

Затверджено науково-методичною
радою ДУ «Житомирська
політехніка»
протокол від «__»_____ 20__ р.
№__

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«АПАРАТУРА ПІДТРИМКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА
СПЕЦПРИЗНАЧЕННЯ»

для студентів освітнього рівня «бакалавр»
денної форми навчання
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра біомедичної інженерії та телекомунікацій

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри біомедичної
інженерії та телекомунікацій
протокол від «_27_» серпня 2019 р.
№ 9

Розробник: к.т.н., доцент кафедри біомедичної інженерії
та телекомунікацій Коренівська О.Л.

Житомир 2019 – 2020 н.р.

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота №1,2	4
Прилади для вимірювання параметрів артеріального тиску	
Лабораторна робота №3	
Розрахунок кисневого забезпечення організму	14
залежно від ефективності енергообміну	
Лабораторна робота № 4	
Вивчення будови та основних принципів роботи апаратів	17
штучної вентиляції легень на прикладі апарату	
„РО – 6 – 03”	
2. Лабораторна робота № 5	
Вивчення будови та проведення перевірки технічного	23
стану дефібрилятора ДИ-С-04	
3. Лабораторна робота № 6	
Перевірка працездатності апарату для ультразвукової	32
діагностики	
Лабораторна робота № 7	38
Вивчення приладу для лікарського електрофорезу	
Лабораторна робота №8	44
Вивчення апарату «Ампліпульс-4»	
Підготовка до виконання лабораторної роботи і	50
оформлення звіту	

Лабораторна робота №1, 2

Прилади для вимірювання параметрів артеріального тиску

Мета роботи: Опанувати основи гемодинаміки, освоїти фізичні методи

дослідження і вимірювання параметрів кров'яного тиску, вивчити принципи побудови приладів для вимірювання артеріального тиску (АТ) крові.

Короткі теоретичні відомості

Тиск у кровоносних судинах залежить від сили, з яким кров викидається під час скорочення серця, кількості крові в судинах і її в'язкості, а також опору, створюваного струму крові стінками судин. Рівень артеріального тиску визначається насосною функцією серця і тонусом судин. Артеріальний тиск коливається в залежності від фаз серцевого циклу. У період систоли він максимальний, у період діастоли знижується. Різниця між величинами систолічного та діастолічного тиску складає пульсовий тиск. У здорової людини 20-40 років у стані спокою систолічний тиск коливається в межах 120-110 мм рт.ст., а діастолічний - 80-70 мм рт.ст., пульсовий тиск - 30-40 мм рт.ст. Пульсовий тиск показує, на скільки систолічний тисків перевищує діастолічний, що необхідно для відкриття напівмісячних клапанів аорти під час систоли лівого шлуночка:

$$ПТ = СТ - ДТ,$$

де ПТ - пульсовий тиск; СТ - систолічний тиск; ДТ - діастолічний тиск.

Діастолічний тиск характеризує стан судинного тону, систолічний і пульсовий тиск у більшому ступені дозволяють оцінити насосну функцію серця. Середній динамічний тиск ($P_{ср}$) - середня величина, що була б здатна при відсутності пульсових коливань тиску дати такий же гемодинамічний ефект, який спостерігається при природному, коливному тиску крові. Середній динамічний тиск виражає енергію безупинного руху крові; являє

собою досить постійну величину для даної судини і даного організму і відбиває ступінь еластичності артеріальної стінки. P_{cp} розраховують за формулами:

1. Формула Хікема:

$$P_{cp} = (ПТ : 3) + ДТ$$

2. Формула Вещлера-Богера:

$$P_{cp} = 0,42СТ + 0,58ДТ.$$

Якщо кров'яний тиск підвищений, то можна говорити про гіпертонію, а якщо знижений - то про гіпотонію.

Сьогодні вимірювання артеріального тиску проводять методом Короткова, заснованому на вислуховуванні (аускультация) фонендоскопом звуків, що виникають при визначеному тиску в артеріях нижче місця їхнього здавлювання, пальпаторним способом Ріва-Рочі та осцилометричним способом.

1. Аускультативний метод Короткова. Звичайно АТ вимірюють у плечовій артерії. Накладають на плече манжету, у ліктьовому згині установлюють фонендоскоп. За допомогою гумової груші нагнітають повітря в манжету, підвищуючи в ній тиск до зникнення пульсу, тобто до того моменту, коли тиск у манжеті перевищить тиск у плечовій артерії. Потім, відкривши гвинтовий клапан, повільно випускають повітря й уважно слухають звуки в плечовій артерії. У момент, коли тиск у манжеті стане трохи нижче тиску в артерії, невелика порція крові на висоті систоли переборює місце звуження і, вдаривши об розслаблену стінку судини, викликає її коливання. У результаті вібрації розслабленої артеріальної стінки нижче місця перетискання з'являються короточасні звуки. Тиск повітря в манжеті в момент появи першого звуку відповідає систолічному тиску. Тони спочатку чутні слабо, але при подальшому повільному зниженні тиску в манжеті вони підсилюються, а потім, досявши максимуму, зменшуються. Коли тиск у манжеті стане нижче діастолічного тиску в судині, кров вільно проходить через судину, і тони зникають. Момент вислуховування останнього тону указує величину діастолічного тиску. Не знімаючи манжети, але

випустивши з її повітря, проведіть вимірювання АТ 5 разів з першою в кілька хвилин і відзначте найменші величини.

2. Пальпаторний метод Ріва-Рочі. Пальпаторний метод дозволяє визначити тільки систолічний тиск. У цьому випадку використовують тільки манометр. Повітря нагнітають у манжету до зникнення пульсації; при зниженні тиску в манжеті пальпують променеву артерію. Показання манометра в момент появи першої пульсової хвилі відповідає систолічному тиску. При подальшому зниженні тиску в манжеті характер пульсації не міняється, тому діастолічний тиск визначити неможливо.

У медицині кров'яний тиск вимірюється в міліметрах ртутного стовпця за допомогою спеціального приладу - тонометра.

Класифікація методів та принципи побудови приладів для вимірюванні параметрів артеріального тиску крові. Класифікація приладів вимірювання АТ представлена на рис. 1.1.

**Автоматичний
тонометр
Omron, M10 IT**



**Тонометр
напівавтоматичний
M1 Plus**



**Механічний
тонометр LD-
81**





Рис. 1.1 Класифікація приладів вимірювання АТ

Конструкція приладу

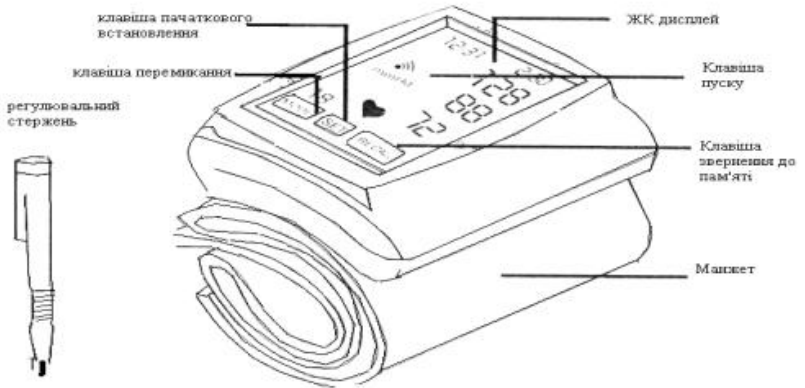


Рис.1.2. Найменування частин та елементів приладу.

Рідкокристалічний дисплей представлений на рис. 1.3.

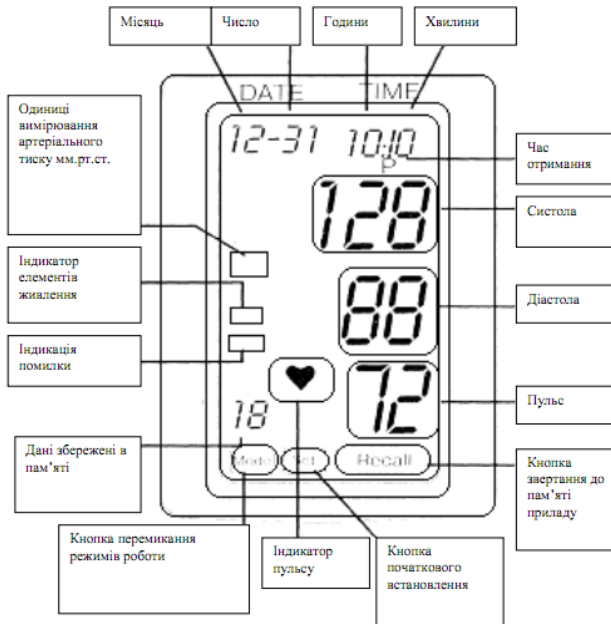


Рис. 1.3. Рідкокристалічний дисплей

Структурні схеми приладів вимірювання тиску різних типів наведені на рис. 1.4.



Рис 1.4. Схеми тонометрів

Порядок проведення вимірювання АТ

Посадіть випробуваного на стілець. Звільніть ліву руку від одягу. Не закручіть рукав, тому що він здавить руку і це може привести до неточного виміру. Надягніть і закріпіть на плечовому відділі руки манжету так, щоб між нею і рукою можна було просунути олівець.

Вставте вушні наконечники фонендоскопа в уші, а сприймаючу капсулу прикладіть до шкіри випробуваного в ліктьовій ямці під манжету на 1 - 2 см нижче манжети.

Закрийте повітряний клапан, розташований на гумовому балоні, повернувши гвинт по годинній стрілці. Грушею нагнітайте повітря в манжету до показання монометра приблизно 170-200 мм рт. ст., і після цього за допомогою гвинтового клапана поступово випускайте повітря з манжети, уважно спостерігаючи за стрілкою монометра. Відзначте показання монометра в момент появи звуків і їхнього повного зникнення.

Пульсометрія - це визначення частоти серцевого ритму, необхідне для оцінки ступеня функціональної напруги організму, ступеня ваги і напруженості трудового процесу. Під час роботи оптимальна частота пульсу може коливатися в межах 75-95 уд/хв.

Пульсометрія здійснюється пальпаторно за допомогою секундоміра протягом 15-30 із з наступним перерахуванням на число ударів у хвилину. Можна також визначити ритмічність пульсу. Ритмічним пульс вважається в тому випадку, якщо кількість ударів за 10 з не буде відрізнятися більш ніж на один удар від попереднього виміру. Значні коливання числа серцевих скорочень за відрізки часу 10 зі свідчать про аритмічність пульсу.

Ритм серця змінюється в процесі фізичної роботи й у стані відносного спокою в залежності від температури крові і т.д..

Характеристиками пульсу є: частота, ритм, наповнення, напруга, симетричність.

У нормі частота пульсу в дорослих варіює від 60 до 80 ударів у хвилину. Частота більш 80 - тахікардія, менш 60 - брадикардія.

Підйом температури на 1 градус вище 37 збільшує ЧСС на 10-20 ударів у хвилину.

Ритм у здорової людини правильний, тобто інтервали між пульсовими ударами однакові.

Неправильний ритм називається аритмія. При аритмії може спостерігатися дефіцит пульсу. Дефіцит пульсу - це різниця між ЧСС і пульсом на променевій артерії. Як правило, ЧСС більше пульсу.

Дефіцит пульсу спостерігається при екстрасистолії, мерехтливої аритмії.

