1.Джерела лазерного випромінювання.

2.Можливі довжини хвиль лазерного випромінювання.

3.Пристрій лазера (газового, твердотельного, напівпровідникового).

4.Застосування потужних лазерів.

5.Застосування лазеротерапии.

Лазер - це генератор електромагнітних випромінювань оптичного діапазону, робота якого полягає у використанні вимушених випромінювань. Лазер генерує електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 0,2 до 1000 мкм. Цей діапазон за довжиною хвилі та біологічною дією поділяється на три області:

- ультрафіолетову (від 0,2 до 0,38 мкм);

- видиму (від 0,38 до 0,78 мкм);

- ближню інфрачервону (від 1,4 до 1000 мкм).

За характером генерації електромагнітних хвиль лазери поділяються на імпульсні (тривалість випромінювання до 0,25 с) і лазери безперервної дії (тривалість випромінювання від 0,25 с і більше).

Принципи дії лазерів

Принцип дії лазера базується на властивості атома (складної квантової системи) випромінювати фотони при переході із збудженого стану в основний (з меншою енергією). Перехід атома зі збудженого стану, тобто такого стану, коли його електрон знаходиться на вищому енергетичному рівні, в основний стан можливе шляхом спонтанного стрибка електрона на нижчий рівень або при зіткненні збудженого атома зі світловим квантом (фотоном). Таким чином, сторонній фотон при зіткненні зі збудженим атомом вибиває з нього фотон. Кожний з цих двох фотонів може надалі зіштовхуватися з новим збудженим атомом, у результаті чого утворяться вже чотири фотони. Розвиваючись далі, цей процес приводить до утворення лавини наростання числа фотонів.

Описаний вище принцип використовується у лазерах для одержання вимушеного випромінювання. Однак, він передбачає наявність у системі активного середовища, у якому велика частина (більш половини) атомів знаходиться у збудженому стані. В іншому випадку процес загасатиме і не буде відбуватися посилення світла. Отже, створення активного середовища є однією з необхідних умов роботи лазера.

Твердотільні лазери

З оптичних квантових генераторів цього типу в даний час використовуються в медицині рубіновий і неодимовий лазери . Рубіновий лазер складається з трьох основних частин:

1. рубінового кристала;
2. резонансної системи у вигляді двох дзеркальних пластин чи поверхонь відбиття, нанесених на торцеві сторони кристала,що відбивають промені світла;
3. системи накачування, у якості яких зазвичай використовується ксенонова лампа-спалах.

Рубіновий лазер випромінює енергію в червоній області спектра з довжиною хвилі 6943Е. Вихідна енергія рубінових лазерів варіює від десятих часток Дж до тисяч Дж і вище.

У неодимовому лазері активною речовиною є барієве скло з домішкою іонів неодиму. Неодимовий лазер випромінює енергію в інфрачервоній області спектра з довжиною хвилі 10600Е. У порівнянні з рубіновим лазером, він являє собою більш економічний тип оптичного квантового генератора, тому що його ККД перевищує 4%. Рубіновий лазер має ККД 1%.

Газові лазери

Газові лазери здатні працювати в безперервному режимі. Їхнє випромінювання характеризується високою монохроматичністю і когерентністю. В порівнянні із твердими тілами і рідинами, гази мають істотно меншу густину і більш високу однорідність. Тому світловий промінь у газі в меншiй степені спотворюється i розсіюється, що дозволяє легше досягати дифракційної межі розбiжностi лазерного випромінювання. Разом з тим мала густина газів перешкоджає одержанню такої високої густини збуджених часток, що характерна для твердих тіл . Тому питома енергія випромінювання у газових лазерів істотно нижча, ніж у лазерів на основі конденсованих середовищ.

Першим із створених газових лазерів був гелій-неоновий. Він являє собою кварцову трубку, заповнену сумішшю неону і гелію. Трубка закінчується металевими камерами, у яких розміщаються плоскі відбивні пластини.

За допомогою гелій-неонового лазера одержують випромінювання в червоній області видимого спектра на довжині хвилі 6328 Е.

Найбільшу цікавість серед газових лазерів для медико-біологічних досліджень представляють аргоновий і вуглекисневий лазери. Аргоновий лазер випромінює енергію в синьо-зеленій частині спектра з основними довжинами хвиль 4880 і 5145 Е. Вуглекисневий лазер випромінює в інфрачервоній області при довжині хвилі 106000 Е.

Напівпровідникові лазери

До напівпровідникових належать лазери, у яких використовуються оптичні переходи за участю вільних носіїв струму в кристалах, тобто за участю станів в електронних зонах. За способом накачування напівпровідникові лазери поділяються на iнжекцiйнi, з оптичним накачуванням, з накачуванням пучком швидких електронів і з накачуванням пробоєм в електричному полі. Найцікавішими для застосування в лазерних мікротехнологіях є лазери з iнжекцiйним і електронно-променевим накачуванням.

У напівпровідникових лазерах активною речовиною використовують напівпровідникові матеріали*.* Напівпровідникові лазери мають найвищий із усіх типів оптичних квантових генераторів ККД - 60-70%.

Напівпровідникові лазери дозволяють змінювати частоту випромінювання за допомогою магнітного поля. За розмірами напівпровідникові лазери значно менше інших типів лазерів. Однак за такими параметрами, як монохроматичність, когерентність і ступень розбіжності променів, вони значною мірою уступають кристалічним і особливо газовим лазерам. Потужність напівпровідникових лазерів поки що занадто низька для їх успішного медико-біологічного застосування.

