

МАШИНОЗНАВСТВО

УДК 612.014.426

С.С. Свістельник, аспір.*Житомирський інженерно-технологічний інститут***МАГНІТОТЕРАПЕВТИЧНИЙ АПАРАТ ЗАГАЛЬНОГО ВПЛИВУ
НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ***(Представлено д.т.н., проф. Б.Б. Самотокіним)*

Розглянуто один із можливих варіантів реалізації магнітотерапевтичного апарату загально-го впливу на організм людини. Також наведено деякі конструкторські особливості цього апарату.

Загальні відомості

Найважливішим біотропним параметром електромагнітного поля (ЕМП) є частота його зміни. В медицині найбільше розповсюдження отримало низькочастотне електромагнітне поле (НЧЕМП). В результаті магнітотерапевтичного впливу в процесі лікування беруть участь системи загальної регуляції життєдіяльності [1]. Відповідно до цього, при аналізі реакцій організму на загальний вплив НЧЕМП необхідно враховувати, що кожна підсистема по-своєму реагує на зазначений чинник. Перше місце посідають нервова та ендокринна системи, органи чуттів, потім ідуть імунна, серцево-судинна, кровоносна системи, органи травлення, м'язові, видільні, дихальна та кісткові системи.

Дослідження останніх десятиліть переконливо підтвердили інформаційну роль і значення для біологічних систем дуже слабких ЕМП, у тому числі в діапазоні надзвичайно низьких частот, при певних значеннях їх модуляції [2, 3, 4].

До теперішнього часу відсутня узагальнена система вибору частотних характеристик НЧЕМП у магнітній терапії при вирішенні тих або інших конкретних задач, зокрема, при проектуванні магнітотерапевтичної апаратури. Важливою відмінністю НЧЕМП від високочастотних полів є те, що ці поля пронизують біологічну тканину будь-якого типу без викривлення.

Найбільш ефективним, з точки зору дослідників, є використання імпульсного низькочастотного магнітного поля (НЧЕМП) [5, 6, 7]. Роль амплітуди менш визначена. Але найбільша ефективність терапевтичного впливу НЧЕМП спостерігається в діапазоні $0,1 < B < 3,5$ мТл [4]. Порівняльна оцінка реакцій нервової та вісцеральної [1] систем живих організмів на вплив ЕМП показує, що слабкі ($B < 1$ мТл) змінні поля викликають більш виражені та стійкі зміни стану, ніж постійні ЕМП із відносно великими значеннями ($B > 1$ мТл).

На сьогоднішній день в медицині найчастіше використовуються апарати лікування електромагнітним полем локальної дії, наприклад, вітчизняні "Полемиг", "Поліус-2" або закордонний "Магнетодиафлюкс" (Румунія) тощо [8], в яких використовується низькочастотне імпульсне електромагнітне поле. Але перспективним є створення установок загального впливу на організм людини, хоча це і несе значні витрати матеріалів на створення соленоїдів – основної частини всіх магнітотерапевтичних апаратів даного класу. Наявність такої апаратури дозволяє проводити широкий спектр медичних досліджень, вдосконалювати і створювати нові методики використання низькочастотних електромагнітних полів із врахуванням індивідуальної чутливості хворого до параметрів поля на різних стадіях та степенях важкості патологічного процесу.

Принцип роботи магнітотерапевтичного апарата

Один з варіантів побудови магнітотерапевтичного апарата наведений нижче. В цьому апараті використовуються магнітні поля, які за своїми параметрами близькі до параметрів "чистого" геомагнітного поля Землі, постійна складова магнітної індукції якого приблизно дорівнює 0,05 мТл.

Запропонований апарат складається з циліндричного соленоїда та електронної частини. Будемо вважати, що соленоїд має секційну структуру – декілька соленоїдів, наприклад, чотири, які знаходяться послідовно на одній осі обертання (блок соленоїдів БС, рис. 1.). При почерговому переключенні соленоїдів отримуємо скануючу систему. Частота зміни електромагнітного поля, що створюється соленоїдами, буде пропорційна частоті їх переключення. В деякій проміжок часу електромагнітне поле впливає лише на частину організму, а не на весь організм. Це сприяє більш повній адаптації організму до магнітного поля, яке на нього впливає [8].

З технічної точки зору, використання такого способу роботи апарату також доцільніше, так як це зменшує енергетичні витрати, що пов'язані з живленням соленоїдів. В проміжок часу, який залежить від частоти переключення соленоїдів, працює лише один зі соленоїдів.

