# Экология и охрана труда

Строгое соблюдение правил безопасности и охраны труда – одно из основных условий работы. Соблюдение заранее оговоренных правил и понимание опасностей при выполнении поставленной задачи, являются главными способами борьбы с травмами и несчастными случаями на производстве. При работе с оборудованием машиностроительного производства и/или опасными веществами риск, которому подвержен работник в случае нарушения правил безопасности значительно выше, чем риск офисного работника.

В данной работе проведен анализ опасных и вредных факторов, влияющих на рабочего, при исполнении технического процесса изготовления переднего днища реактивного двигателя на твёрдом топливе (РДТТ). Процесс будет производится в цехе, в котором установлены различные виды станков. Материал заготовки – сплав СП33.

**Анализ опасных и вредных факторов при изготовлении дна КПОУ.**

Технический процесс изготовления днища РДТТ включает операции и соответствующие им негативные факторы, приведенные в таблице 1,

Таблица . Вредные факторы при изготовлении дна КПОУ по ГОСТ 12.0.003-2015

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип операции** | **Вредные факторы** |
| Термообработка | Травмоопасность, вибрации, микроклимат. |
| Сверление | Шум, травмоопасность, освещение. |
| Фрезерование | Шум, вредные вещества в воздухе рабочей зоны, вибрации, освещение, ЭМИ-поля, освещение. |
| Растачивание | Шум, вредные вещества в воздухе рабочей зоны, вибрации, освещение. |
| Токарная | Шум, травмоопасность, освещение. |

Рассмотрев приведенные в таблице факторы, можно заключить, что на рабочего воздействует множество неблагоприятных факторов, способных привести к повышенной утомляемости и, как следствию, травме.

Также на производстве присутствует риск возникновения различных опасных факторов. Согласно ГОСТ 12.0.002-2014, опасным фактором принимается фактор производственной среды и/или трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может привести к травме, в том числе смертельной.

Список опасных факторов, которые возникают при производстве, приведен ниже.

**Электроопасность**

Основным нормативным документом, связанным с электробезопасностью, являются МПОТ (ПБ) ЭЭУ – Международные правила по охране труда и ГОСТ Р 12.1.019-2009, при эксплуатации электроустановок.

Согласно документу, следует придерживаться следующих правил обеспечения электробезопасности:

а) Следить за проведением рабочим, причастным к работе с электрооборудованием, инструктажей и обучений безопасным методам и приемам выполнения работ на электроустановках.

б) Работники должны проходить обучение по оказанию первой помощи пострадавшему на производстве до допуска к самостоятельной работе;

в) Перед началом работ на электроустановках, следует проверить исправность оборудования, а также следить за состоянием и сообщать специальному персоналу о любых неисправностях оборудования;

г) Не допускать самовольного проведения работ в действующих электроустановках, а также снабжать персонал необходимым инвентарём для защит от электрического воздействия.

**Пожарная опасность**

Основные требование, предъявляемые к пожарной безопасности содержатся в нормативном документе ГОСТ 12.1.004 – 91 и СНиП 21-01-97.

Пожарная безопасность, согласно представленному документу, должна обеспечиваться системами предотвращения пожара, системами пожаротушения, системами противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные положения для обеспечения пожарной безопасности при изготовлении подхвата малого:

а) Снабжение производственного цеха переносными огнетушителями (ГОСТ Р 51057-2001);

б) При работе с горючими, взрывоопасными или легковоспламенимыми веществами, следить за отсутствием по близости источников открытого огня, сварных работ, источников образования искр и т.д;

в) Помещение должно быть снабжено системами пожаротушения, а работающий в нем персонал должен пройти инструктаж пожарной эвакуации и знать расположение ближайших аварийных выходов и путей следования к ним.

д) соблюдение порядка хранения веществ и материалов, имеющих опасность воспламенения и тушение которых недопустимо одними и теми же средстваи, в зависимости от их химико-физических свойств.

**Травмоопасность**

Способность опасных производственных факторов при определенных обстоятельствах причинить травму работающему. Основным источником травмоопасности на предприятии и при работе в цеху обычно выступают: подвижные части механизмов, машин и узлов; подвижные элементы станков без защиты или экранов; Заготовки, необработанные поверхности, заусенцы, кромки, вылетающая при обработке стружка; падение предметов с высоты.

Основным нормативным документом, описывающим требования к безопасности персонала при работе в цеху, выступает ГОСТ 12.4.125 – 83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов.