Наповнення - сила, з яким струм крові в артерії вдаряє по пальці дослідника. Наповнення залежить від серцевого викиду. Наповнення буває задовільним, слабким, повним. Пульс, що ледь прощупується, називається нитковидним. У нормі наповнення пульсу задовільне.

Напруга - сила, за допомогою якої палець дослідника стискає артерію для припинення її пульсації. Напруга залежить від АТ. Напруга може бути нормальною (задовільною), високою (твердий пульс), низькою (м'який пульс). У нормі напруга пульсу задовільна.

Симетричність пульсу - однакові характеристики на правій і лівій променевій артерії. У нормі пульс симетричний.

Не симетричним пульс буває при порушенні кровотока по одній із променевих артерій.

Алгоритм вимірювання пульсу.

Посадіть пацієнта ліворуч від столу, дати посидіти спокійно не менш 5хв. Можна досліджувати пульс у положенні хворого лежачи.

Врахувати, що в здорової людини при переході у вертикальне положення з горизонтального ЧСС збільшується на 20 уд/хв.

Попросіть пацієнта покласти праву руку на стіл долонею догори, і розслабитися. Лікоть і кисть повинні знаходитися на столі, а не у висячому положенні.

Помістити II, III, IV пальці правої руки на область променевої артерії пацієнта, а I палець - з боку тилу кисті. Злегка пригорнути артерію до підлягаючого тканинам і відчуті її пульсацію.

Узяти секундомір. Підрахувати частоту пульсу за 1 хвилину (якщо пульс неритмічний - вважати протягом 2-3 хвилин, а потім отримане число розділити на 2 чи 3).

Притиснути артерію сильніше і визначити напругу пульсу. Якщо пульсація не слабшає - напруга високе, якщо слабшає незначно - напруга в нормі, якщо пульс зникає зовсім - напруга низьке.

Визначити наповнення пульсу.

Для визначення пульсу на артеріях необхідно:

- на променевій - захопити кисть в області лучезапястного суглоба таким чином, щоб вказівний, середній і безіменний пальці розташовувалися з долонної сторони, а великий - з тильної сторони кисті;

- на скроневої - прикласти пальці в області скроневої кісти;

- на сонній - на середині відстані між кутом нижньої щелепи і грудино-ключичного зчленувань, вказівний і середній пальці кладуться на адамове яблуко (кадик) і просуються убік на бічну поверхню ший;

- на стегновій - пульс прощупується в стегновій складці. Рекомендується прощупувати пульс плашмя, а не кінчиками пальців.

Порядок виконання роботи

1. Проведіть вимірювання АТ методом Короткова (механічним тонометром) та Рива-Роччи на лівій руці. Запишіть результат.

2. Проведіть вимірювання на АТ напівавтоматичним та автоматичним тонометрами лівій руці. Запишіть результати АТ та ЧСС у таблицю.

3. Після 5 хв. перерви запишіть результати 5 разового виміру АТ механічним тонометром в таблицю.

4. Після 5 хв. перерви запишіть результати 5 разового виміру АТ напівавтоматичним та автоматичним тонометрами в таблицю.

5. Розрахуйте середній динамічний тиск за формулами Хікема і Вецлера-Богера.

6. Зробіть висновки.

7. Проведіть серію вимірювань на правій та лівій руці всіма апаратами. Запишіть результати і зробіть висновки.

8. Визначте індивідуальну норму АТ за формулами та порівняйте з вимірними значеннями.

Для чоловіків:

$$СТ=109+0,5X+0,1У$$

$$ДТ=74+0,1X+0,15У$$

Для жінок:

$$СТ=102+0,7X+0,15У$$

$$ДТ=78+0,17X+0,15У$$

9. Визначте хвилинний об'єм серця (ХО) та нормативний хвилинний об'єм серця (НХО)

$$ХО=УО*ЧСС,$$

$$НХО=2,2*ПТ.$$

де УО – ударний об'єм серця, 2,2 – серцевий індекс, ПТ – поверхня тіла, яку визначають за рис.

$$УО = 101 + 0,5СТ - 1,09ДТ - 0,6В.$$

де В – вік випробуваного.

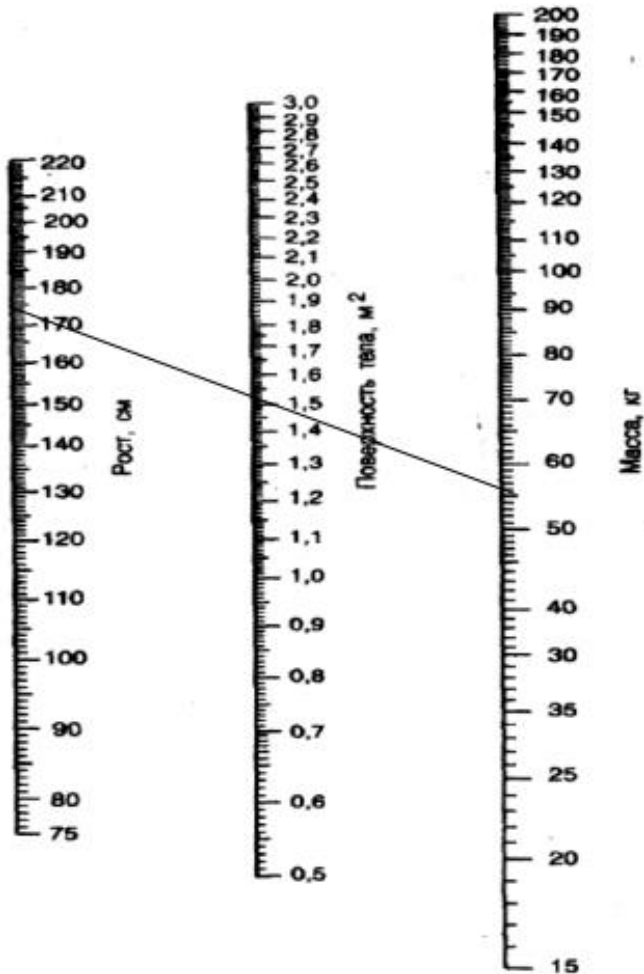


Рис . Номограма визначення поверхні тіла за масою та ростом.

10. Проведіть серію вимірювання тиску та ЧСС у випробуваного після 20 глибоких присідань через 0, 1, 2, 3, 4, 5 хв.

11. Для визначення тренованості ССС до навантаження розрахувати коефіцієнт міцності КМ

$$KM = \frac{ЧСС}{10PT}$$

та показник якості реакції ПЯР

$$ПЯР = \frac{(PT2 - PT1)}{(ЧСС2 - ЧСС1)},$$

де PT1, PT2 – пульсовий тиск до навантаження та після нього,
 ЧСС1, ЧСС2 – частота серцевих скорочень до навантаження та після нього.

12. Провести обробку результатів вимірювання

1) Напівавтоматичний прилад

$$P_{ст.кр.} = \frac{P_{ст.1} + P_{ст.2} + P_{ст.3}}{3} = \quad \Delta P_{ст.1} = |P_{ст.1} - P_{ст.кр.}| =$$

$$\Delta P_{ст.2} = |P_{ст.2} - P_{ст.кр.}| = \quad \Delta P_{ст.1} = |P_{ст.1} - P_{ст.кр.}| =$$

$$\Delta_{кр.} = \frac{\Delta P_{ст.1} + \Delta P_{ст.2} + \Delta P_{ст.3}}{3} = \quad \delta = \frac{\Delta_{кр.}}{P_{ст.ч.}} \cdot 100 \% =$$

2) Автоматичний прилад

$$P_{ст.кр.} = \frac{P_{ст.1} + P_{ст.2} + P_{ст.3}}{3} = \quad \Delta P_{ст.1} = |P_{ст.1} - P_{ст.кр.}| =$$

$$\Delta P_{ст.2} = |P_{ст.2} - P_{ст.кр.}| = \quad \Delta P_{ст.1} = |P_{ст.1} - P_{ст.кр.}| =$$

$$\Delta_{кр.} = \frac{\Delta P_{ст.1} + \Delta P_{ст.2} + \Delta P_{ст.3}}{3} = \quad \delta = \frac{\Delta_{кр.}}{P_{ст.ч.}} \cdot 100 \% =$$

13.Зробити висновки по роботі

Вимоги до звіту:

Звіт повинен містити мету роботи, короткі теоретичні відомості, порядок виконання роботи з вказаними схемами та результатами вимірювань, розрахункові данні та висновок по роботі.

Контрольні запитання

1. Що такий артеріальний тиск і за допомогою чого його вимірюють?
2. Що вивчає гемодинаміка? Моделі кровообігу. Пульсова хвиля.
3. Чим відрізняються систолічний і діастолічний тиск. Їх математичні вирази. Методи вимірювання.
4. Класифікація і принципи побудови приладів для вимірювання параметрів артеріального тиску.
5. Порівняння абсолютних і відносних похибок визначення параметрів артеріального тиску.
6. Що таке гіпертонія, які фактори на неї впливають, чим це небезпечно для життя людини?

Лабораторна робота №3

Розрахунок кисневого забезпечення організму залежно від ефективності енергообміну

Мета роботи: На підставі емпіричних формул провести розрахунок деяких енергетичних параметрів організму. За результатами обчислень побудувати графік залежності обсягу кисню, споживаного організмом від енерговитрат.

Хід роботи:

1. Провести фізичну роботу, яка полягає в рівномірному присіданні протягом хвилини. (Підрахувати кількість скоєних присідань).
2. Відразу по закінченні фізичної роботи необхідно виміряти:
 - 2.1. артеріальний тиск;
 - 2.2. частоту пульсу;
 - 2.3. амплітуду зміщення центру ваги тіла при присіданні.
3. Заповнити таблицю 1.

Таблиця 1

Виміряні величини	Вік, роки	Вага, кг	Кількість присідань	Систолічний тиск, Нг мм.рт.ст	Діастолічний тиск, Нг мм.рт.ст	Частота пульсу, уд./хв	Амплітуда зміщення центру ваги, м
Познач.	В	М	n	P_{amax}	P_{amin}	f	h
Рез-ти вимір							

4. Обчислити роботу, зроблену при виконанні вправ, за формулою

$$A = \frac{4}{3} Mghn = 13.066Mhn$$

результат занести в таблицю 2.

5. Розрахувати величину енерговитрат на вироблену роботу при різних значеннях ККД. результат занести в таблицю 2.

$$W_3 = \frac{A}{\eta} = 13.06 \frac{Mhm}{\eta} \quad \eta \left\{ \begin{array}{l} \eta_1 = 0.12 \\ \eta_2 = 0.16 \\ \eta_3 = 0.2 \end{array} \right\} \Rightarrow W_{\eta_1}, W_{\eta_2}, W_{\eta_3};$$

Таблиця 2

Розраховані величини	A	W			V _{O₂}	МОК	(A-B)O ₂			м гл			мж			мб		
		η1=0,12	η2=0,16	η3=0,20			η ₁	η ₂	η ₃	η ₁	η ₂	η ₃	η ₁	η ₂	η ₃	η ₁	η ₂	η ₃

6. Розрахувати необхідний для цього об'єм кисню за формулою:

$$\dot{V}_{O_2} = \frac{W_3}{k}, \quad k=20,2 \text{ Дж/мл};$$

результат занести в таблицю 2.

