, соли металлов, растворенные основные материалы
Сварка	Загрязненная ванна охлаждения, используемая для закалки после сварки
Финишная обработка поверхности	
Анодирование, конверсионное покрытие, гальваническое покрытие	Отработанные кислоты и щелочи, металлы, соли металлов, цинк, хром (VI), цианиды
Окраска	Отработанные, разлитые растворители и кубовые остатки
Другие методы финишной обработки металла (включая полировку, покрытие горячим погружением и травление)	Металл (например, цинк, хром [VI]), отработанная кислота или щелочь

После термической обработки и горячей обработки, включая сварку, может проводиться закалка в жидкой

среде. Закалка важна также для литья и спекания. Связанные с литьем вопросы более подробно отражены в **Руководстве по ОСЗТ для литейного производства**. Обычно закалку проводят в воде либо в жидкости на водной основе, которые могут содержать химические добавки (например, органические растворители, фенолы, масла и смазки). В сливах закалочных ванн могут содержаться также остаточные количества добавок и продукты их трансформаций, взвешенные твердые вещества, включая металлическую взвесь (например, образующиеся при отверждении оксиды).

В мокрых скрубберах, используемых для очистки отходящих газов, могут образовываться сточные воды, содержащие металлы и фенолы, и обладающие, как правило, высокой кислотностью или щелочностью. Эти стоки необходимо нейтрализовать перед сбросом. Тепловое загрязнение от сброса воды охлаждения, не контактирующей с продуктом, следует исключать посредством применения системы охлаждения с рециркуляцией, например, с помощью градирен.

Жидкости, выделяющиеся при резке, шлифовании и штамповке металла, обычно загрязняются за счет длительного и многократного использования. Для машинной обработки металлов используют жидкости на нефтяной основе, водно-масляные и синтетические эмульсии. В процессе применения и многократного использования жидкости могут разлагаться на компоненты; отработанные жидкости могут содержать множество различных веществ, включая соединения, возникающие в результате взаимодействия металлов и оксидов металлов с разложившимися компонентами жидкости. Отработанные жидкости могут содержать большие количества металлов (например, железа, алюминия и меди), кислот и щелочей (например, хлористоводородной, серной и азотной

кислоты), а также органических веществ (например, этиленгликоля, уксусного альдегида и формальдегида, масляного дистиллята, эмульсионных масел, полусинтетических жидкостей, синтетических жидкостей и отработанных растворителей).

При подготовке поверхности сточные воды могут образовываться при операциях очистки (в первую очередь, при промывке). Водные чистящие средства представляют собой реактивы на водной основе, которые можно разделить на две основные группы: продукты на кислотной и на щелочной основе. Оба типа водных чистящих средств содержат поверхностно-активные вещества, эмульгаторы (для удаления масел), моющие средства и терпены (в полуводных чистящих средствах). Сточные воды от щелочной и кислотной очистки, которые не содержат растворителей, можно очищать на месте.

В технологиях горячего покрытия (например, при нанесении гальванического покрытия) используется вода для промывки после предварительной очистки и для быстрого охлаждения после нанесения покрытия. При горячем покрытии образуются твердые отходы в виде дросса оксидов, которые периодически собирают с поверхности из нагреваемой емкости. При этом могут образовываться содержащие металлы сточные воды. Растворы для травления состоят из крепких кислот (например, азотной кислоты) или оснований. Для получения травильных растворов используются соли (например, персульфат аммония, хлорид железа). Отработанные растворы могут содержать металлы и кислоты. Нанесение металлов и связанные с этим отходы образуют самые большие объемы отходов, содержащих металлы (например, кадмий, хром, медь, свинец и никель) и цианиды.

Операции окраски приводят к образованию отходов, содержащих растворители, и прямому сбросу растворителей (включая бензол, метилэтилкетон, метилизобутилкетон, толуол и ксилолы). Операции окраски могут также сопровождаться загрязнением сточных вод за счёт поступления материалов, использованных в качестве разбавителей для краски и в целях распыления, а также от остатков краски и/или краски после истечения срока годности.

При анодировании могут образовываться производственные сточные воды, содержащие ацетат никеля, и не содержащие никель шпатлевки. К другим возможным загрязнителям относятся комплексобразующие соединения и металлы, которые могут соединяться с другими сточными водами финишной обработки металла и очищаться на месте с помощью обычного осаждения гидроксидами. Содержащие хром сточные воды (например, сточные воды, образующиеся в процессе нанесения конверсионного покрытия) необходимо предварительно обрабатывать, чтобы восстановить шестивалентный хром до трехвалентного состояния. Стандартный процесс очистки приводит к образованию отстоя, который обычно вывозят с предприятия для регенерации металлов и/или для захоронения.

Стоки обычно содержат множество загрязнителей, и их можно разделять на отдельные потоки, включая сточные воды, в которых могут содержаться масла и растворители; сточные воды от обработки поверхности и финишной обработки; а также сточные воды, загрязнённые металлами. Соответствующие методы предотвращения и снижения загрязнения включают следующее:

Стоки, содержащие нефтепродукты:

- Выделение стоков из общего потока сточных вод и специальное удаление, если невозможно их вторичное использование;
- Стандартизация используемых типов масел и эффективное планирование технологических процессов, которые требуют применения различных типов масел;
- Продление срока службы охлаждающих жидкостей с помощью центрифуг, периодического анализа, биоцидов и ультрафильтрации, а также удаления нефтепродуктов дисковыми или ленточными пеноотделителями. Использование подходящих методов поддержания чистоты и порядка во избежание попадания растворителей в смазочно-охлаждающие жидкости;
- Состав масляных ванн быстрого охлаждения следует использовать вторично после отделения металлов фильтрацией;
- Жидкости для обработки металлов следует выделять с помощью сборных поддонов под станками;
- При холодной штамповке и других процессах с применением масла следует использовать автоматические масленки для снижения скопления смазки. Следует рассмотреть возможность применения смазочного материала для штамповки, пригодного для условий подготовки к процессу термической обработки.

Растворители и водные стоки:

- Необходимо аккуратно обращаться с растворителями, чтобы исключить разливы и неконтролируемые выбросы. Инструкции по хранению и погрузке/разгрузке растворителей приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**;

- Следует рассмотреть возможность применения менее вредных обезжиривающих веществ (например, нефтяных растворителей, чистящих веществ на растительном масле, CO₂ и щелочных моющих средств) в дополнение к очистке в противотоке растворителей (двухстадийной: первая очистка загрязненным растворителем с последующей промывкой свежим растворителем). По возможности, для промывки металлов следует использовать водные щелочные моющие средства, не содержащие ЛОС. Некоторые из них можно регенерировать методом микрофильтрации;
 - Отработанные растворители обезжиривания следует возвращать в технологический процесс, вторично используя перегонные кубы периодического действия и отработанные растворители;
 - Перед окончательным обезжириванием паром следует проводить холодную промывку вторичным уайт-спиритом;
 - Кислоты следует выделять из сточных вод с помощью выпаривания;
 - Следует снижать уровень загрязнения промывки путём локализации загрязнений с помощью оптимизации процесса, использования поверхностно-активных веществ и других смачивающих реагентов;
 - По возможности следует использовать методы механической очистки вместо химических методов (например, аппарат вибрационной абразивной очистки для латуни вместо кислотного травления; механическое соскабливание вместо использования кислотного раствора для удаления оксидов титана; а также устройства с вращающимися щетками и пемзой для очистки листовой меди);
 - необходимо контролировать и снижать концентрацию растворенных ионов металлов (например, снижение концентрации молибдена с помощью систем обратного осмоса и осаждения; использование не содержащих хроматы растворов для очистки с помощью щелочного травления ковкого алюминия; применение погружения в серную кислоту и перекись водорода вместо погружения в цианиды и хромовую кислоту для процесса светлого травления меди);
 - По возможности следует заменять щелочные и кислотные растворы для травления другими моющими составами (например, применение каустического чистящего состава для проволоки с биологически разлагаемым моющим средством и использование линейных спиртов вместо серной кислоты для травления медной проволоки при условии применения соответствующих противопожарных и иных мер обеспечения безопасности);
 - Следует устанавливать ограничители потока и расходомеры и использовать ножной насос (или фотодатчики для автоматических линий) для проведения промывки;
 - Производственные сточные воды следует возвращать в оборот после очистки методами ионного обмена, обратного осмоса, электролиза и электродиализа в сочетании с ионным обменом.
- Сточные воды от обработки поверхности и финишной обработки:
- Сильные комплексообразующие агенты типа этилендиаминтетрауксусной кислоты и токсичные поверхностно-активные вещества типа нонилфенол этоксилата и перфтороктансульфоната следует заменять менее вредными веществами;
 - Рабочие жидкости ванн анодирования и щелочных ванн следует регенерировать с помощью выделения

солей металлов (например, алюминия) посредством гидролиза алюмината натрия;

- Следует ограничивать запасы материалов для финишной обработки с коротким сроком хранения;
- Следует сводить к минимуму образование сточных вод при окрашивании, выбирая соответствующий метод покраски поверхности (из светлого в темное) и распыления (например, использование в определенных случаях краскопульта, применение систем электростатической финишной обработки вместо обычного воздушного пульверизатора);
- Необходимо избегать использования хлорсодержащих растворителей (включая четыреххлористый углерод, метилхлорид, 1,1,1-трихлорэтан и перхлорэтилен) и заменять их моющими составами на основе нетоксичных или слаботоксичных растворителей;
- Хромовую кислоту и тринатрийфосфат следует заменять на менее токсичные и не дымящие моющие вещества (например, серную кислоту и перекись водорода), а все чистящие составы с цианидом следует заменять аммиаком;
- Следует использовать менее токсичные ингредиенты в рабочих растворах ванн (например, цинк вместо кадмия в щелочных и солевых растворах, азотную и хлористоводородную кислоту вместо цианидов в некоторых гальванических ваннах, хлорид цинка вместо цианида цинка);
- После технологических ванн следует устанавливать сливные полки, каплеотбойники, каплеотбойные перегородки и емкости для сбора утечек рабочих растворов.

