

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
БАЛАШОВСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

Кафедра физики и информационных технологий

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОДОВ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 143 группы
направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы
и технологии», профиля «Биомедицинская инженерия»,
факультет математики, экономики и информатики
Юшкова Виталия Владиславовича

Научный руководитель
доцент кафедры ФиИТ,
кандидат физико-математических
наук _____

(подпись, дата)

А.Н.Сорокин

Зав. кафедрой ФиИТ
кандидат педагогических наук,
доцент _____

(подпись, дата)

Е.В.Сухорукова

Балашов 2016

ВВЕДЕНИЕ

Термин "электрофорез" состоит из двух частей – "электро" и "форез", где "электро" означает электрический ток, а "форез" переводится с греческого как перенос. Электрофорез представляет собой движение заряженных частиц (ионов) в электрическом поле, создаваемом внешним источником. Физический процесс электрофореза сегодня имеет широкое применение в различных отраслях. Чаще всего его применяют в качестве процедуры физиотерапии, и в исследовательских методах для разделения биологических веществ.

При проведении электрофизиологических исследований для съема биоэлектрических сигналов, характеризующих происходящие в организме или биообъекте процессы, широко используют биомедицинские электроды, от правильного выбора и применения которых в значительной степени зависят точность и объем получаемой физиологической информации.

Актуальность данной темы заключается в том, что изучение свойств электродов, применяемых в современных аппаратах электрофореза, важно потому, что из-за широкого круга применения электрофореза и гальванизации в медицине требуется точно подбирать электроды для тех или иных целей.

Объект исследования: электроды для электрофореза.

Предмет исследования: электромеханические свойства электродов для электрофореза.

Цель работы: изучить электромеханические свойства электродов для электрофореза.

Задачи исследования:

1. Изучить методы электрофореза;
2. Произвести поиск и изучение патентных документов по теме исследования;
3. Исследовать электромеханические свойства электродов для электрофореза.

При работе над ВКР использовались следующие методы исследования: теоретический (сравнительный анализ), эмпирический (эксперимент).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава посвящается рассмотрению и изучению видов и методик электрофореза.

Электрофорез, как медицинская процедура, также называется ионофорез, ионотерапия, ионогальванизация или гальваноионотерапия, причем все данные термины означают один и тот же процесс. Применительно к медицинской практике, электрофорез представляет собой метод электротерапии, который основан на эффектах постоянного тока и действии лекарственных препаратов, доставляемых при помощи того же тока. Доставка различных медицинских препаратов при помощи данного метода называется лекарственным электрофорезом. Сегодня в лечебной практике применяется несколько видов электрофореза, в которых используют различные электрические токи.

Для доставки лекарственных препаратов методом электрофореза используют следующие токи:

- постоянный (гальванический) ток;
- диадинамические токи;
- синусоидальные модулированные токи;
- флюктуирующие токи;
- выпрямленный ток.

В основе электрофореза лежит процесс электролитической диссоциации. Химическое вещество, являющееся лекарством, распадается на ионы в водном растворе. При пропускании электрического тока через раствор с медицинским препаратом ионы лекарства начинают перемещаться, проникают через кожу, слизистые оболочки, и попадают в организм человека. Ионы лекарственного вещества проникают в ткани по большей части через потовые железы, но небольшой объем способен проходить и через сальные

железы. Лекарственное вещество после проникновения в ткани через кожу равномерно распределяется в клетках и межклеточной жидкости. Электрофорез позволяет доставить лекарственный препарат в неглубокие слои кожи – эпидермис и дерму, откуда он способен всасываться в кровь и лимфу через микрососуды. Попав в кровоток и лимфоток, медицинский препарат доставляется ко всем органам и тканям, но максимальная концентрация сохраняется в области введения лекарства. Количество лекарственного вещества, которое может всосаться в ткани из раствора при проведении процедуры электрофореза, зависит от множества факторов.

Основные факторы, влияющие на степень всасывания лекарства при доставке его электрофорезом:

- степень диссоциации;
- размер и заряд иона;
- свойства растворителя;
- концентрация вещества в растворе;
- плотность электрического тока;
- длительность процедуры;
- возраст человека;
- состояние кожных покровов;
- общее состояние организма.

Во второй главе рассматриваются патенты связанные с электрофорезом и техникой лечения и профилактики различных болезней.

