А.П. Верещак

ЭЛЕКТРОННЫЕ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Харьков 2001

Министерство образования и науки Украины
Национальный технический университет «ХПИ»

А.П. Верещак

ЭЛЕКТРОННЫЕ ФИЗИОТЕРАПКВТИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Учебное пособие
для студентов, изучающих электронную медицинскую аппаратуру

Под редакцией А.В. Кипенского

Утверждено
редакционно-издательским советом
университета в качестве
учебного пособия,
протокол № __ от __.__.2001 г.

Харьков НТУ «ХПИ» 2002

ББК 34.7
УДК 615.47

Рецензенты

Б.В. Клименко доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрических аппаратов Национального технического университета «ХПИ»

Н.И. Афанасьева доктор медицинских наук, старший научный сотрудник Института медрадиологии АМН им. С.П. Григорьева

Верещак А.П. Электронные физиотерапевтические аппараты: Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – ___ с. – Рус. яз.

Учебное пособие знакомит читателя с физиотерапевтическими методами лечения и физиологическим действием преформированных факторов. Приведены описания аппаратов для проведения соответствующих процедур, указаны их технические данные, конструктивные особенности и принцип действия, изложен порядок подготовки аппаратов к работе и порядок проведения процедур.

Предназначено для студентов, изучающих электронную медицинскую аппаратуру, а также может быть полезно студентам медицинских учебных заведений и работникам физиотерапевтических кабинетов и отделений.

Навчальний посібник знайомить читача з фізіотерапевтичними методами лікування та фізіологічним впливом преформованих факторів. Наведені описи апаратів для проведення відповідних процедур, вказані їх технічні дані, конструктивні особливості та принцип дії, викладено порядок підготовки апаратів до роботи та порядок проведення процедур.

Призначено для студентів, що вивчають електронну медичну апаратуру, а також може бути корисним студентам медичних навчальних закладів та робітникам фізіотерапевтичних кабінетів та відділень.

Ил. ___. Табл. ___. Библиогр. ___ назв.

ББК 34.7

© Верещак А.П.
2001 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Термин «физиотерапия» происходит от двух греческих слов – physis (природа) и therapeia (терапия) и в буквальном смысле означает лечение природными физическими факторами. Этот вид лечения зародился на заре формирования человеческой цивилизации. Позднее наряду с природными факторами для лечения больных стали использовать различные виды энергии, генерируемой аппаратами, созданными человеком. В настоящее время такие аппараты называются физиотерапевтическими, а факторы – искусственными или преформированными. Являясь наиболее адекватными для организма раздражителями внешней среды, лечебные физические факторы оказывают гомеостатическое влияние на различные органы и системы, способствуют повышению сопротивляемости организма к неблагоприятным воздействиям, усиливают его защитно-приспособительные механизмы, обладают выраженным саногенетическим действием, повышают эффективность других терапевтических средств и ослабляют побочные эффекты лекарственных препаратов.

Современная физиотерапия располагает огромным количеством разнообразных по физической природе, физиологическому и лечебному действию методов. Использование их постоянно расширяется, и сегодня они применяются для лечения практически любых заболеваний.

Физические факторы в терапевтических дозировках, как правило, не обладают токсичностью, не вызывают побочных эффектов и аллергизации организма. В этом состоит одно из важнейших преимуществ физиотерапии перед фармакотерапией. Вместе с тем не следует противопоставлять физические методы лечения лекарственной и другим видам терапии. Они должны органично входить в лечебно-профилактический или реабилитационный комплекс как

неотъемлемая его часть.

В пособии рассмотрены методы лечения с использованием постоянного и импульсного токов, диадинамических и синусоидальных модулированных токов, а также ультразвуковых колебаний. Дано описание физиологических процессов в организме человека при использовании указанных физических факторов, перечислены показания и противопоказания, особенности дозирования процедур гальванизации и лекарственного электрофореза, электросонтерапии, диадинамотерапии, амплипульстерапии и ультразвуковой терапии. Даны описания аппаратов для проведения соответствующих процедур, приведены их технические данные, указаны конструктивные особенности и принцип действия, изложен порядок подготовки аппаратов к работе и порядок работы с аппаратами.

Учебное пособие рассчитано, прежде всего, на студентов, изучающих электронную медицинскую аппаратуру в высших технических учебных заведениях, но может оказаться полезным и студентам медицинских учебных заведений, а также работникам практического здравоохранения. Автор с благодарностью примет любые пожелания и замечания, направленные на улучшение структуры, содержания и оформления пособия.

1. ТЕРАПИЯ ПОСТОЯННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Формирование научного взгляда на лечебное действие постоянного электрического тока было сделано итальянским врачом и естествоиспытателем Л. Гальвани еще в конце XVIII столетия. По имени этого ученого назван один из наиболее широко распространенных методов электролечения – гальванизация. Повышение эффективности гальванизации за счет сочетанного действия постоянного электрического тока и вводимого с его помощью в организм человека лекарственного вещества несколькими годами позже доказал В. Росси, что положило начало лекарственному электрофорезу.

1.1. Гальванизация и лекарственный электрофорез

Под гальванизацией принято понимать метод воздействия на пациента постоянным электрическим током небольшой силы (до 50 мА), который подводится к его телу через контактно-наложенные электроды. При этом электрод, подключенный к положительному полюсу источника постоянного напряжения (обычно не более 30-80 В), называют анодом, а к отрицательному – катодом. Ток, возникающий в человеческом организме под действием внешнего электрического поля, обусловлен катионами – положительно заряженными частицами, которые движутся по направлению к катоду, и анионами – отрицательно заряженными частицами, которые движутся по направлению к аноду. Одновалентные ионы (K^+ и Na^+) быстрее достигают катода, чем двухвалентные (Ca^{2+} и Mg^{2+}), вследствие чего на аноде увеличивается относительная концентрация Ca^{2+} и Mg^{2+}. Накопление в клетках ионов K^+ и Na^+ приводит к повышению их возбудимости, ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} – наоборот снижают возбудимость клеток.

Наряду с перемещением ионов под действием внешнего электрического поля изменяется проницаемость мембран возбудимых тканей и увеличивается пассивный транспорт крупных белковых молекул и других веществ. Кроме того, в тканях возникает разнонаправленное движение молекул свободной и захваченной в гидратные оболочки ионов (главным образом Na^+, K^+ и Cl^-) воды примембранного слоя относительно клеток. Большее количество воды в гидратных оболочках катионов приводит к тому, что под катодом содержание воды увеличивается, что способствует отеку и разрыхлению клеток. Под анодом – наоборот количество воды уменьшается, здесь наблюдается сморщивание и уплотнение клеточных оболочек. Это явление находит практическое применение и учитывается при наложении электродов с целью уменьшения боли (анод располагают на болевой участок).

При достижении электродов, ионы восстанавливают свою наружную электронную оболочку и превращаются в атомы, обладающие высокой химической активностью. Взаимодействуя с водой эти атомы образуют продукты электролиза. Под анодом образуется кислота (HCl), а под катодом – щелочь (KOH и NaOH). При наращивании концентрации продукты электролиза могут вызвать химический ожог подлежащих воздействию тканей. Для предотвращения химических ожогов под электродами размещают смоченные водой прокладки, что позволяет добиться достаточного разведения химически активных соединений.

В зависимости от выбранной методики гальванизации у пациента возникают местные, сегментарные или генерализованные реакции. Локальные эффекты наблюдаются обычно в коже и частично в тканях и органах, расположенных в межэлектродном промежутке. При поперечном расположении электродов (рис. 1.1, *а*) воздействию подвергается вся толща данного участка тела, а при продольном (рис. 1.1, *б*) – воздействие не распространяется на значительную глубину. Реакции более высокого порядка возникают при гальванизации рефлексогенных и паравертебральных зон, конечностей (при

проведении процедур в четырехкамерной гидрогальванической ванне, рис. 1.2), а также структур головного мозга.

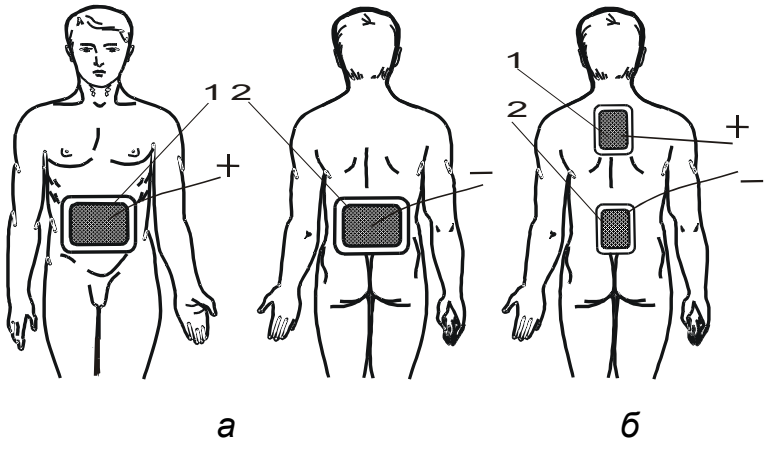


Рисунок 1.1 – Поперечное (*а*) и продольное (*б*) расположение электродов при гальванизации

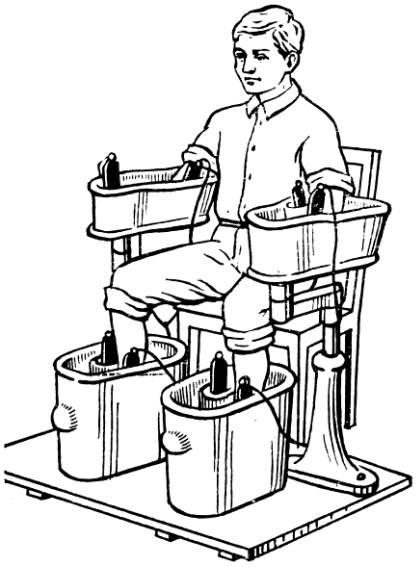


Рисунок 1.2 – Процедура общей гальванизации в четырехкамерной гидрогальванической ванне

Гальванизация обладает целым рядом лечебных эффектов: противовоспалительный, лимфодренирующий, гипоалгезирующий, седативный (на аноде), сосудорасширяющий, миорелаксирующий, секреторный (на катоде). Указанные лечебные эффекты позволяют

успешно применять гальванизацию при воспалительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта, костно-мышечной системы, периферической нервной системы, функциональных заболеваниях центральной нервной системы с вегетативными расстройствами и нарушениями сна, гипертонической болезни I-II стадии, гипотонической болезни, заболеваниях глаз, ЛОР-органов, кожи, хронических заболеваниях женских половых органов и др.

Противопоказаниями к применению гальванизации являются острые и гнойные воспалительные процессы различной локализации, расстройства кожной чувствительности, индивидуальная непереносимость электрического тока, нарушения целостности кожных покровов в местах наложения электродов, а также экзема.

Лекарственный электрофорез представляет собой метод сочетанного воздействия постоянного электрического тока и лекарственного вещества, вводимого с его помощью в человеческий организм.

Для электрофореза могут использоваться вещества, диссоциирующие на ионы (электролиты) или адсорбирующие в растворе ионы.

Степень электролитической диссоциации вещества зависит от свойства растворителя (диэлектрической проницаемости), валентности вещества, его концентрации. Диэлектрическая проницаемость растворителя обусловлена его способностью образовывать вокруг иона гидратную оболочку. Чем выше диэлектрическая проницаемость растворителя, тем большую степень диссоциации он вызывает, так как гидратная оболочка препятствует соединению ионов разного знака. Наибольшую диэлектрическую проницаемость из применяемых растворителей имеет вода. Чем меньше валентность вещества, тем выше степень его электролитической диссоциации. С уменьшением концентрации вещества в растворе увеличивается степень электролитической диссоциации.

Лекарственное вещество при электрофорезе проникает в организм через кожу или слизистые оболочки. В кожу ионы лекарственного вещества проникают интра- и трансцеллюлярно, через

потовые и сальные железы, фолликулы волоса.

Проницаемость кожи для электрофоретически вводимых ионов зависит от области введения. Наиболее проницаемой является кожа лица, подмышечных ямок, живота, затем предплечья, межлопаточной, поясничной области бедра, голени. Это связано с различным электрокожным сопротивлением, состоянием экскреторной функции кожи и величиной pH отдельных ее участков.

При лечебном электрофорезе 90-92 % лекарственного вещества вводится вследствие электрогенного движения, 1-3 % за счет электроосмоса и 5-8 % в результате диффузии. Лекарственные вещества при электрофорезе обычно проникают в ткани на глубину до 1 см. Более глубокому их проникновению мешают вязкость тканевых коллоидов, наличие в организме более подвижных ионов, поляризация тканей.

Лекарственные вещества, введенные с помощью электрического тока, вызывают непрерывное и длительное раздражение нервных окончаний кожи с включением рефлекторных механизмов, вступают в обменные процессы в зоне воздействия. Они влияют на физиологические процессы, поступая в кровь и лимфу, разносятся по всему организму.

К преимуществам метода лекарственного электрофореза относят:

- создание кожного депо, в котором лекарственные вещества обнаруживаются от 1 до 3 дней и более;
- воздействие непосредственно на патологический очаг;
- значительное урежение физиологических реакций;
- безболезненное введение лекарственных веществ.

Лекарственный электрофорез обладает всеми потенцированными эффектами гальванизации, а также специфическими фармакологическими эффектами вводимого лекарственного вещества.

Применение лекарственного электрофореза определяется с учетом фармакологических свойств вводимого лекарственного вещества и показаний для гальванизации. К противопоказаниям для

лекарственного электрофореза относятся все противопоказания для гальванизации, а также индивидуальная непереносимость лекарственного вещества.

Воздействие при проведении процедур гальванизации и лекарственного электрофореза дозируют по силе тока. Однако при этом плотность тока (отношение силы тока к площади прокладки) не должна превышать 0,1 мА/см^2 при локальном воздействии и 0,05 мА/см^2 – при общих и сегментарно-рефлекторных воздействиях. При использовании электродов различной площади плотность тока определяют по размерам меньшего, а при трехэлектродной методике – по сумме площадей раздвоенных электродов. Не менее важным параметром дозирования воздействия является продолжительность процедур. Обычно она устанавливается в диапазоне от 15 до 30 мин.

1.2. Аппарат для гальванизации и лекарственного электрофореза «Поток-1»

Аппарат «Поток-1» предназначен для воздействия постоянным током на организм человека с лечебными и профилактическими целями, а также для проведения лекарственного электрофореза в условиях клиники или стационара.

1.2.1. Основные технические данные аппарата

Аппарат «Поток-1» предназначен для эксплуатации в медицинских учреждениях или на дому при температуре окружающего воздуха от + 10 °С до + 35 °С и относительной влажности до 80 % при температуре + 25 °С. Основные технические данные аппарата приведены в табл. 1.1.

По способу защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током аппарат «Поток-1» соответствует требованиям класса защиты – II.

Таблица 1.1 – Технические данные аппарата «Поток-1»

Показатель	Ед. зим.	Значение
Максимальный ток в цепи пациента при нагрузке 500 Ом: • на первом поддиапазоне • на втором поддиапазоне	 мА мА	 5 ± 0,5 50 ± 5
Коэффициент пульсаций тока в цепи пациента при любом допустимом значении выходного тока, не превышает	%	0,5
Напряжение питания	В	220 ± 22 или 127 ± 12
Частота напряжения питания	Гц	50
Мощность, потребляемая аппаратом, не более	ВА	12
Средний срок службы, не менее	год	6
Масса аппарата, не более	Кг	3

1.2.2. Конструкция аппарата

Аппарат представляет собой маломощный источник вторичного электропитания, содержащий сетевой трансформатор, мостовой выпрямитель, RC-фильтр и регулятор выходного тока в виде резистивного делителя. Корпус аппарата, выполненный из ударопрочного полистирола, состоит из кожуха и съемного дна. Все детали и элементы аппарата смонтированы на шасси, расположенном внутри корпуса.

На лицевой панели аппарата размещены органы управления и элементы индикации (рис. 1.3):

1 – миллиамперметр для измерения силы выходного тока;

2 – ручка регулятора тока в цепи пациента (крайнее левое положение соответствует совмещенным точкам на панели и ручке);

3 – кнопка переключателя поддиапазонов (5 или 50 мА);

4 – кнопка включения / выключения аппарата;

5 – индикатор включения аппарата в сеть;

6 – клеммы для подключения проводов пациента («+» – красного или оранжевого цвета, «–» – белого или серого цвета).

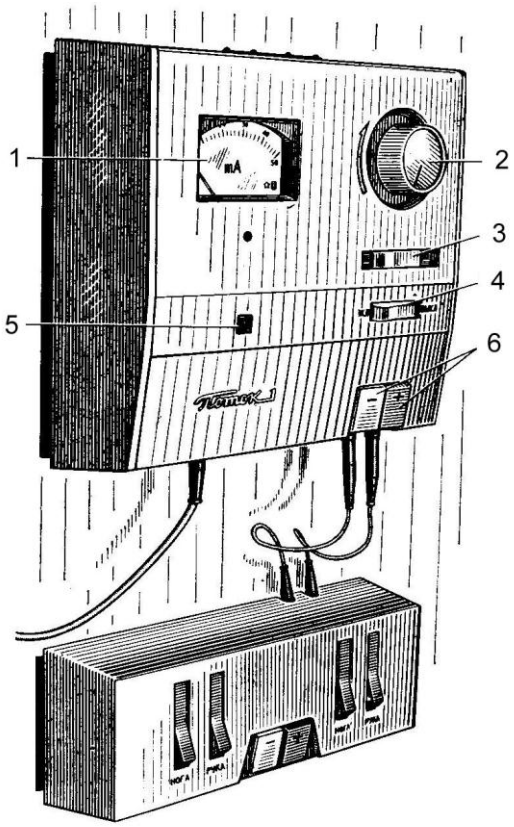


Рисунок 1.3 – Внешний вид аппарата «Поток-1»

В аппарате имеется механическое блокирующее устройство, исключающее появление тока в цепи пациента при включении аппарата или при переключении поддиапазонов регулирования выходного тока, если ручка регулятора тока пациента установлена не в крайнем левом (нулевом) положении.

Шасси аппарата «Поток-1» показано на рис. 1.4. Слева на шасси размещены миллиамперметр 1, сигнальная лампа 14 и держатель 13 плавкого предохранителя. В средней части шасси установлены конденсаторы 2 и сетевой трансформатор 12. Справа находятся потенциометр 3, переключатель 8 поддиапазонов регулирования выходного тока, сетевой выключатель 10, выходные пружинные клеммы 11. Потенциометр 3 и переключатели 8 и 10 связаны механической блокировкой. Напрессованный на ось потенциометра диск 4 с прорезью нажимает на ролик поворачивающегося вокруг оси 6 рычага 5. Рычаг перемещает по оси подпружиненные ползушки 7 и 9.

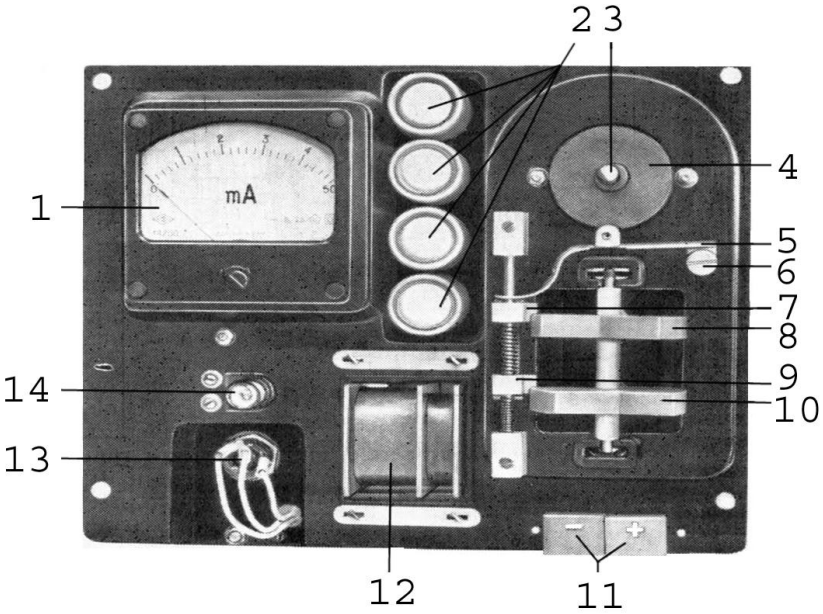


Рисунок 1.4 – Шасси аппарата «Поток-1»

В дне корпуса аппарата имеется отверстие для доступа к держателю плавкого предохранителя, который может быть установлен в одно из положений ~ 220 В или ~ 127 В. Подключение аппарата к сети переменного напряжения осуществляется сетевым кабелем со стандартной вилкой.

Для проведения процедур в четырехкамерной гидрогальванической ванне (см. рис. 1.2) аппарат снабжается коммутирующей приставкой, которая обеспечивает различные комбинации подключения конечностей пациента к выходным клеммам аппарата. Коммутирующая приставка смонтирована в отдельном корпусе из ударопрочного полистирола (см. рис. 1.3). В верхней части корпуса имеется два гнезда для подключения приставки к аппарату с помощью соединительных проводников с наконечниками. На лицевой панели приставки размещены четыре переключателя, с помощью которых четыре выходных гнезда могут подключаться к положительной или отрицательной клеммам аппарата. Кроме того, приставка имеет две выходные клеммы с постоянной полярностью аналогичные выходным клеммам аппарата.

Аппарат «Поток-1» во время проведения процедур может размещаться на столе, либо укрепляться на стене.

1.2.3. Принцип действия аппарата

Принцип действия аппарата основан на понижении напряжения питающей сети, его выпрямлении и сглаживании пульсаций. Регулирование тока в цепи пациента осуществляется путем деления приложенного к нему напряжения. Принципиальная электрическая схема аппарата «Поток-1» с механическим блокирующим устройством приведена на рис. 1.5.

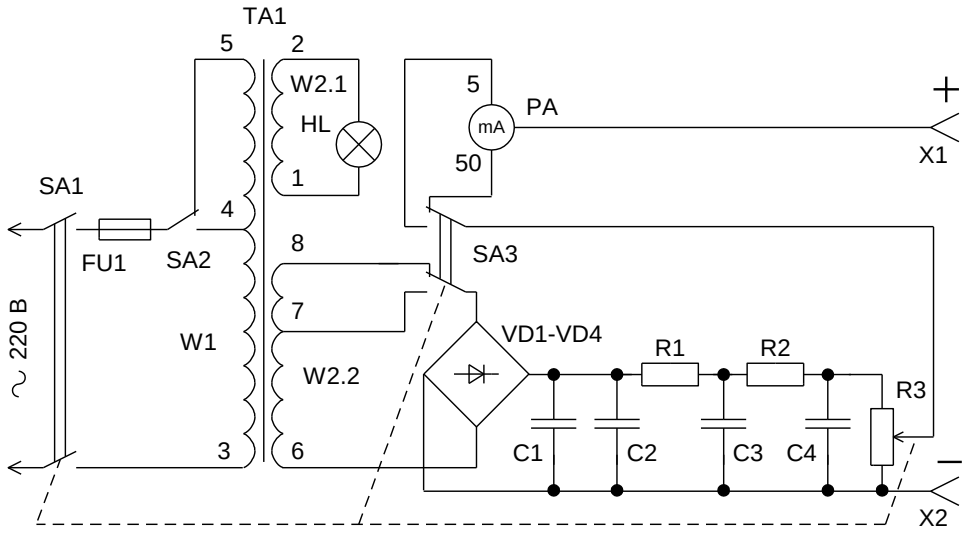


Рисунок 1.5 – Принципиальная электрическая схема аппарата «Поток-1»

Аппарат включается в сеть переменного напряжения с помощью переключателя SA1. Предохранитель FU1 обеспечивает защиту аппарата при возникновении перегрузок по току во входной цепи. Трансформатор TA1 служит для понижения напряжения питающей сети (~ 220 В или ~ 127 В) до необходимого уровня. Одна из вторичных обмоток W2.1 трансформатора TA1 служит для питания индикатора включения аппарата в сеть, выполненного в виде лампы накаливания HL. Другая вторичная обмотка W2.2 имеет средний вывод и используется для питания цепи пациента.

Переключение поддиапазонов регулирования выходного тока (5 или 50 мА) осуществляется переключателем SA3. При одном из положений этого переключателя (50 мА) на вход выпрямительного моста подается напряжение со всей вторичной обмотки W2.2, а

миллиамперметр PA включен таким образом, что максимальному значению на шкале соответствует 50 мА. При другом положении переключателя SA3 (5 мА) на вход выпрямительного моста подается напряжение лишь части вторичной обмотки W2.2. Миллиамперметр при этом включен таким образом, что максимальному значению на шкале соответствует 5 мА.

После выпрямления диодным мостом VD1-VD4 напряжение сглаживается многозвенным RC-фильтром. Для регулирования выходного тока аппарата служит потенциометр R3.

Перечень элементов аппарата «Поток-1» приведен в табл. 1.2.

Таблица 1.2 – Перечень элементов аппарата «Поток-1»

Обозначение	Наименование	Количество
R1, R2	Резистор МЛТ-2-220 Ом ± 10 %	2
R3	Потенциометр 75-01315-00 (заводское изготовление)	1
C1-C4	Конденсатор К50-12-160-100	4
VD1-VD4	Блок выпрямительный КЦ 402 Ж	1
TA	Трансформатор 75-0134-00 (заводское изготовление)	1
HL	Лампа МН-6,3-0,3	1
FU	Предохранитель ПМ-0,15	1
PA	Миллиамперметр М4200	1
SA1,SA2	Тумблер ТП-1-2УСО	2

Для того, чтобы исключить броски тока в цепи пациента при включении аппарата или при переключении поддиапазонов регулирования выходного тока в аппарате предусмотрено механическое блокирующее устройство. Это устройство связывает (пунктирная линия на схеме рис. 1.5) переключатели SA1 и SA3 с осью потенциометра R3.

Если потенциометр не выведен в крайнее левое (нулевое) положение, переключатели SA1 и SA3 блокируются. Осуществляется

это следующим образом (см. рис. 1.4). В крайнем левом положении потенциометра 3 ролик рычага 5 входит в прорезь диска 4 таким образом, что ползушки 7 и 9 перемещаются пружинами вперед (вверх при вертикальном расположении аппарата) и не мешают переключению кнопок переключателей 8 и 10.

Если потенциометр 3 выведен из крайнего левого положения, то диск 4 нажимает на ролик рычага 5. При условии, что переключатели 8 и 10 находились в положении «ОТКЛ» и «50» соответственно, ползушки 7 и 9 под действием рычага 5 перемещаются под клавиши переключателей и блокируют изменение их положений.

Если потенциометр 3 был выведен из крайнего левого положения при установке переключателей 8 и 10 в положениях «ВКЛ» и «5», то ползушка 9 упирается в боковую поверхность кнопки сетевого выключателя 10 и не мешает его переводу в положение «ОТКЛ». Ползушка 7 при этом входит в прорезь кнопки переключателя 8 и блокирует его перевод в положение «50».

Таким образом, включить аппарат и перейти на другой поддиапазон регулирования выходного тока возможно только при установке потенциометра в крайнее левое (нулевое) положение. Выключение аппарата может быть произведено при любом положении потенциометра.

1.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата

Во избежание несчастного случая во время проведения процедур пациента необходимо располагать в удалении от заземленных металлических предметов (батарей отопления, водопроводных и канализационных трубопроводов и т. д.). Наложение электродов на тело пациента или их смена должны производиться при выключенном аппарате и установленной в крайнее левое положение ручке регулятора выходного тока.

Замена предохранителя, разборка и ремонт аппарата возможны только при отключенной вилке сетевого кабеля от розетки питающей сети.

Запрещается использовать провода пациента с наконечниками, отличающимися по конструкции от прилагаемых к аппарату. Недопустимо проведение процедур гальванизации и лекарственного электрофореза лицами, не имеющими специальной подготовки.

1.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом

Если стрелка миллиамперметра при выключенном аппарате не совпадает с нулем, ее следует выставить в нулевое положение с помощью корректора (винт на корпусе миллиамперметра). Далее следует подключить аппарат вилкой сетевого кабеля к розетке питающей сети, установить ручку регулятора выходного тока в крайнее левое (нулевое) положение, нажать одну из кнопок диапазонов «5» или «50». Аппарат к работе готов.

После наложения электродов провода пациента подключаются к выходным клеммам аппарата. Далее, после нажатия кнопки и включения аппарата (загорается сигнальная лампа), медленным поворотом ручки регулятора тока устанавливается его необходимое значение. Продолжительность процедуры, величина тока и другие данные устанавливаются врачом.

После окончания процедуры ручкой регулятора ток плавно уменьшается до нуля, выключается аппарат, и только затем с больного снимаются электроды.

По окончании рабочего дня вилка сетевого кабеля отключается от розетки питающей сети.

1.3. Техника и методики проведения процедур гальванизации и лекарственного электрофореза

До наложения электродов для проведения гальванизации и лекарственного электрофореза необходимо осмотреть участки кожи, подлежащие воздействию. Наличие загрязненной кожи, а также ссадин, трещин, раздражения, гнойничков и большой волосатости

затрудняет проведение гальванизации. При нарушенной целости кожи сопротивление ее понижается, силовые линии тока в этом месте сгущаются, в результате чего может возникнуть ожог, волосатость кожи препятствует равномерному распределению тока. Для удаления продуктов шелушения и жира, препятствующих прохождению тока, участки кожи, куда будут помещены электроды, следует предварительно протереть ватой, смоченной теплой водой. У некоторых больных на коже в местах расположения электродов в процессе лечения могут появиться сухость, зуд, а иногда и трещины. Если эти явления выражены не резко, кожу между процедурами смазывают глицерином или касторовым маслом.

Непосредственное наложение металлических электродов на тело пациента недопустимо, так как образующиеся на их поверхности продукты электролиза основного тканевого электролита – водного раствора хлористого натрия (на отрицательном электроде – гидроокись натрия и водород, на положительном электроде – хлорид водорода и кислород) будут оказывать на кожу прижигающее действие. Чтобы исключить контакт продуктов электролиза с кожей, под электрод помещают прокладку толщиной 10-15 мм из ряда слоев гидрофильной (хорошо смачивающейся) хлопчатобумажной ткани, бумазеи, байки, фланели. При проведении процедур эта прокладка смачивается теплой водой (гальванизация) либо раствором лекарственного вещества (электрофорез). Во избежание случайного касания края электрода с телом, прокладка должна иметь площадь несколько большую, чем электрод, выступая за его края не менее чем на 10 мм с каждой стороны. При наличии влажной прокладки вещества, выделяющиеся на поверхности металлических электродов, остаются на прокладке и не касаются кожи. Прокладки после проведения процедур промываются проточной водой, стерилизуются и проглаживаются утюгом для устранения неровностей и складок.

При электрофорезе антибиотиков (пенициллин, стрептомицин и др.) следует исключать влияние продуктов электролиза на их активность. Для этого применяются многослойные прокладки с бу-

ферным раствором. На тело пациента накладывается фильтровальная бумага (один слой) или марля (2-3 слоя), смоченная раствором антибиотика, из расчета 500-1000 ЕД на 100 мм^2 площади прокладки. Затем накладывается простая матерчатая прокладка, смоченная теплой водой, далее – буферная прокладка из фильтровальной бумаги (3 слоя) или марли (4-5 слоев), смоченная 5 % раствором глюкозы или 1 % раствором гликоля. Эта буферная прокладка предназначена для поглощения продуктов электролиза, разрушающе действующих на антибиотики. Поверх буферной прокладки накладывают вторую матерчатую прокладку, смоченную водой, а сверху накладывается свинцовый электрод.