Металлы в сточных водах

- Очень важным фактором является регулирование расхода воды, поскольку это также снижает расход сырья и его потери в окружающую среду. Надлежащее управление технологическим процессом и снижение уноса являются ключевыми факторами для уменьшения расхода вредного сырья;
- Сточные воды с выделяемыми металлами следует отделять от других потоков сточных вод. Металлы следует выделять из раствора (например, с помощью электролитических ванн или осаждения гидроксидами);
- Отработанные растворы ванн травления металлов следует направлять в процесс непрерывного электролиза для регенерации и выделения металлов;
- Загрязняющие компоненты растворов блестящего травления следует удалять, применяя соответствующие методы очистки (например, ионный обмен для меди или выделение фосфатов при переработке сплавов на основе алюминия);
- Растворы, содержащие соли цианидов (например, образующиеся в процессах отверждения), следует заменять рабочими средами, содержащими корунд и соединения азота;
- При нанесении гальванических покрытий следует исключить применение шестивалентного хрома, а если это невозможно, следует использовать рециркуляцию рабочего раствора и закрытые ванны, чтобы свести к минимуму сбросы токсичных стоков.

Очистка производственных сточных вод

Поскольку обычные производственные операции с изделиями из металла, пластика и резины отличаются многообразием применяемых технологий, используемого сырья и реагентов, то для очистки сточных вод могут

потребуется отдельные операции, специально предназначенные для конкретного процесса производства.

Методики очистки сточных вод из промышленных технологических процессов в данной отрасли включают разделение сточных вод в зависимости от источников их образования и предварительную очистку концентрированных потоков сточных вод. В стандартных методах очистки сточных вод применяют: маслоуловители, пеносъёмники, флотацию диспергированным воздухом или водомасляные сепараторы, отделяющие нефтепродукты и всплывающие взвешенные вещества; фильтрацию для выделения фильтруемых твердых веществ; усреднение потоков и нагрузок; улавливание взвешенных твердых веществ в отстойниках; биологическую обработку (обычно аэробную очистку) для снижения уровня растворимых органических веществ (БПК); биологическое удаление биогенных веществ для снижения уровня азота и фосфора; хлорирование стоков, если требуется дезинфекция; обезвоживание отходов очистки стоков и их размещение в специальных полигонах и иных местах, предназначенных для размещения опасных отходов. Могут потребоваться дополнительные технические меры для i) локализации распространения и очистки летучих органических веществ, которые отгоняются из различных операций в системе очистки сточных вод, ii) более полного удаления металлов с помощью мембранных фильтров или других физико-химических технологий очистки, iii) удаления труднорастворимых органических соединений с помощью активированного угля или глубокого химического окисления, iv) устранения остаточного окрашивания с помощью адсорбции или химического окисления, v) снижения токсичности стоков за счёт применения соответствующих технологий (например, обратного осмоса, ионного обмена, сорбции на активированном угле и др.), vi) снижения

минерализации стоков с помощью обратного осмоса или выпаривания, а также vii) предотвращения распространения и нейтрализации неприятного запаха.

Методы удаления промышленных сточных вод и примеры подходов к их очистке обсуждаются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Путем использования этих технологий и надлежащих практических приемов предприятия обеспечивают соответствие значениям нормативов сброса сточных вод, указанным в соответствующей таблице раздела 2 настоящего отраслевого документа.

Прочие виды сточных вод и потребление воды

Указания по обращению с незагрязненными сточными водами от вспомогательных систем, незагрязненными ливневыми стоками и хозяйственно-бытовыми сточными водами содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Загрязненные стоки (например, ливневые стоки с участков, на которых хранятся твердые отходы, такие как металлическая обрезь) должны направляться в систему очистки промышленных технологических сточных вод. Рекомендации по снижению расхода воды, особенно при ограниченных водных ресурсах, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Твердые отходы

Производство металлических изделий и связанные с этим операции (например, очистка сточных вод и удаление паров) могут образовывать твердые отходы. В таблице 3 приведены основные виды твердых отходов с производства металлических изделий в зависимости от их источников.

При спекании образуется ограниченное количество твердых отходов, которые главным образом связаны с хранением и погрузкой/разгрузкой сырья (например, твердые частицы, порошки и загрязнение почвы разливами нефтепродуктов).

При термической обработке (например, отпуске) образуется оксидная окалина. При промывке ванн закалки или охлаждения могут образовываться также содержащие металл отстои.

При формовании металлов образуется большое количество металлической стружки (металлического лома), отстоя смазочно-охлаждающих жидкостей для резания с металлами и кубовых остатков растворителей. Металлолом главным образом состоит из металла, снятого с заготовок (например, стали), в сочетании с небольшими количествами жидкостей для обработки металлов (например, смазочно-охлаждающих жидкостей), которые используются перед и в процессе операций профилирования металла, в результате которых образуется металлолом. Металлолом такого типа обычно возвращают в технологический процесс в качестве исходного сырья. Сварочный шлак, пыль и порошки могут содержать оксиды различных металлов в зависимости от основного металла и используемого покрытия.

Таблица 3. Твердые отходы при производстве металлических изделий	
Технологический процесс	Твердые отходы
Спекание	Твердые частицы, порошки
Формование металла	
Резка, шлифование и/или формование металла	Частицы металла (например, железные опилки и стружка или обрезки от машинной обработки), отстой жидкости для механической обработки, содержащий металлы, и твердые отходы в виде кубового остатка растворителей
Обработка поверхности	
Обезжиривание растворителем и очистка эмульсиями, щелочью и кислотой	Технологический отстой
Сварка (включая многопроходную сварку)	Оксиды металлов (например, оксиды Ti, Al, Fe, Ni, Cr, Cu, Zn или Sn) и капли шлака
Финишная обработка поверхности	
Анодирование, конверсионное покрытие, гальваническое покрытие	Шлам(ы) металлов, основной металл и химически активные вещества
Окраска	Кубовые остатки, шлак (сухой), краска и металлы
Другие методы финишной обработки металла (включая полировку, покрытие горячим погружением и травление)	Шлам полировки, дросс металлов (например, цинка, хрома), отстой травления, дросс оксидов, шлак(ы) металлов

Операции подготовки поверхности приводят к образованию твердых отходов (например, отстой очистки сточных вод, кубовые остатки, остатки очистки емкостей, остатки жидкостей для машинной обработки). Анодирование, нанесение конверсионного покрытия, нанесение гальванического покрытия и окраска могут приводить к образованию ряда отработанных растворов и сточных вод, при очистке которых могут образовываться шламы, основные металлы, оксиды металлов и ряд химически

активных веществ. Полировка, нанесение покрытия горячим погружением, травление и другие методы финишной обработки металлов образуют такие же твердые отходы, как при анодировании, но с добавлением шлама полировки, дросса из емкостей горячего погружения и шлама травления.

Меры предотвращения и снижения загрязнения включают следующее:

- разделение металлической пыли и металлолома по типам для облегчения выделения и возврата в технологический процесс;
- уменьшение количества и переработка шламов от сварки,ковки, машинной обработки и механической финишной обработки, которые могут содержать ионы металлов;
- надлежащее обращение с металлами, извлеченными из сточных вод, с целью их утилизации или направления на полигон;
- удаление шлама процесса финишной обработки поверхности (например, нанесения гальванического покрытия, окраски, горячего погружения);
- если вторичное использование или возвращение в технологический процесс оказывается невозможным, то твердые отходы следует удалять в соответствии с рекомендациями по обращению с промышленными твердыми отходами, приведенными в Общем руководстве по ОСЗТ.

1.1.2 Пластики и резины

Экологические проблемы, возникающие при производстве изделий из пластика и резины, в первую очередь включают следующее:

- выбросы в атмосферу;
- сточные воды;
- твердые отходы.

К операциям, которые могут оказывать вредное влияние на окружающую среду, относятся: гранулирование, смешивание и приготовление составов для смолы, формование и финишная обработка. Поскольку процессы производства изделий из пластика и резины отличаются главным образом операциями смешивания и приготовления состава, а также формования, то в настоящем Руководстве они представлены по отдельности. С учетом схожести операций гранулирования и финишной обработки при производстве изделий из термопластичных и термоусадочных полимеров и резины, эти вопросы рассматриваются в настоящем Руководстве совместно.

Выбросы в атмосферу

Пластики

Выбросы в атмосферу могут содержать твердые частицы и летучие органические соединения (ЛОС). Твердые частицы могут выделяться при погрузке/разгрузке сухих добавок и гранулировании полимеров. Кроме того, нагревание термопластиков во время смешивания и формования может приводить к образованию и выделению мелкодисперсных аэрозолей.

Рекомендуемые меры предотвращения и снижения выбросов твердых частиц в атмосферу включают следующее:

- оптимизация технологических условий обращения с сухими добавками и их смешивания, температуры и гранулирования полимеров;

- фильтрация воздуха, откачанного с участков погрузки/разгрузки материалов и гранулирования, с помощью циклонов и/или рукавных фильтров;
- улавливание и снижение неорганизованных выбросов от технологических устройств, как правило, с помощью первичного циклона и вторичного рукавного фильтра либо устройства электростатического осаждения.