7. Розрахувати хвилинний об'єм крові за наступною формулою:

$$МОК = f(100 + 0.5P_{a \max} - 1.1P_{a \min} - 0.6B);$$

де f - частота пульсу (уд./хв),

P_{max} - систолічний артеріальний тиск (Hg мм.рт.ст),

P_{min} - діастолічний артеріальний тиск (Hg мм.рт.ст),

B - вік (в роках),

результат занести в таблицю 2.

8. Розрахувати артеріо-венозну різницю, яка показує частку обсягу кисню, в МОК:

$$(A - B)_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{MOK};$$

результати занесіть в таблицю 2.

9. Розрахувати масу глюкози, жирів, білків, витрачених при виконанні фізичної роботи за формулами:

$$m_{глю} = \frac{W_z}{15,7 \cdot 10^3}; \quad m_{жир} = \frac{W_z}{38,937 \cdot 10^3};$$
$$m_{б} = \frac{W_z}{20,12 \cdot 10^3};$$

результати занесіть в таблицю 2.

10. Побудувати графік залежності обсягу кисню від ККД.

Лабораторна робота № 4

Вивчення будови та основних принципів роботи апаратів штучної вентиляції легень на прикладі апарату „РО – 6 – 03”.

Мета роботи: ознайомитися з приладами штучної вентиляції легень та оволодіти технікою роботи з такою апаратурою на прикладі апарату РО-6-03.

Обладнання: апарат штучної вентиляції легень „РО – 6 – 03”.

Теоретичні відомості:

Перед проведенням лабораторної роботи необхідно вивчення конспекту лекцій з даної дисципліни.

Однією з найважливіших систем людського організму є система дихання. Основними функціями системи дихання є забезпечення газообміну, тобто, надходження необхідної кількості кисню з зовнішнього повітря в кров легених капілярів та виділення відповідної кількості вуглекислого газу в навколишнє середовище. При порушенні цих функцій організму потрібно підтримувати легеневу вентиляцію на необхідному рівні, що можна досягти за допомогою штучної вентиляції легень (ШВЛ). ШВЛ необхідна коли зникає або стає недостатньою власна вентиляція до чого призводить велика кількість захворювань.

Штучною вентиляцією легень називають процес забезпечення газообміну між навколишнім повітрям та альвеолярним простором легенів штучним способом.

Головною задачею ШВЛ є підтримання газообміну до тих пір поки не буде скасовано паталогічний процес, який викликав цю недостатність та повне звільнення хворого від роботи дихання.

Існує декілька способів проведення ШВЛ. Серед них виділяються апаратна штучна вентиляція, та ручна.

Існує **два головні типи ШВЛ:** вентиляція з додатнім тиском і вентиляція з від’ємним тиском. Вентиляція з додатнім тиском може бути інвазивною (через ендотрахеальну трубку) або неінвазивною

(через лицьову маску). Можлива також вентиляція з перемиканням фаз за об'ємом і по тиску. До численних режимів ШВЛ відносяться керована штучна вентиляція, допоміжна штучна вентиляція, переміжна примусова вентиляція, синхронізована переміжна примусова вентиляція, вентиляція з контрольованим тиском, вентиляція з підтримуючим тиском, вентиляція з інвертованим відношенням вдиху і видиху, вентиляція скиданням тиску і високочастотні режими.

Допоміжна штучна вентиляція – підтримання заданого хвилинного об'єму вентиляції при збереженому диханні хворого. Задача – підтримання адекватного газообміну в легенях, зменшення роботи дихання, а також забезпечення переходу хворого з ШВЛ на самостійне дихання.

Неінвазивна вентиляція може проводитися або в режимі від'ємного, або в режимі додатного тиску. Вентиляція з від'ємним тиском (зазвичай за допомогою танкового - «залізни легені» - або кірасного респіратора) зрідка застосовується у пацієнтів з нейром'язовими розладами або хронічною втомою діафрагми унаслідок хронічного обструктивного захворювання легень. Оболонка респіратора обхвачує тулуб нижче шиї, а створюваний під оболонкою від'ємний тиск приводить до виникнення градієнта тиску і газоструму з верхніх дихальних шляхів в легені. Видих відбувається пасивно. Цей режим вентиляції дозволяє відмовитися від інтубації трахеї і уникнути пов'язаних з нею проблем. Верхні дихальні шляхи повинні бути вільні, проте це робить їх уразливими для аспірації.

Неінвазивна вентиляція з додатним тиском може проводитися в декількох режимах, включаючи маскову вентиляцію з безперервним додатним тиском, маскову вентиляцію з підтримуючим тиском або комбінацію цих методів вентиляції. Цей тип вентиляції може бути використаний у тих хворих, яким небажана інтубація трахеї.

Проведення штучної вентиляції можливе за допомогою портативних ручних дихальних апаратів типу мішка Рубена ("Амбу", РДА-1), які є забезпеченими спеціальним клапаном еластичний гумовий або пластмасовий мішок. Дихання при цьому

здійснюється через маску, яку слід щільно притискувати до обличчя хворого (можливо також приєднання цих апаратів до інтубаційної трубки, введеної в трахею хворого). При стисненні мішка повітря через маску поступає в легені хворого, видих відбувається в навколишнє повітря.

В даній лабораторній роботі розглянемо апаратурну процедуру проведення ШВЛ на прикладі апарату РО-6-03.

Апарат призначений для проведення тривалої ШВЛ під час реанімацій, гострій дихальній недостатності, а також під час проведення наркозу.

Функціональні критерії переходу на ШВЛ:

Показник	Нормальна величина	Критерій переходу на ШВЛ
Частота дихання (за хвилину)	12 - 20	>35
Життєва ємність легень (мл на кг ваги тіла)	65 - 75	<15
Об'єм форсованого видиху (мл/кг)	50 - 60	<10
Дихальний мертвий простір/ дихальний об'єм	0,25 – 0,4	>0,6
Сила вдиху із замкнутої маски (см вод. ст.)	75 – 100	<25

Апарат забезпечує:

1. керуєму ШВЛ з активним та пасивним видихом та за допомогою мішка;
2. самостійне дихання пацієнта через апарат;
3. ручну вентиляцію за допомогою міха;
4. підігрів та зволоження суміші;

5. апарат дозволяє проводити вимір значення тиску в дихальних шляхах, частоти дихання та пульсу.

6. аварійну світлову та звукову сигналізацію розгерметизації дихального контуру, відключення електроживлення, виходу тиску за межі.

Структура схема апарату приведена на рисунку 3.1.

На рисунку використано наступні позначення: 1 – пацієнт, 2 – нереверсивний клапан, 3 – пристрій розподілення, 4 – перемикач, 5 – генератор вдиху, 6 – підведення стиснутого газу, 7 – зволожувач, 8 – волюметр, 9 – наркозний блок, 10 – розподільча ємність, 11 – регулятор хвилинної вентиляції.

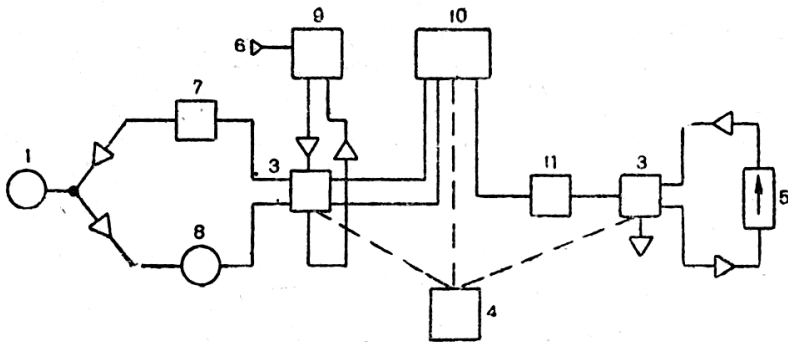


Рис.3.1. Структурна схема приладу ШВЛ

В апараті використовується 2 дихальних контури: напіввідкритий та напівзакритий. При напіввідкритому контурі газ подається з балонів, а суміш що видихається повністю виводиться в атмосферу. При напівзакритому контурі відбувається часткове повернення газу, що видихається, в дихальну систему апарату. При цьому відбувається його очищення в абсорбері та після чого він знову подається до пацієнта. Видих може відбуватися активно – примусово за допомогою апарату, та пасивно – самим пацієнтом.

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ:

* діапазон регулювання хвилинної вентиляції від 2 до 25 л/мін;

* діапазон регулювання дихального об'єму від 0,2 до 1,2 л;

- * відношення тривалості вдиху і видиху 1 : 2;
- * діапазон регулювання тиску кінця видиху від 30 до 250 мм вод. ст.;
- * опір самостійному диханню не більше 15 мм вод. ст.;
- * установка запобіжного клапана тиску 300 мм вод. ст. (можливе також повне блокування клапана);
 - * живлення апарату від однофазної мережі: 220 В, 50 Гц;

Хід роботи

1. Ознайомитися зі структурною схемою та основними частинами апарату (рис.3.2). Визначити їх призначення.
2. Ознайомитися з порядком проведення процедури штучної вентиляції легень.
3. Установити перемикачі на напіввідкритий дихальний контур та пасивний видих. Регулюючи дихальний об'єм у визначених межах провести виміри тиску при різних показах хвилинної вентиляції.
4. Провести розрахунок частоти дихання для вимірних параметрів.
5. Дані занести у таблицю.
6. Провести аналогічні виміри при наступних випадках:
 - а) контур напіввідкритий, видих – активний;
 - б) контур напівзакритий, видих – активний;
 - с) контур напівзакритий, видих – пасивний.



Рис. 13.2. Схема апарату для ШВЛ

7. Побудувати сімейство графіків залежностей тиску від об'єму.

8. Навчитися проводити вимір частоти дихання за допомогою вимірюючого пристрою, що знаходиться на панелі керування. Для цього установити якесь значення дихального об'єму та хвилинної вентиляції. Ввімкнути вимірювач частоти дихання та провести виміри для 5 різних значень дихального об'єму та хвилинної вентиляції. Занести значення в таблицю.

9. Порівняти отримані частоти дихання з розрахованими. Визначити похибку виміру.

10. Порівняти отримані частоти дихання з розрахованими.

11. Провести вимір своєї частоти дихання та пульсу. За допомогою вимірювача дихального об'єму визначити об'єм легень кожного виконавця роботи.

12. Розрахувати наступні показники:

Довгоочікуваний дихальний об'єм

$$ДДО = 0,2 \cdot НЖСЛ \cdot 1000 ,$$

де *НЖСЛ* - необхідна життєва ємність легень

Для чоловіків:

$$HЖЄЛ = 0,052 \cdot H - 0,028 \cdot B - 3,30,$$

Для жінок:

$$HЖЄЛ = 0,049 \cdot H - 0,019 \cdot B - 3,76,$$

де H – зріст, см; B – вік.

Необхідний максимальний об'єм дихання НМОД, мл

$$HМОД = \frac{HОО}{7,074} \cdot \frac{1000}{(P - 46,73)} \cdot \frac{310,1 \cdot 760}{273,1},$$

де HОО – необхідний основний об'єм,

Для чоловіків

$$HОО = 518,7 - 5,62 \cdot B + 10,4 \cdot M + 4,03 \cdot H$$

Для жінок

$$HОО = 1765,4 - 2,1 \cdot B + 10,4 \cdot M + 5,9 \cdot H$$

де M – вага, кг.

Необхідний об'єм форсованого видиху за 1 с, л

Для чоловіків

$$HOFB = 0,036 \cdot H - 0,031 \cdot B - 1,41,$$

Для жінок

$$HOFB = 0,026 \cdot H - 0,028 \cdot B - 0,36$$

Вимоги до звіту:

1. Оформити за правилами оформлення звітів з лабораторних робіт.

