

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РУПОРНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА В ДІАТЕРМІЇ

В основі будь-яких механізмів лікувальної дії високочастотних коливань лежить первинна дія їх на електрично заряджені частинки (електрони атоми і молекули) речовин, з яких складаються тканини організму. Їхня дія відмінна від низькочастотних коливань в плані подразнення. Тому в методиках використання високочастотних електричних коливань можна значно підвищити значення діючих факторів і провести прогрівання або спричинити специфічну дію, чого не можна зробити постійним струмом або струмами низьких частот. Тож актуальним є використання методу електролізування – діатермія.

Сутність діатермії полягає в прогріванні тканин тіла високочастотним струмом (1,5-2 МГц), що проходить між двома контактними накладеними на поверхню тіла металевими електродами (струмом до 2 А та напругою до 150 В). Використовується при запальних захворюваннях м'язів, периферичної нервової системи, суглобів та деяких захворюваннях внутрішніх органів.

Теплова дія струму при діатермії визначається, в основному, іонними втратами, тобто виділенням тепла, що відбувається при коливальному русі іонів. У зв'язку з відносно низькою частотою, використовуваної при діатермії, діелектричні втрати в тканинах невеликі. Кількість тепла Q в калоріях, що виділяється за одиницю часу в одиниці об'єму однорідної тканини, може бути розраховане на підставі закону Джоуля-Ленца, де j – щільність струму, ρ – питомий опір тканини.

$$Q = k \cdot j^2 \cdot \rho . \quad (1)$$

На частотах 1-2 МГц питомий опір тканин з великим вмістом рідин (кров, м'язи, тканини внутрішніх органів) становить 100-200 Ом·см, питомий опір бідних електролітами жирової і кісткової тканини значно вище і становить 2000-5000 Ом·см.

При проведенні діатермії високочастотний струм проходить послідовно через перехідний опір між електродом і шкірою, шар шкіри і підшкірної жирової клітковини, м'язові й інші глибоко лежачі тканини. В результаті відносно більш високої питомої опору шкіри і жирової клітковини в цих тканинах виділяється найбільша кількість тепла. Це небажаний розподіл теплоти по шарах тканин ускладнюється і тим, що при контактному накладенні електродів безпосередньо під ними має місце підвищення щільності струму, а в глибоко розташованих тканинах шляху струму розгалужуються і щільність струму значно знижується. Переважний нагрів поверхневих шарів тканин тіла – істотний недолік діатермії, що обмежує можливості її застосування. Тому аби виправити деякі недоліки, використаємо замість електродів рупорний випромінювач.

Рупорні антени є найпростішими антенами СВЧ діапазону. Вони можуть застосовуватися як самостійно, так і в якості елементів більш складних антен. Рупорні антени дозволяють формувати діаграми спрямованості шириною від 100..140 до 10..20 градусів. Можливість подальшого звуження діаграми спрямованості обмежується необхідністю різкого збільшення довжини рупора. Для формування вузьких діаграм спрямованості можуть бути використані двовимірні решітки з невеликих рупорів. Сукупність цих рішень дозволяє створювати антени досить компактних розмірів з голчастою діаграмою спрямованості. Для спрощення задачі узгодження прийомних і передавальних антен використовують антени з обертовою поляризацією. Для створення поля з круговою поляризацією застосовується включення в хвилепровідний тракт рупора фази секції. При цьому доводиться відмовлятися від тих лінз, які застосовні тільки для лінійно поляризованих хвиль (прискорюють метало-пластинчасті лінзи). Рупорні антени є широкосмуговими антенами, вони забезпечують приблизно полуторне перекриття по діапазону. Частотні властивості лінзових антен визначається частотними властивостями діелектрика лінзи. Коефіцієнт корисної дії рупорів високий і дуже близький до 100%. Однак лінзи мають ряд недоліків. Це великий обсяг, маса, втрати в матеріалі лінзи і на відбиття від її поверхні. Тому, при розрахунку рупорно-лізових антен всі ці фактори необхідно враховувати і знаходити компроміси. При розумному проектуванні можна розрахувати антену, яка в достатній мірі буде задовольняти технічним завданням.

Для того щоб можна було оцінити рівень сигналу, який відбився від поверхні та надійшов до прийомної антени, необхідно знати коефіцієнти відбиття радіохвиль заданої частоти від поверхні біологічного об'єкту (шкіри). Таке складне завдання необхідно вирішувати за допомогою моделювання.

На основі дослідження характеристик рупорного випромінювача та математичного моделювання в спеціалізованій програмі (HFSS Ansoft, MATLAB, Mmana) отримуємо діаграми напрямленості та дослідимо вплив на шкіру людини.