ЛОС, включая низкомолекулярные добавки и растворители, могут выделяться в процессе операций смешивания и формования, особенно при нагреве. При формовании неактивных пластиков полимеры основы, за малыми исключениями, бывают стабильны при температурах, которые значительно выше температуры обработки. Однако при формовании могут выделяться пары воды, добавки с низкими точками кипения и захваченные полимером мономеры, особенно в самой горячей точке технологической линии. В таблице 4 приведены примеры обычно обрабатываемых пластиков и некоторых составляющих, обнаруженных в парах в процессе обработки этих пластиков или их нагревания выше рекомендованной максимальной температуры технологического процесса. В отличие от других процессов обработки термопластиков, производство продуктов из пенополистирола (EPS) требует предварительной подготовки сырья до финишной операции "механического" литья. В процессе конверсии для продувки используют небольшие количества жидкости с низкой точкой кипения, как правило, смеси изомеров пентана (обычно в концентрации 3–8 масс.%)².

² В этих процессах широко использовались хлорфторуглероды, но в настоящее время, в соответствии с надлежащей отраслевой практикой, их применение запрещено в связи со вкладом фторуглеродов в парниковый эффект и истощение озонового слоя.

Таблица 4. Вещества, которые могут выделяться при высокой температуре обработки

Пластик	Примеры обнаруженных компонентов
PVC – поливинилхлорид	Хлористый водород, мономер винилхлорида
ABS – акрилонитрил-бутадиен-стирольный сополимер	Стирол, фенол, бутадиен
PP – полипропилен	Альдегиды, бутан, другие алканы, алкены
POM – ацетали	Формальдегид
полиэтилен LDPE, MDPE, HDPE (низкой, средней и высокой плотности)	Альдегиды, бутан, другие алканы, алкены
PS – полистирол	Стирол, альдегиды
PET – полиэтилентерефталат	Формальдегид, метоксибензол, бензальдегид и множество разных ЛОС

Рекомендуемые системы предотвращения и снижения атмосферных загрязнений в виде выбросов в атмосферу ЛОС включают следующее:

- использование закрытых хранилищ для всех растворителей и чистящих жидкостей и для всех реактивов с низкой точкой кипения;
- установка системы регулирования вентиляции, особенно в точках с самой высокой температурой обработки в производственной линии;
- установка систем местной вытяжки и адсорберов с активированным углем;
- установка рекупирующих и регенерирующих термических окислителей, каталитических и регенеративных каталитических окислителей, конденсаторов и биологических фильтров;
- разработка и реализация плана обращения с растворителями.

Резины

Неорганизованные выбросы в атмосферу реактивов химических добавок могут возникать на участке смешивания. Поскольку добавки предварительно дозируются, возникает возможность существенных неорганизованных выбросов пыли в атмосферу из находящихся в открытом хранении химикатов. Неорганизованные выбросы в атмосферу могут также возникать при загрузке реактивов в смеситель. При шлифовке поверхности могут возникать выбросы в атмосферу твердых частиц.

Рекомендуемые методы предотвращения и снижения выбросов пыли и твердых частиц в атмосферу включают следующее:

- Использование реактивов в небольших, предварительно дозированных и герметично закрытых мешках для прямого добавления в смеситель, чтобы ограничить образование пыли;
- Выбросы в атмосферу из смесителей следует снижать с помощью рукавных фильтров. Вытяжку из собирающих колпаков следует подавать в рукавные фильтры для борьбы с выбросами твердых частиц и возможно связанных с твердыми частицами полувolatile соединений³, аммиака и металлов (например, соединений цинка, никеля, селена, свинца, кадмия, висмута и диоксида титана);
- С пылью и частицами резины, образующимися при шлифовке поверхности, следует бороться с помощью первичного циклона и вторичного рукавного фильтра или двухступенчатого электростатического осадителя.

³ Этилентимочевина, диэтанолламин, гидрохинон, фенолы, альфа-нафтиламин, п-фенилендиамин, бензоилпероксид, дибутилфталат, диоктилфталат и бис-(2-этилгексил)-адипат.

Могут возникать выбросы ЛОС и опасных загрязнителей воздуха. В процессе производства изделий из резины используются различные растворители. Рекомендуемые методы предотвращения и снижения атмосферного загрязнения в виде выбросов ЛОС включают следующее:

- Необходимо аккуратно обращаться с растворителями, чтобы избежать разливов и неорганизованных выбросов в атмосферу. Указания по хранению и погрузке/разгрузке растворителей и других опасных материалов содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**;
- Следует сводить к минимуму применение растворителей и, по возможности, использовать водные и силиконовые соединения, а также антиприлипающие соединения не на основе растворителей.

В случае существенных выбросов в атмосферу ЛОС может потребоваться оборудование, снижающее уровень выбросов. Если для придания резинам требуемых свойств необходима интенсивная вулканизация, то в выбросах в атмосферу, связанных с вулканизацией резины, может содержаться диоксид серы (SO₂). Для снижения таких выбросов возможно использование скрубберов.

Сточные воды

Стоки могут содержать растворители, нефтепродукты, растворимые и нерастворимые в воде органические соединения, выделяющиеся в результате контакта, техническую и промывочную воду, а также твердые частицы размером от долей микрона до нескольких миллиметров.

Пластики

Технологические сточные воды, образующиеся при литье и формовании пластиков, можно разделить на три основные

категории: 1) охлаждающая (или нагревающая) вода для производства изделий из пластиков; 2) промывная вода, используемая для очистки поверхности изделий из пластика и промывки оборудования; и 3) вода от операций финишной обработки, для удаления отходов пластика и для смазки изделий.

Сброс охлаждающей (или нагревающей) жидкости может приводить к тепловому загрязнению. Токсичные загрязняющие вещества, определяемые в технологических сточных водах, которые сбрасывают с операций контактного охлаждения и нагрева, включают фталаты (например, бис-[2-этилгексил] фталат [DEHP]).

Для очистки воды характерно высокое биохимическое потребление кислорода (БПК₅) и химическое потребление кислорода (ХПК), высокое содержание твердых взвешенных веществ (ТВВ), высокое общее содержание органического углерода, нефтесмазочных материалов, фенолов, а также цинка. Вода финишной обработки может содержать существенные количества ТВВ и водорастворимых присадок (например, фталатов).

Рекомендуемые методы предотвращения загрязнения для контактных, промывочных сточных вод и сточных вод финишной обработки включают следующее:

- введение практики поддержания чистоты и порядка;
- для контактной воды и воды финишной обработки – введение процесса очистки активированным углем для удаления растворимых органических веществ, включая фталаты (это особенно важно при производстве пластифицированного поливинилхлорида);
- использование, по возможности, биологически разлагаемых пластификаторов;

- для сокращения сбросов после финишной обработки изделий – возвращение воды в технологический процесс после осаждения и отстаивания, а также удаления взвешенных твердых веществ и нефтесмазочных материалов.

Использование охлаждающей воды может приводить к высокому потреблению воды, а также возможному сбросу высокотемпературной воды, остатков биоцидов и остатков других средств, применяемых для предотвращения биологического обрастания в системах охлаждения. Рекомендуемые методы использования охлаждающей воды рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Резины

Сточные воды могут возникать при охлаждении, нагреве, вулканизации и очистке. Возможные загрязняющие вещества включают взвешенные твердые вещества, нефтесмазочные материалы, а также металлы (например, цинк), содержащиеся в следовых количествах. Сточные воды образуются во многих производственных процессах (например, среди прочего, при очистке приемных прудов бассейнов для свежего латекса и центрифуг). Стоки, образующиеся при производстве маканых латексных изделий, могут быть загрязнены присадками, используемыми для надлежащей обработки резин. При неправильном обращении со сточными вод могут возникать запахи.

Рекомендуемые методы обработки включают отстаивание твердых веществ, регулирование pH или, при необходимости, применение систем удаления нефтепродуктов. Сточные воды следует направлять в ловушки для отделения резины, чтобы резина всплывала на поверхность воды и возвращалась в технологический процесс или использовалась вторично. После этого сточные

воды необходимо направлять на очистные установки. Следует также рассмотреть возможность применения водяных систем охлаждения или нагревания с замкнутым циклом.

Твердые отходы

Обычно при производстве изделий из пластика и резины не возникает существенных количеств твердых отходов, поскольку скрап формования и финишной обработки можно возвращать в технологический процесс. Подвулканизированная резина с операций смешивания, размола, каландрования и экструзии может стать существенным источником твердых отходов в дополнение к отходам резины, образующимся в процессе ее литья, твердым частицам резины из рукавных фильтров на участке смешивания, резиносмесителей Бенбери, шлифовальных устройств и т. п.

В дополнение к указаниям по обращению с промышленными отходами и их удалению, приведенным в **Общем руководстве по ОСЗТ**, рекомендуются следующие меры:

- необходимо должным образом разделять потоки отходов (например, невулканизированная резина, вулканизированная резина и некондиционные изделия);
- невулканизированная резина, как и слабо вулканизированный регенерат, должна снова направляться в резиносмесители Бенбери;
- отходы вулканизированной и некондиционной резины следует снова направлять в технологический процесс или повторно использовать (после измельчения) для получения других изделий;

- скрап термопластичных полимеров необходимо повторно измельчать и смешивать с исходными материалами;
- если повторное использование или возвращение в технологический процесс оказывается невозможным, то отходы резины (включая части из скрапа полимера после чрезмерного нагрева) необходимо удалять в соответствии с рекомендациями по обращению с промышленными отходами, приведенными в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.2 Охрана труда и техника безопасности

Факторы, оказывающие воздействие на здоровье и безопасность в процессе строительства предприятий по производству изделий из металла, пластика и резины, аналогичны данным факторам на большинстве промышленных предприятий, и вопросы их предотвращения и снижения рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.2.1 Металлы

Вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с производством изделий из металла, в первую очередь включают следующее:

- химическая опасность;
- физическая опасность;
- шум;
- излучение.