Помимо опасных факторов, оператор также подвержен влиянию следующих вредных факторов (фактор производственной среды и/или трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может сразу или впоследствии привести к заболеванию, в том числе смертельному, или отразиться на здоровье потомства пострадавшего, или в отдельных специфичных случаях перехода в опасный производственный фактор - вызвать травму. В безопасности труда применяется концепция порогового воздействия, согласно которой вредный производственный фактор (исключая ионизирующие излучения) неблагоприятно воздействует на организм человека только при превышении интенсивности своего воздействия (и/или полученной дозы) выше некоторого порогового предельно допустимого значения. Последствия этого воздействия могут проявиться сразу (острое заболевание) или спустя какое-то (иногда длительное - годы) время (хроническое заболевание)):

**Шум**

Основными источниками шума на рабочем месте являются:

А) Работающие станки и инструменты

Б) Падающие предметы и перемещаемые заготовки

В) Фоновый шум со стороны окружающей застройки, транспортных магистралей и т.д.

Нормативной документ применимый к урегулированию уровня шума – СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

Таблица 2. Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях по ГОСТ 12.1.003-83

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рабочие  места | Уровни звукового давления, дБ,  в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБа |
| 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Постоянные  рабочие места  и рабочие зоны  в производственных  помещениях  и на территории  предприятий | 110 | 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | 85 |

Уровни шума описаны в таблице \_\_.

Таблица 3. . Допустимые уровни звукового давления в зависимости от категории тяжести трудового процесса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категории напряженности трудового процесса | Категории тяжести трудового процесса | | | | |
| Легкая физическая нагрузка | Средняя физическая нагрузка | Тяжелый труд 1 степени | Тяжелый труд 2 степени | Тяжелый труд 3 степени |
| Напряженность легкой степени | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 |
| Напряженность средней степени | 70 | 70 | 65 | 65 | 65 |
| Напряженный труд 1 степени | 60 | 60 | - | - | - |
| Напряженный труд 2 степени | 50 | 50 | - | - | - |

Согласно таблице \_\_ в зависимости к соответствующей трудовой деятельности следует рассматривать различные нормы допустимого звукового давления. В рассматриваемом случае данное значение – 65 дБ.

Рекомендациями для увеличения комфортабельности работы и снижению шумовой нагрузке, будут являться:

А) Своевременная сменный ремонт, смазка и настройка используемого оборудования;

Б) Достижение снижения уровня шума, путем акустической обработки ограждающих поверхностей помещения;

В) Использование специальных красок и материалов, уменьшающих шум, издаваемый оборудованием.

**Вибрации**

Нормативный документ описывающий вибрации возникающие в процессе работы станков и инструментов – СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

Согласно документу, вибрации классифицируются по способу передачи на человека:

- общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;   
- локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

  По источнику возникновения вибраций различают:   
- локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;   
- локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей), например, рихтовочных молотков разных моделей и обрабатываемых деталей;

- общую вибрацию 1 категории - транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т.д.); снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт;  
- общую вибрацию 2 категории - транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;  
- общую вибрацию 3 категории - технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки), оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и др.

Таблица 4. Гигиенические нормы вибрации по СН 2.2.4/2.1.8.556-96

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид вибрации | Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 |
| Технологическая | - | 108 | 99 | 93 | 92 | 92 | 92 | - | - | - | - |

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда;

Для борьбы с вибрациями, возникающими при работе станков и инструментов, подходящим вариантом будет подготовка фундамента специальной структуры и состава.

**Микроклимат**

Под микроклиматом производственных помещений понимаются метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения (СанПин 2.2.4.3359-16). Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Показатели микроклимата:

а) Температура воздуха;

б) Относительная влажность воздуха;

в) Скорость движения воздуха;

г) Мощность теплового излучения.

Воздушная среда из всех элементов, составляющих среду обитания и деятельности человека, является важнейшей. Природный воздух представляет собой сложную динамическую систему, образованную различными газами (и парами) и находящимися во взвешенном состоянии мельчайшими твердыми и жидкими частицами – аэрозолями.

Под загрязнением воздуха понимается прямое или косвенное введение в него любого вещества в таком количестве, которое изменяет качество и состав чистого атмосферного воздуха, нанося вред людям, живой и неживой природе.

Важнейшим газообразным веществом, определяющим качество воздуха, является водяной пар. Чем сильнее нагрет воздух, тем большее количество водяного пара он может содержать. Отношение содержащегося водяного пара к тому предельному количеству, которое может содержаться в воздухе при данной температуре, называется относительной влажностью.

Важнейшей характеристикой воздушной среды является барометрическое давление, поскольку разница барометрического давления и давления воздуха в альвеолах легких определяет величину газообмена. Барометрическое давление считается и называется нормальным на уровне моря (одна атмосфера) и экспоненциально убывает с высотой.

Помимо газового состава и барометрического давления, важнейшей характеристикой воздушной среды служит температура воздуха. В сочетании с подвижностью (скоростью) движения воздуха относительно тела человека температура воздуха определяет характер теплообмена – нагрев или охлаждение тела человека.

