

# **Изучение медицинского аппарата для гальванизации**

## **1. Цель работы:**

1. Изучить устройство и принцип действия аппарата для гальванизации.
2. Определить порог болевого ощущения.

## **2. Приборы и принадлежности**

1. Аппарат для гальванизации с комплектом электродов «Поток – 1».
2. Физиологический раствор, марлевые прокладки.

## **3. Теоретическое введение**

**Гальванизацией** называется метод физиотерапии, при котором используется воздействие на организм человека с лечебной целью постоянным током малой силы (40-50 мА) и низкого напряжения (40-50 В).

Электрический ток при гальванизации подводится от источника тока к телу человека с помощью проводов и свинцовых электродов.

Для улучшения проводимости тока через кожу необходимо применять прокладки, смоченные физраствором.

Ток проходит в организм человека через неповрежденную кожу в основном по выводным протокам потовых желез. Вследствие небольшого количества потовых желез и высокого омического сопротивления кожного барьера при гальванизации большая часть напряжения, подводимого к электродам, приходится на кожу и здесь преимущественно поглощается электрическая энергия. Именно поэтому при гальванизации, прежде всего, происходит раздражение кожных рецепторов.

Действие постоянного тока на организм определяется прохождением тока через ткани и вызываемыми в них физико-химическими сдвигами. Вследствие сложности состава и неоднородности микроструктуры тканей прохождение тока и вызываемое им перемещение заряженных части происходят неравномерно и не по кратчайшему пути между электродами, как это наблюдается в однородных средах. В организме ток распространяется по пути наименьшего омического сопротивления, преимущественно по межклеточным пространствам, кровеносным и лимфатическим сосудам, оболочкам нервных стволов, мышцам.

**Эффекты, возникающие в тканях организма под действием аппарата для гальванизации:**

1. электролиз
2. поляризация
3. ионная асимметрия
4. электродиффузия
5. электроосмос

### **1. Электролиз**

При прохождении постоянного тока через тело человека между электродами возникает электрическое поле. Под воздействием электрического поля молекулы в тканях распадаются на электрически заряженные ионы. Положительно заряженные ионы ( $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{+}$  и т.д.) движутся по направлению к катоду (отрицательному электроду) и называются катионами. Отрицательно заряженные ионы ( $OH^-$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_3^-$ ,  $SO_3^-$  и т.д.) движутся к аноду (положительному электроду) и называются анионами. Достигнув электродов ионы теряют свой электрический заряд и превращаются в нейтральные атомы.

Этот процесс называется *электролизом*. Взаимодействуя с водой эти атомы образуют продукты электролиза. Под анодом образуется кислота ( $HCl$ ), а под катодом щелочь ( $KOH$ ,  $NaOH$ ). Продукты электролиза являются химически активными веществами и могут вызвать химический ожог подлежащих тканей. Для предотвращения ожога необходимо применять прокладки, смоченные физраствором.

## 2. Поляризация

**Электрическая поляризация** — это скопление у мембран противоположно заряженных ионов с образованием электродвижущей силы, имеющей направление, обратное приложенному напряжению.

Мембраны создают препятствия для движения токов, так как обладают ёмкостными свойствами (свойствами конденсатора). Ионы скапливаются у мембран и формируют добавочные полюса в толще тканей, между которыми возникают добавочные токи, получившие название *«поляризационных токов»*. Эти токи повышают сопротивление прохождению гальванического тока в тканях организма.

Поляризация происходит в тканях, находящихся на пути прохождения тока. Затухает поляризация в течение нескольких часов, с чем в какой-то степени связано длительное последствие постоянного тока.

## 3. Ионная асимметрия

При прохождении через ткани постоянного тока катионы движутся к катоду, а анионы — к аноду. Неодинаковая скорость перемещения ионов связана с различиями в их физико-химических свойствах (заряд, радиус, гидратация и др.). Поэтому после гальванизации возникает ионная асимметрия, сказывающаяся на жизнедеятельности клеток, скорости протекания в них биофизических, биохимических и электрофизиологических процессов. Наиболее характерным проявлением ионной асимметрии можно считать преобладание у катода одновалентных катионов, а у анода — двухвалентных анионов. Такие изменения сопровождаются повышением возбудимости нервных окончаний у катода. У анода происходят противоположные сдвиги.