Химическая опасность

Опасность для работников связана с вдыханием и попаданием на кожу реактивов, используемых при производстве изделий из металла, в частности при

спекании, обработке поверхности и финишной обработке. Опасность при вдыхании связана с парами, содержащими металлы, оксиды металлов, органические и неорганические соединения, твердые частицы, пыль и ЛОС. Опасность попадания на кожу обусловлена аллергенными факторами (например, хромом, никелем, свинцом и бериллием). С химической опасностью следует бороться на основе результатов анализа безопасности на рабочем месте и исследований промышленной гигиены и в соответствии с указаниями по охране труда и технике безопасности, приведенными в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Меры защиты включают обучение персонала, систему разрешения на проведение работ и использование средств индивидуальной защиты (СИЗ). Специальные меры предотвращения и борьбы с воздействием на рабочем месте выбросов в атмосферу при производстве изделий из металлов включают следующее:

- использование автоматизированного оборудования. Если требуется работа оператора, следует предусмотреть наличие закрытой кабины с вентиляцией;
- использование передвижных вытяжных колпаков и масок в процессе работы в тех местах, где на работников могут воздействовать вредные выбросы в атмосферу (например, при сварке);
- использование системы улавливания и возвращения в технологический процесс выбросов в атмосферу (например, при быстром охлаждении и финишной обработке поверхности).

Физическая опасность

Физическая опасность связана с воздействием, возникающим в процессе работы инструментов для резки и формования и приводов машинного оборудования, которые легко режут руки, а также разлетающихся частиц металла

(например, металлической стружки, образующейся при механической обработке), которые могут травмировать глаза. Нагрев, охлаждение и напряжения, связанные с эргономичностью операций, могут приводить к физическим травмам. Тяжелые предметы и контейнеры с множеством таких предметов часто перемещают с помощью подъемных кранов и вилочных погрузчиков. Указания по предотвращению и снижению физической опасности приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Шум

Производство изделий из металла является шумным по своей природе в связи с большим количеством задействованного механического оборудования и операций. Указания по борьбе с шумом приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Излучение

В процессе сварки оператор может быть подвержен воздействию излучения. При некоторых методах сварки (например, дуговой, плазменной, лазерной сварке и сварке электронным пучком) используются достаточно высокие энергии, которые создают излучение, потенциально опасное для оператора. По возможности, следует использовать средства автоматизации или соответствующие средства индивидуальной защиты для защиты оператора от излучения. Другим источником излучения может служить рентгеновская установка непрерывного контроля качества изделий. Рекомендации по предотвращению и снижению опасности, связанной с ионизирующим излучением, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.2.2 Пластики и резины

Вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с производством изделий из пластика и резины, в первую очередь включают следующее:

- физическая опасность;
- химическая опасность.

Физическая опасность

Многие факторы физической опасности, связанные с переработкой пластиков и резин, аналогичным данным факторам, возникающим в металлообрабатывающей промышленности, и подлежат предотвращению и снижению с помощью методов, описанных в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Однако некоторые факторы физической опасности, специфические для данной отрасли, следует предотвращать и снижать с помощью описанных ниже методов:

- Использование систем электрического отключения и механических тормозов для остановки вращения режущего инструмента, когда работник находится в непосредственной близости от вращающейся детали или режущего инструмента;
- Установка выключателей аварийного останова на расстоянии вытянутой руки от рабочей станции;
- Использование ограждений для предотвращения доступа к отверстиям для подачи материала и точкам сброса около роторов, резакон, ножей и шнеков или скатов. Для облегчения технического обслуживания можно использовать блокировку с задержкой по времени, чтобы закрыть доступ к грануляторам, устройствам агломерации и экструдерам;

- Применение сетчатых экранов или откидных клапанов для защиты от материала, вылетающего из отверстия для подачи на машинную обработку;
- Использование процедур, указывающих на необходимость выключения, и маркировки оборудования, в дополнение к другим инструкциям по предотвращению и снижению физической опасности, как указано в Общем руководстве по ОСЗТ.

Химическая опасность

Пожары и взрывы

При пожаре на предприятии по производству изделий из пластиков могут образовываться черный кислотный дым и ядовитые газы, включая монооксид углерода. Пожар может быстро распространяться и трудно поддаваться тушению. Необходимо бороться с источниками возгорания путем запрета на курение и проведение огневых работ на участках с высоким уровнем риска. Дополнительная информация о создании планов действий в аварийных ситуациях и ликвидации их последствий при пожаре, а также по вопросам эвакуации персонала, содержится в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Полимерная пыль. Грануляторы выделяют тонкодисперсную пыль, которая часто оказывается горючей. При ее взвеси в воздухе в высоких концентрациях и возгорании может произойти взрыв. Полимерная пыль в высокой концентрации может образовываться вблизи гранулятора при обработке вспененных твердых пластиков, а также при механическом разделении грубых и мелких гранул с помощью просеивания. Тонкодисперсные порошки могут накапливаться на вертикальных стенках, а также на горизонтальных поверхностях в количествах, не соответствующих обычным нормам соблюдения чистоты и порядка. Хотя некоторое количество полимерной пыли

образуется всегда, она оказывается опасной только при образовании из твердых материалов (например, при температуре стеклования выше комнатной температуры). Степень опасности повышается для вспененных материалов в связи с их более низким сопротивлением фрагментации.

Меры предотвращения и снижения этой опасности включают следующее:

- Предприятия необходимо проектировать так, чтобы избегать или сводить к минимуму поверхности, на которых может осаждаться или налипать полимерная пыль (например, под действием электростатических сил);
- Следует сводить к минимуму образование пыли с помощью надлежащего технического обслуживания и регулировки ножей резака;
- Необходимо устранять источники возгорания. Металлические детали следует заземлять, чтобы снизить вероятность возникновения искр за счет статического электричества. Необходимо запретить использование открытого пламени и курение. Следует устанавливать магнитные сепараторы, чтобы снизить возможность попадания в гранулятор кусков металла.

Пентан. Сырье из шариков вспененного полистирола (ВПС) обычно содержит пентан, являющийся чрезвычайно горючим газом. Пентан выделяется при хранении и транспортировке ВПС, а также из готовых изделий в течение короткого времени после их изготовления. Меры предотвращения и снижения этой опасности включают следующее:

- на участках хранения ВПС следует ввести систему разрешения на проведение работ;

- повсюду, где изготавливают, используют и хранят шарики ВПС, необходимо запретить курение;
- во время предварительного вспенивания пары пентана смешиваются с водяным паром, что уменьшает их воспламеняемость. Пары пентана и водяной пар следует вентилировать;
- подающие воздуховоды следует заземлять и подавать продукцию на малой скорости, чтобы свести к минимуму накопление статического заряда;
- вспененные шарики и заготовки следует хранить в хорошо вентилируемом месте. В силосах для созревания может образовываться взрывоопасная смесь в свободном пространстве над продуктом. Силос необходимо заземлять и вентилировать, чтобы поддерживать уровень содержания пентана ниже нижнего предела взрываемости. Готовые изделия после отливки также следует содержать в вентилируемом и огнеупорном месте;
- электрические выключатели, освещение, электродвигатели и вентиляторы вентиляции, а также переносные электрические устройства должны быть пригодны для использования на участках, где могут присутствовать горючие пары;
- резка нагретой проволокой может вызвать пожар. Блочная система транспортировки должна иметь блокировку, отключающую электрическое питание проволоки при остановке конвейера;
- следует использовать детектор газа для определения и мониторинга мест с высокой вероятностью возникновения высоких концентраций пентана;
- участки погрузки/разгрузки ВПС должны быть оборудованы системой пожаротушения, сконструированной на основе результатов анализа опасностей.

Качество воздуха и воздействие на кожу

Во время машинной и финишной обработки вулканизированных деталей и при ремонте поврежденных деталей может образовываться пыль. Пыль может выделяться во время смешивания составов для неактивных процессов при комнатной температуре. Пыль может быть крайне тонкодисперсной и попадать внутрь при вдыхании. Следует учитывать возможность присутствия непрореагировавших мономеров, особенно для смол на основе стирола.

К основным источникам выбросов ЛОС в атмосферу относятся составляющие с низкой точкой кипения (например, растворители, захваченные мономеры) и термическое разложение наиболее нестабильных веществ. Величина выбросов ЛОС в атмосферу возрастает с повышением температуры.

Обычно термопластичные полимеры не считают вредными для здоровья работников. Однако состав смолы в активных процессах получения термопластичных полимеров содержит потенциально вредные материалы. Эпоксидные смолы, составы для вулканизации и отвердители имеют низкое давление паров и обычно не представляют собой опасности во взвешенном состоянии в воздухе, если не считать смесей, которые распыляют или вулканизируют при высокой температуре. Однако зачастую высока вероятность воздействия на кожу, особенно ароматических аминов, которые могут проникать через многие типы защитных перчаток.

