

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Методика терапевтичного впливу електричним струмом за допомогою апаратів для гальванізації та електрофорезу

Мета: Ознайомитися з теоретичними основами впливу постійного безперервного електричного струму малої сили на організм людини (гальванізація, лікарський електрофорез); вивчити будову та принцип роботи апаратів для лікування постійним безперервним електричним струмом малої сили.

Обладнання: Апарати для гальванізації АГП та «Поток-1», набір електродів.

1.1 Теоретичні відомості

1.1.1 Явище гальванізації та лікарського електрофорезу

Гальванізація – це застосування з лікувальною метою безперервного постійного електричного струму малої сили (до 50 мА) і низької напруги (до 80 В).

Для проведення гальванізації використовується постійний струм, який отримується шляхом випрямлення і згладжування змінного мережевого струму. При проходженні постійного струму через тіло людини між електродами виникає електричне поле. Під впливом електричного поля молекули в тканинах розпадаються на електрично заряджені іони. Позитивно заряджені іони (H^+ , K^+ , Na^+ , Ca^+ та інші) рухаються по напрямку до катода (негативному електроду) і називаються катіонами. Негативно заряджені іони (OH^- , Cl^- , CO_3^- , SO_3^- та інші) рухаються до анода (позитивного електроду) і називаються аніонами. Досягнувши електродів іони втрачають свій електричний заряд і перетворюються на нейтральні атоми. Цей процес називається електролізом. Взаємодіючи з водою ці атоми утворюють продукти електролізу. Під анодом утворюється кислота (HCl), а під катодом луг (KOH, NaOH). Продукти електролізу є хімічно активними речовинами і можуть викликати хімічний опік тканин.

Міжклітинні перегородки на шляху проходження електричного струму створюють певну перешкоду для руху струмів. Іони скупчуються біля перегородок і

формують додаткові полюси в товщі тканин, між якими виникають додаткові струми, що називаються гальванічними струмами в тканинах організму. Разом з переміщенням іонів електричний струм змінює проникність мембран збуджених тканин і збільшує пасивний транспорт великих білкових молекул (амфолітів) і інших речовин (явище **електродифузії**). Через те, що кількість молекул води в оболонках гідратів катіонів більша, ніж у аніонів, кількість молекул H_2O під катодом збільшується, а під анодом зменшується (явище **електроосмосу**).

Таким чином, постійний (гальванічний) струм викликає в тканинах наступні фізико-хімічні ефекти: електроліз, поляризацію, електродифузію та електроосмос. Вони обумовлюють подразнення нервових рецепторів і виникнення рефлекторних реакцій місцевого і загального характеру.

Лікарський електрофорез – метод лікування, при якому введення лікарських речовин здійснюється через шкіру або слизові оболонки за допомогою постійного струму. Іони ліків вводяться тільки в епідерміс, утворюючи в ньому «шкіряне депо». З нього лікарська речовина потрапляє в кров і лімфу, та розноситься по організму. Механізм лікувальної дії лікарського електрофорезу включає фізіологічний вплив гальванічного струму і фармакологічну дію лікарських речовин.

1.1.2 Методи проведення гальванізації та електрофорезу

Розрізняють поперечне і поздовжнє розміщення електродів. При поперечному розташуванні, коли електроди розміщуються один напроти іншого на протилежних ділянках тіла, забезпечується дія на глибоко розташовані тканини. При поздовжньому розташуванні електроди розміщуються з одного боку тіла, а дія процедури поширюється на тканини, розташовані при поверхні.

Площа електродів може бути однаковою або різною. Менший за площею електрод називають активним. Його накладають на ту ділянку тіла, яка потребує максимальної дії струму. Більший за площею електрод називають індиферентним. І у разі поперечного, і у разі поздовжнього розміщення електродів відстань між їхніми краями не повинна бути меншою за поперечний розмір більшого з електродів.

Методики гальванізації:

- загальна гальванізація – електрод площею 300 см² розміщують між лопатками і з'єднують з одним полюсом апарата, два інших електроди площею 150 см² кожний розміщують на м'язах литок і за допомогою роздвоєного дроту з'єднують з іншим полюсом апарата;

- гальванізація хребта – електроди, площа яких залежить від розмірів площі впливу, накладають вздовж нервового стовбура: один на периферичну ділянку нерва, інший – на ділянку нервового з'єднання або відповідного сегмента спинного мозку, вздовж хребта на паравертебральні ділянки вздовж м'язів;

- гальванічний комір – електрод округлої форми, у вигляді коміра, площею 1000-1200 см² розміщують у ділянці плечового пояса, з'єднуючи його з анодом;

- гальванізація при лікуванні хронічного гастриту зі зниженою секреторною функцією – один електрод з площею 300 см² накладають на проекцію шлунка і з'єднують з катодом, другий такого самого розміру розміщують у ділянці нижнього грудного відділу хребта, з'єднавши його з анодом;