2. Привести експериментальні данні, замалювати форми імпульсів та розрахувати потужність ультразвукових коливань.

3. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. В яких випадках використовуються апарати штучної вентиляції легень.

2. Які дихальні контури можуть використовуватися в апаратах ШВЛ?

3. В чому різниця між реверсивним та неревверсивним дихальним контуром? На які види вони поділяються?

4. В чому різниця між режимами активного та пасивного видиху.

5. Які параметри дозволяє вимірювати апарат ШВЛ РО-6-03?

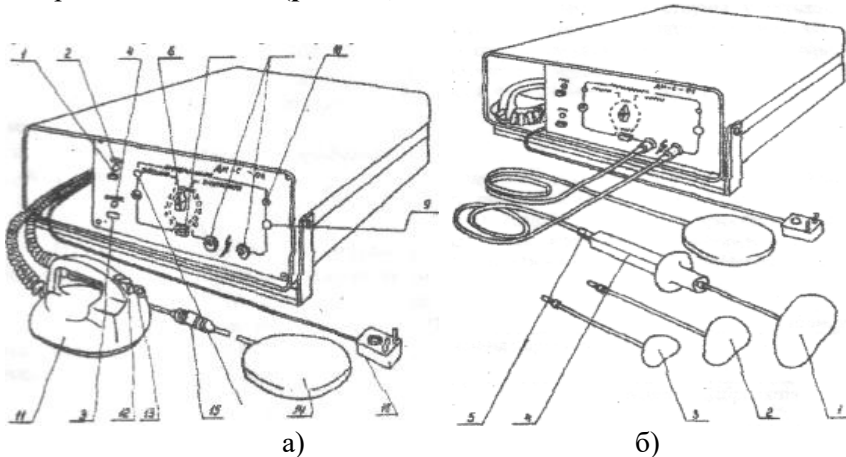
Лабораторна робота № 5
Вивчення будови та проведення перевірки технічного стану дефібрилятора ДИ-С-04

Мета: вивчити будову апарату та навчитися проводити перевірку технічного стану дефібрилятора ДИ-С-04.

Обладнання: дефібрилятор ДИ-С-04, резистори, осцилограф.

Теоретичні відомості

Дефібрилятор ДИ-С-04 призначений для генерування одиночних імпульсів струму при електроімпульсній терапії гострих та хронічних порушеннях серцевого ритму. Апарат випускається в двох варіантах (комплект 1 та комплект 2), які відрізняються тільки джерелами живлення (рис. 4.1).



- а) 1 - кнопка МЕРЕЖА; 2 - світловий індикатор МЕРЕЖА; 3 - роз'єм СИНХР; 4 - світловий індикатор СИНХР; 5 - світловий індикатор ЗОВНІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ; 6 - перемикач доз впливу; 7 - кнопка ЗАРЯД; 8 - гнізда ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ; 9 - кнопка ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ; 10 - світловий індикатор ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ; 11 - трансакральний електрод; 12 - кнопка дефібриляції; 13 - індикатор кола пацієнта; 14 - спинний електрод; 15 - сполучний шнур; 16 - шнур живлення.

- б) 1 - грушоподібний електрод великий; 2 - грушоподібний електрод середній; 3 - грушоподібний електрод малий; 4 - підтримувач електродів; 5 - сполучний роз'єм.

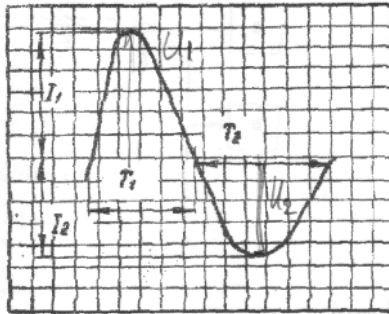
Рис. 4.1. Зовнішній вигляд дефібрилятора ДИ-С-04

При цьому всі основні параметри, за виключенням часу заряду, не залежать від виду джерела живлення. Область застосування апарату - стаціонари (інфарктні та кардіологічні відділення, прийомні покої, машини швидкої допомоги), а також операційні для проведення операцій на відкритому серці.

Апарат генерує одиночний імпульс струму, що має форму згасаючого коливального розряду. Тривалість першого напівперіоду імпульсу знаходиться в межах (5 ± 1) мс, тривалість другого напівперіоду T_2 - у межах (6 ± 2) мс (**рис. 4.2**). Амплітуда струму II фіксованих доз у першому напівперіоді на навантаженні 40 Ом відповідає величинам, зазначеним у **табл. 4.1**. Максимальне відхилення амплітуд струмів для положень «1» - «4», «6» - «10» перемикача доз не більше $\pm 15\%$ від величин, зазначених у табл. 2.

Таблиця 2.1

Найменування показника	Положення перемикача доз									
	Зовнішня					Внутрішня				
	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"7"	"8"	"9"	"10"
Амплітуда струму першого	18	23, 5	28	32, 5	35- 50	6	9	12	15	18



I_1 , I_2 - амплітуди струмів у першому і другому напівперіодах імпульсу відповідно; T_1 , T_2 - тривалості першого і другого напівперіодів імпульсу відповідно.

Рис. 4.2. Форма імпульсу струму

Зазначене положення перемикача доз відповідає максимальній дозі дефібрилюючого впливу.

Будова та принцип роботи дефібрилятора

Принцип роботи апарата полягає у відносно повільному заряді накопичувального конденсатора до енергії 400 Дж і наступному імпульсному розряді його через котушки індуктивності. Структурна схема апарата приведена на **рис. 4.3**.

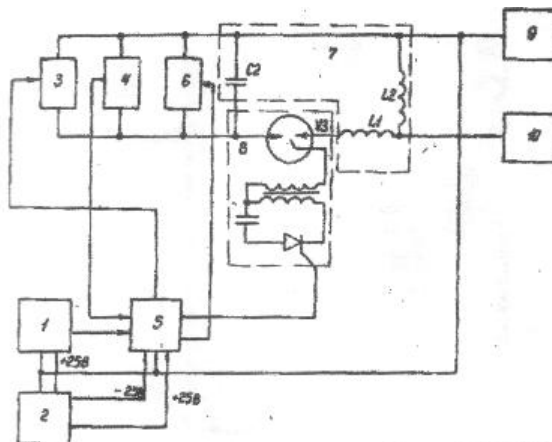


Рис. 4.3. Структурна схема дефібрилятора

На рисунку 4.3: 1 - генератор опорної напруги з перемикачем доз впливу; 2 - низьковольтний перетворювач напруг, 3 - високовольтний перетворювач напруги; 4 - високовольтний дільник; 5 - компаратор; 6 - ланцюг скидання заряду; 7 - схема формування; 8 - замикач; 9 - трансформаторний електрод; 10 - спинний електрод.

Схема формування (7) дефібрилюючого імпульсу містить накопичувальний конденсатор С2 і котушки ІНДУКТИВНОСТІ L1 та L2. Заряд конденсатора С2 здійснюється від високовольтного перетворювача напруги (3), керованого компаратором (5). Компаратор (5) з генератором опорної напруги і перемикачем доз впливу (1) утворюють пристрій дозованого заряду накопичувальний конденсатор С2 і скидання заряду на коло скидання (6). Замикач (8) комутує розряд конденсатора С2 на котушки L1 та L2 при формуванні імпульсу на електроди 9 і 10. Низьковольтний перетворювач напруги (2) живить напругами $\pm 25\text{В}$ коло контролю і керування.

Органи керування, контролю, сигналізації

На передній панелі апарата (рис. 2.1) розташовані:

- кнопка МЕРЕЖА 1 - вимикач мережевого живлення;
- світловий індикатор МЕРЕЖА 2, індикуючий подачу мережевої напруги в схему апарата:
- роз'єм СИНХР. 3, який служить для підключення синхронізуючого пристрою;
- світловий індикатор СИНХР. 4, індикуючий подачу синхросигнала на вхід СИНХР. І перемикач апарата в режим синхронізації;
- світловий індикатор ЗОВНІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ 5, що сигналізує про перемикач апарата в режим зовнішньої дефібриляції;
- перемикач доз впливу 6, за допомогою якого робиться вибір дози впливу;
- кнопка ЗАРЯД 7, що керує зарядом накопичувального конденсатора;
- високовольтні гнізда ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ 8,

призначені для підключення

- електродів для внутрішньої дефібриляції;
- кнопка внутрішня ДЕФІБРИЛЯЦІЯ 9, при натисненні якої у режимі внутрішньої
- дефібриляції дефібрилюючий імпульс подається на електроди;

- світловий індикатор готовності апарата до впливу в режимі внутрішньої дефібриляції, розташований у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ 9;

- світловий індикатор ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ 10, що сигналізує про перемикання апарата в режим внутрішньої дефібриляції.

У лівій ніші апарату укладаються:

- 1) трансторакальний електрод 11;
- 2) спинний електрод 14 для зовнішньої дефібриляції;
- 3) сполучний шнур 15 для підключення спинного електрода до апарата.

На трансторакальному електроді розташовані:

1. кнопка дефібриляції 12, при натисненні якої в режимі зовнішньої дефібриляції, дефібрилюючий імпульс подається на спинний і трансторакальний електроди;

2. світловий індикатор готовності апарата до впливу в режимі зовнішньої дефібриляції, розташований у кнопці дефібриляції, 12;

3. індикатор кола пацієнта 13, який служить для контролю кола пацієнта в режимі зовнішньої дефібриляції.

Загальні вказівки

До роботи з апаратом допускаються люди, що вивчили паспорт приладу.

При проведенні процедури електроімпульсного лікування біля хворого повинен знаходитися тільки обслуговуючий персонал. Безпосередньо електроімпульсний вплив повинен проводитися однією людиною, тому що конструкція апарата дозволяє одній людині здійснювати правильне накладання електродів, заряд і розряд апарата, а при необхідності - скидання заряду. При проведенні електроімпульсного впливу необхідно приділити серйозну увагу накладанню електродів, тому що забезпечення

щільності контактів електродів - неодмінна умова ефективної дії дефібрилюючого імпульсу.

У випадку недотримання цих правил ефект дефібриляції або не буде досягнутий зовсім, або буде досягнутий за рахунок збільшення заряду, що у свою чергу може викликати ушкодження серця чи навколишніх органів, а крім того, опік на шкірі в місці менш щільного контакту.

Для усунення болючих відчуттів, що супроводжують проходження дефібрилюючого імпульсу, необхідно застосовувати анестезію пацієнта. Рекомендується застосовувати короточасну електроанестезію, як найбільш кращу в порівнянні з усіма іншими видами. Даний апарат дозволяє застосовувати цей вид анестезії синхронно з дефібрилюючим впливом. Варто пам'ятати, що при проведенні електроімпульсного впливу можлива судорожна рухова реакція пацієнта, котра може становити небезпеку для персоналу і самого пацієнта. При проведенні електроімпульсної терапії необхідно спостерігати і реєструвати електрокардіограму пацієнта.

Техніка безпеки

Виконання робіт зі схемами, приведеними на **рис. 2.4, 2.5**, вимагає особливої обережності. Необхідно пам'ятати, що схеми на **рис. 2.4, 2.5** передбачають гальванічне з'єднання входу «У» осцилографа з розрядним ланцюгом дефібрилятора.