Изоцианаты, присутствующие в полиуретанах, могут представлять существенную опасность при вдыхании, а также при попадании на кожу. Для фенольных и аминных смол опасность воздействия связана с фенолом и формальдегидом. Аналогичная опасность возникает и в

случае уретаноформальдегидных и меламинаформальдегидных смол. Особого внимания требуют процессы, в результате которых происходит термическое разложение полиуретановых продуктов, например при сварке, удалении электроизоляционного лака с помощью нагревания и резке пен горячей проволокой.

В процессах с участием активных термореактопластов могут использоваться различные растворители. Они могут попадать на рабочее место вместе со смолой или вулканизирующим составом в процессе производства или в процессе очистки.

Меры предотвращения и снижения такого воздействия включают следующее:

- изоляция (например, отдельное хранение, отдельные рабочие участки, ограждения, замкнутые системы) и местная вытяжная вентиляция должны применяться в качестве основной меры технического контроля в процессах производства изделий из резины и пластиков. Следует ввести контроль на участках приготовления и смешивания составов, участках термического отверждения, включая автоклавы, на участках финишной обработки и ремонта, а также осуществлять контроль отходящих газов экзотермических процессов;
- необходимо установить надлежащие системы регулирования вентиляции и улавливания отработанного пара при вытяжке с помощью поглотителей с активированным углем, чтобы избежать воздействия на оператора токсичных веществ, пыли и волокон. Должна быть обеспечена достаточная вентиляция, которая бы соответствовала не менее шести заменам воздуха в час;

- необходимо использовать на рабочих участках достаточную вентиляцию для поддержания концентрации изоцианатов ниже 25% от концентрации, которая может вызвать вредное воздействие;
- необходимо установить время удерживания и температуру обработки используемого полимерного состава в барабане, чтобы свести к минимуму перегрев пластика и предотвратить образование паров;
- "выжигание" фильер, заблокированных форм, инжекторов, клапанов подачи материала, распределительных решеток сетчатых фильтров, а также выжигание затвердевшего материала необходимо проводить под вытяжкой с использованием устройств пиролиза или с помощью других методов, которые предотвращают возможное воздействие паров;
- при обработке термочувствительных материалов (например, ацеталей и поливинилхлорида) необходимо разработать порядок устранения аварийных ситуаций, включая возможность эвакуации из пораженных участков. При быстром разложении полимера в барабане может выделяться формальдегид и хлористый водород (HCl);
- на всех участках производственной линии необходимо контролировать и регулировать температуру. Следует установить соответствующие надежные термодатчики, чтобы следить за обработкой материала при требуемой температуре. Рекомендуется использовать контроллеры пропорционального дифференциально-интегрального управления или системы нагрева с управлением от персонального компьютера, чтобы свести к минимуму циклические колебания температуры, которые приводят к нестабильности производства и выделению паров;
- необходимо использовать перчатки, защитную одежду, защиту для глаз и другие необходимые СИЗ, особенно при работе со смолами, отверждающими составами и растворителями;
- крайне важно осуществлять правильный выбор, применение, техническое обслуживание и чистку СИЗ. Очень важное значение имеет правильный выбор перчаток в связи со способностью промышленных реактивов проникать через них;
- следует использовать респираторы там, где может возникать высокая концентрация в воздухе растворителей и пыли (например, при смешивании смол и операциях финишной обработки и ремонта), когда приходится выполнять крупные ручные операции на больших площадях поверхности, при наличии экзотермических реакций и при получении либо обработке материалов на основе полиуретана при температурах, при которых полимер способен разлагаться;
- поставщик или дистрибьютор должен предоставлять предприятиям сертификаты безопасности материалов (MSDS) на каждый используемый состав.

1.3 Охрана здоровья и обеспечение безопасности местного населения

Факторы воздействия на здоровье и безопасность местного населения в процессе строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации предприятий по производству изделий из металла, пластика и резины аналогичны тем, что существуют на большинстве промышленных предприятий и приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

2.0 Показатели эффективности и мониторинг

2.1 Охрана окружающей среды

Нормативы выбросов и сбросов

В таблицах 5 и 6 приведены нормативы выбросов и сбросов для производства изделий из металла, пластика и резины. Значения нормативов технологических выбросов и сбросов в данной отрасли промышленности соответствуют надлежащей международной отраслевой практике, которая зафиксирована в соответствующих стандартах стран с общепризнанной нормативно-правовой базой. Данные нормативы выполнимы при нормальном режиме работы надлежащим образом спланированных и эксплуатируемых предприятий посредством применения методик предотвращения загрязнения и снижения загрязнения, описанных в предыдущих разделах настоящего документа. Указанные уровни должны обеспечиваться без разбавления и поддерживаться в течение не менее 95% времени эксплуатации установки или предприятия, рассчитываемого как доля рабочих часов в год. Отклонение от этих уровней с учетом конкретных местных условий проекта необходимо обосновать при проведении экологической оценки.

Нормативы сбросов применимы к прямым сбросам очищенных стоков в поверхностные воды общего пользования. Уровни сброса для конкретного участка можно установить в зависимости от наличия и состояния канализационных и очистных систем общего пользования либо, при сбросе непосредственно в поверхностные воды, в зависимости от вида водопользования водоприемников, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Нормативы выбросов применимы к технологическим выбросам. Нормативы выбросов от источников горения, связанных с производством пара и электроэнергии источниками с тепловой мощностью, равной или ниже 50 МВт тепл., приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**, а выбросов из источников большей мощности – в **Руководстве по ОСЗТ для тепловых электростанций**. Указания в отношении фоновых параметров окружающей среды с учетом общей нагрузки выбросов представлены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Таблица 5. Уровни выбросов в атмосферу для производства изделий из металла, пластика и резины

Загрязнитель	Единица измерения	Нормативное значение
ЛОС – очистка поверхности	мг/Нм ³	20–75 ⁽¹⁾
ЛОС – покрытие металлов и пластиков	мг/Нм ³	100 (расход растворителя до 15 т/год) 75 (расход растворителя более 15 т/год) 50 (процесс сушки)
ЛОС – конверсия резины	мг/Нм ³	20 ⁽²⁾
Общий органический углерод – вулканизация резин	мг/Нм ³	80
Летучие галогенированные углеводороды – обработка поверхности металла	мг/Нм ³	20
Твердые частицы – обработка поверхности металла	мг/Нм ³	5
Твердые частицы – обработка пластиков	мг/Нм ³	3
Хлористый водород	мг/Нм ³	10
Оксиды азота⁽³⁾	мг/Нм ³	350
Аммиак	мг/Нм ³	50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Среднее значение за 30 мин для рассматриваемого источника. 20 мг/Нм³ для отходящих газов при очистке поверхности с использованием ЛОС, которые относятся к канцерогенным, мутагенным и токсичным для функции размножения (уровень риска R45, R46, R49, R60, R61), при массовом потоке не менее 10 г/час; и/или галогенированных ЛОС с уровнем риска R40 при массовом потоке, равном или превышающем 100 г/час; 75 мг/Нм³ для отходящих газов при другой очистке поверхности.
- Установки с потреблением растворителя более 15 т/год.
- Сухой воздух с 11% O₂.

Таблица 6. Уровни сбросов для производства изделий из металла, пластика и резины

Загрязнитель	Единица измерения	Нормативное значение
pH	pH	6–9
ХПК	мг/л	250
Общая минерализация	мг/л	50 25 (гальваническое покрытие)
Нефтепродукты	мг/л	10
Алюминий	мг/л	3
Мышьяк	мг/л	0,1
Кадмий	мг/л	0,1
Хром, общее содержание	мг/л	0,5
Хром (шестивалентный)	мг/л	0,1
Медь	мг/л	0,5
Железо	мг/л	3
Свинец	мг/л	0,2
Ртуть	мг/л	0,01
Никель	мг/л	0,5
Серебро	мг/л	0,2
Олово	мг/л	2
Цинк	мг/л	2
Цианиды, общее содержание	мг/л	1
Цианиды (свободные)	мг/л	0,2
Аммиак	мг/л	10 20 (гальваническое покрытие)
Фториды	мг/л	20
Фенолы	мг/л	0,5
Азот, общее содержание	мг/л	15
Фосфор, общее содержание	мг/л	5
Сульфиды	мг/л	1
Летучие органические соединения галогенов	мг/л	0,1
Токсичность	Определяется для каждого конкретного случая	
Повышение температуры	°C	Не более, чем на 3 ^a

^a На границе научно установленной зоны смешивания с учетом качества воды в источнике, вида водопользования водоприемника, возможных потребителей воды и ассимилирующей способности.

Использование ресурсов

В таблице 7 приведены примеры показателей потребления энергии и воды в данной отрасли. Отраслевые контрольные показатели даны исключительно для сравнения, и при реализации каждого отдельного проекта необходимо стремиться к постоянному улучшению этих показателей.

Таблица 7. Потребление ресурсов и энергии

Подача в расчете на единицу продукции	Единицы расхода на массу	Отраслевой контрольный показатель
Энергия (металлоизделия)		
Порошковая металлургия	ГДж/т готовых изделий	28–30
Холодное и горячее прессование	ГДж/т готовых изделий	40–42
Горячая ковка	ГДж/т готовых изделий	50
Машинная обработка	ГДж/т готовых изделий	80
Удельный расход тепла – ковка стали	МДж/т/К	7
Потребление мощности – нагрев металла	кг/кВт-час	2,7–3,5
Сварка (соединение стальных пластин толщиной 4 мм)	кДж/м	500–2 500
Энергия		
Удельное потребление энергии (изделия из пластика)	кВт-час/кг	2,8–3,0
Приготовление состава	кВт-час/кг	0,6–1,0
Пленка экструзии и экструзии с раздувом	кВт-час/кг	1,0
Литье под давлением и выдувание в форме	кВт-час/кг	3,0
Вакуумное горячее формование	кВт-час/кг	6,0–6,5
Экструзия пенопласта	кВт-час/кг	0,3
Резины		
Удельный расход энергии		
Электрическая	кВт-час/т	750
Тепловая (топливо)	Мкал/т	1,25
Вода		
Потребление воды (в среднем на установку)	Мл/день	2–3
Источники: US DoE. 2003; The Rubber Association of Canada. 1997; US EPA. 2005; EIPPCB. 2006.		

