**Введение**

1. **Физическая сущность лазерного излучения**
2. **Воздействие лазерного излучения на организм**
3. **Нормирование лазерного излучения**
4. **Методы защиты от лазерного излучения**

**1.Физическая сущность лазерного излучения**

Лазер (от английского Lighting amplification by stimulated emission of radiation) - устройство, предназначенный для выработки и усиления электромагнитной энергии оптического диапазона частот с использованием процесса управляемой индукционной эмиссии. Он работает на принципе индуцированного излучения, получаемого при оптической накачке (например, воздействием импульсов света) термически неравновесной (активной) среды, в качестве которой служат диэлектрические кристаллы, стекло, газы, полупроводники и плазма.

Отдельные атомы таких материалов при попадании на них фотона обладают свойствами перехода с верхнего энергетического уровня на нижний уровень с испусканием двух фотонов, индуцированных с той же частотой, поляризацией и направлением распространения.

Примером может служить рубиновый оптический квантовый генератор, в котором рабочим телом является рубин. Мощность в импульсе составляет около 100 МВт при мощности на возбуждение около 20 кВт/см3, а температура, создаваемая лазерным пучком, может достигать 1015 К (примерно в 1011 раз больше температуры Солнца).

Существуют и другие виды лазеров с твердым телом, например из ниодимового стекла, флюоритита кальция с примесью атомов таких редкоземельных элементов, как диспрозий, самарий и пр. (длина волны излучения равна 1,06 мкм), или газовые лазеры, например гелий – ниодимовые лазеры (длина волны излучения равна 632,8 нм; 1,15 и 3,39 мкм) и др.

В процессе изготовления, испытания и эксплуатации лазерных изделий на обслуживающий персонал могут воздействовать физические, химические и психофизиологические опасные и вредные факторы.

К **физическим факторам**относятся:

* Лазерное излучение (прямое, рассеянное, зеркальное или диффузно отраженное);
* Высокое напряжение в цепях управления и источниках электропитания лазера (лазерных установок);
* Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации от импульсных ламп накачки или кварцевых газоразрядных трубок в рабочей зоне;
* Повышенная яркость света от импульсных ламп накачки и зоны взаимодействия лазерного излучения с материалом мишени;
* Повышенный шум и вибрация на рабочем месте, возникающие при работе лазера (лазерной установки);
* Повышенный уровень ионизирующего рентгеновского излучения от газоразрядных трубок и др. элементов, работающих при анодном напряжении более 5 кВ;
* Повышенный уровень электромагнитных излучений ВЧ – и СВЧ – диапазонов в рабочей зоне;
* Повышенный уровень инфракрасной радиации в рабочей зоне;
* Повышенная температура поверхностей оборудования;
* Взрывоопасность в системах накачки лазеров;
* Возможность взрывов и пожаров при попадании лазерного излучения на горючие материалы.

К **химическим факторам**относятся:

* Загрязнение воздуха рабочей зоны продуктами взаимодействия лазерного излучения с мишенью и радиолиза воздуха (озон, окислы азота и др);
* Токсические газы и пары от лазерных систем с прокачкой хладагентов и др.

**Психофизиологические факторы** *–* это:

* Монотония, гипокинезия, эмоциональная напряженность, психологический дискомфорт;
* Локальные нагрузки на мышцы и кисти предплечья; напряженность анализаторных функций (зрение, слух).

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Класс  лазера | Выходные излучения лазера |
| I | Не представляет опасности для глаз и кожи |
| II | Представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркальным отражением излучения |
| III | Представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркальным отражением излучения, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и (или) при облучении кожи прямым или зеркальным отражением излучения |
| IV | Представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности |

Наличие опасных и вредных факторов в зависимости от класса лазера (классы лазеров приведены в табл. 1) приведено в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Опасные и вредные производственные факторы | классы лазера | | | |
| I | II | III | IV |
| Лазерное излучение  Прямое, зеркальное отраженное  Диффузно отраженное | -  - | +  - | +  + | +  + |
| Повышенная напряженность электрического поля | -(+) | + | + | + |
| Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зона | - | - | -(+) | + |
| Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации | - | - | -(+) | + |
| Повышенная яркость света | - | - | -(+) | + |
| Повышенные уровни шума и вибрации | - | - | -(+) | + |
| Повышенный уровень ионизирующих излучений | - | - | - | + |
| Повышенный уровень электромагнитных излучений ВЧ – и СВЧ – диапазонов | - | - | - | -(+) |
| Повышенный уровень инфракрасной радиации | - | - | -(+) | + |
| Повышенная температура поверхностей оборудования | - | - | -(+) | + |
| Химические опасные и вредные производственные факторы | При работе с токсичными веществами | | | |

**Воздействие лазерного излучения на организм**

Лазерное излучение представляет собой вид электромагнитного излучения, генерируемого в оптическом диапазоне длин волн 0,1…1000 мкм. Отличие его от других видов излучения заключается в монохромности, когерентности и высокой степени направленности. Благодаря малой расходимости луча лазера плотность потока мощности может достигать 1016…1017 Вт/м2.

