БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра ЭТТ

РЕФЕРАТ

На тему:

"Промышленные магнитотерапевтические аппараты. Обзор и анализ требований"

МИНСК, 2008

В основу классификации серийно выпускаемых магнитотерапевтических приборов и аппаратов положена степень локализации поля воздействия на пациента, т. к. это является наиболее значимым фактором с точки зрения построения самого аппарата, его сложности, а также оконечного устройства формирования магнитного поля. В первой главе были выделены три класса локализации воздействия:

* локального (местного) воздействия,
* распределенного воздействия,
* общего воздействия.

К первому классу отнесены аппараты, содержащие один или два индуктора, предназначенные для облучения магнитным полем некоторого органа или участка тела пациента. К ним же отнесены аппараты магнитопунктурного действия с возможностью облучения в любой момент времени только одной биологически активной точки. Особенностью этого класса является отсутствие пространственного перемещения магнитного поля. К ним же относятся магнитотерапевтические изделия с постоянными магнитами: браслеты, таблетки, клипсы и т.п., которые в данной работе не рассматриваются.

Ко второму классу отнесены аппараты, содержащие ряд (три и более) индукторов, с помощью которых можно охватить ряд органов пациента или значительную область тела пациента и даже разместить на разных частях тела. Этот класс характеризуется возможностью перемещения магнитного поля в пространстве вокруг пациента.

В третий класс отнесена аппаратура с наиболее объемным оконечным устройством, в котором Должен размещаться весь человек. В этих аппаратах обеспечивается общее воздействие, и, как правило, в такой аппаратуре предусматривается перемещение поля в пространстве и изменение во времени.

В первых двух классах непосредственно излучатели магнитного поля имеют несложную конструкцию и зачастую организованы "россыпью", поэтому при лечении они могут устанавливаться произвольно, в зависимости от желания врача-физиотерапевта или в соответствии с медицинскими методиками. При этом в общей стоимости аппарата излучатели составляют малую часть по сравнению с электронной частью, генерирующей силовые токи. Это особенно характерно для аппаратов распределенного действия и менее справедливо для аппаратов локально действия, где нередко используются простейшие преобразователи то промышленной частоты.

В аппаратах третьего класса используют стационарные, достаточно объемные оконечные устройства, в которые помещается пациент. И конструкция может быть самой разнообразной - от магнитного скафандра до магнитной комнаты. Здесь стоимость оконечных устройств порой превышает стоимость электронного блока управления, генерирующего весь ансамбль силовых токов. Именно эти аппараты являются предметом пристального внимания авторов книги, поскольку именно они являются системами комплексной магнитотерапии.

Анализ принципов построения промышленных магнитотерапевтических аппаратов позволяет представить их обобщенную структурную схему (рис.1).

Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема МТА.

С помощью блока управления задается набор биотропных параметров магнитного поля. Функционально блок управления может содержать задатчики частотно-временных параметров, параметров синхронизации интенсивности магнитного поля и др.

Формирователь предназначен для получения тока определенно формы в индукторах и в самом простейшем случае может содержат преобразователь вида тока питания индуктора в виде выпрямительного диода. Как правило, в состав формирователя входит усилитель мощности.

Оконечное устройство предназначено для формирования магнитного поля и представляет собой индуктор или набор индукторов (излучателей магнитного поля), выполненных в виде электромагнитов, соленоидов коротких (плоских) катушек индуктивности.

## Магнитотерапевтические аппараты распределенного действия

Большинство МТА локального действия имеют несколько режимов работы, в одном из которых возможно осуществление распределенного воздействия. Например, в МТА "Полюс-101" возможно попеременное включение одной из двух катушек, что приводит как бы к перемещению поля в пространстве. Однако для направленного перемещения, а тем более создания бегущего или вращающегося поля требуется не менее трех индукторов и трехфазного питающего тока.

МТА "Атос" (рис.2) предназначен для лечения заболеваний в офтальмологии вращающимся вокруг оптической оси глаза магнитным полем, создаваемым шестиканальным источником, выполненным на базе соленоидов и генерирующим переменное или импульсное реверсивное магнитное поле частотой 50 или 100 Гц. Особенностью данного аппарата является возможность воздействия одновременно на 3-х частотах: частотой каждого соленоида в момент включения, частотой модуляции ИБМП, частотой коммутации соседних соленоидов.

