МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР
Главное санитарно-эпидемиологическое управление

ГИГИЕНА ТРУДА И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ЛИЦ, РАБОТАЮЩИХ С МОЩНЫМИ ИНФРАКРАСНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Методические рекомендации

Москва — 1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР
Главное санитарно-эпидемиологическое управление

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Главного
Государственного санитарного
врача СССР
В. Е. Ковшило
№ 3930-85
10 сентября 1985 г.

ГИГИЕНА ТРУДА И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ЛИЦ, РАБОТАЮЩИХ С МОЩНЫМИ ИНФРАКРАСНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Методические рекомендации

Москва — 1985

УДК 613.64:621.375.826

Гигиена труда и охрана здоровья лиц, работающих с мощными инфракрасными лазерными технологическими установками. Методические рекомендации Минздрава СССР.— М.: Изд. ММСИ, 1985, 46 с.

Методические рекомендации рассчитаны на инженерно-технических работников, занятых проектированием, разработкой и эксплуатацией мощных лазерных технологических установок, генерирующих излучение на длине волны 10,6 мкм, специалистов по технике безопасности, врачей лечебно-профилактических учреждений, проводящих медицинские осмотры работающих, специалистов санэпидемстанций, осуществляющих предупредительный и текущий санитарный надзор. Ряд положений настоящего документа может быть использован в различных отраслях народного хозяйства в отношении ИК-лазерных установок иных классов. Материалы могут служить в качестве учебного пособия для студентов вузов, аспирантов, слушателей факультетов и курсов усовершенствования.

Рис. 1, табл. 1

Методические рекомендации разработаны:

— руководителем Научно-исследовательского сектора Московского медицинского стоматологического института имени Н. А. Семашко кандидатом медицинских наук **В. А. Кашуба;**

— от Всесоюзного научно-исследовательского проектного и конструкторского института электротермического оборудования — кандидатами технических наук **В. М. Журавель, А. А. Ратновским** и **Л. А. Медведовской.**

Рецензент:

профессор, доктор медицинских наук ВНИИМИ МЗ СССР **А. В. Быховский.**

Разрешено размножение в необходимых количествах организациям, предприятиям, учреждениям.

© Министерство здравоохранения СССР
Московский медицинский стоматологический институт
имени Н. А. Семашко, 1985

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ 5

I. Краткая характеристика условий труда при эксплуатации мощных лазерных технологических установок 6

II. Гигиенические требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации мощных лазерных технологических установок. Контроль за их выполнением 11

1. Требования к проектированию мощных ИК-лазерных технологических установок . . . . . —

2. Требования к разработке и эксплуатации мощных лазерных установок, их устройству 17

3. Требования к лазерным производственным помещениям, размещению оборудования, организации рабочих мест и контролю за состоянием производственной среды 19

4. Требования к персоналу, обслуживающему мощные ИК-лазерные технологические установки 26

5. Требования техники безопасности при работе с мощными лазерными технологическими установками 28

6. Медицинский контроль за состоянием здоровья персонала, работающего с мощными лазерными установками . . 32

7. Аптечка 34

III. Приложение 36

8. Меры первой помощи при поражении лазерным излучением и электрическим током 36

9. Гигиеническая классификация лазеров 39

10. Перечень нормативно-регламентирующей документации, рекомендуемой для использования при проектировании, разработке и эксплуатации мощных лазерных технологических установок 41

Знак лазерной безопасности 46

ВВЕДЕНИЕ

Решениями XXVII съезда КПСС предусмотрено дальнейшее развитие лазерной техники. Выпуск мощных лазерных технологических установок (ЛТУ) значительно расширяет сферу применения лазеров (В. Я. Липов с соавт., 1982; Б. Е. Мечетнер, 1983). Так, в станкостроении, электротехнике, авиации, ракето- и машиностроении на их основе появляются принципиально новые технологические процессы.

Применяемые в промышленности мощные лазеры, особенно для технологических целей, генерируют лазерное излучение в инфракрасной (ИК) области спектра. Биологическое действие лучей указанного диапазона электромагнитного спектра изучено недостаточно, а по монохроматическому лазерному излучению имеются малочисленные данные.

Поскольку невидимое глазом ИК-лазерное излучение биотропно — требуется решение вопросов гигиены труда с целью сохранения здоровья работающих с лазерными технологическими установками. Недостаточность разработки гигиенических аспектов создания и широкого применения перспективных, мощностью более 1 кВт ИК-лазеров, затрудняла в данной сфере реализацию перехода от «техники безопасности к безопасной и безвредной технике».

Изучение конкретных позитивных и негативных условий развития лазерной техники показало, что существующие традиционные гигиенические подходы к опасному и вредному лазерному излучению, а также средства дозиметрии и защиты в ряде случаев неприемлемы при эксплуатации современных мощных ИК-лазерных установок.

При разработке рекомендаций учтены данные литературы, «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» — МЗ СССР (1981), методические рекомендации по гигиене труда при работе с лазерами — МЗ РСФСР (1981) и «Технико-гигиенические требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технологических мощных ИК-лазерных нагревательных установок» (1984), а также принимались во внимание другие нормативно-регламентирующие документы, ГОСТы, существующие эргономические и физиологические требования (см. раздел 10).

В настоящих рекомендациях содержатся комплексные гигиенические требования к проектированию, разработке, изго-

товлению, размещению и эксплуатации ЛТУ, генерирующих лазерное излучение на длине волны 10,6 кмм, мощностью 1—5 кВт, производственным помещениям, а также требования к индивидуальным мерам предосторожности работающего с лазерами персонала; перечень рекомендуемой нормативно-регламентирующей документации, гигиеническая классификация лазеров. С позиции эргономики уделено внимание средствам предъявления информации, органам управления, другим элементам рабочего места, его организации, содержатся материалы по медицинскому контролю и некоторым мерам оказания первой помощи (медицинской) при несчастном случае. Кроме того, имеется раздел по технике безопасности.

При выполнении данных рекомендаций создаются оптимальные условия труда, по ряду позиций приближающиеся к комфортным. Их учет может позволить не только сократить сроки разработки безвредного мощного лазерного оборудования, но и, в ряде случаев, снизить требования к дозиметрическому контролю лазерного излучения на рабочих местах, медицинскому обследованию персонала, работающего с современной, гигиенически рациональной лазерной техникой.

Гигиенические рекомендации разработаны в рамках Целевой комплексной научно-технической программы ГКНТ, Госплана СССР и АН СССР по лазерным установкам, предусматривающей решение вопросов лазерной гигиены и безопасности. Они распространяются только на ИК-лазерные установки (λ — 10,6 мкм), независимо от сферы их назначения и применения в помещениях и могут служить основой для разработки организациями конкретных инструктивно-регламентирующих документов по обеспечению благоприятных условий труда.

I. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОЩНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Измерение уровней диффузно отраженного инфракрасного (ИК) лазерного излучения дозиметром ИЛД-2М, в соответствии с унифицированной методикой*, показало, что эти уровни на рабочем месте, при эксплуатации мощных ЛТУ в исследованных технологических процессах, составляли $10^{-1} \div 10^{-3}$ Вт/см^2 и в ряде случаев превышали ПДУ. При юстировке мощных CO_2-лазеров уровни диффузно отраженного лазерного излучения на расстоянии 60 см от мишени до-

* Определение уровней лазерного излучения на рабочих местах персонала, обслуживающего лазеры. Методические указания. М., 1984.

стигают 10^{-1} Вт/см^2. Такая плотность потока мощности потенциально пожароопасна.

На мощных установках зеркально, направленно и диффузно отраженное лазерное излучение представляет явную опасность не только для персонала, но и гигиенистов, дозиметристов. На установке мощностью 1,2 кВт лазерная травма кисти привела к 2-недельной потере трудоспособности у квалифицированного специалиста. Повышенную опасность представляет обработка цилиндрических, конических и сферических поверхностей. Лазерный травматизм обусловлен прежде всего конструктивными недочетами лазерных установок, невидимостью ИК-излучения CO_2-лазеров, способствующей рассогласованию между объективной опасностью и субъективной защитой, определяющей поведение и реакции человека.

Моделирование лазерной травмы в эксперименте на животных непосредственно на мощной ЛТУ позволило установить, что независимо от локализации воздействия она приводит к генерализованным, стереотипным, острым нарушениям микрогемоциркуляции в мозгу и внутренних органах животных, которые могут быть причиной дистрофических сдвигов в клетках. Лазерная травма в области головы (включая глаза) вызывает более выраженные изменения в организме, что свидетельствует о роли нарушений центральной нервной системы в патогенезе общих расстройств. Однако лазерная травма в условиях производства носит случайный характер, постоянное же действие на глаза и кожные покровы персонала оказывает низкоинтенсивное лазерное излучение, прежде всего диффузно отраженное. В связи с этим большое значение сейчас придается вопросу, как глубоко проникает в глубь организма видимое и ИК-лазерное излучение, в частности, выходит ли оно за пределы глазного яблока?

В результате наших экспериментальных исследований на кроликах (выполненных, в частности, совместно с д. м. н. Н. Ф. Шапошниковой и А. В. Черкасовым) установлено, что только 3—4% лазерного излучения отражается от глаза (роговицы). Попадая в глаз, низкоинтенсивное лазерное излучение ближней ИК-области спектра рассеивается и за пределы глазного яблока выходит 62% его, т. е. в 4 раза больше по сравнению с красным светом (0,63 мкм). Далее лазерное излучение проникает через окружающие глаз ткани и кости черепа и 0,2—0,9% его достигает головного мозга.

Важно, что общая реакция организма животных имеет место при облучении организма как низкоинтенсивным (направленным и диффузно отраженным), так и мощным ИК-лазерным излучением. Она проявляется изменениями со стороны биоэнергетических и микроциркуляторных процессов,

которые служат своего рода основными «мишенями» для ИК-лазерного излучения. Генерализованная реакция организма обусловлена, конечно, не только нервно-рефлекторными механизмами, но и, возможно, прямым непосредственным действием ИК-лазерного излучения на головной мозг (минуя анатомические связи глаза с мозгом).

Установленные в последние годы факты избавляют специалистов, контактирующих с лазерами, от узкомеханических представлений о природе воздействия лазерного излучения на организм. Все это способствует определению и обоснованию *эффективных путей лазерной профилактики, гигиенической* регламентации биотропного фактора, включая снижение уровней его воздействия на организм, оценку биологических эффектов лазерного излучения и состояния здоровья персонала. Более того, в основу гигиенической регламентации лазерного излучения должны быть положены не только местные пороговые эффекты, но и общие реакции организма, которые надлежит считать основным критерием для разработки ПДУ лазерного излучения.

Наряду с генерацией лазерного излучения эксплуатация мощных лазеров приводит к воздействию на персонал комплекса сопутствующих неблагоприятных производственных факторов: ярких вспышек плазменного факела, других физических и химических факторов. Следует помнить, что сочетанное биологическое действие вышеупомянутых факторов недостаточно изучено.