- гальванізація ліктьового нерва – один електрод площею 100-150 см² розміщують у ділянці нижніх шийних і верхніх грудних хребців і приєднують до одного полюса, другий – площею 100 см² – на медіальному боці долоні і приєднують до іншого полюсу;

- гальванізація серединного нерву – один електрод площею 100 - 150см² розміщують у ділянці нижніх шийних і верхніх грудних хребців і приєднують до одного полюса, другий – площею 100 см² встановлюють на латеральному боці долоні і приєднують до іншого полюса;

- гальванізація при лікуванні хронічного гастриту з підвищеною секреторною функцією – один електрод площею 300 см² накладають на проекцію шлунка і з'єднують з анодом. Другий – такого самого розміру – розміщують у ділянці нижнього грудного відділу хребта, з'єднавши його з катодом;

- чотирикамерна гальванічна ванна – у ванночки наливають прісну воду температурою 36-37°C з таким розрахунком, щоб руки хворого були занурені до нижньої третини плеча, а ноги – до середини гомілки;

- інтраназальний електрофорез – у носові ходи хворого на глибину 1-2см вводять вологі ватні тампони або марлеві турунди. Кінці турундів розміщують на шкірі над

верхньою губою. На вільні кінці турундів накладають електрод розміром 1x2 см і з'єднують з одним полюсом апарата, другий електрод (площею 80-100 см²) розміщують у ділянці нижніх шийних хребців і з'єднують з іншим полюсом.

1.2 Будова апарату для гальванізації та лікарського електрофорезу

1.2.1 Призначення апаратів

Апарати для гальванізації (електрофорезу) призначені для впливу постійним струмом на організм людини з лікарською профілактичною метою, а також для проведення лікарського електрофорезу. Апарати застосовують, зазвичай, в фізіотерапевтичних кабінетах.

Показання до застосування лікувального електрофорезу: невралгія, неврит (для зменшення болів), неврози (зокрема порушення сну), запальні інфільтрати (для розсмоктування запального процесу).

Протипоказаннями до використання даних апаратів є: злоякісні пухлини, гострі запальні захворювання, непереносимість струму.

1.2.2 Технічні характеристики апаратів

У даному підрозділі приведено технічні характеристики апаратів для гальванізації (електрофорезу), які розглядаються в даній лабораторній роботі: «АГП» (таблиця 1.1), «Поток-1» (таблиця 1.2)

Таблиця 1.1 Технічні характеристики апарату «АГП»

| | |
|---|-------------|
| Напруга живлення, В | 220 |
| Частота, Гц | 50 |
| Діапазон регулювання струму, мА | 5 - 50 |
| Максимальний струм в ланцюзі пацієнта при навантаженні 500 Ом, мА | до 50 |
| Потужність, Вт | 15 |
| Габаритні розміри, мм | |
| Маса, кг | не більше 3 |
| Клас електробезпеки | II тип ВF |

Таблиця 1.2 Технічні характеристики апарату «Поток-1»

| | |
|---|-------------|
| Напруга живлення, В | 220 |
| Частота, Гц | 50 |
| Діапазон регулювання струму, мА | 5 - 50 |
| Максимальний струм в ланцюзі пацієнта при навантаженні 500 Ом, мА | до 50 |
| Потужність, Вт | 11 |
| Габаритні розміри, мм | 270x180x100 |
| Маса, кг | 2,5 |
| Клас електробезпеки | II тип ВF |

1.2.3 Зовнішній вигляд апаратів та їх робота

Зовнішній вигляд апарату «АГП» представлено на рис.1.1.

Апарат «АГП» змонтовано в дерев'яному корпусі, який закривається кришкою (рис.1.1). При проведенні процедури апарат кріпиться на стіну кабінету. На передній панелі винесено елементи керування апарату: 1 – кнопка ввімкнення апарату, 2 – регулятор струму (5-50 мА), 3 – сигнальна лампа, 4 – міліамперметр, 5 – клеми для під'єднання електродів, 6 – ручка регулювання потенціометру. З правого боку виведений мережевий шнур.

Для роботи апарату необхідно підключити його до мережі живлення та перевірити, щоб ручка потенціометру 6 знаходиться в нульовому положенні, а ручка перемикача шунта міліамперметра 2 – в положенні, відповідному величині струму, заданого для процедури.

При ввімкненні апарату тумблером 1, засвічується зелена лампочка 3. Ручкою потенціометру 6 поступово встановлюється заданий струм. При проведенні процедури струм на потенціометрі встановлюють дещо менший за потрібний, оскільки перші 2-3 хвилини струм більший ніж заданий. Далі встановлюють потрібний струм.

Регулюючи струм потенціометром 6, необхідно обов'язково дивитися за відхиленнями стрілки міліамперметра.

Апарат для гальванізації та електрофорезу (рис.1.2.) «Поток-1» змонтований у пластмасовому корпусі. Усі елементи та деталі змонтовані на шасі та вставлені у корпус. Апарат призначений для настільного використання.

