**Безопасности жизнедеятельности на предприятиях с повышенной опасности**

##### Оглавление

1. Тяжесть труда 2

2. Классификация производственных факторов 7

2.1. Естественные и антропогенные негативные факторы 7

2.2. Производственная среда и ее характеристики 8

2.3. Окружающая и бытовая среда 10

3. Электромагнитное поле. 15

4. Защитное заземление, зануление, отключение 18

4.1. Общие сведения 18

4.2. Защитное заземление 18

4.3. Напряжение прикосновения 19

4.4. Напряжение шага 20

4.5. Измерение сопротивления заземляющего устройства 21

4.6. Зануление 22

4.7. Защитное отключение 23

4.8. Электрическое разделение сетей 24

4.9. Использование малого напряжения 24

4.10. Выравнивание потенциалов 24

5. Режим защиты персонала при работе на лазерах. 25

5.1. Промышленное применение лазеров. 25

5.2. Физиологические эффекты при воздействии лазерного излучения на человека. 26

5.3. Воздействие лазерного излучения на органы зрения. 27

5.4. Защита от лазерного излучения 27

Список литературы 28

# 

# 1. Тяжесть труда

Трудовая деятельность требует от человека высокой подвижности нервных процессов, быстрых и точных движений, повышенной активности восприятия, внимания, памяти, мышления, эмоциональной устойчивости. Изучение человека в процессе труда осуществляют физиология и психология труда, а также другие науки, как-то: инженерная психология, эргономика, техническая эстетика и др.

Физиология труда - раздел гигиены труда, посвященный изучению изменения функционального состояния организма человека под влиянием производственной деятельности и разработке рекомендаций по организации трудового процесса.

Многообразные формы трудовой деятельности принято условно подразделять на труд физический и умственный. Общепризнанная физиологическая классификация трудовой деятельности включает следующие формы:

Формы труда, требующие значительной мышечной активности, с энергетическими затратами от 17-25 МДж/сутки 4000-6000 ккал/сутки и выше. Это социально неэффективный труд, с низкой производительностью, требующий до 50% рабочего времени отдыха.

Групповые формы труда - конвейер с дроблением процесса на операции, заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций, с подачей деталей к рабочему месту. Монотонность - основная отрицательная особенность конвейерного труда, приводящая к преждевременной усталости и нервному истощению. Причина в преобладании процесса торможения в корковой деятельности мозга.

Механизированные формы труда с энергетическими затратами 12,5-17 МДж/сутки (3000-4000 ккал/сутки) связаны с уменьшением мышечной деятельности, вовлечением в работу мелких мышц конечностей, характеризуются однообразием локальных действий, малым объемом воспринимаемой информации, монотонностью.

Формы труда, связанные с управлением производственными процессами, при которых человек выполняет функции оперативного звена управления.

Формы интеллектуального труда, характеризующиеся необходимостью переработки большого объема информации, мобилизации памяти, внимания, частотой стрессовых ситуаций, незначительными энергозатратами 10-11,7 МДж/сутки (2400-2000 ккал/сутки), снижением двигательной активности (гипокинезой).

Регуляцию трудовой деятельности осуществляет прежде всего центральная нервная система (ЦНС). Она регулирует деятельность клеток, тканей, органов и системы человеческого организма. Теория центрально-нервной регуляции трудовой деятельности разработана отечественными учеными И.М. Сеченовым, И.П. Павловым, Н.Е. Введенским, Л.А. Ухтомским.

Согласно этой теории психические процессы по своему происхождению - это рефлексы с началом в чувственном возбуждении и концом в мышечном движении. Двигательные реакции человека являются сложными условными рефлексами.

В процессе формирования условного рефлекса выделяются два этапа:

* на 1-ом этапе образования условного рефлекса имеет место возбуждение в ЦНС при участии многих центров коры головного мозга. На этом этапе обучения у рабочего много лишних движений, усилий, ошибок;
* на 2-ом этапе идет подкрепление и усвоение приемов работы, происходит концентрация возбуждения только в соответствующих центрах головного мозга.

Доминантные центры обладают повышенной возбудимостью и способностью к суммации возбуждений, идущих из разных источников. Они первые настраиваются на оптимальный ритм и темп работы. Формирования доминантны сопровождается развитием сопряженного торможения в других областях ЦНС, закреплением четких, экономичных рабочих движений, отсутствием ошибок.

В процессе трудовой деятельности при многократном повторении в определенной последовательности различных раздражителей складывается функциональная система работы коры головного мозга, названная И.П. Павловым динамическим стереотипом, т.е. устойчивой системой рефлексов. Механизм динамического стереотипа заключается в формировании в мозге повторяющихся нервных процессов, программирующих деятельность мозга. По мере закрепления динамического стереотипа возникает автоматизм в действиях рабочего.

Дальнейшим развитием представления о центральной регуляции трудовой деятельности является теория функциональных систем П.К. Анохина, согласно которой любой целенаправленный двигательный акт осуществляется посредством функциональной системы как замкнутого циклического образования с наличием обратной информации о результате действия. Информация о результатах действия поступает в ЦНС и сливается с моделью ожидаемого результата. Происходит оценка результата, и определяется целесообразность поведенческого акта.

Таким образом, формирование динамических мозговых систем определяет совокупность психических процессов в ЦНС, разнообразных двигательных актов, работу систем жизнеобеспечения организма.

Обязательной составной частью трудовой деятельности является мышечная, то есть двигательные действия, включающие динамические и статистические усилия. Источником энергии для сокращения мышц является экзотермическая реакция расщепления АТФ (аденозинтрифосфата). В зависимости от интенсивности работы изменяется механизм ресинтеза АТФ, сущность которого заключается в расщеплении сложных углеводородных соединений и окислении продуктов распада. В результате тренировок в мышцах увеличиваются запасы источников энергии. Процессы распада, ресинтеза энергетических веществ, изменения скорости биохимических процессов контролируются ЦНС.

Энергетические затраты человека связаны с терморегуляцией, с увеличением тяжести труда растет потребление кислорода и количество расходуемой энергии (на 95%): при умственном труде 10,5-11,7 МДж, а тяжелой физической 16,3-18 МДж. При очень тяжелой работе непрерывно нарастает потребление кислорода, и может возникнуть кислородная задолженность, когда в организме накапливаются неокисленные продукты обмена. Рост обмена веществ и расхода энергии приводит к повышению теплообразования, температуры тела на 1-1,5°С. Таким образом, энергозатраты являются критерием физической тяжести труда.

Мышечная работа влияет на сердечно-сосудистую систему, увеличивая кровоток с 3-5 л/мин до 20-40 л/мин для обеспечения газообмена. При этом возрастает число сокращений сердца до 140-180 в мин. и кровяное давление до 180-200 мм рт.ст.

Увеличение интенсивности работы сопровождается ростом воздухообмена (с 5-8 л/мин до 100 л/мин) частотой дыхания (с 10-20 до 30-40 в мин) и долей использования кислорода (с 3-4% до 4-8%). Последнее обуславливается усилием диффузии О; в легкие.

Под действием мышечной работы меняется морфологический состав крови, ее физико-химические свойства: растет число эритроцитов, содержание гемоглобина, усиливается процесс регенерации эритроцитов, увеличивается число лейкоцитов. Эти изменения свидетельствуют об усилении функции кроветворных органов. Определенные изменения при физической работе происходят в эндокринных функциях (повышение содержание в крови адреналина и др.), что способствует мобилизации энергетических ресурсов организма.

Мышечная работа включает статистическую и динамическую.

Статистическая работа - это процесс сокращения мышц, необходимый для поддержания тела или его частей в пространстве. Такая работа связана с фиксацией орудий и предметов труда в неподвижном состоянии, а также с приданием человеку рабочей позы. Статистическая работа более утомительна, чем динамическая. Длительное статистическое напряжение вызывает ослабление кровоснабжения и развитие заболеваний мышечной и нервной системы. Динамическая работа - процесс сокращения мышц, приводящий к перемещению груза, а также тела человека. Энергия расходуется на поддержание напряжения в мышцах и механический эффект работы. Суммарная работа по перемещению груза осуществляются зависимостью.

A = ( PH + PH1/2 + PL/9) - K,

где А - работа, Дж;

Р - масса груза, кг;

Н,Н1 - высота поднятия и опускания груза, м;

L - путь, м;

К - коэффициент, равный 6.

Динамическая работа подразделяется:

* общая - выполняется более чем 2/3 массы скелетной мускулатуры,
* региональная - выполняется мускулатурой плечевого пояса или верхних конечностей,
* локальная выполняется при участии менее 1/3 скелетных мышц.

В условиях научно-технического прогресса увеличивается доля умственного компонента в профессиональной деятельности. Формы умственного труда подразделяют: операторский, управленческий, творческий, преподавателей и медработников, учащихся.

Умственная деятельность проявляется в нейродинамических и нейрофизиологических состояниях мозга, в усилении кровоснабжения мозга, повышении энергетического обмена нервных клеток, изменении биоэлектрической активности мозга. При интенсивной умственной работе мозг потребляет до 15-20% энергии, а суточный расход энергии при умственной работе достигает 10,5-12,5 МДж.

Умственная работа связана с нервным напряжением, которое зависит от значимости, опасности и ответственности работы. При нервном напряжении возникает тахикардия, рост кровяного давления, изменение ЭКГ, увеличение потребления кислорода. Для правильной организации умственной деятельности необходимо: постепенно "входить" в работу: соблюдать ритм, систематичность, чередовать работу с отдыхом, деятельность должна быть систематической.

Характеристикой эффективности деятельности человека является работоспособность, т.е. величина функциональных возможностей человека выполнять работу. Она зависит от субъективных и объективных факторов. В изменении работоспособности в течение рабочего дня установлена определенная закономерность: фаза врабатывания (1,5-2,5ч), высокой устойчивой работоспособности (2+2,5ч), фаза снижения работоспособности. После обеденного перерыва фазы изменения работоспособности повторяются. Для оценки физической работоспособности используют показатель способности к внешней механической работе (Р°С), характеризующий частотой сердечных сокращений при разных нагрузках и измеряемый в ваттах.

В процессе работы у человека возникает утомленное состояние, сопровождающееся чувством усталости, снижением работоспособности, ухудшением показателей работы. Механизм утомления объясняет центрально-нервная теория утомления. Она учитывает влияние процессов, происходящих в работающих мышцах и органах на формирование утомления (недостаток кислорода, накопление метаболитов, истощение питательных веществ и др.). За счет обратных связей изменяется состояние ЦНС, формируется корковая защитная реакция, ограничивающая работоспособность. Физиологические картины физического и умственного утомления сходны. Утомление - это целостный процесс, в нем физическое и умственное утомление взаимосвязаны.