Для надежного контакта с телом электроды с прокладками фиксируют при помощи бинтов (резиновых или эластичных), реже мешочками с песком (например, при расположении электродов на спине или на животе). Иногда фиксация осуществляется тяжестью тела больного, когда последний лежит на них. Для разных частей тела следует иметь отдельные бинты. Мешочки с песком не должны оказывать большого давления на тело.

Для подведения тока от аппарата к пациенту во время проведения процедур гальванизации и лекарственного электрофореза применяют гибкие (многожильные) провода, сечением 0,75-1 мм^2 в хлорвиниловой или резиновой изоляции. Удобнее пользоваться проводами с изоляцией разных цветов (красного и синего), чтобы легко различать полярность. На концах проводов, предназначенных для соединения с клеммами аппарата, должны быть наконечники. Провода соединяются с электродами путем пайки или при помощи специальных зажимов (рис. 1.6).

Электроды бывают различной формы и размеров, от сотен до десятков тысяч мм^2. Чаще используются электроды прямоугольной формы, однако, в ряде случаев, они имеют специальную форму: в виде воротника для гальванизации верхней части спины и надплечья, трех- и двухлопаточные электроды для гальванизации области лица и шеи, круглые для трансорбитальной гальванизации.

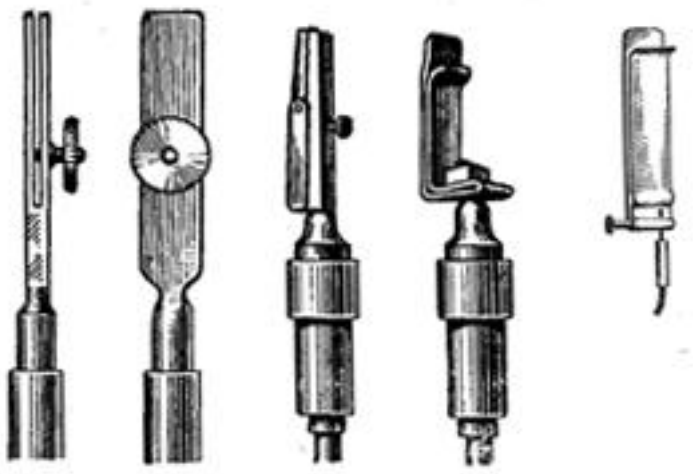


Рисунок 1.6 – Зажимы для соединения провода
с металлической пластинкой электрода

Для изготовления металлических электродов наиболее часто используют свинец или станнол (сплав свинца с оловом). Свинец применяется в данном случае в связи с его пластичностью. Кроме того, вследствие малой подвижности тяжелые ионы свинца почти не принимают участия в образовании тока между электродами.

Электроды небольших размеров изготавливают толщиной 0,3-0,4 мм, у больших электродов толщина пластинки достигает 0,5-1,0 мм. Поскольку плотность тока под электродом неравномерна, она выше по краям, а также на всех неровностях и выступах, свинцовые пластины необходимо периодически проглаживать специальным роликом. Поверхность свинцовых пластин, окисляющихся и загрязняющихся в процессе эксплуатации, следует очищать наждачной бумагой.

Несмотря на широкое применение свинцовых электродов, они обладают рядом недостатков. Такие электроды покрываются окисью свинца, что снижает их электропроводность. Кроме того, ионы окиси свинца могут поступать в организм и, наконец, свинец сравнительно дорого стоит. Для замены свинцовых электродов в НИИ проблем материаловедения Украины была разработана специальная токопроводящая углеродистая (графитизованная) ткань, обладающая большой прочностью, гибкостью, эластичностью, огнестойкостью,

влагостойкостью, не изменяющая своих электрических и механических свойств при кипячении, не выделяющая токсических ионов.

Для изготовления электродов из углеродистой ткани, ее прошивают с несколькими слоями байки таким образом, что образуется единая конструкция – электрод с прокладкой. В карман над проводящей тканью вкладывается металлическая пластинка, соединенная проводом с аппаратом. В настоящее время созданы электроды из токопроводящей резины и полимеров.

При включении и выключении аппарата для проведения процедур ток изменяют плавно, начиная от нуля, и на 1-2 мА не доводят до заданного значения, поскольку во время процедуры электропроводность тела возрастает.

Методики гальванизации и лекарственного электрофореза могут быть разделены на следующие группы:

- местные – при воздействии на очаг поражения;
- общие, к которым относятся гальванизация по Вермелю, гальванический воротник по Щербаку, общие ионные рефлексы по Щербаку, а также процедуры в четырехкамерной гидрогальванической ванне;
- сегментарные, при которых воздействуют на область проекции сегмента спинного мозга, соответствующего пораженному очагу;
- с воздействием на рефлексогенные зоны: Захарьина-Геда, шейно-лицевой области по Келлату, Зманковскому и Черняховской, области молочных желез, по ходу срединного нерва по Крамеру, шейно симпатические узлы, полумаска Бергонье, воротник по Глинке. К этой же группе относят трансорбитальную методику по Бургиньону и эндоназальную методику по Гращенкову и Кассилю.

Повышением эффективности методов гальванизации и лекарственного электрофореза заняты многие ученые. Н.А. Гавриковым была предложена оригинальная методика пролонгированного электрофореза, при которой продолжительность процедуры составляла 24 – 48 – 72 часа при силе тока 150 мкА. При микроэлектрофорезе воздействие оказывают на биологически активные точки. Продолжи-

тельность воздействия при этом не превышает 2 мин. на каждую точку. В.А. Улащиком была предложена лабильная методика лекарственного электрофореза, в соответствие, с которой активный электрод с раствором лекарственного вещества во время проведения процедуры медленно передвигается по зоне воздействия. Эффективным методом лекарственного электрофореза является внутритканевый (внутриорганный) электрофорез. Наиболее широко здесь применяется внутрилегочный электрофорез – сочетанное применение фармакологических препаратов, вводимых в организм различными путями с одновременной или последующей гальванизацией области грудной клетки в проекции легочного поражения. Внутрилегочный электрофорез целесообразно проводить с одновременной электроаэрозольтерапией. В.И. Кулаженко предложен вакуум-электрофорез, представляющий собой комбинированный метод физиотерапии, при котором на тело пациента одновременно воздействуют местным дозированным вакуумом, однонаправленным постоянным или импульсным током и лекарственным веществом, вводимым посредством этого тока в человеческий организм в условиях вакуума. В ряде случаев, на участок тела подлежащий электрофорезу целесообразно оказывать предварительное воздействие ультразвуком, электрическим полем УВЧ (25-50 МГц) или микроволнами ДМВ (длина волны 65 см, частота 460 МГц) и СМВ (длина волны 12,25 см, частота 2450 МГц). Известно применение импульсных токов для проведения процедур лекарственного электрофореза. При этом наиболее часто используются аппараты для лечения электросном (электросонфорез), для терапии диадинамическими токами (диадинамофорез), для терапии синусоидальными модулированными токами в выпрямленном режиме (амплипульсфорез). Новым методом электротерапии является микрополяризация, при которой на отдельные участки головы пациента воздействуют постоянным электрическим током (с силой 300-700 мкА) с помощью электродов малой площади (около 500 мм^2) с экспозицией 20-40 мин.

Многообразие методик гальванизации и лекарственного элек-

трофореза предусматривает применение не только пластинчатых электродов. В частности, для периодического кратковременного воздействия постоянным током по малоактивной методике используют шарообразный (диаметром 10-20 мм) металлический электрод, укрепленный на изолирующей ручке и снабженный специальным прерывателем тока (рис. 1.7, *а*). Для гальванизации уха (рис. 1.7, *б*) и глаза (рис. 1.7, *в*) используются специальные наливные электроды. В гинекологии для внутривлагалищной гальванизации и электрофореза используются специальные угольные и наливные электроды.

а – электрод с прерывателем; *б* – воронка для гальванизации уха;
в – ванночка с платиновым электродом для электрофореза области глаза

Рисунок 1.7 – Специальные электроды для гальванизации и лекарственного электрофореза

Вопросы и задания для самопроверки

1. В чем заключается метод гальванизации? Какие значения токов и напряжений используют для проведения процедур?

2. Какие схемы расположения электродов используются при проведении процедур гальванизации? В чем состоит отличие результирующего воздействия? С какой целью применяются прокладки при проведении процедур гальванизации.

3. В чем заключается процедура общей гальванизации? Укажите,

от чего зависит значение сопротивления между электродами при гальванизации?

4. Что представляет собой метод лекарственного электрофореза? Как влияет полярность электрода на процесс введения лекарственного вещества?

5. В сочетании с какими физическими факторами проводят процедуры лекарственного электрофореза?

6. Укажите основные показания и противопоказания к применению гальванизации и лекарственного электрофореза.

7. Какими конструктивными особенностями обладает аппарат «Поток-1»? Какова цель применения блокирующего устройства в аппарате «Поток-1»?

8. Начертите принципиальную схему аппарата «Поток-1» с механическим блокирующим устройством и поясните принцип его работы. Составьте принципиальную схему коммутирующей приставки для проведения процедур в четырехкамерной ванне.

9. Какие меры безопасности должны соблюдаться при подготовке аппарата к работе, во время отпуска процедур и при проведении технического обслуживания?

10. В какой последовательности производится подготовка аппарата к работе и каков порядок работы с аппаратом?

11. Какие требования предъявляются к проводам, с помощью которых электроды подключаются к аппарату для проведения процедур гальванизации и лекарственного электрофореза? Каким образом провода подсоединяются к металлическим электродам?

12. Какие материалы используются для изготовления электродов? Какую форму и размеры они имеют?

2. ТЕРАПИЯ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Одним из методов применения импульсного электрического таки с прямоугольной формой импульсов является электросонтерапия или электросон. Еще в 1902 г. С.А. Ледюк обнаружил, что импульсный прямоугольный ток небольшой силы вызывает сон, а, большой силы – нарушение дыхания и работы сердца. Метод электросна, состоящий в воздействии на гипногенные структуры головного мозга импульсным током прямоугольной формы, был разработан в 1948 г. отечественными учеными В.А. Гиляревским, Н.М. Ливенцевым, З.А. Кирилловой и Ю.Е. Сегаль.

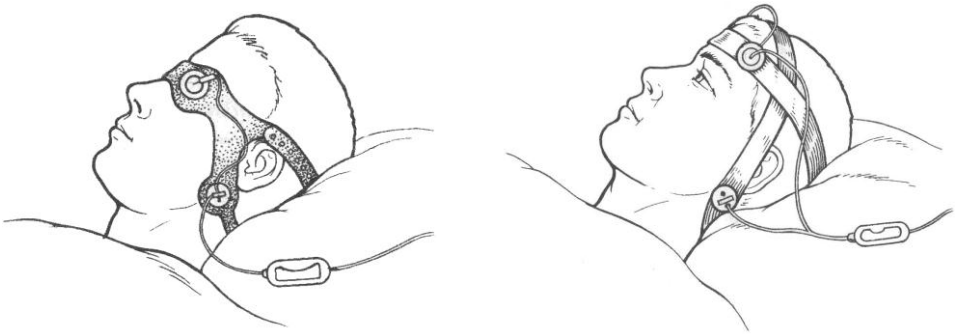
2.1. Электросонтерапия

Применение импульсных токов в терапевтических целях имеет ряд особенностей и преимуществ, среди которых, прежде всего, следует упомянуть такие:

- медленное развитие адаптационных процессов;
- возможность широкого варьирования параметрами воздействия;
- возможность воздействия на более глубоко расположенные ткани;
- более выраженная специфичность действия;
- большая физиологичность воздействия.

При лечении классическим методом электросна для воздействия на головной мозг используется глазнично-сосцевидное расположение электродов (рис. 2.1, *а*; глазничный электрод – катод; сосцевидный электрод – анод). Максимальная плотность импульсного

тока, проникающего в полость черепа через отверстия глазниц, определяется по ходу сосудов основания черепа. При этом оказывается воздействие на сенсорные ядра черепных нервов и гипногенные центры ствола мозга (гипоталамус, гипофиз, внутренняя область моста мозга, ретикулярная – сетчатая – формация). Результатом такого воздействия является угнетение импульсной активности аминергических нейронов голубоватого ядра и ретикулярной формации, что приводит к снижению восходящих активирующих влияний на кору большого мозга и усилению внутреннего торможения. Этому явлению способствует и синхронизация импульсов тока с медленными ритмами биоэлектрической активности головного мозга.



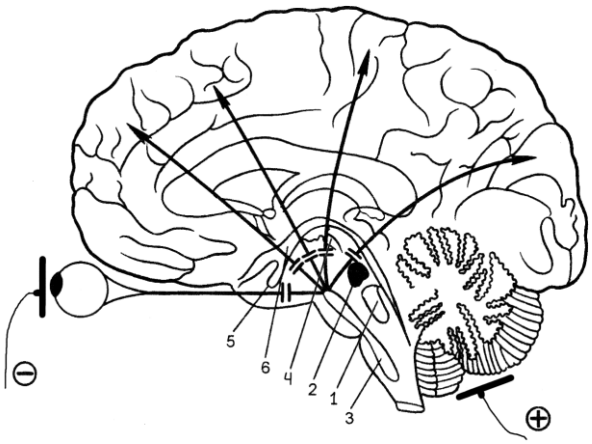
а *б*

Рисунок 2.1 – Схемы расположения электродов

Наряду с усилением тормозных процессов в коре мозга импульсный ток активирует серотонинергические нейроны дорсального ядра шва. Накопление серотонина в подкорковых структурах головного мозга приводит к снижению условно-рефлекторной деятельности и эмоциональной активности. Вследствие этого у пациента наступает состояние дремоты, а в ряде случаев и сна.

Кроме того, импульсный ток возбуждает чувствительные нервные проводники кожи век. Возникающие в них ритмические афферентные потоки поступают к биполярным нейронам тройничного узла, а от него распространяются к большому сенсорному ядру тройничного нерва и далее – к ядрам таламуса. За счет модуляции функ-

ций ассоциативных таламокортикальных систем (рис. 2.2) такая электрическая стимуляция рефлексогенных зон усиливает центральные гипногенные эффекты импульсных токов, приводит к нормализации высшей нервной деятельности и улучшению ночного сна.



1 – дорсальные ядра шва; 2 – голубоватое ядро; 3 – ретикулярная формация; 4 – таламус; 5 – гипофиз; 6 – гипоталамус

Рисунок 2.2 – Мишени приложения импульсного тока при электросонтерапии

Для лечения электросном используют импульсный ток прямоугольной формы, иногда в сочетании с дополнительной постоянной составляющей (ДПС). Длительность импульсов $\tau_И$ (рис. 2.3), как правило, неизменна и составляет в разных аппаратах от 0,2 до 0,5 мс. Амплитуда импульсов $I_{mИ}$ плавно регулируется в диапазоне от 0 до 10 мА при нагрузке 5 кОм. Частота следования импульсов $f_И = 1/T_И$ для каждого пациента подбирается индивидуально в диапазоне от 1 до 160 Гц. Если наблюдается повышенное возбуждение центральной нервной системы, обычно используют нижнюю часть диапазона от 1 до 20 Гц. При угнетенном состоянии центральной нервной системы используют частоту от 40 до 100 Гц. Сила тока ДПС $I_{ДПС}$ также плавно регулируется в диапазоне от 0 до 0,5 мА.

Многочисленные работы по применению электросонтерапии для лечения заболеваний нейрогенной этиологии явились предпосылкой для разработки в восьмидесятых годах прошлого века метода центральной электроанальгезии. Этот метод создает оптималь-

ные условия для усиления процессов саморегуляции в коре головного мозга и вызывает обезболивающий эффект. В основе метода лежит эффект электротранквилизации, позволяющей путем замедления проведения патологических импульсов в лобных областях коры обеспечить стойкое ослабление коркового компонента эмоциональных реакций и их вегетативных проявлений.

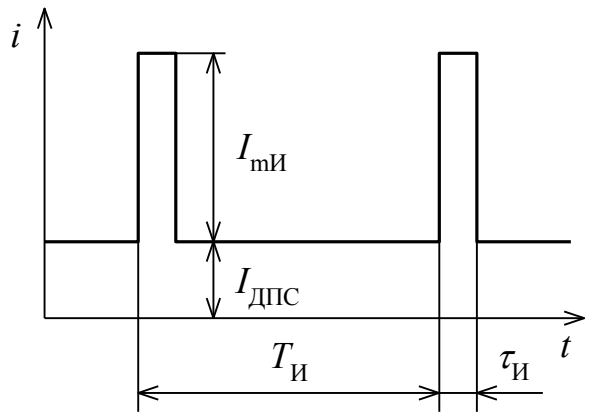


Рисунок 2.3 – Импульсная последовательность с ДПС для лечения электросном

Исследования, проведенные специалистами-медиками по применению электроаналгезии, позволили определить более приемлемые параметры электрических импульсов и схему расположения электродов (рис. 2.1, *б*). Значение амплитуды импульсов при таком расположении электродав регулируется в диапазоне от 0 до 33 мА, а уровень ДПС – от 0 до 2,8 мА. Частота следования выходных импульсов устанавливается в диапазоне от 50 до 2000 Гц, а длительность импульсов – от 0,15 до 4 мс.

В настоящее время для проведения процедур электросонтерапии используются также синусоидальные модулированные токи (СМТ) (см. раздел 4) и интерференционные токи.

Физиологическое действие электросна оценивается по формированию различных эффектов, которые определяют возможность его использования в лечебных целях. Например, седативный эффект, состоящий в успокаивающем действии, наиболее выражен

при применении прямоугольных импульсных токов частотой 10 Гц. Поэтому методику электросна с использованием частоты в диапазоне от 5 до 20 Гц называют седативной. В основе этого эффекта лежит улучшение функционального состояния центральной нервной системы, корково-подкорковых взаимоотношений.

Анталгический эффект, состоящий в обезболивании, при электросне обеспечивается разнообразными механизмами. При применении прямоугольных импульсных токов этот эффект базируется на том, что развивающийся седативный эффект повышает порог и изменяет эмоциональную окраску восприятия боли. Заинтересованность ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга, а также гипофиза и лимбической системы при электросне обеспечивают опиатный механизм обезболивания. Анталгический эффект в большей степени выражен при частоте следования импульсов 10 гц и в меньшей степени – при частоте 80-100 гц.

Гемодинамические эффекты состоят в том, что при трансцеребральном воздействии импульсными токами, осуществляется перестройка центральной и вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, обеспечивающая снижение потребности сердечной мышцы в кислороде, т.е. способствует экономизации работы сердца. Это может иметь значение в условиях гипоксии миокарда при снижении коронарных и миокардиальных резервов.

На гемодинамических особенностях базируется формирование гипотензивного эффекта при электросне. Это обстоятельство следует учитывать, выбирая методы лечения при гипертонической болезни с различными клинико-гемодинамическими вариантами. Только при адекватном гемодинамическом обеспечении снижение артериального давления у этой категории пациентов может рассматриваться оптимальным и прогностически благоприятным. Гипотензивный эффект при электросонтерапии не сопровождается отрицательными регионарными гемодинамическими сдвигами (в почках, в головном мозге), которые достаточно часто сопровождают гипотензивный эффект, достигнутый за счет применения лекарствен-

ных веществ.

В настоящее время доказано, что при воздействии на центральную нервную систему в основном за счет непосредственного влияния на высшие эндокринные центры импульсные токи могут существенно изменять гормональный и иммунный статус больных, т.е. обладают гормональным и иммунным эффектами. Степень и направленность этих изменений может регулироваться подбором параметров импульсного тока. Выраженная стимуляция функции гипофиза сопровождается выделением адренокортикотропного гормона и стимуляцией синтеза стероидных и других гормонов. Указанные эффекты наиболее выражены при применении импульсных токов с частотой 80-100 Гц.

Импульсный ток низкой частоты при трансцеребральном применении оказывают влияние на центральные механизмы различных процессов обмена в организме, т.е. наблюдаются обменно-трофические эффекты. При проявлении таких эффектов наблюдается улучшение кислородно-транспортной функции организма, углеводного, липидного, пуринового и других видов обмена. Кроме того, доказаны детоксикационный и регенерационный эффекты электросна, что обосновывает его применение при заболеваниях, вызванных токсическими веществами, а также при лечении различных травм.

Физиологическое действие и лечебные эффекты электросна позволяют его назначать при широком спектре заболеваний. Однако этот вид физиотерапии, как и другие, имеет не только показания, но и противопоказания к применению.

Показаниями к применению электросонтерапии являются следующие заболевания: гипертоническая болезнь I и II стадии, гипотоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца (стабильная стенокардия независимо от функционального класса, экстрасистолические нарушения ритма, инфаркт миокарда на разных этапах реабилитации), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, бронхиальная астма, ревматоидный артрит, подагра, нейроциркуляторная дистония, дисциркуляторные и травматические энцефалопа-

тии, гипоталамические (диэнцефальные) синдромы, болевые синдромы при заболеваниях периферической нервной системы, острые нарушения мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде, подготовка к операциям и в послеоперационный период, эндоартерииты и атеросклеротические окклюзии периферических артерий, ожоги и обморожения, токсикозы беременности первой и второй половины, подготовка беременных к родам, нарушение менструальной функции, предменструальный и климактерический синдромы, энурез, лого-неврозы, ночные страхи и другие невротические состояния, хорея, нейродермиты, зудящие дерматозы, некоторые небактериальные формы экземы, псориаз, реактивные состояния, агриппнический синдром, синильный психоз, шизофрения, неврозы. Полезным является применением электросна при интенсивных тренировках, в подготовительный и тренировочный период, в период ответственных соревнований, при стрессовых состояниях и длительном эмоциональном напряжении, при умственном и физическом переутомлении.

Противопоказаниями к применению электросонтерапии являются: воспалительные и дистрофические заболевания глаз, отслойка и пигментное перерождение сетчатки, застойные явления в области дисков зрительного нерва, высокая степень близорукости (выше - 5D), некоторые формы глаукомы, катаракта, а также остаточные явления нарушений мозгового кровообращения, арахноидит в анамнезе.

2.2. Аппарат для электросонтерапии «Электросон-4Т»

Портативный транзисторный аппарат «Электросон-4Т» применяется для лечения заболеваний, в основе патогинеза которых лежит образование застойных очагов возбуждения или торможения в коре полушарий головного мозга, а также нарушения нормальных соотношений корково-подкорковой регуляции соматических функций организма.

2.2.1. Основные технические данные аппарата

Аппарат «Электросон-4Т» предназначен для эксплуатации в медицинских учреждениях или на дому при температуре окружающего воздуха от + 10 °С до + 35 °С и относительной влажности до 80 % при температуре + 25 °С. Основные технические данные аппарата приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Технические данные аппарата «Электросон-4Т»

Показатель	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Диапазон регулирования частоты импульсов выходного тока • на 1 поддиапазоне • на 2 поддиапазоне	 Гц Гц	 5 – 30 25 - 150
Относительная погрешность установленного значения частоты импульсов выходного тока, не более	%	± 20
Длительность импульсов выходного тока	мс	0,5
Относительная погрешность установленного значения длительности импульсов выходного тока, не более	%	± 20
Длительность фронтов и срезов импульсов выходного тока, не более	мкс	50
Диапазон регулирования амплитуды импульсов выходного тока при нагрузке 5000 Ом ± 1 %	мА	0 – 10±0,15
Конечное значение шкалы встроенного миллиамперметра при измерении амплитуды импульсов выходного тока	мА	10
Относительная погрешность измерения амплитуды импульсов выходного тока при ДПС равной 0, не более	%	± 15
Диапазон регулирования дополнительной постоянной составляющей выходного тока при нагрузке 5000 Ом ± 1 %	мА	0 – 0,5±0,1
Конечное значение шкалы встроенного миллиамперметра при измерении ДПС	мА	1
Относительная погрешность измерения ДПС при амплитуде импульсов выходного тока равной 0, не более	%	± 15

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
Уровень пульсаций ДПС, не более	мА	0,005
Длительность интервала выхода аппарата на рабочий режим, не более	мин	3
Продолжительность непрерывной работы аппарата, не более	час	8
Напряжение питания аппарата	В	220 ± 22
Частота напряжения питания	Гц	50 ± 0,5
Мощность, потребляемая аппаратом, не более	ВА	10
Габаритные размеры аппарата • длина • ширина • высота	 мм мм мм	 255 180 120
Масса аппарата, не более	кг	3

Аппарат «Электросон-4Т» по способу защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током выполнен по классу II.

2.2.2. Конструкция аппарата

Аппарат «Электросон-4Т» смонтирован в корпусе из ударопрочного полистирола (рис. 2.4), на панели управления которого расположены:

1 – миллиамперметр для измерения амплитуды импульсов выходного тока или уровня ДПС;

2 – световой индикатор зеленого цвета, сигнализирующий о включении аппарата;

3 – ручка «ТОК ПАЦИЕНТА» регулятора амплитуды импульсов выходного тока;

4 – ручка «ЧАСТОТА, Гц» регулятора частоты импульсов выходного тока внутри заданного поддиапазона;

5 – клавиша «30 – 150» переключателя поддиапазонов регулирования частоты импульсов выходного тока;

6 – ручка «0» для установки нуля миллиамперметра.

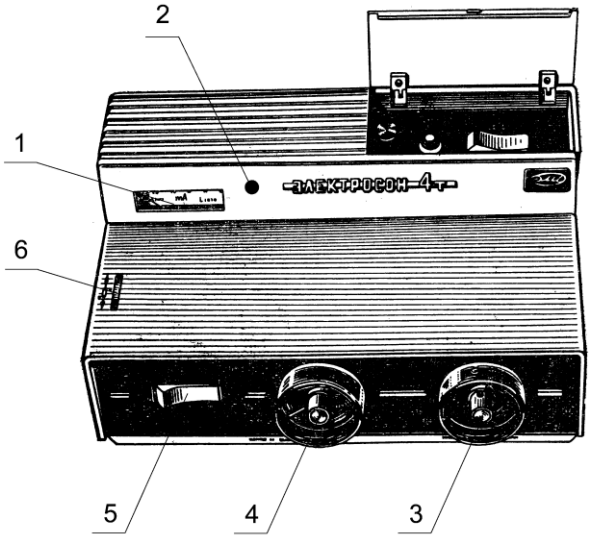


Рисунок 2.4 - Внешний вид аппарата «Электросон-4Т»

В верхний части корпуса расположен отсек с крышкой, под которой находятся (рис. 2.5):

9 – ручка «УРОВЕНЬ ДПС» регулятора дополнительной постоянной составляющей выходного тока;

10 – кнопка «КОНТРОЛЬ ДПС» подключения дополнительной постоянной составляющей выходного тока к миллиамперметру;

11 – клавиша «СЕТЬ» сетевого выключателя для включения и выключения аппарата.

На левой стенке корпуса находится гнездо «ПАЦИЕНТ» для подключения кабеля, соединяющего аппарат с маской.

На задней стенке корпуса находится разъем для подключения съемного сетевого кабеля. Держатель предохранителя расположен на дне корпуса и закрыт крышкой.

Под кожухом аппарата расположены его основные блоки, выполненные на отдельных печатных платах (рис. 2.5):

7 – блок измерителя в экране;

12 – блок питания;

13 – блок генератора и усилителя,

а также сетевой трансформатор – 8.

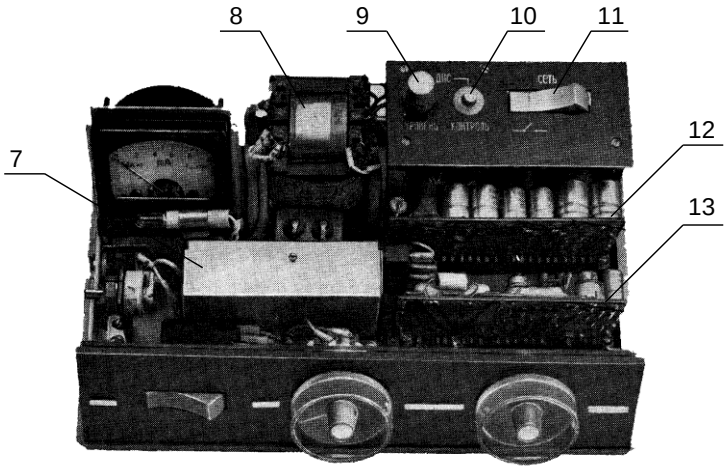


Рисунок 2.5 - Аппарат «Электросон-4Т» со снятым кожухом

Для проведения процедур электросонтерапии аппарат комплектуется резиновой маской с двумя парами электродов. Глазничные электроды подключаются к отрицательному выводу, а сосцевидные – к положительному.

2.2.3. Принцип действия аппарата

Принципиальная электрическая схема аппарата «Электросон-4Т» приведена на рис. 2.6. В составе этой схемы можно выделить генератор импульсов, ограничитель-формирователь, выходной усилитель, измеритель и блок питания. Для реализации всех блоков используются только полупроводниковые приборы – транзисторы и диоды.

Генератор импульсов выполнен по схеме мультивибратора на двух транзисторах VT1 и VT4. С помощью переключателя SA1 (клавиша «30-150», рис. 2.4, поз. 5) в мультивибраторе осуществляется переключение времязадающих конденсаторов C1 и C3 или C2 и C4, чем достигается изменение поддиапазонов регулирования частоты выходных импульсов. На первом поддиапазоне (клавиша «30-150» – в положении «30») подключаются конденсаторы C1 и C3, и частота выходных импульсов может регулироваться в пределах от 5 до 30 Гц. На втором поддиапазоне (клавиша «30-150» – в положении

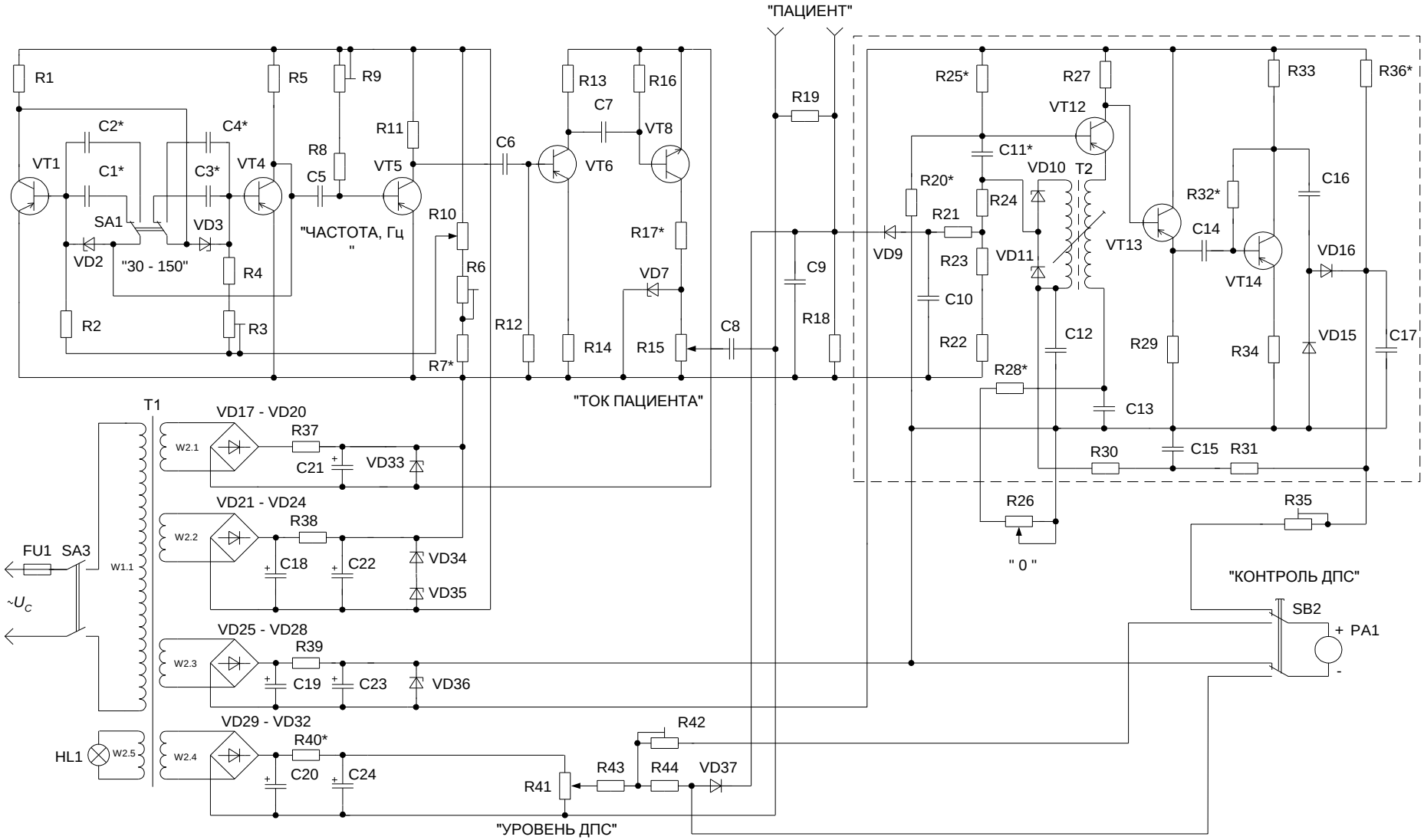


Рисунок 2.6 – Принципиальная электрическая схема аппарата "Электросон-4Т"
(* – элементы подбираются при регулировании)

«150») подключаются конденсаторы C2 и C4, и частота регулируется в пределах от 25 до 150 Гц. Плавное регулирование частоты следования выходных импульсов в пределах каждого поддиапазона осуществляется путем изменения потенциала на базах транзисторов VT1 и VT4 с помощью потенциометра R10 (ручка «ЧАСТОТА, Гц», рис. 2.4, поз. 4).

