# Глава 5. Безопасность и экологичность проектных решений

В мире, подверженном постоянным инновациям, технологиям усовершенствование технологических процессов в производствах, нацеленных на дальнейшую конкурентоспособность и выживаемость в условиях рынка, неминуемо. Вместе с этим повышается не только ответственность каждого работника организации, но и требования к безопасности жизнедеятельности всего персонала и к экологичности применяемых ими действий в ходе всего производственного процесса. Поэтому специалисты на предприятии при разработке и внедрении новых подходов на производство должны четко следовать этой тесной корреляции между функциональностью и безопасностью, экологичностью.

Одно из главных требований к разработкам и внедрениям мероприятий в производство для поддержания соответствующего уровня безопасности и экологичности – это соответствие порядков проведения и результатов мероприятий нормативным показателям международных и отечественных стандартов.

## 5.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

В результате работ на технологических процессах в производстве на сотрудника предприятия практически непрерывно воздействуют неблагоприятные (опасные и вредные) факторы, способные в значительной степени повлиять на его физиологические характеристики, и, соответственно, в дальнейшем, на его продуктивность. Одно из последствий воздействия опасных и вредных факторов – травма или несчастный случай, характер и степень тяжести которой определяется в зависимости от вида факторов: физических, химических, биологических, нервно-психических. [1]

На операции «Термообработка» на соответствующем участке (термообработки) на работника воздействуют производственные факторы, такие как:

1. Факторы, вызванные воздействием физического характера и особенностями характеристик эксплуатируемого производственного оборудования (в данном случае – печи, ванны и их местные вентиляционные отсосы, разного рода нагревательные, охлаждающие устройства):
* микроклимат рабочей зоны с низкой или высокой температурой воздуха, что влечет за собой нагрев (при высокой температуре) поверхностей оборудования и материалов.

Возможные источники: печи, нагревательные и охлаждающие устройства, внешняя среда в зимние и летние периоды без установки отопления и системы кондиционирования соответственно;

* опасное движение механизмов, оборудований, заготовок, готовых изделий, деталей;
* повышенные показатели шума, вибрации;

Возможные источники: система вентиляций от работающих печей и ванн, неисправное оборудование;

* недопустимый уровень естественного или искусственного освещения.

Возможные источники: неправильно спроектированная система освещения;

* высокий уровень напряжения электроустановок;
* действие повышенного уровня электромагнитного излучения;
1. Химические факторы, вызванные производственной средой:
* пары вредных веществ (различной консистенции)

Возможные источники: действие масляных, соляных ванн и баков, нагрев веществ, материалов различной природы.

1. факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего:
* физические и нервно-психологические перегрузки (тяжесть и напряженность трудового процесса).

Возможные источники: все объекты в производственном помещении, интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы. [1]

## 5.2 Требования безопасности к технологическому процессу

В соответствии с ГОСТ 12.3.002-2014 «Процессы производственные. Общие требования безопасности» и СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда», в процессе или перед работой на технологическом участке “Термическая обработка” работа персонала основывается на следующих требованиях:

* ограничение, устранение непосредственного контакта от воздействий вредных веществ, которые способны в краткосрочной или долгосрочной перспективе нанести различного рода травму сотруднику производства;
* соблюдение оптимальных режимов труда;
* исключение или снижение риска аварий до минимального уровня;
* применение наиболее эффективных способов утилизации и обезвреживание отходов производства. [2]

Меры для предотвращения или снижения опасных последствий для рабочих в процессе выполнения деятельности термической и химико-термической обработки изделий:

- использование средств дистанционного управления (применение двуручного управления процессом), роботизации;

- герметизация оборудования, в процессе эксплуатации которых возникают вещества, создающие особо опасные факторы для человека;

- использование средств индивидуальной защиты;

- обеспечение оптимального режима работы оборудования, обеспечивающие непрерывность технологического процесса;

- установление рационального режима работы людей на производственных участках, в ходе которых сотрудники не будут или будут значительно меньше испытывать воздействие вредных и опасных факторов;

- использование автоматического контроля технологического процесса посредством: средств сигнализации, дающие информацию о состоянии рабочего процесса; блокировочных устройств, предназначенных для автоматического отключения машин или оборудования при выходе какого-либо параметра за пределы нормируемых значений.