Рисунок 2 – Структурная схема МТА "Атос".

МТА "Алимп-1" является 8-и канальным источником импульсного бегущего МП частотой 10, 100 Гц с двухступенчатой регулировкой интенсивности поля. Аппарат снабжен комплектом индукторов 3-х типов образующих 2 соленоидных устройства, состоящих из 5-й и 3-х индукторов-соленоидов соответственно, и набор из 8-и соленоидов, размещенных в карманах пакета (720x720x20 мм) (рис.3). Первое соленоидное устройство (480x270x330 мм) представляет собой набор из 5 цилиндрических катушек, расположенных одна за другой. Второе (450x450x410 мм) - конструкцию из 3-х цилиндрических катушек, расположенных под углом друг к другу. Потребляемая мощность не более 500 Вт. Отличительной особенностью аппарата является использование импульсного бегущего МП, как обладающего более выраженным терапевтическим эффектом.

Рисунок 3 – Структурная схема МТА "Алимп-1".

Аппарат "Малахит-010П" является лечебно-диагностическим комплексом, предназначенным для лечебного воздействия импульсным сложно модулированным электромагнитным полем на больной орган и его диагностики. Аппараты подобного типа строятся по схеме изображенной на рис.4.

Рисунок 4 – Структурная схема МТА "Малахит-010П".

Отличительной особенностью устройства является наличие канала связи с компьютером для автоматического управления параметрами работы и оптимизации процесса лечения за счет обратной связи. Комплект индукторов состоит из 12 электромагнитов.

Перечень аппаратов для магнитотерапии распределенного действия выпускаемых промышленностью, их основные технические характеристики и особенности приведены в табл.1.

Таблица 1 Отечественная и зарубежная аппаратура распределенного воздействия.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название аппарата | Вид тока питания индуктора | Макс, значение индукции, мТл (число ступеней)  | Частота МП | Тип индуктора | Отличительные особенности |
| Полемиг | Имп.  | 30 (1)  | 0,5; 1,4, 7,10 | Соленоид | ⎯ |
| Малахит-01 | Имп.  | 10 | 0,5...100 | ЭМ | Автоматическая регулировка параметров |
| Малахит-010П | Имп., сл. -мод | 15 (4)  | 120 | ЭМ | Канал ОС, управление от ЭВМ |
| ПДМТ-01 | ПТ, Sin, Имп. мп и бп | 150 (14)  | 25, 50, 75,100 | ЭМ | ⎯ |
| Алимп-01 | Имп.  | 5 (2)  | 10,100 | Соленоид | Бегущее МП |
| Атос | Имп.  | 33 (1)  | 50,100 | Соленоид | Бегущее МП |
| Магаетайзер, тип М-СНК (Япония)  | Sin | 20 (6)  | 50 | ЭМ | Магнитное поле + вибрация |
| Магаетайзер, тип М-РЗ (Япония)  | Sin | 15 (6)  | 50 | ЭМ | Магнитное поле + вибрация |
| Магнето-диафлюкс (Румыния)  | ПУ 1п/п и 2п/п | 5 | 50, 100, 50+100 | ЭМ, соленоид | Неритмичный режим работы |

## Магнитотерапевтические аппараты локального действия

Магнитотерапевтические аппараты (МТА) локального действия можно разделить на портативные - индивидуального пользования и переносные - общего пользования. В основе деления лежит взаиморасположенность блока управления и оконечного устройства - индуктора.

В качестве первого рассматриваемого МТА назовем "Маг-30". Он предназначен для воздействия синусоидальным МП одной интенсивности. Устройство представляет собой индуктор П-образной формы с двумя катушками в пластмассовом корпусе и питается непосредственно от сети. Его отличительной особенностью является отсутствие блока управления как такового. Аппарат выпускается 4-х типоразмеров: 130x115x130 мм, 105x80x54 мм, 115x80x47 мм, 110x72x34 мм, потребляемая мощность не более 50 Вт.