## 4. Электродиффузия

Электрический ток изменяет проницаемость тканей и увеличивает пассивный транспорт крупных белковых молекул и других веществ.

## 5. Электроосмос- это перенос воды, заряженными ионами.

Под действием электрического поля в тканях возникает разнонаправленное движение молекул свободной и захваченной в гидратные оболочки ионов

(Na, K, Cl) воды примембранного слоя относительно клеток. Из-за того, что количество молекул воды в гидратных оболочках катионов больше, чем у анионов, содержание воды под катодом увеличивается, под анодом – уменьшается.

### **Физиологическое и лечебное действие**

Воздействие гальваническим током сопровождается возникновением разнообразных физиологических реакций.

Местные изменения касаются преимущественно кожи. При гальванизации развивается гиперемия, более выраженная в области катода. Она способствует улучшению обмена веществ, оказывает рассасывающее действие, служит источником рефлекторного раздражения. В коже и подлежащих тканях происходит усиленное образование биологически активных веществ (ацетилхолин, гистамин, гепарин и др.), преимущественно на катоде. Под влиянием гальванизации усиливаются окислительные процессы в коже, увеличивается число активных кожных желез.

Перераспределение ионов, накопление продуктов электролиза, образование биологически активных соединений и другие физико-химические сдвиги ведут к раздражению рецепторов, заложенных в коже.

При гальванизации отмечаются урежение сердечной деятельности, снижение повышенного давления, улучшение кровообращения и стимуляция трофических процессов в органах, стимуляция лимфообращения, усиление секреторной и моторной функций желудка и кишечника, улучшение метаболических функций печени. В общем, на состояние внутренних органов гальванизация оказывает нормализующее действие.

**Аппарат для гальванизации** представляет собой **выпрямитель переменного тока**, снабженный фильтром для сглаживания пульсаций переменного тока.

### **Внешний вид прибора**



- 1 – сигнальная лампочка
- 2 – переключатель напряжения

- 3 – ручка потенциометра
- 4 – выключатель цепи
- 5 – выходные клеммы
- 6 – переключатель шунта
- 7 – миллиамперметр

**Блок-схема аппарата для гальванизации (рис.1) включает:**

- понижающий трансформатор;
- выпрямитель со сглаживающим фильтром;
- терапевтический контур (потенциометр, миллиамперметр, клеммы для подсоединения пациента).