Источником опасных и вредных факторов является прежде всего лазерный луч, процесс взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемыми материалами. Характерно, что с увеличением мощности лазерного луча (более 1 кВт) возрастает гигиеническая значимость неблагоприятных производственных факторов. Например, для мощных ЛТУ яркие вспышки плазменного факела и раскаленных мишеней становятся труднопереносимыми, поэтому целесообразно создание высоких уровней освещенности в зоне обработки, на рабочем месте с целью защиты глаз. Не рекомендуется работа с ЛТУ в помещениях без доступа естественного света.

Результаты наших многолетних исследований позволяют *считать окислы азота и озон газами — характерными для* эксплуатации ЛТУ. Так, при обработке ряда металлов мощным лазерным лучом концентрация окислов азота и озона в воздухе рабочей зоны достигает 12,8 мг/м³ и 0,78 мг/м³, т. е. в несколько раз превышает ПДК. Комбинирование технологических процессов с лазерными, способно приводить к выделению в воздух рабочей зоны других газов, например, угарного газа (до 11 мг/м³).

Аэрозоли, также как и газы, являются производными плазменного факела. Процесс обработки материалов мощ-

ным лазерным излучением приводит к образованию многокомпонентных аэрозолей, содержащих высокотоксичные элементы, например, окислы марганца, никеля, кобальта, ванадия, молибдена, титана, вольфрама и хрома, концентрация которых может значительно превышать ПДК. Часть химических веществ, образующихся при технологической эксплуатации лазеров (включая обработку органических материалов), является аллергенами, как, например, все вышеуказанные промышленные аэрозоли (соединения металлов). Контакт с аллергенами, согласно приказа МЗ СССР № 700 от 19.06.84 г., требует дополнительного медицинского обследования работающих. В процессе лазерной обработки представляют опасность также брызги расплавленного металла и нагретые детали. Мощные ЛТУ нельзя эксплуатировать без местных отсосов.

При эксплуатации мощных ЛТУ гигиенически значимым фактором является ионизация воздуха помещений, приводящая к изменению количества ионов и их соотношения, прежде всего, к снижению количества полезных легких отрицательных ионов. Параметры микроклимата, включая температуру воздуха и относительную влажность, его подвижность, при эксплуатации ЛТУ могут превышать допустимые величины, что обусловлено как тепловыделениями от установок, так и неэффективной работой общеобменной вентиляции.

По данным А. Н. Либерман с соавт., 1982, выявлены функциональные изменения в состоянии здоровья лиц, работающих с лазерами мощностью порядка 0,8 кВт. Оптимальный путь профилактики лазерных травм и сдвигов в состоянии организма персонала — это полное устранение контакта человека с безусловно патогенным лазерным излучением, создание здоровых условий труда. При разработке и оценке инфракрасной лазерной техники надлежит исходить из необходимости сохранения и укрепления «здоровья практически здоровых людей» и учитывать всю систему воздействия неблагоприятных факторов на организм человека (машину, производственную среду, непроизводственную сферу и прочие условия).

В основу проектирования, разработки и эксплуатации лазерной техники должен быть положен принцип исключения воздействия на человека лазерного излучения (прямого, зеркально и диффузно отраженного). На стадии конструирования мощных лазерных технологических установок должны быть предусмотрены: разработка рациональных конструктивных элементов и создание «закрытой» установки, совершенно исключающих выход лазерного излучения, прежде всего из строго ограниченной, полностью экранированной зоны лазерной обработки. При этом в конструкции установок должно быть устранено или снижено до допустимых величин неблагоприятное воздействие на персонал ярких вспышек

плазменного факела, токсичных газов, аэрозолей высокой температуры и других производственно-профессиональных факторов. Как показывает практика, эффективным средством защиты работающих от мощного лазерного излучения и сопутствующих факторов могут служить, например, следующие конструктивные элементы лазерных установок: технологическая кабина, ребристый и каскадный экраны, а также: «энергетически безотходная»* лазерная технология.

Устройства, обеспечивающие защиту персонала от лазерного излучения и сопутствующих факторов, должны считаться необходимыми и неотъемлемыми элементами конструкции лазерных установок. Их применение наряду с решением вопросов эргономики, дизайна, рациональной пространственной планировки рабочих мест, размещения ЛТУ — не только обеспечивает надежную защиту персонала от лазерного излучения и других неблагоприятных факторов, но и улучшает условия труда, сохраняет здоровье практически здоровым людям. Тем самым полностью устраняются профессионально обусловленные заболевания и несчастные случаи; отпадает необходимость применения операторами средств индивидуальной защиты.

Основной акцент в работе санитарно-эпидемиологической службы должен быть сделан на процесс проектирования и разработки лазерной техники, т. е. на предупредительный государственный санитарный надзор. Как показывает практика, наиболее эффективна и не требует значительных материальных затрат реализация гигиенических рекомендаций на этапах: гигиенической оценки проектов нормативно-технической документации и испытании конкретных мощных ЛТУ, гигиенического контроля за изготовлением ЛТУ и внедрением их в эксплуатацию. Весьма целесообразно осуществление планового контроля со стороны санэпидслужбы за деятельностью по разработке ЛТУ, с привлечением гигиенистов из научных учреждений. Наиболее актуальным является непосредственное участие гигиенистов в процессе разработки мощных лазерных технологических установок (вместо практикуемой технико-гигиенической корректировки уже серийно выпускаемого лазерного оборудования). Осуществление текущего санитарного надзора за мощными лазерами требует специального обучения персонала санэпидслужб, учета требований техники безопасности, применения средств индивидуальной защиты. Важным представляется обеспечение преемственности контроля на всех этапах — от проектирования до эксплуатации ЛТУ.

При эксплуатации лазерных установок надлежит учиты-

---

* Максимальное использование отраженного лазерного излучения в технологическом процессе.

вать характер, организацию труда и отдыха операторов, образ их жизни. Необходима мобилизация эндогенных факторов личности работающих с лазерами, в плане увеличения двигательной активности вне работы, обязательной утренней зарядки, закаливания, борьбы с вредными привычками, соблюдения режима питания, отдыха и т. д. Введение этих резервов здоровья не требует материальных затрат со стороны рабочих и государства. В формировании здорового образа жизни персонала, обслуживающего лазерные установки, важное значение имеет его гигиеническое воспитание.

Данные рекомендации отражают попытку выработки единого подхода в осуществлении профилактических функций по охране здоровья работающих с мощными ЛТУ, конкретизации и дифференциации направлений деятельности в этой области соответствующих учреждений и организаций. Для решения столь сложной проблемы, важное значение приобретают и организационные вопросы, в частности, представляется необходимой отработка четкого взаимодействия между органами и учреждениями санэпидслужбы, организациями-разработчиками, научными подразделениями гигиенического профиля, заводами-изготовителями и предприятиями-потребителями мощных ЛТУ, а также повышение ответственности специалистов.

Разработанные нами на основе традиционных концепций гигиенические положения эффективны в лазерной технологии как промышленного, так и медицинского характера. Тем самым, кажущиеся некоторым специалистам сегодня жесткими и технически недостижимыми гигиенические требования реальны и, как показывает накопленный опыт — служат прогрессу лазерной техники, оптимизации условий труда.

II. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ, ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОЩНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. КОНТРОЛЬ ЗА ИХ ВЫПОЛНЕНИЕМ

1. Требования к проектированию мощных ИК-лазерных технологических установок

1.1. Технологическая документация на проектируемую ЛТУ должна содержать раздел по охране труда и здоровья персонала, предусматривающий конкретные мероприятия по лазерной гигиене и безопасности согласно ранга (класса) лазера (установки). В ней должны быть отражены требования к конструкции ЛТУ по обеспечению благоприятных условий труда, в частности, данные о вредных производственно-профессиональных факторах и конкретные мероприятия по пред-

отвращению их воздействия на человека, организации рабочих мест и пр.

Нормативно-техническая документация на ЛТУ согласуется в установленном порядке с главным государственным санитарным врачом союзной республики, на территории которой находится организация-разработчик.

1.2. Создаваемая лазерная технологическая установка должна быть полностью безопасной и безвредной для человека, исключать возможность выхода лазерного излучения за пределы зоны обработки. Согласно СНИП 2392-81 должны применяться лазерные установки «закрытого» типа. Их конструкция должна позволять персоналу работать без средств индивидуальной защиты.

1.3. Персонал не должен подвергаться лазерному облучению — прямому, зеркально и диффузно отраженному. В основу проектирования мощных ЛТУ должен быть положен и соблюден принцип исключения воздействия на человека лазерного излучения.

Надлежит помнить, что в ЛТУ используется, как правило, два типа лазеров для обработки материалов — углекислотный инфракрасный лазер с длиной волны 10,6 мкм (излучение невидимо глазом) и гелий-неоновый лазер (для наведения основного луча в зону обработки), генерирующий излучение в видимой части спектра на длине волны 0,63 мкм.

1.4. Технологические лазерные установки с мощностью более 1 кВт, должны быть оснащены наиболее эффективными коллективными средствами защиты персонала от комплекса вредных и опасных производственных факторов — специальными технологическими кабинами (снабженными дистанционным управлением лазерной обработкой материалов) или другими средствами защиты от лазерного излучения.

1.5. Конструкция технологической кабины должна предохранять персонал от воздействия лазерного излучения, газов, аэрозолей, шума, ярких вспышек факела, избытков тепла и других неблагоприятных факторов. При этом надлежит исключить выход лазерного излучения и других вредных и опасных факторов через места соединений кабины и лучепроводов.

1.6. Технологическая кабина ЛТУ должна быть выполнена из негорючих, огнестойких, полностью непроницаемых для лазерного излучения материалов. Она может иметь скос внизу для ног рабочего, обеспечивающий удобный подход. Кабина должна обеспечивать удобства при подаче и съеме обрабатываемых деталей, заготовок, облегчать доступ к манипулятору.

1.7. Технологическая кабина оборудется патрубком для местного отсоса. В случае, если кабина вплотную прилегает к полу (который должен быть негорючим), в ней для прито-

ка воздуха предусматриваются специальные воздухозаборные отверстия с фильтрами со стороны, противоположной рабочему месту оператора.

1.8. В кабине, в зоне лазерной обработки, не должно быть блестящих, хромированных, никелированных предметов (манипулятор, ручки, корпуса светильников, объективов и пр.), поэтому там целесообразно использование оксидированных деталей или покрытий, например, из окиси алюминия. Поверхности технологической кабины изнутри, а также манипулятор, стойки и пр. должны быть матовыми, черного или темного цвета. Это важно для защиты персонала при проведении специальных, ремонтных, юстировочных работ.

1.9. Весьма целесообразным в гигиеническом отношении является создание автоматизированных лазерных комплексов, в том числе с роботами, применение телевизионного контроля и других технико-гигиенических мероприятий, позволяющих персоналу находиться вдали от зоны лазерной обработки материалов.