Для формирования прямоугольных импульсов длительностью 0,5 мс в аппарате служит ограничитель-формирователь, реализованный на транзисторе VT5. На вход этого транзистора выходные импульсы генератора поступают через дифференцирующую цепь, выполненную на конденсаторе C5, резисторе R8 и потенциометре R9. С помощью подстроечного потенциометра R9 можно менять постоянную времени дифференцирующей цепи и тем самым регулировать длительность выходных импульсов. Обеспечение работы транзистора VT5 в ключевом режиме, позволяет улучшить вершину импульсов.

Формирование с помощью ограничителя-формирователя длительности импульсов выходного тока аппарата «Электросон-4Т» практически полностью исключает ее зависимость от частоты.

Выходной сигнал формирователя поступает на вход двухкаскадного выходного усилителя, реализованного на транзисторах VT6 и VT8. С коллекторной нагрузки транзистора VT8 – потенциометра R15 импульсное напряжение через разделительный конденсатор C8 подается на выходное гнездо «ПАЦИЕНТ». Регулирование амплитуды импульсов выходного тока осуществляется с помощью потенциометра R15 (ручка «ТОК ПАЦИЕНТА», рис. 2.4, поз. 3). Стабилитрон VD7 служит для ограничения амплитуды выходных импульсов.

В цепь выходного тока аппарата включен резистор R18. Падение напряжения на этом резисторе, пропорциональное амплитуде импульсов выходного тока, поступает на вход измерителя. Измеритель представляет собой пиковый детектор, выходное напряжение которого модулирует по амплитуде высокочастотные колебания автогенератора. После усиления эти колебания детектируются, и по-

стоянная составляющая, пропорциональная амплитуде импульсов тока в цепи пациента, измеряется встроенным миллиамперметром.

Пиковый детектор выполнен на диоде VD9 и конденсаторе C10. С нагрузки детектора – резистивного делителя (резисторы R21, R23 и R22) постоянное напряжение поступает на последовательно соединенные стабилитроны VD10 и VD11. Эти стабилитроны используются в качестве варикапов в цепи обратной связи автогенератора, реализованного на транзисторе VT12. Амплитуда колебаний с частотой 100 кГц, формируемых автогенератором, определяется напряжением обратной связи, которое создается высокочастотным трансформатором T2 и через емкостной делитель (диоды VD10 и VD11) подается в цепь базы транзистора VT12.

При изменении напряжения на выходе пикового детектора изменяется емкость диода VD10 и, как следствие, напряжение обратной связи автогенератора. Благодаря этому устанавливается близкая к линейной зависимость между амплитудой импульсов тока в цепи пациента и напряжением высокочастотных колебаний автогенератора. Эти колебания усиливаются усилителем, который выполнен на транзисторах VT13 и VT14 и детектируются с помощью диодов VD15 и VD16, и конденсатора C17. Нагрузкой детектора является встроенный миллиамперметр PA1. С помощью потенциометра R35 производится калибровка миллиамперметра в значениях амплитуды импульсов тока в цепи пациента. Установка нуля миллиамперметра осуществляется с помощью потенциометра R26 (ручка «0», рис. 2.4, поз. 6), который включен в эмиттерную цепь транзистора VT12.

Для формирования ДПС выходного тока в блоке питания аппарата «Электросон-4Т» предусмотрен специальный канал с постоянным выходным напряжением. Выход этого канала нагружен потенциометром R41 (ручка «УРОВЕНЬ ДПС», рис. 2.5, поз. 9), с движка которого напряжение через суммирующую цепь (резисторы R43, R44 и диод VD37) поступает на выходное гнездо «ПАЦИЕНТ». Падение напряжения на резисторе R44 при соответствующем поло-

жении переключателя SB2 (кнопка «КОНТРОЛЬ ДПС», должна быть нажата) создает ток в миллиамперметре PA1, пропорциональный уровню ДПС тока в цепи пациента.

Блок питания (БП) аппарата содержит общий сетевой трансформатор T1 и пять независимых каналов. Первый канал служит для электропитания генератора импульсов и ограничителя-формирователя, второй – выходного усилителя, третий – измерителя, четвертый канал формирует постоянное напряжение для получения ДПС выходного тока, напряжение пятого канала используется для электропитания лампы – индикатора включения аппарата.

Первичная обмотка сетевого трансформатора T1 подключается к питающей сети через выключатель SA3 (клавиша «СЕТЬ» на рис. 2.5, поз. 11) и плавкий предохранитель FU1 (рис. 2.6).

Напряжение со вторичной обмотки W2.1 трансформатора T1 поступает на выпрямитель первого канала БП, реализованный по мостовой схеме на кремниевых диодах VD17-VD20. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения служит Г-образный RC-фильтр (резистор R37, конденсатор C21). Стабилизация напряжения осуществляется с помощью стабилитрона VD33.

Напряжение со вторичной обмотки W2.2 сетевого трансформатора T1 поступает на мостовой выпрямитель второго канала БП – диоды VD21-VD24. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения осуществляется П-образным RC-фильтром (резистор R38, конденсаторы C18 и C22). Стабилизация выходного напряжения второго канала БП осуществляется с помощью последовательно включенных стабилитронов VD34-VD35.

Схема третьего канала БП аналогична схеме второго канала: вторичная обмотка сетевого трансформатора – W2.3, выпрямитель – диоды VD25-VD28, фильтр – резистор R39, конденсаторы C19 и C23, стабилизатор – стабилитрон VD36.

В четвертом канале БП напряжение снимается с обмотки W2.4 сетевого трансформатора и выпрямляется диодным мостом, выполненном на диодах VD29-VD32. Сглаживание пульсаций выходно-

го напряжения четвертого канала БП осуществляется П-образным RC-фильтром (резистор R40, конденсаторы C20 и C24).

Выходное напряжение пятого канала БП снимается непосредственно со вторичной обмотки W2.5 сетевого трансформатора T1. Нагрузкой этого канала является лампа накаливания HL1.

2.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата

При эксплуатации аппарата «Электросон-4Т» необходимо руководствоваться указаниями паспорта.

Запрещается снимать кожух аппарата и менять плавкий предохранитель при включенной вилке сетевого кабеля в розетку питающей сети. Техническое обслуживание и ремонт аппарата разрешается производить только квалифицированным специалистам.

При наложении маски с электродами на голову пациента, а также при ее снятии ручки «ТОК ПАЦИЕНТА» и «УРОВЕНЬ ДПС» должны быть установлены в крайнее левое (нулевое) положение.

В случае нарушения работоспособности аппарата, сопровождающегося аварийными признаками (резкое увеличение тока пациента, дым, запах и т.п.) аппарат следует немедленно отключить от питающей сети, и только после этого принимать меры по ликвидации последствий или причин аварии.

2.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом

До начала проведения процедуры, ручки «ТОК ПАЦИЕНТА» и «УРОВЕНЬ ДПС» устанавливают в крайнее левое положение, ручку сетевого выключателя в положение «ВЫКЛ», а органы регулирования частоты (клавиша «30-150» и ручка «ЧАСТОТА, Гц») в заданное положение, затем подключают к аппарату сетевой кабель и вставляют его вилку в розетку питающей сети с напряжением 220 В.

Далее подготавливают пациента к проведению процедуры. Смоченные физиологическим раствором ватные тампоны вставля-

ют в углубления находящихся в маске электродов, накладывают маску на голову пациента и соединяют вилку кабеля пациента с гнездом «ПАЦИЕНТ» на левой стенке аппарата.

После этого переводят сетевой выключатель в положение «ВКЛ» (при этом загорается индикатор зеленого цвета) и с помощью ручки «0» устанавливают стрелку прибора на нулевую отметку шкалы. Нажав на кнопку «КОНТРОЛЬ ДПС», с помощью ручки «УРОВЕНЬ ДПС» устанавливают необходимое значение дополнительной постоянной составляющей выходного тока. Далее, плавно поворачивая ручку «ТОК ПАЦИЕНТА», увеличивают амплитуду импульсов выходного тока до пороговой величины, ориентируясь при этом на ощущения пациента.

По окончании процедуры плавно выводят в крайнее левое положение ручки «ТОК ПАЦИЕНТА» и «УРОВЕНЬ ДПС», снимают маску и отключают аппарат от сети.

2.2.6. Техническое обслуживание аппарата

Техническое обслуживание аппарата «Электросон-4Т» осуществляется только специалистами, и производится с целью обеспечения его бесперебойной работы, повышения эксплуатационной надежности и эффективности использования.

Дезинфекцию наружных поверхностей аппарата и маски с электродами следует производить 1 % раствором «Дихлор-1» или 3 % раствором перекиси водорода с добавлением 0,5 % моющих средств.

Устранение неисправностей аппарата осуществляется с учетом указаний мер безопасности. Возникновение всех неисправностей и работы, связанные с техническим обслуживание должны быть отмечены в картах «Учета технического обслуживания» и «Учета неисправностей при эксплуатации», которые помещены в паспорте аппарата «Электросон-4Т».

2.3. Техника и методики проведения процедур электросонтерапии

Прежде чем начать лечение электросном в новом помещении, новыми или долго не бывшими в употреблении аппаратами следует убедиться в исправности системы электропитания, аппаратов для электросонтерапии и масок с электродами. В последствии рекомендуется проведение систематического технического обслуживания аппаратов не реже одного раза в год, а также после каждого ремонта. Перед подачей тока на пациента необходимо убедится в работоспособности аппарата. С этой целью следует подключить к выходу аппарата маску с электродами и накоротко замкнуть глазничные и сосцевидные электроды. При увеличении выходного тока аппарата с помощью ручки регулятора, стрелка встроенного миллиамперметра должна плавно отклоняться вправо и удерживаться на одном месте при прекращении увеличения тока. Если стрелка миллиамперметра не отклоняется, аппарат следует проверить на другой маске. При исправном аппарате и отсутствии отклонения стрелки миллиамперметра причину неисправности следует искать в выходной цепи. Необходимо проверить контакты провода с электродами маски и контакты провода с вилкой для подключения к аппарату.

Для отпуска процедур в кабинете электросонтерапии должны быть подготовлены стерильные фланелевые (из 4-х слоев) или марлевые (из 6-8 слоев) круглые прокладки диаметром 40-50 мм. Непосредственно перед процедурой прокладки смачиваются теплым (или комнатной температуры) физиологическим раствором или водой, а резиновая полумаска дважды обрабатывается спиртом.

Аппараты для электросонтерапии должны включаться в сеть за 3-5 минут (для аппаратов, реализованных на полупроводниковых приборах и микросхемах) до начала отпуска процедур. Это необходимо для прогрева аппаратов и их выхода на рабочий режим. Если аппараты не прогрелись, то у пациентов во время лечения электросном будет нарастать ток и могут возникнуть неприятные и даже

болезненные ощущения.

Для приема процедур электросонтерапии, пациентам следует приготовить себе постели, раздеться, как для отдыха ко сну, лечь в кровати, принять удобную позу и расслабиться. Во время процедуры по желанию пациента поза может быть изменена. Обычно, процедуры проводятся через час-полтора после приема пищи или перед сном.

Процедуры электросна проводят при глазнично-сосцевидном (основная методика для лечебного электросна, см. рис. 2.1, *а*), глазнично-затылочном, глазнично-югулярном (т.е. электроды накладываются на закрытые глаза и на шею), лобно-сосцевидном (рис. 2.1, *б*), лобно-затылочном или лобно-югулярном расположении электродов.

При наложении электродов, необходимо проследить, чтобы под них не попадали волосы, предупредить пациента, что во время процедуры не следует разговаривать, а при необходимости позвать медсестру надо поднять руку и говорить только шепотом.

Увеличивать ток в начале процедуры, а также уменьшать ток в конце процедуры следует постепенно в течение 20-30 с. При увеличении тока необходимо контролировать появление первых ощущений от воздействия, не следует допускать появления неприятных ощущений. При лечении электросном в зависимости от частоты следования импульсов тока могут возникать различные ощущения: при частотах от 1 до 35 Гц – ощущаются постукивания в местах наложения электродов, при более высоких частотах тока – легкие вибрации, при использовании ДПС – пощипывания и легкое жжение. При возникновении неприятных ощущений ток должен быть уменьшен до их исчезновения.

Порог к ощущению тока у разных пациентов и даже у одного и того же в разные дни и время суток может колебаться в значительных пределах. У большинства людей он оказывается в пределах 0,05-0,6 мА среднего значения тока или 3-8 мА амплитудного значения тока. У пациентов, особенно чувствительных к току и тревожно-мнительных, процедуры электросна лучше проводить при подпоро-

говых дозировках тока (ток увеличивается до появления ощущений, а затем уменьшается до их исчезновения).

При необходимости увеличить ток у пациентов с высоким порогом чувствительности, можно использовать ДПС. Такое увеличение тока не сопровождается появлением неприятных ощущений. Возможно ступенчатое увеличение тока. Для этого, ток увеличивают до появления первых ощущений и не изменяют его до исчезновения ощущений, обусловленного возникающей адаптацией к току. После исчезновения ощущений ток увеличивают до появления новых ощущений, дожидаются адаптации или несколько снижают ток до исчезновения ощущений (первичный порог при этом будет пройден).

При использовании комбинированного тока оправдано увеличение сначала ДПС, а затем амплитуды импульсного тока. Для определения значения ДПС следует на первой процедуре лечения электросном определить пороговое значение амплитуды I_m импульсного тока, вычислить его среднее значение по выражению

$$I_{СР} = I_m \cdot \tau_И \cdot f_И,$$

где $\tau_И$ – длительность импульса, выраженная в секундах;

$f_И$ – частота следования импульсов в герцах.

Далее значение ДПС определяется как 25 % от $I_{СР}$.

Продолжительность первой процедуры лечения электросном рекомендуется ограничивать 30 минутами, второй – 45-60 минутами, а все последующие процедуры не должны превышать 60 минут.

Если пациент не заснул во время процедуры, и у него возникло чувство дискомфорта (явление раздражительной слабости), продолжительность процедуры может быть сокращена. На последующих процедурах чувство дискомфорта у пациента, как правило, не возникает. Появление желания у пациента прекратить процедуру, не всегда сопряжено с дискомфортом. Если у него под действием тока возникает ощущение отдыха, свежести, прилива энергии (вторая фаза терапевтического действия электросна), ток следует отключить.

Подавляющее большинство пациентов (мужчины до 85-90 %, женщины до 75-80 %) спят во время проведения процедур электросна. Некоторые из них начинают засыпать не с первых процедур. Однако исследования ЭЭГ показали, что даже у тех пациентов, которые не спят во время процедур, наблюдаются начальные изменения биоэлектрической активности мозга, аналогичные первым стадиям медленного сна.

Наряду с обычной процедурой электросонтерапии может проводиться электросонфорез лекарственных веществ, растворами которых смачиваются прокладки под электродами.

По окончании процедуры пациента следует отключить от аппарата, снять маску и, если имеется возможность, оставить в спящем состоянии. При большой пропускной способности кабинета электросонтерапии пациенту следует предложить поспать в палате или комнате для отдыха при амбулаторном лечении. После снятия маски пациента предупреждают о том, чтобы он не открывал глаза в течение 1-2 минут, а затем адаптировался в затемненном кабинете.

При лечении электросном следует учитывать его фазный характер, заключающийся в появлении через 15-20 минут после начала процедуры фазы торможения, которая достаточно часто может продолжаться в течение 2-4 часов после окончания процедуры. При этом у пациентов отмечается снижение остроты реакции на внешние раздражители, что существенно ограничивает применение электросонтерапии в производственных условиях, особенно там, где производственная деятельность требует повышенного внимания (водители, диспетчеры, операторы).

В обычных условиях процедуры лечения электросном рекомендуется проводить ежедневно. Однако, когда по условиям работы пациента (лечение без отрыва от производства) или по другим причинам ежедневные процедуры проводить невозможно, допустимо лечение через день. Эффективность курсового лечения при этом не снижается. В ряде случаев, для лечения в стационарных условиях процедуры рекомендуется проводить два раза в день. Это позволя-

ет заканчивать курс лечения электросном, не увеличивая продолжительности пребывания в лечебном учреждении.

Курс лечения электросном должен подбираться индивидуально, в зависимости от динамики состояния пациентов, и в среднем составляет 24 процедуры, а иногда 35-40 процедур. В отдельных случаях можно ограничиться 18-20 процедурами. Повторные курсы электросна чаще дают более стойкий и выраженный эффект, поэтому в тех случаях, когда первый курс электросна (или комплекса с электросном) не дал достаточно стойкого и выраженного эффекта, курс лечения может быть повторен. При этом следует учитывать, что эффект лечения электросном в последующие 1-12 месяцев после курса может нарастать (последействие).

Проводить процедуры электросонтерапии следует строго в соответствии с назначением врача, где указаны особенности методики, частота и сила тока, продолжительность процедуры, интервалы между процедурами, количество процедур на курс лечения. Ниже приведены некоторые из лечебных методик электросонтерапии.

При гипертонической болезни I и II стадии (лабильной гипертензии) применяют лечение электросном с использованием глазнично-сосцевидной методики расположения электродов и прямоугольного импульсного тока с частотой от 5 до 20 Гц. Продолжительность процедуры назначается от 30 до 60 мин ежедневно или 4 раза в неделю (2 дня подряд с последующим днем перерыва). На курс лечения в среднем назначают 15 процедур.

Эта методика применяется с целью получения седативного эффекта, который у больных лабильной формой артериальной гипертонии имеет патогенетическое значение и способствует развитию выраженного гипотензивного эффекта и ликвидации явлений гиперсимпатикотонии, а также выраженной коррекции основных показателей гемодинамики при гиперкинетическом типе гемоциркуляции.

Для достижения этой же цели может быть использована методика электротранквилизации с лобно-сосцевидным расположением электродов и воздействием прямоугольным импульсным током с ча-

стотой 1000 Гц. Продолжительностью процедур составляет, как правило, 30-45 мин ежедневно. На курс лечения назначают 12-15 процедур.

При стабильной гипертонии применяют лечение электросном с использованием глазнично-сосцевидной методики расположения электродов и прямоугольного импульсного тока частотой 100 Гц. Процедуры назначают через день с продолжительностью 30 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур. По достижении гипотензивного эффекта (обычно после 5-6 процедур) можно применить седативную методику электросна с использованием импульсного тока с частотой 10 Гц.

При церебральной форме гипертонической болезни, а также при сопутствующей энцефалопатии различного генеза следует применять лечение электросном с использованием синусоидальных модулированных токов (СМТ, см. раздел 4) со следующими параметрами: род работы – III, режим – переменный, продолжительность посылок модулированного и немодулированного токов – 1:1,5 с, частота модуляции – 100 Гц (при глазнично-сосце-видной методике расположения электродов) или – 30 Гц (при лобно-сосцевидной методике расположения электродов), коэффициент модуляции – 75 %. При ежедневном назначении продолжительность процедуры составляет 15 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур.

При кардиальной форме гипертонической болезни, а также при сочетании с ишемической болезнью сердца применяется лечение электросном с использованием лобно-сосцевидной методики расположения электродов и интерференционных токов с разницей частот от 0 до 100 Гц. Процедуры назначаются ежедневно с продолжительностью – 15 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур.

Все указанные выше методики электросонтерапии при стабильной гипертонии способствуют улучшению гуморальной регуляции артериального давления, угнетению прессорных гормонов, что

имеет важное значение в гипотензивном эффекте при этой стадии заболевания.

При ишемической болезни сердца (ИБС) применяют лечение электросном с использованием глазнично-сосцевидной методики расположения электродов и прямоугольного импульсного тока с частотой от 5 до 20 Гц. Продолжительность процедуры назначают от 30 до 60 мин 3-4 раза в неделю (2 дня подряд с последующим днем перерыва). Курс лечения составляет 15 процедур.

Применение этой методики электросонтерапии способствует улучшению центральной регуляции деятельности сердца, сердечного ритма, сосудистого тонуса, формированию седативного эффекта, уменьшению болевого синдрома при стенокардии, улучшению обмена катехоламинов и снижению гиперхолестеринемии, что подчеркивает ее патогенетическую значимость.

При ИБС можно применять с лечебной целью метод электротранквилизации с лобно-сосцевидным расположением электродов и прямоугольным импульсным током с частотой 1000 Гц. Продолжительность процедуры составляет 45 мин. Курс лечения – 10-15 процедур.

Для больных ишемической болезнью сердца, осложненной нарушениями ритма в виде частых эктопических экстрасистол, а также выраженными нарушениями липидного обмена, рекомендуется назначать интерференционные токи с разницей частот от 0 до 100 Гц по лобно-сосцевидной методике. Продолжительность ежедневных процедур – 15 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур. Интерференционные токи можно использовать не только для лечения больных ИБС, но и для профилактики ее развития, поскольку при воздействии такими токами достигается устранение важнейших факторов риска при ИБС – артериальной гипертензии и гиперлипидемии.

При диэнцефальном синдроме применяют глазнично-сосцевидную методику расположения электродов и прямоугольный импульсный ток с частотой 10 Гц. Продолжительность процедур

назначают от 30 до 60 мин по 3-4 раза в неделю (через день или 2 дня подряд с последующим днем перерыва). На курс лечения назначают 10-12 процедур. При диэнцефальном синдроме можно также применять метод электротранквилизации с лобно-сосцевидным расположением электродов и воздействием прямоугольным импульсным током с частотой 1000 Гц. При ежедневном назначении процедур, их продолжительность должна составлять 30-40 мин. Курс лечения – 10-12 процедур.

При травматической энцефалопатии применяют глазнично-сосцевидную методику расположения электродов и прямоугольный импульсный ток с частотой 10 Гц. Продолжительность процедур составляет от 30 до 60 мин 3-4 раза в неделю (через день или 2 дня подряд с последующим днем перерыва). На курс лечения назначают 10-12 процедур.

При дисциркуляторных энцефалопатиях рекомендуется применение СМТ со следующими параметрами: род работы – III, режим – переменный, продолжительность посылок модулированного и немодулированного тока – 1:1,5 с, частота модуляции – 100 Гц (при глазнично-сосцевидной методике расположения электродов) или – 30 Гц (при лобно-сосцевидной методике расположения электродов), коэффициент модуляции – 75 %. При ежедневном назначении продолжительность процедуры составляет 15 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур.

Эффективным в этом случае является также применение интерференционных токов с разницей частот от 0 до 100 Гц при лобно-сосцевидной методике расположения электродов. Продолжительность ежедневно назначаемых процедур – 15 мин. Курс лечения – 10-12 процедур. При этих методиках достигается не только выраженная коррекция нарушений гемодинамики в цереброваскулярной системе, но и устраняются выраженные клинические проявления заболевания, преимущественно мозговая симптоматика.

При неврозах с различными проявлениями (неврастеническими, психастеническими и психосоматическими расстройствами) ре-

комендуется применять глазнично-сосцевидное расположение электродов и прямоугольный импульсный ток с частотой 10 Гц. Продолжительность процедуры составляет от 30 до 60 мин, 3-4 раза в неделю (через день или 2 дня подряд с последующим днем перерыва). На курс лечения в среднем назначают 5-10 процедур. Используют также электротранквилизацию прямоугольным импульсным током с частотой 1000 Гц при лобно-сосцевидной методике расположения электродов. Продолжительность ежедневных процедур – 30-45 мин. На курс лечения назначают 10-15 процедур.

При климактерическом синдроме с преобладанием невротического компонента применяют глазнично-сосцевидное расположение электродов и прямоугольный импульсный ток частотой 10 Гц. Продолжительность процедур составляет от 30 до 60 мин, процедуры проводятся через день или два дня подряд с последующим днем перерыва. На курс лечения назначают 10-12 процедур.

У больных с преобладанием вегетативного компонента («приливы» от 40 и более в сутки) лечение проводят с использованием интерференционных токов при лобно-сосцевидной методике расположения электродов. Процедуры продолжительностью до 30 мин проводятся 3-4 раза в неделю (через день или два дня подряд с последующим днем перерыва). На курс лечения назначают 10-12 процедур.

При язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки с выраженными функциональными изменениями нервной системы используется глазнично-сосцевидная методика расположения электродов и прямоугольный импульсный ток с частотой 3,5-5 Гц. Амплитуду тока постепенно увеличивают до появления у пациента ощущения пульсации или вибрации под глазничными электродами (примерно до 6-8 мА). Продолжительность процедур в течение курса лечения постепенно увеличивают от 8 до 15 мин. На курс лечения назначают 10-15 процедур.

Вопросы и задания для самопроверки

1. В чем состоит метод лечения электросном? Укажите параметры импульсных последовательностей, используемых в классической электрсонтерапии.

2. Укажите основные лечебные эффекты электросонтерапии и ее влияние на функциональные системы организма.

3. Перечислите основные показания и противопоказания к применению электросонтерапии.

4. Укажите назначение аппарата «Электросон-4Т», перечислите его основные технические данные и конструктивные особенности.

5. Перечислите основные блоки аппарата «Электросон-4Т», укажите их назначение и составьте функциональную схему аппарата.

6. Используя рис. 2.4 и 2.5 с изображением органов управления и элементов индикации аппарата «Электросон-4Т», изложите порядок его подготовки к работе и порядок работы с аппаратом.

7. Какие меры безопасности должны соблюдаться при подготовке аппарата к работе, во время отпуска процедур и при проведении технического обслуживания?

8. С какой целью проводится техническое обслуживание аппарата? Какие растворы используются для дезинфекции его поверхности и маски с электродами?

9. Какие мероприятия должны быть проведены перед отпуском процедуры электросна? Как принято разделять методики электросонтерапии в зависимости от расположения электродов?

10. Укажите порядок проверки работоспособности аппарата перед проведением процедур.

11. Укажите основные правила техники отпуска процедур электросна. Перечислите лечебные методики электросонтерапии. Укажите их особенности.

3. ТЕРАПИЯ ДИАДИНАМИЧЕСКИМИ ТОКАМИ

Первые методики применения диадинамических токов были предложены в 30-х годах прошлого века французским врачом-стоматологом П. Бернаром, именно поэтому эти токи называют также токами Бернара. При разработке метода П. Бернар исходил из того, что ткани человеческого организма быстро адаптируются к постоянному раздражению и со временем их реакция снижается или исчезает вообще. Изменение характера электрического раздражения препятствует возникновению адаптационных процессов, а следовательно, повышает терапевтический эффект.

3.1 Диадинамотерапия

Диадинамотерапия является методом электротерапии, при котором на тело больного контактным способом воздействуют диадинамическими токами (ДДТ) силой до 50 мА. Эти токи представляют собой комбинации импульсов с фронтом близким к синусоидальному и экспоненциальным срезом (рис. 3.1, *а*, *б*). Подача ДДТ к пациенту, в большинстве случаев, осуществляется сериями, чередующимися с паузами (рис. 3.1, *в*, *е-и*). Такой подход является более физиологическим, поскольку в паузы происходит отдых тканей, что совершенно необходимо, например, при сокращении мышц. Другой особенностью ДДТ является то, что у отдельных их видов амплитуда импульсов не постоянна, а изменяется по определенному закону (нарастает в начале серии и убывает в ее конце) (рис. 3.1, *е-н*). Такие виды ДДТ обеспечивают более плавное, безболезненное сокращение мышц. Кроме того, у некоторых ДДТ измеряется частота следования импульсов за счёт чередования режимов одно- или двухполупериодного выпрямления синусоидального напряжения (рис. 3.1, *г*, *д*)

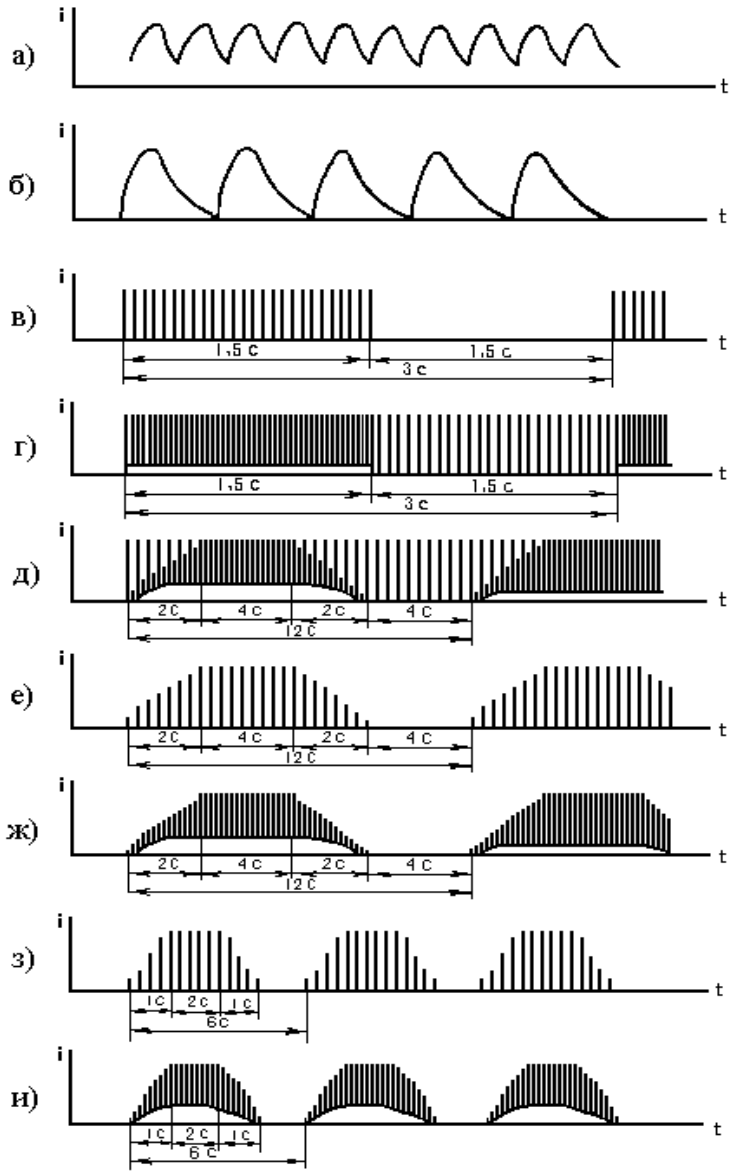


Рисунок 3.1 – Виды диадинамических токов:
ДН – двухполупериодный непрерывный (*а*); ОН – однополуперионый непрерывный (*б*); ОР – однополуперионый ритмический (*в*);
КП – короткий период (*г*); ДП – длинный период (*д*);
ОВ – однополупериодный волновой (*е*); ДВ – двухполупериодный волновой (*ж*); ОВ[1] – однополуперионый волновой (*з*);
ДВ[1] – двухполуперионый волновой (*и*)

Механизм лечебного воздействия диадинамических токов достаточно сложен. Основным в их действии является чрезвычайно быстрый болеутоляющий эффект. В механизме обезболивающего действия диадинамических токов лежат два момента: кратковременное ритмическое воздействие током, в первую очередь вызывающее

торможение болевой чувствительности, доходящее до полной анестезии; стимуляция под влиянием диадинамического тока трофических процессов путем нормализации нарушенного кровообращения, тканевого обмена, рассасывания периневральных отеков и т.п.