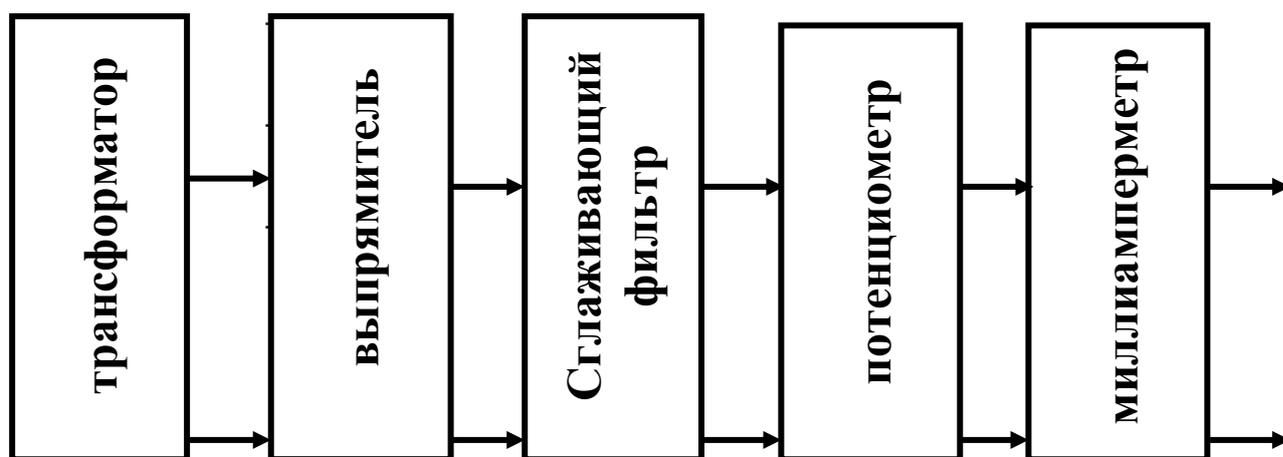
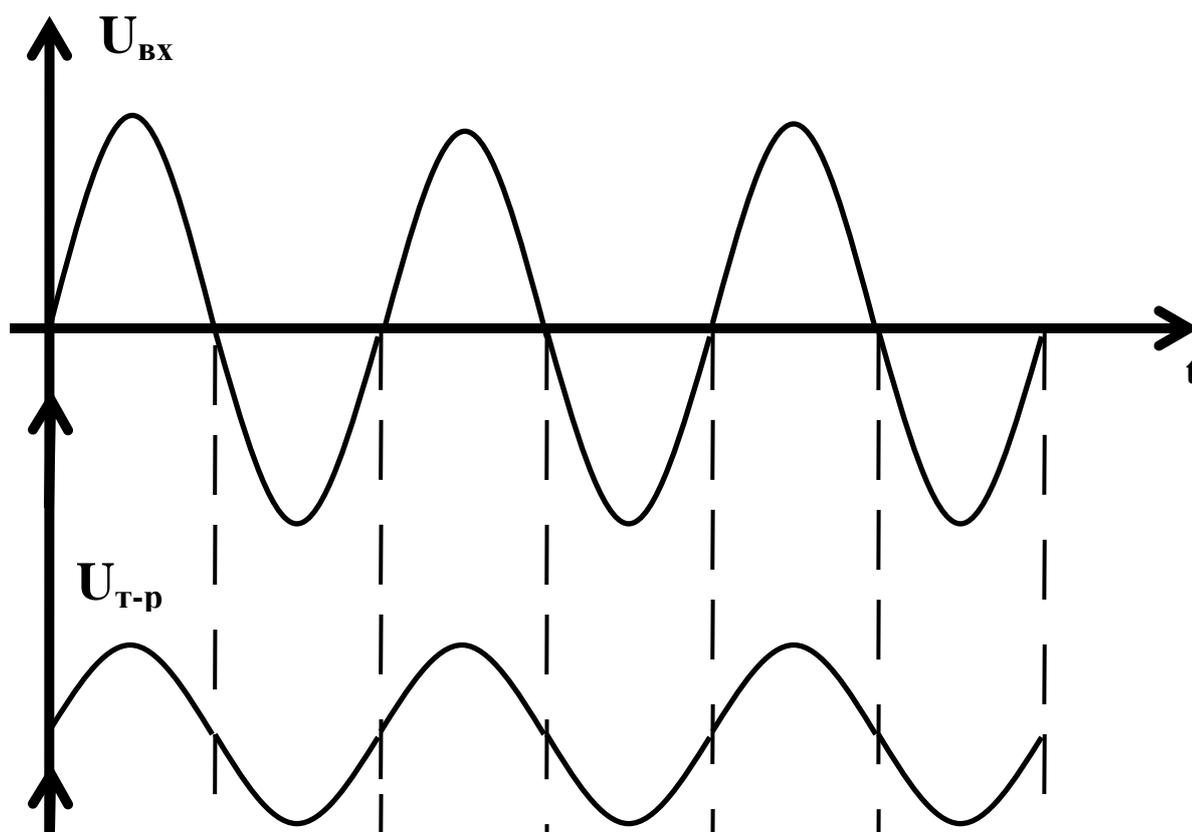
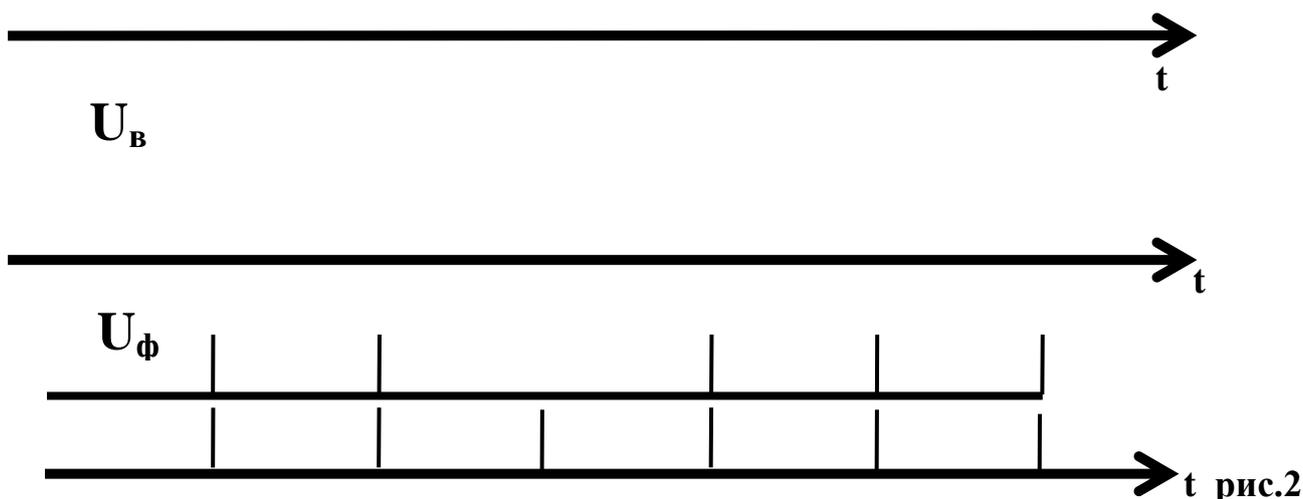