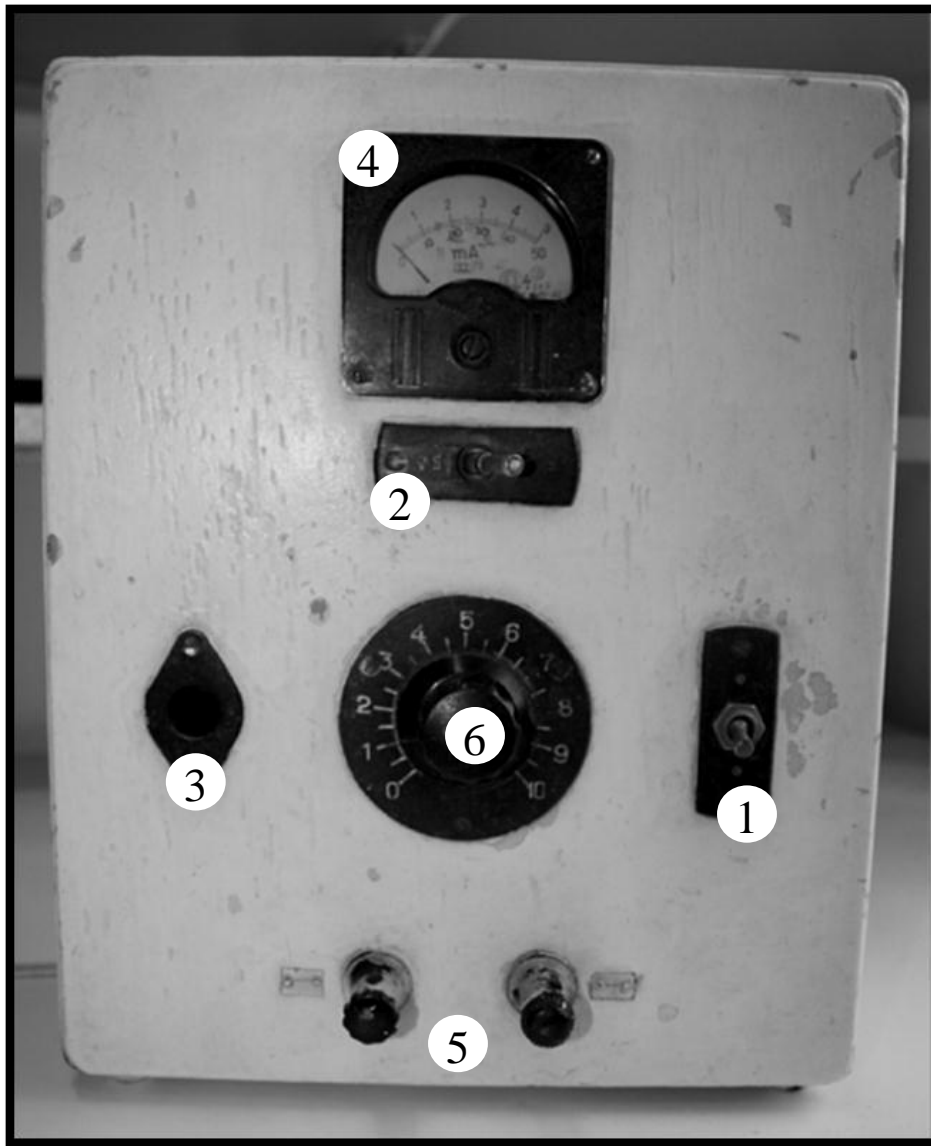


Рисунок 1.1 Зовнішній вигляд апарату для гальванізації: 1 – кнопка ввімкнення апарату; 2 – регулятор струму (5-50 мА); 3 – сигнальна лампа; 4 – міліамперметр; 5 – клеми для під'єднання електродів; 6 – ручка регулювання потенціометру

На передній панелі розміщені: 1 – міліамперметр, 2 – ручка регулятора струму в ланцюзі пацієнта (крайнє ліве нульове відповідає з'єднаним точкам на панелі та ручці), 3 – кнопки ввімкнення діапазонів 5 та 50 Гц, 4 – індикатор, 5 – кнопка ввімкнення апарату, 6 – вихідні клеми «+» та «-» для підключення електродів.



Рисунок 1.2 Зовнішній вигляд апарату для гальванізації та електрофорезу «Поток-1»: 1 – міліамперметр; 2 – ручка регулятора струму; 3 – кнопки ввімкнення діапазонів 5 та 50 Гц; 4 – індикатор; 5 – кнопка ввімкнення апарату; 6 – вихідні клеми «+» та «-»

Перед початком роботи перевіряють нульове положення стрілки міліамперметра. Якщо при вимкненому апараті стрілка не стоїть в нульовому положенні, то потрібно підкрутити коректор (гвинт на корпусі міліамперметра).

Для роботи апарату його підключають до мережі живлення та залежно від потрібного впливу вибирають необхідний струм.