1.10. При разработке технологического процесса целесообразно реализовать имеющиеся способы поглощения (утилизации) лазерного излучения. Так, использование специальных покрытий обрабатываемых материалов — чернение (фосфатирование, оксидирование и нанесение углерод-содержащей обмазки), аппликация лакокрасками, перпендикулярное падение луча к поверхности детали и т. д. позволяет более чем на 90% использовать лазерное излучение в технологических целях. Особое внимание следует обращать на состав поглощающих покрытий, легирующей шихты и пасты, избегать применения особо токсичных веществ.

Такой подход приводит к резкому снижению уровней отраженного лазерного излучения и, более того, служит практическому созданию наиболее гигиенически рациональной, «энергетически безотходной» лазерной технологии.

1.11. Вся трасса прохождения лазерных лучей в ЛТУ должна быть надежно закрыта негорючими, плотноприлегающими кожухами из металла и иметь цветовую маркировку, предупреждающие и поясняющие надписи (например, «Осторожно! Невидимое лазерное излучение!»), знаки лазерной безопасности. С целью предотвращения работы установок без кожухов или их съемных частей необходимы блокировки. Съемные кожухи окрашивают изнутри и снаружи в темные цвета, поглощающие излучение, снабжают надписью: «Запрещена работа без кожуха».

1.12. Целесообразно предусматривать автоматическую юстировку или дистанционный контроль за юстировкой лазера.

1.13. Показатели контроля параметров лазерного излучения должны выдаваться на пульт управления лазерной технологической установки.

1.14. Температура поверхности ЛТУ, к которой может прикоснуться человек, не должна превышать 45°.

1.15. Дверцы различных отсеков установки должны плотно прилегать к корпусу. Они снабжаются соответствующими поясняющими надписями. Дверцы, открывающие доступ к узлам высокого напряжения, должны отпираться ключом.

1.16. ЛТУ снабжается рядом блокировок для обеспечения *безопасности работающих и предупреждения повреждений* установки в случае отклонения от регламентируемых условий. При наличии такого отклонения автоматически отключается высокое напряжения и тем самым становится невозможным включение лазера. С пульта управления должен осуществляться контроль за состоянием всех блокировок.

1.17. ЛТУ должна быть обеспечена световой или звуковой сигнализацией. Красные сигнальные лампы должны зажигаться при подаче высокого напряжения, зеленые или белые (с наличием матового стекла) — при генерации лазерного излучения. Звуковая сигнализация может включаться при нарушении защитных блокировок.

1.18. Наружние поверхности лазерной технологической установки должны быть матовыми, окраска их не блестящей, например, зеленого или сине-голубого цвета. В цветовом решении оборудования число красок не должно быть более трех, не считая сигнальных и отличительных (СН 181-70). При этом цвет сигнальных устройств, индикаторов, кнопок должен быть виден при использовании противолазерных очков.

1.19. Рабочее место оператора лазерной технологической установки и взаимное расположение всех его элементов (органы управления, средства отображения информации, оповещения и т. п.) должны соответствовать гигиеническим, антропометрическим, физиологическим, психологическим требованиям и характеру работы (см. прил. 10). При проектировании оборудования необходимо создать предпосылки для обеспечения рациональных рабочих движений, максимально приспособить его к энергетическим, скоростным, силовым характеристикам и психофизиологическим возможностям человека. Следует выбирать наиболее короткие по траектории движения, требующие минимальных усилий, избегать нерациональных рабочих поз.

1.20. Характер работы оператора требует оптимальной зоны моторного поля рабочего места (ГОСТ 21034-75).

1.21. При размещении пульта управления технологическим процессом не на линии взора, его целесообразно выполнять не вертикально, а под углом, для более удобного

наблюдения за показателями приборов, лучшего их освещения. Он должен быть оборудован кнопками и подсветом по ГОСТ 23000-78; 22613-77; 22614-77; 22615-77 и пр.

1.22. При выборе и размещении индикаторов следует учитывать способы приема и переработки информации оператором. Индикаторы с подсветом применяют для отображения качественной информации, требующей немедленной реакции оператора, либо привлекающей его внимание к состоянию системы при техническом обслуживании и регулировании. Изменения состояния индикаторов должны отображать изменения функционального состояния системы, а не только результаты действия органов управления.

1.23. Уровень внешней засветки не должен превышать 3—10% яркости экрана.

1.24. Устройства предостережения и тревоги, отображения состояния комплексных аппаратурных систем, нужно располагать отдельно от средств подачи световых сигналов, показывающих состояние различных компонентов и узлов. Их световые сигналы не должны казаться светящимися, когда они не светятся, и должны отличаться большей интенсивностью свечения и (или) прерывистостью (частота мигания 3—5 Гц и длительность сигнала не менее 0,05 секунды).

1.25. Экраны индикаторов или указателей с надписями надлежит конструировать так, чтобы предотвратить случайную перестановку стекол. Следует пересмотреть замену ламп с лицевой стороны панели, без применения инструментов, не вызывая опасности повреждения компонентов индикаторной цепи и не подвергая опасности обслуживающий персонал. К средствам, предотвращающим потери информации вследствие отражения внешнего освещения (особенно прямого солнечного света) от поверхности индикатора, относятся экраны, колпаки. Освещение шкалы должно быть равномерным.

1.26. Стрелочные индикаторы на панели следует устанавливать в плоскости, перпендикулярной линии взора. На шкалах следует вводить дополнительные сигнализаторы, выделяющиеся цветом и формой, например, цветовые полосы «нормально». Фон шкалы должен быть матовым.

1.27. Звуковой сигнализатор неречевых сообщений должен привлекать внимание работающего путем подачи прерывистых сигналов и сообщать ему об отказе или изменениях в системе. Несущая частота предупреждающих сигналов может быть 200—600 Гц, при длительности сигналов и интервалов между ними 1—3 с (80—90 дБ), а аварийных сигналов — 200—2000 Гц, при длительности интервалов 0,2—0,8 с (до 100 дБ). При этом он не должен перегружать слуховой анализатор оператора, отвлекать внимание других работаю-

щих, мешать речевой связи, утомлять и пугать людей. Длительность звучания звукового сигнала не более 10 с.

1.28. При выборе органов управления, их размещения следует учитывать безопасность, удобство эксплуатации, биомеханические, антропометрические особенности управляющих действий оператора и принципы технической эстетики (см. раздел 10).

1.29. Органы управления должны быть сгруппированы с учетом последовательности воздействия (слева направо и сверху вниз). При выполнении сходных функций, они располагаются единообразно на разных панелях и имеют одинаковые размеры. Формы органов управления должны легко идентифицироваться.

1.30. Особое внимание уделяется тем органам управления, неосторожное и случайное перемещение (включение) которых может привести к травмированию человека, повреждению оборудования. Для защиты от случайного срабатывания необходимо учитывать их размещение, предусматривать блокировки, замки для предотвращения перехода в запрещенное положение, экранирование и другие способы. Ключевое включение должно быть на пульте управления. Ключ должен быть съемным, при его отсутствии лазерная установка не должна работать.

1.31. Для быстроты включения и выключения аппаратуры, учитывая частоту выполнения действий, необходимо применение кнопок (клавишей). Их цвет должен быть ярким, насыщенным, контрастным с цветом панели.

1.32. Поверхность кнопки должна иметь вогнутую форму и рифление для предотвращения соскальзывания. Наиболее удобна четырехугольная форма с закругленными углами или верхней кромкой. Конструкция кнопки должна обеспечивать оператору ощущение щелчка, слышимый щелчок или то и другое. Для предотвращения случайного включения и аварийного отключения ЛТУ, кнопки следует углублять или снабжать защитной крышкой; они должны выделяться размером, цветом и формой. Их размещают в верхней части оптимальной рабочей зоны изолированно от остальных кнопок во избежание случайного включения.

1.33. Кнопки целесообразно размещать на панели, наклонной к поверхности стола, с оптимальным углом наклона клавиатуры кнопочного пульта — 15° к горизонтальной плоскости.

1.34. К разработке лазерных технологических установок необходимо привлекать специалистов-дизайнеров, которые при решении вопросов должны учитывать гигиенические требования, а также обеспечивать эстетический уровень — гармоничность, цветосветовую, композиционную согласованность лазерного технологического оборудования и его комплексов,

особенно в рабочей зоне, гармоничность рабочих поз и трудовых движений (путем корректировки конструктивных решений оборудования и рабочих мест).

———— » ———— » ————

При проектировании ЛТУ следует учитывать также требования к эксплуатации лазерных установок и контролю за состоянием производственной среды, производственным помещениям, размещению оборудования и организации рабочих мест, обслуживающему персоналу.

2. Требования к разработке и эксплуатации мощных лазерных установок, их устройству

2.1. В паспорте и другой технической документации на ЛТУ должны указываться ранг* (класс) лазера, характеристики лазерного излучения: длина волны (мкм), максимальная выходная мощность (энергия), диаметр луча и его расходимость, другие параметры, конкретные способы обработки материалов, а также габариты оборудования, минимальная площадь, необходимая для его безопасной эксплуатации. Особо должны быть выделены уровни отраженного лазерного излучения, имеющиеся на рабочем месте при эксплуатации ЛТУ или отмечено его отсутствие, обусловленное конструкцией установки (средствами коллективной защиты). Должно быть указание о пожаро- и взрывоопасности ЛТУ.

2.2. Отнесение ЛТУ к тому или иному рангу (классу) производится предприятием-изготовителем (по согласованию с областной или республиканской санэпидстанцией), которое несет ответственость за правильность классификации. Параметры лазерного излучения на установках при эксплуатации должны соответствовать паспортным характеристикам. В случае, если организация-потребитель модернизирует ЛТУ, с изменением ее ранга (технических характеристик), то ответственность возлагается на данную организацию.

2.3. Проекты технических условий на мощные ЛТУ должны подвергаться экспертному рассмотрению. При их согласовании надлежит прилагать акт приемки и протокол приемочных испытаний опытного образца ЛТУ, копию технического задания на разработку, а также эксплуатационные документы (инструкцию, паспорт и пр.). Особое внимание должно обращаться на наличие в инструкции по эксплуатации предусмотренных конструкцией ЛТУ средств коллектив-

* Ранг лазера (класс) надлежит указывать в любой рекламно-информационной литературе, каталогах, буклетах, проспектах, ценниках и пр. (раздел 9).

ной защиты персонала и мер по обеспечению благоприятных условий и режима труда.

2.4. В состав комиссии по приемке опытного образца ЛТУ должны включаться специалисты санэпидслужбы, согласно ГОСТ 15.001.-73, а также могут привлекаться гигиенисты НИИ и Вузов. Участие последних целесообразно и в предварительных и приемочных испытаниях ЛТУ. Их задачей является определение соответствия опытного образца гигиеническим требованиям, уровню технического задания.

2.5. При согласовании в Минздраве республики ЛТУ, принимаемых в серийное производство, в соответствии с установленным порядком, представляется следующая документация: проект технических условий по ГОСТ 2.114-70, акт приемки опытного образца и протокол приемочных испытаний по ГОСТ 15.001-73, эксплуатационные документы по ГОСТ 2.601-68, техническое задание по ГОСТ 15.001-73, а также экспертное заключение санэпидстанции (областной) и научного подразделения гигиенического профиля, с материалами лабораторно-инструментальных исследований.

