

ДЕЯКІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ І ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ВІД НЬОГО НА ВИРОБНИЦТВІ.

*Демчук Г.В., канд.техн.наук., доцент (кафедра ОПЦБ, НТУУ“КПІ”),
Макарець Д.Л., Огієнко О.С. студенти (ММІФ, НТУУ“КПІ”)*

Розширене застосування лазерних установок у різних галузях діяльності людини сприяє залученню великої кількості працівників для їх обслуговування. Поряд з унікальними властивостями (спрямованість і величезна щільність енергії в промені) і перевагами перед іншим устаткуванням лазерні установки створюють певну небезпеку для здоров'я обслуговуючого персоналу. Результат впливу лазерного випромінювання визначається як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбиваючою і поглинаючою здатністю, теплоємністю, акустичними і механічними властивостями), так і характеристиками лазерного випромінювання (енергія в імпульсі, щільність потужності, довжина хвилі, тривалість дії, площа опромінювання) [1]. Тому що біологічні тканини людини мають різні характеристики поглинання, лазерне випромінювання діє вибірково на різні органи. Існують три основні типи ушкодження тканин, викликаних лазерним опроміненням. Це теплові ефекти, фотохімічна дія, а також акустичні перехідні ефекти (схильні тільки очі).

* Теплові ефекти можуть виникати при будь-якій довжині хвилі і є наслідком випромінювання або світлової дії на охолоджувальний потенціал кровотоку тканин.

* Фотохімічні ефекти відбуваються в діапазонах між 200 і 400 нм ультрафіолетових, а також між 400 до 470 нм видимих довжинах хвиль. Фотохімічні ефекти зв'язані з тривалістю і частотою повторення випромінювання.

* Акустичні перехідні ефекти, пов'язані з тривалістю імпульсу, можуть статися в короткий термін імпульсів (до 1 мс.) залежно від конкретної довжини хвилі лазера. Акустична дія перехідних ефектів погано вивчена, але воно може викликати ушкодження сітківки, яка відмінна від термічної травми сітківки [2].

Лазерні випромінювання впливають на весь організм людини – шкіру, внутрішні органи, але особливо небезпечно для зору людини.

Потенційна шкідливість для ока людини. Потенційні місця ушкодження ока безпосередньо пов'язані з довжиною хвилі лазерного випромінювання:

* Довжини хвиль коротше 300 нм або більше 1400 нм, впливають на рогівку ока.

* Довжини хвиль між 300 і 400 нм, впливають на водянисту вологу, веселкову оболонку ока, кришталик і склоподібне тіло.

* Довжини хвиль від 400 нм і 1400 нм, спрямовані на сітківку.

Шкідливість лазерного випромінювання для сітківки може бути дуже великою із-за фокусного посилення (оптичного посилення) від очей, що складає приблизно 105 разів. Це означає, що випромінювання від 1 мВт/см² через око буде ефективно збільшено до 100 мВт/см², коли воно досягає сітківки. При

термічних опіках ока порушується охолоджувальна функція судин сітківки ока. В результаті ушкоджуючої дії термічного чинника в наслідок ушкодження кровоносних судин може відбуватися крововиливи в склоподібне тіло [3]. Фотохімічні поранення рогівки шляхом ультрафіолетового опромінення може привести до photokeratoconjunctivitis (часто називають хворобою зварювальників або сніговою сліпотою). Це хворобливі стани можуть тривати декілька днів з болями, що дуже виснажують. Довгостроковий ультрафіолетове опромінення може привести до формування катаракти.

Тривалість дії також впливає на травматизацію очей. Наприклад, якщо лазер видимих довжин хвиль (400 до 700 нм), потужність променя якого складає менше 1,0 МВт, а час експозиції складає менше 0,25 секунд (час за яке людина закриє око), ніяких ушкоджень на сітківці ока не буде. Клас 1, 2, і 2А - лазерів підпадають під цю категорію і, як правило, не можуть зашкодити сітківці. На жаль, при прямому або відбитому попаданні лазера класу 3А, 3В, або 4, і дифузних відображень лазерів вище 4 класи можуть викликати ушкодження, перш ніж людина зможе рефлекторно закрити очі.

Для імпульсних лазерів, тривалості імпульсу також впливає на потенційну шкоду для очей. Імпульси менш ніж на 1 мс при попаданні на сітківку може викликати акустичні перехідні ефекти, що призводить до істотного збитку і кровотеч на додаток до очікуваних теплових ушкоджень. Багато імпульсних лазерів нині мають час імпульсу менш однієї пікосекунди [6].