Изобретение относится к медицине, а именно - к офтальмологии, физиотерапии. Способ включает проведение на фоне антиглаукоматозной терапии эндоназального электрофореза кортексина. Кортексин вводят с анода. Для этого на раздвоенный положительный электрод накладывают ватные турунды, смоченные раствором лекарственного препарата. Электроды вводят в средние носовые ходы. Индифферентный электрод фиксируют эластичным бинтом на коже задней поверхности шеи. При первых двух процедурах

проводят гальванизацию силой тока 0,5 мА в течение 7 минут. Затем с 3 по 12 сеансы осуществляют лекарственный электрофорез кортексина. Причем с 3 по 5 сеансы воздействуют силой тока 1 мА в течение 10 минут. С 6 по 12 сеансы воздействуют силой тока 1 мА в течение 15 минут. Процедуры проводят через день. Способ улучшает клинико-функциональные, периметрические и электрофизиологические показатели зрительного анализатора, замедляет прогрессирование заболевания и повышает качество жизни пациентов.

Способ проведения внутриорганного лекарственного электрофореза мочевого пузыря. Изобретение относится к медицине, а именно к урологии, и касается проведения внутриорганного лекарственного электрофореза мочевого пузыря. Мочевой пузырь освобождают, промывают дистиллированной водой и вводят в него лекарственный раствор. Используют внутрипузырный электрод, представляющий собой катетер, снабженный баллоном на его проксимальном конце и тремя наконечниками на его дистальном конце, а также электрическим проводом, соединенным дистальным концом с источником для подачи тока. Один из наконечников предназначен для наполнения баллона воздухом или физиологическим раствором, второй - для введения лекарственных веществ, а через третий наконечник проведен электрический провод. На проксимальном конце катетера выполнены окончатые отверстия для ввода и вывода жидкости из полости мочевого пузыря. На уровне этих отверстий внутри катетера расположен металлический проводник, выполненный в форме симметричной однорядной спирали, которая навита виток к витку, с диаметром, соответствующим внутреннему диаметру катетера, и длиной, на 1/3 превышающей длину указанных отверстий. Наружный электрод выполнен в один слой в форме трусов, изготовленных из комбинированной ткани, состоящей из эластана, шерсти и металла в соотношении компонентов 1:16:16. Электрод обрабатывают токопроводящим гелем и покрывают им области малого таза и промежности. Способ обеспечивает улучшение

проникновения лекарственных веществ в ткани мочевого пузыря, в том числе у пациентов со сниженной физиологической емкостью мочевого пузыря, за счет более плотного прилегания наружного электрода к областям малого таза и промежности и повышения токопроводимости кожи пациент, а также исключает непосредственный контакт внутрипузырного электрода со слизистой оболочкой мочевого пузыря, предотвращая травматизацию стенок пузыря.

В третьей главе мы изучали свойства электродов для электрофореза, а так же проводили измерения этих свойств.

Общим требованием, которое предъявляется к поверхностным электродам, есть требование уменьшения переходного сопротивления электрод-кожа, целиком определяющего погрешность импеданса. Значение это сопротивления зависит от типа материала электроду, свойств кожи, площади ее столкновения с электродом и от свойств меж контактного пласта между электродом и кожей.

Между кожей и электродом размещенный тонкий пласт электролита, который возникает естественно (выделение потовых желез) или, что вносится при наложении электроду (токопроводящие пасты, физиологический раствор). Поверхность контакта предполагается плоской, поскольку на расстояниях, сравнимых с геометрическими размерами электроду, кривизной поверхности тела можно пренебрегать.

Ткани тела является проводником второго рода, импеданс которого содержит активную и реактивную составные. Вместительность тканей создается мембранами тканей клеток, многочисленными поверхностями, которые разделяют отдельные органы и структуры тела. Реактивная составляющая тока, который протекает по подкожным тканям, по крайней мере на порядок меньше активной составляющей, и ею можно пренебрегать. Емкость тканей кожи достигает $0,1 \text{ мкФ/см}^2$, и ее необходимо учитывать.

Поверхности разделов характеризует равновесное различие потенциалов ϵ_0 , что возникает на переходе при отсутствии тока, которая

определяется природой контактирующих сред. В зависимости от материала электрода, свойств электролита, температуры, образа обработки кожи значения ε_0 меняется в пределах 0,1— 60 мВ. Поляризация электродов может сильно менять форму регистрированного сигнала, поэтому она вконец нежелательная. При регистрации биопотенциалов величина ε_0 должна оставаться постоянной, поэтому для некоторых типов электродов необходимо применять специальные меры для стабилизации значения ε_0 . Разрабатываются и электроды, которые не поляризуются. Основными характеристиками биомедицинских измерительных электродов являются номинальное значение потенциала электрода E_0 , отклонение потенциала электрода E от номинального значения, временная нестабильность потенциала электрода, температурный коэффициент потенциала электрода, электрическое сопротивление электрода на постоянном токе и в зависимости от частоты тока.