2.6. Обработку материалов следует производить в технологической кабине, изготовленной из металла с обязательно закрытой дверью(шторками). Дверь, выполненная из металла, может иметь окна, обеспечивающие надежную защиту персонала, например, из специального стекла и оргстекла, частично прозрачного для дневного света. Дверь должна быть плотно прилегающей к корпусу кабины, иметь специальную автоматическую блокировку, устраняющую возможность обработки заготовок без ее закрытия. Дверь должна иметь маркировочную цветовую окраску, знак лазерной безопасности и трафаретную надпись: «Запрещена работа с открытой кабиной». Края кабины и установки могут окрашиваться черно-желтыми полосами с целью предупреждения травм.

2.7. На видных местах каждой установки, лазере, местах выхода лазерного луча, защитных экранах, технологической кабине, кожухах укрепляется (наносится) специальный знак лазерной безопасности с надписью: «Осторожно! Лазерное излучение!» (ГОСТ 12.4.026-76). На наружной стороне входных дверей должен быть аналогичный знак и табло с надписью «Посторонним вход запрещен!»

2.8. В процессе эксплуатации лазера оптические поверхности зеркал и линз загрязняются продуктами обработки, что может привести к их растрескиванию, в связи с чем необходимы профилактические осмотры лазера.

2.9. Ремонтные работы в технологической кабине (манипуляторе) ЛТУ надлежит производить только при выключенном лазере, снятом напряжении с высоковольтной части и

закрытой заслонке системы транспортировки и фокусировки пучка.

2.10. При проведении наладочных и юстировочных работ в качестве мишени для прямого лазерного луча можно использовать огнеупорные кирпичи из глинозема или карбида кремния. Обслуживающий персонал должен проводить указанные работы, пользуясь специальными очками со светофильтрами из окрашенного стекла. Защитой от лазерного излучения с длиной волны 10,6 мкм служит бесцветное, безосколочное стекло, однако учитывая наличие ярких вспышек плазменного факела, целесообразно использовать цветные светофильтры (ГОСТ 9411-81Е).

2.11. Установку на пути лазерного пучка всякого рода отражающих предметов нужно производить при отключенном лазере или отсутствии луча. При прерывании луча (юстировочные работы) он должен попадать в специальный поглотитель энергии лазерного излучения.

3. Требования к лазерным производственным помещениям, размещению оборудования, организации рабочих мест и контролю за состоянием производственной среды

3.1. Планировка помещений, размещение и ввод в эксплуатацию мощных лазерных технологических установок должны согласовываться с органами государственного санитарного надзора и другими заинтересованными организациями. Эксплуатация установки разрешается после приема специальной комиссией, в соответствии с существующими требованиями.

3.2. Лазерные установки должны эксплуатироваться в специально отведенном помещении или изолированном участке. Входная дверь в лазерный участок или цех должна быть оборудована специальным замком. При большом количестве ЛТУ следует выделять отдельные помещения для наладчиков, ремонта и хранения оборудования. Помещения наладчиков должны иметь условия для работы, кратковременного отдыха и быть оборудованы световым табло, сигнализирующим о неисправности закрепленной за работающими установки. *На вспомогательные помещения лазерных цехов*, коридоры и т. д. распространяются требования СН 245-71.

3.3. Все помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства пожаротушения (обязательно углекислотные огнетушители). Такие огнетушители могут располагаться возле ЛТУ. Требования пожарной и взрывобезопасности разрабатываются, исходя из конкретных особенностей лазерных технологических установок, условий их эксплуатации и характера производ-

ства на основе ГОСТ 12.1.004-76, ГОСТ 12.1.010-76 и других регламентирующих документов.

3.4. Поверхности внутренних конструкций и оборудования, а также Доски почета, стенгазеты и другие элементы цеховой графики должны быть матовыми, светлыми, не блестящими и не глянцевитыми.

3.5. Для стен лазерных цехов с ЛТУ на CO_2 возможно применение стекла, стеклоблоков, стеклопрофилита и других перегородок, защищающих от ИК-лазерного излучения дальней области спектра. Блесткость, возникающую при этом, можно частично снизить за счет окраски водорастворимыми красками и сплошного озеленения стен декоративно-лиственными комнатными растениями.

3.6. С целью создания оптимальных условий для зрительного анализатора (в связи с характером труда персонала, лазерным излучением) необходимо естественное освещение помещения. Поэтому светопроемы производственных помещений должны быть ориентированы с учетом географической широты местности. Для защиты от инсоляции, с целью уменьшения нагрева воздуха и оборудования, а также слепящего действия солнечных лучей следует пользоваться неблесткими, легкими негорючими шторами белого цвета.

3.7. В цехах и участках, наряду с необходимым естественным освещением, допускается искусственное и смешанное освещение. Естественное освещение может быть боковым, одно- и двухсторонним. Величина коэффициента естественной освещенности (КЕО) должна быть при боковом освещении не менее 3,5%. В случае недостаточности естественного освещения, в дневное время следует избирательно пользоваться общим искусственным освещением, для чего осветительные линии должны включаться раздельно. Целесообразно предусматривать отключение (включение) светильников рядами параллельными окнам или продольной оси фонарей (верхнем естественном свете).

3.8. Выбор светильников определяется прежде всего, светораспределением, учитывающим уровень нормируемой освещенности для конкретных лазерных установок и технологических процессов, плоскости расположения рабочих поверхностей, а также условиями размещения ЛТУ, архитектурно-строительными решениями производственных помещений, условиями воздушной среды. В каждом конкретном случае, особенно если рабочие поверхности размещены в вертикальной и наклонной плоскостях, целесообразно проводить повариантные расчеты освещенности.

3.9. Коффициент запаса ($K_з$), определяющий компенсацию снижения освещенности в зависимости от условий эксплуатации и воздушной среды помещений, места установки

светильников, длительности работы, их конструктивных особенностей и сроков чистки, должен быть не ниже 1,4 (СНИП II-4-79).

3.10. Люминесцентные лампы дневного света, используемые для общего искусственного освещения, должны размещаться наверху, над работающими не менее чем на 3 м от пола и иметь матовые рассеиватели света. Часть светильников может направлять световой поток в верхнюю полусферу. Величина искусственной освещенности на рабочих местах рассчитывается согласно СНИП II-4-79, однако при системе общего освещения она должна быть не менее 200 люкс. При полной автоматизации лазерного технологического процесса и отсутствии людей в помещении можно отключать освещение.

3.11. В лазерных цехах следует предусматривать централизованные способы управления освещением. В целях наиболее эффективного, максимального использования естественного света следует применять фотоэлектронные аппараты, управляющие искусственным освещением в зависимости от уровня естественной освещенности (светового климата местности). При этом надлежит учитывать разноудаленность лазерных технологических установок от светопроемов (особенно при боковом освещении), режим их работы.

3.12. При возможности длительных по времени колебаний напряжения в осветительных цепях (учитывая сезонные изменения, повышенную энергоемкость лазерного оборудования), которые приводят к перепадам освещения, прежде всего снижению уровней освещенности, надлежит принимать меры по стабилизации электрического напряжения в лазерных цехах. Например, целесообразно применение стабилизаторов, ограничителей напряжения. Стабилизации напряжения в осветительных цепях будет способствовать их раздельное от лазеров электропитание.

3.13. Для безопасного выхода персонала из помещения при аварийном отключении рабочего освещения надлежит предусматривать эвакуационное освещение. Целесообразно наличие дежурного освещения, т. е. возможности отдельного включения небольшой части светильников, создающих по всей площади помещения освещенность, необходимую для его уборки (охраны).

3.14. В лазерных цехах запрещается использование установок искусственного ультрафиолетового облучения (например, используемых для коррекции солнечного голодания и помещаемых в светильниках вместе с обычными источниками освещения).

3.15. Окраске потолка помещений лазерных цехов надлежит придавать матовую фактуру и сине-голубой цвет. Сте-

ны красятся в салатовый или светло-голубой цвет до потолка. Полы выполняют из негорючего, поглощающего лазерное излучение и электроизолирующего материала, при этом они не должны быть блестящими, скользкими и огнеопасными. Цветовой контраст между цветами оборудования не должен превышать допустимый, принятый для цветового решения интерьера в целом (СН-181-70).

3.16. Параметры микроклимата в производственных помещениях должны соответствовать оптимальным согласно ГОСТ 12.1.005-76.

3.17. Лазерные цеха следует оборудовать общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией (желательно кондиционирование воздуха) — СНИП II-33-75.

3.18. Технологическая кабина оборудуется местным отсосом. Вытяжка воздуха осуществляется из зоны лазерной обработки, при этом вытяжная вентиляция должна исключать поступление в помещение продуктов деструкции обрабатываемых материалов.

3.19. Расчет воздухообмена в лазерных цехах надлежит осуществлять по токсичным газам и теплоизбыткам (от оборудования, персонала, солнечной радиации). Подачу приточного воздуха с подогревом в зимнее время следует производить в верхнюю зону помещения рассредоточенно (целесообразно через подшивной перфорированный потолок), обеспечивая скорость движения воздуха на рабочих местах не более 0,3 м/с. Вытяжку воздуха надлежит осуществлять на одну треть из верхней зоны помещения и на две трети из рабочей зоны. Приток и вытяжка воздуха могут быть сбалансированы. Воздуховоды должны отвечать требованиям промышленной эстетики.

3,20. В целях снижения общего уровня шума вентиляторы следует выносить за пределы производственных помещений и устанавливать на шумо- и виброизолирующих основаниях; присоединения воздуховодов надлежит осуществлять через брезентовые вставки. Глушители шума в воздуховодах должны устанавливаться в соответствии с акустическими расчетами. При этом следует руководствоваться СНИП П-12-77.

3.21. Общая вентиляция включается до начала работы в цехе и эксплуатируется до ее конца.

3.22. Выброс отработанной смеси рабочих газов лазерной технологической установки необходимо осуществлять в вентсистему, при этом должна быть предусмотрена герметизация соединений, исключающая попадание газов в помещения.

3.23. Безопасность при работе с баллонами со сжатым газом регламентируется действующими на данном предприятии правилами техники безопасности. Газовые баллоны можно размещать в специальной баллонной рампе на улице в от-

веденном месте. При эксплуатации нескольких ЛТУ целесообразно оборудование централизованного поста для подачи газовой смеси к лазерам.

3.24. При многорядном размещении установок их располагают перпендикулярно к светопроемам для обеспечения рабочих мест естественным освещением. Для создания безопасных условий труда, а также удобного технического обслуживания, наладки, ремонта оборудования и эксплуатации лазерных технологических установок минимальные расстояния должны составлять не менее *:

— между стенами, перегородками, оргтехоснасткой, иным оборудованием и сторонами установок (с техкабиной):

	Расстояние в метрах
а) боковыми (при проходе людей)	2,5
б) торцевыми	1,0
в) технологической кабины	2,5 **

3.25. При размещении ЛТУ должно быть предусмотрено место для хранения заготовок и обработанных деталей, размещения съемных деталей установки, переносной измерительной аппаратуры, а также стола для записей в оперативном журнале и кратковременного отдыха.