Жизнедеятельность человека может нормально протекать лишь при условии сохранения температурного гомеостаза организма, что достигается за счет системы терморегуляции и деятельности других функциональных систем: сердечно-сосудистой, выделительной, эндо­кринной и систем, обеспечивающих энергетический, водно-солевой и белковый обмен.

Для сохранения постоянной температуры тела организм должен находиться в термостабильном состоянии, которое оценивается по тепловому балансу. Тепловой баланс достигается ко­ординацией процессов теплопродукции и теплоотдачи.

Микроклимат по степени влияния на тепловой баланс человека подразделяется на:

а) нейтральный;

б) нагревающий;

в) охлаждающий.

Нейтральный микроклимат – это такое сочетание его составляющих, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах ± 2 Вт, доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

Охлаждающий микроклимат – это сочетание параметров, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека (> 2 Вт).

Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обусловливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и спо­собность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различ­ных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Нагревающий микроклимат – сочетание его параметров, при котором имеет место изменение теплообмена человека с окружающей средой, проявляющееся в накоплении тепла в организме (> 2 Вт) и/или в увеличении доли потерь тепла испарением влаги (>30%).

Воздействие нагревающего микроклимата вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

Тепловой удар очень опасен. Даже при раннем выявлении каждый пятый случай является смертельным. При общем тепловом застое значительно повышается температура тела, что приводит к прямому повреждению тканей, особенно центральной периной системы. Тошнота и рвота предшествуют шоковой стадии с глубокой потерей сознания, иногда сопровождающейся судорогами. Вследствие расстройства центра терморегуляции снижается потообразование. Кожа горячая, сухая, сначала имеет красный цвет, а потом приобретает серую окраску. Смертность тем выше, чем выше температура тела.

В результате солнечного удара в первую очередь нарушаются функции головного мозга из-за местного перегревания незащищенной от солнца головы.

Таблица 5. Параметры нормирования микроклимата, СанПиН 2.2.4.1191-03

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категория работы по уровням энерготрат, Вт | Температура, °С | Температура поверхностей,  °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с, не более |
| Холодный | Iа (до 139)  Iб (140-174) IIа (175-232)  IIб (233-290) III (более 290) | 22-24  21-23  19-21  17-19  16-18 | 21-25  20-24  18-22  16-20  15-19 | 40-60 | 0,1  0,1  0,2  0,2  0,3 |
| Тёплый | Iа (до 139)  Iб (140-174) IIа (175-232)  IIб (233-290) III (более 290) | 23-25  22-24  20-22  19-21  18-20 | 22-26  21-25  19-23  18-22  17-21 | 40-60 | 0,1  0,1  0,2  0,2  0,3 |

Тепловое состояние человека – это функциональное состояние организма, обусловленное его теплообменом с окружающей средой, характеризующееся содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции.

Теплового состояние человека классифицируется на:

-оптимальное;

-допустимое;

-предельно допустимое;

-недопустимое.

Разработан метод оценки теплового состояния в целях обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест, а также меры профилактики по защите работающих от возможного охлаждения и перегревания.

По степени влияния на самочувствие человека, его работоспособность микроклиматические условия подразделяются на:

-оптимальные;

-допустимые;

-вредные;

-опасные.

Нормативные гигиенические требования к отдельным показате­лям микроклимата, их сочетаниям, разработанные на основе изучения теплообмена и теплового состояния организма человека в микро­климатических камерах и в производственных условиях, а также на основе клинических и эпидемиологических исследований, изложены в СанПиН 2.2.4.3359-16.

Защита работников от перегревания и переохлаждения

Профилактика перегрева организма работника в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия:

-нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к восьмичасовой рабочей смене;

-регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды для поддержания среднесменного теплового состояния на опти­мальном или допустимом уровне;

-использование специальных средств коллективной и индивиду­альной защиты, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимый тепловой режим.

Защита от охлаждения осуществляется посредством:

-одежды, изготовленной в соответствии с требованиями государственных стандартов.

-использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма.

-регламентации продолжительности непрерывного пребывания на холоде и продолжительности пребывания в помещении с комфортными условиями.

*Аэроионный состав воздуха в производственных помещениях*

Наряду с температурой, влажностью, скоростью движения воздуха в производственных помещениях на жизнедеятельность человека оказывает влияние аэроионный состав воздуха.

В помещениях с отрицательными ионами происходит уменьшение количества микроорганизмов, снижается концентрация пыли в воздухе, нейтрализуются некоторые газы, устраняются электростатические заряды с поверхностей оборудования.

Ионизация воздуха – процесс превращения нейтральных атомов и молекул воздушной среды в электрически заряженные частицы (ионы).