рис.1





1. Первым блоком является понижающий трансформатор, уменьшающий напряжение на входе ( $U_{вх}$ ) от 220 В до 40-60 В на выходе трансформатора ( $U_{т-р}$ ).
2. Второй блок - выпрямитель собирается на полупроводниковых диодах. Вместо синусоидального переменного тока появляется пульсирующий ток одного направления (постоянный ток).
3. Сглаживающий фильтр состоит из дросселя и конденсаторов и нужен для уменьшения пульсаций тока.
4. Напряжение снимается на клеммы пациента с потенциометра и измеряется миллиамперметром. Потенциометр необходим для регуляции силы тока в цепи пациента.

**Форма напряжения показана на рис 2:**

- $U_{вх}$  – сетевое напряжение,
- $U_{т-р}$  - напряжение на выходе трансформатора,
- $U_{в}$  - напряжение на выходе выпрямителя,
- $U_{ф}$  - напряжение на выходе фильтра,
- $U_{вых}$  – напряжение, подаваемое на пациента.

### **Исследовательская часть работы**

#### **Задание 1**

##### **Знакомство с устройством и принципом действия аппарата**

1. Перед включением аппарата в сеть, выключатель поставить в положение «**ВЫКЛ**», ручку потенциометра – в крайнее левое положение, переключатель шунта миллиамперметра – в положение **5 мА**.
2. Поставить выключатель сети в положение «**ВКЛ**». Дать аппарату прогреться в течение 2-х минут.
3. Поворачивая ручку потенциометра вправо, нужно следить за движением стрелки миллиамперметра. При плавном перемещении ползунка

потенциометра стрелка миллиамперметра должна двигаться по часовой стрелке плавно и без скачков.

4. Если это имеется, аппарат можно считать исправным и готовым к эксплуатации.
5. При возвращении ползунка потенциометра в крайнее левое положение можно приступить к процедурам.

### Задание 2

#### Определение порога болевого ощущения

1. Подключив к выходным клеммам свинцовые электроды, покрытые марлей, смоченной физиологическим раствором, укрепить электроды на противоположных сторонах кисти руки.
2. При медленном вращении ручки потенциометра определить наименьшую силу тока, при которой появляется легкое покалывание. Повторить опыт три раза, вычислить среднее значение тока.
3. Найти площадь электродов.
4. Определить порог болевого ощущения по формуле:

$$j = \frac{I_n}{S}, \quad \text{где } j \text{ - порог болевого ощущения; } I_n \text{ - сила тока (мА);}$$

$S$  - площадь электрода ( $\text{см}^2$ ).

