

Лабораторна робота № 5

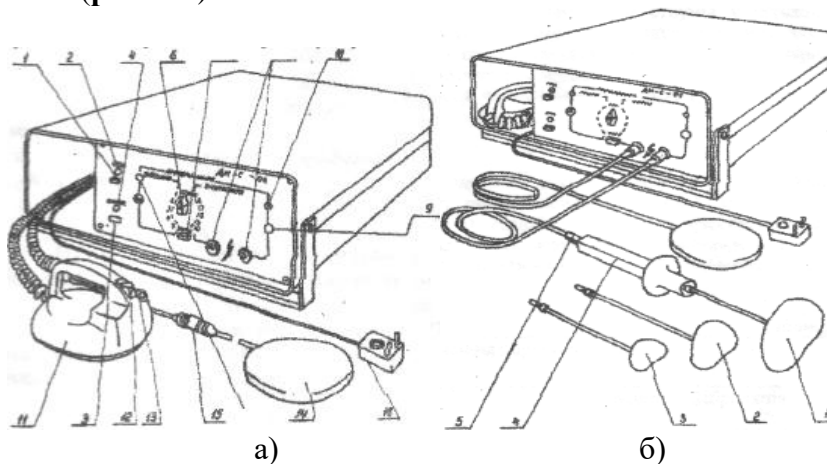
Вивчення будови та проведення перевірки технічного стану дефібрилятора ДИ-С-04

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 - трансторакальний 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.

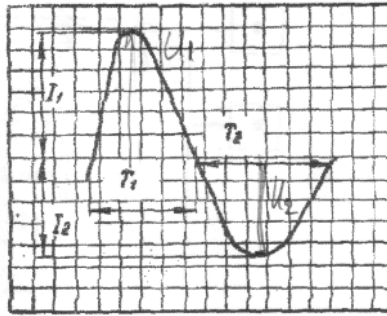
Рис. 4.1. Зовнішній вигляд дефібрилятора ДИ-С-04

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 I_1 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 дефібриляція					Внутрішня дефібриляція				
	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"7"	"8"	"9"	"10"
Амплітуда струму першого напівперіоду імпульсу I_1 А.	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.

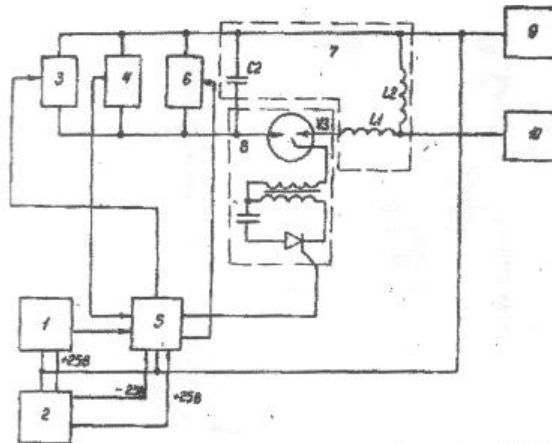


Рис. 4.3. Структурна схема дефібрилятора

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 - трансторакальний електрод; 10 - спинний електрод.

Схема формування (7) дефібрилюючого імпульсу містить накопичувальний конденсатор C_2 і котушки індуктивності L_1 та L_2 . Заряд конденсатора C_2 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 C_2 і скидання заряду на коло скидання (6). Замикач (8) комутує розряд конденсатора C_2 на котушки L_1 та L_2 при формуванні імпульсу на електроди 9 і 10. Низьковольтний перетворювач напруги (2) живить напругами $\pm 25\text{В}$ кола 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, індикує подачу мережевої напруги в схему апарата:

- роз'єм СИНХР. 3, який служить для підключення синхронізуючого пристрою;
- світловий індикатор СИНХР. 4, індикує подачу синхросигнала на вхід СИНХР. І перемикач апарата в режим синхронізації;

- світловий індикатор ЗОВНІШНЯ ДЕФІБРИЛЯЦІЯ 5, що сигналізує про перемикання 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 апарату 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 короткочасну 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 апарата 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**.

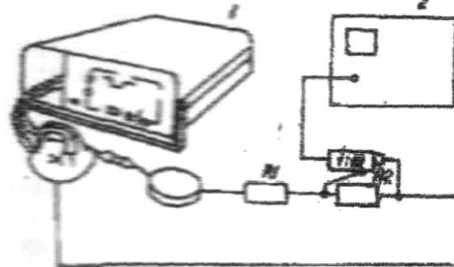


Рис. 4.4. Схема підключення дефібрилятора для перевірки форми імпульсу у режимі зовнішньої дефібриляції

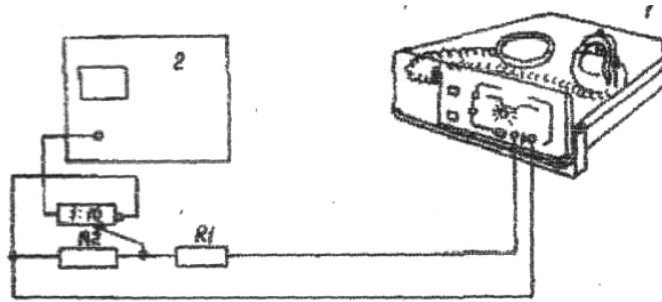


Рис.4.5. Схема підключення дефібрилятора для перевірки форми імпульсу у режимі внутрішньої дефібриляції

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 R2.

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.

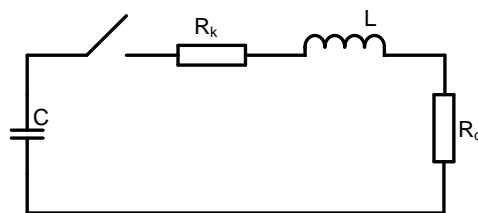


Рисунок 4.6. Розрядне коло дефібрилятора

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

Диференціальне 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?

Форма сигналу до ЛР