В воздухе всегда имеются различные включения в виде мельчайших пылинок – аэрозолей, водяных паров и других посторонних примесей. Встречая на пути движения эти взвешенные частицы, легкие ионы соединяются с ними, сообщая им свой заряд. В результате таких соединений частиц образуются заряженные частицы, которые получили название тяжелых ионов. Тяжелые положительно заряженные ионы в воздухе помещений могут вызывать на коже человека угревую сыпь, прыщи, снижать эластичность кожи. Существуют сверхтяжелые ионы, которые называют аэрозолями. Они состоят из копоти, тумана, мелких дождевых капель. Такие частицы могут иметь много элементарных электрических зарядов и не нести на себе ни единого истинного газового иона.

Воздух, содержащий отрицательные аэроионы, является своеобразным экраном, отражающим излучения положительных ионов от дисплеев, телевизоров и другой оргтехники.

Естественная ионизация происходит в результате воздействия на воздушную среду космических излучений и частиц, выбрасываемых радиоактивными веществами при их распаде.

Технологическая ионизация происходит при воздействии на воздушную среду радиоактивного, рентгеновского и ультрафиолетового излучений, термоэмиссии, фотоэффекта и других ионизирующих факторов, обусловленных технологическим процессом.

Искусственная ионизация осуществляется специальными устройствами – аэроионизаторами. Физической основой большинства аэроионизаторов является коронный электрический разряд, позволяющий получать ионы нужной полярности и исключать образование вредных химических соединений (озон и окислы азота).

Нормативные уровни ионизации воздуха в производственных и общественных помещениях приведены в санитарных правилах и нормативах СанПиН 2.2.4.1294-03 “Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений”. Согласно этому документу регламентируют: минимально допустимый уровень, максимально допустимый уровень, коэффициент униполярности.

Минимально допустимый и максимально допустимый уровни ионизации воздуха определяют диапазон концентраций аэроионов обеих полярностей и коэффициента униполярности во вдыхаемом воздухе, отклонение от которых создает угрозу здоровью человека. Нормативные значения уровней ионизации воздуха приведены в табл. \_\_\_.

Измерение числа ионов в порядке текущего надзора производится один раз в квартал, а также в следующих случаях:

• при аттестации рабочих мест;

• при организации новых рабочих мест;

• при внедрении новых технологических процессов, потенциально могущих изменить ионный режим в зоне дыхания персонала;

• при оснащении рабочих мест аэроионизаторами.

Таблица 6. Нормативные значения уровней ионизации воздуха по

СанПиН 2.2.4.1294-03 “Физические факторы производственной среды"

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нормируемые уровни | Число ионов в 1 см3 воздуха ρ | | Коэффициент униполярности У |
|  |  |
| Минимально допустимый | ≥400 | >600 | 0,4 ≤ У ≤1,0 |
| Максимально допустимый | <50 000 | |

Для современных офисных помещений задачу нормализации аэроионного состава воздуха целесообразно решать, используя ионизаторы, встраиваемые в приточные воздуховоды вентиляционных систем. Применение приточно-вытяжной вентиляции способно обеспечить относительно равномерное распределение аэронов по помещению и исключить возможность их накопления в локальных зонах. Устанавливать ионизаторы следует на незначительном расстоянии от выходной вентиляционной решетки или системы раздачи воздуха в помещение, что обусловлено значительными «потерями» аэроионов при их движении по воздуховодам (как металлическим, так и диэлектрическим) за счет нейтрализации зарядов при контакте с поверхностями.

**Освещение**

Действующие нормы производственного освещения описываются нормативным документом СНиП 23.05-95\* Естественное и искусственное освещение.

Правильно спроектированное помещение, с необходимым количеством осветительных приборов и правильным их расположением, обеспечивают возможность нормальной производственной деятельности. При недостатках освещенности, могут возникнуть проблемы со зрением, повышенная утомляемость, нарушение центральной нервной системы, а также это может привести к травмам или нарушить общую безопасность на производстве.

В свою очередь, оказание необходимого уровня освещения позволяет обеспечить на рабочем месте необходимую производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Нормы освещенности в рабочей зоне приведены в таблице \_\_.

В рассматриваемом случае рассматривается ситуация, когда ведутся работы очень высокой точности. При этом контрастность объекта с фоном средняя, как и характеристика фона. В связи с этим при системе комбинированного освещения значение нормированной минимальной освещенности - Еmin=300, лк.