Для забезпечення безпечної роботи необхідно:

- строго витримувати зазначені на **рис. 2.4, 2.5** з'єднання;
- дефібрилятор, осцилограф та резистивний дільник повинні бути розміщені на столі, покритому ізоляційним матеріалом (оргскло, склотекстоліт). Поверхня матеріалу повинна бути чистою і сухою; при проведенні дослідів на столі не повинно бути сторонніх предметів, а стіл повинен знаходитися на відстані не менше 1 м від сторонніх металевих предметів - металевих шаф, корпусів приладів, металевих труб, радіаторів і т.п.;
- в процесі збірки схеми по **рис. 7, 8** апарат і осцилограф повинні бути від'єднанні від мережі;
- з моменту початку заряду конденсатора дефібрилятора до закінчення розряду на резистивний дільник не допускати торкання корпусу осцилографа та його органів керування;

- зміна положення органів керування осцилографа проводиться не раніше, ніж через 30 с теля установки перемикача доз дефібрилятора в положення СБРОС;

- по закінченні роботи дотримуватись наступної послідовності демонтажу схеми від'єднати електроди від резистивного дільника, від'єднати мережеву вилку дефібрилятора від виключити осцилограф.

Порядок виконання роботи

1. Перевірити скидання заряду на внутрішнє навантаження:

- включити апарат у мережу;
- встановити перемикач доз впливу в положення «1» («б»), при цьому загоряється світловий індикатор ЗОВНІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ (ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ);

- натиснути та утримувати натиснутою кнопку ЗАРЯД до загоряння світлового індикатора готовності в кнопці дефібриляції (у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ на передній панелі апарата в режимі внутрішньої дефібриляції);

- перевести перемикач доз впливу в положення СБРОС, при цьому відбувається розряд і гасне світловий індикатор готовності в кнопці дефібриляції (у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ); відсутній характерний звук розряду;

- повернути перемикач доз у положення «1» («б»), при цьому світловий індикатор готовності в кнопці дефібриляції (світловий індикатор у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ) не загоряється, що свідчить про відсутність заряду;

- натиснути та утримувати кнопку ЗАРЯД до включення світлового індикатора готовності в кнопці дефібриляції (у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ);

- виключити апарат з мережі, при цьому гасне світловий індикатор готовності в кнопці дефібриляції (у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ) та відсутній характерний звук розряду;

- ввімкнути апарат у мережу, при цьому не загоряється світловий індикатор готовності в кнопці дефібриляції (у кнопці ВНУТРІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ), що свідчить про відсутність заряду;

- відключити апарат від мережі.

2. Перевірити форму імпульсу апарату та зміну амплітуд струмів першого та другого напівперіодів.

Перевірка форми імпульсу апарату та вимірювання амплітуд струмів першого і другого напівперіодів відбувається шляхом спостереження імпульсу на екрані осцилографа при розрядах дефібрилятора на резисторний дільник у всіх положеннях перемикача доз внутрішньої і зовнішньої дефібриляції.

Схема з'єднання приладів при вимірюванні в режимі зовнішньої дефібриляції приведена на **рис. 4.4**, у режимі внутрішньої дефібриляції - на **рис. 4.5**.

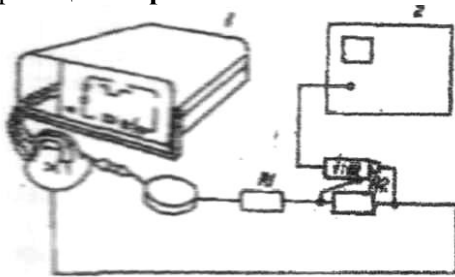


Рис. 4.4. Схема підключення дефібрилятора для перевірки форми імпульсу у режимі зовнішньої дефібриляції

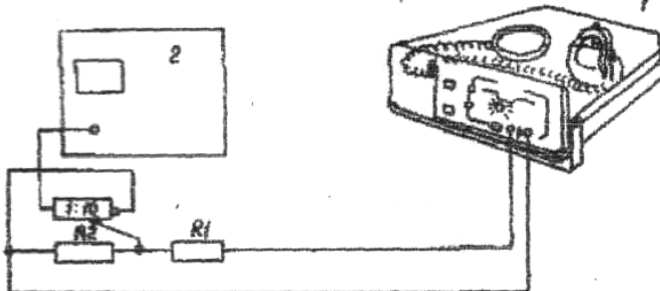


Рис.4.5. Схема підключення дефібрилятора для перевірки форми імпульсу у режимі внутрішньої дефібриляції

На рисунках: 1 – апарат, 2 – осцилограф, R1 – резистор ПЭВР-50-39 Ом, R2 – резистор С5-16Т-10 Вт-2 Ом.

Данні занести до таблиці, побудувати зняті залежності.

3. Обчислити амплітуди струмів за формулою: $I = 5 \cdot U$, де I – амплітуда струму, А; U – амплітуда напруги, В; 5 – коефіцієнт величина якого визначається дільником 1:10 осцилографа і резистором R_2 .

Вимірювання провести для усіх фіксованих положеннях перемикача доз.

Порядок проведення дослідів:

- скласти схеми за рисунками 5, 6;
- виміряти амплітуди напруг у першому та другому на півперіодах, дані занести до таблиці;
- замалювати форми імпульсів;
- провести вимірювання при всіх положеннях перемикача доз.

- обчислити амплітуди струмів та їх співвідношення у першому та другому напівперіодах;

- розрахувати мінімальну та максимальну енергію, до якої заряджається накопичувальний конденсатор $C_2 = 4\text{кВ} - 47\text{ мкФ} \pm 20\%$ за формулою:

$$W_{\min(\max)} = \frac{C_{\min(\max)} \cdot U^2}{2}.$$

- розрахувати коефіцієнт згасання коливань за формулою:

$$\eta = \frac{U_{T2}}{U_{T1}}.$$

На рисунку 4.6 наведено еквівалентну схему розрядного кола дефібрилятора.

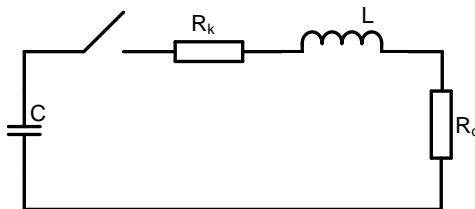


Рисунок 4.6. Розрядне коло дефібрилятора

Параметри кола: $L = 65$ мГн, $R_k = 5$ Ом, $C_k = 47$ мкФ, $R_c = 35$ Ом (опір тіла). При таких значеннях параметрів процес матиме коливний характер.

Диференційне рівняння перехідного процесу, який відбувається в розрядному колі дефібрилятора

$$U_c + (R_k + R_c) \cdot i + L \frac{di}{dt} = 0.$$

Визначте орієнтовно тривалість напівхвиль та відношення амплітуд першої та другої на півхвилі.

Період коливань

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Відношення амплітуд на півхвиль

$$\frac{I_1}{I_2} = \exp\left(\delta \frac{T}{2}\right),$$

$$\delta = \frac{R_k + R_c}{2L}.$$

Вимоги до звіту:

Звіт повинен містити мету роботи, короткі теоретичні відомості, порядок виконання роботи з вказаними схемами та результатами вимірювань, розрахункові данні та висновок по роботі.

Питання для самоконтролю:

1. Для чого потрібен дефібрилятор?
2. Яка будова дефібрилятора?
3. До якої максимальної енергії заряджається накопичувальний конденсатор?
4. Поясніть відмінність у режимах зовнішньої та внутрішньої дефібриляції.
5. Як проводиться перевірка працездатності дефібрилятора?
6. На що відбувається розряд конденсатора під час перевірки працездатності?

Лабораторна робота № 6

Перевірка працездатності апарату для ультразвукової терапії

Мета: вивчити будову апарату та навчитися проводити перевірку технічного стану приладу для ультразвукової терапії УЗТ-І.01Ф

Обладнання: апарат для ультразвукової терапії УЗТ-1.01Ф, осцилограф, трійник, з'єднувальний кабель, досліджувана ванна

Теоретичні відомості

1. Призначення

Апарат призначений для генерування ультразвукових коливань з метою впливу ними на різні ділянки тіла людини при лікуванні захворювань в умовах медичних установ (лікарень, клінік та поліклінік). Апарат використовується в загальній фізіотерапії для лікування хворих з різними захворюваннями периферичної нервової системи, опорно-рухового апарату та ін.

2. Технічні дані

Номінальне значення частоти ультразвукових коливань, що генеруються апаратом, $0,88 \text{ МГц} \pm 0,1\%$. Відхилення частоти збудження від номінального значення - не більше $0,1\%$. Відхилення частоти збудження за 15 хв. роботи апарата в неперервному режимі генерації не більше $0,01\%$ від номінального значення.

Ефективна площа випромінювачів:

- 1) ИУТ 0,88-1.03Ф - 1 см^2 ,
- 2) ИУТ 0,88-4.04 Ф - 4 см^2 .

Апарат працює в неперервному та імпульсному режимах генерації. В імпульсному режимі апарат генерує імпульси тривалістю 2, 4, 10 мс. Відхилення тривалості імпульсу не перевищує 20% від вказаних значень. Частота слідування імпульсів дорівнює частоті мережі.

Значення інтенсивності ультразвукових коливань на ступенях перемикача ІНТЕНСИВНІСТЬ, Вт/см^2 знаходиться в межах, зазначених в **табл. 5.1**.

Таблиця 5.1.

Положення перемикача «Інтенсивність»	Граничні значення інтенсивності, Вт/см^2
--------------------------------------	---

1,0	0,6-1,4
0,7	0,45-0,95
0,4	0,2-0,6
0,2	0,1-0,3
0,05	0,02-0,08

Апарат працює від мережі змінного струму з напругою 220 В та частотою 50 Гц, при цьому максимальна потужність ультразвукових коливань, що отримується при роботі апарата з випромінювачем найбільшої ефективної площі, 4 Вт.

Апарат забезпечує роботу протягом 6 год в повторно-короткочасному режимі випромінювання: 15 хв роботи в неперервному режимі генерації при інтенсивності 1,0 Вт/см² та 10 хв перерви (при відключенні апарату від мережі).

3. Опис конструкції

Апарат містить електронний блок та два змінних випромінювача. Електронний блок має ручку для перенесення, яка також служить для установки його в робоче положення. Корпус електронного блоку виконаний зі сплаву алюмінію. На лицевій панелі електронного блоку розташовані роз'єм ВИХІД для підключення кабелю випромінювача, індикатор вихідної напруги, вимикач МЕРЕЖА, індикатор включення мережі, перемикач ВИПРОМІНЮВАЧІ, ІНТЕНСИВНІСТЬ, ВТ/СМ², РЕЖИМ РОБОТИ та процедурний годинник.

На задній стінці електронного блоку встановлені ніжки, які служать для захисту проводу мережі від вигину та кріплення його та мережевої вилки під час транспортування апарата. У комплект апарата входить футляр, в якому розміщені склянки для лікарських та дезинфікуючих речовин та шпатель для нанесення контактуючих середовищ. Конструкцією футляра передбачені гнізда для установки випромінювачів та перерви між процедурами.