Важное место в деятельности человека имеют его психологические и психофизиологические характеристики, от которых зависит его взаимодействие с факторами производственной среды. Обычно выделяют следующие группы характеристик.

1. Характеристики анализаторов, обеспечивающих прием, передачу и первичный анализ информационных сигналов (сенсорное восприятие). Каждый анализатор имеет центральную часть в коре головного мозга и периферическую часть (рецепторы) для восприятия информации. Анализаторы подразделяют на внешние и внутренние. Внешние это зрительный, слуховой, тактильный, болевой, температурный, обонятельный, вкусовой. К внутренним относятся анализатор давления, кинестетический (рецепторы в мышцах, сухожилиях), вестибулярный и специальные во внутренних органах.

Основными параметрами анализаторов являются:

* Абсолютный порог чувствительности, то есть то минимальное значение воздействующего раздражителя, при котором возникает ощущение.
* Предельно допустимая интенсивность сигнала (близкая к болевому порогу).
* Диапазон чувствительности, включающий все переходные значения раздражителя.
* Дифференциальная чувствительность, то есть минимальное изменение сигнала, восприиимаемое анализатором.
* Число различаемых градаций сигнала.
* Минимальная длительность сигнала, необходимая для возникновения ощущения.

В деятельности человека преобладает зрительная информация (до 90% общего объема), на втором месте стоит звуковая и небольшой объем приходится на долю анализаторов.

2. Инженерно-психологические характеристики, описывающие интеллектуальную деятельность человека. Наибольшее значение из этих характеристик имеют память и мышление.

Память - это процесс запоминания, сохранения, узнавания и воспроизведения информации. Характеристиками памяти являются: объем и скорость запоминания информации, длительность сохранения, полнота и точность воспроизведения.

Мышление - это процесс построения последовательности действий с управляемыми объектами, осуществляемый на основе динамического моделирования этих объектов, их свойств и взаимоотношений. Решение практических задач управления на производстве осуществляется в процессе оперативного мышления, которое является психологической основой принятия решения. Содержанием оперативного мышления является построение структуры ситуации и связывание ее элементов. Сложность решения определяется числом логических условий.

3. Инженерно-психологические характеристики управляющих движений и надежности деятельности. Любое управляющее движение складывается из массы элементарных движений, объединяемых механизмом регуляции ЦНС. Параметры управляющих движений включают пространственные, скоростные и силовые. Пространственные параметры - это размах (амплитуда) и траектория движения. Силовые параметры определяются усилием, развиваемым в процессе движения.

Под надежностью человека понимается вероятность безопасной работы. По вине человека происходят от 20 до 95% отказов в системе "человек-машина". Поэтому необходим учет факторов, влияющих на надежность человека: организация рабочего места, освещение, конструкция технологического оборудования и т.п.

Временные характеристики определяют время выполнения человеком отдельных действий. Для определения временных характеристик имеются таблицы, содержащие время выполнения различных действий и движений. При выполнении экстренных действий необходим учет скрытого времени от момента возникновения раздражителя до начала реакции на него. На время решения задач оказывает взаимное влияние выполняемых действий.

4. Антропометрические характеристики определяют размеры тела человека и его отдельных частей. Они необходимы при конструировании промышленных изделий и рабочих мест, организации труда и других работ в области научной организации труда. Антропометрические характеристики подразделяют на динамические, характеризующие движения, зоны досягаемости, и статические, к которым относятся размеры человека в статическом положении.

Для сравнения различных видов труда, проведения оздоровительных мероприятий необходима оценка тяжести труда.

Тяжесть труда - интегральное понятие, выражающее степень функционального напряжения организма при трудовом процессе. Функциональное напряжение может быть энергетическим при физическом труде и эмоциональным при умственном труде. Соответственно нагрузка на организм при мышечных усилиях классифицируется как физическая тяжесть труда, при эмоциональной нагрузке как нервная напряженность.

На практике используется несколько классификаций тяжести и напряженности труда. Каждая классификация имеет свое назначение. Так, в гигиене труда используется подразделение тяжести труда по степени мышечной и нервной нагрузки: 4 категории, определяемые по эргономическим критериям тяжести и напряженности труда (показатель мышечной и нервной нагрузки). Для оценки гигиенической эффективности проводимых оздоровительных мероприятий условия труда подразделяются на 3 класса (оптимальные, предельно допустимые, вредные и опасные).

При определении льгот и компенсаций за неблагоприятные условия труда используется нормирование гигиенических критериев оценки условий труда по показателям вредных и опасных факторов. Условия труда по степени вредности и опасности подразделяют на четыре класса:

I класс. Оптимальные условия для сохранения здоровья и высокой работоспособности.

II класс. Допустимые условия с уровнем действующих факторов, не превышающих нормы.

III класс. Вредные условия, оказывающие негативное воздействие на работающих. Они подразделяются:

* 1 степень вредности (вызывают обратимые изменения в организме);
* 2 степень вредности (вызывают стойкие изменения в организме);
* 3 степень (вызывают профессиональную патологию в легкой форме);
* 4 степень вредности (вызывают выраженную форму профзаболеваний).

IV класс. Опасные (экстремальные) условия, которые создают угрозу жизни в течение рабочей смены.

Из анализа деятельности человека и его физиологических характеристик вытекают основные мероприятия, направленные на уменьшение утомления человека:

1. Рациональная организация рабочего места и мебели, которая заключается в соответствии их антропометрическим данным и психологическим возможностям человека. При этом должна быть принята оптимальная поза, размеры рабочего места должны соответствовать эргономическим рекомендациям.
2. Важным средством предупреждения утомления являются упражнения и тренировка. Они обеспечивают совершенствование умений и навыков, придают законченность и устойчивость всем формам двигательной активности. При этом происходит процесс приспособления функций человеческого организма для наиболее эффективного выполнения конкретной работы.
3. Рациональный режим труда и отдыха обеспечивает высокую производительность труда и работоспособность без признаков чрезмерного утомления. Задача решается за счет оптимального чередования периодов труда и отдыха.
4. Производственная физическая культура, основанная на феномене активного отдыха.
5. Функциональная музыка вызывает положительный эмоциональный настрой, необходимый для любой работы.
6. Комнаты психофизической разгрузки, проводящие сеансы по снятию усталости и нервно-психического напряжения.

# 2. Классификация производственных факторов

## 2.1. Естественные и антропогенные негативные факторы

Человек в процессе жизнедеятельности непрерывно взаимодействует со средой обитания, со всем многообразием факторов, характеризующих среду. Многие факторы среды обитания оказывают негативное воздействие на здоровье и жизнь человека. Степень негативного воздействия определяется уровнем их энергии, под которой понимается количественная мера различных форм движения материи. В настоящее время перечень известных форм энергии существенно расширился: электрическая, потенциальная, кинетическая, внутренняя, покоя, деформированного тела, газовой смеси, ядерной реакции, электромагнитного поля и т.д.

Всем формам энергии свойственна закономерность превращения их в другие формы. Все явления связаны законом сохранения энергии и тенденцией к снижению уровня энергии за счет перехода в другие формы. Снижение уровня энергии связано с выходом (утечкой) энергии. Неконтролируемый выход энергии порождает негативные факторы в окружающей среде. Источники энергии подразделяются на природные и антропогенные. К природным источникам относятся молнии, извержения, землетрясения, атмосферные явления (ураганы, смерчи и т.п.) и другие. Антропогенные источники создаются человеком. В ходе научно-технической революции появились источники, обеспечивающие очень высокие уровни энергии, существенно расширился перечень известных форм энергии и их характеристика.

Бурный рост энерговооруженности труда повлек расцвет энергетики и разработки энергетических ресурсов. В обществе появились колоссальные энергосистемы, представляющие совокупность источников энергии и устройств для ее передачи и распределения. Концентрация в современном производстве источников энергии, высокие уровни энергии, использование ранее неизвестных форм энергии определяют растущую актуальность и важность проблемы безопасности в современном производстве. Высокие уровни используемой энергии, многообразие форм энергии существенно увеличили вероятность неконтролируемого выхода энергии, опасность воздействия негативных факторов на человека. Эту тенденцию можно характеризовать энтропией источника энергии, понимая под энтропией вероятность пребывания системы в данном состоянии: чем выше уровень энергии объекта, тем меньше его энтропия. При отсутствии энергетического источника энтропия объекта приобретает максимальное значение, и обеспечивается наибольшая вероятность пребывания объекта в этом состоянии.

Разнообразие форм энергии порождает многообразие факторов среды обитания человека, воздействующих на его здоровье. Все многообразие производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 подразделяют на несколько групп: физические, химические, биологические и психофизиологические. К **физическим опасным и вредным факторам** относятся: движущиеся машины и механизмы, повышенная запыленность и загазованность, повышенная или пониженная температура, повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука, повышенное или пониженное барометрическое давление, повышенная или пониженная влажность, подвижность воздуха, повышенный уровень ионизирующих или электромагнитных излучений и т.д. **Химические опасные и вредные факторы** подразделяются на токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные. **Биологические факторы** включают: бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы и простейшие, а также растения и животных. Психофизиологические факторы подразделяют на физические и нервно-психические перегрузки. Один и тот же опасный и вредный фактор может по своему действию относиться к различным группам.

## 2.2. Производственная среда и ее характеристики

На производстве ежегодно погибает около 15 тыс. чел. и травмируется примерно 670 тыс. чел. По данным зам. председателя СМ СССР Догуджиева В.Х. в 1988 г. в стране произошло 790 крупных аварий и 1 млн. случаев группового травматизма. Этим определяется важность безопасности деятельности человека, которая отличает его от всего живого-Человечество на всех этапах своего развития серьезное внимание обращало на условия деятельности. В трудах Аристотеля, Гиппократа (III-V) век до н.э.) рассматриваются условия труда. В эпоху возрождения медик Парацельс изучал опасности горного дела, итальянский врач Рамаццини (XVII век) заложил основы профессиональной гигиены. И интерес общества к этим проблемам растет, так как за термином "безопасность деятельности" стоит человек, а "человек есть мера всех вещей" (философ Протагор, V век до н.э.).

**Деятельность -** это процесс взаимодействия человека с природой и антропогенной средой. Совокупность факторов, влияющих на человека в процессе деятельности (труда) в производстве и в быту, составляют условия деятельности (труда). Причем действие факторов условий может быть благоприятным и неблагоприятным для человека. Воздействие фактора, могущее составить угрозу жизни или ущерб здоровью человека, называется опасностью. Практика свидетельствует, что любая деятельность потенциально опасна. Это аксиома о потенциальной опасности деятельности.

