

УДК 621.373.8:613.49

ЛАЗЕРНІ КОСМЕТОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Колесник О.В.

Науковий керівник – Курський Ю.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ФОЕТ,
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 409-52-01, e-mail: oleksandra.kolesnyk@nure.ua.

This work describes the area of use of lasers in cosmetology. The influence of different temperatures on biological tissue is given. The calculation of the depth of penetration is also considered and the maximum depth of penetration into the skin is indicated. An example of a laser with three wavelengths is given.

Лазери в косметології використовуються для видалення татувань, пігментованих уражень, шліфування шкіри, видалення небажаного волосся, видалення судинних зірочок, терапія рубців, акне, шрамів.

Застосовуються газові та твердотільні лазери а саме CO₂, рубіновий , Nd:YAG, KTP, Er: YAG та олександритовий лазери.

Шкіра та її компоненти мають широкий спектр поглинання лазерного випромінювання.

Результат дії випромінювання на біологічну тканину залежить від довжини хвилі випромінювання, щільності енергії (потужності) випромінювання (W), тривалості і частоті імпульсів, часу дії, а також від фізико-хімічних і біологічних особливостей тканин (табл.1).

Табл.1 Зміна тканини при різних температур

Температура	Візуальна зміна	Біологічні зміни
37-60°C	без візуальних змін	потепління, зварювання
60-65 °C	бланшування	коагуляція
65-90 °C	білий/сірий	денатурація білка
90-100 °C	зморщування	сушіння
100 °C	шлейф диму	пароутворення, карбонізація

Ступінь термічного ефекту залежить від температури, до якої енергія лазера нагріває тканину. Умова теплової взаємодії:

$$W = 1 - 10^7 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{см}^2} \right), \quad (1)$$

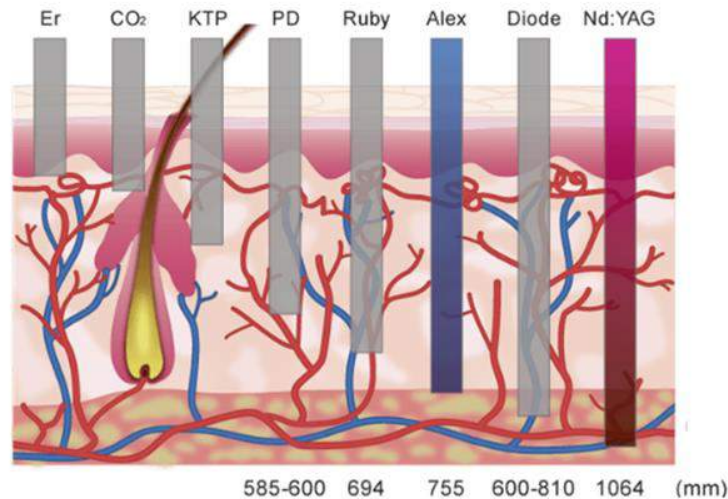


Рисунок 1 – Глибина проникнення для різних довжин хвиль

Знання глибини проникнення випромінювання на певній довжині хвилі є більш критичним для керівництва лазерною фототерапією. Ослаблення лазерного променя інтенсивністю I_0 в товщі тканини на глибині: z розраховується за виразом

$$I(z) \approx I_0 b_s \exp(-\mu_{eff} z), \quad (2)$$

$$\mu_{eff} = [3\mu_a(\mu_a + \mu'_s)]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

де μ_a - коефіцієнт поглинання, μ_s - коефіцієнт розсіювання b_s враховує додаткове опромінення верхніх шарів тканини внаслідок багаторазового зворотного розсіювання та повного внутрішнього відбиття на межі тканина/навколишнє середовище. Для тканин $b_s = 1-5$ при діаметрі променя 1-20 мм глибина проникнення світла в тканину становить:

$$l_e = l_d [\ln \ln b_s + 1]. \quad (4)$$

Дослідження показують що максимальна глибина проникнення у шкіру складає 3,5 мм для довжини хвилі 1090 нм. На довжинах хвиль 600, 633, 660, 700, 750, 800, 850 і 900 нм глибина проникнення складає відповідно 1,5, 1,7, 1,8, 2,0, 2,2, 2,3, 2,4 і 2,5 мм.

Для виконання різноманітних косметологічних завдань створюються лазерні системи які оснащені лазерами що генерують у декількох діапазонах, прикладом є пікосекундний Nd:YAG-лазер який включає три довжини хвилі, 532 нм – 1064 нм – 694 нм, високу пікову потужність (до 1,8 ГВт) та чотири режими випромінювання (пикосекундний, q-switched, оптипульс, фото-тепловий), щоб поєднати максимальні робочі характеристики з найширшим спектром косметологічних процедур.

Список використаних джерел:

1. Тихорук Д. В. Збірка статей про лазерну та косметологічну техніку компанії "Медікалазер", частина 1. Київ, 2019. 84 с.

2. Курський Ю.С., Кальна О.О. Фемтосекундна оптична томографія Метрологія та прилади. №2, 2020, с. 57-60.