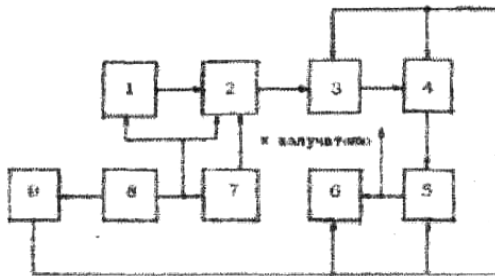


Рис.5.1. Структурна схема апарату УЗТ-1.01Ф

На рисунку: 1 – автогенератор, 2 – модулятор, 3 – буферний каскад, 4 – попередній підсилювач, 5 – вихідний підсилювач, 6 – індикатор вихідної напруги, 7 – імпульсний генератор, 8 – блок живлення, 9 – процедурний годинник

4. Будова та принцип роботи приладу

Функціональна схема електронного блоку апарата представлена на **рис. 5.1**.

Автогенератор – пристрій, який перетворює енергію джерела постійного струму в енергію незатухаючих електричних коливань необхідної форми, частоти і потужності. За діапазоном частот даний генератор відноситься до. високочастотного (діапазон частот коливається в межах від 100 кГц до 100 МГц, у нашому випадку 880 кГц). Генерування електричних коливань здійснюється шляхом перетворення первинних електричних коливань у коливання необхідної частоти і форми. За формою коливань, частотою, потужністю і призначенню генератор відноситься до генераторів гармонічних (синусоїдальних) коливань. До необхідних елементів генератора відносяться джерело енергії, кола, у яких збуджуються і підтримуються коливання (пасивні кола) і активні елементи, що перетворюють енергію джерела живлення в енергію генерованих коливань.

Модулятор – пристрій, що здійснює модуляцію – керування параметрами високочастотного електромагнітного переносника інформації відповідно до електричних сигналів переданого повідомлення. Носієм інформації є гармонічні коливання чи хвилі з частотою до 0,1 МГц. Модулюючі імпульси мають саму різноманітну

форму. Часто у функції модулятора входить також підсилення коливань, що модулюють. Неодмінна умова модуляції – модулюючі коливання повинні змінюватися в часі значно повільніше модульованих. Тому в будь-якому модуляторі сполучаються взаємодіючі кола модульованих коливань чи хвиль з колами модулюючого сигналу більш низької частоти. Визначальним у модуляторі є керуючий елемент, за допомогою якого сигнал впливає на параметри модульованих коливань чи хвиль.

Підсилювач – пристрій, призначений для підсилення електричних коливань. Таке підсилення являє собою процес керування джерелом енергії в результаті впливу на нього підсилюваних коливань через підсилюючий елемент. У загальному випадку підсилювач служить для підвищення рівня сигналів різного вигляду. У даному випадку підсилювачем є буферний каскад, побудований за схемою емітерного повторювача і призначений для розв'язки автогенератора від східчастого регулятора інтенсивності, попереднього підсилювача і вихідного підсилювача.

Блок живлення – блок, що забезпечує живленням значну частину електронних елементів пристрою. Основні блоки споживають електричну енергію у вигляді постійного струму. Джерелом постійного струму є блок живлення - пристрій, що перетворює змінний струм у постійний. У даному випадку блок живлення складається з трансформатора і двох стабілізованих випрямлячів.

Випромінювач. Основним елементом є керамічний п'єзоелемент, встановлений у корпус, що прикріплений до ручки. Другий кінець ручки випромінювача закінчується кабелем з високочастотним роз'ємом на кінці, за допомогою якого випромінювач приєднується до генератора. Високочастотні електричні коливання від генератора через роз'єм, кабель і струмоведучі кола випромінювача підводяться до п'єзоелементу, що перетворює їх в ультразвукові коливання тієї ж частоти. Ультразвукові коливання від випромінюючої поверхні випромінювача передаються в контактуюче з ним середовище.

Випромінювач складається з циліндричного металевого корпусу, на основі якого розташований п'єзоелектричний перетворювач. Пластина утримується за допомогою утримувача і пружини. Основа кріпиться до корпусу голівки за допомогою накладної

гайки. Корпус голівки укріплений у ручці. Усередині ручки проходить мережевий провід. Провід через втулку з'єднаний із утримувачем, що має електричний контакт із перетворювачем.

Електронний блок призначений для отримання напруги збудження ультразвукового випромінювача в неперервному та імпульсному режимах роботи. В неперервному режимі напруга збудження являє собою гармонічні коливання з частотою 0,88 МГц, в імпульсному - послідовність високочастотних імпульсів з тією ж частотою заповнення тривалістю 2, 4, 10 мс та періодом слідування 20 мс.

Колівання ультразвукової частоти генеруються в автогенераторі та через модулятор подаються на вхід буферного каскаду, який призначений для послаблення впливу слідуючих каскадів на параметри генеруемого сигналу. В імпульсному режимі модуляція виконується шляхом подачі на вхід модулятора імпульсів додатньої полярності з виходу імпульсного генератора. В неперервному режимі на вхід модулятора подається постійна напруга, яка відповідає рівню логічної одиниці. В коло емітера транзистора буферного каскаду включений ступінчатий регулятор інтенсивності, з виходу якого сигнал подається на вхід попереднього підсилювача, де підсилюється до рівня, необхідного для нормальної роботи вихідного підсилювача. Вихідний підсилювач призначений для підсилення потужності сигналу до значення, яке потрібно для отримання заданої інтенсивності ультразвукового випромінювання.

5. Техніка безпеки

При експлуатації приладу забороняється торкатися предметів з заземленням (труби, батареї центрального опалення і т.д), прилад має розташовуватися на струмопровідній поверхні. При роботі приладу забороняється тримати випромінювач в повітрі - випромінююча поверхня повинна контактувати з рідиною або ділянкою тіла (через шар контактної речовини).

Порядок виконання роботи

1. Перевірка працездатності приладу

- ✓ Зібрати схему, зображену на **рис. 5.2.**

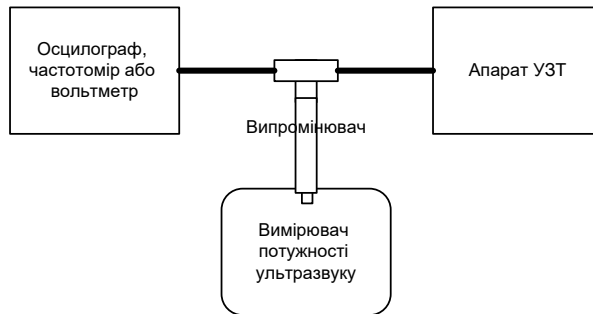


Рис. 5.2. Структурна схема установки для перевірки технічного стану апарату УЗТ

- ✓ Підключити до електронного блоку випромінювач.
- ✓ Провести перевірку працездатності випромінювача, нанісши 2-3 краплі води на випромінюючу площину. Перемикаючи режими інтенсивності випромінювання спостерігати за поведінкою крапель води. В працездатному апараті при низькій інтенсивності випромінювання краплі води починають трохи пузиритися, а при збільшенні інтенсивності спостерігається фонтанчик. Процедуру проводити якнайшвидше, бо при відсутності навантаження відбувається перегрів випромінювача, що може вивести його з ладу. Вимкнути генерацію ультразвукових коливань.
- ✓ Встановити випромінювач в іспитову ванну або вимірювач потужності. В якості навантаження використати воду. Натиснути відповідну йому кнопку перемикача ВІПРОМІНЮВАЧІ.
- ✓ Перемикач РЕЖИМ РОБОТИ встановити в положення "Н", що відповідає неперервному режиму генерації.
- ✓ Ввімкнути апарат в мережу та встановити на процедурному годиннику час 25 - 30 хв.
- ✓ При положеннях перемикача ВІПРОМІНЮВАЧІ "3", "4" та при всіх положеннях перемикача ІНТЕНСИВНІСТЬ, ВТ/СМ² визначити параметри ультразвукового сигналу (період, частоту, амплітуду).
- ✓ Провести ту ж процедуру для імпульсного режиму роботи пристрою УЗТ.
- ✓ Внести данні в таблицю.
- ✓ Провести вимірювання використовуючи в якості

навантаження тіло людини (верхню сторону долоні). Перед процедурою нанести на контакту ділянку прошарок вазелінового масла. Контакт випромінювача зі шкірою повинен бути щільним, бо при прошарку навіть у 0,001 см відбувається відбиття ультразвукової хвилі від повітря.

✓ Замалювати вид сигналу для різних навантажень.

2. Визначити потужність ультразвукових коливань

При всіх положеннях перемикача ІНТЕНСИВНІСТЬ, ВТ/СМ² розрахувати потужність Р ультразвукового сигналу за формулою

$$P = p \cdot S,$$

де p – інтенсивність, Вт/см², S – ефективна площа випромінювача.

3. Визначити акустичний опір навантаження за формулою

$$Z = \rho \cdot c,$$

де ρ – густина речовини, c – швидкість розповсюдження ультразвуку в речовині. Для води $c = 1500$ м/с, для м'язової тканини $c = 1540$ м/с.

4. Зробити висновки по роботі.

Вимоги до звіту:

1. Оформити по правилам оформлення звітів з лабораторних робіт.
2. Привести експериментальні данні, замалювати форми імпульсів та розрахувати потужність ультразвукових коливань.
3. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Яка будова та принцип дії апарату ультразвукової діагностики.
2. Яка послідовність перевірки роботи приладу.
3. Технічне обслуговування, ремонт та техніка безпеки при роботі з приладом.
4. Який ефект отримання ультразвукових коливань лежить в основі роботи ультразвукових терапевтичних приладів.
5. Яка швидкість розповсюдження ультразвуку в повітрі, воді, біологічних середовищах.

Лабораторна робота № 7 Вивчення приладу для лікарського електрофорезу

Мета роботи:

Вивчення будови, принципу роботи приладу для гальванізації та лікарського електрофорезу «Поток-1» та експериментальне дослідження процесу лікарського електрофорезу.

Обладнання: макет лабораторної установки, гальванізатор «Поток 1», ГЕ-50-2, амперметр, КІ, крохмал, фільтрувальний папір, дистильована вода, годинник.

Короткі теоретичні відомості

Лікарський електрофорез являє собою взаємодію на організм хворого в лікувальних цілях гальванічного струму і лікарського розчину, що потрапляє в організм зі струмом через непошкоджену шкіру.

Гальванічний струм – це постійний струм низької напруги (до 80 В) при невеликій силі струму (до 50 мА), отриманий шляхом випрямлення та згладжування змінного мережевого струму (амплітуда пульсацій, які залишаються при цьому, не повина перевищувати 0,5 %).

У зв'язку з великим опором рогового шару епідермісу струм проходить в організм головним чином через отвори потових і в меншій мірі сальних залоз, а так як загальна їх площа становить лише 1/200 частину поверхні шкіри, то на проходження епідермісу витрачається більша частина енергії підведеного струму. Тут розвиваються найбільш виражені первинні реакції на взаємодію струмом. Подолавши на піделектродних ділянках тіла опір епідермісу і підшкірної тканини, струм у вигляді протилежно направленої руху різнойменних заряджених іонів від електроду до електроду проходить через тканини з найменшим опором, значно розгалужуючись і відхиляючись від прямої між двома електродами. При цьому не можна передбачити, якими шляхами він буде проходити – чи паралельними пучками, чи по кровеносних судинах, по нервах чи м'язовій тканині. В кожному окремому

випадку це будуть різні шляхи в залежності від ділянки взаємодії, від варіантів анатомічної будови індивідуума і функціонального стану організму.