- соблюдение нормируемых правил и стандартов по своевременной и качественной утилизации отходов и периодичной чистки закалочных баков, емкостей, нагревательных печей и других объектов, эксплуатация которых приводит к возникновению вредных веществ;

- установка оградительных средств, препятствующих появлению человека в опасной зоне участка;

- обучение производственного персонала безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015 «Организация обучения по безопасности труда. Общие положения».

## 5.3 Требования безопасности к производственному оборудованию

Термический и химико-термический цех на производстве располагает основными видами оборудования: печи, нагревательные и охлаждающие устройства; дополнительными видами оборудования, которые служат для очистки, поверхностного упрочнения, различного вида покрытий, средств механизации и прочих. Неправильное обращение, не следование требованиям эксплуатации использованного оборудования способно привести к различной рода травме эксплуатирующего.

Для предотвращения возникновения опасных ситуаций, в ходе использований механизмов на производственных цехах термической обработки, разработаны следующие меры:

* исключается самопроизвольное падение, опрокидывание и других движений механизмов (к примеру, снабжение органов управления оборудования фиксаторами и другими предохранителями), которые способны привести к травме;
* в случае включения режима «Аварийная остановка» в производственных операциях красная кнопка включения остается в положении, соответствующем останову; Оснащение пульта управления оборудованиями, механизмами автоматическим выключателем.
* нахождение эксплуатируемых оборудований в исправном состоянии;
* установка чугунных полов, где располагается электрооборудование. В качестве защиты применить зануление.
* применение средств индивидуальной защиты для предотвращения получения работником теплового излучения;
* установка и регулирование дистанции между человеком и эксплуатируемым оборудованием. [3]

## 5.4 Электробезопасность

Основным электрооборудованием в организации является электропечь переменного тока напряжением до 1 кВ, у которого причинами опасности могут стать: незащищенные и неизолированные электропровода, незаземлённое оборудование и др. Последствие этих факторов может привести к поломке оборудования вплоть до его возгорания.

Несоблюдение электробезопасности при работе с механизмами, оборудованиями на производстве может привести к травме, причинами которых также могут быть:

* соприкосновение или приближение человека к особо опасным электрическим объектам, которые находятся под высоким напряжением;
* изоляция токоведущих частей, которая не подходит для условий работы;

Кроме того человек может упасть вследствие электрического удара.

Помещения по степени опасности электрического тока подразделяются на категории: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, с особо опасностью.

Помещения термической и химико-термической обработки находятся на уровне с особо опасностью, где содержаться вредные примеси паров масел различных консистенций с повышенной влажностью, что может стать причиной серьезных травм, если не соблюдать определенные меры безопасности.

Меры по электробезопасности:

* исключение возможности самопроизвольного включения и отключения электрической печи.
* установка плакатов и знаков безопасности в местах опасности электрического напряжения.
* Обеспечение изоляции и токоведущих частей в исправном, защищенном состоянии, что исключает случайное прикосновение к незащищенным токоведущим частям;
* обеспечение регулярного ремонтного обслуживания электрооборудований, в соответствии с требованиями, технической документацией;
* обеспечение защитного заземления, зануления;
* использование индивидуальных средств защиты (диэлектрическая экипировка). [4]

## 5.5 Санитарно-гигиенические мероприятия.

### 5.5.1 Микроклимат на рабочем месте.

Для помещений на производстве, в том числе и для помещений термических обработок, руководству необходимо обеспечивать микроклиматические условия, которые позволят сотрудникам подразделений проводить деятельность в оптимальных условиях. Оптимальность условий труда оцениваются по величинам микроклиматических показателей, отображающие степень изменения теплового баланса человека с окружающей средой.

Микроклиматические показатели воздушной среды подразделяются на категории: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. В последующем, фактические показатели, которые определены в рабочих зонах производственных помещений термической обработки, должны соответствовать нормативно-допустимым значениям (таблица 5.1) в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» в зависимости от степени тяжести работ». Деятельность на термическом участке относится к категории IIб. [[5]](https://docs.cntd.ru/document/1200003608)

**Таблица 5.1 - Оптимальные и допустимые нормы показателей воздушной среды рабочей зоны**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работ | Период года | Оптимальная/Допустимая температура воздуха, ˚С | Оптимальная/Допустимая относительная влажность воздуха, % | Оптимальная/Допустимая скорость движения воздуха, м/сне более |
| IIб - Средней тяжести | Холодный | 17-19/13-23 | 40-60/75 | 0,2/0,4 |
| Тёплый | 20-22/15-29 | 40-60/70 | 0,3/0,2-0,5 |

Источники возникновения превышающих допустимые нормы показателей: электропечь, ванн, нагревательных и охлаждающих устройств.