1.2.4 Опис елементів та вузлів електричного блоку апаратів

У корпусі апарату АГП розміщені електричні елементи (рис.1.3). Електричні елементи прикручені до дерев'яного корпусу за допомогою гвинтів.

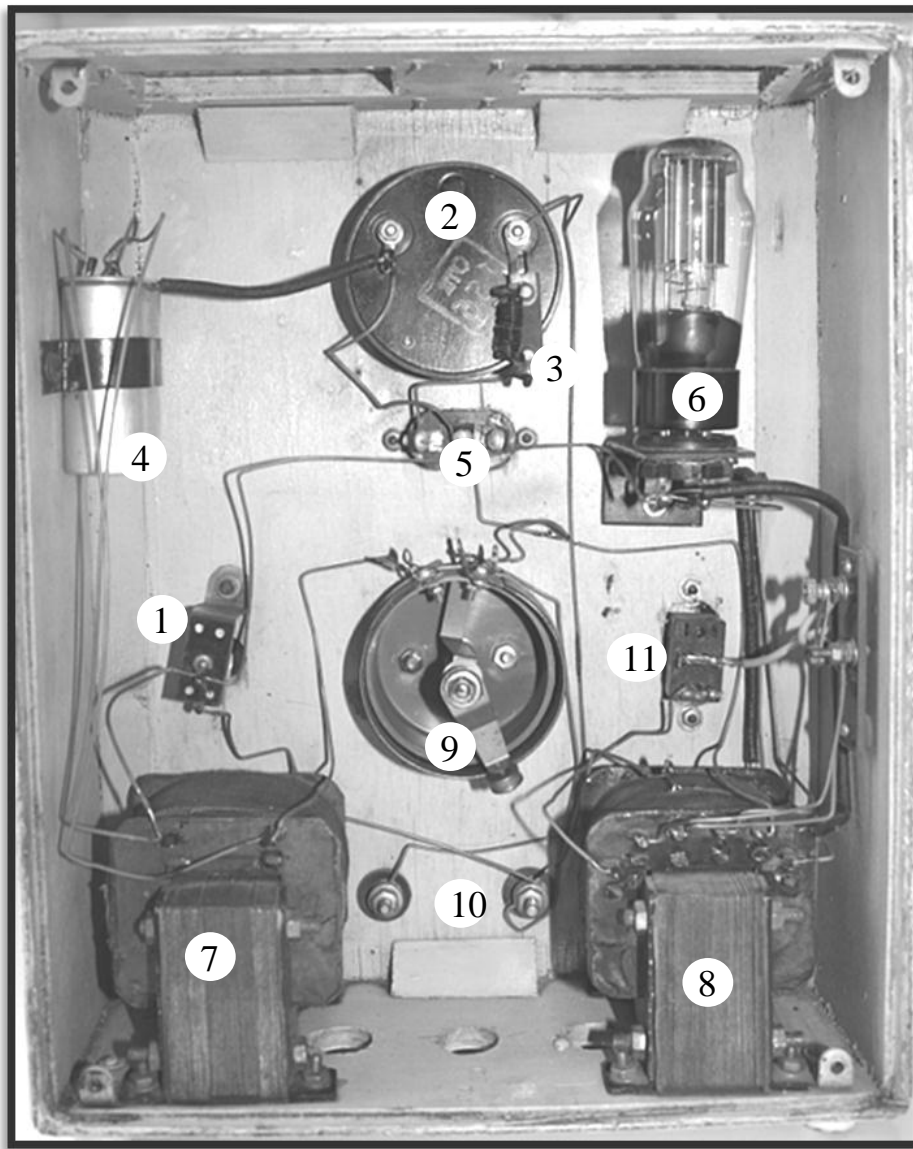
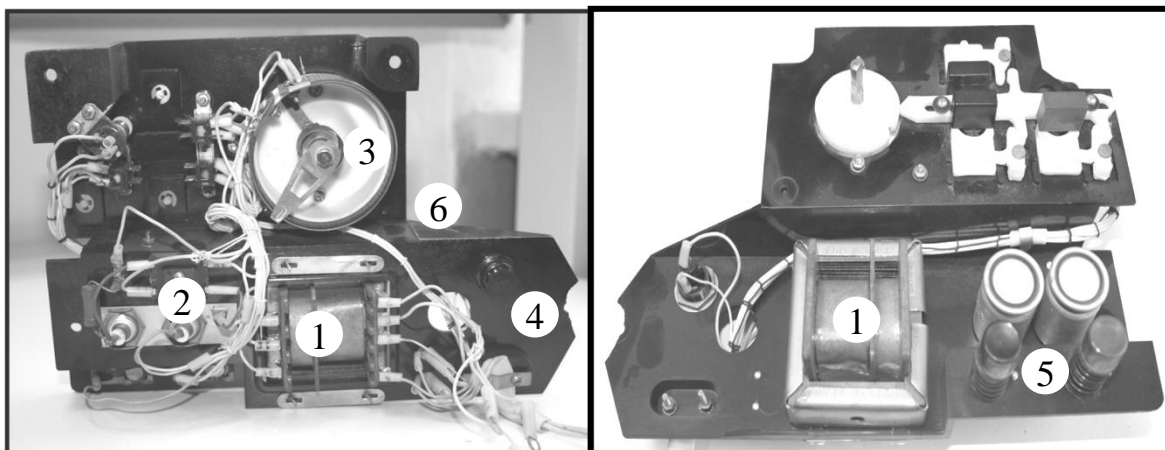