Каждое производство характеризуется своим комплексом опасных и вредных факторов, источниками которых являются оборудование и технологические процессы. Современное машиностроительное предприятие, **как** правило, включает литейные и кузнечно-прессовые, термические, сварочные и гальванические, а также сборочные и окрасочные цеха.

Основными производственными факторами в **литейных цехах** являются: пыль, выделяющиеся пары и газы, избыточная теплота, повышенный шум и вибрация, электромагнитные излучения, повышенное напряжение в электрических цепях, движущиеся машины и механизмы. Пыль литейных цехов в основном мелкая (до 62-87%) с размером пылинок до 2 мкм. Большая часть пыли составляет диоксид кремния, входящий в формовочные и стержневые смеси. К газам и парам, загрязняющим воздух литейных цехов, относят: акролеин, ацетон, ацетилен, бензол, оксид азота и углерода, выделяющийся при плавке. Значительная избыточная теплота выделяется технологическим оборудованием, примерно 14-62% общего расхода теплоты на расплавление металла. Интенсивность теплового потока на ряде рабочих мест достигает 0,5-11 кВт/м2. Значительная часть оборудования литейных цехов является источником высокой звуковой мощности.

**В кузнечно-прессовых цехах** в воздухе имеют место масляные аэрозоли, продукты сгорания смазки, сернистый газ, оксид углерода, сероводород и др. Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны достигает 3,9-138 мг/м3 около прессов и молотов. В цех попадает до 10% количества вредных веществ от сгорания топлива. Интенсивность теплового потока у нагревательных печей, прессов и молотов составляет 1,4-2,1 кВт/м2. Амплитуда вибрации фундамента молота составляет 0,56-1,2 мм. Опасность поражения током возникает у нагревательных печей, потребляющих мощности 15-330 кВт при напряжении 50-80 В. У печей индукционного нагрева напряженность магнитного поля (8-10 А/м) превышает допустимые величины. Большое количество движущихся механизмов, перемещаемых материалов создают опасность травмирования работающих.

Характеристики опасных и вредных факторов при **термической обработке** определяются используемым оборудованием, видом термической обработки, применяемыми рабочими средами. Токсичными газами в термических цехах являются оксид углерода, аммиак, диоксид серы, сероводород, бензол, цианид. На ряде рабочих мест интенсивность теплового потока составляет 1,11-3,13 кВт/м2. В электротермическом оборудовании используется повышенное значение напряжения. На высокочастотных установках имеет место повышенная напряженность электрического и магнитного полей. Толкательные печи, дробеструйные установки, газовые горелки создают высокий уровень шума. Использование в термических цехах контролируемых атмосфер, печей-ванн, масел для нагрева и охлаждения сопряжено со взрыво-пожароопасностью.

**В гальванических цехах** источниками опасности являются технологические процессы подготовки поверхности, приготовления растворов и электролитов, нанесение покрытий. Методы очистки поверхностей характеризуются повышенной запыленностью, шумом и вибрацией. Используемые для приготовления растворов щелочи, кислоты, соли при воздействии на организм могут вызвать отравление или профзаболевание. Использование ручного виброинструмента для шлифования поверхностей может быть причиной виброболезни. Работа на ультразвуковых ваннах очистки сопряжена с воздействием на работающего звуковых и ультразвуковых колебаний.

**Сварочное оборудование** является источником повышенной запыленности и загазованности, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, электромагнитных полей, ионизирующих излучений, шума и ультразвука. Сварочные аэрозоли содержат окислы различных металлов, а также токсичные газы (оксиды углерода, озон, фтористый водород, оксиды азота и др.). Сварочная дуга является источником инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Высокочастотная сварка сопровождается образованием электромагнитных полей, а при работе электронно-лучевых установок возникают ионизирующие излучения. К опасным факторам сварочных процессов следует отнести электрический ток, искры и брызги расплавленного металла, возможность взрыва баллонов.

Основными производственными опасностями при **механообработке** являются: движущиеся части оборудования, перемещающиеся изделия, стружка, повышенное напряжение электричества, а также запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. При обработке хрупких материалов стружка разлетается на расстояние 3-5 м. Обработка сплавов, содержащих свинец, сопровождается образованием токсичной пыли. Нагревание полимерных материалов при обработке вызывает образование вредных углеводородов. Аэрозоли СОЖ вызывают раздражение верхних дыхательных путей.

Источниками производственных опасностей в **сборочных цехах** являются: пневмоэлектрический инструмент, перемещающиеся изделия, движущиеся части конвейера. Они являются причиной травматизма, высокого уровня шума. Органические растворители, используемые для очистки сборочных единиц, создают опасность отравления и возникновения пожара.

Многообразны производственные опасности при **окрасочных** работах; токсичные лакокрасочные материалы, образование в рабочей зоне лакокрасочных аэрозолей, выделение паров растворителей (ароматические и хлорированные углеводороды). Особую опасность представляют собой пигменты, содержащие свинец и его соединения. Ряд производственных опасностей обусловлены эксплуатацией окрасочного оборудования: движущиеся механизмы, передвигающиеся окрашиваемые изделия, шум, вибрация**,** ультразвук при подготовке поверхностей изделий, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение при работе сушильного оборудования, статическое электричество при окрашивании в электростатическом поле, взрыво-пожароопасность ряда процессов подготовки и окраски поверхностей.

Рост промышленного производства сопровождается непрерывным ростом воздействия производственной среды на биосферу. Считается, что каждые 10-12 лет объем производства удваивается, соответственно также возрастает объем выбросов в окружающую среду: газообразных, твердых и жидких, а также энергетически. При этом имеет место загрязнение атмосферы, водного бассейна и почвы.

Анализ состава загрязнений, выбрасываемых в атмосферу машиностроительным предприятием, показывает, что, кроме основных загрязнений (СО, SO2, NОn, СnНm, пыль), в выбросах содержатся токсичные соединения, оказывающие значительное отрицательное воздействие на окружающую среду. Концентрация вредных веществ в вентиляционных выбросах невелика, но общее количество вредных веществ значительно. Выбросы производятся с переменной периодичностью и интенсивностью, но ввиду небольшой высоты выброса, рассредоточенности и плохой очистки они сильно загрязняют воздух на территории предприятий. При малой ширине санитарно-защитной зоны возникают трудности в обеспечении чистоты воздуха в жилых зонах.

Существенный вклад в загрязнение атмосферы вносят энергетические установки предприятия. Они выбрасывают в атмосферу СО2, СО, сажу, углеводороды, SO2, SO3, PbO, золу и частицы несгоревшего твердого топлива.

На долю машиностроительных предприятий приходится около 10% общего промышленного водопотребления. Машиностроительное предприятие сбрасывает три вида сточных вод: производственные, бытовые и атмосферные. В производственных сточных водах содержатся механические примеси органического и минерального происхождения, в том числе гидроксиды металлов, стойкие и Летучие нефтепродукты, эмульсии, токсичные соединения органического и неорганического происхождения (ионы металлов, фенолы, цианиды, сульфаты, сульфиды и др.). Бытовые сточные воды по составу и концентрации загрязняющих веществ подобны городским сточным водам. Атмосферные сточные воды образуются в результате смывания атмосферными осадками загрязнений, имеющихся на территории предприятия (металлическая стружка, пыль, сажа, нефтепродукты).

Твердые отходы в машиностроении образуются в процессе производства в виде амортизационного лома, стружки и опилок, шлаков и золы, шламов, осадков и пыли. На предприятиях машиностроения отходы составляют порядка 260 кг на тонну металла. Это отходы литейного производства, механической обработки. Концентрация твердых частиц в шламах отстойников очистных сооружений от 20 до 300 г/л. Шламы термических, литейных цехов содержат токсичные соединения (свинец, хром, цианиды и т.п.).

Важной составной частью воздействия машиностроительного предприятия на атмосферу являются энергетические излучения. К ним относится шум, создаваемый технологическим оборудованием (испытательные станции, вентиляционные и др. установки).

Шум, создаваемый промышленным предприятием, не должен превышать предельно допустимых спектров. На предприятиях могут работать механизмы, являющиеся источником инфразвука (двигатели внутреннего сгорания, вентиляторы, компрессоры и т.п.). Допустимые уровни звукового давления инфразвука установлены санитарными нормами. Технологическое оборудование ударного действия (молоты, прессы), мощные насосы и компрессоры, двигатели являются источниками вибраций в окружающей среде. Вибрации распространяются по грунту и могут достигать фундаментов общественных и жилых зданий.

## 2.3. Окружающая и бытовая среда

Бурное развитие производственных сил, вызванное НТР, сопровождается стремительным ростом отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду, "биосферу", что приводит к деградации биосферы.

Элементы окружающей среды, оказывающие существенное влияние на живой организм, называются **экологическими факторами.** Их подразделяют на две группы: **абиотические** (факторы неживой среды) и **биотические** (связанные с влиянием живых существ). К абиотическим факторам относятся климатические, топографические, гидрофизические, гидрохимические, эдафизические (совокупность свойств почвы).

Возникновение и развитие опасных и вредных факторов в среде обитания связано с процессами, идущими в обществе. К числу основных процессов, определяющих формирование опасных и вредных факторов следует отнести: демографический взрыв, урбанизацию, научно-технический прогресс, развитие энергосистем и промышленного производства и др.

Проблема отношения человека и окружающей среды - это одна из наиболее сложных проблем общества: человек - биосоциальное существо. Его взаимодействие с природой необходимо рассматривать через систему общественных отношений. Благодаря НТР человечество вовлекает в производство природные ресурсы во всевозрастающем масштабе. Этому способствует стремительный **рост численности** населения; в 1650 г. население Земли составляло порядка 500 млн. человек, а сейчас свыше 4 млрд.

Воздействие 4 млрд. человек сегодня по своим масштабам равно воздействию 30-40 млрд. людей каменного века. В процессе производственной деятельности человек освоил 55% территории суши, а на 1/5 части суши изменил ландшафт. Во многих странах использование водных ресурсов достигло 50-65%.

Промышленная революция ускорила процесс **урбанизации -** сосредоточение промышленности и населения в крупных городах. Так, с 1920 г. по 1960 г. городское население мира увеличилось втрое и к 2000 г. предположительно составит 3 млрд. человек. Следствием урбанизации явилось возникновение гигантских жилых и промышленных районов с населением в десятки миллионов человек (Рур, Токио, Донбасс и др.). В больших городах на 15% меньше солнечной радиации, на 10% больше дождя и снега, на 10% больше облачных дней, на 30-100% больше тумана. В городах изменяются все компоненты природной среды, в том числе гравитационного, электромагнитного и термического полей Земли.

