

## СТЕРИЛІЗАЦІЯ РАН ЗА ДОПОМОГОЮ ХОЛОДНОЇ ПЛАЗМИ

Плазменна медицина являється новою областю досліджень та включає в себе фізику, хімію, біологію та медицину. Завдяки можливостям управляти фізичними та хімічними параметрами плазми, вона може мати широкий діапазон лікувальних властивостей. Проведення великої кількості експериментів доводить, що плазма володіє доволі цінними властивостями з великим потенціалом застосування в медицині – бактерицидною та противірусною дією, а також впливає на згортання крові, імунну систему, ракові клітини. Плазма утворюється, коли внутрішня енергія газу велика. Тоді атоми поділяються на іони та електрони. Так виникає стан, без енергії якого не існувало б життя, наприклад, сонце – це також плазмова куля.

Плазму ділять на низькотемпературну (температура менше мільйона кельвінів) і високотемпературну (температура мільйон кельвінів і вище). Такий поділ обумовлено важливістю високотемпературної плазми в проблемі здійснення керованого термоядерного синтезу. Різні речовини переходять в стан плазми при різній температурі, що пояснюється будовою зовнішніх електронних оболонок атомів речовини: чим легше атом віддає електрон, тим нижче температура переходу в плазмовий стан. У нерівноважній плазмі електронна температура істотно перевищує температуру іонів. Це відбувається через відмінності в масах іона і електрона, яке ускладнює процес обміну енергією. Така ситуація зустрічається в газових розрядах, коли іони мають температуру близько сотень, а електрони близько десятків тисяч К.

У рівноважній плазмі обидві температури рівні. Оскільки для здійснення процесу іонізації необхідні температури, які можна порівняти з потенціалом іонізації. Рівноважна плазма зазвичай є гарячою (з температурою більше кількох тисяч К), а нерівноважна є низькотемпературною (холодною).

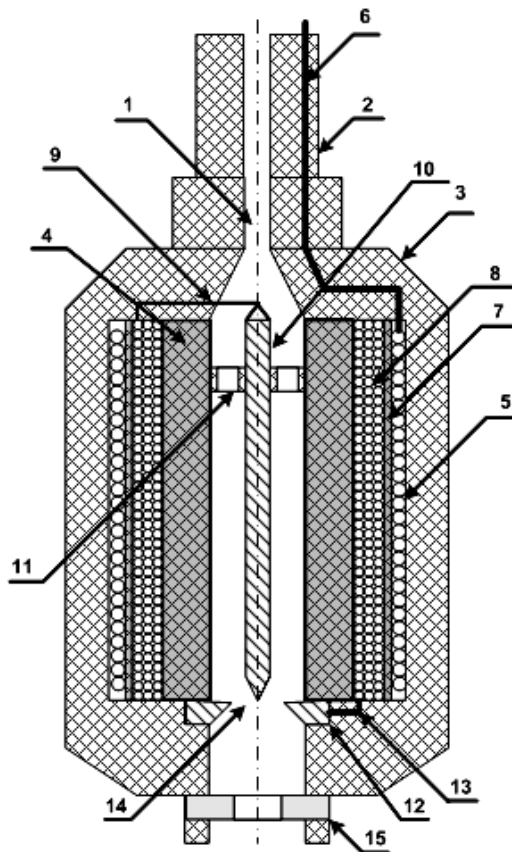
Доведено, що холодна плазма вбиває бактерії краще, ніж антибіотики, тому її доцільно використовувати в медицині. Під час холодної плазмової обробки ран, відбувається руйнування хвороботворних мікроорганізмів і хімічні токсикантів. Переваги використання плазменного потоку в медицині такі: - здатність зупинити кровотечу, в тому числі великої площі; - бактерицидна дія; - відсутність будь-якого жорсткого іонізуючого випромінювання; - обладнання забезпечує безпеку при використанні, за умови дотримання загальноприйнятих заходів безпеки і належного методичного використання; - простота використання, відносно низька вартість і надійність. Найбільш простим і розповсюдженим способом створення низькотемпературної плазми є газовий розряд. Змінюючи тиск і склад газу, розміри електродів і міжелектродних проміжків, електричне поле і струм газового розряду, можливо в широких межах керувати параметрами плазми. Один із варіантів будови такого пристрою зображено на рисунку 1.

Принцип дії такого пристрою наступний. Імпульси високої напруги подаються на електроди, захищені діелектричним циліндричним корпусом. Одним з електродів є кільце, а другий виконаний у вигляді стержня, розташованого поздовж осі циліндра. В циліндр під тиском закачується інертний газ або повітря. Під час проходження газу між електродами він іонізується і на виході утворюється плазма.

Одним з варіантів поліпшення дизайну є поєднання збільшення напруги і електродів в одному вузлі. Така конструкція, по суті, є імпульсним трансформатором з феритовим осердям у формі трубки. Використання повітря в якості "джерела" для створення плазми є доцільним через, по-перше, його доступність, а по-друге, через хороші клінічні результати. Система буде працювати з максимальним коефіцієнтом корисної дії за умови, що обмотки трансформатора будуть налаштовані у резонанс.

На рисунку 1 показані:

1. повітряний потік;
2. гнучка діелектрична трубка для подачі повітря;
3. загальний діелектричний корпус;
4. феритове осердя у вигляді трубки;
5. первинна обмотка;
6. електричний контакт з первинною обмоткою;
7. ізоляція між первинними і вторинними обмотками;
8. вторинна обмотка;
9. контакт між електродом і вторинною обмоткою;
10. електродний стержень;
11. тримач для стержневого електрода;
12. кільцевий електрод;
13. електричний контакт з кільцевим електродом;
14. область газового розряду;
15. регулювання діаметру апертури плазмового струменя.



*Рис. 1. Будова генератора холодної плазми для медичного застосування*

Головна перевага цієї конструкції над іншими полягає в тому, висока напруга утворюється там же, де і використовується. У відомих конструкціях кільцевий електрод (12 на рисунку 1) виконаний у вигляді шайби із загостреними виступами всередину, на яких власне і формується розряд. Одним із варіантів додаткової модифікації генератора холодної плазми може бути збільшення місць формування газового розряду. В ідеалі зона випуску газу повинна мати форму кільця, що займає весь простір між електродами. За винятком цього, в конструкцію можна додати додаткове електромагнітне поле яке буде штовхати плазму назовні. Також перспективним є розроблення лічильника який вимірюватиме ступінь іонізації газу.

На даний час використання холодної плазми в медицині є дуже перспективним. Доведено, що її можна використовувати в різноманітних галузях медицини: для лікування та стерилізації ран, для терапії онкологічних пухлин, в стоматології, гінекології, пульмонології, гастроентерології та багатьох інших. Тому розроблення та вдосконалення генераторів холодної плазми є доцільним та перспективним в майбутньому.