Рисунок 1.3 Розміщення елементів в апараті для гальванізації «АГП»:
1 – сигнальна лампа; 2 – міліамперметр; 3 – шунт; 4 – конденсатори;
5 – перемикач шунта; 6 – кенотрон; 7 – дросель; 8 – трансформатор;
9 – потенціометр; 10 – вихід електродів; 11 – вимикач напруги

Посередині розміщений потенціометр 9, що призначений для регулювання струму. Над потенціометром розміщений перемикач шунта 5 (від 0 до 5 мА, або від 5 до 50 мА) та міліамперметр 2 з шунтом 3, які показують величину струму (верхня шкала від 0 до 5 мА, нижня – від 5 до 50 мА). З правого боку від потенціометру розміщений випрямляч струму у вигляді кенотрону, під ним вимикач напруги 11 та трансформатор 8. Зліва від потенціометру розміщені електролітичні конденсатори 4, що виконують роль фільтру, гніздо сигнальної лампи 1 та дросель 7. Між дроселем 7 та трансформатором 8 розміщені клеми.

Апарат «Поток-1» (рис.1.4.) складається з понижуючого трансформатору 1, випрямляча 2, ланцюга постійного струму з регулятором 3, міліамперметру 6 (не

показано, місце розміщення) та блокуючого пристрою (тиристор рис.1.6). Усі елементи розміщені на шасі 4, яке вставляється в пластмасовий корпус, закривається кришкою та закручується чотирма гвинтами.



а)

б)

Рисунок 1.4 Розміщення елементів в апараті для гальванізації «Поток-1»: а) вигляд зпереду; б) вигляд ззаду; 1 – трансформатор; 2 – випрямляч; 3 – потенціометр; 4 – шасі; 5 – запобіжники

Електричний блокуючий пристрій запобігає появі струму в ланцюзі пацієнта при ввімкненні апарату або при перемиканні діапазонів струму, якщо ручка регулятора струму встановлена не в нульовому положенні.

Для захисту від перепадів струму використовують два запобіжники5.

1.2.5 Опис електричної схеми апаратів

Принципова електрична схема апарату для гальванізації «АГП» показана на рис.1.5.

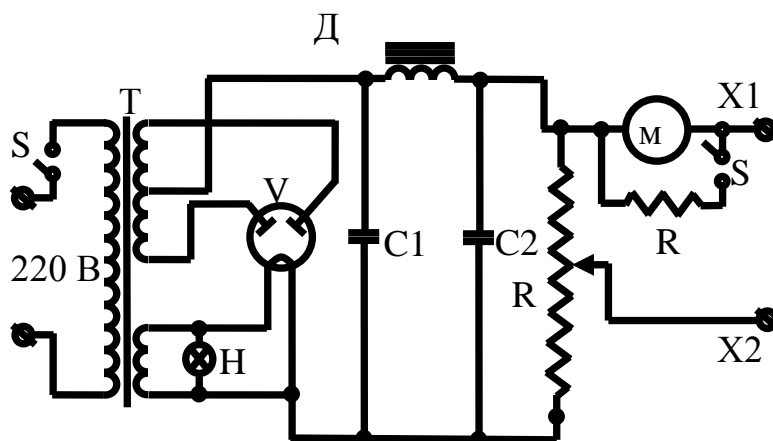


Рисунок 1.5 Принципова електрична схема апарату для гальванізації

Апарат живиться струмом від мережі 220 В. Трансформатор Т відділяє мережу живлення від ланцюга, пов'язаного з електродами. Одна з вторинних обмоток трансформатора призначена для живлення анодів кенотрону V, а інша – для живлення накалу кенотрону.

Про натиснення кнопки S1 світить сигнальна лампа Н. Кенотрон V служить для

випрямлення змінного струму. Дросель Др та конденсатори С1 та С2 (по 20 мкФ) утворюють індуктивно-ємнісний фільтр для приглушення змінної складової, тобто згладжування сигналу.

Потенціометр R3 забезпечує регулювання струму в ланцюзі.

У даній схемі використовують дротяний потенціометр з лінійною характеристикою. Для забезпечення плавного регулювання при проведенні процедури, потенціометр виготовляють комбінованим, на початку він має пологую характеристику.

Для відображення заданого струму використовується міліамперметр з шунтом R. Шунт необхідний для розширення можливостей міліамперметру, тобто для реєстрації струмів від 0 до 5 мА, або від 5 до 50 мА.