Для зменшення впливу зовнішнього електромагнітного поля існують багато способів. Як один із варіантів, для цього використано гіпомагнітну камеру. З точки зору керування цей варіант доцільніший,

ніж, наприклад, використання системи компенсуючих котушок, що призводить до ускладнення алгоритму керування всією системою. В цій камері знаходиться блок соленоїдів.

Апарат (як електронна частина, так і соленоїди) працює на постійному струмі. Структурна схема апарата наведена на рис. 1.

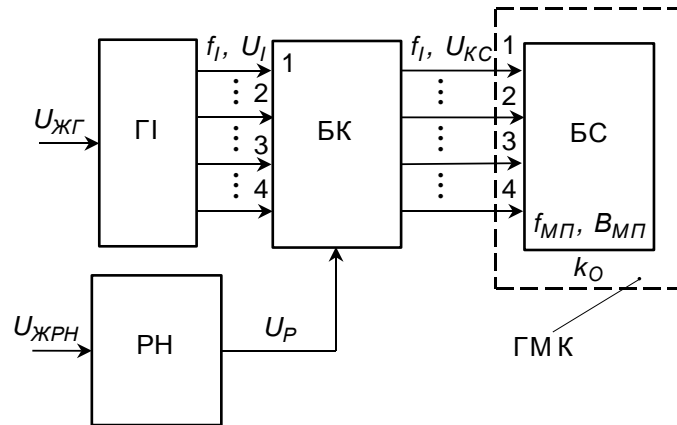


Рис. 1. Структурна схема магнітотерапевтичного апарата

Електронна частина складається з генератора імпульсів (ГІ), регулятора напруги (РН) та блока керування (БК). Принципова схема цієї частини наведена на рис. 2.

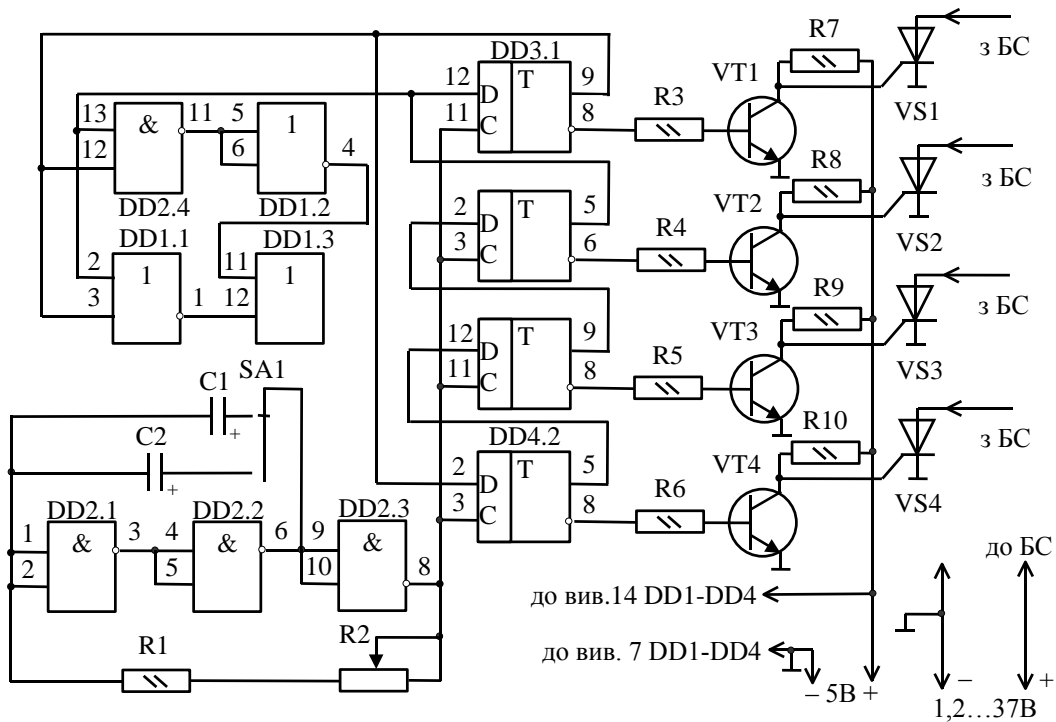


Рис. 2. Принципова схема керуючої частини магнітотерапевтичного апарата

Генератор імпульсів зібрано на двох мікросхемах К555ЛА3 та двох мікросхемах К555ТМ2. За допомогою RC-кола вибирається необхідна частота слідування імпульсів, які генеруються мікросхемою DD2. Після чого імпульси надходять на синхронізуючі входи тригерів DD3.1–DD4.2, на яких реалізований регістр зсуву. За допомогою конденсаторів C1 та C2 можна змінювати діапазон частот, що використовуються. Частоту слідування імпульсів можна знайти за формулою [9]:

$$f_i \approx \frac{1}{(R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln \frac{U_{вих}^1 - U_{вих}^0 + I_{вих}^0 \cdot (R_1 + R_2)}{U_{порсх}}}$$

де $U_{вих}^1, U_{вих}^0, I_{вих}^0, U_{пор.сх}$ – напруги та струм на виході мікросхеми DD2; C дорівнює $C1$ або $C2$, в залежності від діапазону частот, який використовується в даний час (діапазон I – 0,6 Гц, діапазон II – 6...100 Гц). Частота імпульсів регулюється плавно. Напруга живлення генератора $U_{жг} = 5$ В.

На інверсних виходах тригерів отримуємо необхідну послідовність слідування імпульсів.

Регулятор напруги РН являє собою не що інше, як блок живлення, що плавно регулює напругу в широких межах ($U_p = 1,2...37$ В). Цей блок виконаний на мікросхемі-стабілізаторі КР142ЕН12А. Напруга живлення РН – $U_{ж-р} = 45$ В.

Імпульси з генератора через транзистори, які знаходяться в блоці керування БК, поступають на керуючі електроди тиристорів. Коли на базі транзистора рівень логічного "0" (він надходить з інверсного виходу тригера), транзистор закритий, але відкритий тиристор і соленоїд живиться від РН. Як тільки на базу транзистора надходить рівень логічної "1", то транзистор відкривається та шунтує керуючий електрод тиристора. Тиристор закривається і соленоїд відключається. У процесі роботи на блок соленоїдів БС надходить послідовність імпульсів із амплітудою, яка була задана РН (рис. 3).

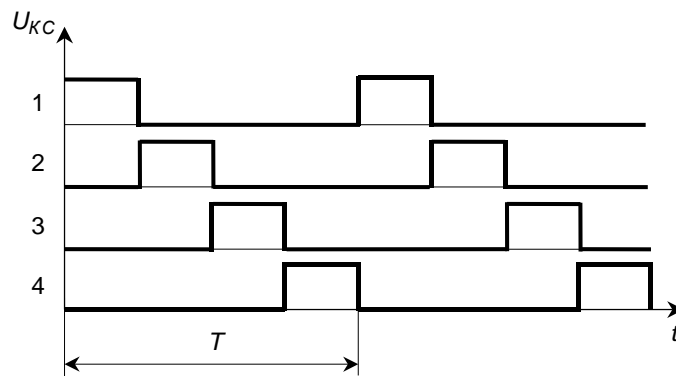


Рис. 3. Порядок слідування імпульсів

Завдяки зсуву сигналу, що генерується тригерами, соленоїди живляться послідовно. При цьому в соленоїдах виникає електромагнітне імпульсне поле з частотою

$$f_{мп} = \frac{f_1}{4},$$

де f_1 – частота сигналу, що генерується ПІ, Гц.

Індукція електромагнітного поля пропорційна напрузі, яка подається на соленоїд:

$$B_{мп} = k \cdot U_{кc},$$

де коефіцієнт k залежить від геометричних параметрів соленоїда – середнього діаметру та довжини соленоїда, товщини обмотки та геометричних параметрів дроту. Для розрахунку магнітної індукції в геометричному центрі кожного соленоїда можна використовувати таку формулу:

$$B_{мп} = -\frac{LU_{кc}\pi}{RS} \cdot \left[\ln \left(-\frac{D+T}{L} + \sqrt{\left(-\frac{D+T}{L} \right)^2 + 1} \right) + \ln \left(\frac{D-T}{L} + \sqrt{\left(\frac{D-T}{L} \right)^2 + 1} \right) \right],$$

де L – довжина соленоїда, см;

$U_{кc}$ – напруга живлення соленоїда, В;

D – середній діаметр соленоїда, см;

R – активний опір соленоїда, Ом;

S – площа поперечного перерізу дроту обмотки, мм²;

T – товщина обмотки соленоїда, см.