5. Данные эксперимента занести в таблицу:

№	Длина электрода (см)	Ширина электрода (см)	Площадь электрода $S(\text{см}^2)$	Сила тока $I(\text{мА})$	Плотность тока $J(\text{А}/\text{см}^2)$	Среднее значение плотности тока $J(\text{А}/\text{см}^2)$
1.						
2.						
3.						

**Вывод:**

#### Контрольные вопросы

1. Дать определение метода гальванизации.

2. Объяснить эффекты, возникающие в тканях организма под влиянием постоянного тока (электролиз, поляризация, ионная асимметрия, электродиффузия, электроосмос).
3. Физиологическое и лечебное действие гальванизации.
4. Объяснить блок-схему аппарата для гальванизации.
5. Электрофорез, определение, смысл и преимущества перед другими способами введения лекарственного вещества.
6. Объясните действие лекарственного электрофореза.
7. Какие лекарственные ионы можно вводить методом электрофореза в организм больного?
8. Изложите показания для лечебного применения гальванизации и лекарственного электрофореза.
9. Алгоритм определения порога болевого ощущения.

#### **Литература:**

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: Учеб. Для мед. спец. Вузов.-М.: Высш. школа, 1999.-616с.:ил., глава 19, стр. 336-337.
2. Н.М. Ливенцев Курс физики, изд. «Лань», 2012.-672с., стр. 495-498.
3. В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко, Общая физиотерапия, 2007, стр. 46-55.
4. Конспект лекции по теме: Физиотерапия.

#### **Тесты:**

#### **1. Гальванизация-это метод, в котором используется с лечебной целью воздействие на пациента:**

1. электромагнитного поля
2. электрической составляющей электромагнитного поля
3. постоянного тока в непрерывном режиме низкого напряжения (40-80В), малой силы (до 50мА)
4. постоянного тока в импульсном режиме

#### **2. Порог болевого ощущения-это:**

1. наименьшая сила тока, при которой появляется легкое покалывание
2. наибольшая сила тока, при которой появляется легкое покалывание
3. наименьшая сила тока, при которой появляется выраженное покалывание

#### **3. Основу аппаратов для гальванизации и электрофореза составляет:**

1. мультивибратор
2. блокинг-генератор
3. генератор незатухающих колебаний
4. выпрямитель переменного ток

#### **4. Расположите в порядке следования блоки аппарата для гальванизации:**

1. сглаживающий фильтр
2. трансформатор понижающий
3. миллиамперметр
4. выпрямитель
5. электроды

- 5. Эффекты, возникающие в тканях организма под действием аппарата для гальванизации:**
1. тепловой эффект
  2. резонансное поглощение энергии молекулами воды
  3. возбуждение тканей
  4. электролиз, поляризация, ионная асимметрия, электродиффузия, электроосмос
- 6. При гальванизации, прежде всего, происходит раздражение:**
1. мышц
  2. кожных рецепторов
  3. внутренних органов
  4. нервных клеток
- 7. Электроосмос- это перенос воды, заряженными ионами в гидратных оболочках под действием:**
1. ультрафиолетового излучения
  2. постоянного электрического тока
  3. рентгеновского излучения
  4. магнитного поля
- 8. При гальванизации ток проходит в организм человека:**
1. через неповрежденную кожу
  2. через клетки кожи
  3. в основном по выводным протокам потовых желез
  4. по протокам сальных желез
- 9. Электродиффузия-это изменение проницаемости тканей и увеличение пассивного транспорта крупных белковых молекул и других веществ под действием:**
1. ультрафиолетового излучения
  2. рентгеновского излучения
  3. магнитного поля
  4. постоянного электрического тока
- 10. Выпрямитель-это устройство преобразующее:**
1. переменный ток в магнитное поле
  2. постоянный ток в переменный ток
  3. постоянный ток в импульсный ток
  4. переменный ток в постоянный ток