Таблица . Нормы освещенности при искусственном освещении по СНиП 23-05-95

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика зрительной работы | Наименьший эквивалентный размер объекта, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Освещение, Еmin, лк | | |
| При системе комбинированного освещения | | При системе общего освещения |
| Всего | в том числе от общего |
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I | а | Малый | Тёмный | 5000 | 500 | - |
| б | Малый  Средний | Средний  Тёмный | 4000  3500 | 400  400 | 1250  1000 |
| в | Малый  Средний  Большой | Светлый  Средний  Тёмный | 2500  2000 | 300  200 | 750  600 |
| г | Средний  Большой  Большой | Светлый  Светлый  Средний | 1500  1250 | 200  200 | 400  300 |
| Очень высокой точности | От 0,15 до 0,3 | I I | б  в  г | Малый  Средний  Малый | Средний  Темный  Светлый | 3000  2500  2000 | 300  300  200 | 750  600  500 |
| Средний  Большой  Средний  Большой | Средний  Темный  Светлый  Светлый  Средний | 1500  1000  750 | 200  200  200 | 400  300  200 |

## **Расчёт искусственного освещения рабочего помещения**

*Расчёт освещённости цеха*

Поскольку одним из основных недостатков концентрических ПОУ являются высокие требования к точности изготовления, необходимо создать достаточно благоприятные условия для изготовления оных. Важнейшим фактором в этом случае будет являться освещение цеха, расчёт которого и будет произведён в этом разделе.

Рассчитать систему искусственного освещения для создания на рабочих местах нормируемой освещённости в цехе для механической обработки размерами: длина А =50 м, ширина В = 20 м, высоте Н = 9 м. В цехе выполняются работы высокой точности (наименьшие размеры объектов различения 0,15 мм), фон - темный, контраст - средний, выделение пыли - значительное.

Выбираем дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ), рекомендуемые для высоких цехов при работе с поверхностями без выраженной цветности (металл); выбираем общее освещение, так как до всей площади помещения выполняются однотипные работы; для ламп ДРЛ рекомендуются специальные светильники СЗ4ДРЛ прямого свете с зеркальной отражающей поверхностью, так как помещение высокое, а отражающая способность стен и потолка малая.

Размещаем светильники равномерно четырьмя рядами (рис.). Расстояние между рядами светильников L определяем на условия

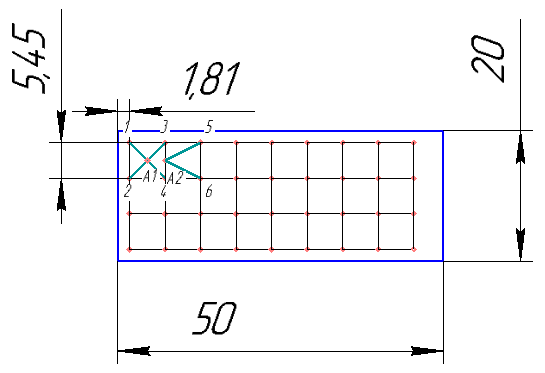


Рисунок . Схема размещения светильников

Количество светильников в ряду:

Общее число светильников:

Высоту повеса светильников над уровнем пола определяем из условия их наивыгоднейшего светотехнического расположения:

h =L·λ=5,45

Значение h оказалось большое минимально допустимой высоты подвеса светильников над полом [I7, табл. 4], следовательно, выполнено требование норм по ограничению ослепленности осветительной установкой.

3. В соответствии с характером работ, системой освещения и типом источника света минимальная нормируемая освещённость Е= 300 лк, коэффициент запасе k = 1,8 [I7, табл. 7,8].

4. Проводим расчет по точечному методу, рекомендуемому для больших цехов с малой долей отражённого света, для контрольных точек А1 и А2 (рис.). Ниже приводится порядок этого расчета, а его результаты сведены в табл. :

а) тангенс угла падения светового луча от ближайших светильников , где d - проекция расстоянии от контрольной точки до светильника на горизонтальную плоскость (определяется по чертежу), h - высота подвеса светильника, h= 5,45 м

б) угол и cos определяем по найденному значению

в) силу света условной рампы в 1000 лм для выбранного типа светильника и угла определяем из методического пособия (I7, табл. 3);

г) освещенность от i-го светильника в расчетных точках определяем по формуле

где μ - коэффициент, учитывающий действие удаленных светильников (μ= 1,15);

д) суммарная освещенность в каждой из контрольных точек, создаваемая ближайшими светильниками,

;

e) расчётный световой поток (в люменах), который должен быть создан каждой лампой для получения в расчётной точке нормируемой освещённости ,

;

ж) подбираем в соответствии с полученным значением F лампу требуемой мощности . При выборе мощности лампы следует принимать значение ближайшего большого светового потока;