Быстро растет **потребление энергии.** Через каждые 10 лет ее выработка удваивается, а это влечет истощение запасов топлива. Развитие гидроэнергетики повлекло затопление большого количества сельскохозяйственных площадей, образование больших мелководных зон. Использование АЭС создало проблему получения ядерного топлива, удаления отходов, а также опасность аварий. Помимо этого, АЭС являются источниками теплового загрязнения водоемов, что ухудшает санитарное состояние рек. Использование геотермальной воды создает некоторые факторы, отрицательно действующие на окружающую среду: выделение сероводорода, содержащегося в паре, а также отработанные высокоминалиэированные воды.

Основными источниками опасных и вредных факторов окружающей среды являются технологическое оборудование и технологические процессы промышленных предприятий. Промышленные загрязнения составляют группу биотических факторов, которая включает физические, химические, биологические и психофизиологические факторы. Эти факторы влияют на все элементы биосферы.

О катастрофическом масштабе промышленных загрязнений свидетельствует практика. Так, от сжигания различных видов топлива в атмосферу ежегодно поступает до 150 млн.т SO. Растущее содержание в атмосфере углекислого газа создает "парниковый эффект" и нежелательные климатические изменения. Возрастающее использование промышленностью пресной воды с последующим сбросом в виде сточных вод ведет к быстрому загрязнению гидросферы. На долю машиностроения приходится порядка 13% общего сброса сточных вод, причем известно, что на долю пресной приходится всего 2% от общих запасов воды. На больших территориях РФ уже теперь ощущается острый дефицит пресной воды.

Литосфера загрязняется неутилизированными твердыми отходами (шлаки, зола, шламы, промышленный и строительный мусор и т.п.). Почва земель, используемых для устройства свалок, безвозвратно погибает. Площади почв, уничтоженных таким образом, достигают громадных величин. А технология очистки загрязненной почвы сегодня отсутствует. Но известно, что суша занимает 29% поверхности Земли, и только 12% суши занято сельско-хозяйственными угодьями. Сегодня обществу неизвестны уровни естественной концентрации органических и неорганических веществ в природе. А количество, например, синтетических органических веществ, произведенных в 1983 г., составило 250 млн.т. Причем состав их изучен недостаточно. В состав пластических масс входят различные добавки (400 тыс.т), о влиянии которых на природу ничего неизвестно. Производство хлорозамещенных углеводородов составляет 270 тыс.т в год.

Все эти загрязнения оказывают ощутимое воздействие как на биотические, так и на абиотические системы.

Загрязнения окружающей среды машиностроительными предприятиями имеют определенную специфику. **Основными источниками загрязнения** атмосферы на машиностроительном предприятии являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты литейных цехов, печи и котельные. В воздушный бассейн выбрасываются разнообразные загрязнения: пыль различного химического и гранулометрического состава, дым, газы, сернистый ангидрид от сгорания топлива, окись углерода, окислы азота, сероводород, соединения фтора и др. Воздушная среда загрязняется масляным и сварочным аэрозолями, растворителями ароматического ряда (бензолом, толуолом, ксилолом, ацетоном), испарениями гальванических ванн, углеводородами жирного ряда (бензином, уайт-спиритом) и т.п.

Основными видами **загрязнений сточных вод** на машиностроительных предприятиях являются механические взвеси (песок, окалина, металлические стружка, пыль, флюсы и т.п. и минеральные масла). Концентрация взвесей может достигать 3000 мг/л, а содержание нефтепродуктов до 1200 мг/л. Эмульсированное масло в воде отличается высокой устойчивостью. В общем стоке машиностроительного завода возможно присутствие многих тяжелых металлов. Опасность для водоемов представляют отработанные моющие растворы и эмульсии, приготовленные на основе эмульгаторов, которые затрудняют очистку от нефтепродуктов.

**Твердые** отходы машиностроительных предприятий имеют ограниченную номенклатуру и довольно постоянны по составу. Основную массу твердых составляют шлак, окалина, зола, горелая формовочная смесь, далее идут шламы, флюсы, древесина (опилки, обрезки, стружка), пластмассы. К твердым отходам относятся значительные количества разнообразной пыли (металлической, формовочной, абразивной и др.). Из твердых отходов утилизируются металлы, окалина. Большая часть отходов вывозится я; **на** свалку либо сжигается.

Помимо перечисленных загрязнений, в окружающую среду поступают энергетические загрязнения в виде шума, вибрации, электромагнитных долей, радиоактивных излучений.

Машиностроительные предприятия являются источником значительного **шума в жилых кварталах городов.** Нарушение акустического режима отмечается в случаях, когда территория завода непосредственно примыкает к жилым массивам. Обычно шум машиностроительного предприятия по характеру звучания постоянный и широкополосный. Наиболее значительные уровни наблюдаются на частотах 500-1000 Гц, то есть в зоне наибольшей чувствительности органа слуха. Для характеристики распространения шума на территории составляются шумовые карты, на которые наносят существующие источники шума. Карта позволяет выявить наиболее опасные в акустическом отношении участки, судить об эффективности мероприятий снижения шума (шумопоглощающих полос, рациональной застройки).

В природе действует естественное **электромагнитное поле** (ЭМП) Земли, которое находится в непрерывном изменении. Быстрые изменения ЭМП получили название магнитных бурь. В ходе научно-технического прогресса уровни ЭМП, созданные человеком, в сотни раз превышают уровень естественного ЭМП. Сильными источниками ЭМП являются токи промышленной частоты (50 Гц). В районе прохождения высоковольтной линии электропередач к машиностроительному предприятию напряженность поля может достигать несколько тысяч вольт на метр. Часто высоковольтные линии проходят рядом с жилыми застройками. Наибольшая напряженность поля наблюдается в местах максимального провисания проводов.

Другим источником электромагнитных излучений в окружающей среде являются радио- и телепередающие центры, радиолокаторы. Разме­ры опасных зон зависят от мощности и количества передатчиков, типа и диаграммы направленности антенн, коэффициента усиления антенн, рельефа местности.

При совместном воздействии промышленных загрязнений на окружающую среду имеет место явление **синергизма,** которое заключается в том, что совместное воздействие различных загрязнений оказывается гораздо более вредным, чем если бы они действовали независимо друг от друга. Например, при увеличении концентрации сернистого ангидрида и канцерогенного вещества в атмосфере в 2 раза опасность, которую они представляют, возрастает более чем в 2 раза. Диоксиды серы ослабляют защитный механизм легких и делает их более восприимчивыми к канцерогенам. Никель относительно нетоксичен, но если он попадает в воду "с медистым стоком", то его токсичность возрастает в 10 раз. Возможен и обратный эффект, когда совокупное воздействие на биосферу нескольких загрязнений оказывается менее вредным, чем если бы они действовали порознь. Это явление называется антагонизм.

Важной особенностью некоторых живых организмов является способность к **аккумуляции** определенных химических (например, ДДТ) и радиоактивных веществ, то есть к накоплению их в своих телах. Многие водоросли способны повышать концентрацию радиоактивных веществ в своем теле по сравнению со средой в сотни и тысячи раз. Аккумулируют вредные вещества многие рыбы и птицы.

Концентрация вредных веществ в окружающей среде постоянно изменяется во времени, следствием этого является ослабление или усиление их вредного воздействия. Указанное явление получило название интермиттирующего действия.

Все опасные для здоровья человека промышленные загрязнения в окружающей среде нормируются. Так, основным параметром ограничения загрязнения атмосферного воздуха и воды в водоемах является ПДК **- предельно допустимая концентрация** вредных веществ в атмосферном воздухе или воде водоема. ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе регламентированы санитарными нормами [СН 245-71], они значительно ниже ПДК в рабочей зоне производственных помещений. Для загрязнения атмо­сферного воздуха устанавливается среднесуточные предельно допустимые концентрации и максимальные разовые концентрации. **Разовые концентрации** устанавливаются с целью предупреждения загрязнения атмосферы, могущего вызвать рефлекторную реакцию органов дыхания. Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами (4630-88) регламентируются показатели свойств и состава воды для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения, а также для вод, используемых в рыбохозяйственных целях. Особо высокие требования предъявляются к воде, предназначенной для питья. Она должна быть бесцветной, свободной от различных веществ, запахов и привкусов, а главное - от болезнетворных микробов и вредных примесей, на которые установлены ПДК.

**Допустимый уровень шума** на территории жилой застройки, в жилых помещениях и общественных зданиях регламентируется ГОСТ 12.1.003-83 и санитарными нормами "Санитарные нормы допустимого шума в жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки". Нормируемыми параметрами шума являются уровни звуковых давлений в активных полосах частот. В зависимости от характера шума, места расположения объекта и времени суток нормативные значения уровней звукового давления корректируются.

**Нормирование ЭМП** определяется ГОСТ 12.1.006-84. Гигиенические рекомендации базируются на предельно допустимом уровне напряженности ЭМП. Нормами определяются размеры санитарно-защитных зон, которые обеспечивают предельно допустимые уровни напряженности ЭМП в населенных пунктах. Защитная зона делится на зону строгого режима, на внешней границе которой напряженность не должна превышать 20 В/м, и **зону** ограниченного пользования с напряженностью ниже 20 В/м.

**Принципы нормирования вредных веществ** в почве отличаются от принципов нормирования загрязнений атмосферы и водоемов, так как поступление вредных веществ через почву в организм человека имеет более сложный механизм. Загрязнения из почвы в организм поступают через воздух, воду, растения, по биологическим цепям и т.д. Поэтому при нормировании учитывается опасность как непосредственного контакта с почвой, так и вторичные загрязнения контактирующих с почвой объектов.

Нормативами установлены ПДК загрязнения почвы некоторыми веществами (ДДТ, хлорофос, карбофос и др.). Помимо этого, регламентируются показатели санитарного состояния почвы (бактериальные загрязнения, содержание почвенного белка и др.).

Под влиянием деятельности человека начали изменятся химическое и физическое состояние атмосферы и океана, что влечет изменения во всех компонентах биосферы. Нерегулируемое воздействие человека на крупномасштабные процессы в атмосфере и океане могут привести к глобальному экологическому кризису.