3.26. Помещения должны быть оборудованы тельферами (кранами) или другими подъемными механизмами для проведения ремонтных работ, подачи тяжелых заготовок в технологическую кабину и других манипуляций.

3.27. Высота помещений должна быть не менее 4,2 м.

3.28. Подводимые к лазерным установкам коммуникации (электроэнергия, вода и пр.) следует размещать под или над установками (выше 2 м). При этом короба не должны возвышаться над уровнем пола.

3.29. С целью уменьшения отрицательного влияния диффузно отраженного и рассеянного лазерного излучения, шума, газов, аэрозолей и других производственно-профессиональных факторов — улучшение микроклимата помещений и интерьера, снижения блесткости, а также положительного

---

* Расстояния следует отсчитывать от максимально выступающих элементов оборудования, а со стороны двери — от кромки двери при перпендикулярном положении по отношению к оборудованию.

** В указанные размеры не входят пространства, необходимые для открывания дверей, размещения вспомогательного и иного оборудования, коммуникаций, переносной аппаратуры, тары, других приспособлений и т. д.

психо-эмоционального воздействия на персонал, возможно озеленение лазерных цехов.

3.30. Специально* подобранный ассортимент декоративно-лиственных растений можно устанавливать вблизи лазерных установок**, при учете особенностей характера технологического процесса, требований электронно-вакуумной гигиены.

3.31. Для безопасности и удобства проведения ремонтных работ на лазере должны использоваться диэлектрические коврики и подставки.

3.32. В помещении, где размещены ЛТУ, должна быть аптечка (см. раздел 7). За ее укомплектование и сохранность несет ответственность руководитель подразделения и медицинский работник, обслуживающий цех (подразделение).

3.33. Измерения параметров диффузно отраженного лазерного излучения выполняют только на «открытых» лазерных установках, т. е. таких, при эксплуатации которых возможно не только его образование, но и воздействие на человека. Измерения проводят в соответствии с Методическими указаниями (см. раздел 10). Измерения могут выполняться и на «Закрытых» лазерных установках (где полностью исключено воздействие излучения на персонал), но уже с целью проверки надежности и эффективности средств коллективной защиты (кабин, экранов, щитков и пр.).

3.34. При осуществлении замеров надлежит соблюдать осторожность, так как попадание луча, в частности, на дозиметр, его оптику может привести к отражению излучения, весьма опасному для окружающих. Универсальный лазерный дозиметр ИЛД-2М (выпускаемый серийно) позволяет осуществлять измерения дистанционно.

3.35. Лица, отвечающие за лазерную гигиену и освещение в цехах (состояние осветительного оборудования, включая и цветовой интерьер помещения), на которых возлагаются соответствующие обязанности, выделяются из числа ИТР приказом.

3.36. Помещения, где эксплуатируются мощные ЛТУ должны быть оснащены удобными средствами доступа к освети-

---

* «Цветоводство», 1975, № 12.

** С целью сплошного озеленения стен, растения можно размещать на стеллажах, на разной высоте в кашпо, корзинах, напольных цветочницах, ящиках, горшках, а также устанавливать у стен, колонн. При этом важна выдержанность интерьера лазерного цеха в общей световой гамме, например, яркие цвета должны выделяться небольшими пятнами на ровном спокойного колера фоне. Эти условия соблюдать при создании зеленых уголков в местах периодического отдыха и психологической разгрузки персонала. За растениями необходим регулярный уход. Один-два раза в году следует менять цеховые растения на аналогичные из теплиц и оранжерей.

тельным устройствам, светопроемам бокового и верхнего света, обеспечивающими возможность безопасного, безвредного и удобного их обслуживания.

3.37. Чистка и смена ламп осуществляется не менее четырех раз в году при включенной вентиляции. Для чистки светильников в лазерных цехах нужна сухая уборка (пылесосом) или влажная протирка. При наличии трудноочищаемых загрязнений не рекомендуется производить чистку осветительной арматуры на месте, целесообразнее замена на предварительно очищенные светильники. В период между чистками осветительной аппаратуры и групповыми заменами ламп допускается эксплуатация осветительных электроустановок с частично перегоревшими лампами в том случае, если освещенность в контрольных точках не снижается более чем на 10% против нормируемой.

Очистка остеклений световых проемов должна производиться регулярно, не реже двух раз в году. При поступлении жалоб от рабочих на недостаточную освещенность, обусловленную выходом из строя ламп, изменении технологического процесса, установке новых лазерных установок, замена ламп должна производиться немедленно.

3.38. Сроки профилактических осмотров лазерного и осветительного оборудования и периодичность контроля определяются согласно графику работ. Перед проведением любого обследования лазерного и осветительного оборудования необходимо ознакомиться с проектной документацией и установить неизменность назначения помещения, условий производственной среды и параметров исследуемого фактора, провести опрос работающих.

3.39. Проверка уровней отраженного лазерного излучения и освещенности на рабочих местах осуществляется не реже 4 раза в году; 1 раз в квартал — проверка исправности дежурного и эвакуационного осветительного оборудования.

3.40. Контрольные измерения освещенности должны проводиться в постоянных точках (местоположение которых согласовывается с санэпидслужбой), обеспечивающих возможность объективной оценки общего уровня освещенности на рабочих местах и в помещении. Независимо от системы освещения, они должны располагаться на рабочих местах лазерных установок. Обязательно в зоне обработки материалов, местах контроля и управления, размещения обрабатываемого материала, на шкалах приборов и т. д.; в плоскости расположения рабочей поверхности (горизонтальной, вертикальной, наклонной). Для помещения площадью до 500 м^2 число контрольных точек составляет 30. При измерении освещенности целесообразно производить контроль напряжения сети и в случае его отклонения, вносить поправку в результаты измерения. Контрольные точки заносятся в паспорт ЛТУ.

3.41. В связи с особенностями труда персонала, обслуживающего лазерные установки, уровни шума* не должны превышать 80 дБ по ГОСТ 12.1.003-83. Замеры шума от лазерных установок следует производить с учетом максимальных энергетических и технологических нагрузок на установки, обязательно в процессе обработки конкретных материалов (ГОСТ 20445-75, ГОСТ 12.1.003-83).

3.42. Каждая установка снабжается сигнальной кнопкой для вызова наладчика при нарушениях в работе оборудования.

3.43. Лазерный цех или участок должен быть укомплектован:

— аптечкой (в соответствии с составленным перечнем)— см. разд. 7;

— прибором для измерения энергии прямого мощного лазерного луча и лазерным дозиметром (ИЛД-2М);

— люксметром «Ю-16»;

— диэлектрическими перчатками;

— поглотителем энергии лазерного излучения;

— противолазерными очками или щитками;

— телефоном, содержать инструкцию по пуску, регулировке, управлению и эксплуатации лазерной установки, операциям технологического процесса;

— инструкцию по гигиене труда и технике безопасности (к каждой установке).

3.44. Целесообразно участие дизайнеров в решении композиционной целостности интерьеров рабочих помещений лазерных цехов включая озеленение, декоративно-художественные объекты, средства визуальной коммуникации и пр., с учетом требований гигиены и физиологии труда.

4. Требования к персоналу, обслуживающему мощные ИК-лазерные технологические установки

4.1. В лазерных цехах ЗАПРЕЩЕНО:

4.1.1. Облучать прямым лазерным лучом участки тела.

4.1.2. Смотреть на лазерный луч и его зеркальное отражение.

4.1.3. Вносить в зону лазерного луча блестящие предметы (часы, кольца и др.) способные вызвать его отражение и попадание на человека, а также воспламеняющиеся материалы.

---

* Контроль и определение сопутствующих вредных факторов производится в соответствии с существующими санитарными нормами и правилами, ГОСТ (см. п. 10.)

4.1.4. Выполнение работ не предусмотренных инструкциями по эксплуатации ЛТУ и лазерной гигиене. Нахождение лиц, не связанных с непосредственным обслуживанием установок.

4.1.5. Эксплуатировать установки при снятом с лазера кожухе, лучепроводах и открытой технологической кабине.

4.1.6. Снимать, нарушать защитные устройства, ограждения, сигнализацию и блокировки электросхем.

4.1.7. Начинать работу на лазерной установке при неисправностях вакуумной и газовой систем, электрической части, манипулятора, кабины и непроверенном заземлении конструкций.

4.1.8. Производить работы, подтяжку болтов, гаек уплотнений и пр. на лазере после подачи на него высокого напряжения, за исключением юстировочных работ (резонатора).

4.1.9. Покидать рабочее место при включенной установке.

4.1.10. Нахождение наверху установок любых предметов.

4.1.11. На рабочих местах курить, хранить и принимать пищу.

4.1.12. Затенять светопроемы любыми предметами, в том числе и комнатными растениями.

4.2. К работе на установках допускаются лица:

— достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинский осмотр независимо от прохождения осмотра по месту предыдущей работы и не имеющие медицинских противопоказаний;

— закончившие курс специального обучения. Организация обучения персонала гигиене и безопасности работ проводится в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79 и должна включать, в частности, ознакомление его со специфичностью лазерного излучения, степенью опасности и сопутствующих неблагоприятных факторов, средствами коллективной и индивидуальной защиты от них;

— получившие инструктаж по технике безопасности и гигиене труда. При значительном изменении параметров лазерного излучения или характера выполняемых работ проводится внеочередной инструктаж;

— изучившие «Инструкцию по гигиене труда и технике безопасности при эксплуатации мощных лазерных технологических установок», которая должна разрабатываться предприятием-потребителем с учетом технической документации на лазерные установки, специфики организации и производства работ;

— обучение приемам безопасного выполнения операций, правилам личной профилактики; приемам оказания самопомощи и первой помощи при несчастных случаях (поражении лазерным излучением, электрическим током и другими опасными факторами).

4.3. Производство работ на лазерной установке разрешается при наличии не менее двух человек, прошедших обучение на данной установке и аттестацию по технике безопасности при работе на электроустановках напряжением свыше 1000 В и с газовыми баллонами высокого давления.

4.4. Обслуживающий персонал обеспечивается спецодеждой, средствами индивидуальной защиты и должен регулярно ими пользоваться:

— хлопчатобумажными (бязевыми) халатами зеленого или синего цвета с плотно застегивающимися обшлагами рукавов и шапочками;

— противолазерными очками или щитками со светофильтрами из стекла «БС-15», СЗС-22 (ГОСТ 9411-81Е) препятствующими облучению глаз отраженным лазерным излучением с длиной волны 10,6 и 0,63 мкм (только для наладчиков, при проведении ими ремонтных, наладочных кратковременных работ в условиях возможного воздействия диффузно отраженного лазерного излучения).

