

ГЕНЕРАТОР ХОЛОДНОЇ ПЛАЗМИ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ (З КОМБІНОВАНИМ ВПЛИВОМ «ПЛАЗМА+ВИСОКОЧАСТОТНИЙ СТРУМ»)

Плазмова медицина є доволі новою галуззю і базується на біофізичних та біохімічних механізмах взаємодії холодної плазми та живої матерії. Велика кількість експериментів доводить, що холодна (нерівноважна) плазма має виражену бактерицидну дію, а також впливає на згортання крові, стимулює регенерацію тканин, пригнічує ракові клітини. Використання подібних генераторів в розвинутих країнах розпочалося близько десяти років тому і зараз набуває все ширшого розповсюдження. В Україні ця галузь є відносно новою, а кількість відповідних лікувальних закладів, де використовується подібна технологія – обмежена.

Основним методом отримання холодної плазми для медичного застосування є високовольтний газовий розряд. Найбільш поширені на сьогоднішній день два типи генераторів холодної плазми [1]. В першому відбувається пропускання потоку гелію, аргону, або повітря (в цьому випадку говорять про холодну атмосферну плазму (cold atmospheric plasma – CAP)) під тиском через діелектричну трубку, в якій містяться електроди, між якими різниця потенціалів становить від 5 до 35 кіловольт. На кінці трубки міститься діафрагма з малим отвором, при проходженні через який формується тонка плазмова голка (plasma needle), або джет (plasma jet). За цим типом пристроїв закріпилася назва pin-to-hole (PtH). Інший тип пристроїв отримав назву «dielectric barrier discharge» (DBD), оскільки в них плазма утворюється на поверхні плоского діелектрика, який вкриває високовольтний електрод.

Названі два типи пристроїв мають різні області застосування: PtH ідеально підходить для обробки малих площ, але важкодоступних місць (стоматологія), тоді як DBD використовується для обробки відносно великих площ (дерматологія, оброблення відкритих ран).

Плазма, що виробляється генераторами названих типів за різними оцінками здатна знищувати від 50 до 90% бактерій та грибкових інфекцій на поверхні, що обробляється нею, час обробки становить від 3 до 15 хвилин [2]. Ефективність обробки залежить в першу чергу від ступеня іонізації (яка в свою чергу залежить від напруженості електричного поля, в якому утворюється плазма), часу обробки та інтенсивності подачі газу (для приладів типу PtH).

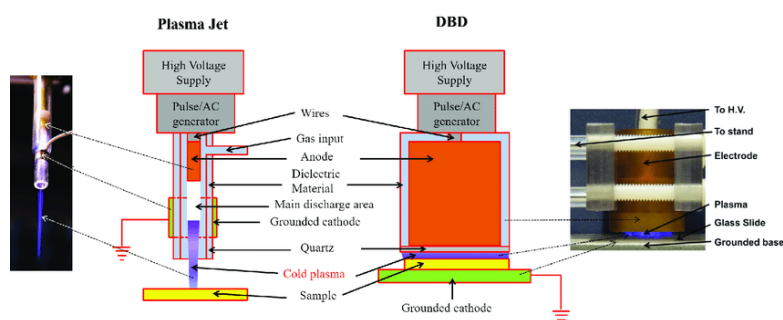


Рис. 1. Порівняння класичних типів генераторів холодної плазми

В приладах типу PtH використовується тліючий або слабо-дуговий розряд, але через те, що плазма фізично утворюється на електроді, який знаходиться досить далеко від поверхні обробки – ураження електричним струмом не відбувається. В приладах типу DBD плазма утворюється в поверхневому (ковзаючому) розряді безпосередньо біля поверхні обробки, але діелектрик, який вкриває активний електрод – захищає від ураження електричним струмом. Для підвищення ефективності стерилізації пропонується використовувати плазму високочастотного іскрового розряду. Таким чином на бактерії та грибкові інфекції буде впливати не лише холодна плазма, а й високочастотний електричний струм, який завдяки фізичному явищу скін-ефекту не буде проникати вглиб живої тканини і викликати ураження. Основною відмінністю цього генератора від попередніх є те, що у нього відсутнє сопло для формування плазмового джета, як у PtH, або ізоляція електроду, як у DBD. Обмеження струму робиться схематехнічними методами.

Список використаних джерел

1. Yan D., Sherman J. H., Keidar M. Cold atmospheric plasma, an ovel promising anti-cancer treatment modality // *Oncotarget*. 2017; 8: 15977-15995. URL: <https://www.oncotarget.com/article/13304/text/>
2. Cherif M.M., Assadi I., Khezami L., Hamadi N.B., Assadi A.A., et al.. Review on Recent Applications of Cold Plasma for Safe and Sustainable Food Production: Principles, Implementation, and Application Limits // *Applied Sciences*, 2023, 13 (4), pp.2381. URL: <https://hal.science/hal-04057801/document>