Эффекты воздействия (тепловой, фотохимический, ударно – акустический и др.) определяются механизмом взаимодействия лазерного излучения с тканями и зависят от энергетических и временных параметров излучения, а также от биологических и физики – химических особенностей облучаемых тканей и органов.

Лазерное излучение представляет особую опасность для тканей, максимально поглощающих излучение. Сравнительно легкая уязвимость роговицы и хрусталика глаза, а также способность оптической системы глаза многократно увеличивать плотность энергии(мощность) излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазона (780<λ<1400 нм) на глазном дне по отношению к роговице делают глаз наиболее уязвимым органом.

При повреждении появляется боль в глазах, спазм век, слезотечение, отек век и глазного яблока, помутнение сетчатки, кровоизлияние. Клетки сетчатки после повреждения не восстанавливаются.

Ультрафиолетовое излучение вызывает фотокератит, средневолновое инфракрасное излучение(1400<λ<3000 нм) может вызвать отек, катаракту и ожог роговой оболочки глаза; дальнее ИК – излучение (3000<λ<106 нм) – ожог роговицы.

Повреждение кожи может быть вызвано лазерным излучением любой длинны волны в спектральном диапазоне 180…100000 нм. Характер поражения кожи аналогичен термическим ожогам. Степень тяжести повреждения кожи, а в некоторых случаях и всего организма, зависит от энергии излучения, длительности воздействия, площади поражения, ее локализации, добавления вторичных источников воздействия (горение, тление). Минимальное повреждение кожи развивается при плотности энергии 1000…10000 Дж/м2.

Лазерное излучение дальней инфракрасной области (>1400 нм) способно проникать через ткани тела на значительную глубину, поражая внутренние органы (прямое лазерное излучение).

Длительное хроническое действие диффузно отраженного лазерного излучения нетепловой интенсивности может вызывать неспецифические, преимущественно вегетативно – сосудистые нарушения; функциональные сдвиги могут наблюдаться со стороны нервной, сердечно – сосудистой системы, желез внутренней секреции. Работающие жалуются на головные боли, повышенную утомляемость, раздражительность, потливость.

**Нормирование лазерного излучения**

Основными нормативными правовыми актами при оценке условий труда являются:

"Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров" № 2392-81; методические рекомендации "Гигиена труда при работе с лазерами", утвержденные МЗ РСФСР 27.04.81 г.;

ГОСТ 24713-81 "Методы измерений параметров лазерного излучения. Классификация"; ГОСТ 24714-81 "Лазеры. Методы измерения параметров излучения. Общие положения"; ГОСТ 12.1.040-83 "Лазерная безопасность. Общие положения"; ГОСТ 12.1.031 -81 "Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения".

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.

При использовании лазеров II-III классов в целях исключения облучения персонала необходимо либо ограждение лазерной зоны, либо экранирование пучка излучения. Экраны и ограждения должны изготавливаться из материалов с наименьшим коэффициентом отражения, быть огнестойкими и не выделять токсических веществ при воздействии на них лазерного излучения.

Лазеры IV класса опасности размещаются в отдельных изолированных помещениях и обеспечиваются дистанционным управлением их работой.

При размещении в одном помещении нескольких лазеров следует исключить возможность взаимного облучения операторов, работающих на различных установках. Не допускаются в помещения, где размещены лазеры, лица, не имеющие отношения к их эксплуатации. Запрещается визуальная юстировка лазеров без средств защиты.

Для удаления возможных токсических газов, паров и пыли оборудуется приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Для защиты от шума принимаются соответствующие меры звукоизоляции установок, звукопоглощения и др.

К индивидуальным средствам защиты, обеспечивающим безопасные условия труда при работе с лазерами, относятся специальные очки, щитки, маски, обеспечивающие снижение облучения глаз до ПДУ.

Средства индивидуальной защиты применяются только в том случае, когда коллективные средства защиты не позволяют обеспечить требования санитарных правил.

**Методы защиты от лазерного излучения**

К организационным защитным мероприятиям относятся:

* Организация рабочих мест с определением всех необходимых защитных мероприятий и учетом специфики конкретных обстоятельств использования лазерных установок;
* Обучение персонала и контроль знаний правил техники безопасности;
* Организация медицинского контроля и т.д.

Технические мероприятия и средства защиты подразделяются на коллективные и индивидуальные. Коллективные включают в себя:

* Средства нормализации внешней среды;
* Автоматические системы управления технологическим процессом;
* Использование предохранительных устройств, приборов, различных ограждений лазерно – опасной зоны;
* Использование телеметрических и телевизионных систем наблюдения;
* Применение заземления, зануления, блокировки и т.д.