Кнопка S2 служить для перемикання режимів частоти.

Принципова електрична схема апарату «Поток-1» показана на рис.1.6.

Апарат живиться струмом від мережі 220 В. Трансформатор Т відділяє мережу

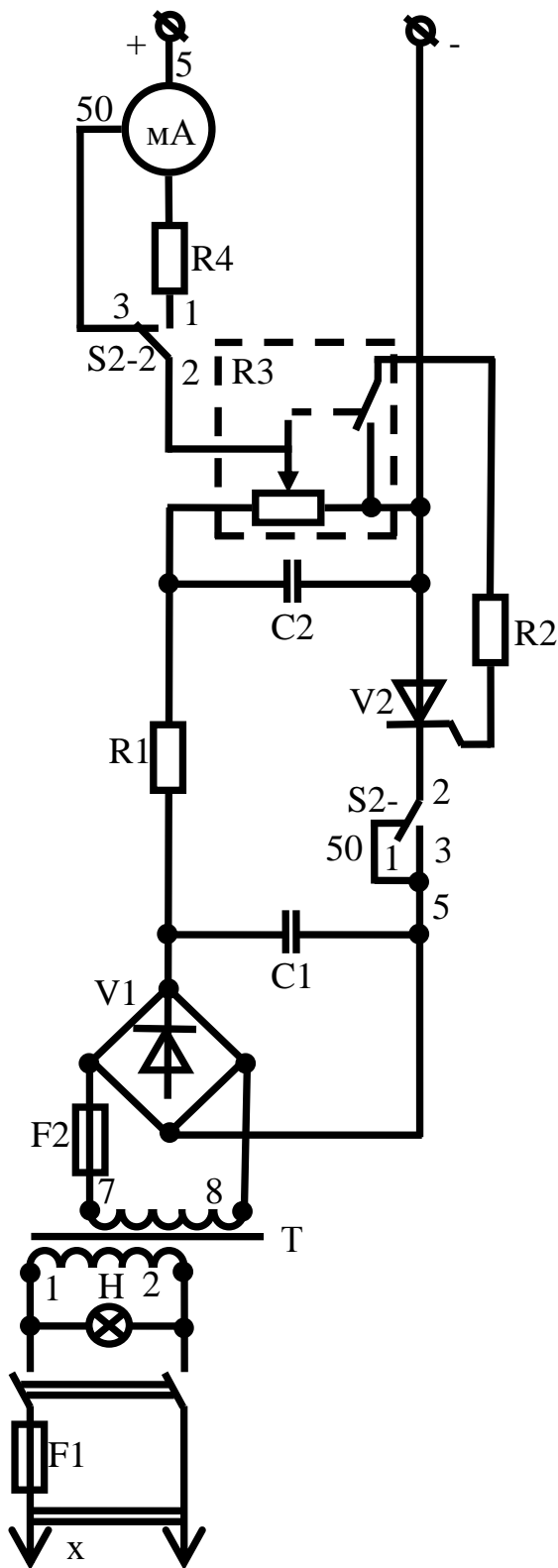


Рисунок 1.6 Принципова електрична схема апарату «Поток-1»

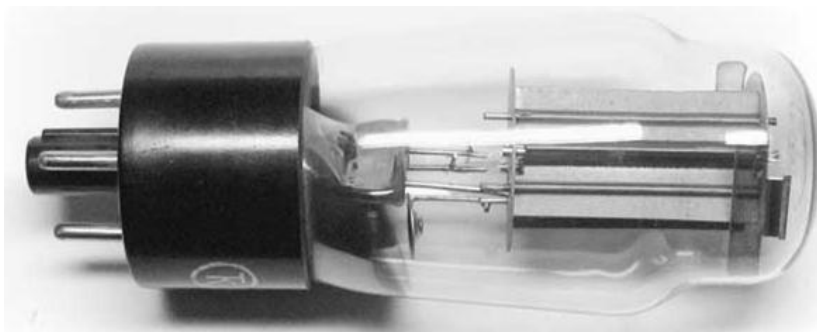
живлення від ланцюга, пов'язаного з електродами. Вторинна обмотка трансформатора призначена для живлення випрямляча V1.

Про натиснення кнопки S1 світить сигнальна лампа Н. Випрямляч V1 служить для випрямлення змінного струму. Резистор R1 та конденсатори C1 та C2 утворюють індуктивно-ємнісний фільтр для приглушення змінної складової, тобто згладжування сигналу. Тиристор V2 керує потужним навантаженням. Для регулювання постійного струму в ланцюзі служить потенціометр R3.

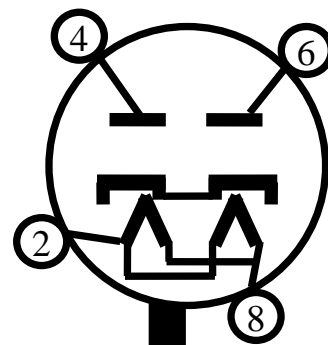
Міліамперметр РА відображає значення струму на потенціометрі. Для відображення струму від 1 до 5mA служить резистор R4 та кнопка S2.