Исследования показывают, что для человека существует **максимально допустимая нагрузка** (МДН) воздействия факторов окружающей среды, которая не оказывает вредного воздействия на организм. Точно так же и для окружающей природной среды установлена **предельно допустимая экологическая нагрузка** (ПДЭН), которая не меняет качества окружающей среды, не нарушает экологическую систему. Однако в настоящее время известны случаи нарушения допустимого антропогенного воздействия в отдельных регионах, причиняющие ущерб популяции, экосистеме и даже биосфере в целом (регион Арала, Чернобыль). Для предотвращения нежелательных последствий в биосфере необходима служба наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды (мониторинг). Она должна охватывать человека, геосистемы и биосферу.

В бытовой среде получили широкое применение разнообразная бытовая техника, продукты бытовой химии. Бытовая сфера непрерывно взаимодействует с окружающей средой. В силу указанных обстоятельств в ней действуют те же опасные и вредные факторы, что и в производственной среде.

Известно, что если на производстве ежегодно погибает 15 тыс. человек, то в целом по стране погибает около 500 тыс. человек. Отсюда следует, что если риск гибели человека на производстве 10-4, то риск гибели жителя страны 10-3. То есть риск гибели человека вне производства на порядок выше, чем на производстве. Причиной является несовершенство защиты человека в быту, его неосведомленность в вопросах безопасности.

Приведенное положение подтверждается зарубежной статистикой. В Англии коэффициент смертельного травматизма в быту почти в 4 раза превышает этот коэффициент на производстве. Причем на юношей в возрасте 15-24 лет приходится 1/3 смертельных исходов в ДТП, в то время как 80% несчастных случаев со смертельным исходом в быту приходится на людей старше 65 лет. При этом соотношение женщин и мужчин составляет 2:1.

Особенностью бытовой среды является ее химическая загрязненность. По данным института Склифосовского ежегодно от химических отравлений погибает 50 тыс. человек. Причем только два человека из ста травятся на производстве. С отравлениями в больницу ежегодно попадают свыше 1 млн. человек, каждый десятый ребенок. У нас в стране отсутствует мониторинг химического здоровья людей. Плохо организовано санитарное просвещение, изготовители химической продукции не сообщают токсических свойств продуктов, признаков отравления. А в бытовой химии имеет место изобилие ядохимикатов, которые относятся к той же группе химических соединений, что и химическое оружие. Ряд ядов выпускается на спиртовой основе. Многие синтетические химические вещества чужеродны природе человека, против которых организм беззащитен. Нам известны ПДК химических веществ, но неизвестно их действие за пределами ПДК. У нас не установлена юридически ответственность государства и производителей за опасность химической продукции.

# 3. Электромагнитное поле.

Естественным электромагнитным полем является магнитное поле Земли. Современные данные об изменениях геомагнитного поля удовлетворительно объясняются гипотезой о гидромагнитном динамо: в жидком ядре Земли происходят интенсивные движения, приводящие к самовозбуждению магнитного поля. Магнитное поле Земли имеет напряженность около 24-40 А/м. Оно удерживает электроны и протоны, которые образуют вокруг Земли радиационный пояс. Изменения в геомагнитном поле связаны в основном с солнечной активностью. Быстрые изменения магнитного поля получили название магнитной бури. Во время магнитных бурь напряженность магнитного поля может возрастать в тысячи раз. Электромагнитное поле Земли - всеохватывающий физический фактор, оказывающий влияние на процессы, происходящие на Земле, в том числе и на все живое. В период магнитных бурь увеличивается количество сердечно-сосудистых заболеваний, ухудшается состояние больных.

Научно-технический прогресс сопровождается резким увеличением электромагнитных полей (ЭМП), созданных человеком, которые в отдельных случаях в сотни раз выше уровня естественных полей.

Спектр электромагнитных колебаний включает волны длиной (λ) от 1000 км до 0,001 мкм и по частоте (f) от 3-102 до 3-1020 Гц. Электромагнитное поле характеризуется совокупностью электрических и магнитных составляющих. Разные диапазоны электромагнитных волн имеют общую физическую природу, но различаются энергией, характером распространения, поглощения, отражения и действием на среду, человека. Чем короче длина волны, тем больше энергии несет в себе квант.

**Основными характеристиками ЭМП являются:**

* Напряженность электрического поля Е, В/М.
* Напряженность магнитного поля Н, А/м.
* Плотность потока энергии, переносимый электромагнитными волнами 1, Вт/кв.м.

Связь между ними определяется зависимостью

I = E + H

Связь энергии (I) и частоты (f) колебаний определяется как



где f = С/λ, а С = 3∙108 м/с (скорость распространения электромагнитных волн), h = 6,6 - 10-34 Вт/см2 (постоянная Планка). Около источника излучения выделяют 3 зоны:

1. **Ближайшая зона** (индукции), где электрическая и магнитная составляющая рассматриваются независимо. Граница зоны R < λ/2π.
2. **Промежуточная зона** (дифракции), где волны накладываются друг на друга, образуя максимумы и стоячие волны. Границы зоны λ/2π < R < 2πλ. Основная характеристика зоны суммарная плотность потоков энергии волн.
3. **Зона излучения** (волновая) с границей R > 2πλ.

Характеристикой зоны является плотность потока энергии, т.е. количество энергии, падающей на единицу поверхности (Вт/кв.см).

Электромагнитное поле по мере удаления от источников излучения быстро затухает. В зоне индукции напряженность электрического поля убывает обратно пропорционально расстоянию в третьей степени, а магнитного поля обратно пропорционально квадрату расстояния.

Для измерения напряженности ЭМП используют измеритель напряженности ближнего поля типа (NEM-1), а для измерения плотности потока прибор типа ПЗ-9.

ЭМП при действии на организм вызывает поляризацию атомов и молекул тканей, ориентацию полярных молекул, появление в тканях ионных токов, нагрев тканей за счет поглощения энергии ЭМП. Это нарушает структуру электрических потенциалов, циркуляцию жидкости в клетках организма, биохимическую активность молекул, состав крови.

В машиностроении широко используется магнитно-импульсная и электрогидравлическая обработка металлов низкочастотным импульсным током 5-10 кГц (резка и обжатие трубчатых заготовок, штамповка, вырубка отверстий, очистка отливок). **Источниками** импульсного **магнитного** роля на рабочих местах являются открытые рабочие индукторы, электроде; тоководящие шины.

Импульсное магнитное поле оказывает влияние на обмен веществ в **тканях** головного мозга, на эндокринные системы регуляции.

**Источниками электрических полей** (ЭП) промышленной частоты являются линии электропередач высокого напряжения, открытые распределительные устройства. Опасность воздействия линии растет с увеличением напряжения вследствие возрастания заряда сосредоточенного на фазе. Напряженность электрического поля в районах прохождения высоковольтных линий электропередач может достигать нескольких тысяч вольт на метр. Волны этого диапазона сильно поглощаются почвой и на удалении 50-100 м от линии напряженность падает до нескольких десятков вольт на метр. При систематическом воздействии ЭП наблюдаются функциональные нарушения в деятельности нервной и сердечно-сосудистой системы. С возрастанием напряженности поля в организме наступают стойкие функциональные изменения в ЦНС. Наряду с биологическим действием электрического поля между человеком и металлическим предметом могут возникнуть разряды, обусловленные потенциалом тела, который достигает нескольких киловольт, если человек изолирован от Земли. **Допустимые уровни напряженности электрических полей** устанавливаются ГОСТом 12.1.002-84 "Электрические поля промышленной частоты". Предельно допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается 25 кВ/м. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без средств защиты не допускается, а в ЭП напряженностью до 5 кВ/м пребывание допускается в течение дня. Для расчета допустимого времени пребывания в ЭП при напряженности 5-20 кВ/м используется формула:

Т = 50 / Е 2,

где Т - допустимое время в часах, Е - напряженность ЭП в кВ/м. Измерения напряженности электрического поля осуществляются прибором NEM-1 (ФРГ).

**Электромагнитные поля (ЭМП)** радиочастотной части спектра подразделяются по длине волн на диапазоны: длинные (10-1 км), средние (1 км-100 м), короткие (100-10 м), ультракороткие (10-1 м), сверхвысокие (СВЧ от 1 м до 1 мм). Работающие с источниками КВЧ и СВЧ находятся в волновой зоне.

ЭМП используются для термообработки, плавки металлов, в радиосвязи, медицине. Источниками ЭМП в производственных помещениях являются ламповые генераторы, в радиотехнических установках – антенные системы, в СВЧ-печах - утечки энергии при нарушении экрана рабочей камеры.

**Биологический эффект ЭМП** зависит от его параметров: длины волны, интенсивности и режима излучения (импульсный, непрерывный, прерывистый), от площади облучаемой поверхности, продолжительности облучения. Электромагнитная энергия частично поглощается тканями и превращается в тепловую, происходит локальный нагрев тканей, клеток. Порог интенсивности теплового воздействия тем меньше, чем выше частота. Так, для волн СЧ порог 8000 В/м, для СВЧ 150 В/м. ЭМП радиочастот оказывает неблагоприятное действие на ЦНС, вызывает нарушения в нервно-эндокринной регуляции, изменения в крови, помутнение хрусталика глаз, нарушения обменных процессов.

**Гигиеническое нормирование ЭМП** радиочастот осуществляется согласно ГОСТ 12.1.006-84 "Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля". Для ЭМП радиочастот от 60 кГц до 300 МГц регламентируется напряженность электрической и магнитной составляющей поля в зависимости от диапазона частот: чем выше частоты, тем меньше допускаемая величина напряженности. Например, электрическая составляющая ЭМП для частот 60 Кгц - 3МГц составляет 50 В/м, а для частот 50 МГц + 300 МГц только 5 В/м. В диапазоне частоты 300 МГц + 300 ГГц регламентируется плотность потока энергии излучения и создаваемая им энергетическая нагрузка, т.е. поток энергии, проходящий через единицу облучаемой поверхности за время действия. Максимальное значение плотности потока энергии не должно превышать 10 Вт/кв.м.

Уровни ЭМП на рабочих местах контролируются измерением в диапазоне частот 60 кГц-300 МГц напряженности электрической и магнитных составляющих, а в диапазоне частот 300 МГц-300 ГТц плотности потока энергии ЭМП с учетом времени пребывания в зоне облучения.