Діапазон зміни магнітної індукції – 0,05...0,5 мТл при середньому діаметрі одного соленоїду близько 70 см та довжині 30 см.

Як вже помічалось, соленоїди знаходяться в гіпоманітній камері (ГМК), яка практично виключає вплив зовнішнього магнітного поля. ГМК являє собою магнітний екран, що забезпечує в своєму об'ємі різке зниження зовнішнього поля, як постійного так і змінного. Його дія заснована на тому, що магнітний потік концентрується у стінках екрану, який зроблено з матеріалу з високою магнітною проникливістю. Як такий матеріал вибираємо пермолой [10] із магнітною проникливістю $\mu = 1...2 \cdot 10^5$. Коефіцієнт ослаблення зовнішнього поля можна знайти за наближеною формулою:

$$k_0 = \prod_4^{i=1} \frac{a_i \mu_i}{D_k},$$

де a_i – товщина i -го шару, мм;

μ_i – магнітна проникливість i -го шару;

D_k – діаметр екрану, мм.

Каркас екрану (зовнішня і внутрішня частини) виготовлений з чистого листового алюмінію з $\mu \approx 1$; основна частина екрану виконана з двох взаємно перпендикулярних наборів полос пермолую. При $D_k \approx 100$ мм – $k_0 > 100$. Алюмінієві листи, з яких зроблено каркас, виконують роль екранів для захисту від високочастотних перешкод.

Даний апарат призначений для оздоровлення і відновлення працездатності людей, які перевантажені фізично і психічно. Параметри електромагнітного поля підбираються індивідуально для кожної людини, в залежності від чутливості організму та виду хвороби.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Холодов Ю.А.* Мозг в електромагнітних полях. – М.: Наука, 1982. – 123 с.
2. *Демецкий А.М., Жуков Б.Н. Цецохо А.В.* Магнитные поля в практике здравоохранения. – Самара: НПО “Пульс”. – 1991. – 157с.
3. *Подтаев С. Ю., Федоров Е. Ф.* Синхронизация психофизических реакций при воздействии электромагнитного излучения на организм человека // Вестник новых медицинских технологий. – 1997. – Т. 2. – № 4. – С. 31–35.
4. *Пресман А.С.* Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 287 с.
5. *Заславский А.Ю., Маркаров Г.С.* Импульсный низкочастотный физиотерапевтический аппарат “Инфита” // Журнал Медицинская Техника. – М.: Медицина, 1994. – № 5.
6. *Челноков А.Н.* Применение импульсного сложномодулированного электромагнитного поля в лечении диафизарных переломов костей голени по Г.А. Илизарову // Российский научный центр “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова – Пермь, 1997.
7. *Trock, D.H., A.J. Bollet, R.H. Dyer, Jr., L.P. Fielding, W.K. Miner, and R. Markoll.* A double-blind trial of the clinical effects of pulsed electromagnetic fields in osteoarthritis // J. Rheumatol. – 1993. – № 20. – P. 456–460.
8. *Соловьева Г.Р.* Магнитотерапевтическая аппаратура. – М.: Медицина, 1991. — 174 с.
9. *Игумнов Д.В., Королев Г.В., Громов И.С.* Основы микроэлектроники: Учеб. для техникумов по спец. Производство изделий электр. техники. – М.: Высш. шк., 1991. – 254 с.
10. *Холодов Ю.А., Козлов А.Н., Горбач А.М.* Магнитные поля биологических объектов. – М.: Наука, 1987.

СВИСТЕЛЬНИК Сергій Сергійович – аспірант кафедри автоматизації та комп’ютеризованих технологій Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– вивчення механізму впливу електромагнітних полів на організм людини.

Подано 11.05.2001

Свістельник С.С. Магнітотерапевтичний апарат загального впливу на організм людини
Svistelnyk S.S. The magnetotherapeutic device for general influence on human body
Свистельник С.С. Магнитотерапевтический аппарат общего воздействия на организм человека

УДК 612.014.426

Магнитотерапевтический аппарат общего воздействия на организм человека / С.С. Свистельник

Рассмотрен один из возможных вариантов реализации магнитотерапевтического аппарата общего воздействия на организм человека. Также приведены некоторые конструкторские особенности данного аппарата.

УДК 612.014.426

The magnetotherapeutic device for general influence on human body / S.S. Svistelnyk
The one of possible variants of realization of magnetotherapeutic device for general influence on human body is considered. Some design features for this device are proposed.