На шляху струму біля напівпроникних мембран, по обидві сторони від них, проходить скупчення одноіменно заряджених іонів. Між такими скупченнями іонів протилежної полярності виникає внутрішньотканинний поляризаційний струм протилежного напрямку. З однієї сторони це створює додатковий опір діючому струму, а з другої – такі ділянки всередині тканин є місцями найбільш активної (після епідермісу) дії струму.

Механізми лікарської дії. Зустрічаючи великий опір епідермісу, енергія постійного струму частково перетворюється в тепло, частково викликає первинні електрохімічні процеси. У зв'язку з невеликою інтенсивністю струму кількість тепла, що утворюється при його проходженні через шкіру, незначна. Але вона може спричинити слабкі біологічні ефекти у вигляді активізації кровообігу і прискорення біохімічних процесів. Основним же і специфічним компонентом дії постійного струму є його вплив на співвідношення в тканинах різних іонів, що є однією із важливих ланок в регуляції їх функціонального стану. Ця дія постійного струму пояснюється з позиції іонної теорії збудження, яка в свою чергу базується на теорії електролітичної дисоціації, згідно якої у розчинах електролітів постійно проходить розклад нейтральних молекул на додатньо і від'ємно заряджені частинки іонів, і паралельно – рекомбінація їх у нейтральні молекули. Функціональний склад тканин визначається зміною відношення між кількістю іонів натрію і калію, з однієї сторони, і іонів кальцію і магнію з іншої (при збільшенні цього відношення за рахунок збільшення кількості іонів кальцію і натрію виникає збудження; при зменшенні за рахунок збільшення іонів кальцію і магнію виникає зниження інтенсивності життєвих процесів в тканинах), а також зміною відношення водневих та гідроксильних іонів, що спричиняється постійним струмом.

Цей метод із застосуванням гальванічного струму в лікарських цілях був названий **гальванізацією**.

Вперше можливість введення в організм лікарських речовин електричним струмом через непошкоджену шкіру була доведена в роботах французького дослідника S. LeDuc (1908). Науковою основою для подібних дослідів являлось відкриття електролітичної дисоціації, в результаті якої в розчинах електролітів постійно присутні не тільки нейтральні молекули, а й різнойменні заряджені іони. Частка молекули, постійно дисоціюючих на іони, так як і кількість молекул, що одночасно утворюються із іонів, залежить від природи речовини, концентрації розчину, його температури, а також від природи розчинника. Чим більша діелектрична проникність розчинника, тим більшу ступінь дисоціації він спричиняє і тим більше іонів присутніх в розчині. Тому найчастіше в якості розчинника застосовують воду, яка має найбільшу діелектричну проникність серед розчинників. Для речовин, які не розчиняються у воді, в якості розчинників, що забезпечують дисоціацію молекул розчинної речовини, можуть бути використані водневі розчини диметилсульфосиду (ДМСО), гліцерин, етиловий спирт та ін.

Підведення постійного електричного струму до розчину викликає в ньому протилежно направлене переміщення іонів. Додатньо заряджені іони переміщуються до від'ємного електроду (катода) і називаються катіонами; іони з від'ємним зарядом, що рухаються в протилежному напрямку, називаються аніонами.

Таке переміщення іонів під впливом постійного струму відбувається і в тканинах організму, які містять значну кількість розчинених солей. Якщо між електродами і поверхнею тіла помістити розчин якого-небудь медикаменту – електроліту, то іони лікарської речовини, що містяться в ньому, відштовхуючись від однойменного зарядженого електроду і направляючись до електроду іншої полярності, будуть проникати всередину тканин організму, що і використовується при лікарському електрофарезі.

Кількість лікарського розчину, що надходить в організм зі струмом, і характерм цього розподілу в тканинах, визначається наступними факторами і явищами. Кожний іон в розчині електроліту оточений молекулами розчину і іонами з протилежним по знаку зарядом, – так званою іонною атмосферою.

Переміщуючись під впливом струму іони зазнають гальмівної дії молекул розчинника, іонної атмосфери і іонів, котрі переміщуються в протилежному напрямку. Величина гальмівної дії перерахованих факторів залежить від концентрації розчину, його температури та ін. умов. У водневих розчинах швидкість переміщення іонів при напруженості електричного поля 1 В/см становить декілька сантиметрів за годину, наприклад для іонів (K^+) – 2,5 см/год. Набагато більша швидкість характерна для водневих іонів (H^+) – 10 см/год та іонів гідроксиду (OH^-) – 4,16 см/год.

Згідно першого закону Фарадея, кількість речовини, що переміщується в розчині під дією струму чи виділяється на електроді, прямо пропорційно кількості струму, що проходить через розчин.

Згідно другого закону Фарадея, для переміщення в розчині хімічного еквіваленту іону або виділення його на електродах необхідна одна і та ж кількість електрики – $9,65 \cdot 10^4$ Кл/моль, названа числом, або сталою Фарадея. Кількість речовини, що виділяється на електроді чи переноситься в розчині, визначається за формулою:

$$m = \frac{\mu \cdot I \cdot t}{n \cdot F}, \quad (6.1)$$

де m – кількість речовини, що виділяється на електроді чи переноситься в розчині при проходженні струму I за час t ;

F – число Фарадея;

μ – молярна маса;

n – валентність хімічного елемента або з'єднання.

На проникнення іонів лікарських речовин в організм також впливають:

▪ жирові речовини і солі, що виділяються з потом, та епідерміс, що злущується, – призводять до збільшення і так великого опору шкіри, а тому зменшується загальна кількість іонів, котрі поступають при електрофорезі в організм (усунення цих факторів досягається протиранням теплою водою з милом ділянок шкіри, на які накладатимуться електроди);

▪ активна кислотність шкіри (рН) – зсув реакції шкіри в кислу сторону знижує її проникність для катіонів і підвищує для аніонів. Злужування шкіри призводить до обернених змін її проникності.

Лікарські речовини, проникаючи через верхні шари шкіри, утворюють там так зване депо, із якого, затримуючись там до 20 – 30 днів, ліки дифундують в кров і лімфу та розносяться по всьому організму. Необхідно відмітити, що при проходженні постійного струму через ділянку шкіри іони не тільки поступають в організм, а й виводяться з нього. Процес виведення іонів (елімінація) не отримав широкого практичного застосування, оскільки з організму виводиться незначна кількість речовини. При цьому елімінуються не ті іони, що необхідно вивести, а переважно ті, що знаходяться у поверхневих піделектродних тканинах і мають більшу хімічну активність.

Механізми лікарської дії. Недоцільно визначати лікарський електрофорез виключно як метод введення ліків в організм електричним струмом, адже у порівнянні з іншими способами введення ліків в організм надходить незначна кількість лікарської речовини. Але було б помилкою ігнорувати такі малі дози ліків разом з дією струму. Та дію електрофорезу не розглядають і як просту суму впливу струму і лікарської речовини. Електричний струм, що приводить тканини в стан підвищеної активності, збуджуючи їх, робить їх більш чутливими до дії ліків. При цьому струм може не тільки підсилювати, але й послаблювати дію лікарських речовин і змінювати їх фармакодинаміку. Не має сумніву і в тому, що і ліки можуть впливати на дію струму, підсилюючи чи послаблюючи його.

При призначенні лікарського електрофорезу поряд з врахуванням дії струму і ліків виходять із особливостей, які притаманні цьому методу. А саме:

1) поступове накопичення лікарської речовини в епідермісі, а також власне шкірі, затримка її там на декілька днів (депо) при курсовому застосуванні. Це використовують в тих клінічних випадках, коли необхідно зосередити дію струму і лікарської речовини на певній ділянці шкіри, наприклад в області рубця, травми чи на суглобі. Перебування певних лікарських речовин у

тканинному депо може мати рефлектно-сегментарний вплив на центральну нервову систему та внутрішні органи;

2) неперервне протягом тривалого часу надходження лікарської речовини в кров із депо, що доцільно використовувати при хронічних патологічних станах, коли немає необхідності у великих кількостях;

3) відсутність побічних дій, що мають місце при введенні препаратів іншими способами;

4) введення лікарської речовини в організм у вигляді іонів, тобто в активно діючій формі.

Хід виконання роботи

1. Ознайомитись з лабораторною установкою та підготувати необхідні прилади до роботи.
2. Зібрати лабораторну установку згідно рис. 6.1.

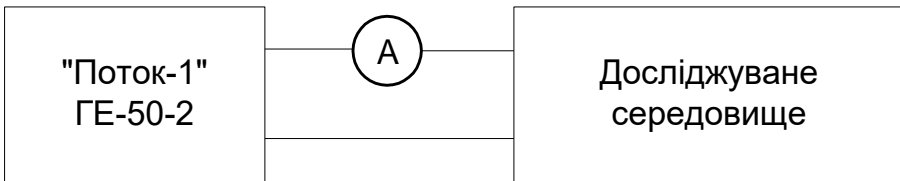


Рисунок 6.1 – Лабораторний макет для дослідження приладу для гальванізації та лікарського електрофорезу

3. Помістити фільтрувальний папір розмірами $4 \times 1,5$ см у досліджуване середовище (Досліджуване середовище – контейнер з певною кількістю води. Кількість води задається викладачем). До кінців фільтрувального паперу прикласти електроди, подати струм; на “+” капнути краплю крохмалу, на “-” – краплю KI.

4. За допомогою змінного резистора зняти з міліамперметра мінімальне та максимальне значення струму I_{\min} , I_{\max} .

5. Повторити п.3 10 разів, змінюючи струм I в межах $[I_{\min}; I_{\max}]$ і замірюючи годинником час t проходження речовиною шлях $S \approx 4$ см від “-” до “+”.

У зв'язку з реакцією КІ з крохмалем на “ + ” з'являється синій колір, що свідчить про проходження КІ шляху S. Отримані результати занести до таблиці.

6. За формулою (4.1) визначити кількість речовини m , що переноситься в розчині.

7. Побудувати залежності $t = f(I)$ та $m = f(I)$.

8. Зробити висновки.

Вимоги до звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

1. Результати вимірювань та розрахунків по пп. 3 – 6 у вигляді таблиці.

2. Графіки залежностей $t = f(I)$ та $m = f(I)$.

3. Оцінка отриманих результатів та висновки по проведеній роботі.

Контрольні питання

1. Що таке гальванічний струм?
2. Гальванізація, суть, механізми лікарської дії.
3. Лікарський електрофарез, суть, призначення.
4. Механізми лікарської дії електрофорезу.
5. Використання електрофорезу в лікувальних цілях.
6. Призначення та принцип дії гальванізатора “Поток-1”.

Лабораторна робота №8
Вивчення апарату «Ампліпульс-4»

Мета: вивчити будову апарату та навчитися проводити перевірку технічного стану приладу для низькочастотної терапії АМПЛПУЛЬС-4.

Обладнання: апарат для низькочастотної терапії АМПЛПУЛЬС-4, осцилограф.

Теоретичні відомості

1. Призначення

Апарат низькочастотної терапії АМПЛПУЛЬС-4 призначений для лікувального впливу модульованими синусоїдальними струмами звукової частоти на осіб, які страждають захворюваннями периферичної нервової системи. Апарат призначений для експлуатації як в умовах стаціонару, так і в якості переносного для лікування пацієнтів безпосередньо в палаті медичної установи чи в домашніх умовах.