Мониторинг состояния окружающей среды

Программы мониторинга состояния окружающей среды для данной отрасли следует выстраивать с учетом необходимости охвата всех видов деятельности, которые

потенциально могут оказать существенное воздействие на состояние окружающей среды при их осуществлении как в нормальном, так и в нештатном режиме. Мониторинг состояния окружающей среды следует вести по прямым или косвенным показателям выбросов, сбросов и использования ресурсов, применимым к каждому конкретному проекту.

Частота проведения мониторинга должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по параметру, мониторинг которого проводится. Мониторинг должны осуществлять специально подготовленные лица в соответствии с процедурами мониторинга и учета данных с использованием оборудования, прошедшего надлежащую поверку и техническое обслуживание. Данные мониторинга следует регулярно анализировать и изучать, сопоставляя их с действующими стандартами, в целях принятия любых необходимых мер по исправлению недостатков. Дополнительные указания по применимым методам забора проб анализа выбросов и стоков содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

2.2 Охрана труда и техника безопасности

Указания по охране труда и технике безопасности

Соблюдение норм охраны труда и техники безопасности следует оценивать исходя из опубликованных международных рекомендаций по показателям воздействия вредных производственных факторов, примерами которых являются, в частности, указания по пороговым предельным значениям (TLV®) воздействия на рабочем месте и показателям биологического воздействия (BEIs®), публикуемые Американской конференцией государственных

специалистов по гигиене труда (ACGIH)⁴, Карманный справочник по источникам химической опасности, публикуемый Национальным институтом гигиены и охраны труда (NIOSH) Соединенных Штатов Америки⁵, показатели допустимых уровней воздействия (PELs), публикуемые Управлением охраны труда (OSHA) Соединенных Штатов Америки⁶, индикативные показатели предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, публикуемые странами – членами Европейского союза⁷, или данные из иных аналогичных источников.

Показатели травматизма и частота несчастных случаев со смертельным исходом

Исполнителям проектов следует стремиться к полному искоренению несчастных случаев на производстве с участием занятых в проекте работников (нанятых непосредственно исполнителями проекта либо субподрядчиками), особенно несчастных случаев, способных привести к потере рабочего времени, инвалидности различной степени тяжести или даже смертельному исходу. Показатели частоты несчастных случаев на объекте можно сопоставлять с опубликованными показателями предприятий данной отрасли в развитых странах, которые можно получить из таких источников, как, например, Бюро трудовой статистики США и Инспекция по промышленной гигиене и охране труда Соединенного Королевства⁸.

⁴ См. <http://www.acgih.org/TLV/> и <http://www.acgih.org/store/>.

⁵ См. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

⁶ См. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992.

⁷ См. http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

⁸ См. <http://www.bls.gov/iif/> и <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

Мониторинг соблюдения норм охраны труда и техники безопасности

Следует вести мониторинг рабочей среды на предмет наличия вредных производственных факторов, характерных для каждого конкретного проекта. Процесс мониторинга должны разрабатывать и осуществлять уполномоченные специалисты⁹ в рамках программы мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также опасных происшествий и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

⁹ К таким уполномоченным специалистам могут относиться сертифицированные специалисты по промышленной гигиене, дипломированные специалисты по гигиене труда, сертифицированные специалисты по охране труда или специалисты аналогичной квалификации.

3.0 Справочная литература и дополнительные источники информации

Environment Australia. 1999. National Pollution Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Galvanizing, Version 1.1, 8 February 2001. Canberra: Commonwealth of Australia. Доступно по адресу: http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/galvanising.pdf

Environment Australia. 1999. National Pollution Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Electroplating and Anodising. Canberra: Commonwealth of Australia. Доступно по адресу: http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/felectro.pdf

European Commission. 1999. European Union Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations. Brussels: European Commission. Доступно по адресу: <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28029b.htm>

Environment Australia. 1999. National Pollution Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Surface Coating. Canberra: Commonwealth of Australia. Доступно по адресу: http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/fsurf.pdf

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metal Processing Industry. Seville: EIPPCB. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). 2001. IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Non-Ferrous Metals Processes. Seville: EIPPCB. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). 2006. IPPC Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in the Surface Treatment of Metals and Plastics. Seville: EIPPCB. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). 2007. IPPC Reference Document on Best Available Techniques (BAT) on Surface Treatment using Organic Solvents. Seville: EIPPCB. Доступно по адресу: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Helsinki Commission (HELCOM). 2002. Reduction of Discharges and Emissions from Metal Surface Treatment. Recommendation 23/7. Helsinki: HELCOM. Доступно по адресу: http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec23_7/

Industrial Accident Prevention Association (IAPA). An Industry Analysis by Firm Size (2002 versus 2001), EIW Snapshot Data as of 12/2002 and 12/2001. Mississauga, ON: IAPA. Доступно по адресу: http://www.iapa.ca/business/sb_industry_stats.asp#industry

NorthEast Waste Management Officials Association (NEWMOA). 1998. Pollution Prevention in Metal Painting and Coating Operations. Boston, MA: NEWMOA. Доступно по адресу: <http://www.newmoa.org/publications/#hw>

NorthEast Waste Management Officials Association (NEWMOA). 1998. Pollution Prevention in Metal Finishing. Boston, MA: NEWMOA. Доступно по адресу: <http://www.newmoa.org/publications/#hw>

NorthEast Waste Management Officials Association (NEWMOA). 1998. Pollution Prevention in the Primary Metals Industry. Boston, MA: NEWMOA. Доступно по адресу: <http://www.newmoa.org/publications/#hw>

The Rubber Association of Canada. 1997. Energy Efficiency Opportunities in the Canadian Rubber Industry. In collaboration with Natural Resources Canada. Mississauga, Canada. Доступно по адресу: <http://oee.nrcan.gc.ca/infosource/pdfs/M92-137-1997E.pdf> United Kingdom Health and Safety Executive (HSE). 2005. Table 1: List of approved workplace exposure limits. EH40/2005 Workplace exposure limits. London: HSE. Доступно по адресу: <http://www.hse.gov.uk/coshh/>

United States (US) Department of Energy. 2003. Supporting Industries Energy and Environmental Profile. Prepared for Oak Ridge National Laboratory and US Department of Energy, Industrial Technologies Program. Доступно по адресу: http://www.eere.energy.gov/industry/energy_systems/pdfs/si_profile.pdf

US EPA. 1974. Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment. Part 428 – Rubber Manufacturing Point Source Category. Washington, DC. Office of the Federal Register. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-l.info/>

US EPA. 1981. Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment. Part 413 – Electroplating Point Source Category. Washington, DC. Office of the Federal Register. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-l.info/>

US EPA. 1983. Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment. Part 433 – Metal Finishing Point Source Category. Washington, DC. Office of the Federal Register. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-l.info/>

US EPA. 1984. Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment. Part 463 – Plastics Molding and Forming Point Source Category. Washington, DC. Office of the Federal Register. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-l.info/>

US EPA. 1993. Code of Federal Regulations. Title 40: Protection of Environment. Part 60 – Standards of Performance for New Stationary Sources. July 1, 1993. Washington, DC. Office of the Federal Register. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-l.info/>

US EPA. 1994. Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment. Part 63 – National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories. Washington, DC. Office of the Federal Register. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-l.info/>

US EPA. 1995. Profile of the Fabricated Metal Products Industry. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project. EPA/310-R-95-007. Washington, DC: US EPA. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/fabmetnsnpt1.pdf>

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 2005. Profile of the Rubber and Plastics Industry. 2nd Edition. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project. Profile EPA/310-R-05-003. Washington, DC: US EPA. Доступно по адресу: <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/rubplasn.pdf>

Приложение А. Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

Производство изделий из металла

Рассматриваемые в данном Руководстве операции производства изделий из металла можно разделить на две основные стадии, а именно, формование (включая термическую обработку) и финишную обработку (включая обработку поверхности, очистку металла и нанесение покрытия). Вопросы, связанные с литьем металлов, рассматриваются в **Руководстве по ОСЗТ для литейного производства**.

Термическая обработка и формование

При термической обработке происходит изменение физических свойств изделий из металла с помощью использования регулируемых циклов нагрева и охлаждения (например, закалка, отпуск и нормализация). Можно проводить горячую обработку, холодную обработку или обе обработки сразу для получения требуемого профиля. При холодной деформации можно использовать промежуточную термическую обработку (например, отжиг), чтобы избежать отверждения и сохранить пластичность металлического материала, и эту операцию можно повторять несколько раз в зависимости от конкретных характеристик сплава. После термической обработки поверхность очищают от ржавчины, окалины и скрапа. В процессах обработки металлов обычно используют жидкости для резания (например, этиленгликоль), обезжиривающие и чистящие растворители, кислоты, щелочи и тяжелые металлы. Обычно при формовании и резке металла применяют нефтесмазочные материалы.

