

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЛАЗЕРАМИ

II.1 Воздействие лазерного излучения на человека

Лазерное излучение (прямое, отраженное, рассеянное) при попадании в органы зрения или на кожу может вызвать их повреждение. Факт действия лазерного излучения на организм человека установлен достоверно. Поглощаясь биологическими тканями, излучение подвергается сложным превращениям. В частности, энергия излучения может превратиться в тепловую энергию. При этом наблюдается локальный нагрев ткани, что может вызвать необратимые патологические изменения (денатурация белков и др.). При мощном лазерном облучении могут также обесцвечиваться (сесть) или сгорать волосы.

Действие лазерного излучения на живую ткань зависит от мощности светового потока и режима облучения. Лазеры непрерывного действия оказывают в основном тепловое влияние, которое проявляется в эффекте фотокоагуляции. Импульсные лазеры ($\tau \sim 10^{-8} \div 10^{-3}$ с, $E \sim 0,1 \div 10^3$ Дж) могут вызвать сложные превращения в ткани: кроме теплового действия, возможны взрывные процессы (образование ударных волн и упругих колебаний, связанных с быстрым нарастанием резкого перепада температуры в местах облучения), процессы ионизации и др.

Опытами на животных установлено, что лазерное излучение действует также на нервную систему. Например, при глубоком облучении головного мозга мышей развивались параличи и наступала смерть. Правда, несфокусированный луч не вызывал тяжелых последствий.

Лазерное излучение особенно опасно для глаз. Для сетчатки глаза граничными допустимыми плотностями мощности и энергии являются [28]:

- при непрерывном излучении – $0,35 \text{ Вт/см}^2$;
- при импульсном ($\tau=30$ мкс) – $0,27 \text{ Дж/см}^2$;
- при импульсном излучении в режиме модулированной добротности ($\tau = 500$ нс) – $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/см}^2$.

При облучении кожи максимальными допустимыми уровнями плотности мощности (энергии) являются:

- при непрерывном излучении (за время $t = 5$ с) – 100 мВт/см^2 ;
- при импульсном излучении – $0,1 \text{ Дж/см}^2$.

Для лазеров с ультрафиолетовой генерацией приведенные данные недействительны.

Несфокусированное излучение маломощных газовых лазеров ($P = 1 \div 100$ мВт) при попадании на кожу в течение короткого времени не вызывает никаких биологических изменений.

Однако всегда следует помнить, что излучение даже маломощных газовых лазеров опасно для глаз. Например, гелий-неоновый лазер мощностью 1 мВт может создать на сетчатке глаза (оптическая система глаза напоминает собирающую линзу, фокусирующую излучение на сетчатке) плотность мощности порядка $1,2 \cdot 10^3 \text{ Вт/см}^2$, что намного превышает допустимые нормы. Плотность мощности сфокусированного лазерного луча определяет соотношение

$$P_{\text{сф}} = \left(\frac{D}{f\lambda} \right)^2 P,$$

где P – мощность лазера; D - диаметр линзы (входного зрачка); f – фокусное расстояние фокусирующей системы; λ - длина волны генерации. Для глаза можно принять $f = 1,5 \text{ см}$, а при ярком освещении зрачок сужается до $D \sim 1 \text{ мм}$. Легко убедиться, что при $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ и $P = 1 \text{ мВт}$ $P_{\text{сф}} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Вт/см}^2$.

Существенное значение имеет диаметр зрачка глаза. При большем его диаметре на сетчатку попадает больше энергии лазерного излучения. Поэтому в ярко освещенной комнате, когда диаметр зрачка минимальный, возможность поражения меньшая, чем в темноте, когда зрачок глаза расширен.

Даже отраженный или рассеянный луч мощного лазера может оказаться вредным для глаз экспериментатора. Необходимы определенные защитные меры. Следует также иметь в виду, что энергия излучения лазера, начиная с 25 Дж, вызывает серьезные повреждения кожи. Для лиц, работающих с лазерами, разработан специальный дозиметр, измеряющий энергию фонового (т.е. рассеянного и отраженного) лазерного излучения.

II.2 Инструкция по охране труда при работе в лаборатории лазерной техники и технологии кафедры ОЭФ

I ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

1. К работе на лазерных установках допускаются лица, которые освоили методику эксплуатации лазерных установок, выучили эту инструкцию и прошли медицинский осмотр.
2. Студенты, которые выполняют лабораторные работы, допускаются к их выполнению только в составе группы в количества не больше четырех человек и только те, кто освоили требования этой Инструкции и прошли проверку знаний у руководителя занятий с записью в журнале.
 - 2.1. Все переключения (кроме аварийных ситуаций) и изменения в оптических системах лазерных установок разрешается осуществлять

только по разрешению преподавателя, проводящего лабораторные занятия.

3. Все лазерные установки должны быть заземлены.
4. При работе на лазерных установках обслуживающий персонал должен выполнять требования инструкций по их эксплуатации.
5. Нарушение требований этой Инструкции является нарушением трудовой дисциплины и виновные несут ответственность в соответствии с действующим законодательством.

II ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

6. Провести обзор рабочего места, убрать все лишнее, мешающее нормальной работе.
7. Проверить целостность заземления, исправность кнопок включения и выключения, наличие протока воды в системе охлаждения излучателя, наличие и исправность предохранителей.
8. Проверить наличие способов индивидуальной защиты от лазерного излучения: очков, фильтров, экранов, а также средств коллективной защиты.

III ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

9. Посторонние лица во время работы в помещения лазерной лаборатории не допускаются.
10. Запрещается оставлять без присмотра работающие лазеры.
11. Запрещается направлять лазерное излучение на легко возгораемые предметы.
12. При включенной генерации вносить в оптический тракт и убирать из него любые предметы, в особенности с гладкой блестящей поверхностью, запрещается.
13. Запрещается: выполнять такие операции, которые могут привести к попаданию прямого или зеркально отраженного луча в глаза или на кожу работающих лиц, а именно:
 - 13.1 открывать излучатели и блоки питания, выполнять наладку, ремонт и обзор при включенном напряжении питания;
 - 13.2 снимать технологические способы защиты, которые предусмотрены инструкцией, и нарушать линии автоблокировки.
14. Во время работы нужно постоянно контролировать систему охлаждения излучателей лазеров, наличие и надежность работы блокировок.
15. Запрещается класть на установки портфели, сумки и другие посторонние предметы.
16. Если при работе установки появляется неисправность, надо отключить установку и доложить обо этом руководителю.

17. При травме или другом несчастном случае с сотрудником или студентом надо немедленно отстранить его от работы, оказать первую медицинскую помощь, в случае необходимости вызывать “Скорую помощь” по телефону 9-03.

IV ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

18. При пожаре, затоплении помещения необходимо немедленно выключить установку (установки), сообщить присутствующим и организованно покинуть помещение.

V ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИЮ РАБОТЫ

19. Отключить установку, органы управления выставить в исходное положение.
20. Убрать свое рабочее место.
21. Выходя из помещения, проверить: выключено ли оборудование, закрыты ли водопроводные краны систем охлаждения, закрыты ли форточки и окна.
22. Закрыть двери помещения на замок.