

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра медико-биологической техники

А.Д. Стрекаловская, А.В. Рачинских, Т.А.Санеева

РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Оренбургский государственный
университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2011

УДК 615.47:616-07(07)
ББК 53я73
С84

Рецензент – заведующий отделением медицинской техники ФГУ МНТК
«Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова В.И. Канюков

С84 **Стрекаловская, А.Д.**
Ремонт и техническое обслуживание диагностического оборудования:
методические указания к лабораторной работе / А.Д. Стрекаловская,
А.В. Рачинских, Т.А. Санеева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург :
ОГУ, 2011. – 25 с.

Методические указания устанавливают объем и содержание лабораторной работы, содержат сервисное обслуживание диагностического оборудования.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального образования по специальности «Инженерное дело в медико-биологической практике» при изучении дисциплины «Эксплуатация и техническое обслуживание изделий медицинской техники».

УДК 615.47:616-07(07)
ББК 53я73

© Стрекаловская А.Д.,
Рачинских А.В.,
Санеева Т.А., 2011
© ГОУ ОГУ, 2011

Содержание

Введение.....	4
1 Принципы сервисного обслуживания	5
2 Анализ решения проблем	5
3 Неисправности схем.....	8
4 Сервисное обслуживание диагностического оборудования	9
5 Электрокардиографы	12
6 Электромиографы	18
7 Ультразвуковое диагностическое оборудование	19
Список использованных источников.....	25

Введение

В настоящее время происходит насыщение лечебно-профилактических учреждений изделиями медицинской техники (ИМТ), позволяющими использовать эффективные методики лечения и диагностики больных. Медицинская промышленность предоставляет врачам большой выбор изделий медицинской техники. Однако более или менее интенсивная эксплуатация ИМТ может привести к выходу их из строя. Для того, чтобы избежать дорогостоящего ремонта этих изделий после выхода их из строя, необходимо регулярно проводить их техническое обслуживание, что намного дешевле.

Только с помощью полноценного технического обслуживания ИМТ возможна минимизация затрат на их нормальную эксплуатацию в течение всего срока службы.

1 Принципы сервисного обслуживания

Карьера в сфере сервисного обслуживания электрических и электронных устройств может быть финансово привлекательной и приносить подлинное удовлетворение от работы. Эксперт обладает уникальным набором знаний в области электронной теории, техники решения проблем и квалификации в выполнении работ. Большинство электронных изделий и приборов содержат такие сходные элементы, как резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, выводы, разъемы, провода. Понимание причин стандартных поломок этих элементов и способов их тестирования является необходимой предпосылкой для специалиста. В этом разделе вы научитесь основам анализа решения проблем, узнаете распространенные неполадки и основные процедуры проверки работоспособности наиболее часто встречающихся электрических и электронных компонентов.

2 Анализ решения проблем

Прежде чем пытаться обслуживать прибор, вы должны сначала разработать концепцию решения проблем и применить ее к поиску неисправностей и ремонту. Первоначальный план действий таков:

- 1) анализ ситуации;
- 2) определение причин возникновения проблемы;
- 3) принятие решения.

Вы должны поступать именно в таком логическом порядке, в противном случае могут возникнуть ошибки, несчастные случаи, потери времени и лишние расходы. Например, многие специалисты по ремонту, обнаружив сгоревший предохранитель, просто заменяют его, вместо того, чтобы сначала определить причину возникновения проблемы. В результате может сгореть и следующий предохранитель.

Поэтому первым шагом в обслуживании устройства является анализ ситуации. Он предполагает критический обзор и всестороннее исследование возникшей проблемы, что позволяет специалисту понять причины, которые не позволяют прибору правильно работать. Это определяется простым осмотром общего состояния устройства.

Начните этот этап, задав вопросы заказчику и проведя наблюдения по следующим пунктам:

- 1) обсудите дефект с владельцем или пользователем;
- 2) сравните проблему с другими из вашего прошлого опыта;
- 3) может быть, неисправности и нет, а имеет место ошибка пользователя;
- 4) определите различия между текущим состоянием устройства и тем, которое должно быть при правильной работе;
- 5) оцените ситуацию в целом, отметив симптомы и необходимые изменения.

Определение причин возникновения проблемы вступает в силу, когда наблюдается отклонение от стандартного или желаемого состояния устройства. Примером является неправильно функционирующее или неработающее устройство. Поиск неисправностей представляет собой процесс определения причин проблемы. Первым шагом является организация работы. Начните с подготовки соответствующих схем, спецификаций производителя и руководств по техническому обслуживанию, инструментов и оборудования. Не старайтесь сократить этот этап, бросаясь сразу работать и тратя много времени на исправление устройства, в то время как простое чтение руководства по техническому обслуживанию может способствовать скорейшему решению проблемы. Другими словами, кто провалил этап планирования, тот гарантировал провал на пути устранения неполадок. Когда вы подготовились, выполните следующие операции:

- 1) опишите проблему;

2) сравните ситуацию с условиями работы устройства до возникновения неисправности;

3) опишите такие различия, как симптомы, шумы, запахи, которые были замечены при возникновении дефекта;

4) сравните что есть и чего нет. Какие компоненты в порядке, а какие нет, и до какой степени они дефектны;

5) проанализируйте разницу с помощью тестирования, обращая особое внимание на неочевидные и непрямые связи. Например, небольшие изменения допусков элементов или цвета могут указывать на причину неисправности.