Дія лазерного випромінювання на біооб’єкти

Головною особливістю лазерного випромінювання є його чітка спрямованість, що дозволяє на великій відстані від джерела отримати точку світла майже незмінних розмірів з великою концентрацією енергії. Процеси, що лежать в основі взаємодії випромінювання лазера з біологічними об'єктами мало вивчені.

Дія лазерного випромінювання на організм людини має складний характер і обумовлена як безпосередньою дією лазерного випромінювання на тканину, так і вторинними явищами, обумовленими змінами в організмі внаслідок опромінення. Розрізняють термічну і біологічну дію лазерного випромінювання на тканини, що може призвести до теплової, ударної дії світлового тиску, електрострикції (механічні коливання під дією електричної складової електромагнітного поля), перебудови внутрішньоклітинних структур та інше.

Дія лазерного променя залежить від потужності, довжини хвилі випромінювання, тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, часу взаємодії, біологічних та фізико-хімічних особливостей опромінюваних тканин та органів.

Термічний ефект є найважливішим чинником взаємодії лазерного випромінювання з тканиною. В результаті виникає опік з різкою обмеженістю ураженої області від суміжної з нею, що пояснюється нетривалістю лазерного імпульсу: миттєво виділяється тепло, яке не встигає пошириться за межі опроміненої ділянки. Сувора обмеженість ділянки різкого підвищення температури зв'язана також з низькою теплопровідністю біотканин.

Дуже часто фіксується виникнення ударних хвиль механічної або акустичної природи. Можливі кілька механізмів ударних ефектів. Випаровування і виверження часток матеріалу з поверхні об'єкта приводить до виникнення тиску віддачі, спрямованого протилежно рухові вивержених часток, тобто по ходу променя лазера.

Інший можливий механізм виникнення ударної хвилі пов'язаний з тепловим об'ємним розширенням, що розвивається в опроміненій ділянці біоматеріала в результаті дуже швидкого і нетривалого підвищення температури. Таке швидке розширення біоматеріала призводить до появи механічних напруг і ударних хвиль, що поширюються у тканинах. У результаті теплового розширення може виникнути значно більший тиск ніж тиск віддачі, що пов'язаний з викидом часток речовини з поверхні тканини.

Пружна хвиля спочатку має характер ударної хвилі зі швидкістю більшою швидкості звуку, потім трансформується в акустичну швидкістю звуку, а потім у механічну швидкість менше швидкості звуку.

У зв'язку з утворенням ультразвукових хвиль у біооб’єкті можливе виникнення в ньому кавітації, що представляє собою процес утворення мікропорожнин, що сопроводжуються появою дуже високого тиску - до 106 Атм. Ушкодження, які викликані в тканині пружною хвилею можуть бути віддалені від точки опромінення на значну відстань.

Виникнення пружної хвилі в області підвищеного тиску в замкненому просторі (око, череп, грудна клітка, сечовий міхур) здатне призводити до значних ушкоджень, більш глибоких, ніж у випадку розвитку цих явищ на структурах, що не мають твердих границь.

При низькоенергетичному опроміненні лазером швидше за усе відбувається зміна проникності поверхневої мембрани клітини. При цьому можуть спостерігатися різкі зміни на границях, що розділяють різні тканини.

Результатом лазерного опромінення, навіть дуже малих доз, можуть бути такі явища, як нестійкість артеріального тиску, порушення серцевого ритму, втома, роздратування, головний біль, підвищена збудженість, порушення сну. Звичайно, такі порушення зворотні і зникають після відпочинку.

Особливо чутливі до дії лазерного випромінювання очі людини. Ураження очей виникає від влучення як прямого, так і відбитого променя лазера, навіть якщо поверхня відбиття не є дзеркальною. Характер ураження залежить від довжини хвилі. Найсерйознішу небезпеку становить випромінювання УФ діапазону, яке може призвести до зміни структури білка (коагуляція), рогівки та опіку слизової оболонки, що викликає повну сліпоту. Випромінювання видимого діапазону впливає на клітини сітківки, внаслідок чого настає тимчасова сліпота або втрата зору від опіку з наступною появою рубцевих ран. Випромінювання 14 діапазону, яке поглинається райдужною оболонкою, кришталиком та скловидним тілом, більш-менш безпечне, але також може спричинити сліпоту.

Внаслідок лазерного опромінення у біологічних тканинах організму можуть виникати вільні радикали, які активно взаємодіють з органічними молекулами та порушують нормальний хід процесів обміну на клітинному рівні. Наслідком цього є загальне погіршення стану здоров'я.

ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРІВ

Великі можливості відкриваються перед лазерною технікою в біології й медицині. Лазерний промінь застосовується не тільки в хірургії (наприклад, при операціях на сітківці ока) як скальпель, але й у терапії. Інтенсивно розвиваються методи лазерної локації і зв'язку. Локація Місяця за допомогою рубінових лазерів і спеціальних кутових відбивачів, доставлених на Місяць, дозволила збільшити точність виміру відстаней Земля — Місяць до декількох см. Отримано обнадієні результати в спрямованому стимулюванні хімічних реакцій. За допомогою лазерів можна вибірково збуджувати одне із власних коливань молекули. Виявилося, що при цьому молекули здатні вступати в реакції, які не можна або важко стимулювати звичайним нагріванням. За допомогою лазерної техніки інтенсивно розробляються оптичні методи обробки передачі й зберігання інформації, методи голографічного запису інформації, кольорове проекційне телебачення.