Меры по устранению или снижению влияния: применение и правильная регулировка общеобменных и местных вентиляций, вентиляционных отсосов у оборудований и механизмов; установка в холодный период систему отопления, в теплый - систему кондиционирования; применение средств индивидуальной защиты;

В процессе производственной деятельности в термическом цеху, в результате эксплуатации оборудования и механизмов, выделяются вредные для организма пары с различной концентрацией веществ, которые способны весьма пагубно повлиять на сотрудника, путем вызова разного рода заболеваний или других отклонений в здоровье человека.

Возможные источники: результат эксплуатации закалочных масляных, соляных ванн и баков, следствие нагрева металлических изделий.

Меры по устранению или снижению влияния:

* применение средств индивидуальной защиты: шлем, обеспечивающий голове, глазам, органам дыхания защиту от попадания вредных веществ; турбоблок с принудительной подачей воздуха для защиты организма от паров с различной концентрацией вредных веществ; специальный комплект перчаток.
* замена вредных веществ менее вредными, насколько это возможно;

На предприятии один из ключевых технологических процессов по выпуску цилиндрических резисторов - нанесение кадмиевого покрытия, которое наносится на соответствующем производственном участке. Исходные данные об участке представлены в соответствии с таблицей 5.2.

**Таблица 5.2 – Данные об участке кадмиевого покрытия**

|  |  |
| --- | --- |
| Участок | Размеры помещения (длина, ширина, высота), м |
| На участке находятся 2 установки кадмиевого покрытия, из каждой выделяется 0,3 г/час кадмия. | 24х8х8 |

Кадмий - одно из вредных веществ, которое оказывает пагубное влияние на физиологическое состояние сотрудника. Поэтому важно придерживаться предельно допустимой концентрации (ПДК) этого вещества в воздухе, которая представлена в таблице 5.3.

**Таблица 5.3 - Предельно допустимая концентрация кадмия**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование вещества | ПДКмр, мг/м3 | ПДКсс, мг/м3 |
| Кадмий | 0,05 | 0,01 |

Исходя из данных таблицы 5.3, ПДК вредного вещества:

$ПДС\_{сс}=0,01 \frac{мг}{м^{3}}$ - среднесменная предельно допустимая концентрация,

$ПДС\_{мг}=0,05 \frac{мг}{м^{3}}$ - максимальная предельно допустимая концентрация.

Так как на участке находятся две установки кадмиевого покрытия, где из каждой выделяется 0,3 г/час кадмия, то количество вредных веществ, поступающих в помещение $G$,$ \frac{мг}{час},$ вычисляется по формуле:

$G=2\*R$ (5.5.1.1),

Где R – количество выделения вредного вещества, $\frac{мг}{час},$

В итоге, исходя из формулы 5.5.1, получаем:

$$G=2\*300=600\frac{мг}{час}$$

Объем воздуха, удаляемого из помещения $L$, $\frac{м^{3}}{час}$, вычисляется по формуле:

$L=\frac{G}{C\_{1}-C\_{2}}$ (5.5.1.2),

где С1 = $ПДС\_{сс}=0,01 \frac{мг}{м^{3}}$ – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе,

С2 $\leq 0,3\*ПДС\_{сс}\leq 0,3\*0,01 \frac{мг}{м^{3}} \leq 0,003\frac{мг}{м^{3}} $– концентрация вредного вещества в приточном воздухе.

В итоге, по формуле 5.5.2, получаем результат:

$$L=\frac{600}{0,01 -0,003}=85714\frac{м^{3}}{час}$$

Кратность воздухообмена – показатель, показывающий, сколько раз в течение часа сменится воздух в помещении, $K\frac{раз}{час}$, , вычисляется по формуле:

$K=\frac{L}{V}$ (5.5.1.3),

где $V=24м\*8м\*8м=1536м^{3}$- объем помещения,

В итоге, по формуле 3, получаем результат:

$$K=\frac{85714}{1536}=56\frac{раз}{час}.$$

В итоге выполненных расчетов, приходим к заключению, что в помещении, где находятся две установки кадмиевого покрытия, в течение часа сменится воздух 56 раз, - это слишком высокий показателей, поэтому  в помещении вместе с обще обменной вентиляцией необходимо установить местную вытяжную вентиляцию у источников выделения вредных веществ (кадмия).