з) суммарная мощность осветительной установки

Таблица . Результаты проверки по контрольным точкам.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контрольная точка | Светильник  № | d,м |  |  |  | кд | лк | лк | F,  лм | Вт |
|  | 1 | 3,86 | 0,708 | 35,3 | 0,5434 | 305 | 2,55 | 10,2 | 29412 | 700 |
| 2 | 3,86 | 0,708 | 35,3 | 0,5434 | 305 | 2,55 | 10,2 |
| 3 | 3,86 | 0,708 | 35,3 | 0,5434 | 305 | 2,55 | 10,2 |
| 4 | 3,86 | 0,708 | 35,3 | 0,5434 | 305 | 2,55 | 10,2 |
|  | 3 | 2,727 | 0,5 | 27 | 0,707 | 305 | 4,2 | 10,1 | 29703 | 700 |
| 4 | 2,727 | 0,5 | 27 | 0,707 | 305 | 4,2 | 10,1 |
| 1 | 6,1 | 1,12 | 50 | 0,265 | 305 | 0,44 | 10,1 |
| 2 | 6,1 | 1,12 | 50 | 0,265 | 305 | 0,44 | 10,1 |
| 5 | 6,1 | 1,12 | 50 | 0,265 | 305 | 0,44 | 10,1 |
| 6 | 6,1 | 1,12 | 50 | 0,265 | 305 | 0,44 | 10,1 |

## **Экологическая экспертиза проекта**

*Утилизация и переработка металлической стружки*

Наиболее отработанные способы утилизации металлоотходов - переплавка в домнах после агломерации или использования в производстве металлизированных окатышей на горнo-обогатительных комбинатах. Однако эти способы имеют определенные недостатки, связанные со сбором, транспортировкой, нестабильностью химического состава, что характерно для металлоотходов, собранных со многих заводов, и предполагают крупномасштабное производство. Поэтому во всем мире возрастает актуальность и соответственно заинтересованность в прямой переработке (рециклинге) железосодержащих отходов, прежде всего стружки, минуя доменный переплав.

Металлургами разработаны процессы Redsmelt, Hismelt, Primus, Midrex, Ромелт и др., которые находятся пока в стадии опытно-промышленной проверки. Большинство этих процессов практически предусматривает весь цикл работы доменной печи, но его разбивают на отдельные процессы, выполняемые последовательно в специальных агрегатах: сушка сырья, брикетирование, нагрев и удаление загрязнений, предварительное восстановление в твердой фазе, плавление и рафинирование. Соответственно сохраняют и присущие доменному процессу недостатки, в том числе длительность и высокие энергозатраты, крупные масштабы и капиталовложения. Переработка по таким схемам относительно небольших объемов материала (порядка десятков тысяч тонн в год), как это имеет место в условиях России, нерентабельна. Актуальность и привлекательность малотоннажного рециклинга, рассчитанного на переработку отходов непосредственно или вблизи предприятий, где они образуются, с каждым годом возрастают, особенно в странах, которые не имеют доменного передела или горно-обогатительных комбинатов и вынуждены импортировать дорогостоящее сырье.

Проблема утилизации (рециклинга) железосодержащих металлоотходов непосредственно в России может быть подразделена на несколько достаточно различных составляющих (задач).

1. Переплавка (утилизация): легированной стальной стружки; углеродистой стальной стружки; чугунной стружки.

2. Восстановление и переплавка: окисленной (ржавой) стружки; окалины, ржавчины, шлама, аспирационной пыли.

По конечному продукту (цели переплавки) эти процессы также могут подразделяться на получение передельного шихтового материала взамен передельного или литейного чугуна и получение марочного сплава – чугуна или стали.

Последнее направление является, как показал отечественный и зарубежный опыт, наиболее затратным. Снижение себестоимости за счет уменьшения стоимости шихтового материала (стружка вместо чушкового доменного чугуна) нивелируется за счет увеличения энергозатрат на плавку, расходов модификаторов и флюсов, снижения производительности печей и качества жидкого металла.

Практически этот путь возможен только для рециклинга легированной стружки в электропечах: средне- и высокочастотных индукционных, дуговых, установках электрошлакового переплава (ЭШП). Стружка должна быть собрана непосредственно в местах образования и храниться в условиях, исключающих ее окисление. Перед загрузкой в электропечь целесообразно нагреть стружку до 800–900 ºC в условиях безокислительного нагрева. Это требует соответствующих затрат: 80–85 м3 природного газа и недорогого оборудования (стенды с использованием бадей-термосов, барабанных или ротационных печей).

Обычный (окислительный) нагрев можно использовать лишь до температуры ≤ 600 ºC, так как при более высоких температурах начинается интенсивное окисление железа (угар увеличивается от 1–2 до 10–12% при нагреве от 600 до 800 ºC).

Таким образом, рециклинг легированной стружки включает в себя следующие стадии: сбор и хранение в безокислительных условиях, формирование и подготовку партий (объемов) шихтовых материалов на основе идентичного химического состава, очистку, дробление, холодное брикетирование (без наполнителей), нагрев, плавку в средне или высокочастотной печи, дуговой печи, установках ЭШП. При использовании индукционных или дуговых печей постоянного тока брикетирование не обязательно. При использовании ЭШП готовить шихту целесообразно в виде специальных расходуемых электродов.