1.2.6 Опис елементів електричної схеми

Кенотрон – це радіолампа, призначена для випрямлення змінного струму (потужний різновид електровакуумного діода). Кенотрон 5Ц4С – двоханодний кенотрон, призначений для двонапівперіодного випрямлення, містить два аноди. Він відноситься до групи силових кенотронів. Струм навантаження до 125 мА, октальний цоколь.



а)



б)

Рисунок 1.7 Кенотрон 5Ц4С

а) зовнішній вигляд кенотрону; б) схема з'єднання електродів лампи зі штирями: 2 - підігрівач (накал); 4 - анод першого діода; 6 - анод другого діода; 8 - підігрівач (накал), катод

Індуктивно-ємнісний фільтр (L-C) складається з дроселя та двох електролітичних конденсаторів (рис.1.5.).

Дросель має великий опір змінному струму і малий опір постійному струму. У результаті напруга пульсацій, що присутні на виході випрямляча, перерозподіляється на ділянку ДрС2 таким чином, що основна її частина падає на дроселі, а несуттєва – на

конденсаторі С2. У той же час, внаслідок малого опору дроселя постійному струму, напруга на виході фільтру мало відрізнятиметься від напруги на виході випрямляча.

Дросель електричний має вигляд котушки індуктивності. Зазвичай виконується з сердечником з електротехнічної сталі, пермалою або спеціальних матеріалів з великою магнітною проникністю (наприклад, феритовий сердечник) для збільшення індуктивності, тобто підвищення його опору змінному струму.

Електролітичний конденсатор - конденсатор, в якому діелектриком є оксидна плівка.

Потенціометр (змінний дротяний резистор) – дільник напруги з плавним регулюванням опору. Виконаний у вигляді провідника з великим омичним опором, забезпеченого ковзаючим контактом, за допомогою якого на вхід електричного ланцюга може бути подана потрібна частина напруги (рис.2.8).

Потенціометр складається з пластмасового корпусу 7, в якому за допомогою цангової втулки 3 кріпиться поворотна вісь 2, на якій закріплений ізоляційний диск з контактною пружиною (повзуном) 4, яка ковзає по дроту обмотки 9 та закріплена на гетинаксовій дугоподібній пластині 6. Кінці обмотки сполучені з виводами 8, а повзун через контактне кільце сполучений із зовнішньою контактною пелюсткою 10. Положення осі може бути зафіксоване стопорною розрізною гайкою 1, а кут повороту осі обмежений виступами корпусу, в які упирається планка-обмежувач 5, закріплена на осі.

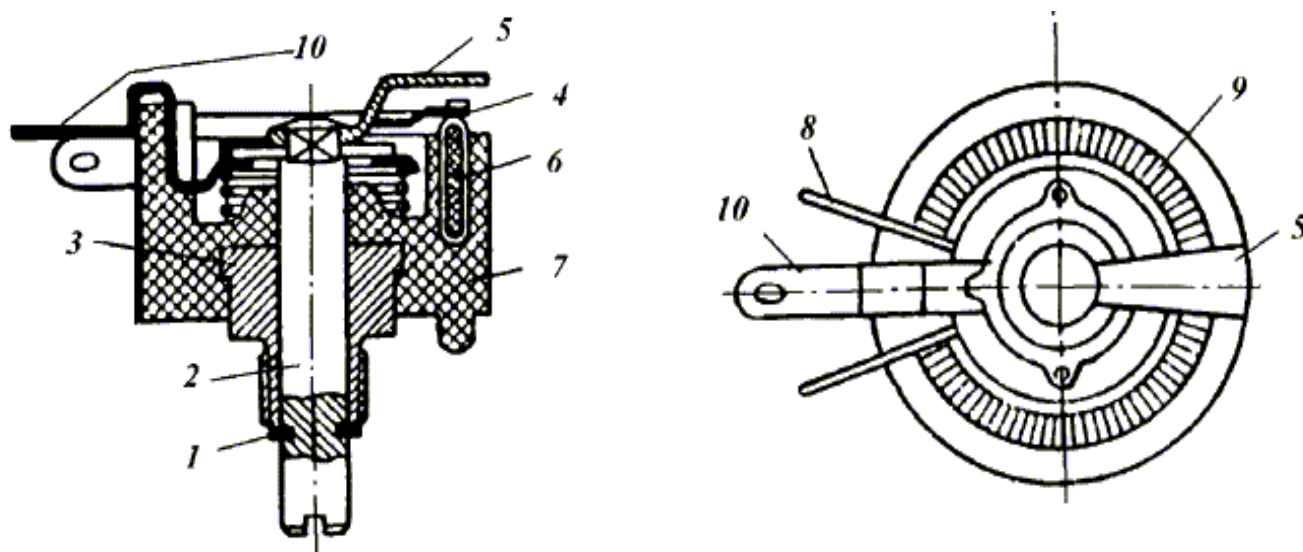


Рисунок 1.8 Схематичне зображення дротяного потенціометру:
1 – розрізна гайка; 2 – поворотна вісь; 3 – цангова втулка; 4 – ізоляційний диск з контактною пружиною (повзуном); 5 – планка-обмежувач;

6 – гетинаксова дугоподібна пластина; 7 – корпус; 8 – виводи; 9 – дріт обмотки; 10 – контактна пелюстка

Отже, основний принцип дія потенціометру – за допомогою рухливого повзунка знімається деякий потенціал з елемента опору, що має певну загальну напругу.