Следующий МТА "Магнитер" формирует синусоидальное и пульсирующее магнитные поля и выполнен в виде совмещенных в едином конструктиве индуктора-электромагнита и преобразователя (рис.5). Преобразователь представляет собой устройство, формирующее импульсы тока, питающие обмотку электромагнита. Регулировка интенсивности производится коммутацией выводов обмотки. Аппарат имеет габариты 243х93х48 мм и потребляет мощность не более 30 Вт.

Преобразователь

Индуктор-электромагнит

Рисунок 5 – Структурная схема МТА "Магнитер".

МТА "Полюс-2Д" формирует пульсирующее МП с плавно нарастающим фронтом и спадом импульса. Индуктор состоит из 4-х электромагнитных катушек, включенных последовательно. Особенностью аппарата является наличие общего ферромагнитного экрана. Потребляемая мощность не более 4 Вт.

Переносная магнитотерапевтическая аппаратура локального действия представлена широким спектром приборов. Так, семейство аппаратов "Полюс" насчитывает свыше пяти наименований. "Полюс-1" предназначен для воздействия на пациента синусоидальным или пульсирующим однополупериодным МП промышленной частоты в непрерывном или прерывистом режимах. Аппарат имеет 4-х ступенчатую регулировку интенсивности МП. Отличительной особенностью является наличие таймера и устройства индикации, состоящего из сигнальных ламп, включенных последовательно с индукторами. Задание прерывистого режима осуществляется устройством управления, выполненным по схеме мультивибратора. В комплект индукторов входят электромагниты 3-х типов: цилиндрический, прямоугольный, полостной. Цилиндрический индуктор представляет собой катушку с П-образным сердечником (110x60 мм) полюса которого являются рабочей поверхностью. Прямоугольный индуктор имеет в качестве рабочей поверхности не только переднюю, и торцевые и боковые стенки (160x47x50 мм). На сердечнике укреплены 2 последовательно соединенные катушки. Полостной индуктор представляет собой катушку, внутри которой помещен сердечник (25x165 мм). Потребляемая мощность не более 130 Вт.

Аппарат "Полюс-101" предназначен для воздействия синусоидальным магнитным полем повышенной частоты и имеет 4 ступени регулировки интенсивности МП. Комплект индукторов состоит из двух соленоидов (220x264x35 мм). Предусмотрен режим попеременного включения индукторов в прерывистом режиме. Потребляемая мощность более 50 Вт. Особенностью данного аппарата является то, что индуктор и последовательно соединенные с ними конденсаторы образуют резонансные контуры, что позволяет получить экономию в потреблении мощности. Другой отличительной чертой является то, что для получения тока синусоидальной формы в индукторах используется не питающая сеть, а напряжение, формируемое отдельным генератором (Рис.6).

Задатчик частоты

Усилитель мощности

Индуктор-резонансный контур

Рисунок 6 – Структурная схема МТА "Полюс-101".

МТА "Полюс-2" предназначен для воздействия синусоидальным пульсирующим МП с 4-я ступенями регулирования интенсивности частоты импульсов МП. В комплект аппарата входят 3 типа индуктора цилиндрический (110x60 мм), прямоугольный (55x40x175 мм), внутриполостной (25x165 мм), индуктор-соленоид (240x265x150 мм). Цилиндрический индуктор выполнен в виде 4-х отдельных катушек с сердечниками, размещенными по периметру индуктора. Отличительной особенностью аппарата является автоматическое согласование интенсивности магнитного поля индуктора при его смене с генератором и наличие формирователя импульсов МП, позволяющего получать экспоненциальную форму тока в цепи индуктора с регулировкой времени сп (рис.7).

Генератор

Формирователь

Индуктор

Блок согласования

Рисунок 7 – Структурная схема МТА "Полюс-2".

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения токов: sin - синусоидальный; имп. - импульсный; ехр - экспоненциальный; ПУ - пульсирующий; 1п/п и 2п/п - одно - и двухполупериодного выпрямления соответственно.

Электромагнитный урологический стимулятор

Г

Д**1FlashGet 1.65**

Усилитеь-сумматор

**И**

**Ф**

**Д2FlashGet 1.65**

Рисунок 8 а) – Схема стимулятора.