**Электростатическое поле** (ЭСП) - это поле неподвижных электрических зарядов, взаимодействующих между собой. ЭСП характеризуется напряженностью (Е), то есть отношением силы, действующей в поле на точечный заряд, к величине этого заряда. Напряженность ЭСП измеряется в В/м. ЭСП возникают в энергетических установках, в электротехнологических процессах. ЭСП используется в электрогазоочистке, при нанесении лакокрасочных покрытий. ЭСП оказывает негативное влияние на ЦНС; у работающих в зоне ЭСП возникает головная боль, нарушение сна и др. В источниках ЭСП, помимо биологического воздействия, определенную опасность представляет аэроионы. Источником аэроионов является корона, возникающая на проводах при напряженности Е >50 кВ/м. Концентрация аэроионов, превышающая 10 см, оказывает негативное влияние на человека. **Допустимые уровни напряженности** ЭСП установлены ГОСТ 12.1.045-84 "Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля". Допустимый уровень напряженности ЭСП устанавливается в зависимости от времени пребывания на рабочих местах. ПДУ напряженности ЭСП устанавливается равный 60 кВ/м в течение 1 часа. При напряженности ЭСП менее 20 кВ/м время пребывания в ЭСП не регламентируется. Допустимое время пребывания в ЭСП без средств защиты (tдоп) в часах определяется по формуле:

tдоп = Епр/Ефак

где Ефак - фактическое значение напряженности электрического поля, кВ/м.

Для измерения напряженности ЭСП используются измеритель напряженности ЭСП ИНЭП-20Д и измеритель ИЭ-П.

# 

# 4. Защитное заземление, зануление, отключение

## 4.1. Общие сведения

Существуют следующие способы защиты, применяемые отдельно или в сочетании друг с другом: защитное заземление, зануление, защитное отключение, электрическое разделение сетей разного напряжения, применение малого напряжения, изоляция токоведущих частей, выравнивание потенциалов.

В электроустановках (ЭУ) напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и в ЭУ постоянного тока с изолированной средней точкой применяют защитное заземление в сочетании с контролем изоляции или защитное отключение.

В этих электроустановках сеть напряжением до 1000 В, связанную с сетью напряжением выше 1000 В через трансформатор, защищают от появления в этой сети высокого напряжения при повреждении изоляции между обмотками низшего и высшего напряжения пробивным предохранителем, который может быть установлен в каждой фазе на стороне низшего напряжения трансформатора.

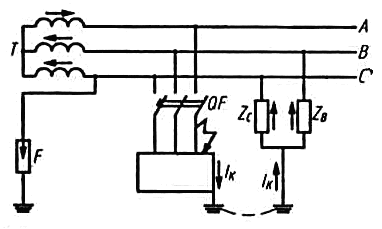
В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью или заземленной средней точкой в ЭУ постоянного тока применяется зануление или защитное отключение. В этих ЭУ заземление корпусов электроприемников без их заземления запрещается.

Защитное отключение применяется в качестве основного или дополнительного способа защиты в случае, если не может быть обеспечена безопасность применением защитного заземления или зануления или их применение вызывает трудности.

При невозможности применения защитного заземления, зануления или защитного отключения допускается обслуживание ЭУ с изолирующих площадок.

## 4.2. Защитное заземление

Заземлением (рис. 1) называется соединение с землей нетоковедущих металлических частей электрооборудования через металлические детали, закладываемые в землю и называемые заземлителями, и детали, прокладываемые между заземлителями и корпусами электрооборудования, называемые заземляющими проводниками. Проводники и заземлители обычно делаются из низкоуглеродистой стали, называемой в просторечии железом.



Заземлители в виде штырей, вбиваемых в землю, называются электродами, и могут быть одиночными или групповыми. Заземлитель имеет характеристики, обусловленные стеканием по нему тока в землю. К характеристикам заземлителя относятся:

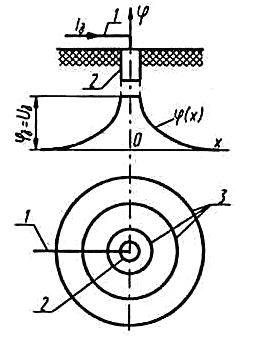
* напряжение на заземлителе;

Рис. 1. Схема заземления в сети с изолированной нейтралью при наличии короткого замыкания:

Zc, Zв - полные сопротивления проводов относительно земли, Iк – ток короткого замыкания, F – разрядник.

* изменение потенциалов точек в земле вокруг заземлителя в зависимости от их расстояния от заземлителя в зоне растекания тока — вид потенциальной кривой;
* вид линий равного потенциала — эквипотенциальных линий на поверхности земли;
* сопротивление заземляющего устройства;
* напряжения прикосновения и шага.

На рис. 2 показана схема простого заземлителя в виде стержня или трубы, забиваемых в землю и вид потенциальных кривых и эквипотенциальных линий.



При расстоянии менее 40 м между одиночными заземлителями в групповом заземлителе их зоны растекания накладываются друг на друга, и получается одна зона растекания группового заземлителя, которой соответствует своя потенциальная кривая.

Рис. 2. Распределение потенциалов у поверхности землив зоне растекания одиночного заземлителя:

1 – заземляющий проводник, 2 – заземлитель, 3 – эквипотенциальные линии.

0φ – ось величин потенциала, 0х – ось расстояний до заземлителя, φ(х) – потенциальная кривая, Iз – ток в заземлителе, φ3 = U3 – напряжение на заземлителе.

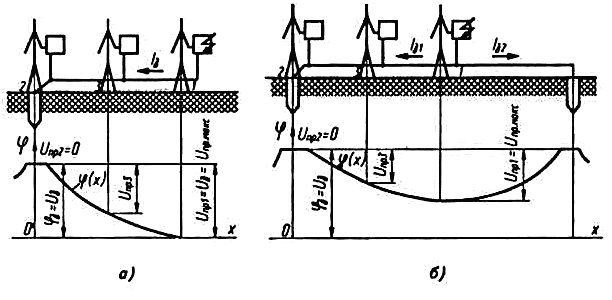
## 4.3. Напряжение прикосновения

Напряжением прикосновения называется напряжение на корпусе электрооборудования с поврежденной изоляцией, к которому может прикоснуться человек. Это напряжение зависит от состояния заземления, расстояния между человеком и заземлителем, сопротивления основания, на котором стоит человек.

На рис. 3, о показано влияние положения человека относительно заземлителя при одиночном заземлителе на величину напряжения прикосновения. Напряжение прикосновения максимально в положении 1 человека, когда он стоит в зоне нулевого потенциала и касается заземленного оборудования; равняется нулю в положении 2, когда человек стоит на заземлителе или его проекции на поверхность земли, в некотором промежуточном положении человека напряжение прикосновения имеет промежуточное значение, которое меняется от О до Uз.

Рис. 3. Зависимость напряжения прикосновения от расстояния между человеком и заземлителем при *а)* одиночном и *б)* групповом заземлителях:

*Uпр* – напряжение прикосновения.



На рис. 3, б показана зависимость напряжения прикосновения от положения человека при групповом заземлителе. В этом случае Uпp имеет наибольшее значение в положении 1 человека, когда он находится между электродами заземлителя, наименьшее значение в положении 2, когда он стоит на заземлителе или его проекции на поверхность земли, в любом промежуточном положении Uпр изменяется от 6 до максимального значения.

Таблица 1.

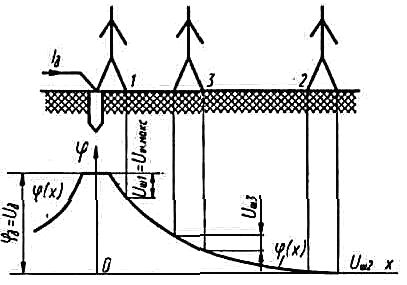
Пределы удельных электрических сопротивлений грунта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Грунт | ρ, Ом ∙ м | Грунт | ρ, Ом ∙ м |
| Глина | 8…70 | Суглинок | 40…150 |
| Чернозем | 9…53 | Супесь | 150…400 |
| Торф | 10…30 | Песок | 400…700 |
| Садовая земля | 30…60 | Каменистый | 500…800 |

## 4.4. Напряжение шага

Напряжение шага возникает между ногами человека, стоящего на земле, из-за разности потенциалов на поверхности земли при растекании в земле тока замыкания на землю. Напряжение шага отсутствует, если человек стоит или на линии равного потенциала или вне зоны растекания тока, т. е. на расстоянии более 20 м от заземлителя.

На рис. 4 показана зависимость величины напряжения шага от расстояния между человеком и одиночным заземлителем. Напряжение шага наибольшее в положении 1 человека, когда он стоит одной ногой на заземлителе. В положении человека между заземлителем и зоной нулевого потенциала, когда шаг направлен по радиусу к заземлителю, напряжение шага имеет промежуточное значение.



Заземление предназначается для устранения опасности поражения человека электрическим током во время прикосновения к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением. Это достигается путем снижения до безопасных пределов напряжения прикосновения и шага за счет малого сопротивления заземлителя. Областью применения защитного заземления являются сети переменного и постоянного тока с изолированной нейтралью источника напряжения или трансформатора.

Рис. 4. Величина напряжения шага в зависимости от расстояния между человеком и заземлителем:

*Uш* – напряжение шага.

Не требуют защитного заземления электроустановки переменного тока напряжением до 42 В и постоянного тока до 110 В.

Величина сопротивления заземляющего устройства нормируется «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). Эта величина для электроустановок до 1000 В с изолированной нейтралью должна быть не более 4 Ом, а если мощность питающих сеть генераторов или трансформаторов, или их суммарная мощность не более 100 кВА, то сопротивление должно быть не более 10 Ом.

Для заземления могут быть использованы детали уже существующих сооружений, которые называются естественными заземлителями:

* металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей;
* металлические трубопроводы, проложенные в земле, за исключением трубопроводов горючих жидкостей и газов;
* свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле;
* обсадные трубы скважин и т. д.

Наименьшие размеры электродов искусственных заземлителей:

* диаметр круглых электродов, мм
* неоцинкованных.................... 10
* оцинкованных ..................…... 6
* сечение прямоугольных электродов, мм2 ... 48
* толщина прямоугольных электродов, мм ... 4
* толщина полок угловой стали, мм ........ 4

В качестве заземляющих и нулевых (см. ниже) проводников, соединяющих корпуса оборудования с заземлителями, могут применяться:

* специальные проводники;
* металлические конструкции оборудования и зданий;
* стальные трубы электропроводок, алюминиевые оболочки кабелей;
* металлические открыто расположенные трубопроводы всех назначений, за исключением трубопроводов для горючих жидкостей и газов, канализации и центрального отопления.

Запрещается использовать в качестве заземляющих и нулевых проводников алюминиевые провода для прокладки в земле, металлические оболочки трубчатых проводов, несущие тросы тросовой проводки, металлорукава, броню и свинцовые оболочки проводов и кабелей.