4.4.1. Светофильтры противолазерных очков должны обеспечивать снижение интенсивности облучения глаз до предельно допустимой величины. На светофильтрах или оправе очков необходимо указывать их спектральную характеристику, оптическую плотность.

4.5. Чтобы исключить ожоги рук, обработанную деталь необходимо снимать с манипулятора только остывшей или специальными захватами, например, с магнитом.

4.6. Во время перерывов персоналу не следует находиться в помещении лазерного цеха. Регламентированные перерывы по 5—10 минут следует использовать для самомассажа рук и век, производственной гимнастики. Целесообразно чередование этих процедур для снятия утомления у персонала.

4.7. При подозрении на возможное поражение электротоком, лучом лазера пострадавшего следует немедленно направить в медицинский пункт, а при поражении оказать первую помощь и немедленно вызвать врача для оказания медицинской помощи.

5. Требования техники безопасности при работе с мощными лазерными технологическими установками

5.1. Общая часть.

5.1.1. Строповки, подъем и установка узлов лазерной установки должны производиться в соответствии с правилами проведения грузоподъемных операций.

5.1.2. При эксплуатации лазера необходимо экстренно выключить высокое напряжение в случаях загорания табло и (или) включении звукового сигнала, указывающих на нару-

шения в работе систем, возникновение пожара внутри или снаружи лазерной установки.

5.1.3. На лазере, пультах управления, ограждениях, в соответствии с требованиями техники безопасности при эксплуатации высоковольтного оборудования, должны быть вывешены соответствующие плакаты.

5.1.4. Вся лазерная установка, а также отдельные ее части, должны иметь заземление. Все токопроводящие части, которые могут оказаться под напряжением должны быть надежно заземлены. Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей лазерных установок, проверки заземления, в том числе и светильников, производятся не реже одного раза в год.

5.1.5. Узлы и элементы электросхем должны быть заключены в металлические шкафы и блоки и выполнены в соответствии с требованиями ПУЭ, ПТЭ и ПТБ.

5.1.6. Все токоведущие части лазерной установки должны быть ограждены и размещены таким образом, чтобы исключалась возможность прикосновения к ним при эксплуатации.

5.1.7. К сборке и наладке лазеров допускаются инженерно-технические работники, сборщики лазерных технологических установок, слесари-механики, оптики-механики, имеющие достаточную производственную квалификацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5.1.8. Лицам, не связанным с непосредственным обслуживанием установок и посещающим лазерные цеха по служебной необходимости, обязателен сопровождающий. Сопровождающий должен находиться с допускаемыми, следить за их безопасностью.

5.1.9. Рабочий должен быть внимательным, не отвлекаться, помнить, что на установках высокое напряжение и лазерное излучение!

5.2. Перед началом работы.

5.2.1. Для операторов.

5.2.1.1. Привести в порядок спецодежду, застегнуть обшлага рукавов, заправить одежду так, чтобы не было свисающих концов, проверить наличие средств защиты.

5.2.1.2. Убедиться в порядке на рабочем месте и возможности безопасного проведения работы.

5.2.1.3. Убедиться, что приточно-вытяжная вентиляция работает нормально.

5.2.1.4. Убедиться в полной исправности рабочих инструментов и предохранительных приспособлений.

5.2.1.5. Выполнять только ту работу, которая поручена при условии, что безопасные методы ее выполнения известны —

в сомнительных случаях необходимо обращаться к наладчику или мастеру.

5.2.2. Для наладчиков.

5.2.2.1. Убедиться в порядке на рабочем месте.

5.2.2.2. Проверить наличие защитных средств.

5.2.2.3. Осмотром убедиться в исправности и надежности подсоединений защитного заземления на обслуживаемых установках. Металлические конструкции должны иметь видимое заземление с надписью «Заземление».

5.2.2.4. Проверить наличие изолирующих подставок и инструмента с изолирующими рукоятками и их пригодность для работы.

5.2.2.5. Убедиться в исправности и надежности подсоединений разрядников.

5.2.2.6. Убедиться, что на действующих установках защитные кожуха на месте, а блокировки задействованы. Все переключатели должны быть установлены на нулевое положение.

5.3. Во время работы.

5.3.1. Для операторов.

5.3.1.1. Не допускать на свое рабочее место лиц, не имеющих отношения к порученной работе.

5.3.1.2. При нарушении нормальной работы установки (искрение, запах гари, дым, посторонние шумы в установке) надо отключить неисправную установку кнопкой «стоп» и немедленно сообщить наладчику или мастеру.

5.3.1.3. **Не рекомендуется:**

а) включать установку и иметь съемные ключи от пульта управления;

б) выполнять функции наладчика при его отсутствии.

5.3.2. **Для наладчиков.**

5.3.2.0. Наладочные работы допускается производить как на участках специально для этого предназначенных, так и в производственных помещениях, где разрабатываются или эксплуатируются мощные лазерные технологические установки. При этом, путем ограждения щитами, принимаются меры, исключающие пребывание посторонних лиц на рабочих местах, отведенных для наладки.

5.3.2.1. При сборке и наладке лазера допускается выполнение операций, в частности:

а) разборка и сборка лазера;

б) замена и юстировка зеркал резонатора;

в) измерение характеристик лазеров, юстировка оптической системы установки;

г) наладка механической части.

5.3.2.2. **Запрещается:**

а) работать на установке с неисправным заземлением;

б) производить стыковку и расстыковку штепсельных разъемов под напряжением.

5.3.2.3. При проведении профилактического осмотра, ремонта оборудования должно быть обращено внимание на:

а) безотказность работы всех защитных и блокирующих устройств;

б) надежность заземления.

5.3.2.4. В порядке технического обслуживания, без записи в оперативном журнале, наладчики могут выполнять следующие работы:

а) ремонт и установку блоков по элементам, со снятием напряжения;

б) текущее обслуживание и мелкий ремонт вспомогательного оборудования.

5.3.2.5. По распоряжению с записью в оперативном журнале проводятся следующие работы:

а) текущее обслуживание установок (смена электродвигателей, ламп, предохранителей и т. д.);

б) профилактические работы;

в) поиск места неисправности.

5.3.2.6. При пуско-наладочных работах для измерений должны применяться приборы, специально предназначенные для лазерных установок и укомплектованные необходимыми проводами с наконечниками или разъемами:

а) измерительные приборы присоединять к специальным гнездам;

б) работы под напряжением следует проводить в диэлектрических перчатках, стоя на диэлектрическом коврике. Приборы должны находиться на изолирующих подставках, удобных для отсчета показаний.

5.3.2.7. Присоединение и отсоединение переносных приборов, требующее разрыва электроцепей, находящихся под напряжением до и свыше 1000 В, должно производиться при полном снятии напряжения в присутствии второго лица. Более детальный поиск неисправности должен производиться на испытательном стенде при соблюдении существующих правил техники безопасности.

5.3.2.8. При монтажных и ремонтных работах необходимо проверить надежность закрепления гибких шлангов.

5.3.2.9. После окончания наладочных и ремонтных работ на установке необходимо установить все блокировки, заземления и проверить надежность их срабатывания.

5.4. По окончании работы.

5.4.1. Привести в порядок рабочее место. Инструмент, приспособления, тару, готовые изделия сложить на отведенные для этого места.

5.4.2. Сообщить сменщику и мастеру обо всех неисправностях, замечаниях во время работы и о мерах, принятых к их устранению.

5.4.3. Приведенное в порядок рабочее место сдать сменщику или мастеру.

5.4.4. Спецодежду и индивидуальные средства защиты убрать на отведенное место.

6. Медицинский контроль за состоянием здоровья персонала, работающего с мощными лазерными установками

6.1. Наряду с обязательными предварительными при поступлении на работу медицинскими осмотрами, все лица работающие с лазерным излучением, должны периодически обследоваться один раз в 12 месяцев терапевтом, невропатологом и офтальмологом, с проведением лабораторных и функциональных исследований (эритроциты, тромбоциты, лейкоцитарная формула, ЭКГ), в соответствии с приказом Министерства здравоохранения СССР № 700 от 19 июня 1984 г. При этом женщины обязательно осматриваются врачом акушером-гинекологом с проведением бактериоскопического (на флору) и цитологического (на атипичные клетки) исследования.

6.1.1. В связи с наличием комплекса неблагоприятных физико-химических факторов, перегрузок, имеющих место при эксплуатации лазерных технологических установок, количество врачей-специалистов, участвующих в проведении медицинских осмотров, частота осмотров, лабораторные и функциональные исследования определяются по этиологическим факторам в процессе труда согласно Перечня (приложение 3 к приказу 700).

6.1.2. Персонал лазерных участков, подвергающийся воздействию веществ, являющихся аллергенами (например, промышленные аэрозоли), в обязательном порядке осматривается дополнительно отоларингологом, дерматовенерологом с проведением клинического анализа крови. Врачам, проводящим предварительные и периодические медицинские осмотры при наличии медицинских показаний, надлежит привлекать к осмотрам других врачей-специалистов.

6.2. При исключении воздействия на персонал вредных и опасных, неблагоприятных производственно-профессиональных факторов, в результате внедрения гигиенических рекомендаций, вопрос о необходимости медицинских осмотров работающих в измененном объеме решается только органами государственного санитарного надзора.

6.3. Помимо перечня общих медицинских противопоказаний к допуску на работу, связанную с опасными, вредными веществами и неблагоприятными производственными факто-

рами, для лазерных излучений приказом № 700 МЗ СССР выделены следующие дополнительные медицинские противопоказания с учетом специфики биологического действия фактора:

— Хронические заболевания кожи.

— Понижение остроты зрения — ниже 0,6 на одном глазу и ниже 0,5 — на другом.

— Наркомания, токсикомания, в том числе хронический алкоголизм.

— Шизофрения и другие эндогенные психозы.

6.4. Можно рекомендовать рассматривать как противопоказание к приему на работу с лазерами профессиональные заболевания, вызванные воздействием других вредных физических факторов, например, шума, ионизирующего излучения, СВЧ и ВЧ, магнитных полей и т. п., а также хронические профессиональные интоксикации со стойким нарушением функций центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, органов кроветворения.

6.5. Администрация предприятия обеспечивает и несет ответственность за своевременную и организованную явку работников на медицинские осмотры и обследования. Главные врачи лечебно-профилактических учреждений, осуществляющие эти осмотры, несут ответственность за качество их проведения.

6.6. При каждом периодическом осмотре в «Карту подлежащего периодическому осмотру», вносятся изменения, происшедшие в профессиональной деятельности обследуемого, параметры профессиональных производственных факторов. В отношении каждого осматриваемого, врачи, проводящие медицинское освидетельствование, намечают лечебно-оздоровительные мероприятия. В заключительном акте по результатам периодических медицинских осмотров и гигиенического заключения санитарного врача, указываются рекомендации по оздоровлению условий труда в лазерных цехах (участках) предприятия.

6.7. Наиболее уязвимыми звеньями в функциональном состоянии организма работающих с ИК-лазерами, являются нервная и сердечно-сосудистая система, зрительный анализатор.