Во всех случаях стружку следует предварительно очищать от примесей, масел и СОЖ. Альтернативой может служить высокотемпературный нагрев, при котором загрязнители выжигаются. Предварительный нагрев стружки и брикетов улучшает практически все параметры плавки и рециклинга в целом.

Высокая стоимость легированной стали делает подобную схему рециклинга рентабельной даже при сравнительно высоких ценах на электроэнергию.

Стальная стружка при условии ее малой загрязненности (в соответствии с ГОСТ) легко окисляется в процессе образования и практически вся является окисленной. Кроме того, в процессе хранения, особенно в условиях повышенной влажности, ее окисленность возрастает, а часть гидратируется, превращаясь в ржавчину. Такая стружка составляет основную массу железосодержащих отходов.

Холодное брикетирование такой стружки осуществляется совместно с углеродсодержащими и связующими материалами с последующей переплавкой в действующих традиционных плавильных печах. Однако это приводит к большим потерям металла (угар и потери со шлаком составляют до 40–50%), снижению практически всех характеристик плавки и качества жидкого металла.

С целью сокращения угара железа и восстановления оксидов необходимо обеспечить в печах или предусмотреть дополнительные устройства, в которых проходил бы восстановительный режим, аналогичный режиму восстановительной зоны домны: температура – 1000–1200 °С, наличие твердых и газообразных восстановителей, условия для диффузии восстановителей внутрь материала (внутрипоровая диффузия), необходимая продолжительность процесса.

Отсюда вытекают требования к качеству брикетов, в том числе по его геометрическим параметрам. Элемент диаметром более 50 мм даже при избыточном наличии восстановителей в данных условиях потребует на восстановление 20–30 мин. Окатыши диаметром 10–20 мм будут восстанавливаться быстрее, но слой окатышей будет плотным, тепломассообмен затруднен и во внутренних слоях процесс замедлится.

Преимущества горячего брикетирования: удаление (выжигание) органических примесей, что при последующей плавке приводит к уменьшению неметаллических включений и газонасыщенности металла, т. е. повышению качества, а также улучшению экологических характеристик плавки. После нагрева брикеты целесообразно подвергнуть повторному прессованию, что увеличивает их плотность до 6500–6800 кг/м3, теплопроводность, магнитные свойства и др., как это имеет место в технологии комплексного брикетирования на РУП «МТЗ». Это делает подобные «горячие» брикеты более эффективными в качестве шихтового материала.

Переплавка плотных «чистых» брикетов в действующих печах в литейном или металлургическом производстве технически не представляет сложности и позволяет заменить 50% и более шихтовых материалов против 10% при использовании «холодных» брикетов. Кроме того, повышается качество жидкого металла. Переработка стальной стружки, как правило, окисленной и заржавленной (в разной степени в зависимости от условий хранения), содержащей органические и неорганические загрязнения (по ГОСТ до 3%, на практике до 10%), представляет значительные трудности. Однако такая стружка вместе с окалиной составляет наибольшую долю отходов: примерно 150 000 т – стальная стружка и 60 000 т – окалина. В окалине содержится 75% железа (больше, чем в железной руде), в стружке – до 100%. Восстановление оксидов железа (Fe2O3→Fe3O4→FeO→Fe) и нагрев до 1700 °С требует затрат тепла, равных 6 МДж/кг (1700 кВт⋅ч/т без учета термического КПД или 175 м3 природного газа на 1 т железа).

Эти данные соответствуют рециклингу окалины. При использовании малоокисленной стружки расходы соответственно снижаются. При переплавке «чистой» стружки при отлаженном процессе на электропечах расход может быть уменьшен до ∼550 кВт⋅ч/т. В доменных печах для сравнения расходуется до 0,5 т кокса и 100 м3 газа на 1 т (с учетом термического КПД ≈40%). Конечным продуктом является чушковый чугун.

При рециклинге расходуются твердые восстановители, но в отличие от доменного процесса, где используется кокс, это «дешевые» материалы: углеродсодержащие отходы, местные продукты (например, лигнин, торф и т. п.) и др.