Проводники присоединяют к корпусам оборудования сваркой или болтовым соединением с обеспечением доступности для контроля или переделки при ухудшении контакта. Последовательное включение в цепь заземления или зануления отдельных корпусов оборудования запрещается.

При монтаже заземляющих устройств монтажной организацией контроль за работами производится со стороны заказчика. При этом отдельно принимаются работы, которые впоследствии будут скрыты, и в это время, а не после, подписываются акты на скрытые работы.

Монтажные организации сдают заказчику всю документацию на заземляющие устройства. На каждое устройство заводится паспорт, в котором отмечаются все изменения, результаты осмотров и измерений.

При проверке состояния заземления периодически проводятся осмотр видимой части, проверка цепи между заземлителем и заземляемыми элементами, измерение сопротивления заземляющего устройства, выборочное вскрытие грунта для осмотра элементов, находящихся в земле.

## 4.5. Измерение сопротивления заземляющего устройства

Измерения обычно производят с помощью специального прибора — измерителя заземлений, например, М-416, работающего на принципе амперметра — вольтметра. При измерении сопротивления сложного контура, имеющего наибольшую диагональ Д, токовый электрод Eт располагают на расстоянии 11 = 2Д от края данного контура, а потенциальный электрод En — поочередно на расстояниях 0,4, 0,6, 0,51 фиксируя показания прибора. Если сопротивления, полученные при установке Еп на расстояниях, 0,4 и 0,6l1 отличаются не более 10%, то принимают значение сопротивления, полученное в положении потенциального электрода на расстоянии 0,511 а если различие больше 10%, то или повторяют измерения при увеличении расстояния до Ет в 1.5...2 раза, или производят измерения при изменении направления токового электрода.

Для вертикальных электродов, расположенных в ряд и соединенных полосой или для заземлителя, состоящего из полосы, длину полосы принимают за величину Д.

Токовый электрод располагают на расстоянии от края испытываемого заземлителя:

при Д > 40 м l2 = 2Д, при 10 м < Д <= 40 м l2 > 80 м,

при Д<= 10 м l2 = 40 м.

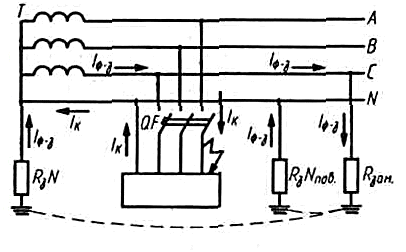
Потенциальный электрод располагается на расстоянии 0,54. Измерение сопротивления заземления производится, когда оно имеет наибольшие значения: для северных районов и средней полосы — зимой при наибольшем промерзании почвы, для южных районов — когда почва наиболее сухая.

Во время приемо-сдаточных испытаний измеренные значения сопротивлении умножают на коэффициент сезонности, который берется из таблицы.

## 4.6. Зануление

Зануление (рис. 5) предусматривает глухое заземление нейтрали источника или трансформатора трехфазного тока, одного вывода источника однофазного тока, наличие нулевого провода и его повторного заземления.

Заземление нейтрали источника тока имеет целью понизить напряжение на корпусах оборудования и на нулевом проводе, с которым эти корпуса соединены, до безопасного значения при замыкании фазного проводника на землю, при этом создается путь для тока Iф-з (рис. 5).



Нулевой защитный проводник предназначен для увеличения тока короткого замыкания lk c целью воздействия этого тока на защиту. Увеличение lк происходит за счет уменьшения сопротивления току при наличии нулевого провода по сравнению с тем, если бы ток шел через землю.

Рис. 5. Схема зануления при наличии короткого замыкания фазы *А* на корпус и замыкания фазы *С* на землю:

*N* – нулевой проводник, *Iф-з* – ток замыкания на землю, *Iк* – ток короткого замыкания, *Rзм* – сопротивление заземления нулевого провода, *R*зм пов *–* тоже повторное, *Rзам* – сопротивление замыкания фазы на землю.

Повторное заземление нулевого провода предназначено для снижения напряжения на корпусах оборудования при замыкании фазы на корпус как при исправном, так и при оборванном нулевом проводе.

Зануление в электроустановках до 1000 В применяется в 4-проводных сетях с глухо-заземленной нейтралью трансформатора или генератора, в сетях с заземленным выводом источника однофазного тока, в сетях с заземленной средней точкой источника постоянного тока.

Зануление выполняется в тех же случаях, что и защитное заземление.

Предельные величины сопротивлений заземляющих устройств в системе зануления приведены в табл. 2.

Таблица 2

Предельные величины сопротивлений заземляющих устройств в системе зануления

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряжение сети, В | | Сопротивление, Ом | | | |
| линейное 3-фазного тока | однофазного тока | Заземляющего устройства нейтрали трансформатора или генератора | Заземлителя, расположенного у нейтрали | общее всех повторных заземлений нулевого провода | каждого повторного заземления нулевого провода |
| 660 | 380 | 2 | 15 | 5 | 15 |
| 380 | 220 | 4 | 30 | 10 | 30 |
| 220 | 127 | 8 | 60 | 20 | 60 |

В качестве нулевых защитных проводников используются нулевые рабочие проводники, за исключением проводников с передвижным электроприемникам. В цепи нулевых защитных проводников не должно быть аппаратов, разъединяющих эти проводники, в том числе предохранителей.

Проверка зануления на соответствие требованиям ПУЭ производится во время монтажа, при сдаче после монтажа и при эксплуатации.

Проверяют следующие параметры:

* сопротивление заземлений нейтрали и повторных;
* отношение тока однофазного КЗ на корпус и номинального тока плавкой вставки предохранителя или тока уставки автомата на контролируемом участке сети, причем это отношение должно быть не менее 3, а для автоматов только с электромагнитными расцепителями на номинальный ток до 100 А кратность должна быть не менее 1,4 и для автоматов на ток более 100 А — 1,25.

## 4.7. Защитное отключение

Устройство защитного отключения (УЗО) состоит из чувствительного элемента, реагирующего на изменение контролируемой величины, и исполнительного органа, отключающего соответствующий участок сети.

Чувствительный элемент может реагировать на потенциал корпуса, ток замыкания на землю, напряжение и ток нулевой последовательности, оперативный ток. В качестве выключателей могут применяться контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели с независимым расцепителем, специальные выключатели для УЗО.

Назначение УЗО — защита от поражения электрическим током путем отключения ЭУ при появлении опасности замыкания на корпус оборудования или непосредственно при касании тоговедущих частей человеком.

УЗО применяется в ЭУ напряжением до 1000 В с изолированной или глухозаземленной нейтралью в качестве основного или дополнительного технического способа защиты, если безопасность не может быть обеспечена путем применения заземления или зануления или если заземление или зануление не могут быть выполнены по некоторым причинам.

УЗО обязательно для контроля изоляции и отключения ЭУ при снижении сопротивления изоляции в ЭУ специального назначения, например, в подземных горных выработках (реле утечки).

Примером УЗО является защитно-отключающее устройство типа ЗОУП—25, предназначенное для отключения и включения силовых трехфазных цепей при напряжении 380 В и токе 25 А в системах с глухозаземленной нейтралью, а также для защиты людей при касании токоведущих частей или корпусов оборудования, оказавшихся под напряжением.

## 4.8. Электрическое разделение сетей

Электрическое разделение сетей осуществляется через специальный разделительный трансформатор, который отделяет сеть с изолированной или глухозаземленной нейтралью от участка сети, питающего электроприемник. При этом связь между питающей сетью и сетью приемника осуществляется через магнитные поля, участок сети приемника и сам приемник не связываются с землей. Разделительный трансформатор представляет собой специальный трансформатор с коэффициентом трансформации, равном единице, напряжением не более 380 В, с повышенной надежностью конструкции и изоляции. От трансформатора разрешается питание не более одного приемника с током не более 15 А. В качестве разделительных трансформаторов могут быть использованы трансформаторы понижающие со вторичным напряжением не более 42 В, если они удовлетворяют требованиям к разделительному трансформатору.

## 4.9. Использование малого напряжения

Малое напряжение (не более 42 В между фазами и по отношению к земле) применяется для ручного инструмента, переносного и местного освещения в любых помещениях и вне их. Оно применяется также в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных для питания светильников местного стационарного освещения, если они расположены на высоте менее 2,5 м. Распространено в применении напряжение 36 В, а в замкнутых металлических емкостях должно применяться напряжение не более 12 В.

## 4.10. Выравнивание потенциалов

Как известно, напряжение прикосновения или шага получается тогда, когда есть разность потенциалов между основанием, на котором стоит человек, и корпусами оборудования, которых он может коснуться, или между ногами. Если соединить посредством дополнительных электродов и проводников места возможного касания телом человека, то не будет разности потенциалов и связанной с ней опасности.

Выравнивание потенциалов корпусов электрооборудования и связанных с ним конструкций и основания осуществляется устройством контурного заземлителя, электроды которого располагаются вокруг здания или сооружения с заземленным или зануленным оборудованием. Внутри контурного заземлителя под полом помещения или площадки прокладываются горизонтальные продольные и поперечные электроды, соединенные сваркой с электродами контура. При наличии зануления контур присоединяется к нулевому проводу.

Выравнивание потенциалов корпусов оборудования и конструкций осуществляется присоединением конструкций и всех корпусов к сети зануления или заземления.

Выравнивание потенциалов применяется как дополнительный технический способ защиты при наличии зануления или заземления в помещениях с повышенной опасностью или особо опасных.

Применение выравнивания потенциалов обязательно в животноводческих помещениях.

Устройство выравнивания потенциалов осуществляется по проекту.

# 5. Режим защиты персонала при работе на лазерах.

## 5.1. Промышленное применение лазеров.

В настоящее время области применения лазеров расширяются с каждым днем. После первого промышленного использования лазеров для получения отверстий в рубинах для часов эти устройства успешно применяются в самых различных областях.

Мечтатели и фантасты неоднократно предсказывали появления необыкновенных вещей, в частности луча, отличающегося необыкновенными свойствами. И вот, в 1960г. первый лазерный луч был получен при накачке маленького кубического кристалла рубина вспышками света. Несколько лет спустя некоторые физики проводили испытания по *сварке, бурению, гравированию, скрайбированию, сверлению, синтезу, закаливанию, маркированию, плавлению и формированию структур* с помощью лазерного луча без контакта с материалом.

Лазерные системы делятся на три основные группы: твердотельные лазеры, газовые, среди которых особое место занимает CO2 - лазер; и полупроводниковые лазеры. Некоторое время назад появились такие системы, как перестраиваемые лазеры на красителях, твердотельные лазеры на активированных стеклах.