Используемые в данном методе токи ритмически возбуждают миелинизированные нервные проводники соматосенсорной системы (кожные и мышечные афференты), принадлежащие к Aβ-волокнам. Известно, что нервные проводники кожи обладают максимальной чувствительностью к таким токам. Возникающие ритмические восходящие афферентные потоки по толстым миелинизированным волокнам распространяются по направлению к желатинозной субстанции задних рогов спинного мозга и далее по палеоспиноталамическим, неоспиноталамическим и спиноретикулоталамическим трактам активируют эндогенные опиоидные и серотонинергические системы ствола мозга и формируют доминантный очаг возбуждения в его коре.

Возникающий в обоих случаях дисбаланс афферентных потоков, согласно теории «вентильного управления», приводит к ограничению потока аффернтной импульсации, сигнализирующего в центральную нервную систему о воздействии ноцигенного стимула. Дефицит сенсорной информации вызывает растормаживание процессов дифференцировки и ослабления внутреннего торможения в коре большого мозга. Наряду с этим усиливается выделение серотонина в вентральной системе латеральных ядер среднего мозга и пептидергической системе вентральных ядер гипоталамуса. Анальгезия усиливается при электроимпульсном воздействии на паравертебральные зоны и области отраженных болей, возникающих при заболеваниях определенных органов. Такие зоны, как известно, формируются вследствие конвергенции соматосенсорных висцеросенсорных афферентных волокон на нейронах дорсального рога спинного мозга.

Доминанта ритмического раздражения по закону отрицательной обратной индукции вызывает делокализацию болевой доминан-

ты в коре и активирует центры парасимпатической нервной системы. Активация нисходящих физиологических механизмов подавления боли приводит к уменьшению болевых ощущений пациента, вплоть до полной аналгезии. Этому способствует и вызываемое диадинамическими токами уменьшения проводимости и изменение лабильности Aδ- и С-волокон, скорость распространения спайков по которым значительно меньше, чем по Aβ-волокнам. В результате афферентная импульсация из болевого очага не достигает восходящих проводящих путей и не поступает в центральную нервную систему. Указанные изменения афферентных импульсных потоков наиболее выражены в тканях, находящихся под катодом.

Анальгетическое действие ДДТ потенциируется при одновременном введении местных анестетиков (диадинамофорез) и продолжается от 2 до 6 часов. Формируемые в результате активации корковых и подкорковых центров нисходящие эфферентные импульсные потоки усиливают скорость кровотока в пораженных органах и тканях, активируют трофические влияния симпатической нервной системы и местные защитные гуморальные механизмы. Происходят активация выбора эндорфинов, увеличение активности ферментов, утилизирующих алгогенные медиаторы (ацетилхолинэстераза и гистаминаза) и биологически активные соединения (кининазы).

Диадинамические токи при действии на паравертебральные зоны активируют клетки Реншоу и восстанавливают нарушенную систему спинального торможения (рис 3.2). Это приводит к уменьшению повышенного мышечного напряжения, связанного с болевым синдромом («разрыв порочного болевого круга»). При непосредственном воздействии на пораженные участки тела такие токи вызывают ритмические сокращения большого числа миофибрилл скелетных мышц и гладких мышц сосудов. Изменение их контрактильных свойств приводит к своеобразному массажу сосудов микроциркуляторного русла, что определяет рефлекторное усиление кровотока, а также увеличивает количество активных анастомозов и коллатералей.

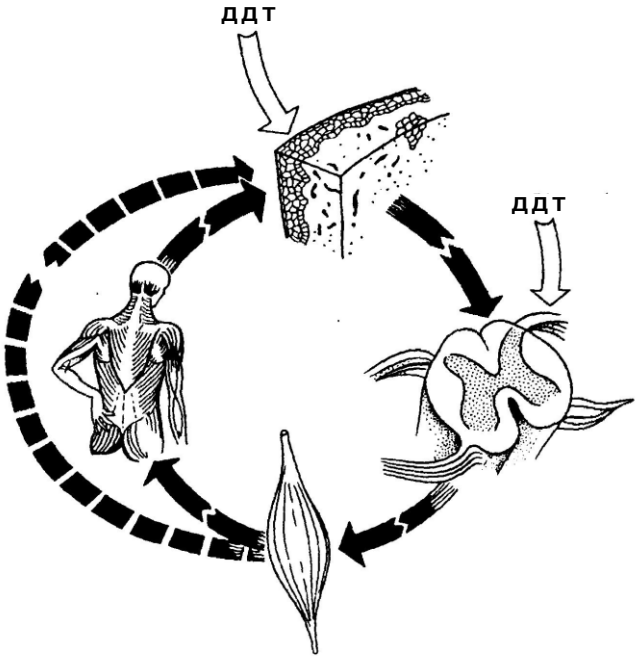


Рисунок 3.2 – Схема спазмолитического действия ДДТ при повышении мышечного тонуса вследствие поражения корешков спинного мозга

Используемые в диадинамотерапии импульсные токи активируют обменные процессы в тканях. В результате их температура в зоне воздействия увеличивается на 0,4-1 ^{O}С. Наряду с гиперемией повышение тонуса гладких мышц венул вызывает увеличение венулярного оттока, перераспределение содержания ионов и диполей воды в интерстиции способствует удалению продуктов аутолиза клеток и уменьшению их отека. Изменение соотношения ионов приводит к повышению дисперсности белковых коллоидов цитозоля, существенно изменяет проницаемость плазмолеммы и клеточных мембран. Уменьшение периневрального отека улучшает функциональные свойства нервных проводников (возбудимость и проводимость) в зоне воздействия. Такие отеки часто являются причиной болезненных ощущений пациента. Необходимо отметить, что рефлекторный характер регуляции сосудистого тонуса определяет усиление кровотока в участках тела, иннервируемых из одного сегмента спинного мозга, в том числе и на противоположной стороне.

Под влиянием ДДТ происходит расширение капилляров, улучшаются кровообращение и приток продуктов питания к тканям, удаляются продукты обмена и распада из воспалительных очагов. С этим

связано противовоспалительное действие, происходит рассасывание послетравматических кровоизлияний, активизируется обмен веществ.

При диадинамотерапии мышцы подвергаются ритмическому сокращению и расслаблению, вплоть до их видимого сокращения, что сопровождается восстановлением функции мышц. Наблюдается общее действие: тенденция к снижению артериального давления при гипертонической болезни; происходит нормализация процессов высшей нервной деятельности.

Основными показаниями к применению диадинамотерапии являются заболевания периферической нервной системы (радикулит, невропатии, радикулоневрит, симпаталгия, травмы спинного мозга), острые травматические повреждения костно-мышечной системы (повреждение связок, ушибы, периартрит, атрофия мышц), болезни артерий и вен, гипертоническая болезнь I-II стадии, бронхиальная астма, заболевания желудочно-кишечного тракта (некалькулезный холецестит, дискинезия желчевыводящих путей, атонический и спастический калиты, панкреатит), ревматоидный артрит, энурез, деформирующий остеоартроз, болезнь Бехтерева, Хронические воспалительные заболевания женских половых органов, спаечная болезнь.

Противопоказаниями к применению диадинамотерапии являются переломы костей с неиммобилизированными костными отломками, моче- и желчекаменная болезни, тромбофлебит, острый болевой синдром висцерального происхождения (ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III ФК, инфаркт миокарда, почечная колика, роды), повышенная чувствительность к электрическому току, склероз.

3.2. Аппарат для диадинамотерапии «Тонус-2»

Полупроводниковый электронный аппарат «Тонус-2», предназначен для лечения диадинамическими токами различных нервно-мышечных заболеваний и болевых состояний со спазмами мышц. Аппарат генерирует токи, которые обладают болеутоляющим и антиспазматическим действием, способствуют рассасыванию отеков

тканей. Аппарат рекомендуется для применения в физиотерапевтических кабинетах поликлиник, больниц, лечебно-профилактических учреждений и на дому.

3.2.1. Основные технические данные аппарата

Аппарат «Тонус-2» предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от + 10 °С до + 35 °С и относительной влажности до 80 % при температуре + 25 °С.

Аппарат формирует 7 видов диадинамических токов, остальные технические данные приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические данные аппарата «Тонус-2»

Показатель	Ед. зим.	Значение
Максимальная величина постоянной составляющей выходного тока аппарата при нагрузке 500 Ом	мА	50
Защитное устройство отключает цепь пациента при токе, превышающем максимальный выходной ток на	мА	5 -15
Напряжение питания	В	220 ± 22
Частота напряжения питания	Гц	50
Мощность, потребляемая аппаратом, не более	ВА	40
Масса аппарата, не более	кг	5
Габаритные размеры аппарата	мм	315х300х110
Аппарат допускает непрерывную работу в течение	час	5

Аппарат «Тонус-2» по способу защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током соответствует требованиям класса защиты – II.

3.2.2. Конструкция аппарата

Аппарат представляет собой настольную конструкцию, смонтированную в пластмассовом съемном корпусе из ударопрочного полистирола (рис. 3.3). Для удобства переноски имеется ручка, представляющая единое целое с корпусом. Все органы управления аппарата углублены, что предохраняет их от поломки при переноске.

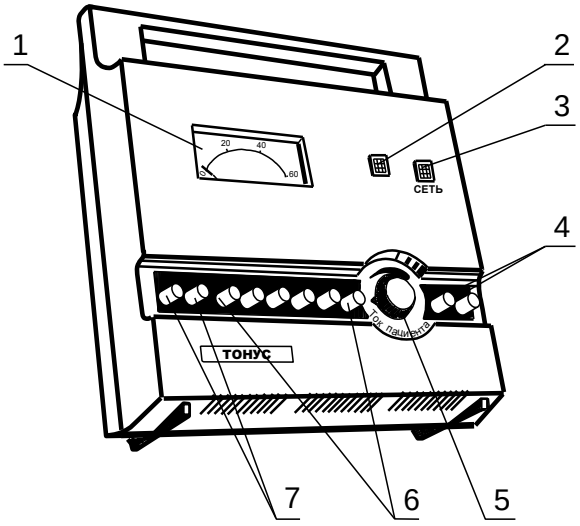


Рисунок 3.3 – Внешний вид аппарата «Тонус-2»

Корпус аппарата состоит из основания и крышки, в корпусе на гетинаксовой плате размещены элементы электрической части аппарата. Плата, крышка и основание корпуса скрепляются между собой винтами, завинчивающимися со стороны основания.

На крышке аппарата находятся:

1 – миллиамперметр, служащий для измерения тока в цепи пациента;

2 – индикатор (красного цвета) аварийной сигнализации;

3 – индикатор «СЕТЬ» (зеленого цвета) включения аппарата;

4 – кнопки «ВКЛ» и «ВЫКЛ» выключателя «СЕТЬ»;

5 – ручка «ТОК ПАЦИЕНТА» регулятора выходного тока, служащая для плавной регулировки тока в цепи пациента;

6 – кнопки «ДН», «ОН», «ОР», «КП», «ДП», «ОВ», «ДВ» переключатель видов тока;

7 – кнопки «+» и «–» переключателя полярности, служащего для изменения направления выходного тока.

Основной блок и блок переключателей выполнены на печатных платах. Конструкция аппарата при снятом основании обеспечивает легкий доступ ко всем элементам схемы.

У аппарата со стороны ручки имеется отсек, закрывающийся крышкой, через который выводится сетевой кабель аппарата и кабель пациента. Кабель пациента содержит два однополюсных гнезда. Раздвоенный участок кабеля пациента зажимается колодкой.

При переноске аппарата сетевой шнур и кабель аппарата укладываются в отсек.

В отсек выведена ось регулятора «ПРЕВЫШЕНИЕ ВЫХОДНОГО ТОКА» и кнопка «ПРЕВЫШЕНИЕ ВЫХОДНОГО ТОКА» с помощью которых производится проверка защитного устройства.

3.2.3. Принцип действия аппарата

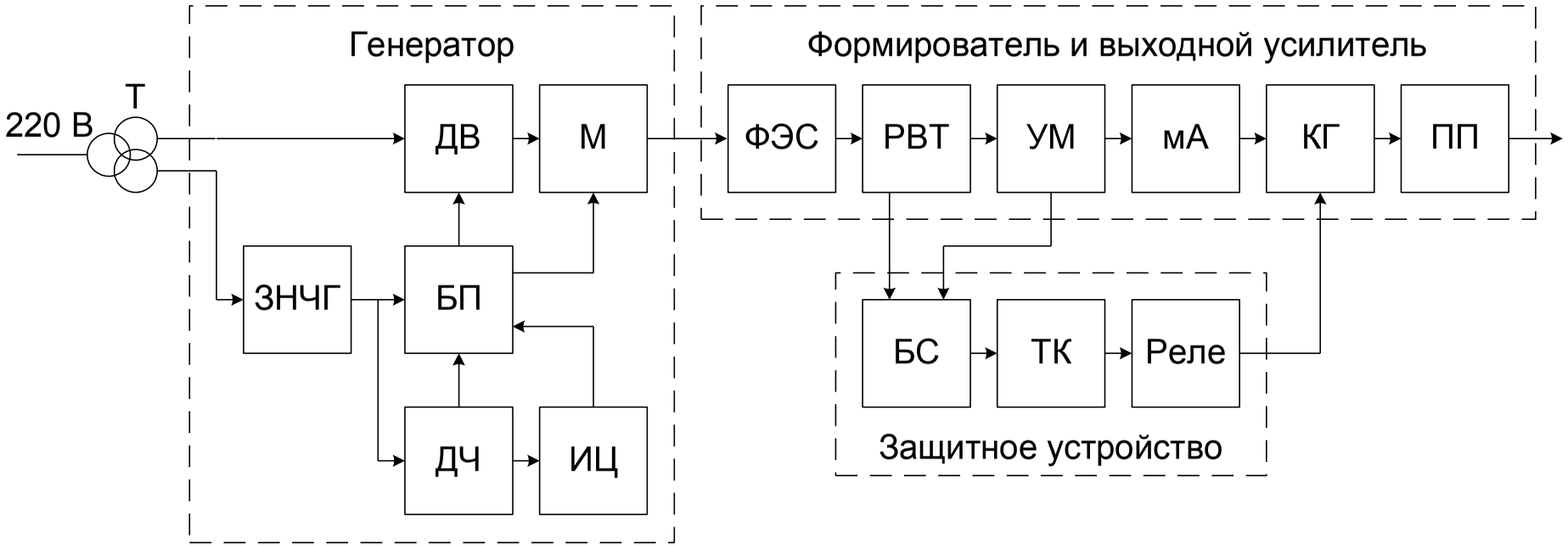
Принцип работы аппарата основан на получении импульсов тока синусоидальной формы с экспоненциальным срезом частотой 50 или 100 Гц и на формировании серий импульсов этого тока, отличающихся различной длительностью и видом модуляции.

Структурная схема аппарата «Тонус-2» представлена на рис. 3.4. Аппарат содержит следующие основные блоки:

- сетевой трансформатор Т;
- генератор;
- формирователь и выходной усилитель;
- защитное устройство.

В генераторе аппарата формируются серии импульсов синусоидальной формы. Генератор содержит:

- ДВ – двухполупериодный выпрямитель;
- ЗНЧГ – задающий низкочастотный генератор;
- БП – блок переключателей;
- ДЧ – делитель частоты;



Т – сетевой трансформатор; ДВ – двухполупериодный выпрямитель; М – модулятор;
ЗНЧГ – задающий низкочастотный генератор; БП – блок переключателей; ДЧ – делитель частоты;
ИЦ – интегрирующая цепь; ФЭС – формирователь экспоненциального среза; РВТ – регулятор выходного тока;
УМ – усилитель мощности; мА – миллиамперметр; КГ – контактная группа; ПП – переключатель полярности;
БС – блок сравнения; ТК – тиристорный ключ; Р – реле

Рисунок 3.4 – Структурная электрическая схема аппарата «Тонус-2»

- ИЦ – интенгирующую цепь;
- М – модулятор.

Синусоидальное напряжение, снимаемое со вторичной обмотки трансформатора подается через балластный резистор на двухполупериодный выпрямитель, реализованный на полупроводниковых диодах.

Задающий низкочастотный генератор, выполненный на диоде и резисторе, предназначен для получения прямоугольных импульсов с периодом 20 мс. Этот генератор представляет собой диодный ограничитель полусинусоидального напряжения, снимаемого со вторичной обмотки сетевого трансформатора.

С выхода генератора импульсы поступают на делитель частоты, представляющий собой декадный счетчик. Делитель частоты предназначен для формирования низкочастотного сигнала, подаваемого через блок переключателей на модулятор. На выходах делителя частоты формируются прямоугольные импульсы с периодом повторения 3 с и 12 с.

Блок переключателей, осуществляющий коммутацию двухполупериодного выпрямителя и модулятора.

Интегрирующая цепь предназначена для формирования фронта и среза серий импульсов. Для раздельной подстройки длительности фронта и среза в интегрирующую цепочку включены два подстроечных резистора.

Модулятор выполнен на двух транзисторах. Он предназначен для амплитудной модуляции синусоидальных импульсов низкочастотным сигналом с целью формирования требуемых видов ДДТ.

С резистора, включенного в эмиттер первого транзистора, низкочастотный сигнал подается на базу второго транзистора. Коллектор второго транзистора нормально подключен к выходу двухполупериодного выпрямителя. При поступлении низкочастотного сигнала на транзистор, он открывается и шунтирует нагрузочное сопротивление двухполупериодного выпрямителя.

Формирователь и выходной усилитель содержат:

- ФЭС – формирователь экспоненциального среза;
- РВТ – регулятор выходного тока с регулятором порога срабатывания защитного устройства;
- УМ – усилитель мощности;
- мА – миллиамперметр, измеряющий входной ток аппарата;
- КГ – контактную группу;
- ПП – переключатель полярности для изменения направления выходного тока.

Формирователь экспоненциального среза импульсов состоит из формирующей интегрирующей цепи и эмиттерного повторителя. Формирование экспоненциального среза импульсов, поступающих с выхода генератора, осуществляется с помощью цепи состоящей из диода, конденсатора и резистора. С формирующей цепи синусоидальные импульсы подаются на эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе. С эмиттерного повторителя сформированные импульсы подаются на усилитель мощности, который выполнен по однотактной схеме с общим эмиттером на шести транзисторах и является стабилизированным усилителем постоянного тока.

Функции блокировки и защиты аппарата осуществляются посредством защитного устройства, которое содержит:

- БС – блок сравнения;
- ТК – тиристорный ключ;
- Р – реле.

Принцип действия данного блока состоит в следующем: в случае неисправности, приводящей к увеличению тока в цепи пациента, напряжение, снимаемое с резистора, подается на управляющий электрод тиристора, который отпирается и шунтирует реле, отключщее цепь пациента и шунтирующее собственную цепь.

Чтобы восстановить первоначальное состояние нужно повернуть ручку регулятора выходного тока против часовой стрелки до упора. При этом реле срабатывает, но цепь пациента остается выключенной, так как в нулевом положении потенциометра контакты разомкнуты. При повторном включении, если неисправность не

устранена, защита снова срабатывает. При каждом срабатывании защиты загорается сигнальная лампа индикатора красного цвета.

Если включить аппарат в сеть при не выведенной в нулевое положение ручке регулятора, предусмотрена блокировка – реле не сработает, так как его контакт шунтирует собственную цепь, индикаторная лампа защиты загорается и цепь пациента остается разомкнутой. Чтобы выключить блокировку, нужно повернуть ручку регулятора тока против часовой стрелки до упора.

3.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата

Запрещается производить ремонтные и поверочные работы аппарата при подключенном к нему пациенте.

Вилки электродов должны входить в гнезда шнура пациента так, чтобы во время процедуры не могло произойти самопроизвольного отключения пациента.

Включение аппарата в сеть, а также переключение направления тока и видов тока следует производить только при нулевом положении ручки регулятора выходного тока.

Электроды необходимо правильно располагать и фиксировать ремнями с тем, чтобы уменьшить вероятность их смещения во время процедуры. При необходимости перемещения электродов во время процедуры следует предварительно ручкой регулятора выходного тока уменьшить ток до нуля.

3.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом

Перед началом работы с аппаратом, его следует извлечь из транспортной упаковки и расконсервировать. Если аппарат длительное время находился в условиях повышенной влажности при температуре, резко отличающейся от рабочей, необходимо выдержать его в помещении при нормальных условиях в течение 24 часов.

Перед включением аппарата в сеть нужно установить выключатель «СЕТЬ» в положение «ВЫКЛ», а ручку "ТОК ПАЦИЕНТА" в

крайнее левое положение.

При включении вилки сетевого кабеля аппарата в розетку питающей сети с напряжением 220 В, необходимо проследить, чтобы сетевой кабель и кабель пациента не переплетались.

Для включения аппарата необходимо нажать кнопку «ВКЛ» выключателя «СЕТЬ». При этом должен засветиться индикатор зеленого цвета. В случае включения аппарата при не выведенной в крайнее левое положение ручке «ТОК ПАЦИЕНТА» сработает блокировочное устройство. Ток в цепь пациента поступать не будет, а индикатор красного цвета укажет на аварийную ситуацию.

После размещения электродов на теле пациента, необходимо с помощью кнопок переключателя установить необходимый вид тока и его полярность. Далее, устанавливается необходимое значение выходного тока посредством плавного поворота ручки регулятора выходного тока по часовой стрелке. При этом необходимо зафиксировать время начала процедуры.

Во время работы о правильном функционировании аппарата можно судить по показаниям миллиамперметра аппарата и ощущению пациента.

По окончании процедуры следует установить ручку регулятора выходного тока в крайнее левое положение, снять электроды с пациента и нажать кнопку «ВЫКЛ» выключателя «СЕТЬ».

3.3. Техника и методики проведения процедур диадинамотерапии

Дозирование воздействий диадинамическими токами осуществляется по силе тока в миллиамперах и по продолжительности воздействия в минутах. Сила тока устанавливается таким образом, чтобы у пациента появились ощущения достаточно выраженной, но не болезненной вибрации при противоболевом лечении или отчетливые сокращения мышц при электростимуляции. Процедуры и курс лечения начинают с интенсивностей тока, вызывающих ощущение

слабой или умеренной вибрации, постепенно увеличивая силу тока к концу процедуры и курса лечения. Для проведения процедур используют свинцовые электроды или электроды из углеродистой ткани (см. подраздел 1.3).

Довольно часто воздействия диадинамическими токами при одной локализации электродов проводят двумя-тремя видами токов и их модуляций, применяя их в последовательности нарастания возбуждающего действия. Например, «двухполупериодный», «короткий период», «длинный период». Общая продолжительность воздействия при одной локализации может составлять 10-12 мин.

В некоторых случаях воздействие в течение всей процедуры оказывают одним видом тока, например, однополупериодным волновым. При этом, во время одной процедуры могут быть осуществлены воздействия при 2-3 локализациях электродов и общей продолжительности процедуры до 30 мин.

Во время проведения воздействия по всей площади расположения электродов должно быть равномерное ощущение легкого жжения, покалывания и вибрации. Если же в самом начале процедуры или спустя некоторое время от него при небольшой силе тока (1-2 мА) пациент ощущает в одной точке только жжение, усиливающееся с прибавлением тока, то следует проверить правильность наложения электрода – нет ли случайного соприкосновения металлических частей электрода или угольных нитей с поверхностью кожи. Такой контакт во избежание длительно не заживающих электрохимических ожогов должен быть исключен. Следует также тщательно осмотреть кожу, чтобы убедиться в отсутствии ее повреждений в виде мелких царапин и др. Если они имеются, то при возможности нужно сместить с этого участка электрод, а если этого сделать нельзя, участок повреждения покрывают кусочком хлорвиниловой пленки или клеенки. При правильном наложении электродов, отсутствии повреждений эпидермиса и усиливающихся ощущениях жжения под электродами процедуру продолжать не следует.

Во время проведения воздействия с применением ручных

электрододержателей необходимо следить за тем, чтобы во время прохождения тока контакт между электродами и телом не ослаблялся, так как это вызывает неприятные ощущения у пациента. На курс лечения назначают 8-12 процедур, проводимых ежедневно или через день.

Диадинамические токи применяются для введения лекарственных веществ. При этом лечебная эффективность метода определяется влиянием тока, а также лекарственным препаратом. Наиболее часто для диадинамофореза используют местноанестезирующие и сосудорасширяющие средства. Раствором лекарства смачивают прокладку соответствующей полярности, прокладку второго электрода смачивают, как обычно, водой. Методика проведения процедуры подбирается с учетом остроты патологического процесса. Наиболее часто для введения лекарственного вещества используют непрерывный ток – двухполупериодный непрерывный (ДН), но можно применять и различные комбинации токов: двухполупериодный непрерывный (ДН), короткий период (КП), длинный период (ДП). Длительность процедуры при воздействии одним видом тока составляет 5-10 мин. При использовании нескольких видов токов общая продолжительность процедуры увеличивается до 10-15 мин. При необходимости воздействия в течение одной процедуры на несколько полей продолжительность ее увеличивается до 20-30 мин. Курс лечения составляет 8-10 процедур, иногда – 15.

В назначении воздействия диадинамическими токами указываются локализация электродов на теле пациента, размер электродов и их полярность, вид тока или модуляции, длительность воздействия каждой из них, интенсивность воздействия, например: воздействие диадинамическими токами при расположении электродов размером 20 × 60 мм паравертебрально в шейном отделе позвоночника, отрицательный электрод справа, ДН – 2 мин, КП – 3 мин, ДП – 3 мин, сила тока – до появления умеренных ощущений вибрации. На процедурной карте расположение, размер и полярность электродов отмечаются графически на специальном клише.

Ниже приведено описание некоторых частных методик диадинамотерапии.

Воздействие на болевые зоны лица (рис. 3.5):

а) место выхода первой ветви тройничного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм, зона иррадиации боли – круглый электрод диаметром до 50 мм, отрицательный полюс располагают в месте выхода нерва;

б, в) место выхода второй ветви тройничного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм, зона иррадиации боли – круглый электрод диаметром до 50 мм, отрицательный полюс располагают в месте выхода нерва;

г) места наибольшей болезненности в височной области – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях, отрицательный полюс располагают в точке наибольшей болезненности;

д) место выхода третьей ветви тройничного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм, зона иррадиации боли – круглый электрод диаметром до 50 мм. Электроды фиксируют ручным держателем, отрицательный полюс помещают в месте выхода нерва;

е) места выхода первых ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях, отрицательный полюс располагают в зоне наибольшей болезненности;

ж) места выхода вторых ветвей тройничного нерва - круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях, отрицательный полюс располагают в точке наибольшей болезненности;

з) места выхода третьих ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях, отрицательный полюс располагают в точке наибольшей болезненности;

и) места выхода второй и третьей ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях, отрицательный полюс помещают в точке наибольшей болезненности;

к) места выхода первой и второй ветвей тройничного нерва, круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях, отрицательный полюс располагают в точке наибольшей болезненности;

л, м, н) место выхода одной из ветвей тройничного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм; место наибольшей болезненности в затылочной области – круглый электрод диаметром 50 мм. Электроды фиксируют ручным держателем, отрицательный полюс помещают в точке наибольшей болезненности.

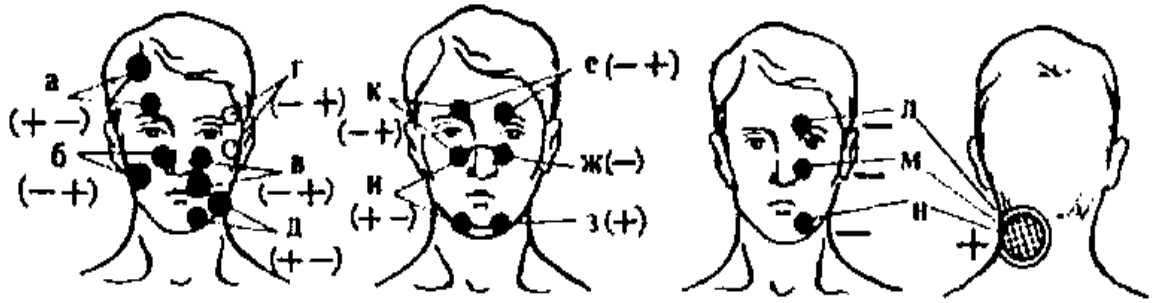


Рисунок 3.5 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на болевые зоны лица

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 2-3 мин, короткий период – 2-3 мин, длинный период – 2-3 мин. Общая длительность воздействия при одной локализации составляет 6-10 мин. При резко выраженных болях применяют один только двухполупериодный волновой ток при длительности воздействия 6-8 мин. Силу тока увеличивают постепенно до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации. Процедуры проводят ежедневно или через день, курс лечения 10-12 процедур.

Воздействие на болевые точки и паравертебральные зоны в затылочной области (рис. 3.6):

а) на места выхода больших затылочных нервов применяют круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных электрододержателях, отрицательный полюс – на точке наибольшей болезненности;

б) место выхода большого затылочного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм, верхний край трапециевидной мышцы – круглый электрод диаметром 50 мм. Электроды фиксируют ручным

держателем, отрицательный полюс размещают на точке выхода нерва;

в) точка наибольшей болезненности (при пальпации) над остистыми отростками шейного отдела позвоночника – круглый электрод диаметром до 20 мм, верхний край трапециевидной мышцы соответствующей стороны – круглый электрод диаметром 50 мм, отрицательный полюс – над остистыми отростками;

г) места пальпаторно определяемой болезненности в паравертебральных областях – круглые электроды диаметром 50 мм, отрицательный электрод – в точке наибольшей болезненности;

д) места пальпаторно определяемой болезненности в области верхнего края трапециевидной мышцы у основания шеи – круглые электроды диаметром 50 мм, отрицательный полюс помещают в зоне более выраженной болезненности. Электроды фиксируют ручным держателем;

е) паравертебральные зоны вдоль шейного отдела позвоночника – пластинчатые электроды размером 35 × 85 мм, отрицательный полюс располагают в месте большей болезненности.