Аппарат работает следующим образом.

С выхода генератора Г прямоугольные импульсы частотой 20 кГц поступают на вход делителя частоты Д1 на 4000 и на вход делителя частоты Д2 на 8. С выхода Д1 импульсы экспоненциальной формы частотой 5 Гц поступают на первый вход усилителя-сумматора. Выхода Д2 прямоугольные импульсы с частотой 2500 Гц промодулированные частотой 5 Гц, поступают через фильтр Ф на излучатель И, представляющий собой незамкнутый магнитопровод с закрепленной на нем катушкой. Форма тока через катушку благодаря экспоненциальной форме импульсов частотой 5 Гц и наличию фильтра близка к синусоидальной.

Аппарат обеспечивает формирование в зоне терапии магнитного поля частотой 2500 Гц, промодулированного импульсами f=5 Гц, при величине магнитной индукции 1-5 мТл. Время проведения процедур 1-4 мин.

Аппарат состоит из цилиндрического пластмассового корпуса с установленными в нем аккумулятором, схемой, излучающей головкой. На боковой поверхности расположен регулятор величины магнитной индукции, совмещенной с функцией включения аппарата, регулятор установки времени процедуры, световая индикация излучения, гнездо для подключения зарядного устройства.

## Магнитотерапевтические аппараты общего воздействия

Аппараты общего воздействия являются наиболее сложными и дорогими устройствами, поэтому освоенных промышленностью и сертифицированных Минздравом РФ совсем немного. К ним в настоящее время можно отнести аппараты класса "Аврора-МК", аппараты типов "Магнитотурботрон 2М" и "Магнитор-АМП" и комплекс "Биомагнит-4". МТА "Аврора МК-01" предназначен для общего воздействия на пациента сложным динамическим магнитным полем с очень большим набором возможных конфигураций МП от "бегущих" до случайно перемещающихся, которые программируются заранее и, в принципе, подбираются для каждого пациента индивидуально. Пациент располагается на специальной кушетке, где в форме гибких плоскостей укреплены системы индукторов: отдельно для всех конечностей, головы и туловища человека. Затем каждая из частей охватывается гибкими плоскостями, образуя замкнутый объем наподобие скафандра, внутри которого находится пациент. В дальнейшем аппараты класса "Аврора-МК" будут рассмотрены подробно, как наиболее отвечающие задаче комплексной магнитотерапии. Здесь же ограничимся приведением в табл.2 основных технических характеристик для сравнения с другими аппаратами.

Таблица 2 Магнитотерапевтическая аппаратура общего воздействия, выпускаемая серийно.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название аппарата | Вид тока питания индуктора | Макс, значение индукции, мТл (число ступеней)  | Частота МП | Тип индуктора | Отличительные особенности |
| Аврора МК-01 | ПТ, имп., комбини-рованный | 5 (16)  | 0,1...100 | ЭМ | Возможность синхронизации от датчика пульса, комбинированное ИБМП |
| Магнитор-АМП | Имп.,Sin | 5 | 50...160 | ЭМ | Управление от ЭВМ, автоматический контроль температуры и пульса |

МТА "Магнитор-АМП" предназначен для воздействия вращающимся МП в диапазоне 50...160 Гц с программируемой автоматической циклично-периодической регулировкой интенсивности МП от 0 до 7,4 мТл и с модуляцией напряженности по произвольному закону на все тело пациента. Индуктор представляет собой объемный электромагнит, выполненный в виде статора 3-х фазной 2-х полюсной электрической машины переменного тока, в котором размещается пациент (рис.9).

Рисунок 9 – Структурная схема МТА "Магнитор-АМП".

# ЛИТЕРАТУРА

Системы комплексной электромагнитотерапии: Учебное пособие для вузов/ Под ред А.М. Беркутова, В.И. Жулева, Г.А. Кураева, Е.М. Прошина. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2000г. – 376с.

Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей /Под ред Р.И. Утямышева и М. Враны - М.: Энергоатомиздат, 2003.384с.

Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура.: [Учебн. пособие] - Мн.: Медицина, 2001. - 344с.

Хачетурян П.П. Электроника на службе медицины, Мн: Светач, 2006г., 590с.