### 5.5.2 Производственное освещение.

При правильно спроектированной и внедренной системе освещения рабочих помещений обеспечивается возможность нормальной производственной деятельности, сохраняя в этих оптимальных условиях здоровье человека в допустимых пределах.

Производственное освещение подразделяется на категории: естественное, искусственное и совмещенное.

Допустимая величина минимальной освещенности в термическом цеху при системе общего и комбинированного искусственного освещения, а также коэффициент естественной освещенности при естественном и совмещенном освещении представлен в соответствии с таблицей 5.4. [8]

**Таблица 5.4 – Допустимые показатели минимальной освещенности в термическом цеху**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория зрительной работы | Разряд зрительной работы | Искусственное освещение | Естественное освещение | Совмещенное освещение |
| Освещенность, лк | Коэффициент естественной освещенности |
| при системе комбинированного освещения | при системе общего освещения | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении |
| Работа со светящимися материалами и изделями в горячих цехах | VII | - | 200 | 3 | 1 | 1,8 | 0,6 |

Меры по поддержания уровня допустимых показателей освещенности: проектировка помещения термообработки с целью создания наилучших условий для видения, а именно: установка больших световых проемов (окон), расположенных на одной стене здания, светоаэрационных фонарей и других светильников; окна не должны быть пыльными.

### 5.5.3 Защита от шума и вибрации.

Шум – источник опасности на производстве, вызывающий преждевременную утомляемость, нарушающий физиологический баланс здоровья человека, что приводит к снижению производительности труда и росту травматизма. Степень воздействия шума зависит от его показателей и индивидуальных особенностей человека.

Значения предельно допустимых уровней звука, воздействующего на работников производственных участков, установлены согласно ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ “Шум. Общие требования безопасности” и представлены для термического участка в соответствии с таблицей 5.5. [6]

**Таблица 5.5 - Значения предельно допустимых уровней звука**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оптимальные (риск отсутствует)  | Допустимые (пренебрежимый риск)  | Вредные (переносимые с мерой защиты)  | Опасные (неприемлемый риск)  |
| 50 дБА  | 80 дБА  | 100 дБА  | 115 дБА  |

Вибрация – это движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание или убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Вибрация и шум могут быть вызваны:

* повышенным режимом вращения, возвратно-поступательным движением механизмов;
* соударением деталей заготовок, производственных механизмов (в случае неполадок);
* физико-химическими процессами;

Возможные источники: работающие местные приточные вентиляции - местные отсосы от печей и ванн, некачественный монтаж оборудования, нарушение правил технической эксплуатации.

Значения предельно допустимых показателей вибрации, воздействующего на работников производственных участков, установлены согласно СанПиН 1.2.3685-21 **«** Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и представлены для термического участка в соответствии с таблицей 5.6. [7]

**Таблица 5.6 - Значения предельно допустимых показателей вибрации**

|  |  |
| --- | --- |
| Категория вибрации | Допустимые уровни виброускорения |
| м/с2 | дБ |
| Технологическая на стационарных рабочих местах | 0,1 | 100 |

Меры по устранению, снижения влияния шума и вибрации на человека:

* замена ударных процессов безударными;
* использование по возможности не металлических деталей, а других «незвучных» материалов;
* применение балансировки вращающихся элементов машин;
* выбор оптимальных режимов работы местных вентиляционных отсосов;
* использование средств индивидуальной защиты (рукавицы, перчатки, вкладыши);
* использование рациональных режимов труда и отдыха.

### 5.5.4 Защита от электромагнитных излучений.

Степень воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ) зависит от следующих основных параметров:

* Размера, формы, анатомического строение тела, которое подвержено ЭМИ, и его индивидуальная восприимчивость к электрическим и магнитным полям;
* Характеристик электромагнитного поля.