Сварка

Сварка является основным способом соединения отдельных металлических деталей. Существует более двадцати методов сварки, но два основных способа, которые используют приблизительно в 70% всех операций сварки, представляют собой ручную дуговую сварку металлическим электродом (с использованием покрытого флюсом электрода) и сварку металлическим электродом в газовой среде (например, вольфрамовым электродом в среде инертного газа (TIG) или дуговая сварка металлическим электродом в среде инертного или активного газа (MIG/MAG)), когда электродная проволока защищена газом от окружающей атмосферы. К другим методам сварки относятся: сварка в печи, сварка кислородно-ацетиленовым пламенем, плазменной горелкой, лазером и электронным пучком.

Обработка поверхности

Перед финишной обработкой (например, нанесением покрытия, окраской или химическим осаждением) поверхность металла подготавливают с помощью промывки и других методов для создания требуемых химических условий для финишной обработки. Подготовка поверхности может включать простую струйную обработку абразивным материалом с помощью воды под высоким давлением (с помощью абразивных порошков типа оксида алюминия или кремния), очистку сжатым воздухом и/или наждачной бумагой (с водой для смазки и охлаждения или без нее).

Щелочные промывочные растворы состоят из трех основных компонентов: 1) моющий компонент (например, гидроксиды или карбонаты щелочных металлов), который составляет наибольшую часть моющего средства;

2) органические или неорганические добавки, которые способствуют лучшей промывке или некоторым образом воздействуют на поверхность металла, и 3) поверхностно-активные вещества. Щелочная промывка часто сопровождается механической, ультразвуковой чисткой или подачей электрического потенциала (например, электролитическая очистка). Щелочную промывку используют также для удаления органического загрязнения.

Для подготовки поверхности изделий из металла с помощью химического удаления оксидов и окалина с поверхности металла возможно применение кислотной промывки или травления. Используемые кислоты включают хлористоводородную, серную, фтористоводородную и азотную кислоту. Например, большинство углеродистых сталей травят с помощью серной или хлористоводородной кислоты, а нержавеющую сталь – хлористоводородной и фтористоводородной кислоты. Подобное кислотное травление также обычно используют для удаления окалина с полуфабрикатов прокатки, а кислотную промывку применяют для близкой к финишной обработки поверхности металла перед нанесением гальванического покрытия, окраской и иной финишной обработкой.

Наконец, комплексные, многоступенчатые процессы химической очистки включают применение органических растворителей для обезжиривания поверхности металла. Например, для эмульсионной промывки применяют обычные органические растворители (такие, как керосин, минеральные масла и гликоли), диспергированные в водной среде.

Финишная обработка металла

Анодирование

Анодирование представляет собой электролитический процесс, при котором на поверхности металла образуется нерастворимое оксидное покрытие. Анодирование чаще всего проводят алюминием. Типовой процесс анодирования алюминием включает применение хромовой кислоты, серной кислоты и борно-серное анодирование. Чаще всего используют процесс с применением серной кислоты. После анодирования металлические детали обычно промывают и заливают реагентом. Обычно для заливки используют хромовую кислоту, ацетат никеля, никель-кобальтовый ацетат и горячую воду.

Конверсионное покрытие

Нанесение конверсионного покрытия включает операции хромирования, фосфатирования, окрашивания металла и пассивирования. Конверсионное покрытие при хромировании получают на различных металлах с помощью химической или электрохимической обработки. Растворы, обычно вредные, содержащие шестивалентный хром и другие вещества, химически взаимодействуют с поверхностью металла с образованием слоя, который содержит сложную смесь веществ, включающую хром, другие составляющие и основные металлы. Фосфатное покрытие можно получать с помощью погружения изделий из стали, чугуна или оцинкованной стали в разбавленный раствор фосфатных солей, фосфорной кислоты и других реактивов для подготовки поверхности к дальнейшей обработке.

Гальваническое покрытие

Гальваническое покрытие представляет собой покрытие поверхности одного металла другим металлом с помощью

электролитического осаждения. Операция нанесения гальванического покрытия состоит, в основном, в получении на поверхности металла неорганического покрытия. Чаще всего для гальванического покрытия используют металлы и сплавы, включая латунь (медно-цинковый сплав), кадмий, хром, медь, золото, никель, серебро, олово и цинк. В процессе нанесения гальванического покрытия ионы металлов в водном растворе восстанавливаются на детали, на которую наносят гальваническое покрытие. Ионы металлов в растворе обычно пополняются за счет растворения металла твердых металлических анодов или с помощью непосредственного добавления в раствор солей и оксидов металлов. В качестве комплексообразующего агента при нанесении гальванического покрытия из кадмия или драгоценных металлов часто используют цианиды, обычно в форме цианида натрия или калия, и реже для других растворов иного типа, например медных и цинковых ванн.

Окрашивание

Окрашивание состоит в нанесении на детали преимущественно органических покрытий для защитных или декоративных целей. Краски наносят в разном виде, включая сухие порошки, разбавленные растворителем составы и составы на водной основе. Используют различные способы нанесения (например, окраска распылением и электроосаждение).

Другие методы финишной обработки металлов

Полировка представляет собой процесс шлифования для удаления или сглаживания дефектов поверхности, которые оказывают нежелательное воздействие на внешний вид или работу детали. Очистка и промывка поверхности после полировки может приводить к образованию содержащих металлы сточных вод. Нанесение покрытия горячим

погружением представляет собой нанесение на металлическую деталь другого металла с целью образования защитной пленки посредством погружения в ванну расплава. Гальваническое покрытие (горячее оцинковывание) относится к обычно используемым методам нанесения покрытия горячим погружением. Воду используют для промывки после предварительной зачистки и для быстрого охлаждения после нанесения покрытия. Образующиеся при этом сточные воды часто содержат металлы.

Производство изделий из пластика и резины

Пластики

Производство изделий из пластика может включать либо не включать химические реакции между компонентами. *Химически неактивные процессы* относятся к термопластичным полимерам, когда получение изделий происходит в несколько стадий, включающих нагрев сырья до его плавления, формование с помощью матрицы или формы и охлаждение до комнатной температуры для получения твердого продукта.

Химически активные процессы включают реакцию полимеризации в литейной форме между низкомолекулярными соединениями (мономерами или преполимерами) в присутствии соответствующих катализаторов и добавок. Химически активные процессы применяются для производства изделий из термоусадочных полимеров. Производство термопластичных полиамидов с помощью быстрой анионной полимеризации лактамов по технологии реактивного литья под давлением (RIM) также относится к категории химически активных процессов.

Ниже приведены типовые примеры полимерных материалов двух указанных выше типов:

- Термопластики. Полиолефины: полиэтилены (низкой, средней и высокой плотности (HDPE, LDPE, LLDPE)), полипропилены, стиролы (ударопрочный полистирол (HIPS)), акрилонитрил-бутадиен-стирольный сополимер (ABS)), винилы (поливинилхлорид (PVC)), акрилаты (полиметилметакрилат (PMMA)), целлюлозы, фторопластики (тефлон, поливинилиденфторид (PVDF)), полиэфир (полиэтилентерефталат (PET), полибутилентерефталат (PBT)), поликарбонаты, простые полиэфир, полиамиды (нейлон-6, нейлон-6,6), полиацетали, термопластики (стирол-бутадиен-стирольный сополимер (SBS), стирол-изопрен-стирольный блок-сополимер (SIS)) и полиимиды.
- Термореактопласты. Полиуретаны, ненасыщенные полиэфир, эпоксидные, фенольные смолы.

Химически неактивные процессы производства пластиков

Это наиболее часто встречающиеся методы производства изделий из полимеров, которые включают все типы обработки, при которых изделие получают с помощью технологического процесса "без химических реакций". Основное сырье – полимер – подается в виде гранул или порошка, полученных с помощью реакции полимеризации, проводимой как отдельный химический процесс, обычно на крупных производственных предприятиях. Если полимер не содержит необходимых добавок, то проводится операция соединения полимера с соответствующим составом до литья в форму и зачастую на другой площадке.

Добавки смешивают с материалом пластика на стадии приготовления состава и смешивания в производственной линии, чтобы придать готовому изделию требуемые

характеристики (некоторые из этих добавок могут также вноситься в формованный продукт в процессе финишной обработки). Ниже приводится перечень добавок к пластикам и их функций в плане воздействия на готовое изделие:

- смазочные материалы облегчают течение пластика в процессе литья в форму и экструзии;
- антиоксиданты препятствуют окислению материалов из пластика;
- антистатические добавки придают некоторую электропроводность смеси пластика, чтобы предотвратить накопление электростатического заряда на готовом изделии;
- пенообразователи (вспениватели) создают ячеистую структуру в объеме пластика;
- красители придают окраску смоле пластика;
- зародышеобразователи и осветлители ускоряют процесс отверждения при охлаждении расплава полимера и увеличивают прозрачность изделия, если полимер кристаллизующийся;
- огнезащитные составы снижают риск возгорания;
- термостабилизаторы способствуют сохранению химических и физических свойств пластика, защищая его от воздействия нагрева;
- добавки для модификации ударной прочности препятствуют появлению хрупкости и повышают устойчивость пластика к образованию трещин;
- органические пероксиды инициируют полимеризацию или регулируют ее скорость в термоусадочных и термопластичных смолах;
- пластификаторы увеличивают пластичность и обрабатываемость изделий из пластика;
- ультрафиолетовые стабилизаторы (поглотители ультрафиолетового излучения) поглощают или

экранируют ультрафиолетовое излучение, предотвращая разложение изделия из пластика.