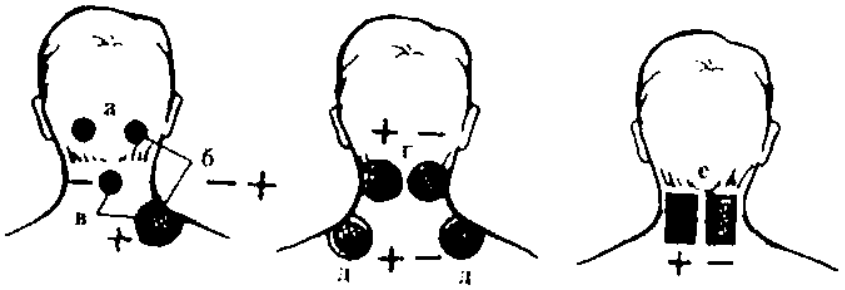


Рисунок 3.6 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на затылочную область

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 2-3 мин, короткий период – 2-3 мин, длинный период – 2-3 мин. Силу тока постепенно увеличивают до появления выраженных, но не болезненных ощущений вибрации. Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают 12-14 процедур.

Воздействие на болезненные зоны в области плечевого пояса (рис. 3.7):

а) на места пальпаторно определяемой болезненности в паравертеральных областях на уровне остистых отростков нижне-шейного и верхне-грудного отделов позвоночника накладывают электроды размером 35 × 60-90 мм, отрицательный полюс – в месте наибольшей болезненности;

б) один электрод располагают вдоль верхнего края трапециевидной мышцы, второй – параллельно первому на расстоянии не менее 60 мм, электроды размером 14-16 × 60-80 мм, отрицательный полюс – на трапециевидной мышце;

в) основание боковой поверхности шеи, наружная поверхность плечевого сустава – электроды размером 60 × 100 мм параллельно, отрицательный полюс помещают у основания шеи;

г) передняя и задняя поверхность плечевого сустава – электроды размером 80 × 100 мм один против другого, отрицательный полюс помещают со стороны наибольшей болезненности;

д) болевые зоны в затылочной области ниже сосцевидного отростка у внутреннего края лопатки – круглые электроды диаметром 50 мм**,** фиксируемые ручным держателем.

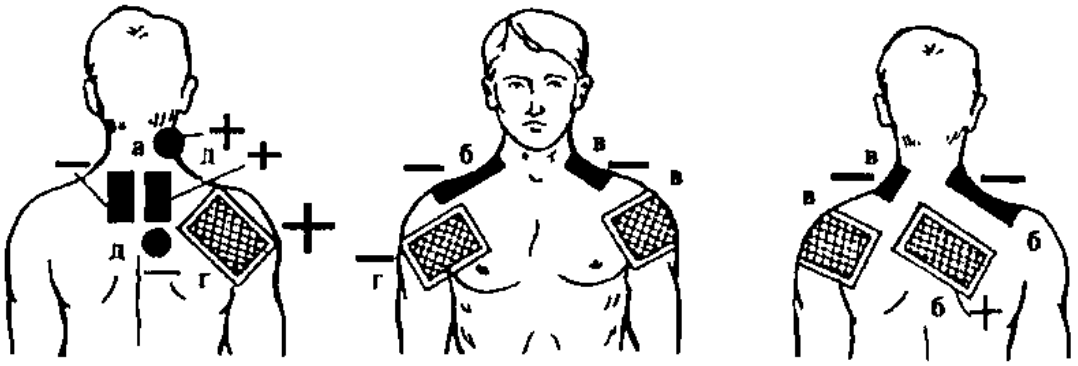


Рисунок 3.7 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на болезненные точки плечевого пояса

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 2-3 мин, короткий период – 2-3 мин, длинный период – 2-3 мин. Силу тока постепенно увеличивают до

появления выраженных, но не болезненных ощущений вибрации. Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают 12-14 процедур.

Воздействие на болевые точки и зоны в области грудной клетки (рис. 3.8):

а) грудино-ключичные сочленения – круглые электроды диаметром 50 мм фиксируются над ними ручными держателями, отрицательный полюс – в точке большой болезненности;

б) грудино-реберные сочленения – круглые электроды диаметром 50 мм фиксируют над болезненными участками ручными держателями, отрицательный полюс – на стороне наибольшей болезненности;

в) зона болезненности, пальпируемая в межреберных промежутках передней стенки грудной клетки, паравертебральная область соответствующей стороны на уровне верхнего края лопатки – электроды размером 80 × 100 мм, отрицательный полюс – на спине;

г) зона болезненности, пальпируемая по ходу межреберий на боковой поверхности грудной клетки, паравертебральная зона той же стороны соответствующих межреберий – электроды размером 80 × 100 мм, отрицательный полюс – на спине;

д) паравертебральные зоны в области пальпируемой болезненности – электроды размером 50 × 80 мм паравертебрально, отрицательный полюс помещают на стороне наибольшей боли.

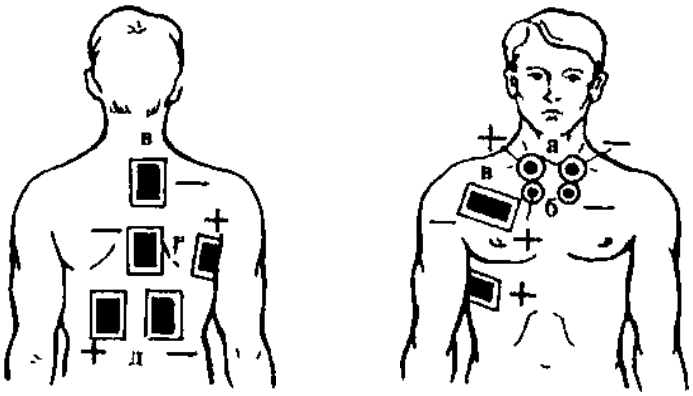


Рисунок 3.8 – Расположение электродов при воздействии ДДТ в области грудной клетки

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 2-3 мин, короткий период – 2-3 мин, длинный период – 2-3 мин. Силу тока постепенно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации. Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают 12-14 процедур.

Воздействия на область шейных симпатических узлов, блуждающего и правого диафрагмального нервов (рис. 3.9):

а) боковая поверхность шеи ниже сосцевидных отростков – с обеих сторон пластинчатые электроды размером 30 × 50-60 мм, фиксируемые бинтом, или круглые электроды диаметром 50 мм на ручных держателях, полярность меняют на обратную в середине воздействия;

б) в надключичной области справа - электрод размером 20 × 30 мм, вдоль верхнего края правой лопатки, начиная от позвоночника, – электрод размером 60-80 × 100-120 мм, отрицательные полюс – в надключичной области.

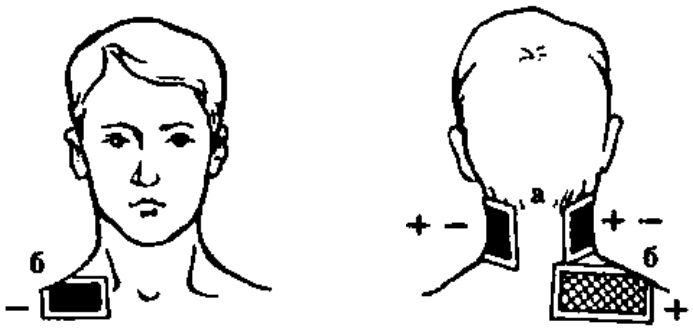


Рисунок 3.9 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на область шейных симпатических узлов, блуждающего и правого диафрагмального нерва: боковая поверхность шеи (*а*); надключичная область справа и надлопаточная область с той же стороны (*б*)

Диадинамические токи – двухполупериодный волновой. Силу тока плавно увеличивают до появления выраженных, но не болезненных ощущений вибрации под электродами. Процедуры проводят ежедневно, на курс лечения назначают до 12-14 процедур.

Воздействие на различные участки рук (рис. 3.10):

а) на проекцию лучевого нерва по наружной поверхности плеча электрод размером 30-40 × 30-40 мм, на внутренней поверхности плеча – электрод размером 40-50 × 100 мм, отрицательный полюс – на наружной поверхности плеча;

б) на проекции среднего и локтевого нервов по внутренней поверхности плеча – электрод размером 40 × 100 мм, на наружной поверхности плеча – электрод размером 60 × 120 мм, отрицательный полюс – на внутренней поверхности плеча;

в) на области наружного и внутреннего мыщелков плеча – электроды размером 40 × 80-100 мм, отрицательный полюс – на стороне наибольшей болезненности;

г) на внутренней и наружной поверхности лучезапястного сустава – электроды размером 40 × 40-50 мм, отрицательный полюс – на участке наибольшей болезненности;

д) кисть погружают в ванночку с водой, в которую опущен один из электродов, второй электрод в виде манжетки шириной 60-80 мм помещают преимущественно на наружной поверхности предплечья, отрицательный полюс опущен в воду ванночки.

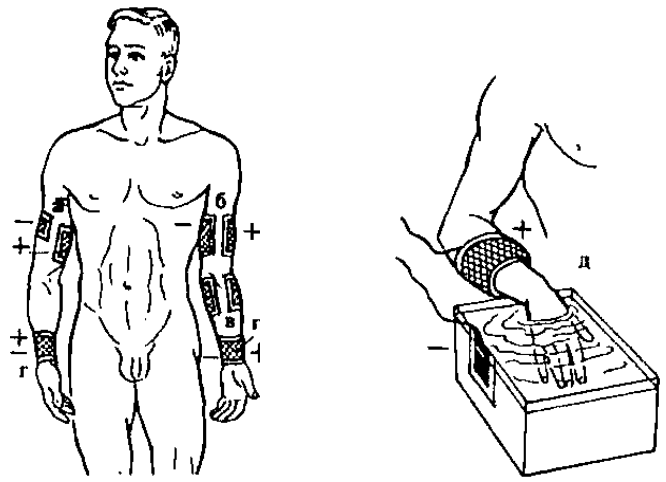


Рисунок 3.10 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на различные участки руки

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 2-3 мин, короткий период – 2-3 мин,

длинный период – 2-3 мин. Силу тока постепенно увеличивают до появления ощущения неболезненной вибрации под электродами. Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают до 10 процедур.

Воздействие на область желудка, печени, двенадцатиперстной кишки (рис. 3.11):

а) в эпигастральной области - электрод размером 60-80 × 120-140 мм, в межлопаточной области на уровне от V до IX грудных позвонков – электрод размером 80-100 × 140-160 мм, в условиях гипофункции желудка отрицательный полюс – в эпигастральной области, при гиперфункции применяют обратную полярность;

б) на проекции поджелудочной железы в правой половине эпигастральной области – электрод размером 80-100 × 120-140 мм, в межлопаточной области между V и IX грудными позвонками – электрод размером 100-120 × 140-160 мм, отрицательный полюс – в эпигастральной области;

в) в правом подреберье, начиная с эпигастральной области, – электрод размером 80-100 × 120-140 мм, второй электрод размером 100-120 × 140-160 мм – на спине на уровне от V до IX грудных позвонков, отрицательный электрод – в правом подреберье;

г) на область проекции желчного пузыря – электрод размером 30 × 60 мм, в подлопаточной области справа – электрод размером 80-100 × 120-140 мм, отрицательный полюс – над проекцией желчного пузыря.

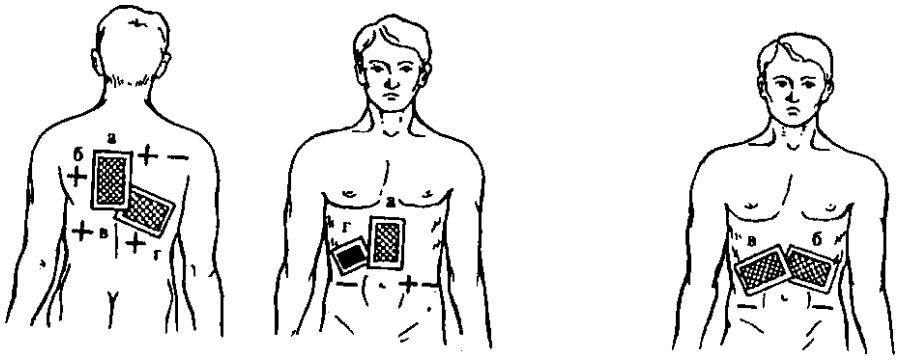


Рисунок 3.11 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на область желудка, печени и двенадцатиперстной кишки

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 3-5 мин, длинный период – 3-5 мин. Силу тока постепенно увеличивают до появления легких или умеренно выраженных ощущений вибрации под электродами. Процедуры проводят ежедневно, на курс лечения назначают до 10-12 процедур.

Воздействие на пояснично-крестцовый отдел позвоночника и болевые участки по ходу седалищного нерва (рис. 3.12)

а) паравертебрально в зоне пальпаторно определяемой болезненности пояснично-крестцовой области – электроды размером от 40 × 60 до 50 × 150 мм или круглые электроды диаметром 50 мм, фиксируемые ручным держателем (*б*), отрицательный электрод – на месте боли;

в) электрод размером 50 × 100 мм – в области пальпаторно определяемой болезненности в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, второй электрод размером 100 × 160 мм – на болевых участках ягодичных мышц;

г) электроды размером 100 × 150 мм – симметрично на пальпаторно определяемых болезненных участках ягодичных мышц;

д) на проекции седалищного нерва в ягодичной складке – круглый электрод диаметром 50 мм, верхняя треть передней поверхности бедра – электрод 150 × 200 мм, отрицательный электрод – на место выхода седалищного нерва;

е) на проекции седалищного нерва на задней поверхности бедра – электрод размером 40 × 150 мм, на передней поверхности бедра – электрод 100 × 150 мм, отрицательный полюс – на задней поверхности бедра;

ж) на месте пальпируемой боли в подколенной области – электрод размером 40-50 × 80-100 мм, на передней поверхности коленного сустава – электрод размером 70 × 120 мм, отрицательный электрод помещают в подколенной области;

з) вдоль внутренней и наружной поверхности икроножной мышцы в участках пальпируемой боли – электроды размером 40 × 150 мм, отрицательный электрод – на участке наибольшей болезненности;

и) вдоль гребешка большеберцовой кости к наружи от него на участке пальпируемой боли – электрод размером 40 × 120-150 мм, на задней поверхности голени – электрод размером 60 × 120-140 мм, отрицательный полюс – на передней поверхности голени;

к) по внутренней и наружной поверхности ахиллова сухожилия на болевых участках – электроды размером 30 × 80 мм, отрицательный полюс помещают на наружную поверхность.

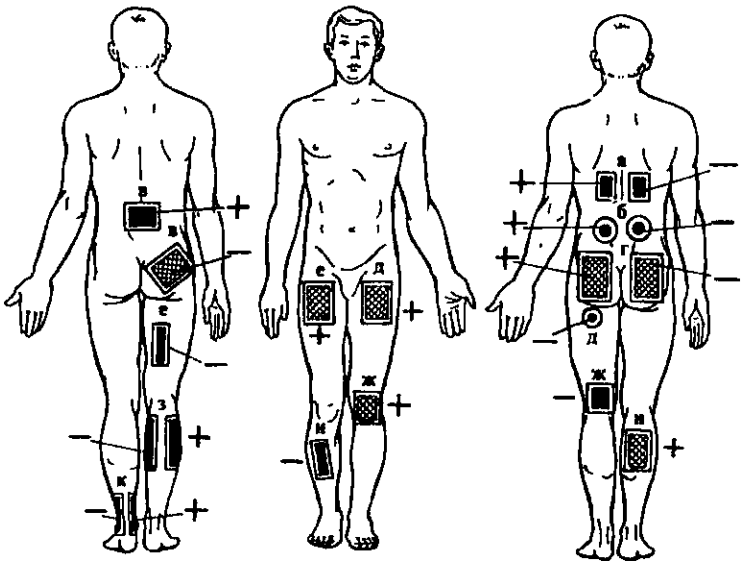


Рисунок 3.12 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на пояснично-крестцовую область

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: двухполупериодный волновой – 2-3 мин, короткий период – 2-3 мин, длинный период – 2-3 мин. Силу тока плавно увеличивают до появления выраженных, но не болезненных ощущений вибрации под электродами. Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают до 12 процедур.

Воздействие на область пятки (рис. 3.13).

На участок болезненности – электрод размером 40 × 40 мм или этот ограниченный участок пятки помещают в ванночку с водой, в которой находился один из электродов, второй электрод в виде манжетки шириной 60-80 мм – на голени, отрицательный электрод – на участке болезненности (в ванночке).

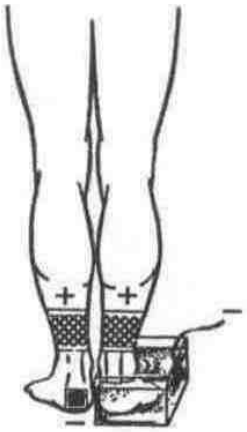


Рисунок 3.13 – Расположение электродов при воздействии ДДТ на область пятки

Диадинамические токи назначают в следующем порядке: короткий период – 5-6 мин, длинный период – 5-6 мин. Силу тока плавно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации в участке боли. Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают до 12 процедур.

Вопросы и задания для самопроверки

1. В чем заключается метод диадинамотерапии? Какие виды токов используют для проведения процедур?

2. Укажите основные показания и противопоказания к применению диадинамотерапии.

3. Какими конструктивными особенностями обладает аппарат «Тонус-2»? Какова цель применения блокирующего устройства в аппарате «Тонус-2»?

4. Начертите структурную схему аппарата «Тонус-2», перечислите входящие в него блоки и поясните принцип их работы.

5. Какие меры безопасности должны соблюдаться при подготовке аппарата к работе, во время отпуска процедур и при проведении технического обслуживания?

6. В какой последовательности производится подготовка аппарата к работе и каков порядок работы с аппаратом?

4. ТЕРАПИЯ СИНУСОИДАЛЬНЫМИ МОДУЛИРОВАННЫМИ ТОКАМИ

Воздействие на человеческий организм синусоидальными модулированными токами низкой частоты с лечебной целью и в соответствие с определенными методиками получило название амплипульстерапия. Название метода происходит от слова амплипульс – амплитудная пульсация. Метод, имеющий в настоящее время широкое применение, предложен в 1963 г. отечественными учеными В.Г. Ясногородским и М.А. Равичем.

4.1. Амплипульстерапия

Подводимые к телу пациента синусоидальные модулированные токи (СМТ), вызывают в подлежащих тканях значительные токи проводимости, которые возбуждают нервные и мышечные волокна. В основе этих реакций лежит активация потенциалзависимых ионных каналов нейролеммы и сарколеммы, что приводит к изменению исходной поляризации мембран и генерации потенциалов действия (спайков). Количество активируемых ионных каналов обусловлено соответствием частоты модуляции переменного тока и кинетических характеристик ионных каналов, а также глубиной амплитудной модуляции. Чем ниже частота модуляции воздействующего переменного тока, тем большую продолжительность имеют серии его колебаний. При этом открываются не только преобладающие на возбудимых мембранах быстро активирующиеся конные каналы, но и медленно активирующиеся. В результате стимулирующее действие токов усиливается. Напротив, с повышением частоты модуляции и уменьшением продолжительности серий колебаний оно становится меньше. С другой стороны, чем больше глубина амплитудной модуляции пе-

ременного тока, тем с большей вероятностью в процесс возбуждения вовлекаются ионные каналы не только с низкими, но и с высокими порогами срабатывания. Следовательно, нейромиостимулирующий эффект СМТ параметрически зависит как от частоты, так и от глубины их модуляции. Он выражен сильнее, чем у постоянного тока, но уступает диадинамическим (см. раздел 3) и флюктуирующим токам.

Вследствие значительной напряженности наводимого электромагнитного поля в тканях в процесс возбуждения вовлекаются кожные, мышечные и висцеральные афференты, а также двигательные и вегетативные нервные волокна. Из-за совпадения частоты модуляции с частотой следования спайков по нервным волокнам разных типов в них формируется ритмически упорядоченный поток афферентной импульсации в центральную нервную систему. Это позволяет широко использовать СМТ для купирования болевого синдрома.

Анальгетическое действие синусоидальных модулированных токов реализуется теми же путями, что и диадинамических. Вместе с тем они вызывают более эффективную блокаду периферических проводников болевой чувствительности. Кроме того, из-за слабой адаптации к таким токам в центральной нервной системе формируется выраженная доминанта ритмического раздражения, связанная сильными временными связями с центрами нейроэндокринной регуляции головного мозга. Такая доминанта приводит к быстрому угасанию болевой доминанты, а также стимулирует трофическую функцию симпатической нервной системы и выделение опиоидных пептидов в стволе головного мозга.

Наряду с центральными механизмами купирования болевого синдрома синусоидальные модулированные токи активируют микроциркуляторное русло ишемизированных тканей, уменьшают венозный застой и периневральные отеки, которые часто являются причиной болевых ощущений. Сочетание этих механизмов обусловливает более значимый болеутоляющий эффект, который выражен у 90 % больных. Кроме того, СМТ наиболее эффективно купируют

болевые синдромы, связанные с перераздражением вегетативных волокон (симпаталгии).

Серии СМТ значительной амплитуды способны вызвать ритмическое сокращение большого числа миофибрилл, которое при частоте модуляции выше 10 Гц может привести к тетанусу гладких и скелетных мышц. Вследствие периодического изменения направления токов проводимости миостимулирующее действие выражено здесь в меньшей степени по сравнению с диадинамическими токами. Вместе с тем из-за воздействия СМТ на глубоколежащие ткани межэлектродного пространства происходит сокращение не только скелетных мышц, но и гладких мышц внутренних органов. В результате конвергенции восходящих афферентных потоков на различных уровнях центральной нервной системы происходит активация сосудодвигательного и дыхательного центров. Это приводит к выраженным изменениям гемодинамики и функции внешнего дыхания: урежается частота сердечных сокращений и дыхания, повышается тонус мозговых сосудов, увеличиваются артериальный приток и венозный отток, что вызывает нарастание температуры тканей на 0,8-1,0 °С. Наряду с этим синусоидальные модулированные токи повышают тонус кишечника, желчевыводящих путей и мочеточников. Активация трофических волокон восстанавливает функции внутренних органов при их дистрофических изменениях и стимулирует репаративную регенерацию.

В основе метода лежит использование переменного синусоидального тока частотой 5 кГц, модулированного током низкой частоты в диапазоне 10-150 Гц. Глубина их амплитудной модуляции достигает 100 %, а также предусмотрен режим перемодуляции (> 100 %) с паузами составляющими 20-40 % от периода. Для лечебного воздействия применяют переменный и постоянный режимы генерации СМТ. В первом случае формируются двухполярные пульсации тока, а во втором – монополярные синусоидальные импульсы. Амплитуда модулирующего тока не превышает 50 мА. Ампли-
пульстерапию осуществляют отдельными сериями колебаний тока,

следующими в определенной последовательности, которые определяют род работы. Выделяют пять основных родов работы.

Первый род работы (IРР, ПМ – постоянная модуляция) – модуляция тока основной (несущей) частоты (рис. 4.1, *а*) токами фиксированной частоты (в диапазоне 10-150 Гц) и глубины модуляции (рис. 4.1, *б*, *в*). Сила возбуждающего эффекта нарастает с уменьшением частоты модуляции и увеличением ее глубины.

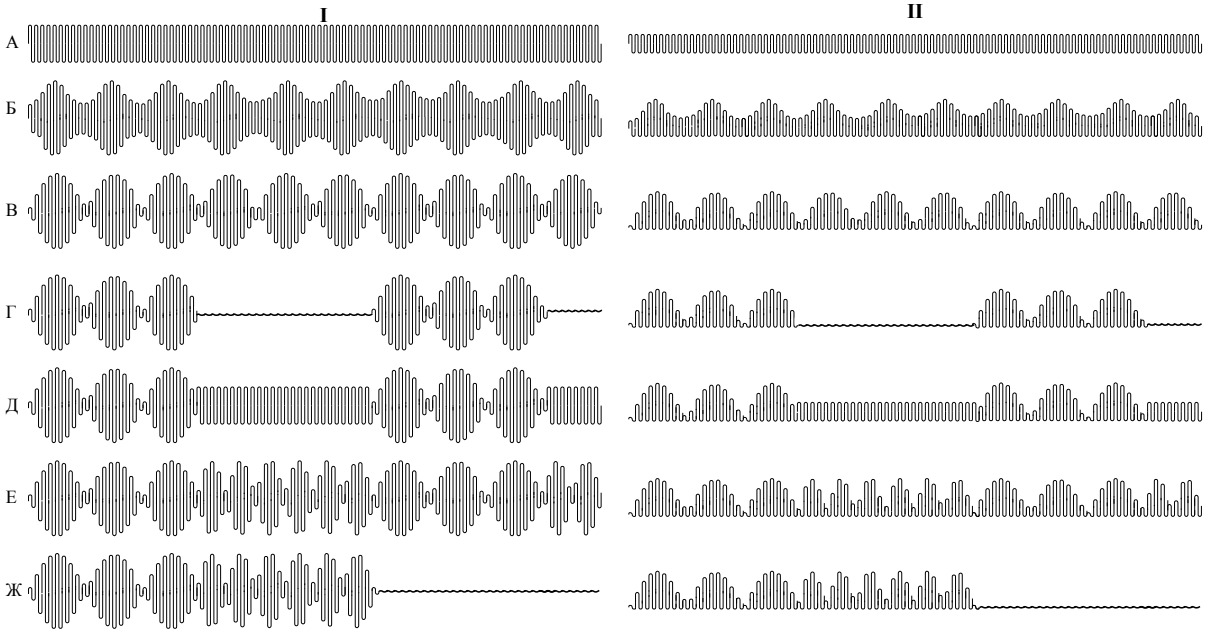


Рисунок 4.1 – Основные виды синусоидальных модулированных токов:
I – переменный режим генерации; II – постоянный режим генерации
немодулированные колебания с несущей частотой (*а*); IРР: модуляция 50 % (*б*), модуляция 100 % (*в*); IIРР: модуляция 100 % (*г*); IIIРР: модуляция 100 % (*д*); IVРР: модуляция 100 % (*е*); VРР: модуляция 100 % (*ж*)

Второй род работы (IIРР, ПП – посылки-паузы) – сочетание посылок тока несущей частоты, модулированных одной частотой (в диапазоне 10-150 Гц) с паузами. Продолжительность посылок тока и пауз дискретна в пределах 1-6 с (рис. 4.1, *г*). Такой режим обеспечивает контрастность воздействия синусоидальных модулированных токов на фоне пауз и обладает наиболее выраженным нейромиостимулирующим эффектом.

Третий род работы (IIIРР, ПН – посылки-несущая частота) – со-

четание посылок тока, модулированного определенной частотой (в диапазоне 10-150 Гц) с посылками немодулированного тока частотой 5 кГц. Продолжительность посылок тока дискретна в пределах 1-6 с (рис. 4.1, *д*). Стимулирующее действие синусоидальных модулированных токов в таком сочетании выражено меньше, чем в предыдущем режиме, но начинает проявляться анальгетический эффект.

Четвертый род работы (IVРР, ПЧ – перемежающиеся частоты) – сочетание чередующихся посылок тока с частотой модуляции 150 Гц и другой частотой в диапазоне 10-150 Гц (рис. 4.1, *е*). Синусоидальные модулированные токи в этом случае оказывают наибольший анальгетический эффект, который возрастает при уменьшении разности между частотой 150 Гц и избранной частотой модуляции.

Пятый род работы (VРР, ПЧП – перемежающиеся частоты-паузы) – сочетание чередующихся посылок тока с различными частотами модуляции в диапазоне 10-150 Гц и пауз между ними (рис. 4.1, *ж*). Такой режим обеспечивает слабовыраженную контрастность воздействия синусоидальных модулированных токов на фоне пауз и обладает мягким нейромиостимулирующим и трофическим действием.

Стимулирующий эффект значительно увеличивается в выпрямленном режиме при использовании II и V родов работы. В этом режиме синусоидальные модулированные токи по своим эффектам в наибольшей степени сходны с диадинамическими. Кроме того, в выпрямленном режиме возможно проведение амплипульсфореза лекарственных веществ.

Основными показателями к применению синусоидальных модулированных токов являются: заболевания центральной нервной системы с двигательными, вегетососудистыми и трофическими нарушениями, заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (каузалгия, нейромиозит, невралгия, люмбаго, радикулит, симпаталгия), гипертоническая болезнь I-II стадии, заболевания органов дыхания (хронический бронхит, бронхиальная астма), желудочно-кишечного тракта (функциональные расстройства

желудка, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, рефлюкс-эзофагит, дискинетические запоры, дискинезия желчевыводяших путей), заболевания суставов (ревматоидный артрит, деформирующий артроз, периартрит), воспалительные заболевания органов малого таза, энурез.

Основными противопоказаниями к применению синусоидальных модулированных токов являются острые и подострые воспалительные заболевания внутренних органов, переломы с нефиксированными костными отломками, желче- и мочекаменная болезнь, повышенная чувствительность к электрическому току, психоз, рассеянный склероз, посттромботическая болезнь.

4.2 Аппарат для амплипульстерапии «Амплипульс-4»

Аппарат применяется для лечебного воздействия синусоидальными модулированными токами звуковой частоты прежде всего на лиц, страдающих заболеваниями периферической нервной системы. Кроме того, он может быть использован во все случаях, когда показана амплипульстерапия.

4.2.1. Основные технические данные аппарата

Аппарат «Амплипульс-4» предназначен для эксплуатации в медицинских учреждениях и в домашних условиях, при температуре окружающего воздуха от + 10 °С до + 35 °С и относительной влажности до 80 % при температуре + 25 °С.

Аппарат формирует четыре вида синусоидальных модулированных токов, соответствующих I-IV родам работы (см. рис. 4.1). Основные технические данные аппарата «Амплипульс-4» приведены в таблице 4.1.

По способу защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током аппарат «Амплипульс-4» соответствует требованиям класса защиты – II.

Таблица 4.1 – Технические данные аппарата «Амплипульс-4»

Показатель	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Частота несущих колебаний синусоидальной формы	Гц	5000 ± 500
Коэффициент гармоник напряжения несущих колебаний, не более	%	15
Частота модулирующего напряжения синусоидальной формы устанавливается дискретно	Гц	30; 50; 70; 100; 150
Относительная погрешность установки частоты модулирующих колебаний, не более	%	10
Коэффициент гармоник модулирующего напряжения, не более	%	10
Коэффициент модуляции устанавливается дискретно	%	0; 50; 75; 100; >100
В режиме перемодуляции (> 100 %) паузы составляют от периода	%	20-40
Погрешность коэффициента модуляции	%	± 15
Длительность серий пауз устанавливается дискретно в соотношениях	с	1:1,5; 2:3; 4:6
Погрешность формирования серий и пауз, не более	%	± 15
Диапазон изменения тока пациента при глубине модуляции до 100 % • на активном сопротивлении 250 Ом • на активном сопротивлении 1000 Ом	 мА мА	 0-80 0-30
Ток пациента устанавливается плавно в двух поддиапазонах (при сопротивлении нагрузки 250 Ом) • на первом поддиапазоне • на втором поддиапазоне	 мА мА	 0-20 0-80
Погрешность измерения тока в цепи пациента, не более	%	10
Аппарат обеспечивает нормальную работу после включения через	мин	5
Аппарат допускает непрерывную работу без футляра в течение	ч	8

Продолжение табл. 4.1

1	2	3
В футляре аппарат обеспечивает работу в повторно–кратковременном режиме с продолжительностью цикла	час	1
Относительной продолжительностью включения в повторно–кратковременном режиме	%	50
Суммарная продолжительность циклов, не более	час	8
Напряжение питания	В	127 ± 12; 220 ± 22
Частота напряжения питания	Гц	50 ± 0,5
Мощность потребляемая аппаратом из сети, не более	ВА	40
Габаритные размеры аппарата, не более	мм	390 × 180 × 300
Масса аппарата, не более	кг	7,5

4.2.2. Конструкция аппарата

Аппарат «Амплипульс-4» выполнен настольным, переносным. Каркас кожуха аппарата собран из литых деталей и закрыт алюминиевыми стенками. На передней панели расположены органы управления, индикаторы и элементы присоединения аппарата к питающей сети (см. рис. 4.2):

1 – держатели предохранителей под защитным кожухом;

2 – кнопка «СЕТЬ» для включения и выключения аппарата;

3 – кнопки «I», «II», «III», «IV» переключателя «РОД РАБОТЫ»;

4 – кнопки «1-1,5», «2-3» и «4-6» переключателя «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ S»;

5 – кнопки переключателя «РЕЖИМ»;

6 – миллиамперметр для измерения силы выходного тока;

7 – индикатор «20» включения первого поддиапазона изменения выходного тока;

8 – индикатор «80» включения второго поддиапазона изменения выходного тока;

9 – кнопка «ДИАПАЗОН» переключателя поддиапазонов;

10 – кнопки «КОНТРОЛЬ – ПАЦИЕНТ ОТКЛЮЧЕН» И «ЭЛЕКТРОДЫ»;

11 – гнездо для подключения кабеля пациента;

12 – индикатор, свидетельствующий о подключении электродов при нажатой кнопке «ЭЛЕКТРОДЫ»;

13 – ручка «ТОК» регулятора тока в цепи пациента;

14 – кнопки «30», «50», «70», «100» и «150» переключателя «ЧАСТОТА Hz»;

15 – кнопки «0», «50», «75», «100» и «>100» переключателя «МОДУЛЯЦИЯ %»;

16 – кнопка и движок потенциометра «КАЛИБРОВКА» для калибровки коэффициента модуляции;

17 и 18 – гнезда для подключения сетевого кабеля.