6.8. На диспансерном наблюдении у соответствующих специалистов должны находиться лица с вегето-сосудистой дистонией; нозологическими формами заболеваний с изменениями артериального давления, прежде всего гипотонией; отклонениями со стороны зрительного анализатора, невротическими реакциями.

6.9. В сложных диагностических случаях для установления этиологической роли профессионального фактора в заболевании, лица, работающие с лазерами, должны направлять-

ся в установленном порядке в специализированные клиники профессиональных болезней.

6.10. Лица, работающие с лазерами, независимо от стажа работы, должны в первую очередь направляться на стационарное и санаторно-курортное лечение, диетпитание (в зависимости от характера выявленных заболеваний), а также на оздоровление в дома отдыха, пансионаты, санатории-профилактории.

6.11. На прикрепленный к лазерному цеху (участку) медицинский персонал возлагается проведение и организация профилактической деятельности в цехах, санитарно-просветительной работы среди лиц, обслуживающих мощные лазерные технологические установки.

7. Аптечка *:

I. Для лазерных цехов и участков.

1. Мазь алоэ.
2. Синтомициновая эмульсия — 5%.
3. Глазная мазь с антибиотиками или сульфаниламидами.
4. Новокаин — 2% раствор.
5. Альбуцид 30% — 10.
6. Фурациллин 1:5000.
7. Валидол.
8. Капли Вотчала.
9. Нашатырный спирт.
10. Анальгин.
11. Цитрамон.
12. Спирт 70% — 25,0.
13. Иод 5% — 10,0.
14. Бриллиантовая зелень.
15. Индивидуальный пакет 3 шт.
16. Вата (1 пакет).
17. Бинт перевязочный стерильный.
18. Лейкопластырь.
19. Бактерицидный лейкопластырь.
20. Жгут (химический карандаш).
21. Шины Крамера.

II. В здравпункте и других медицинских учреждениях предприятий, эксплуатирующих мощные лазеры, должен быть необходимый следующий минимум медикаментов и средств для оказания первой медицинской помощи (включая специальный переносной чемодан).

---

* Потребность исчисляется в соответствии с действующими табелями (нормами) оснащения медикаментами.

Противошоковый набор

1. Кордиамин — 25% — 2,0.
2. Кофеин — 20% — 1,0.
3. Строфантин — 0,05% — 1,0.
4. Коргликон — 0,05% — 1,0.
5. Адреналин — 1:1000 — 1,0.
6. Мезатон — 1:1000 — 1,0.
7. Преднизолон — 0,03% — 1,0.
8. Хлористый кальций — 10% — 100.
9. Физиологический раствор — 0,92 — 10,0.
10. Пентамин — 0,1% —2,0.
11. Димедрол — 1% — 1,0.
12. Супрастин — 2,5% — 1,0.
13. Пипольфен — 2,5% — 1,0.
14. Атропин — 0,1% — 1,0.
15. Диазолин — 0,1 в табл.
16. Валидол — в табл., капсулах.
17. Нитроглицерин — в табл., капсулах.
18. Морфин — 1% — 1,0.

Медикаменты

1. Камфора — 2,0.
2. Папаверин — 2% — 2,0.
3. Дибазол — 1% — 10,0.
4. Сернокислая магнезия — 25% — 10,0.
5. Глюконат кальция — 50% — 2,0.
6. Анальгин — 50% — 2,0.
7. Платифиллин — 0,2% — 1,0.
8. Цититон — 1,0 в/в.
9. Лобелин — 1% — 1,0 в/м; 5% — 1,0 в/в.
10. Эфедрин — 5% — 1,0.
11. Теофедрин — 2,4% — 10,0 в/в.
12. Эуфиллин — 2,1% — 10,0 в/м.
13. Клофелин — 0,01% — 1,0.
14. Инсулин — 200 ед.— 5 мл.
15. Пенициллин — 500 000 Ед в/м.
16. Левомицетин — 0,5.
17. Сульфадимезин — 0,5.
18. Фурациллин — 1:5000.
19. Альбуцид 30% — 20,0.
20. Новокаин — 2% р-р.
21. Глазная мазь, содержащая антибиотики или сульфаниламиды.
22. Синтомициновая эмульсия.
23. Мазь алоэ.
24. Капли Вотчала.

25. Спирт 70 и 90°.
26. Нашатырный спирт.
27. Бриллиантовая зелень.
28. Марганцевокислый калий.
29. Йод — 5% и 3%.
30. Эпсилонаминокапроновая кислота 6%.

III. Вспомогательные средства.

1. Бинты (стерильные).
2. Пластырь.
3. Бактерицидный лейкопластырь.
4. Вата (палочки с ватой).
5. Индивидуальный пакет.
6. Жгут (химический карандаш).
7. Шины Крамера.
8. Носилки.

III. ПРИЛОЖЕНИЕ

8. Меры первой помощи при поражении лазерным излучением и электрическим током

Степень выраженности поражений зависит от ряда факторов, прежде всего, характеристик лазерного луча (плотности потока, мощности, фокусировки, модовой структуры, длины волны), времени воздействия, вида и свойств биологических тканей (глаза, слизистая, кожа — цвет, наличие волосяного покрова, локализации и условий облучения (угол падения луча, площадь ожога). Она определяет оперативную тактику поведения медицинских работников в отношении пострадавших лиц.

При поражении лазерным лучом и током высокого напряжения возможны обмороки, тепловой удар, ожоги, кровотечения, шок, смерть от остановки сердца и дыхания.

8.1.1. В случае поражения человека током или излучением необходимо немедленно выключить лазерную установку.

8.1.2. Отделить пострадавшего от токоведущих частей, деталей, надев предварительно диэлектрические перчатки и встав на диэлектрический коврик, перенести пострадавшего *на свободное место.*

8.1.3. Вызвать врача, скорую помощь или направить пострадавшего в медицинский пункт, сообщить о случившемся руководителю.

8.2. **Первая помощь** зависит от состояния, в котором находится пострадавший.

8.2.1. В случае легкого поражения, пострадавший сам себе оказывает первую помощь (самопомощь). Кроме того, товарищи по работе также обязаны оказать пострадавшему пер-

вую помощь (взаимопомощь) с использованием средств цеховой аптечки.

8.2.2. При обмороке необходимо: горизонтальное положение тела, расстегнутая одежда пострадавшего, приток свежего воздуха, вдыхание паров нашатырного спирта.

8.2.3. При кровотечении необходимо: прижатие артерии на ее протяжении, фиксированное сгибание конечности или наложение жгута, тампонада раны и давящая повязка.

8.2.4. При отсутствии признаков жизни (дыхания, сердцебиения, пульса) немедленно приступить к искусственному дыханию «изо рта в рот», «изо рта в нос». Искусственное дыхание проводится непрерывно до оживления.

Искусственное дыхание осуществляется одновременно с непрямым массажем сердца, при этом пострадавший лежит на спине (лицом вверх), голова слегка повернута в сторону. Действия, оказывающего помощь при этом методе, сводятся к ритмичному, в темпе своего дыхания (12—15 раз в минуту) надавливанию обеими руками на нижнюю часть грудной клетки пострадавшего.

8.2.5. Степень выраженности лазерных поражений кожного покрова различна: от ожогов эпидермиса (эритемы) до обугливания. Возможны комбинированные лазерные поражения: ожог+резаная рана, лазерный ожог+ожог от возгорания одежды и т. д. Лазерные ожоги имеют некоторые особенности, проявляющиеся в геометрической форме поражения (окружность, овал, ломаная линия, кратерообразные углубления) с различной степенью выраженности повреждений (очаги ожогов разной степени поражения) и их характером. Например, для ожога II—IIIA степени, вызванного несфокусированным излучением CO_2-лазера, характерным является его четкое отграничение темно-коричневым ободком пигментации (шириной 2—3 мм). На поверхности ожога видны точечные пигментации, наиболее выраженные по периферии. Для лазерного ожога специфично наличие зон, разнородных по степени нарушений, отличающихся по структуре, форме и цвету (от ярко-красной поверхности с отделяемым, до темно-коричневого налета). Отек ткани умеренный, рана болезненна. Заживление лазерных ожогов более быстрое, чем у термических ожогов.

8.2.5.1. При ожогах первая помощь заключается в предотвращении травматизации и загрязнения поврежденной поверхности и осуществляется наложением асептической повязки (индивидуальный пакет) или промыванием раны дезинфицирующим раствором, 2% раствором новокаина.

8.2.5.2. В случае подозрения на повреждение лазерным излучением глаз или кожного покрова, пострадавший должен быть доставлен в медицинский пункт. При поражении

глаз или значительном повреждении кожи, пострадавший должен быть обследован специалистом-офтальмологом или дерматологом и находиться под их наблюдением.

8.2.5.3. При ожогах век и роговицы необходимо закапывать в конъюнктивальный мешок анестетик (2% раствор новокаина) и закладывать за веки мазь с антибиотиками или сульфаниламидами. Мазь наносят на пораженные участки кожи век. На обожженные веки и прилегающие участки лица должна быть наложена повязка (индивидуальный перевязочный пакет).

8.2.5.4. При ожоге радужной оболочки и заднего отдела глаза, в том числе и глазного дна, вызванном лазерным излучением видимого и инфракрасного диапазона спектра, закапывают в конъюнктивальный мешок 0,1% раствор атропина, на пораженный глаз накладывают асептическую повязку. При ослаблении зрения, накладывают бинокулярную повязку и пострадавшего срочно направляют к офтальмологу.

8.3. Первая медицинская помощь при поражении лазерным лучом и электрическим током оказывается медицинским работником.

8.3.1. При ранении мягких тканей, ожогах показаны: асептическая повязка, иммобилизация конечности; футлярная новокаиновая блокада при обширных ожогах. Противошоковые профилактические мероприятия. Срочная госпитализация в специализированный стационар.

8.3.2. При переломах костей конечности: обезболивающие средства, иммобилизация шинами Крамера и др., создание неподвижности двух суставов (выше и ниже перелома). Противошоковые лечебные мероприятия. Срочная госпитализация.

8.3.3. При кровотечении: прижатие артерии на протяжении, фиксированное сгибание конечности, наложение жгута, давящей повязки, тампонада раны. Переливание крови и кровезаменителей при массивной кровопотере. Сердечные и сосудистые средства.

8.3.4. Помощь при желудочно-кишечных кровотечениях: внутривенно р-р хлористого кальция. Внутримышечно викасол, 10% р-р желатины, 5% р-р эпсилонаминокапроновой кислоты. Срочная госпитализация в хирургический стационар. Введение внутривенно: р-ра строфантина или кордиамина, полиглюкина, консервированной крови, анальгетиков.

8.3.5. При проникающих ранениях живота и закрытых повреждениях органов брюшной полости: сердечные и сосудистые средства по показаниям. При внутрибрюшинном кровотечении: в/в р-р хлористого кальция, в/м викасол, 10% р-р желатины, антибиотики, 6% р-р эпсилонаминокапроновой кислоты.