Электродный потенциал отдельно взятого электрода измерить нельзя. Стандартные электродные потенциалы различных электродов, указываемые в справочниках, приводятся по отношению к стандартному водородному электроду при стандартных условиях измерения. Стандартный водородный электрод представляет собой платинированный платиновый электрод, погруженный в раствор с концентрацией ионов водорода 1 моль/дм³, через который пробулькивается водород под давлением 1 атм. Электродный потенциал водородного электрода условно принят равным нулю при любой температуре. Водородный электрод неудобен для практического использования. Поэтому измерение потенциала электрода, его отклонения от номинального значения, временной нестабильности и потенциала проводится путем сравнения с образцовым электродом более высокого разряда. В качестве такового, например, может служить электрод типа ЭХСВ-1 (электрод хлоросеребряный выносной, ТУ 25-05.1496-78).

Принцип измерения потенциала, его отклонений и изменений заключается в измерении разности потенциалов, возникающей в

последовательной цепи встречно включенных образцового и проверяемого электродов. Электроды погружаются в ячейки с электролитом заданной концентрации (обычно насыщенный раствор KCl) и соединяются электролитическим ключом (мостом).

Потенциал электрода при номинальных условиях определяется по формуле:

$$E_0 = (E_{обр} + E_{отн}) \quad (1)$$

где $E_{обр}$ - потенциал образцового электрода при 20°C; $E_{отн}$ - потенциал электрода относительно образцового при 20°C.

Определяется потенциал электрода в насыщенном при $T = 20^\circ\text{C}$ растворе KCl при $T = 20^\circ \pm 0.5^\circ\text{C}$ относительно образцового электрода сравнения 2-го разряда по ГОСТ 17792-72, находящегося при той же температуре. Образцовый электрод можно применять без термостатирования, учитывая его температурный коэффициент потенциала.

Допускается определение потенциала электрода производить при одной из температур в пределах от 15° до 20°C.

Потенциал электрода, приведенного к 20°C, относительно образцового рассчитывается по формуле:

$$E_{отн} = E_t + 0,2 (t - t_{обр}) \quad (2)$$

где E_t - потенциал электрода при температуре t (°C) относительно образцового электрода сравнения; t - температура электрода; $t_{обр}$ - температура образцового электрода сравнения. Допускается электролитический ключ образцового электрода погружать непосредственно в полость электрода.

Отклонение потенциала от номинального значения.

$$E = E_0 - E_{ном}, \quad (3)$$

где $E_{ном}$ - номинальное значение потенциала электрода при 20°C.

Нестабильность потенциала электрода определяется измерением потенциала в течение 8 часов каждый час (температура должна быть в пределах 15-25°C и поддерживаться с точностью 0.2°C)

Нестабильность потенциала равняется максимальному отклонению от среднеквадратичного значения.

Температурный коэффициент потенциала определяется измерением потенциала при двух температурах 5°C и 60°C и вычислением по формуле:

$$\alpha E = (E_{60} - E_5) / 55 \quad (4)$$

E_{60} , E_5 - потенциалы электрода при температурах соответственно 60 и 5 °C.

Электрическое сопротивление определяется при $T = 20 \pm 5^\circ\text{C}$ омметром с рабочим напряжением 15В. Замеры будут производиться с помощью цифрового мультиметра DT830 В.

Один вывод омметра присоединяется к выводам электрода, а второй к резиновой накладке. Измерение сопротивления производится два раза попеременно с изменением полярности. За результат принимают среднеарифметическое значение двух измерений.

Измерив электрическое сопротивление многоразовых резиновых электродов аппарата «ЭЛФОР ПРОФ» с помощью мультиметра получили следующие данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений электрического сопротивления электродов.

	Замер 1	Замер 2	Замер 3	Замер 4
Электрод 1	0.3 кОм	2 кОм	3.3 кОм	4.1 кОм
Электрод 2	4 кОм	2.9 кОм	1.5 кОм	0.6 кОм

Электрическое сопротивление резиновых накладок по всей площади накладки не равномерно и отличается в зависимости от удаления анода от катода, в пределах: от 0.30 кОм до 4 кОм – таким образом можно сделать вывод, что введение лекарственных средств будет более продуктивным, если

накладывать электрод непосредственно центром резиновой накладки к нужному месту воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная цель выпускной квалификационной работы была достигнута, а именно были изучены электромеханические свойства электродов для электрофореза.

В ходе написания выпускной квалификационной работы поставленные задачи были решены, а именно:

1. Изучены методы электрофореза;
2. Произведены поиск и изучение патентных документов по теме исследования;
3. Исследованы электромеханические свойства электродов для электрофореза.

Измерения производились с помощью цифрового мультиметра DT830В на многоразовых резиновых электродах автономного аппарата гальванизации и лекарственного электрофореза «ЭЛФОР ПРОФ». После чего был проведен сравнительный анализ свойств электродов. На основе, которого можно сделать вывод о том, что для определенного типа процедуры или воздействия электрофорезом требуются специализированные электроды.

Данная работа будет полезна для работников медицинских учреждений, сотрудников лабораторий, а так же студентов и преподавателей.