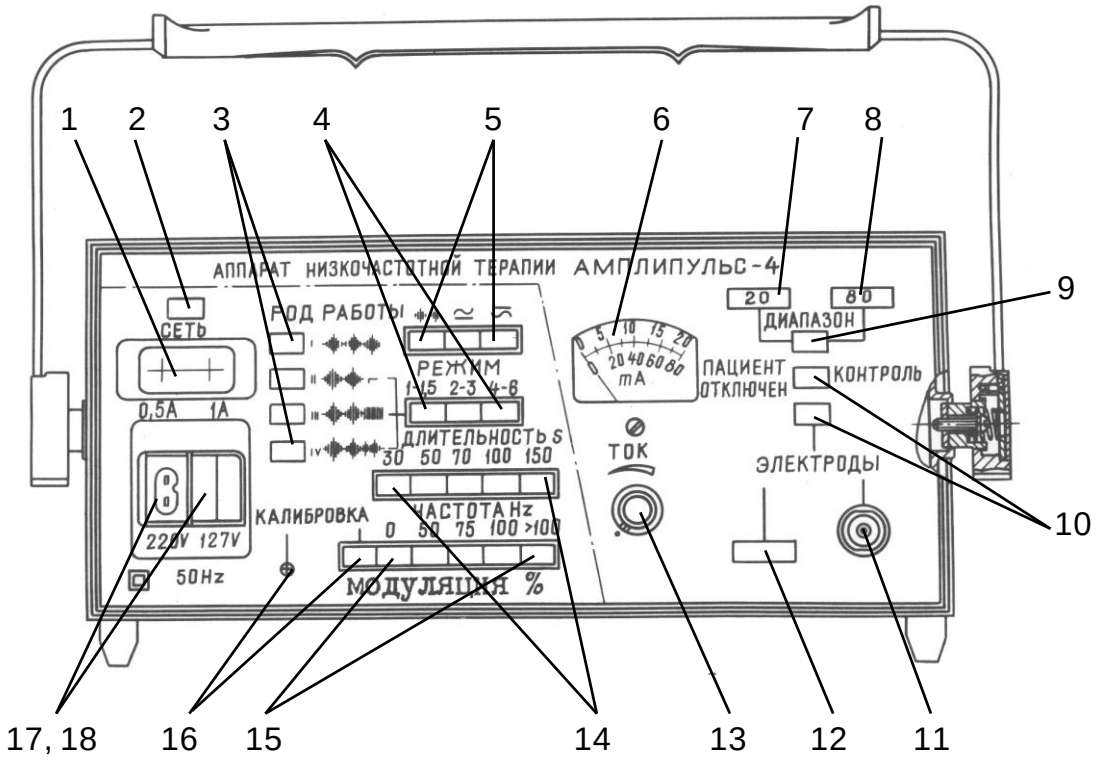


Рисунок 4.2 – Внешний вид аппарата «Амплипульс-4»

Аппарат состоит из трех конструктивных блоков: генераторного блока, коммутирующего устройства и блока питания, соединенных

между собой разъемами.

Коммутирующее устройство выполнено на передней панели, состоящей из субпанели и декоративного шильдика. На кнопочных переключателях П2К смонтированы платы печатного монтажа с размещенными на них элементами коммутирующего устройства.

Генераторный блок выполнен на шасси, большая часть элементов схемы размещена на печатных платах. На шасси генератора расположены блочные части разъемов, с помощью которых осуществляется электрическое соединение с коммутирующим устройством и блоком питания.

Блок питания выполнен в виде отдельного шасси, которое вставляется в аппарат сверху.

Для защиты от возможного поражения электрическим током при эксплуатации аппарата субпанель и шильдик выполнены из изоляционного материала, силовой и выходной трансформаторы и ручка потенциометра имеют усиленную изоляцию.

На каркасе предусмотрена ручка для переноса аппарата. Эта же ручка может служить подставкой для изменения наклона аппарата относительно плоскости стола

При применении круглых и пластинчатых электродов, присоединение их к аппарату производится с помощью кабеля для присоединения круглых электродов, кабеля для осуществления перехода с круглых электродов на пластинчатые и держателя электродов.

4.2.3. Принцип действия аппарата

Структурная электрическая схема аппарата низкочастотной терапии «Амплипульс-4» приведена на рисунке 4.3.

Схема аппарата содержит генератор высокой частоты (ГВЧ), генератор низкой частоты (ГНЧ), коммутатор частоты модуляции (КЧМ), модулятор (М), коммутатор коэффициента модуляции (ККМ), коммутатора рода работ (КРР), усилитель мощности (УМ), формирователь серий и пауз (ФСП), коммутатор режимов (КР), блок измерителя тока (БИТ) в цепи пациента и блок питания.

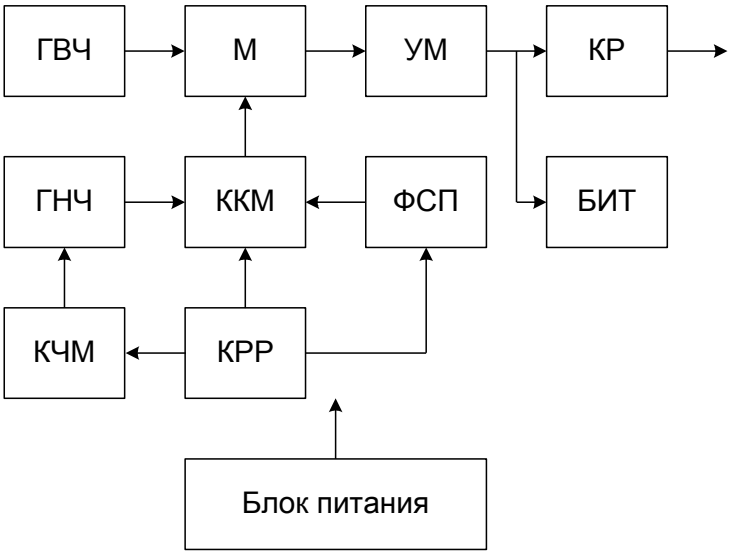


Рисунок 4.3 – Структурная электрическая схема аппарата «Амплипульс-4»

Генератор высокой частоты генерирует напряжение синусоидальной формы с частотой 5000 Гц. Выходной сигнал этого генератора поступает на первый вход модулятора.

Генератор низкой частоты генерирует напряжение синусоидальной формы фиксированных частот: 30, 50, 70, 100 и 150 Гц. Задание значения частоты модуляции осуществляется с помощью коммутатора частоты модуляции. Выходной сигнал генератора низкой частоты через коммутатор коэффициента модуляции поступает на второй вход модулятора. С помощью коммутатора коэффициента модуляции устанавливается одно из его значений.

В модуляторе напряжение с частотой 5000 Гц модулируется напряжением низкой частоты. Модулированное напряжение поступает на усилитель мощности с двухтактным выходом, работающий на цепь пациента.

Коммутатор режима обеспечивает требуемый режим работы:

- переменный режим генерации;
- постоянный режим генерации с одной полярностью;
- постоянный режим генерации с другой полярностью.

При помощи коммутатора рода работ и формирователя серий и пауз производится переключение соответствующих цепей для получения необходимого вида тока (см. рис. 4.1):

- синусоидальные колебания, модулированные произвольно выбираемой частотой модуляции 30, 50, 70, 100 или 150 Гц;
- серии синусоидальных модулированных колебаний с произвольно выбираемой частотой модуляции 30, 50, 70, 100 или 150 Гц, чередующиеся с паузами;
- серии синусоидальных модулированных колебаний с произвольно выбираемой частотой модуляции 30, 50, 70, 100 или 150 Гц, чередующиеся с сериями немодулированных колебаний;
- серии синусоидальных модулированных колебаний с произвольно выбираемой частотой модуляции 30, 50, 70, 100 Гц, чередующиеся с сериями модулированными колебаниями с частотой 150 Гц.

Измерение силы тока, протекающего в цепи пациента, производится блоком измерителя тока и отображается с помощью стрелочного миллиамперметра.

Питание всех блоков осуществляется блоком питания, который работает от сети переменного напряжения 127 В или 220 В с частотой 50 Гц.

4.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата

При работе с аппаратом «Амплипульс-4» необходимо соблюдать правила по технике безопасности, действующие при работе на электроустановках и с электронными медицинскими аппаратами.

Запрещается работа с аппаратом при снятых стенках кожуха.

Запрещается соединять корпус аппарата с заземлением.

4.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом

Перед началом работы необходимо проверить исправность всех органов управления путем их прокручивания и переключения. В исходном состоянии все кнопки переключателей должны находиться в выключенном состоянии (не утоплены).

При эксплуатации в стационарных условиях аппарат устанавливается на стол, а комплект электродов и держателей хранится в

укладочном ящике.

До включения аппарата ручку «ТОК» необходимо установить в крайнее левое положение. В зависимости от напряжения питающей сети сетевой кабель подключается к одному из гнезд на передней панели аппарата, соответствующей напряжению 127 В или 220 В. Для подключения к гнезду «127 В» сначала следует отодвинуть шторку, закрывающую это гнездо. Далее необходимо вилку сетевого кабеля включить в розетку питающей сети и нажать кнопку «СЕТЬ». При этом должна загореться лампа индикатора «20» включения первого поддиапазона регулирования выходного тока.

Во избежание ошибочного включения аппарата запрещается переносить аппарат с неотсоединенным сетевым кабелем.

Для проверки работоспособности аппарата следует:

- на переключателе «РОД РАБОТЫ» нажать кнопку «I»;
- на переключателе «РЕЖИМ» нажать кнопку «·'I'·'I'·»;
- на переключателе «ЧАСТОТА HZ» нажать кнопку «100»;
- на переключателе «МОДУЛЯЦИЯ %» нажать кнопку «100»;
- нажать кнопку «КОНТРОЛЬ – ПАЦИЕНТ ОТКЛЮЧЕН».

Далее, плавно поворачивая ручку «ТОК», нужно увеличивать ток до тех пор, пока миллиамперметр не покажет 20 мА, затем следует вернуть ручку в ее исходное положение – влево до упора. После этого нужно нажать кнопку «ДИАПАЗОН». При этом лампа индикатора «20» первого поддиапазона должна погаснуть, а лампа индикатора «80» второго поддиапазона должна загореться. Плавно поворачивая ручку «ТОК», следует с помощью миллиамперметра убедиться, что ток достигнет 80 мА.

Затем производится калибровка коэффициента модуляции. Для этого следует нажать кнопку «КАЛИБРОВКА» и потенциометром «КАЛИБРОВКА» совместить стрелку миллиамперметра с риской посредине калибровочного сектора (красного цвета), соответствующей по шкале току 80 мА. Если стрелка прибора находится в пределах калибровочного сектора, то погрешность глубины модуляции не превышает 20 %.

На переключателе «РОД РАБОТЫ» следует нажать кнопку «II», а на переключателе «ДЛИТЕЛЬНОСТЬ S» – кнопку «1-1,5». По периодическим отклонениям стрелки миллиамперметра можно убедиться в работоспособности аппарата. Затем ручка «ТОК» возвращается влево до упора, а кнопка «ДИАПАЗОН» устанавливается в исходное положение.

Перед началом работы с аппаратом необходимо к выходному гнезду присоединить соответствующий выбранным электродам кабель пациента, на другом конце которого закрепляются электроды. Электроды разрешается подсоединять к аппарату только при нажатой кнопке «КОНТРОЛЬ – ПАЦИЕНТ ОТКЛЮЧЕН».

Для подключения аппарата к пациенту следует нажать кнопку «ЭЛЕКТРОДЫ». При этом загорится индикаторная лампа включения электродов и начнется отпуск процедуры. По окончании процедуры ручку «ТОК» следует установить в крайнее левое положение, нажать кнопку «КОНТРОЛЬ – ПАЦИЕНТ ОТКЛЮЧЕН» и снять электроды с пациента.

Выключение аппарата производится отпусканием кнопки «СЕТЬ» и последующим отсоединением сетевого кабеля от розетки питающей сети. В случае эксплуатации аппарата без длительных перерывов между процедурами выключение питания аппарата не обязательно.

4.3. Техника и методики проведения процедур амплипульстерапии

Процедуры амплипульстерапии проводят пациентам в условиях максимального расслабления мышц. Для проведения процедур используют пластинчатые электроды прямоугольной или круглой формы, площадь которых должна быть соизмерима с размерами патологического очага. Электроды фиксируют при помощи эластичных бинтов, повязок, мешочков с песком или подкладывая под тело пациента. Воздействия синусоидальными модулированными токами

проводят с использованием нескольких родов работы. Чем более выражен болевой синдром, тем в большей степени увеличивают частоту модуляции тока в III РР, которым воздействуют 3-5 мин. Напротив, в IV РР разница частот должна быть небольшой (обычно используют частоты модуляции 90 и 120 Гц или 130 и 150 Гц), длительность посылок 1-2 с, а воздействие ограничено 3-4 мин. С уменьшением болевого синдрома к 3-4-й процедуре частоту модуляции уменьшают до 30-60 Гц, а глубину модуляции увеличивают до 50-75 %. При нерезко выраженных болях с атрофией мышц на пораженные ткани воздействуют синусоидальными модулированными токами II РР, а затем IV РР по 3-5 мин.

Наряду с лекарственным электрофорезом амплипульстерапию сочетают с пелоидотерапией (амплипульспелоидотерапия), криотерапией (криоампяипульсфорез), ультразвуковой терапией (амплипульсфонофорез).

Дозирование процедур амплипульстерапии осуществляют по плотности тока, частоте и глубине модуляции, длительности его посылок. Плотность тока, подводимого к тканям пациента, не должна превышать 0,1 мА/см^2. Помимо объективных показателей, учитывают также ощущение пациентом мягкой безболезненной вибрации под обоими электродами.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий не превышает 20-30 мин, на курс назначают 6-10 процедур. При сильном болевом синдроме допускается проведение процедур 2 раза в день. При необходимости повторный курс амплипульстерапии назначают через 15-30 дней.

В зависимости от назначения амплипульстерапии применяют несколько частных методик.

Воздействие на болевые зоны лица. Расположение электродов, размеры электродных прокладок: на место выхода первой ветви тройничного нерва накладывают круглый электрод диаметром до 20 мм, на зону иррадиации боли – круглый электрод диаметром до 50 мм; электроды фиксируют ручным держателем. Один элек-

трод располагают в месте выхода нерва (рис. 4.4, *а*); на места выхода второй ветви тройничного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм, на зону иррадиации боли – круглый электрод диаметром до 50 мм (рис. 4.4, *б*, *в*); электроды фиксируют ручным держателем. На местах наибольшей болезненности в височной области располагают круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях (рис. 4.4, *г*); на место выхода третьей ветви тройничного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм, на зону иррадиации боли – круглый электрод диаметром до 50 мм (рис. 4.4, *д*); электроды фиксируют ручным держателем. На места выхода первых ветвей тройничного нерва накладывают круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях (рис. 4.4, *е*); на места выхода вторых ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях (рис. 4.4, *ж*); на места выхода третьих ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях (рис. 4.4, *з*); на места выхода второй и третьей ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях (рис. 4.4, *и*); на места выхода первой и второй ветвей тройничного нерва – круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных держателях (рис. 4.4, *к*); на места выхода ветвей тройничного нерва и большого затылочного нерва – круглый электрод диаметром до 20 мм (рис. 4.4, *л*, *м*, *н*). Электроды фиксируют ручным держателем.

Вид тока: синусоидальный модулированный, III РР 3-5 мин затем IV РР 3-5 мин, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 25-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-4 с. Общая длительность воздействия при одном варианте локализации составляет 6-10 мин. При резко выраженных болях применяют синусоидальные модулированные токи с большой частотой модуляции (60-100) и небольшой ее глубиной (50-75%).

Силу тока увеличивают постепенно до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации.

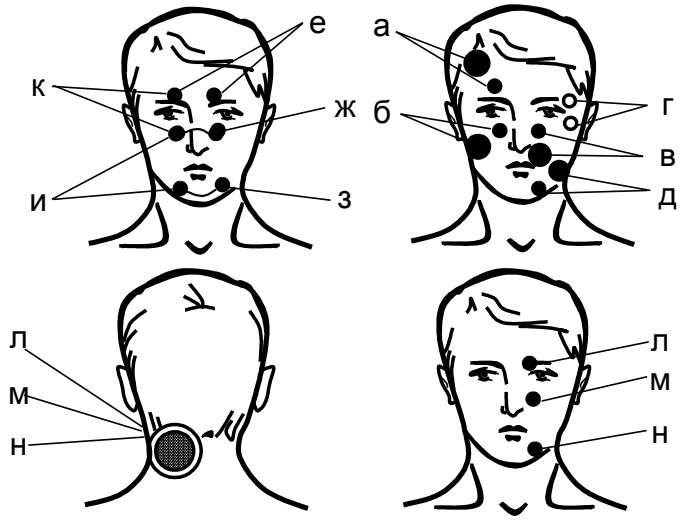


Рисунок 4.4 – Наиболее частые варианты расположения электродов при воздействии СМТ на болевые зоны лица

Процедуры проводят ежедневно или через день, на курс лечения 10-12 процедур.

Воздействие на болевые точки и паравертебральные зоны в затылочной области. Расположение электродов, размеры электродных прокладок: на места выхода больших затылочных нервов накладывают круглые электроды диаметром до 20 мм на ручных электродержателях (рис. 4.5, *а*); на место выхода большого затылочного нерва – круглый электрод диаметром 20 мм, на верхний край трапециевидной мышцы – круглый электрод диаметром 50 мм. Электроды фиксируют ручным держателем (рис. 4.5, *б*); на точку наибольшей болезненности (при пальпации) над остистыми отростками шейного отдела позвоночника – круглый электрод диаметром 20 мм, на верхний край трапециевидной мышцы соответствующей стороны – круглый электрод диаметром 50 мм. Электроды фиксируют ручным держателем (рис. 4.5, *в*); на места пальпаторно определяемой болезненности в паравертебральных областях – круглые электроды на ручных держателях диаметром 50 мм (рис. 4.5, *г*); на места пальпаторно определяемой болезненности в области верхнего края трапециевидной мышцы – круглые электроды диаметром 50 мм на ручных держателях (рис. 4.5, *д*); на паравертебральные зоны

вдоль шейного отдела позвоночника – пластинчатые электроды размером 35 × 80-90 мм (рис. 4.5, *е*).

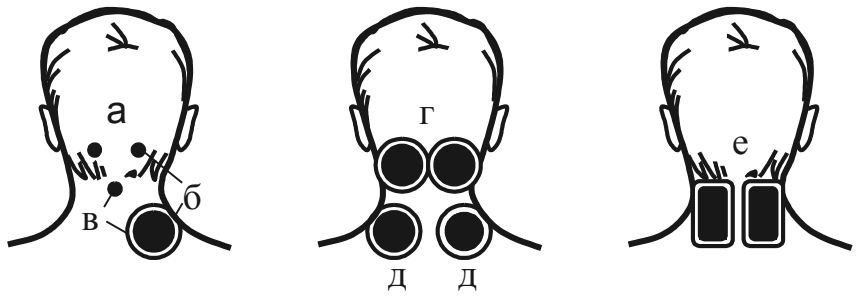


Рисунок 4.5 – Расположение электродов при воздействии СМТ на затылочную область

Вид тока: синусоидальный модулированный, III РР 3-5 мин затем IV РР 3-5 мин, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 25-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-4 с.

Силу тока постепенно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения 12-14 процедур.

Воздействие на болезненные зоны в области плечевого пояса. Расположение электродов, размеры электродных прокладок: на места пальпаторно определяемой болезненности в паравертебральных областях на уровне остистых отростков нижнешейного и верхнегрудного отделов позвоночника накладывают круглые размером 35 × 60-90 мм (рис. 4.6, *а*). На область трапециевидной мышцы один электрод располагают вдоль верхнего ее края, второй – параллельно первому на расстоянии не менее 60 мм; электроды размером 140-160 × 60-90 мм (рис. 4.6, *б*). На основание боковой поверхности шеи, наружную поверхность плечевого сустава электроды размером 60 × 100 мм располагают параллельно (рис. 4.6, *в*). На переднюю и заднюю поверхности плечевого сустава электроды размером

80 × 100 мм располагают один против другого (рис. 4.6, *г*); на болевые зоны в затылочной области ниже сосцевидного отростка и у внутреннего края лопатки применяют круглые электроды диаметром 50 мм, фиксируемые ручным держателем (рис. 4.6, *д*).

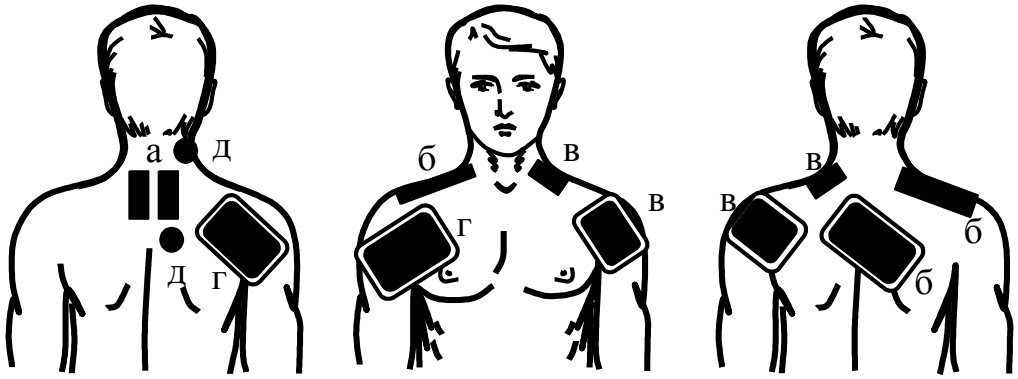


Рисунок 4.6 – Расположение электродов при воздействии СМТ в области плечевого пояса

Вид тока: синусоидальный модулированный, III РР 3-5 мин затем IV РР 3-5 мин, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 25-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-4 с.

Силу тока постепенно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения 12-14 процедур.

Воздействие на болевые точки и зоны в области грудной клетки. Расположение электродов, размеры электродных прокладок: на грудино-ключичные сочленения накладывают круглые электроды диаметром 50 мм, фиксируя их ручными держателями (рис. 4.7, *а*); на грудино-реберные сочленения – круглые электроды диаметром 50 мм, фиксируя над болезненными участками ручными держателями (рис. 4.7, *б*). На зону болезненности, пальпируемую в межреберных промежутках передней стенки грудной клетки, и паравертебральную область соответствующей стороны на уровне верхнего края лопатки применяют электроды размером

80 × 120 мм (рис. 4.7, *в*); на зону болезненности, пальпируемую по ходу межреберий на боковой поверхности грудной клетки, и паравертебральную зону той же стороны соответствующих межреберий накладывают электроды размером 80 × 100 мм (рис. 4.7, *г*). На паравертебральные зоны в области пальпируемой болезненности электроды размером 50 × 80 мм располагают паравертебрально (рис. 4.7, *д*).

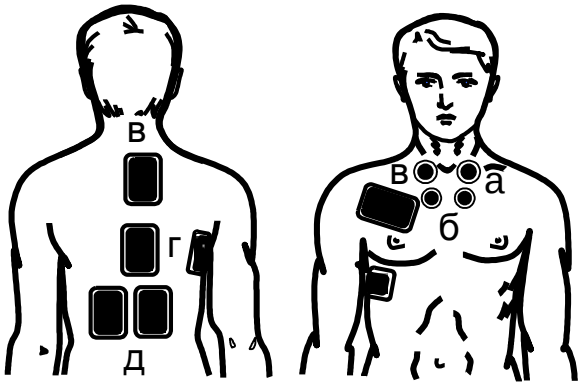


Рисунок 4.7 – Расположение электродов при воздействии СМТ в области грудной клетки:
грудино-ключичные сочленения (*а*); грудино-реберные сочленения (*б*);
межреберные промежутки спереди и паравертебральная зона
той же стороны на уровне верхнего края лопатки (*в*);
межреберные промежутки на боковой поверхности и паравертебральная
зона той же стороны на уровне тех же межребий (*г*);
паравертебральные зоны болезненности, выявляемой при пальпации (*д*)

Вид тока: синусоидальный модулированный, III РР 3-5 мин затем IV РР 3-5 мин, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 25-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-4 с.

Силу тока постепенно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения 12-14 процедур.

Воздействие на воротниковую зону. Расположение электродов, размеры электродных прокладок (рис. 4.8): на нижний отдел затылочной области и верхнюю часть спины в зоне проекции сег-

ментов C_{IV} – D_{II} помещают электрод в виде воротника размером 140 × 270 мм, в зоне от IX грудного до I поясничного – располагают электрод размером 110 × 200 мм.

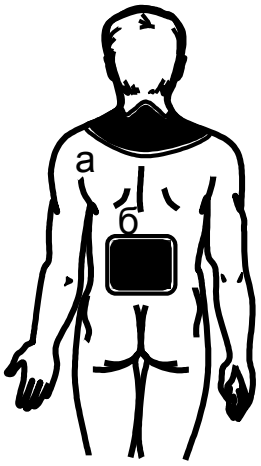


Рисунок 4.8 – Расположение электродов при воздействии СМТ на воротниковую зону:
воротниковая зона (*а*); поясничная область (*б*)

Вид тока: синусоидальный модулированный, I РР 3-5 мин затем IV РР 3-5 мин, частота модуляции 100 Гц, глубина модуляции 50-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-4 с.

Воздействие на различные участки рук. Расположение электродов, размер электродных прокладок: на проекции лучевого нерва по наружной поверхности плеча помещают электрод размером 30-40 × 30-40 мм, на внутренней поверхности плеча – электрод размером 40-50 × 100 мм (рис. 4.9, *а*). На проекции среднего и локтевого нервов по внутренней поверхности плеча помещают электрод размером 40 × 100 мм, на наружной поверхности плеча – электрод размером 60 × 120 мм (рис. 4.9, *б*). На области наружного и внутреннего мыщелков плеча помещают электроды размером 40 × 80-100 мм (см рис. 4.9, *в*). На внутренней и наружной поверхности лучезапястного сустава располагают электроды размером 40 × 40-50 мм (рис. 4.9, *г*). Кисть погружают в ванночку с водой, в которую опущен один из электродов; второй элек-

трод в виде манжетки шириной 60-80 мм помещают преимущественно на наружной поверхности предплечья (рис. 4.9, *д*).

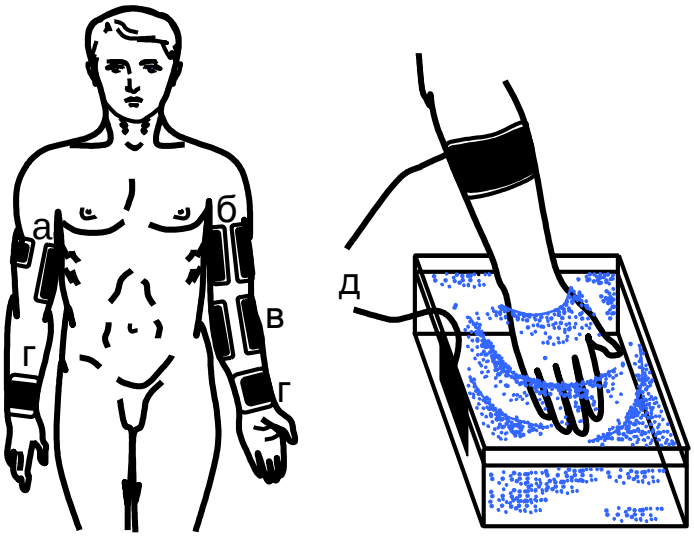


Рисунок 4.9 – Расположение электродов при воздействии СМТ на различные участки рук:
проекция лучевого нерва и внутренняя поверхность плеча (*а*);
проекция среднего и лучевого нервов на плече и наружная поверхность плеча (*б*); наружный и внутренний мыщелки плеча (*в*);
внутренняя и наружная поверхности лучезапястного сустава (*г*);
поверхность всей кисти через ванночку (*д*)

Вид тока: синусоидальный модулированный, IV РР 3-6 мин затем III РР 3-6 мин, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 50-75%, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-4 с.

Силу тока постепенно увеличивают до появления ощущения вибрации, но неболезненной вибрации под электродами.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения до 10 процедур.

Воздействие на тазобедренный сустав. Расположение электродов, размер электродных прокладок (рис. 4.10): в наружной области ягодицы кзади от большого вертела располагают электрод размером 80 × 120 мм; второй электрод размером 120 × 160 мм – на передней поверхности бедра в верхней трети.

Вид тока: синусоидальный модулированный, IV РР, частота

модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 50-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 4-6 с в течение 5-10 мин затем III РР при тех же параметрах в течение 5-10 мин.

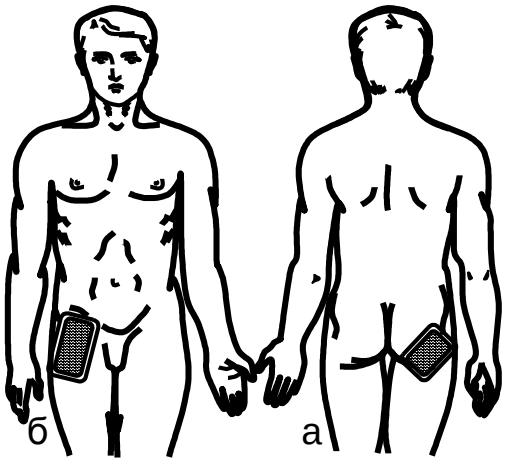


Рисунок 4.10 – Расположение электродов при воздействии СМТ на тазобедренный сустав:
электрод меньшего размера – на наружной области ягодицы (*а*);
второй электрод большего размера – на передней поверхности в верхней трети бедра (*б*)

Силу тока плавно увеличивают до появления у пациентки выраженных, но неболезненных ощущений вибрации в межэлектродном пространстве.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс речения до 15 процедур.