РУБИН. В лазерах этот кристалл имеет высокий порог генерации и, следовательно, низкий КПД, обычно 0.5%. Его выходная мощность также сильно зависит от рабочей температуры, что ограничивает частоту повторения импульсов величиной 10 Гц или менее. В то же время этот материал термически стоек и не боится перегрева. Однако его широкое применение ограничивает достаточно высокая стоимость специально выращенного кристалла, особенно если требуется стержень больших размеров. Поэтому рубиновые лазеры применяются, когда необходимо излучение длиной волны 694 нм или не требуется высокая энергия на выходе и КПД не играет существенной роли. Например, такие лазеры стали широко использоваться для специальной фотографии - *голографии*, после того, как удалось добиться достаточной чувствительности пленки на частоте 694 нм. Эти лазеры более удобны и *для пробивки очень точных отверстий*, так как с уменьшением длины волны размеры точки фокуса, ограничивающийся дифракцией, уменьшаются. Не так давно некоторые ученые предсказывали, что рубиновый лазер скоро отслужит свой срок. Однако в настоящее время полупроводниковые приборы на арсениде галлия (GaAs) могут свариваться с тугоплавкими металлическими проводниками с помощью импульсного рубинового лазера. Процесс длится 100 нс вместо 5-30 мин, которые требуются при обычной сварке с последующим отжигом. Это важное достижение применяется *в электронных системах, используемых в спутниковой связи, реактивных двигателях, геотермальных скважинах, атомных реакторах, приемниках радиолокационных станций и ракет, интегральных микроволновых цепях.*

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ на люминесцирующих средах. Это лазеры на стеклах, активированных неодимом (Nd: YAG), лазеры на кристалле иттрий-литиевого флюорита, легированного эрбием (ИЛФ, Er: YAG) или их аналоги. Это лазеры с оптической накачкой. КПД не выше 5%, однако, мощность практически не зависит от рабочей температуры. Так как это сравнительно дешевый материал, повышение мощности можно производить простым увеличением размера рабочего элемента. Эти типы лазеров *применяются в лазерной спектроскопии, нелинейной оптике, лазерной технологии: сварка, закалка, упрочнение поверхности*. *Лазерные стекла* *применяются в мощных установках для лазерного термоядерного синтеза.*

ГАЗОВЫЕ ЛАЗЕРЫ. Существует несколько смесей газов, которые могут испускать вынужденное излучение. Один из газов - двуокись углерода - применяется в N2 - СО2-  и СО - лазерах мощностью >15 кВт. с поперечной накачкой электрическим разрядом. А также газодинамические лазеры с тепловой накачкой, у которых основная рабочая смесь: N2+CO2+He или N2+CO2+H2O. Рассмотрим некоторые возможности применения таких лазеров промышленных установках.

Известна термическая обработка материалов и деталей обычными средствами. *Предварительный подогрев* с использованием газовых лазеров позволяет обрабатывать материалы более высокой твердости. Прямолинейные участки многокомпонентных деталей легко *свариваются* газовыми лазерами, в то время как непрямолинейные участки свариваются с использованием специальных поворотных зеркальных систем. Производится *лазерная закалка и заточка* деталей. Применяются подобные лазеры *в спектроскопии, лазерной химии, медицине*.

Установки на основе СО2 - лазеров мощностью 500 Вт успешно применяются *для лазерного резания по шаблонам и раскройки сталей или пластмасс, пробивки отверстий,* если их диаметр не слишком мал. В общем случае толщина разрезаемого материала зависит от мощности излучения. В настоящее время стоимость СО2 - лазеров не особенно высока. Стоимость газов, применяемых в СО2 - лазерах сопоставима со стоимостью энергии, потребляемой станками, предназначенными для пробивания отверстий. Характеристики СО2 - лазеров стабильны. Лазеры легки в управлении и безопасны при соблюдении правил эксплуатации.

ПРОЧИЕ ГАЗОВЫЕ ЛАЗЕРЫ. Электроразрядные лазеры низкого давления на благородных газах: He-Ne, He-Xe и др. Это маломощные системы отличаются высокой монохроматичностью и направленностью. Применяются *в спектроскопии, стандартизации частоты и длины излучения, в настройке оптических систем.*

Ионный аргоновый лазер - лазер непрерывного действия, генерирующий зеленый луч. Накачка осуществляется электрическим разрядом. Мощность достигает нескольких десятков Вт. Применяется *в медицине, спектроскопии, нелинейной оптике.*

Эксимерные лазеры. Рабочая среда - смесь благородных газов с F2, Cl2, фторидами. Возбуждаются сильноточным электронным пучком или поперечным разрядом. Работают в импульсном режиме в УФ - диапазоне длин волн. Применяются *для лазерного термоядерного синтеза.*

Химические лазеры. Рабочая среда - смесь газов. Основной источник энергии - химическая реакция между компонентами рабочей смеси. Возможны варианты лазеров импульсного и непрерывного действия. Они имеют широкий спектр генерации в ближней ИК - области спектра. Обладают большой мощностью непрерывного излучения и большой энергией в импульсе. Такие лазеры применяются *в спектроскопии, лазерной химии, системах контроля состава атмосферы.*

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЛАЗЕРЫ составляют самую многочисленную группу. Накачка осуществляется инжекцией через гетеропереход, а также электронным пучком. Гетеролазеры миниатюрны, имеют высокий КПД. Могут работать как в импульсном, так и в непрерывном режимах. Несмотря на низкую мощность, они нашли свое применение в промышленности. Они применяются *для спектроскопии, оптической стандартизации частоты, оптико-волоконных линий связи, для* *контроля формы, интерференционных полос деформации, в оптико-электронике, в робототехнике, в системах пожаробезопасности*. В быту применяются *в системах оптической обработки информации (в сканерах) в паре с несложной системой многогранных зеркал, применяемых для отклонения луча, в звуко- и видеосистемах, в охранных системах.* В последнее время полупроводниковые лазеры, благодаря своим малым размерам, применяются *и в медицине.* Лазеры с электронной накачкой перспективны в *системах проекционного лазерного телевидения.*

С каждым годом лазеры все прочнее входят в промышленность и быт человека.

## 5.2. Физиологические эффекты при воздействии лазерного излучения на человека.

Непосредственное воздействие на человека оказывает лазерное излучение любой длины волны, однако в связи со спектральными особенностями поражаемых органов и существенно различными предельно допустимыми дозами облучения обычно различают воздействие на глаза и кожные покровы человека.

## 5.3. Воздействие лазерного излучения на органы зрения.

Основной элемент зрительного аппарата человека — сетчатка глаза — может быть поражена лишь излучением видимого (от 0.4 мкм) и ближнего ИК-диапазонов (до 1.4 мкм), что объясняется спектральными характеристиками человеческого глаза. При этом хрусталик и глазное яблоко, действуя как дополнительная фокусирующая оптика, существенно повышают концентрацию энергии на сетчатке, что, в свою очередь, на несколько порядков понижает максимально допустимый уровень (МДУ) облученности зрачка.[[1]](#footnote-1)

## 5.4. Защита от лазерного излучения

Лазеры широко применяют в технике, медицине. Принцип действия лазеров основан на использовании вынужденного электромагнитного излучения, возникающего в результате возбуждения квантовой системы. Лазерное излучение является электромагнитным излучением, генерируемым в диапазоне длин волн 0,2—1000 мкм, который может быть разбит в соответствии с биологическим действием на ряд областей спектра: 0,2 — 0,4 мкм — ультрафиолетовая область; 0,4 — 0,7—видимая; 0,75 — 1,4 мкм — ближняя инфракрасная; свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная область. Основными энергетическими параметрами лазерного излучения I являются: энергия излучения, энергия импульса, мощность излучения, плотность энергии (мощности) излучения, длина волны.

При эксплуатации лазерных установок обслуживающий персонал может подвергаться воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов. Основную опасность представляют прямое, рассеянное и отраженное излучение.

Наиболее чувствительным органом к лазерному излучению являются глаза — повреждения сетчатки глаз могут быть при сравнительно небольших интенсивностях.

Лазерная безопасность — это совокупность технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасные условия труда персонала при использовании лазеров. Способы защиты от лазерного излучения подразделяют на коллективные и индивидуальные.

*Коллективные средства защиты* включают: применение телевизионных систем наблюдений за ходом процесса, защитные экраны (кожухи); системы блокировки и сигнализации; ограждение лазерно-опасной зоны. Для контроля лазерного излучения и определения границ лазерно-опасной зоны применяют калориметрические, фотоэлектрические и другие приборы.

В качестве *средств индивидуальной защиты* используют специальные противолазерные очки, щитки, маски, технологические халаты и перчатки. Для уменьшения опасности поражения за счет уменьшения диаметра зрачка оператора в помещениях должна быть хорошая освещенность рабочих мест: коэффициент естественной освещенности должен быть не менее 1,5 %, а общее искусственное освещение должно создавать освещенность не менее 150 лк.

# Список литературы

1. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда. М: Медицина, - 1998.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. Ч.2 /Е.А. Резчиков, В.Б. Носов, Э.П. Пышкина, Е.Г. Щербак, Н.С. Чверткин /Под редакцией Е.А. Резчикова. М.: МГИУ, - 1998.
3. Варварин В.К., Койлер В.Я., Панов П.А. Справочник по наладке электрооборудования. Россельхозиздат, - 1979.
4. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М., Энергоиздат, - 1982.
5. Жеребцов И.Н. Основы электроники. М., Энергоатомиздат, - 1989.
6. Звелто О., Принципы лазеров, пер.с англ., М. - 1984.
7. Иванов Б.С. Человек и среда обитания: Учебное пособие, М.: МГИУ, - 1999.
8. Охрана труда в машиностроении: Учебник /Под редакцией Е.Я. Юдина и С.В. Белова, М. - 1983
9. Промышленное применение лазеров. Под.ред. Г. Кёбнера, М. - 1988.
10. Справочник по лазерам, пер. с англ. А.М. Прохорова. Том 1, М. - 1978.
11. Физическая энциклопедия. Гл.ред. А.М. Прохоров. Том 2, М. - 1990.

1. Световой диаметр зрачка при расчете МДУ облучения принимают обычно равным 7 мм. Это не всегда соответствует действительности. Например, при большой светлоте (физиологическая оценка яркости) фона — из-за световой адаптации, в пожилом возрасте — из-за уменьшения чувствительности световых рецепторов. [↑](#footnote-ref-1)