2. Технічні характеристики

Несуча частота коливань синусоїдальної форми (5000 ± 500) Гц із коефіцієнтом гармонік не більш 15%. Частота коливань модулюючої напруги синусоїдальної форми встановлюється дискретно: 30; 50; 70; 100; 150 Гц $\pm 10\%$ з коефіцієнтом гармонік не більш 10%. Коефіцієнт модуляції встановлюється дискретно 0; 50; 75; 100%, а режим перемодуляції (коефіцієнт модуляції $>100\%$) з паузами від 20 до 40 % від періоду.

3. Принцип роботи

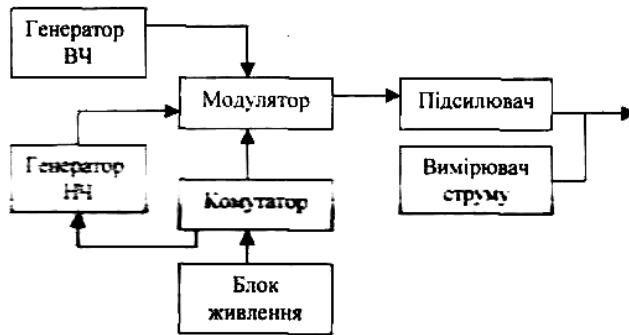


Рис. 1 Структурна схема приладу

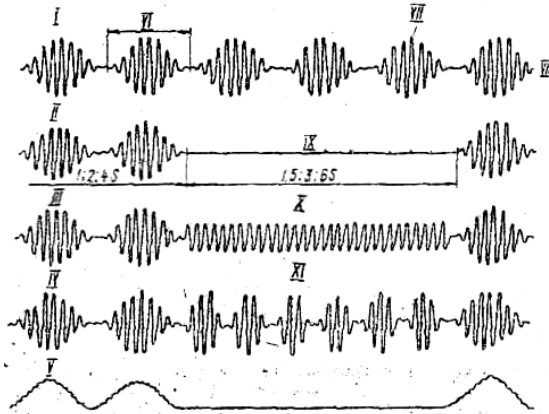


Рис. 2 Форма сигналів на виході приладу

Схема апарата складається з генератора високої частоти генератора регульованої низької частоти, модулятора, підсилювача, комутатора для одержання різних режимів, вимірювача струму в колі пацієнта, блоку живлення.

Генератор високої частоти генерує напругу синусоїдальної форми частотою 5000 Гц. Генератор низької частоти генерує напругу синусоїдальної форми фіксованих частот 30; 50; 70; 100 і 150 Гц. У модуляторі напруга частотою 5000 Гц модулюється напругою низької частоти. Модульована напруга надходить на

підсилювач з двотактним виходом, а потім на коло пацієнта. За допомогою електронного комутатора відбувається переключення відповідних кіл для одержання необхідного роду роботи;

- серій синусоїдальних модульованих коливань, які чергуються з паузою;
- серій синусоїдально-модульованих коливань, які чергуються з серіями немодульованих коливань;
- серій синусоїдально-модульованих коливань з довільно обраною частотою модуляції 30; 50; 70; 100 чи 150 Гц, що чергуються з серіями модульованих коливань частотою 150 Гц.

Для вимірювання струму, що протікає в колі пацієнта, застосовується міліамперметр. Живлення всіх блоків здійснюється від блоку живлення. Блок живлення підключається до мережі 127 чи 220 В частотою 50 чи 60 Гц.

Форма сигналу на виході апарата показана на **рис. 2**.

Порядок виконання роботи

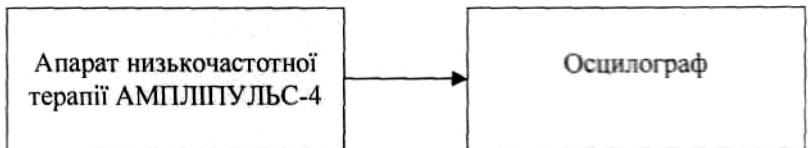


Рис. 3 Схема лабораторної установки

1. зібрати схему, представлену на **рис. 3**
2. вмикнути кнопку МОДУЛЯЦІЯ, що відповідає положенню 75;
3. вмикнути кнопку ТРИВАЛІСТЬ, що відповідає положенню 2-3 с;
4. вмикнути кнопку РЕЖИМ, що відповідає положенню 1;
5. вмикнути кнопку ЧАСТОТА, що відповідає положенню 100 Гц;
6. задати струм у колі пацієнта 5мА;
7. при перемиканні кнопок РІД РОБОТИ визначити параметри сигналу (максимальне та мінімальне значення сигналу, період модулюючого сигналу, тривалість паузи);
8. визначити середньоквадратичне значення струму за

формулою

$$I = I_m \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}$$

де I - середньоквадратичне значення струму; I_m - покази міліамперметра; m - коефіцієнт модуляції (0,75).

9. визначити приведену похибку за формулою

$$\delta = \frac{I - I_m}{I_k} 100\%.$$

де δ - приведена похибка в процентах; I - визначене за формулою (1) значення струму; I_m - покази міліамперметра; I_k - знайдене за формулою значення струму для останньої оцифрованої точки шкали

10. визначити коефіцієнт модуляції за формулою

$$M = \frac{a - c}{a + c},$$

де a - максимальне значення сигналу; c - мінімальне значення сигналу

11. визначити тривалість паузи у відсотках від періоду модулюючого сигналу за формулою

$$T = \frac{t_n}{t} 100\%.$$

де t_n - тривалість паузи; t - тривалість періоду модулюючого сигналу

12. **Зробити висновки по роботі.**

Вимоги до звіту:

12. Оформити по правилам оформлення звітів з лабораторних робіт.

13. Привести експериментальні данні, розрахунки.

14. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Яка будова та принцип дії апарату для ампліпульстерапії.
2. Яка послідовність перевірки роботи приладу.
3. Яка частота несучого коливання?

4. Яка частота модулюючого коливання?
5. Які форми сигналів можна отримати на виході приладу.
6. Як визначити коефіцієнт модуляції та що означає цей параметр.

Підготовка до виконання лабораторних робіт і правила оформлення звіту

Мета лабораторного практикуму – надати можливість студентам навчитися працювати на апаратурі підтримки життєдіяльності людини, самостійно перевіряти в дослідах фізичні закономірності, ознайомитись з методами фізичного експерименту, набути навички самостійної роботи.

Основний посібник для лабораторного практикуму – методичні вказівки до лабораторних робіт, де наведено зміст лабораторних робіт, їх мета, опис фізичних явищ і експериментальних методів.

Оскільки у лабораторному практикумі, застосовується циклічний метод проведення лабораторних робіт, то дуже часто студенти виконують лабораторну роботу до того, як матеріал на цю тему викладається на лекціях. Такий порядок проведення лабораторного практикуму стимулює самостійну роботу студентів над підручниками і навчальними посібниками.

Основні етапи підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Ознайомитись з описом лабораторної роботи по відповідним методичним вказівкам.
2. Уявити мету лабораторної роботи, фізичні явища, які будуть вивчатися в цій роботі, експериментальний метод, що буде застосовуватись в цій роботі; на основі проробки методичних вказівок мати уявлення про порядок прямих і опосередкованих вимірювань.
3. Вивчити відповідний розділ в підручнику і конспекті лекцій (якщо він уже там є).

4. Скласти конспект опису лабораторної роботи в окремому зошиті для лабораторних робіт.

5. Підготувати відповіді на контрольні запитання, які наведені у кінці опису кожної лабораторної роботи

Розглянемо більш детально пункт 4. Конспект чергової лабораторної роботи (графік її виконання доводиться до відома студентів викладачем) студент виконує в окремому зошиті, куди потім він буде вносити дані вимірювань і обчислень. В конспекті необхідно вказати: стисле і ясне викладення мети даної лабораторної роботи, методики виконання експерименту, виведення робочої формули, порядок виконання, перелік необхідних приладів і інструментів, схеми, рисунки, таблиці для занесення результатів прямих і опосередкованих вимірювань, похибок вимірювань.

Дозвіл на виконання лабораторної роботи дає викладач після перевірки підготовки студента до її виконання. Ця перевірка відбувається на занятті перед виконанням лабораторної роботи. При цьому студент повинен надати конспект описання лабораторної роботи, знати її мету, порядок виконання прямих і непрямих вимірювань, проявити вміння користуватися лабораторними приладами і інструментами та керувати ходом експерименту у процесі виконання лабораторних вимірювань, а також оцінювати похибки прямих вимірювань, знати, як заповнювати таблицю вимірюваних величин та їх похибок.

Звіт з лабораторної роботи складається студентом в позааудиторний час на окремих аркушах і містить у собі наступне:

1) назва лабораторної роботи, дата її виконання, прізвище студента і номер його групи, прізвище викладача;

2) мета роботи;

3) робочі формули;

4) таблиця вимірюваних величин і похибок;

5) результати обчислень шуканих величин і похибок;

6) графіки (якщо вони потрібні) на міліметровому папері;

7) короткі висновки.

Дані обчислень повинні бути наведені так, щоб їх легко можна було перевірити, тобто у формули підставляються числові

значення величин і приводиться кінцевий результат обчислень кожної величини і її одиниці вимірювання. Проміжні обчислення не наводяться.

Щоб уникнути громіздких обчислень і в той же час не внести додаткових похибок при округленні числових значень, необхідно знати правила наближених обчислень.

Округлення здійснюється простим відкиданням значущих цифр, якщо перша з цифр, що відкидається, менша за 5, і збільшенням на одиницю цифри, що стоїть першою перед тою, що відкидається, якщо вона (перша, що відкидається) більша за 5 або дорівнює 5 і за нею ідуть значущі цифри. Якщо цифра, що відкидається, дорівнює 5 і за нею немає значущих цифр, то округлення проводиться так, щоб остання цифра, що залишається, була парною, наприклад, 0,435 замінюється на 0,44, а 0,465 – на 0,46.

Округлення доданків в алгебраїчній сумі (тобто при додаванні і відніманні) відбувається до розряду на одиницю меншого за останній розряд найменш точного числа, а після додавання результат округлюється до останнього розряду найменш точного числа з доданків.

При виконанні дій добутку та ділення спочатку округлюють кожний з добутків (або ділене і дільник), залишаючи стільки значущих цифр (до і після коми), скільки міститься в значенні величини з найменшою кількістю значущих цифр, виконують дії і точно так же округлюють результат. При обчисленні коренів і логарифмів результат округлюють, залишаючи стільки значущих цифр, скільки їх міститься в даному числі.

Для того, щоб лабораторна робота була повністю захищена, крім наданих викладачу звітів і відповідей на запитання при допущенні до виконання лабораторної роботи, студент повинен відповісти на низку запитань, які мають відношення до тих фізичних явищ, законів, величин, застосованого експериментального методу і його обґрунтування, що зв'язані з даною лабораторною роботою; вміти виводити робочі формули для опосередкованих вимірювань і оцінок їх похибок. Список контрольних запитань наводиться в кінці методичних вказівок до

виконання кожної лабораторної роботи. Застосовується два методи вказаного опитування. При першому з них опитування здійснюється разом з перевіркою підготовки студента до виконання лабораторної роботи. При другому способі – опитування здійснюється після надання звіту на наступному після виконання лабораторної роботи занятті. Викладач заздалегідь попереджає студентів про спосіб опитування при кінцевій здачі лабораторної роботи. За оформлення та відповіді на запитання викладач виставляє студенту відповідну оцінку, яка зараховується йому, як бали до кінцевої рейтингової оцінки за семестр.

Ритмічна робота студента в семестрі підвищує його рейтинг і дозволяє одержати більш високу оцінку на екзамені.