Основные процессы, используемые при производстве изделий из термопластика, включают: 1) придание требуемых характеристик смоле пластика с помощью химических добавок; 2) перевод материала пластика в форму шариков, гранулированную форму, порошок, лист, жидкую форму либо получение промежуточной или конечной формы изделия из пластика либо детали с помощью литья в форму; а также 3) проведение финишной обработки изделия. Для снижения выбраковки неразложенных и незагрязненных деталей и перевода материала в скрап в виде стружки или шариков с размерами, пригодными для возврата в экструдер (смешивания с первичным сырьем), используют грануляторы.

После введения необходимых добавок смесь пластика формуют в полуфабрикат или готовое изделие из пластика. Для формования твердых изделий из пластика используют разнообразные, описанные ниже процессы литья в форму.

Литье под давлением. Гранулы или шарики пластика нагревают и гомогенизируют с помощью шнека путем вращения в нагретом цилиндре (барабане), который также подает расплав полимера к концу червяка. После получения достаточного количества жидкости гидравлический плунжер впрыскивает ее в относительно холодную форму, в которой пластик по мере отверждения принимает заданную форму.

Экструзия. Гранулы или шарики пластика ожижают, гомогенизируют и непрерывно формуют при подаче экструзионной установкой через фильеру. Экструзия часто сочетается с обработкой после экструзии (например,

раздувкой, термическим формованием или перфорированием).

Формование раздувом. При формовании раздувом экструдированная пластиковая трубка попадает в полую форму, в которой всё ещё расплавленный пластик принимает заданную форму под воздействием сжатого воздуха. После формования твердое изделие выталкивают из формы.

С помощью экструзии трубки получают пленки, которые затем раздувают для получения тонких вертикальных рукавов и при последующей обработке охлаждают и прокатывают.

Горячее формование. К помещенным на форму листам пластика применяют нагрев и давление (или вакуум) для получения листа с профилем формы.

Центробежное литье. Тонкий порошок пластика нагревают во вращающейся форме для получения расплава низкой вязкости. После покрытия внутренней поверхности вращающейся формы равномерным слоем расплава смолы форму охлаждают и получают полый продукт без скрапа.

Прессование в форме и литьевое прессование. Порошок пластика или предварительно профилированную деталь из пластика вводят плунжером в полость формы, сжимают под давлением и нагревают, пока она не примет форму полости. Литьевое прессование является аналогичным процессом, за исключением того, что пластик сжижают в одной камере, а затем впрыскивают в закрытую полость формы с помощью гидравлического плунжера.

Каландрование. Детали из пластика зажимают между двумя валками и протягивают для получения тонкой непрерывной пленки.

Химически активные процессы производства пластика

Для получения термопластичных материалов к жидкой смоле добавляют катализатор. После смешивания компонентов происходит отверждение с получением вулканизированной или готовой детали. После вулканизации деталь нельзя изменить или провести ее формование, за исключением финишной обработки. В изделиях из термопластиков используют такие смолы, как уретановые, эпоксидные, полиэфирные, акриловые, фенольные и аминные. К смеси смолы с катализатором добавляют наполнители и присадки перед литьем в форму, чтобы повысить прочность изделия и его эксплуатационные характеристики, одновременно уменьшив его стоимость. Большинство изделий из термоусадочных пластиков содержит большие количества наполнителей (до 70 масс.%). Чаще всего в качестве наполнителей используют минеральные волокна, глины, стекловолокно, древесные волокна и газовую сажу. Используют и ряд других компонентов, включая составы для вулканизации, ускорители отверждения, химически активные разбавители и пигменты.

Для получения промежуточного или готового термоусадочного изделия можно использовать различные варианты литья в форму, включая вакуумное литье, литье под давлением и центробежное литье, ручное ламинирование, отливку в оболочку, ламинирование при напылении, литье смолы прессованием, намотку филаментов, литье под давлением методом впрыска, литье под давлением с химической реакцией и получение одноосно ориентированного изделия.

Вспененные пластики

Производство изделий из вспененных пластиков включает процессы формования, несколько отличающиеся от описанных выше. Вспененные пластики бывают трех типов: раздуваемые, синтактические и структурные. Раздутые пены представляют собой вспененную матрицу, подобную натуральной губке. Синтактическая пена представляет собой оболочку с полыми органическими или неорганическими микросферами в матрице пластика, а структурная пена представляет собой вспененную сердцевину, окруженную сплошной наружной оболочкой.

Все три типа вспененных пластиков можно получать с помощью таких технологических процессов, как впрыскивание, экструзия и литье под давлением для получения вспененных изделий в большинстве своем такого же профиля как и изделия из сплошного пластика. Структурные вспененные пластики получают литьем под давлением методом впрыска жидкой смолы, которая содержит химические вспенивающие присадки. После получения нужной формы сплошного или вспененного пластика для финишной обработки изделия используют после формования операции типа сварки, склеивания, машинной обработки или декоративной обработки поверхности (например, окраска).

Резины

Хотя изготовление изделий из резины может быть весьма разнообразным, в нем используются некоторые общие основные процессы, приведенные ниже.

Смешивание. Процесс производства изделий из резины начинается с приготовления смеси резины из полимеров (например, натурального и/или синтетического каучука), газовой сажи (основной наполнитель при получении смеси

резин), масел и различных реактивов. К этим различным реактивам относятся технологические добавки, составы для вулканизации, активаторы, ускорители, присадки против старения, наполнители, умягчители и специальные вещества (включая, среди прочего, замедлители, красители, средства для вспенивания, средства, препятствующие образованию пыли и средства борьбы с запахом).

Резиновые смеси различаются в зависимости от заданных характеристик изделия. Необходимые компоненты взвешивают и загружают в закрытый резиносмеситель, который называют смесителем Бенбери. Участок, на котором реактивы смешивают и добавляют в смеситель, называют участком получения состава. Полимеры и другие составляющие вручную загружают в бункер смесителя, а газовую сажу и масла зачастую впрыскивают непосредственно в камеру смешивания из системы их бестарного хранения. После смешивания резину охлаждают.

Вальцевание. Перемешанную резиновую массу выгружают в установку прокатки или другую установку, которая позволяет получить из нее длинную полосу или лист. Горячая, клейкая резина затем проходит через раствор "устранения клейкости" на водной основе, который не позволяет слипаться листам из резины после их охлаждения до комнатной температуры. Листы резины помещают непосредственно на длинную ленту конвейера, на которой с помощью охлажденного воздуха и холодной воды снижается температура листа резины. После охлаждения листы резины направляют на другой прокатный стан. На этом прокатном стане резину нагревают для ее дальнейшей обработки с помощью экструдеров и каландров. Некоторые экструдеры могут обрабатывать

подаваемые холодные листы резины, и тогда эта стадия прокатки оказывается ненужной.

Экструзия. Экструдер способствует получению резины различной формы или профиля с помощью продавливания через фильеру вращающимся шнеком. При экструдировании резина нагревается и остается горячей, пока не попадет в водяную ванну или на конвейер с распылением, где она охлаждается.

Каландрование. На каландры подают горячую полосу резины с прокатного стана и обжимают ее в матрице армирующих волокон или матрице из волокон типа ткани, получая тонкие листы покрытого резиной материала. Каландры также используют для получения неармированного листа резины регулируемой толщины.

Клейка. Экструдированные и пропущенные через каландры компоненты резины соединяют (прослаивают или склеивают) с проволокой, полиэфиром, арамидом и другими армирующими материалами для получения различных продуктов из резины. Иногда используют клеи, называемые цементом, для усиления соединения различных слоев изделия, или поверхность резины травят растворителями для улучшения склеивания. Склеенные изделия из металла/резины (например, узлы подвески автомобиля, опоры двигателя внутреннего сгорания) также получают с помощью такой операции.

Вулканизация. Большинству изделий из резины требуется вулканизация (отверждение) или поперечная сшивка. Этот процесс происходит в нагретых пресс-формах, емкостях высокого давления с нагревом паром (автоклавах), печах с подачей горячего воздуха и микроволновых печах либо же в различных устройствах с расплавленным или ожигенным слоем. Собранное изделие (например, шину) выдерживают

при повышенной температуре в форме, чтобы произошла вулканизация после того, как собранное изделие примет заданную форму. В процессе отверждения между полимерными цепями в матрице резины возникают поперечные сшивки и образуется готовое изделие из долговечного, эластичного термореактопласта. Поперечные сшивки в матрице резины придают материалу свойства, обеспечивающие ему восстановление даже при сильных упругих деформациях.

Финишная обработка. Операции финишной обработки используют для подготовки продукта к отправке конечному пользователю. Операции финишной обработки при производстве шин включают балансировку, шлифовку, получение надпечаток, промывку, вытирание и полировку.

Технология маканого латекса

Изделия из резины (например, резиновые перчатки, катетеры и другие хирургические инструменты) изготавливают по технологии маканого латекса с решеткой изопренового натурального каучука. Концентрированный латекс производят четырьмя способами, а именно центрифугированием, испарением, расслаиванием и электродекантацией. Были разработаны мягкие, резиноподобные заменители латекса из натурального каучука, которые используют главным образом для производства перчаток. К ним относятся нитрильный каучук, синтетический латекс (не содержащий белков), поливинилхлорид (PVC), стирольные эластомеры, полиуретан и силикон.

Для производства латекса из натурального каучука и синтетического каучука требуются дополнительные компоненты (например, составы для вулканизации, ускорители вулканизации, активаторы, замедлители, аутооксиданты, стабилизаторы, загустители и коагулянты),

которые смешивают с латексом для получения изделий нужного качества.