Стандарт ANSI визначає максимально допустиму потужність(МДМ-СТРУКТУРА) дії лазера на око без яких або наслідків (під впливом конкретних умов). Якщо МДМ-СТРУКТУРА перевищена, то вірогідність ушкодження очей різко зростає. Якщо ви зможете запобігти попаданню лазерного променя і його відображень в око, ви зможете уникнути хвороби і, можливо, засліплюючої травми [7].

Потенційна шкідливість шкірі людини. Травми шкіри від дії лазерного випромінювання в першу чергу, діляться на дві категорії: теплові травми (опіки) від гострої дії потужних лазерних променів і фотохімічного індукованого ушкодження від хронічної дії розсіяного ультрафіолетового лазерного випромінювання.

* Теплової травми можуть виникнути в результаті прямого контакту з променем або його дзеркальним відображенням. Ці травми хоч і хворобливі але, як правило, не є серйозними і, зазвичай, легко запобігають при належному контролі над лазерним променем.

* Фотохімічні ушкодження можуть піти з часом від ультрафіолетового опромінення прямого світла, дзеркальних відображень, або навіть дифузного відображення. Ефект може бути незначним але можуть бути і серйозні опіки, а тривала дія може сприяти формуванню раку шкіри. [4].

Питання безпеки лазерів стало активно обговорюватися з перших днів їх практичного використання. Стандарти лазерної безпеки були уперше прийняті на початку 1970-х років. У них була включена система класифікації джерел

лазерного випромінювання по мірі їх небезпеки, ця система залишилася практично тією ж самою до наших днів. Тип захисту, який потрібно при роботі з лазерним випромінюванням, залежить від класу лазера.

Сьогоднішня система стандартів, що визначає і класифікацію лазерних джерел, і необхідні заходи безпеки при роботі з такими джерелами, підтримується Міжнародною електротехнічною комісією (ІЕС) - неурядовою і некомерційною міжнародною організацією, яка розробляє і публікує стандарти для усіх видів електротехнічного і електронного устаткування [5].

Основні заходи забезпечення лазерної безпеки. Як згадувалося вище, лазери різних класів вимагають різних заходів безпеки - окрім персональних засобів захисту, використовуваних оператором.

Наприклад, лазери 3-го і 4-го класів мають бути обладнані клавішними (кнопковими) вимикачами і захисним блокуванням, щоб фахівці, що тільки мають необхідні повноваження (і знаннями), могли використати такі лазери і щоб лазер негайно вимикався при випадковому відкритті дверей в те приміщення, де він розташований (чи при виникненні небезпечної нештатної ситуації). Англійська компанія "Lasernet" організувала свій бізнес саме на постачаннях устаткування, яке потрібне, щоб задовольнити усім вимогам стандартів безпеки при експлуатації лазерних установок - блокувань, систем відключення, відбиваючих екранів, обгороджувальних знаків, табличок. В сукупності вони дозволяють забезпечити безпеку більше, ніж 30 комбінацій "клас лазера - потужність випромінювання", додатково можуть знадобитися лише попереджувальні наклейки (стікери). Компанія встановила блокувальні системи більш ніж в тисячі дослідницьких організацій і університетів по усій Великобританії.

Зараз вже загально визнано, що організаційні заходи, що забезпечують лазерну безпеку, так само важливі, як і технічні заходи захисту. Вони удвічі важливіші, якщо лазерна установка використовується в захищеному приміщенні або в приміщенні, в якому працює і інше устаткування. Перш, ніж буде натиснута кнопка включення, необхідно забезпечити персональну відповідальність за безпеку персоналу. Потрібна упевненість, що кожен співробітник або співробітниця має адекватні засоби захисту і знає, як треба діяти при виникненні небезпеки. У нашому суспільстві, де все більше поширення отримує судовий розгляд спірних ситуацій, і працедавці, і працівники повинні добре знати про свою особисту відповідальність за техніку безпеки, за виконання усіх вимог, що задаються стандартами лазерної безпеки для конкретних умов використання лазерного випромінювання. Для отримання додаткової інформації можна звернутися до стандарту EN 60825-14, який є інструкцією ЄС по забезпеченню лазерної безпеки.

Центр Лазерних Технологій (ЦЛТ) - заснований в 1987 році і є зразком реалізації кращих традицій і шкіл Ленінградського політехнічного інституту (нині - СПбГПУ) [3]. Центр Лазерних Технологій пропонує наступні послуги: Розробка, виробництво і продаж лазерного технологічного устаткування Сервісне обслуговування і ремонт лазерного устаткування Лазерне гравіювання