Воздействие на пояснично-крестцовый отдел позвоночника и болевые участки по ходу седалищного нерва. Расположение электродов, размер электродных прокладок (рис. 4.11): паравертебрально в зоне пальпаторно определяемой болезненности или в области патологического процесса, топика которого определяется другими средствами, располагают электроды, размер которых определяется протяженностью патологического процесса (от 40 × 60 до 50 × 150 мм), или круглые диаметром 50 мм, фиксируемые ручным держателем (рис. 4.11, *а*, *б*). Электрод размером 50 × 100 мм располагают в области пальпаторно определяемой болезненности у позвоночника, второй электрод размером

100 × 160 мм – на ягодице в зоне определяемой там болезненности (рис. 4.11, *в*). Электроды размером 100 × 150 мм располагают симметрично на пальпаторно определяемых болезненных участках ягодиц (рис. 4.11, *г*). На проекции седалищного нерва в ягодичной складке помещают круглый электрод диаметром 50 мм, на передней поверхности бедра – электрод 150 × 100 мм (рис. 4.11, *д*). На проекции прохождения седалищного нерва на задней поверхности бедра располагают электрод размером 40 × 150 мм, на передней поверхности бедра – электрод размером 100 × 150 мм (рис. 4.11, *е*). На месте пальпируемой боли в подколенной области помещают электрод размером 40-50 × 80-100 мм, на передней поверхности коленного сустава располагают электрод размером 70 × 120 мм (рис. 4.11, *ж*). Вдоль внутренней и наружной поверхности икроножной мышцы в участках пальпируемой боли располагают электроды размером 40 × 150 мм (рис. 4.11 *з*). Вдоль гребешка большеберцовой кости кнаружи от него на участке пальпируемой боли располагают электрод размером 40 × 120-150 мм, на задней поверхности голени – электрод размером 60 × 120-140 мм (рис. 4.11 *и*). По внутренней и наружной поверхности ахиллова сухожилия на болевых участках располагают электроды размером 30 × 80 мм (рис. 4.11, *к*).

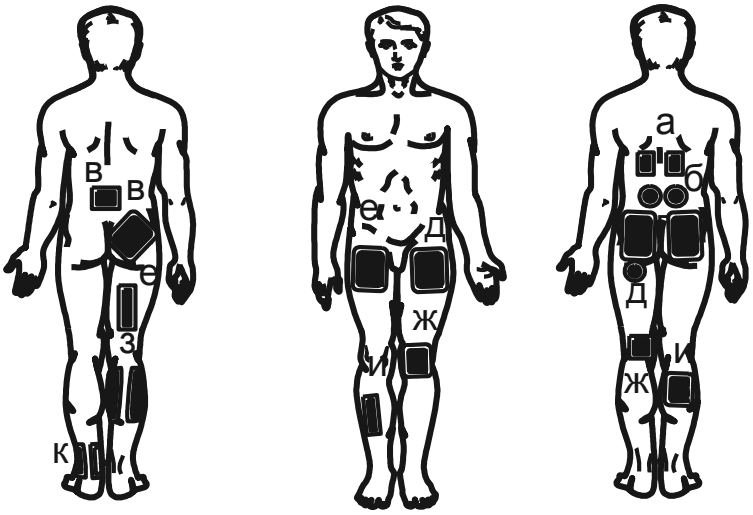


Рисунок 4.11 – Расположение электродов при воздействии СМТ на пояснично-крестцовую область и по ходу седалищного нерва

Вид тока: синусоидальный модулированный, IV РР 3-6 мин, режим I, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 50-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 4-6 с, затем III РР 3-6 мин при тех же параметрах. При резко выраженных болях синусоидальные модулированные токи применяют при повышенных частотах модуляции – 60-100 Гц, при ее глубине 25-50 %,

Силу тока плавно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения до 11-12 процедур.

Воздействие на сустав. Расположение электродов, размер электродных прокладок (рис. 4.12, *а-г*): на наружную и внутреннюю поверхность коленного сустава помещают электроды размером 50 × 100-140 мм, на стороне боли – несколько меньших размеров (рис. 4.12, *а*).

При локализации боли в области нижнего или верхнего заворота помещают электрод размером 60 × 80 мм, второй электрод 80 × 100 мм располагают соответственно выше или ниже чашечки (рис. 4.12, *б*); на внутреннюю поверхность голеностопного сустава кзади и книзу от лодыжки и на наружную поверхность в области лодыжки помещают электроды размером 40 × 60-80 мм (рис. 4.12, *в*). Всю стопу погружают в ванночку с водой, в которую опускают один из электродов; второй электрод в виде манжетки шириной 60-80 см располагают на голени (рис. 4.12, *г*).

Вид тока: синусоидальный модулированный, IV РР 3-6 мин затем III РР 3-6 мин, частота модуляции 30-100 Гц, глубина модуляции 50-75 %, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-3 или 4-6 с.

Силу тока плавно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации под электродами.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения до 12 процедур.

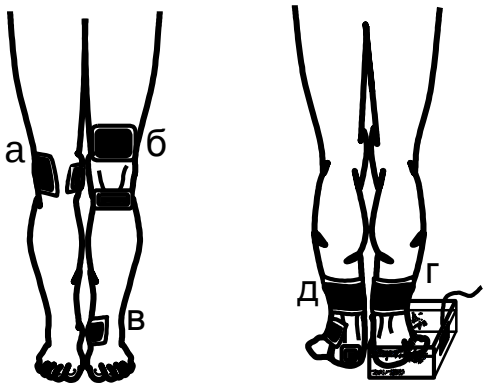


Рисунок 4.12 – Расположение электродов при воздействии СМТ на суставы ног и область пятки:
а – внутренняя и наружная поверхности коленного сустава (*а*); области нижнего и верхнего заворота коленного сустава (*б*); наружная и внутренняя поверхности голеностопного сустава (*в*); стопа и нижняя треть голени (*г*); область пятки и передняя поверхность голеностопного сустава (*д*)

Воздействие на область пятки. Расположение электродов, размер электродных прокладок (рис. 4.12, *д*): на участок болезненности, обнаруживаемой при пальпации пятки, помещают электрод размером 40 × 40 мм или пятку помещают в ванночку с водой, в которой находился один из электродов; второй электрод в виде манжетки шириной 60-80 мм фиксируют на голени.

Вид тока: синусоидальный модулированный, IV РР 4-8 мин затем III РР 4-8 мин, частота модуляции 30-60 Гц, глубина модуляции 50-75%, режим переменной генерации, длительность посылок и пауз 2-3 или 4-6 с.

Силу тока плавно увеличивают до появления выраженных, но неболезненных ощущений вибрации в участке боли.

Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс лечения до 12 процедур.

Вопросы и задания для самопроверки

1. В чем заключается метод амплипульстерапии? Какие физиологические процессы происходят в организме при воздействии синусоидальными модулированными токами?

2. Какие роды работы (виды токов) используют при проведении процедур амплипульстерапии? Укажите основные параметры этих токов.

3. Укажите основные показания и противопоказания к применению амплипульстерапии.

4. Укажите назначение и основные технические данные аппарата «Амплипульс-4». Перечислите параметры воздействия, которые можно дозировать с его помощью.

5. Какими конструктивными особенностями обладает аппарат «Амплипульс-4»? В чем состоит особенность регулирования тока в цепи пациента?

6. Начертите структурную электрическую схему аппарата «Амплипульс-4» и поясните принцип его действия.

7. Укажите порядок проверки работоспособности аппарата «Амплипульс-4» и последовательность его подготовки к проведению процедур.

8. В чем состоят особенности процедур амплипульстерапии? Каков порядок их проведения?

5. ТЕРАПИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ

Ультразвуковыми волнами или ультразвуком называют механические колебания, частоты которых более $2 \cdot 10^4$ Гц. Верхним пределом ультразвуковых частот условно можно считать 10^9-10^{10} Гц. Этот предел определяется межмолекулярными расстояниями и поэтому зависит от агрегатного состояния вещества, в котором распространяется ультразвуковая волна. В силу высокого градиента звукового давления – $(10\text{-}150) \cdot 10^5$ Па/см и значительных сдвиговых напряжений в биологических тканях ($\cong 1{,}5 \cdot 10^{-8}$ м) упругие колебания ультразвукового диапазона изменяют проводимость ионных каналов мембран различных клеток и вызывают микропотоки метаболитов в цитозоле и органоидах.

5.1. Ультразвуковая терапия

Применение ультразвука (УЗ) в медицине связано с особенностями его распространения и характерными свойствами.

По физической природе УЗ, как и звук, является механической (упругой) волной. Однако, длина волны УЗ существенно меньше длины звуковой волны. Так, например, в воде длины волн равны 1,4 м (1 кГц, звук), 1,4 мм (1 МГц, УЗ) и 1,4 мкм (1 ГГц, УЗ). Дифракция волн существенно зависит от соотношения длины волн и размеров тел, на которых волна дифрагирует. «Непрозрачное» тело размером 1 м не будет препятствием для звуковой волны с длиной 1,4 м, но станет преградой для УЗ-волны с длиной 1,4 мм, в результате чего возникнет «УЗ-тень». Это позволяет в некоторых случаях не учитывать дифракцию УЗ-волн, рассматривая при преломлении и отражении эти волны как лучи (аналогично преломлению и отражению световых лучей).

Медико-биологические приложения ультразвука можно, в основном, разделить на два направления: методы воздействия и методы диагностики.

Ультразвуковая физиотерапия относится к первому направлению. Воздействие ультразвуком на пациента производят с помощью специальной излучательной головки аппарата. Обычно для терапевтических целей применяют ультразвук частотой от $2{,}2 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^6$ Гц при средней его интенсивности около 1 Вт/см^2 и меньше.

В основе физиологического действия ультразвука лежат три основных фактора: механический, физико-химический и тепловой.

Механическое действие УЗ обусловлено переменным акустическим давлением и заключается в вибрационном микромассаже тканей на клеточном и субклеточном уровнях, повышении проницаемости клеточных, внутриклеточных и тканевых мембран, вследствие деполимеризующего действия на гиалуроновую кислоту и др.

Физико-химическое действие УЗ определяется тем, что применение механической энергии вызывает в тканях организма механический резонанс, под влиянием которого ускоряется движение молекул и усиливается их распад на ионы, изменяется изоэлектрическое состояние, образуются новые электрические поля, наступают электрические изменения в клетках. Изменяются структура волны и состояние гидратных оболочек, появляются свободные радикалы и различные продукты сонолиза биологических растворителей, возникают электронные возбужденные состояния, изменяются процессы перекисного окисления липидов. Наблюдается слабое свечение воды и некоторых других жидкостей в ультразвуковом поле. Наступает местная стимуляция физико-химических и биохимических процессов в тканях, активизация обмена веществ. Это, в частности, выражается в изменении в окислительном фосфорилировании митохондрий печени, почек, повышении интенсивности тканевого дыхания, изменении процессов гликолиза и активности пентозо-фосфатного пути обмена углеводов, оживлении обмена белков и нуклеотидов, усилении процессов диффузии через биоло-

гические мембраны, повышении митотической активности клеток, усилении крово- и лимфообращения. Ультразвук можно рассматривать как физический катализатор физико-химических, биофизических и биохимических процессов в организме.

Тепловое действие при небольших интенсивностях УЗ выражено незначительно, оно возникает в результате трансформации механической энергии в тепловую. Тепло накапливается, главным образом, на границах различных сред вследствие разницы их акустического сопротивления, а также в тканях, больше всего поглощающих ультразвуковую энергию (нервная, костная), и в местах с недостаточным кровоснабжением, ибо кровь отводит тепло. Поэтому в этих местах возможен перегрев.

Действие всех трех факторов (физико-химического, механического и теплового) тесно связано и часто переплетается. Под влиянием ультразвука возникают внутриклеточные микропотоки (вращательные движения цитоплазмы), способствующие стимуляции функции клеточных элементов и клетки в целом. Возникающие под влиянием ультразвуковой энергии микроальтеративные повреждения клеточных структур, в частности липопротеидных мембран лизосом, ведут к нарушению гомеостаза внутриклеточной среды и активизируют механизмы защитных реакций, внутриклеточную регенерацию и т. п., что также имеет значение в механизме действия ультразвука.

Определенную роль в формировании реакции организма на ультразвуковое воздействие, по-видимому, играют простагландины группы Е, образующиеся в озвученных тканях.

Физиологическое и терапевтическое действие УЗ зависит от дозы, количества воздействий и состояния организма. В терапевтических дозах УЗ изменяет проницаемость мембран, усиливает процессы диффузии и осмоса, повышает активность ионов, гормонов и других биологически активных веществ, в результате перехода их в свободное состояние, активизирует ферментативную деятельность, усиливает обмен веществ.

При воздействии УЗ на кожу повышается ее проницаемость, усиливается экскреторная активность кожи – увеличивается количество функционирующих сальных и потовых желез, возрастает экскреция липидов и хлоридов, изменяются окислительно-восстановительные процессы, снижается pH кожи (при повышении pH внутренних тканей), увеличивается интенсивность обменных процессов, повышается содержание нуклеиновых кислот, стимулируются процессы тканевого дыхания и физиологической регенерации, повышается барьерно-защитная функция кожи. Сегментарное воздействие УЗ изменяет сопротивление кожи постоянному электрическому току (импеданс), что является объективным критерием нейрорефлекторного действия ультразвука на организм. Чувствительность кожи различных областей тела к УЗ неодинакова. Так, более чувствительна кожа лица, затем живота, гораздо менее чувствительна кожа конечностей.

Ультразвуковая терапия повышает физиологическую лабильность нервных центров и периферических нервно-мышечных образований, устраняя парабиотические очаги, повышая адаптационно-трофические функции организма, причем в формировании реакции организма участвуют высшие вегетативные центры, гипоталамо-гипофизарная область, ретикулярная формация и лимбическая система. Отмечено влияние ультразвука на проводимость двигательных аксонов. Так, воздействие интенсивностью 0,5 Вт/см^2 увеличивает скорость двигательной проводимости локтевого нерва, в то время как применение более высокой интенсивности (1 Вт/см^2 и выше) уменьшает скорость проводимости и биоэлектрические потенциалы мышц. УЗ оказывает активизирующее, нормализующее действие на гипофиз-надпочечниковую, симпато-адреналовую системы, на функцию щитовидной и половых желез, нормализует обмен катехоламинов. Причем под влиянием УЗ активизируется не только трансгипофизарный, но и парагипофизарный путь нейроэндокринной регуляции.

На сердечно-сосудистую систему УЗ оказывает сосудорасширяющее действие, нормализует тонус сосудов, улучшает местное кровообращение, микроциркуляцию, усиливая крово- и лимфоток, раскрывая резервы капилляров, уменьшая их спазм и венозный застой. Под влиянием УЗ нормализуется функция внешнего дыхания, повышается усвоение тканями кислорода, улучшается моторная, эвакуаторная, всасывательная функция желудка и кишок, снимаются спазмы бронхов, кишок, желчевыводящих путей, повышается диурез.

Ультразвуковая терапия оказывает выраженное противовоспалительное, спазмолитическое, фибролитическое, рассасывающее, болеутоляющее, трофическое и гипосенсибилизирующее действие, стимулирует регенераторные процессы. Под ее влиянием увеличивается содержание эндогенного серотонина, что оказывает защитное действие при воспалительных, аллергических и радиоактивных поражениях тканей.

Ультразвуковое воздействие повышает активность тканевых базофилов, увеличивает толерантность плазмы крови к гепарину, усиливает потребление протромбина и фибриногена, повышает фибринолитическую активность крови, нормализует содержание в крови свободного гепарина, влияет на плазмоцитарную реакцию лимфоидной ткани, способствуя таким образом ликвидации сосудисто-трофической недостаточности.

УЗ ускоряет репаративные процессы в нервах, костях, мышцах, способствует рассасыванию спаек, рубцов, что связано с активизацией внутриклеточных процессов биосинтеза белка и ферментативных реакций.

Под влиянием УЗ улучшается биоэлектрическая активность тканей, повышается фагоцитарная функция лейкоцитов, активизируются механизмы неспецифической иммунологической реактивности организма за счет повышения связывания гистамина белками крови и расщепления его гистаминазой.

УЗ обладает бактерицидным действием, в первую очередь по-

вреждая клеточные оболочки микроорганизмов. При этом чувствительность различных бактерий различная; наиболее чувствительны лептоспиры, наиболее устойчивы стафилококки. Вирусы также погибают под воздействием ультразвука.

Большие (нетерапевтические) дозы, большая интенсивность УЗ вызывают патологические деструктивные изменения в организме. Так, многократные воздействия ультразвуком могут привести к повреждению миелиновой оболочки аксона; более интенсивные дозы ультразвука (2,0; 2,5; 2,8 Вт/см^2) часто вызывают необратимые изменения структуры нервной ткани, костного мозга.

При больших интенсивностях УЗ наблюдается эмульгирующее, диспергирующее, тиксотропное действие (переход геля в золь), влияние на биомакромолекулярные комплексы и их частичное расщепление.

В лечебной практике используют непрерывные ультразвуковые механические колебания частотой 22-44 кГц, 880 кГц и 2640 кГц. Для импульсной терапии применяют серии низкочастотных импульсов с частотами заполнения 1 и 3 МГц, длительностью 0,5-10 мс и частотой следования импульсов 16-100 Гц. Импульсные режимы используют для достижения нетепловых эффектов. Соотношение нетеплового и теплового компонентов лечебного действия ультразвуковых колебаний определяется по интенсивности или режиму (непрерывному или импульсному) воздействия. Интенсивность генерируемых ультразвуковых колебаний в непрерывном режиме составляет 0,05-2 Вт/см^2, в импульсном – 0,1-2 Вт/см^2. Эффективная площадь воздействия колеблется от 0,7 до 5,4 см^2.

Показания к ультразвуковой терапии: заболевания внутренних органов (хронический бронхит, астматический бронхит, хроническая пневмония, бронхиальная астма, начальные формы пневмокониоза, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки в неосложненной форме, хронический колит, хронический холецистит, дискинезия желчных путей, хронический пиелонефрит, панкреатит, облитерирующие заболевания сосудов конечностей); заболевания опор-

но-двигательного аппарата (дегенеративно-дистрофические и воспалительные заболевания суставов и позвоночного столба — деформирующий остеоартроз, межпозвонковый остеохондроз, спондилез, ревматоидный артрит, анкилозирующий спон-дилоартрит, псориатический полиартрит, периартрит, бурсит, эпикондилит, контрактура Дюпюитрена и Лидерхоза, пяточные шпоры, травмы опорно-двигательного аппарата – поражение менисков, растяжение связок и т. п.); заболевания периферической нервной системы (радикулит, неврит, невралгия, миальгия, травмы периферических нервов).

Противопоказания: острые инфекционные заболевания, лихора-дочное состояние, резко выраженный невроз, выраженный атеросклероз, ишемическая болезнь сердца (со стенокардией, нарушением ритма, аневризмой сердца), гипертоническая болезнь IIБ-III стадии, тромбофлебит, недостаточность кровообращения IIБ-III степени, сирингомиелия, болезни крови, склонность к кровотечению, беременность, кахексия.

Относительным противопоказанием являются новообразования. В настоящее время изучается вопрос о применении УЗ в лечении больных с новообразованиями. Исследования по этой проблеме ведутся в трех направлениях: применение ультразвука высокой интенсивности; применение ультразвука в сочетании с рентгенотерапией; применение ультрафонофореза цитостатиков.

Не рекомендуется воздействовать УЗ непосредственно на область сердца, головного мозга, на чувствительные ростковые зоны у детей, на выступающие костные поверхности (коленный сустав, остистые отростки позвонков и т. п.).

5.2. Аппарат для ультразвуковой терапии УЗТ-1.01Ф

Аппарат предназначен для генерирования ультразвуковых колебаний в целях воздействия ими на разные участки тела человека при лечении заболеваний периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата в условиях медицинских учреждений.

5.2.1. Основные технические данные ультразвукового аппарата

Аппарат предназначен для эксплуатации в медицинских учреждениях при температуре окружающего воздуха от + 10 до + 35 ^{o}C и относительной влажности до 80 % при температуре + 25 ^{o}C.

Основные технические данные ультразвукового аппарата УЗТ-1.01 Ф приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические данные ультразвукового аппарата УЗТ-1.01 Ф

Показатель	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Номинальное значение частоты ультразвуковых колебаний	МГц	0,88
Отклонение частоты ультразвуковых колебаний	%	± 0,03
Интенсивность ультразвуковых колебаний регулируется ступенчато в пять ступеней	Вт/см^2	1,0; 0,7; 0,4; 0,2; 0,05
Эффективная площадь излучателя типа ИУТ 0,88-4,04 Ф ИУТ 0,88-1,03 Ф	 см^2 см^2	 4 1
Интенсивность ультразвуковых колебаний обеспечивается при подаче на излучатель типа ИУТ 0,88-4,04 Ф переменного напряжения	В	20,6; 17,2; 13,0; 9,2; 4,6
Интенсивность ультразвуковых колебаний обеспечивается при подаче на излучатель типа ИУТ 0,88-1,03 Ф переменного напряжения	В	29,0; 24,0; 18,4; 13,0; 6,5
Отклонение интенсивности излучения от установленного значения не более: • при 1,0 Вт/см2 • при 0,7 Вт/см2 • при 0,4 Вт/см2 • при 0,2 Вт/см2 • при 0,05 Вт/см2	 % % % % %	 ± 45 ± 50 ± 50 ± 50 ± 50
Аппарат работает в непрерывном и импульсном режимах. В импульсном режиме длительность импульсов устанавливается дискретно	мс	2; 4; 10

Продолжение табл. 5.1

1	2	3
Отклонение длительности импульсов от установленного значения на превышает	%	± 20%
Частота следования импульсов	Гц	50 ± 0,5
Длительность фронта и среза от общей длительности импульса составляет не более	%	20
Неравномерность вершины импульса, не более	%	20
Время установления рабочего режима аппарата после включения, не более	с	30
Напряжение питающей сети с частотой 50 ± 0,5 Гц	В	220 ± 22
Мощность, потребляемая аппаратом из сети, не более	ВА	50
Аппарат обеспечивает работу в повторно-кратковременных режимах: • 15 мин в непрерывном режиме излучения при интенсивности 1,0 Вт/см2; • 10 мин перерыв при отключении аппарата от питающей сети; не менее	час	6
Установленная безотказная наработка, не менее	Цикл*	5000
Средняя наработка на отказ, не менее	Цикл*	10000
Полный установленный срок службы аппарата, не менее	год	3,5
Полный средний срок службы аппарата, не менее	год	7,0
Габаритные размеры электронного блока аппарата, не менее	мм	341×290× ×142
Масса электронного блока аппарата, не более	кг	7

*За цикл принимается последовательность операций, которые необходимо выполнять при подготовке аппарата к проведению процедуры и при ее отсутствии.

- Аппарат УЗТ-1.01 Ф по способу защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током выполнен по классу I, тип защиты В.

5.2.2. Конструкция ультразвукового аппарата

Аппарат содержит электронный блок и два сменных излучателя. Электронный блок снабжен ручкой для переноски, которая одновременно служит для установки его в рабочее положение (рис. 5.1). Корпус электронного блока выполнен из алюминиевого сплава. Внутри корпуса установлены направляющие, по которым перемещается шасси. Крепление шасси осуществляется снизу корпуса с помощью четырех винтов.

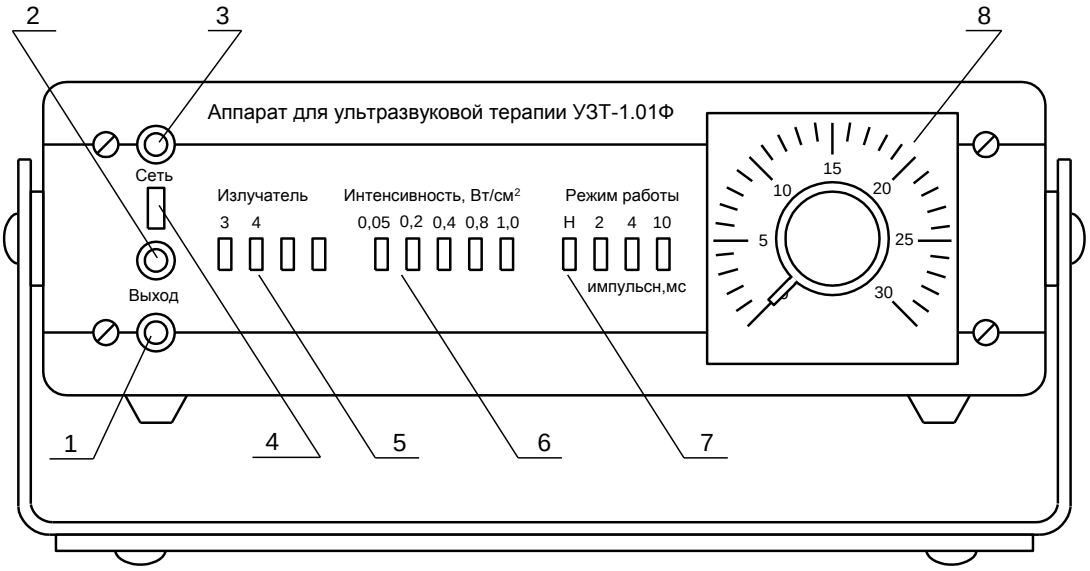


Рисунок 5.1 – Внешний вид аппарата УЗТ-1.01 Ф

На лицевой панели аппарата расположены органы управления, элементы индикации и разъемы:

1 – разъем «ВЫХОД» для подключения кабеля излучателя;

2 – световой индикатор «ВЫХОД» выходного напряжения аппарата;

3 – световой индикатор «СЕТЬ» включения аппарата;

4 – кнопка «СЕТЬ» сетевого выключателя;

5 – кнопки «3», «4» переключателя «ИЗЛУЧАТЕЛЬ»;

6 – кнопки «0,05», «0,2», «0,4», «0,8», «1,0» переключателя «ИНТЕНСИВНОСТЬ, Вт/см^2»;

7 – кнопки «Н» (непрерывный режим), «2», «4», «10» (длительность импульсов в мс в импульсном режиме) переключателя

«РЕЖИМ РАБОТЫ»;

8 – процедурные часы, осуществляющие включение аппарата в сеть и установку продолжительности процедуры.

На задней стенке электронного блока установлены ножки, служащие для предохранения сетевого кабеля от изгиба и крепления его и сетевой вилки во время транспортирования аппарата.

5.2.3. Принцип действия ультразвукового аппарата

Функциональная электрическая схема ультразвукового аппарата приведена на рисунке 5.2. Аппарат предназначен для получения напряжения возбуждения ультразвукового излучателя в непрерывном и импульсном режимах работы.

В непрерывном режиме напряжение возбуждения представляет собой гармонические колебания с частотой 0,88 МГц, в импульсном – последовательность импульсов с той же частотой заполнения, длительностью $\tau_И$, равной 2, 4 или 10 мс, и периодом повторения $T_П$ = 20 мс.

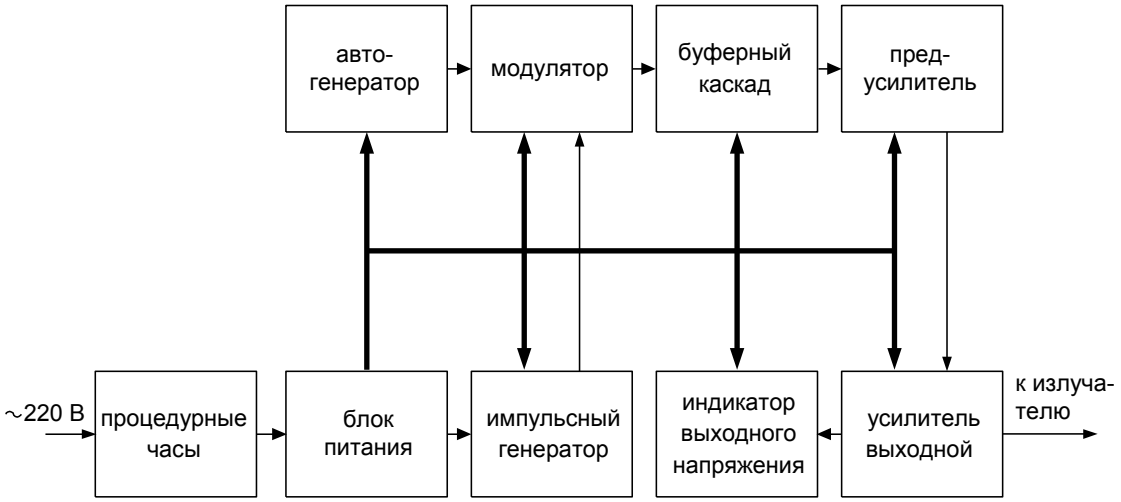


Рисунок 5.2 – Функциональная электрическая схема аппарата УЗТ – 1.01 Ф

Колебания ультразвуковой частоты генерируются в автогенераторе и через модулятор подаются на вход буферного каскада, предназначенного для ослабления влияния последующих каскадов на параметры генерируемого сигнала. В импульсном режиме мо-

дуляция осуществляется путем подачи на вход модулятора импульсов положительной полярности с выхода импульсного генератора. В непрерывном режиме на вход модулятора подается постоянное напряжение, соответствующее логической единице.

В цепь эмиттера транзистора буферного каскада включен ступенчатый регулятор интенсивности, с выхода которого сигнал подается на вход предусилителя, где усиливается до уровня, необходимого для нормальной работы выходного усилителя. Выходной усилитель предназначен для усиления мощности сигнала до значения, требуемого для получения заданной интенсивности ультразвукового излучения.

Наличие напряжения на выходе электронного блока индицируется световым индикатором выходного напряжения. Аппарат питается от сети переменного напряжения 220 В. блок питания аппарата содержит два стабилизированных источника +5 В и +50 В.

Принципиальная электрическая схема электронного блока ультразвукового аппарата приведена на рис. 5.3.

Автогенератор собран на трех элементах "И-НЕ" (DD1.1, DD1.2, DD1.3) микросхемы DD1. Частота генератора стабилизирована кварцевым резонатором B1.

Собственно генератор колебаний ультразвуковой частоты построен на элементах DD1.1 и DD1.3. Элемент DD1.2 служит для ослабления влияния последующих каскадов на работу автогенератора. Нестабильность частоты генерируемых колебаний не хуже 10^{-5}.

Модулятор предназначен для импульсной модуляции ультразвуковых колебаний. Он включает в себя перемножитель, выполненный по схеме "И-НЕ" на элементе DD1.4 микросхемы DD1 и ключевой усилитель-инвертор, выполненный на транзисторе VT3.