Предельно допустимый уровень напряженности электрического и магнитного поля при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м соответственно. [7]

Для определения допустимой энергетической экспозиции магнитного и электрического полей в диапазоне частот 30 кГц-300 МГц воспользуемся формулами:

$ЭЭ\_{Е}=E^{2}\*T$ (5.5.4.1),

где $ЭЭ\_{Е}$ – энергетическая экспозиция электрического поля, (В/м)^2\*час,

E – напряженность электрического поля, В/м,

T – время воздействия за смену, час.

$ЭЭ\_{Н}=Н^{2}\*T$ (5.5.4.2),

где $ЭЭ\_{н}$ – энергетическая экспозиция магнитного поля, (А/м)^2\*час,

Н – напряженность магнитного поля, А/м.

Основываясь на формулы 5.5.4.1, 5.5.4.2 получим:

$$ЭЭ\_{Е}=500^{2}\*8=1\*10^{6}\left(\frac{В}{м}\right)^{2}\*час,$$

$$ЭЭ\_{Н}=50^{2}\*8=2\*10^{4}\left(\frac{А}{м}\right)^{2}\*час.$$

Меры по снижению влияния электромагнитного поля на персонал:

* Рациональный режим труда и отдыха: при 8-ми часовой смене суммарное время перерывов от ЭМИ должна составлять от 50-90 минут;
* Рациональное размещение механизмов, установок ЭМИ, использование экранирование рабочих мест;
* Применение средств индивидуальной защиты.

## 5.6 Пожарная безопасность.

Соблюдение пожарной безопасности может привести к предотвращениям чрезвычайных ситуаций на производстве, которые могут быть вызваны неконтролируемым процессом горения, причиняющего материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей.

Термический цех относится к категории Г по пожароопасности.

Показатели воспламенения некоторых веществ, участвующих в осуществлении термического процесса представлены в соответствии с таблицей 5.7. [9]

Таблица 5.7 - Показатели воспламенения применяемых веществ

|  |  |
| --- | --- |
| Вещество | Температура воспламенения в смеси с воздухом, град. C |
| Аммиак | 780 |
| Ацетон | 500 |
| Бензин | 230 - 260 |
| Бутан | 475 - 550 |
| Водород | 550 - 590 |

Мероприятия по пожарной безопасности подразделяются на две основные группы: предупреждение пожаров и ликвидация уже возникших.

Противопожарную защиту обеспечивают следующие меры:

* Замена наиболее пожароопасных веществ негорючими или трудногорючими. применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов вместо пожароопасных или ограничение количества горючих веществ и их надлежащее размещение в изоляционной среде;
* применение средств пожаротушения и размещение их в количестве в соответствии с «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» (ППР) и ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
* проведение регулярных технических осмотров эксплуатируемых оборудований и механизмов для поддержания их в исправном состоянии;
* обеспечение эвакуации людей согласно требованиям СП 1.13130.2009 «Эвакуационные пути и выходы», в том числе с помощью вывешивания планов эвакуации на видных местах;
* применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;
* разработка и применение эффективных методик обучения рабочих правилам пожарной безопасности;
* применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности. [10]

## 5.7 Охрана окружающей среды

Основным видом деятельности АО НПО "ЭРКОН" является производство изделий гражданского и военного назначений, где практически каждый процесс, а особенно в термическом цеху, связан с выделением вредных веществ и отходов. На термическом участке выделяются различные виды вредных веществ: углероды и оксид углерода, источником которых является электропечь, оксид углерода и пары масла от масляного бака, а также пары хлора и оксид углерода от соляной ванны.

Меры по снижению вредного воздействия на окружающую среду:

* Сбор, сортировка и кратковременное хранение отходов, образовавшихся при термической и химико-термической обработке металлов в изолированных помещениях;
* Установка циклонов и фильтров для очистки воздуха перед выбросом его в атмосферу;
* Очистка от примесей путем каталитического превращения.
* Рациональное использование систем сточных вод - применение нескольких систем канализации, предназначенных для отвода вод, требующих предварительной очистки или обработки;
* Производство продукции с использованием экологически чистых материалов и оборудования, которые являются энергоэффективными и производят минимальные вредные отходы при утилизации;
* Применение и правильная регулировка обще обменной и местной вентиляций, вентиляционных отсосов у оборудований и механизмов.