Застосування шунтів дозволяє розширити показники міліамперметра, тобто вимірювати постійні струми від декількох доль міліамперметра до 100 мА.

Шунти виготовляють зазвичай з дроту, що має високий опір – манганіну, нікеліну або константану, намотуючи їх на каркаси з ізоляційних матеріалів. Каркасом шунта міліамперметра може бути гетинаксова планка, довжина якої трохи більше відстані між затисками приладу. Виходами шунта і відведеннями його секцій служать відрізки мідного дроту, закріплені в отворах в планці. Від них йдуть провідники до вхідних затисків приладу.

Тиристор - напівпровідниковий прилад, виконаний на основі монокристалу напівпровідника з трьома або більше р-п переходами і може працювати у закритому стані, тобто стані низької провідності, і у відкритому стані, тобто стані високої провідності.

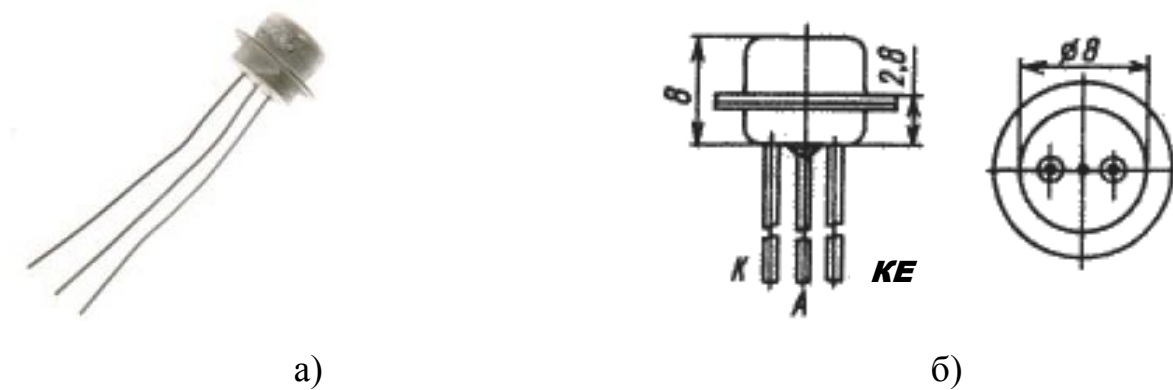


Рисунок 1.9. Тиристор: а) загальний вигляд, б) схематичне зображення:
К – катод (-), А – анод (+), КЕ – керуючий електрод

Тиристор можна розглядати як електронний вимикач (ключ). Основне застосування тиристорів - керування потужним навантаженням за допомогою слабких сигналів, а також у якості перемикальних пристроїв. З крайніми шарами (областями) монокристалу контактують силові електроди – анод і катод, від одного з проміжних шарів роблять вивід до електроду керування (КЕ).

1.3 Порядок виконання роботи

- 1.3.1 Ознайомитися з явищем гальванізації та лікарського електрофорезу.
- 1.3.2 Ознайомитися з зовнішнім виглядом апаратів та принципом їх роботи.
- 1.3.3 Розібрати апарати для гальванізації та ознайомитись з їх будовою та особливостями роботи електричної схеми.
- 1.3.4 Знайти та описати види кенотронів.
- 1.3.5 Знайти та описати фільтри, що використовуються в електричних схемах.
- 1.3.6 Знайти та описати інші види потенціометрів, що використовуються в електричних схемах.
- 1.3.7 Зробити порівняльну характеристику даних апаратів для гальванізації та сучасних апаратів для гальванізації.
- 1.3.8 Зробити висновок по роботі.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке гальванізація та лікарський електрофорез?
2. Що таке гальванічний струм?
3. Які фізико-хімічні ефекти викликає гальванічний струм?
4. Які основні блоки апарату для гальванізації «АГП» («Поток-1») та їх призначення?
5. Поясніть процедуру проведення гальванізації на апараті «АГП» («Поток-1»).
6. Принцип роботи електричної принципової схеми апарату «АГП» («Поток-1»).
7. Поясніть призначення елементів електричної принципової схеми.
8. Які види кенотронів ви знаєте?
9. Що таке потенціометр та його види?
10. Навіщо в схемі шунт?
11. Покажіть елементи електричної принципової схеми на апараті для гальванізації «АГП» («Поток-1»).