На один из входов микросхемы DD1 (вывод 12) поступает напряжение U1 с выхода автогенератора (рис. 5.4, *а*), на другой вход микросхемы D1 (вывод 13) – напряжение $U2_И$ с выхода импульсного генератора (рис. 5.4, *б*). На интервалах совпадения напряжений на обоих входах элемента DD1.4 на его выходе (вывод 11)

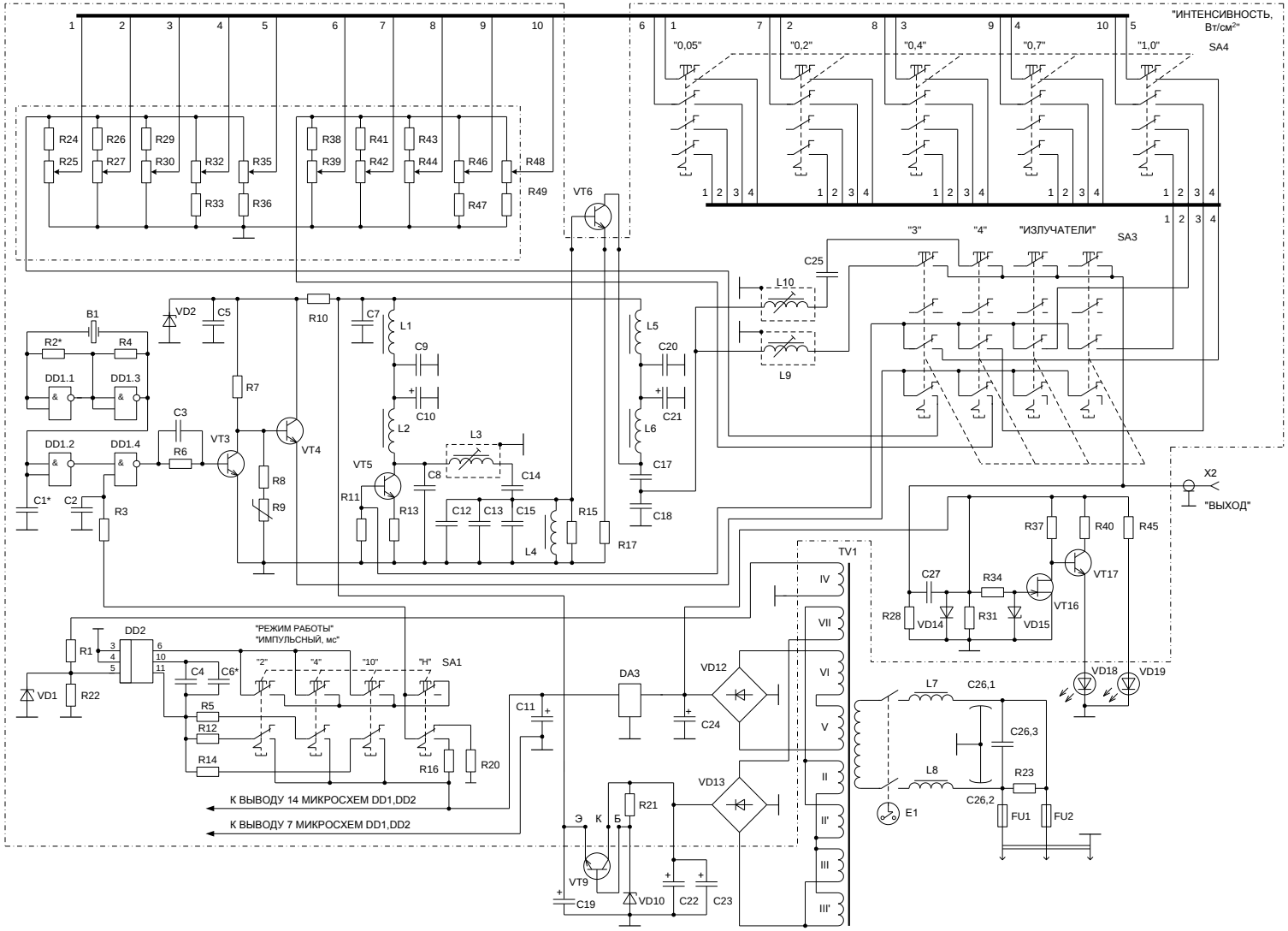


Рисунок 5.3 – Принципиальная электрическая схема аппарата «УЗТ – 1.01 Ф»
(* – элементы подбираются при регулировании)

формируется напряжение $U3_И$ (рис. 5.4, *в*), огибающая которого идентична огибающей модулирующего напряжения $U2_И$. В непрерывном режиме на вывод 13 вместо импульсного подается постоянное напряжение $U2_Н$ (рис. 5.4, *г*), поэтому на выходе модулятора – коллекторе VT3 напряжение $U3_Н$ ультразвуковой частоты (рис. 5.4, *д*) по форме такое же, как и на входе U1. Модулирующие импульсы длительностью 2, 4 и 10 мс вырабатываются в импульсном генераторе, выполненном на микросхеме DD2.

Длительность импульсов определяется величиной емкости конденсатора C4 и сопротивлениями резисторов R5, R12, R14. С выхода импульсного генератора (вывод 6) модулирующие импульсы подаются на вход модулятора.

Сигналом, задающим период следования ($T_П$ = 20 мс) модулирующих импульсов, является синусоидальное напряжение с частотой 50 Гц, снимаемое с обмотки IV силового трансформатора TV1. Вход микросхемы защищен от пробоя с помощью параллельного несимметричного ограничителя, состоящего из резистора R1 и стабилитрона VD1.

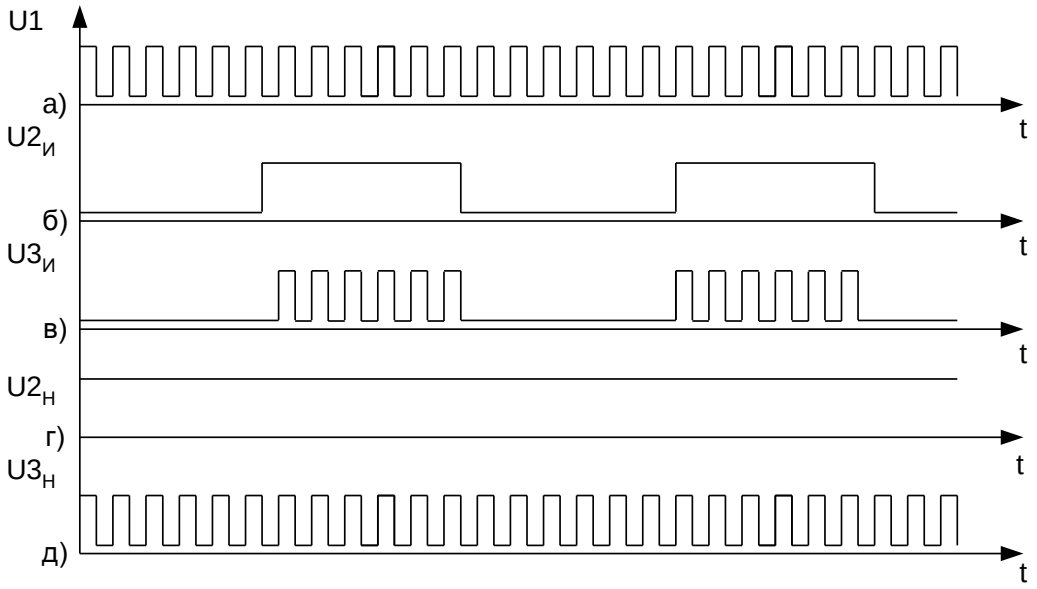


Рисунок 5.4 – Временные диаграммы работы аппарата УЗТ – 1.01 Ф: выходное напряжение автогенератора (*а*); выходные напряжения импульсного генератора и модулятора при работе аппарата в импульсном режиме (*б* и *в*); выходные напряжения генератора и модулятора при работе аппарата в непрерывном режиме (*г* и *д*)

Положительный потенциал на входе микросхемы ограничивается на уровне напряжения стабилизации стабилитрона (около 3,5 В), а отрицательный – на уровне падения напряжения на прямом сопротивлении стабилитрона (менее 0,4 В). Конденсатор С2 является элементом фильтра R3-C2 подавления импульсных помех, поступающих с выхода ждущего мультивибратора при отжатых кнопках «РЕЖИМ РАБОТЫ» (длительность импульсных помех – 1-2 мкс). Эти помехи при отсутствии фильтра приводили бы к ложной индикации о наличии напряжения на выходе аппарата при отжатых кнопках «РЕЖИМ РАБОТЫ», т.к. индикатор выходного сигнала содержит в своем составе пиковый детектор, запоминающий как сигнал, так и упомянутую выше помеху.

Буферный каскад построен по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе VT4 и выполняет функцию развязки автогенератора от ступенчатого регулятора интенсивности. Последний предназначен для установки амплитуды напряжения на входе предусилителя, соответствующей заданной интенсивности ультразвуковых колебаний излучателя, и реализованных в виде резисторов, включенных в цепь эмиттера VT4, коммутируемых переключателем SA4.

Предусилитель служит для возбуждения выходного усилителя. Он выполнен на транзисторе VT5 по схеме с общим эмиттером и с целью повышения стабильности коэффициента усиления охвачен глубокой отрицательной обратной связью. Согласование предусилителя с выходным усилителем и выделение первой гармоники частоты 0,88 МГц осуществляется с помощью П-образного фильтра, выполненного на элементах С8, L3, С12, С13, С14, С15.

Усиление сигнала по мощности до уровня, достаточного для обеспечения требуемой интенсивности ультразвуковых колебаний, осуществляется в выходном усилителе. Он собран по схеме с общим эмиттером на транзисторе VT6 и охвачен отрицательной обратной связью.

Согласование выходного усилителя с излучателем и фильтрация выходного сигнала осуществляется посредством П-образных

LC-фильтров. Коммутация фильтров при смене излучателей осуществляется переключателем S3.

Индикатор выходного напряжения служит для световой индикации о наличии напряжения ультразвуковой частоты на выходе электронного блока. Индикатор состоит из диодного детектора VD14 и транзисторного двухступенчатого ключа (VT16, VT17).

Для уменьшения влияния индикатора на амплитуду выходного напряжения входное сопротивление индикатора должно быть на один – два порядка выше сопротивления нагрузки электронного блока (излучателя).

Выходное сопротивление индикатора должно быть низким для согласования с малым сопротивлением светодиода.

Высокое входное сопротивление индикатора обеспечивается за счет использования полевого транзистора VT16 в первой ступени ключа, низкое сопротивление обеспечивается биполярным транзистором VT17 во второй ступени.

Защита от пробоя перехода исток-затвор полевого транзистора VT16 осуществляется параллельным несимметричным ограничителем R34-VD15. В качестве светового индикатора используется светодиод VD18, включенный в цепь эмиттера биполярного транзистора.

Аппарат питается от сети переменного тока с частотой 50 Гц и номинальным напряжением 220 В через автономный блок питания, включающий в себя трансформатор TV1 и два стабилизированных источника.

Один из них (+ 5 В) состоит из диодного моста VD12 и микросхемы DA3. Другой (+ 50 В) – из диодного моста VD13 и параметрического стабилизатора напряжения (транзистор VT9, стабилитрон VD10, резистор R21). При изменении напряжения сети на ± 10 % изменение напряжения на выходе стабилизированного источника не превышает ± 3 %.

С выхода стабилизированного выпрямителя напряжение питания + 50 В поступает к цепям питания буферного каскада, предуси-

лителя и выходного усилителя. Индикатором включения аппарата в сеть служит светодиод VD19, подключенный к выходу диодного моста VD12.

5.2.4 Указание мер безопасной эксплуатации ультразвукового аппарата

При эксплуатации и ремонте аппарата следует руководствоваться паспортом и правилами техники безопасности по защите от поражения электрическим током в соответствии с «Правилами устройства, эксплуатации и техники безопасности физиотерапевтических отделений (кабинетов)».

Перед эксплуатацией аппарата необходимо убедиться, что в помещении, в котором должен эксплуатироваться аппарат, имеется соответствующая классу защиты аппарата розетка.

Розетка для включения аппарата должна иметь на внутренней стороне ее корпуса помимо двух отверстий для штырьков два плоских контакта, соединенных с внешним заземляющим устройством. В случае, если сетевая розетка не отвечает требованиям класса защиты аппарата, то категорически запрещается включать аппарат в сеть.

При эксплуатации аппарата необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- пациент не должен соприкасаться с заземленными предметами (трубами, батареями центрального отопления и т.п.), а предметы, на которых располагается пациент, должны быть выполнены из токонепроводящего материала;
- при работающем аппарате нельзя держать излучатель на воздухе более 1 мин – излучающая поверхность его должна соприкасаться с жидкостью или с облучаемым участком тела (через слой контактного вещества).

Запрещается:

- проводить физиотерапевтические процедуры при неисправ-

ном аппарате;

• обслуживающему медицинскому персоналу устранять какие-либо неисправности.

При обнаружении неисправности следует отключить аппарат от сети и вызывать специалистов по ремонту медицинской техники.

5.2.5. Подготовка ультразвукового аппарата к работе

Перед началом работы аппарата необходимо провести полную санитарную обработку аппарата слегка влажной тканью, не допуская попадания влаги внутрь аппарата. Затем протереть аппарат мягкой тканью.

Электронный блок аппарата следует устанавливать на расстоянии 1-1,5 м от сетевой розетки и не далее 1 м от места расположения пациента во время процедуры. Открытый футляр с принадлежностями устанавливается вблизи электронного блока таким образом, чтобы он не мешал доступу к органам управления аппарата.

Далее заполняются стаканы, установленные в футляре для принадлежностей, дезинфицирующей и контактной жидкостями, т.е. спиртом и вазелиновым маслом или необходимым лекарственным раствором.

После этого следует подключить излучатель к разъему «ВЫХОД» электронного блока аппарата с помощью соединительного кабеля. Далее следует нажать соответствующую подключенному излучателю кнопку переключателя «ИЗЛУЧАТЕЛИ», имеющую надпись одинаковую с последней цифрой типа излучателя.

После установления излучателя в футляр можно вставить вилку сетевого кабеля аппарата в розетку питающей сети. Затем необходимо извлечь из футляра излучатель, повернуть его излучающей поверхностью вверх и нанести на нее 2-3 капли воды. Далее следует нажать кнопку «Н» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ», и установить нужную для работы интенсивность, нажав соответствующую кнопку переключателя «ИНТЕНСИВНОСТЬ, Вт/см^2».

Нажать кнопку «СЕТЬ» и поворотом ручки-указателя процедурных часов вправо до упора включить аппарат, а затем установить в положение, соответствующее 10-15 мин. При этом должны загореться световые индикаторы «СЕТЬ» и «ВЫХОД», что соответствует включению аппарата в сеть и включению генератора электрических колебаний ультразвуковой частоты. На поверхности воды на излучателе должна появиться легкая рябь (при интенсивности 0,05 Вт/см^2) или фонтанчик с разбрызгиванием капелек воды (при интенсивности 1 Вт/см^2).

Во избежание выхода из строя излучателя время наблюдения за колебаниями воды должно быть не более 5-10 с. Далее, последовательно нажимая кнопки импульсного режима «10», «4», «2» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ», наблюдают колебания поверхности капелек воды на излучающей поверхности излучателя, которые при каждом последующем нажатии должны уменьшиться.

Поворотом ручки-указателя часов влево устанавливают ее в нулевое положение. При этом аппарат автоматически выключается, и колебания воды на излучающей поверхности излучателя прекращаются. Аналогичную процедуру следует проделать и со вторым излучателем. После выполнения указанных мероприятий аппарат готов к работе.

Санитарную обработку наружных поверхностей корпуса электронного блока следует проводить периодически 3 % раствором перекиси водорода с добавлением 0,5 % моющего средства.

5.2.6. Порядок работы с ультразвуковым аппаратом

При проведении процедур тип используемого излучателя, режим работы – непрерывный или импульсный, длительность импульсов, а также значение интенсивности ультразвуковых колебаний и продолжительность процедуры устанавливаются в строгом соответствии с указаниями врача.

Начинать процедуру необходимо с подключения к разъему «ВЫХОД» указанного для проведения процедуры излучателя.

Затем, разместив излучатель в футляре, следует нажать кнопку переключателя «ИЗЛУЧАТЕЛИ» с надписью, идентичной с последней цифрой типа подсоединенного излучателя.

Для проведения процедуры в непрерывном режиме генерации нажимается кнопка «Н» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ». Далее устанавливается заданная врачом интенсивность ультразвуковых колебаний путем нажатия соответствующей кнопки переключателя «ИНТЕНСИВНОСТЬ, Вт/см^2».

Для проведения процедуры в импульсном режиме генерации необходимо нажать соответствующую указанной длительности импульса кнопку «2», «4» или «10» переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ».

После смазки вазелиновым маслом или лекарственным веществом участка поверхности кожи пациента в области воздействия прикладывают излучатель его излучающей поверхностью к подготовленному участку тела.

Затем с помощью процедурных часов устанавливают заданную врачом продолжительность времени процедуры.

При проведении процедуры следует следить за тем, чтобы между излучающей поверхностью излучателя и кожей пациента не было прослоек воздуха, т. к. при наличии прослоек даже в 0,001 мм ультразвуковые колебания полностью отражаются от слоя воздуха и не попадают в тело. Излучатель при плохом контакте с телом может сильно нагреться, что вызовет болевые ощущения у пациента.

В соответствии с утвержденными медицинскими методиками можно использовать лабильную или стабильную методику воздействия.

По истечении времени процедуры (световые индикаторы «СЕТЬ» и «ВЫХОД» гаснут) ватным тампоном удаляется вазелиновое масло (или лекарственное вещество) с излучающей части излучателя и с участка тела пациента, подвергавшегося воздействию. Затем эти поверхности протираются тампоном, смоченным спиртом.

По окончании проведения всех процедур вилку сетевого кабеля следует извлечь из розетки питающей сети.

5.3. Техника и методики проведения процедур ультразвуковой терапии

Лечение УЗ назначают с обязательным указанием режима работы. Режим подачи ультразвуковой энергии в современных аппаратах может быть непрерывным или импульсным, когда поток энергии чередуется с паузами. Импульсные режимы различаются по длительности импульса и пауз. Чем короче импульс, тем больше пауза и тем мягче действие УЗ.

Дозирование лечебных воздействий УЗ осуществляется по плотности потока энергии (интенсивности). При этом различают малые (0,05 – 0,4 Вт/см^2), средние (0,4 – 0,8 Вт/см^2) и большие (0,9 – 1,2 Вт/см^2) терапевтические дозы ультразвука. В настоящее время с лечебной целью применяют дозы малой и средней интенсивности (от 0,05 до 0,8 Вт/см^2) и очень редко большой. Максимальная продолжительность озвучивания – 15 мин.

Обычно воздействия ультразвуком проводят на ограниченные части тела (поля). Площадь одного поля в среднем не более 150–250 см^2. При необходимости назначить УЗ на сравнительно большую поверхность (например, на паравертебральные зоны и область распространения болей при радикулите) всю площадь делят на отдельные поля. В течение одной процедуры можно подвергать воздействию 4-5, редко 6 полей.

Время воздействия ультразвуком на одно поле не должно превышать 5-10 мин при общей продолжительности процедуры не более 15 мин. Воздействия производят через день или ежедневно. Общий курс лечения составляет 6-12 процедур, редко 15-20. Курсы ультразвуковой терапии повторяют с промежутками не менее 3 мес.

Различают воздействие УЗ местное – непосредственно на область патологического процесса (пораженный сустав) и сегментарное – на рефлексогенные зоны обычно паравертебрально в области соответствующих сегментов.

В связи с тем, что ультразвуковые колебания полностью отражаются даже от очень тонкого слоя воздуха, их подводят к телу больного через безвоздушные плотные среды – вазелиновое или другие виды масла, воду. Масло (предварительно слегка подогретое) тонким слоем наносят с помощью шпателя, пипетки или ватного тампона на кожную поверхность участка тела, подвергающегося воздействию. По окончании процедуры также ватным тампоном его снимают с поверхности излучателя и кожи с последующей обработкой этих поверхностей раствором 96 % спирта.

Способ проведения ультразвуковой процедуры может быть контактным (когда через вазелиновое масло воздействуют непосредственно на кожу рис. 5.5, *а*, *в*) или неконтактным (через воду рис. 5.5, *б*, *г*).

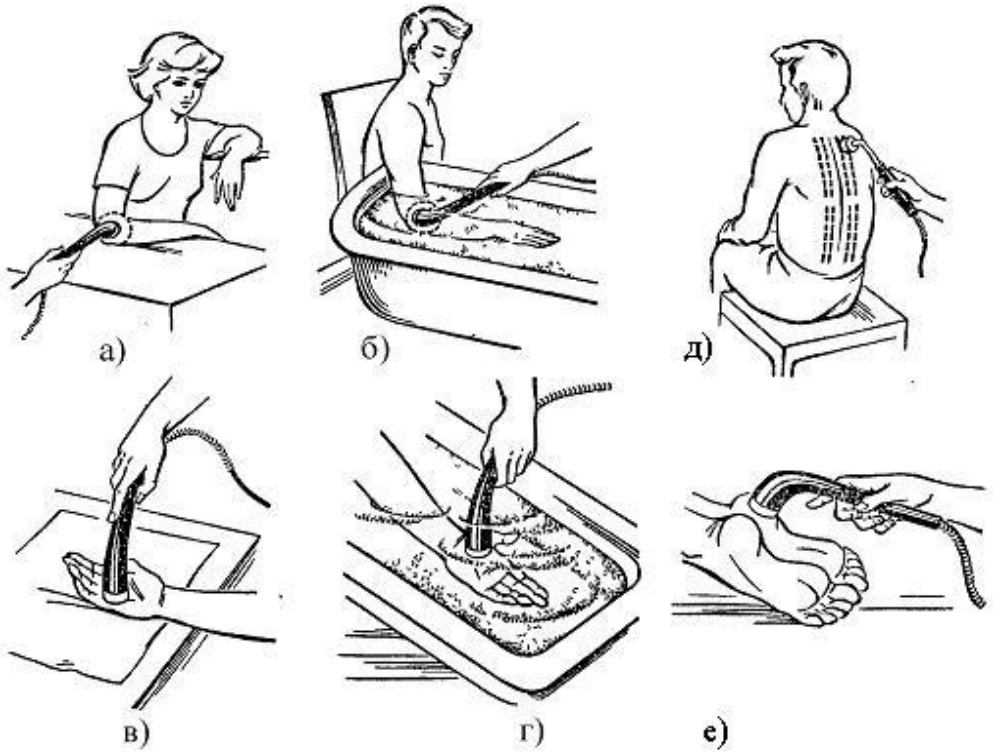


Рисунок 5.5 – Воздействие ультразвуком контактно и через воду

При контактном способе пользуются лабильной (подвижной) методикой (рис 5.5, *д*). При этом излучающая поверхность излучателя плотно прилегает к коже. Передвижение его совершают медленными поглаживающими (массажирующими) круговыми движени-

ями со скоростью 1-1,5 см в секунду. В случае необходимости произвести перемещение излучателя с одного поля на другое, требующее отрыва его от поверхности кожи, ручку переключателя интенсивности переводят в нулевое положение.

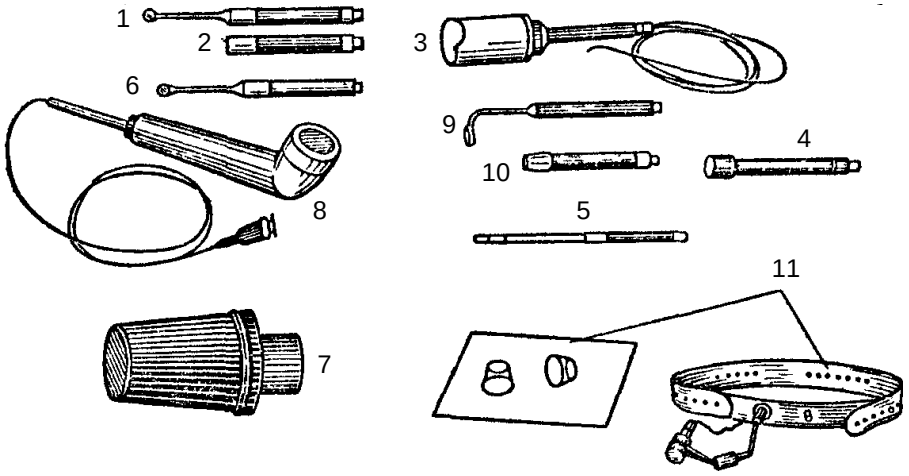
Реже при контактном способе применяют стабильную методику, когда излучатель фиксируют неподвижно на ограниченном участке (рис. 3.5, *е*).

Воздействие ультразвуком через воду применяют в тех случаях, когда невозможно использовать контактный способ, чаще это касается поражения конечностей (кисть, стопа). Воду температуры 32-36 °С наливают в фаянсовую или фарфоровую ванночку. Для уменьшения содержания в воде воздушных пузырьков применяют кипяченую воду или наполняют ванночку водопроводной водой.

В воду погружают конечность пациента и ультразвуковой излучатель. Излучатель либо закрепляют на одной из стенок ванночки, и тогда больной сам производит перед ним вращательные движения конечностью, либо медицинская сестра перемещает излучатель вокруг фиксированной конечности. В этом случае для защиты от влияния ультразвуковых колебаний медицинская сестра надевает на руку (если рука погружается в воду) хлопчатобумажную, а поверх нее резиновую перчатку. Расстояние излучателя от поверхности кожи должно составлять 1-2 см (неконтактный способ воздействия).

Для проведения процедур в ультразвуковых терапевтических аппаратах широкое применение получили пьезопреобразователи из керамики титаната бария. Керамика титаната бария представляет собой спеченные при высокой температуре мелкие кристаллы, т. е. имеет поликристаллическую структуру. Преимуществом ее по сравнению с кварцем является дешевизна и меньшая величина напряжения, необходимая для возбуждения ультразвуковых колебаний (напряжение на кварцевой пластинке при частоте 880 кГц и интенсивности 2 Вт/см^2 превышает 1500 В, напряжение на пластинке из керамики титаната бария при той же интенсивности не более 100 В).

Как правило, к ультразвуковому аппарату придается набор излучателей. Некоторые виды таких излучателей показаны на рис. 5.6. Излучатели обозначаются шифром ИУТ-0,88-1-3, ИУТ-0,88-4-4 и т. д., который расшифровывается как «излучатель ультразвуковой терапевтический». Цифры шифра указывают частоту ультразвуковых колебаний, площадь головки излучателя, номер клавиши на аппарате для его включения. Малый габарит и конструктивные особенности излучателей позволяют использовать их не только для наружного, но и для внутриполостных воздействий (урология, гинекология, стоматология, офтальмология и др.).



1 – ИУТ-0,88 -0,5-10; 2 – ИУТ-0,88-1-3; 3 – ИУТ-0,88-2-7; 4 – ИУТ-2,64-2-2; 5 – ИУТ-0,88-4-8; 6 – ИУТ-0,88-1-5; 7 – ИУТ-0,88-1-9; 8 – ИУТ-0,88-4-4; 9 – ИУТ-0,88-1-6; 10 – ИУТ-2,64-0,5-1; 11 – бленда-векорасширитель и оголовье с шарнирным устройством к аппарату УЗТ-04

Рисунок 5.6 - Излучатели ультразвуковых терапевтических аппаратов

В практике ультразвуковой терапии применяются специальные частные методики воздействия, когда контактную среду (воду или масло) помещают в приспособления определенной формы (глазные ванночки, тубусы для методики фонофореза и др.).

В последние годы широкое распространение получил метод сочетанного воздействия ультразвука и лекарственных препаратов, получивший название ультрафонофореза, или фонофореза.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Что называется ультразвуком? Какие граничные значения частот он имеет? Какие факторы лежат в основе физиологического действия ультразвука?

2. Перечислите основные параметры ультразвуковых колебаний, применяемых в лечебной практике. Укажите какие показания и противопоказания имеет ультразвуковая терапия?

3. Укажите назначение аппарата УЗТ–1.01Ф и перечислите его основные технические данные.

4. Приведите структурную схему аппарата УЗТ–1.01Ф и поясните принцип его работы.

5. Укажите каким образом в ультразвуковом аппарате осуществляется стабилизация высокочастотных колебаний.

6. Поясните принцип действия импульсного генератора и модулятора. Каким образом в импульсном генераторе задается частота и длительность импульсов?

7. Поясните каким образом в аппарате УЗТ–1.01Ф осуществляется регулирование интенсивности ультразвуковых колебаний.

8. Перечислите основные меры безопасной эксплуатации аппарата УЗТ–1.01Ф.

9. Каков порядок подготовки аппарата УЗТ–1.01Ф к работе?

10. Укажите последовательность действий при проведении процедур ультразвуковой терапии с помощью аппарата УЗТ–1.01Ф.

11. По каким параметрам осуществляется дозирование лечебных воздействий ультразвуком? Каков диапазон их изменений?

12. Перечислите основные способы воздействия на пациента ультразвуком с лечебными целями.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие ... 3
1. Терапия постоянным электрическим током ... 5
1.1. Гальванизация и лекарственный электрофорез ... 5
1.2. Аппарат для гальванизации и лекарственного электрофореза «Поток-1» ... 10
1.2.1. Основные технические данные аппарата ... 10
1.2.2. Конструкция аппарата ... 11
1.2.3. Принцип действия аппарата ... 14
1.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата ... 16
1.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом ... 17
1.3. Техника и методики проведения процедур гальванизации и лекарственного электрофореза ... 17
Вопросы и задания для самопроверки ... 23
2. Терапия импульсным электрическим током ... 25
2.1. Электросонтерапия ... 25
2.2. Аппарат для электросонтерапии «Электросон-4Т» ... 31
2.2.1. Основные технические данные аппарата ... 32
2.2.2. Конструкция аппарата ... 33
2.2.3. Принцип действия аппарата ... 35
2.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата ... 39
2.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом ... 39
2.2.6. Техническое обслуживание аппарата ... 40
2.3. Техника и методики проведения процедур электросонтерапии ... 41
Вопросы и задания для самопроверки ... 50
3. Терапия диадинамическими токами ... 51
3.1. Диадинамотерапия ... 51
3.2. Аппарат диадинамотерапии «Тонус-2» ... 56
3.2.1. Основные технические данные аппарата ... 57
3.2.2. Конструкция аппарата ... 58
3.2.3. Принцип действия аппарата ... 59
3.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата ... 63
3.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом ... 63
3.3. Техника и методики проведения процедур диадинамотерапии ... 64
Вопросы и задания для самопроверки ... 77
4. Терапия синусоидальными модулированными токами ... 78
4.1. Амплипульстерапия ... 78
4.2. Аппарат для амплипульстерапии «Амплипульс-4» ... 83

4.2.1. Основные технические данные аппарата 83
4.2.2. Конструкция аппарата 85
4.2.3. Принцип действия аппарата 87
4.2.4. Указание мер безопасной эксплуатации аппарата 89
4.2.5. Подготовка аппарата к работе и порядок работы с аппаратом 89
4.3. Техника и методики проведения процедур амплипульстерапии 91
Вопросы и задания для самопроверки 104
5. Терапия ультразвуковыми волнами 105
5.1. Ультразвуковая терапия 105
5.2. Аппарат для ультразвуковой терапии УЗТ-1.01Ф 111
5.2.1. Основные технические данные ультразвукового аппарата . 112
5.2.2. Конструкция ультразвукового аппарата 114
5.2.3. Принцип действия ультразвукового аппарата..... 115
5.2.4 Указание мер безопасной эксплуатации ультразвукового аппарата 120
5.2.5. Подготовка ультразвукового аппарата к работе 121
5.2.6. Порядок работы с ультразвуковым аппаратом 122
5.3. Техника и методики проведения процедур ультразвуковой терапии 124
Вопросы и задания для самопроверки 128

Навчальне видання

ВЕРЕЩАК Олександр Петрович

ЕЛЕКТРОННІ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ

Навчальний посібник

Російською мовою

Редактор М.П. Єфремова
Комп'ютерна верстка В.В. Куліченко

План 2001 р., п. _____

Підписано до друку ___.___.2001 г. Формат 60×84 1/16. Друк – ризографія. Папір офсетний. Ум. друк. арк. ____. Обл.-вид. арк. ___. Гарнітура Arial. Тираж 100 прим. Зам. _____ Ціна договірна.

Комунальне підприємство "Друкарня № 13"
61002, м. Харків, вул. Артема, 44.