Стружка может переплавляться и в электрических индукционных среднечастотных печах. Но в этом случае содержание оксидов в ней должно

быть минимальным. Без предварительной очистки и подогрева стружка может переплавляться в ротационных печах. Это сравнительно новый тип вращающихся печей, снабженный устройством для наклона или качания вокруг оси крепления в передней части корпуса. Такие печи, сохранив достоинства барабанных печей (высокая эффективность и скорость нагрева дисперсных частиц), имеют ряд дополнительных преимуществ: увеличенное вдвое время контакта, более полное использование рабочего пространства, высокую скорость плавления за счет перемешивания, сокращение цикла, возможность рафинирования, управления составом атмосферы в рабочей зоне, скоростями вращения и качания, использование жидкого или газообразного топлива. Подобные печи активно используют фирма «Sogemi» (Италия), на печах которой произведено в разных странах около 1 млн. т чугуна из отходов и стружки, фирма TTC (Англия), начали разработки некоторые фирмы РФ и Украины (НПП «Литейный двор», ДонНИ-ПИЦМ). В настоящее время на РУП «БМЗ» проводятся производственные испытания первой такой отечественной установки, разработанной специалистами БНТУ и ГГТУ, которая используется в первую очередь для восстановления и переплава окалины с целью получения из нее кондиционного передельного чугуна.

Для переработки стальной, в том числе окисленной, стружки в таких печах необходимо применять топливо – кислородные горелки (подобные

использует БМЗ на электродуговых печах), обеспечивающие температуру факела до 2000–2200 °С. В начальный восстановительный период в печах поддерживается режим безокислительного нагрева (до 900 °С) в течение времени, необходимого для выжигания загрязнений, затем повышается температура до 1200 °С для проведения восстановления оксидов (длительность определяется окисленностью стружки), после этого за счет подачи кислорода в печи повышается температура для плавления и перегрева металла, рафинирования и т. п.

Применение водяного охлаждения крышки (наиболее теплонагруженного элемента печи) позволяет повысить стойкость футеровки до 600–900 плавок (по данным Sogemi), применение рекуператора – сократить расход топлива (газ/жидкое) до уровня 100–120 м3/т (90–100 л/т).

Преимуществом таких печей является отсутствие в выбросах сажи, паров масел и продуктов деструкции органических веществ, которые активно дожигаются в рабочей зоне. Это уменьшает затраты на очистку выбросов (по сравнению с индукционными печами). При рециклинге стружки дополнительные преимущества по экономии теплои энергоносителей могут быть обеспечены, если полученный жидкий металл (с известным химическим составом) используется непосредственно в завалке основных производственных плавильных печей, выплавляющих марочные чугуны и стали. При этом экономия составляет до 120 кВт⋅ч электроэнергии на 1 т металла, т. е. до 15–20% в ДСП или ИЧТ. Этот вариант может быть использован как при плавке стружки в ротационных печах, так и специальных вагранках.

Брикетированная стружка с высоким содержанием оксидов и загрязнений может достаточно успешно переплавляться в специальных, приспособленных для этой цели, вагранках. Последние должны иметь расширенную по диаметру и высоте зону восстановления (над зоной плавления), горячее дутье (500–600 °С) и соответствующую систему очистки выбросов. Подобные вагранки могут также иметь сменную нижнюю часть (от зоны плавления до горна включительно), что позволит эксплуатировать их без остановки до 1 мес. и более.

Если при этом геометрические параметры и характеристики брикетов будут соответствовать заданным условиям восстановления (физико-химическим) и тепломассообмена в зоне восстановления, можно обеспечить не только безокислительную переплавку брикетов, но и восстановить оксидную часть материала. Расход кокса при этом составит 18–20% от массы металла. Качество чугуна с помощью введения ферросплавов может быть откорректировано до уровня передельного доменного чугуна.

Стружка россыпью (без очистки) также может использоваться при переплавке в таких вагранках. В этом случае ее ижектируют непосредственно в зону холостой колоши над фурмами. Однако при этом расход кокса должен быть увеличен, а дутье обогащаться кислородом (до 25–26%) с целью повышения температуры в рабочей зоне. Технически такое решение более сложно в эксплуатации.

Переплавка чугунной стружки может осуществляться по схеме стальной загрязненной, малоокисленной, т. е. в брикетах – в вагранках или россыпью после очистки – в индукционных среднечастотных печах.

Наиболее рациональным является вариант с переплавкой стружки в ротационных печах, что позволит не только использовать наиболее дешевый энергоноситель, но и не проводить предварительную очистку стружки. При любых способах переплавки стружки целесообразно использовать полученный продукт (чугун) в качестве шихтового материала – заменителя доменного чугуна (передельного и литейного). При последующей переплавке это обеспечит наиболее высокое качество отливок и проката.

Все приведенные выше варианты утилизации металлической стружки нашли или постепенно находят свое место в литейных цехах различных компаний как у нас в стране, так и за рубежом (Caterpiller, США, Renault, Франция, Scania, Швеция и др.). Несомненно, что и в России с каждым годом будут возрастать объемы использования металлических отходов. При этом для выбора того или иного варианта технологии их утилизации обычно пользуются только одним критерием – экономической целесообразностью и полезностью сделанного выбора.