8.3.6. Легочное кровотечение: в/в 10% р-р хлористого кальция. В/м викасол, 10% р-р желатины. Полусидячее положение. Срочная госпитализация.

8.3.7. Помощь при травматическом пневмотораксе (открытый, закрытый, клапанный): *окклюзионная повязка*. Пункция плевральной полости. Дренирование плевральной полости по Бюллау. Ваго-симпатическая новокаиновая блокада по А. В. Вишневскому. Подкожно р-ры морфина, кордиамина. Срочная госпитализация.

8.3.8. Травматический шок: ингаляция кислорода, в/в вливание мезатона, адреналина на физиологическом р-ре — медленно — новокаиновая блокада, подкожно р-р морфина, кофеина, кордиамина, транспортная иммобилизация, срочная госпитализация в специализированный стационар.

8.4. Скорая и неотложная помощь при наличии острой сердечно-сосудистой недостаточности.

8.4.1. См. 8.2.2. Обморок.

8.4.2. Коллапс, кардиогенный шок — строфантин, корглюкон, камфора, кордиамин, кофеин, норадреналин, преднизолон, гидрокортизон, закрытый массаж сердца. Искусственное дыхание «изо рта в рот», «изо рта в нос» (8.2.4).

9. Гигиеническая классификация лазеров

В воздействии на человека лазерного излучения, как биотропного фактора, проявляется особенность, имеющая двоякий характер. В одном случае — положительный (применение в качестве лечебного средства), в другом — отрицательный (неблагоприятный производственно-профессиональный фактор). В первом случае требуется оптимальная медицинская регламентация его воздействия на человека (пациента), а во-втором — полное исключение.

В итоге многолетних исследований разработана гигиеническая классификация лазеров (пункт 9.2), основанная на фундаментальных принципах организации здравоохранения в СССР — охране здоровья трудящихся. Структура классификации вытекает из общих гигиенических положений. В ее основе лежат два гигиенических постулата: первый, лазерное излучение — антропогенный и биотропный фактор, его воздействие на человека должно быть исключено, второй — гигиенический регламент, реализуемый через ПДУ. Это принципиально отличает ее от существующих классификаций лазеров, исходящих из степени опасности для людей генерируемого ими излучения, в частности, глаз и кожного покрова — СНИП 2392-81 (см. п. 9.2).

Использование ПДУ должно беспрестанно ограничиваться. Их следует применять в порядке исключения, ввиду аргументировано доказанной невозможности на данном этапе развития техники полной защиты персонала, исключения воздействия на него лазерного излучения. Разрешение на облучение персонала уровнями лазерного излучения даже не превышающими ПДУ, должно выдаваться органами Государственного санитарного надзора (областной или республиканской СЭС) временно, на конкретный срок.

9.1. Принципиально иной подход к оценке лазерного излучения — с позиций обеспечения сохранности здоровья людей, работающих с лазерами, радикально упростил и качественно улучшил процедуру классификации лазерных установок. Этому способствует также разработанная и унифицированная методика определения уровней лазерного излучения на рабочих местах.

Данная гигиеническая классификация лазеров (лазерных установок) по рангам * учитывает большое число вариантов практического использования ЛТУ, хотя, вероятно, и не охватывает всего существующего их многообразия.

9.2. Классификации лазеров

Гигиеническая классификация лазеров (лазерных установок)		Классификация лазеров по степени опасности генерируемого ими излучения (СНИП 2392-81)	
ранг лазера	**Характеристика**	класс лазера	характеристика
0 (закрытые)	Исключено воздействие на человека (биологические объекты) любых уровней и параметров лазерного излучения.	I	Лазеры, выходное излучение которых не представляет опасности для глаз и кожи.
I (открытые)	Уровни лазерного излучения воздействующие на человека меньше ПДУ.	II	Лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением.

* — Понятие ранг лазера введено с целью исключения путаницы, ибо классификации самого различного назначения выделяют классы.

Продолжение

1	2	3	4
II (открытые)	Уровни лазерного излучения воздействующие на человека равны или больше ПДУ (рассматривается как исключение)	III	Лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности, и (или) при облучении кожи прямым и зеркально отраженным излучением.
III (медицинские)	Предусмотрено воздействие лазерного излучения на человека (пациента) в специальных условиях и соответствующей дозе.	IV	Лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

9.3. Для медицинских лазеров наряду с его рангом (III), отражающим специфику применения лазерного излучения, т. е. его воздействие на пациента, устанавливается дополнительный ранг, указывающий на обеспечение безопасности персонала. Запись выполняется следующим образом, например, установка магнито-лазерной терапии: ранг III(0).

9.4. В процессе эксплуатации ранг установки может быть изменен, например, при выполнении специальных работ.

Лазерные установки классифицируются предприятием-изготовителем путем измерения уровней лазерного излучения в рабочей зоне и сравнении их с ПДУ (СНиП 2392-81).

10. Перечень нормативно-регламентирующей документации, рекомендуемой для использования при проектировании, разработке и эксплуатации мощных лазерных технологических установок

На мощные лазерные технологические установки распространяются требования нижеперечисленных документов, за исключением случаев оговоренных в данных рекомендациях.

Необходимые материалы.

1. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров. № 2392. МЗ СССР, 1981.

2. Гигиена труда при работе с лазерами. Методические рекомендации МЗ РСФСР, 1981.

3. ГОСТ 12.1.031-81 ССБТ. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения.

4. Определение уровней лазерного излучения на рабочих местах персонала, обслуживающего лазеры. Методические указания. М., 1984.

5. Технико-гигиенические требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технологических мощных ИК-лазерных нагревательных установок. Методические рекомендации. М., 1984.

6. ГОСТ 12.1. 040-83. ССБТ. Лазерная безопасность. Общие требования.

7. ГОСТ 15093-75. Изделия квантовой электроники. Лазеры и устройства управления лазерным излучением. Термины и определения.

8. ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

9. ГОСТ 12.2.061-82. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

10. ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

11. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. (ПТЭ). М.: Атомиздат, 1972.

12. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. (ПТБ). М.: Атомиздат, 1972.

13. ГОСТ 12.1.019-80. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования.

14. ГОСТ 12.1.004-76. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования безопасности.

15. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

16. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.

17. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

18. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

19. ГОСТ 204-45-75. Здания и сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах.

20. СНИП II-4-79. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение.

21. ГОСТ 17677-82. Светильники. Общие технические требования.

22. Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий. СН 181-70. М.: Изд-во литературы по строительству, 1972.

23. ГОСТ 12.1.005-76. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

24. ГОСТ 12.4.021-75. ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования.

25. СНИП II-33-75. Нормы проектирования. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

26. ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

27. ГОСТ 21829-76. СЧМ. Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования.

28. ГОСТ 12.2.064-81. ССБТ. Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности.

29. ГОСТ 12.4.040-78. ССБТ. Символы органов управления производственным оборудованием.

30. ГОСТ 23000-78. Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.

31. ГОСТ 21480-76. Система «человек-машина». Мнемосхемы. Общие эргономические требования.

32. ГОСТ 22613-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования.

33. ГОСТ 22614-77. Система «человек-машина». Включатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования.

34. ГОСТ 22615-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования.

35. ГОСТ 21958-76. СЧМ. Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования.

36. ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». (СЧМ). Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.

37. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

38. ГОСТ 12.2.033-78. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

39. Правила безопасности в газовом хозяйстве. М., «Недра», 1973.

40. ГОСТ 12.0.004-79. ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения.

41. ГОСТ 12.4.003-80. ССБТ. Очки защитные. Типы.

Вспомогательные материалы

42. ГОСТ 12.2.007-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

43. ГОСТ 7601-78. Физическая оптика. Термины, буквенные обозначения и определения основных величин.

44. ГОСТ 8.275-78. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерения средней мощности лазерного излучения в диапазоне длин волн 0,3—12 мкм.

45. ГОСТ 8.276-78. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений энергии импульсного лазерного излучения в диапазоне длин волн 0,3—12 мкм.

46. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

47. ГОСТ 12.1.006-76. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

48. ГОСТ 12.1.001-75. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.

49. НРБ-76. Нормы радиационной безопасности.

50. Санитарные нормы и правила при работе с машинами и оборудованием, создающими локальную вибрацию, передающуюся на руки работающих № 3041-84, МЗ СССР.

51. Санитарные нормы вибрации рабочих мест. № 3044-84, МЗ СССР.

52. ГОСТ 12.4.123-83. ССБТ. Средства коллективной защиты от ИК-излучений. Общие технические требования.

53. ГОСТ 12.4.001-80. Очки защитные. Термины и определения.

54. ГОСТ 9411-81Е. Стекло цветное оптическое.

55. ГОСТ 21034-75. Рабочее место человека-оператора. Термины и определения.

56. ГОСТ 22973-78. Система «человек-машина». Общие эргономические требования. Классификация.

57. ГОСТ 12.1.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

58. СНИП 111-В 14-72. Полы. Правила производства и приемки работ.

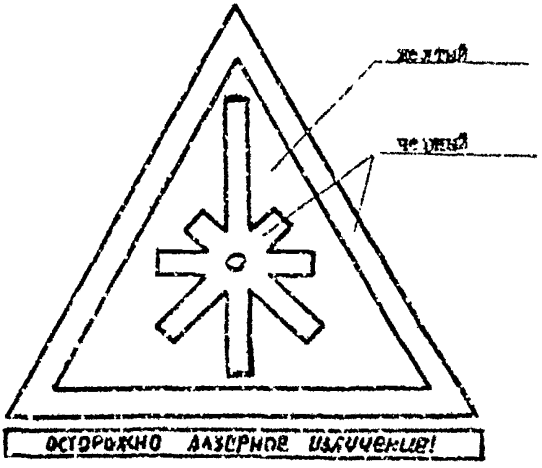
59. ГОСТ 13109-67. Нормы качества электрической энергии у ее приемников, присоединенных к электрическим сетям общего назначения.

60. ГОСТ 2.601-68. ЕСКД. Эксплуатационные документы.

61. Работа на лазерных установках — источниках ионизирущих излучений. В кн. «Правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений в учреждениях, организациях и на предприятиях Академии наук СССР». М.: Наука, 1984 с. 155—163.

62. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. № 3223-85, МЗ СССР, 1985.

Приложение



Знак лазерной безопасности (ГОСТ 12.4.026-76. "ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности")

Печатается по разрешению МЗ СССР

ГИГИЕНА ТРУДА И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ЛИЦ, РАБОТАЮЩИХ С МОЩНЫМИ ИНФРАКРАСНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Методические рекомендации

Редактор И. В. Филиппова
Научный редактор **Л. Д. Быковников**
Корректор **Л. А. Суркова**

П 71075 от 22.10.85 г. Заказ 198. Объем 3 п. л. Тираж 1000 экз.

gost.e-ecolog.ru

Типография ХОЗУ Минпромстроя СССР
Москва, ул. Петровка, 14