Когда вы определили истинную причину возникновения проблемы, то готовы перейти к заключительной фазе, которая называется «принятие решений».

На этом этапе специалист рассматривает различные варианты решения проблемы и выбор наилучшего. Например, если выяснено, что причиной неполадок стал электродвигатель, может быть несколько способов исправления. В зависимости от условий работы всей системы в целом можно починить двигатель или поставить новый той же модели. Третий вариант: выбрать более современную версию двигателя. Принимая решение, вы должны обратить внимание на преимущества и недостатки каждого способа. Планирование действий при аварийной ситуации учитывает будущие изменения всей системы: ожидаемый срок службы, условия работы и внесенные изменения. Например, может быть не совсем разумно ставить новый двигатель, если вся система в скором времени морально устареет и, в любом случае, будет заменена.

Помните о необходимости всегда выполнять все три фазы: ситуационный анализ, определение причин возникновения проблемы (поиск неисправностей) и принятие решения (ремонт). Для того чтобы стать умелым экспертом необходимо понимать важность этой последовательности и не изменять ей.

3 Неисправности схем

Большинство людей хотели бы, чтобы электрические и электронные изделия были гарантированно предохранены от неисправностей, но, к несчастью, это невозможно. Вероятно, большинство поломок - прямо или косвенно - возникают в результате неправильного использования или неудовлетворительного технического обслуживания.

Электрические или электронные неисправности можно классифицировать по основным причинам их возникновения следующим образом:

- тепло;
- влага;
- грязь и загрязнения;
- ненормальное или излишнее перемещение;
- неправильная установка;
- производственные дефекты;
- животные и грызуны.

Когда электронные приборы подвергаются слишком сильному тепловому воздействию, возникают проблемы. Тепло увеличивает сопротивление некоторых элементов схем, что в свою очередь приводит к возрастанию тока. Высокая температура заставляет материалы расширяться, высыхать, трескаться, вздуваться и изнашиваться гораздо быстрее, и, рано или поздно, устройство выйдет из строя.

Влага вызывает большой ток в цепях и может привести к поломке элементов. Вода и другие жидкости вызывает расширение, деформацию, ускоренный износ материалов и аномальный ток (короткие замыкания). Грязь, дым, испарения, абразивные материалы, сажа, жир, масла приводят к тому, что электронные устройства засоряются и покрываются липким налетом, начинают работать в ненормальном режиме и затем выходят из строя.

4 Сервисное обслуживание диагностического оборудования

Значительная часть оборудования, которое используется сегодня в больницах, служит диагностическим средством для докторов, медсестер и других работников здравоохранения. Развитие этого типа оборудования в значительной степени стало следствием космической программы 1960 годов. Наблюдение физиологических параметров астронавтов стало необходимым, поскольку тело человека впервые подвергалось воздействию неизвестной среды и сил. Например, в определенный период ученые считали, что человек не может выжить в условиях движения, выше скорости звука. Но потом появились сверхбыстрые машины, и ученые занялись изучением воздействия таких условий на человеческое тело.

Были разработаны методы и оборудование для измерения частоты сердечных сокращений, кровяного давления, параметров дыхания, температуры тела, электрической активности мозга и т.д. Часто эта информация передавалась в виде радиосигналов, для того, чтобы обеспечить человеку полную свободу движений. Все эти инструменты нашли применение на рынке услуг здравоохранения, и в 1970 годах стали возникать фирмы - поставщики биомедицинского оборудования.

Другие существующие технологии - рентгеновская и ультразвуковая визуализация (разработанная в результате исследований эхолотатора) были улучшены и стали применяться в медицине. Были созданы различные типы преобразователей для формирования электрических сигналов, пропорциональных таким показателям, как содержание в крови кислорода, двуокиси углерода, окиси углерода, различных токсинов и т.д. Были разработаны очень точные инструменты для измерения малых единиц напряжения, тока или сопротивления (проводимости) для формирования количественных оценок этих переменных величин.

Для того чтобы любой из этих приборов служил по своему назначению, медицинский персонал должен уметь протестировать его. Это поможет

убедиться в точности результатов и провести настройки для коррекции расхождения между выходным сигналом, который должен быть, и выходным сигналом, который реально выдает прибор. Этот процесс обычно называется калибровкой. Для диагностического оборудования калибровка выполняется путем подачи на вход известной величины и настройки прибора для обеспечения соответствующего выходного сигнала. Формы входных и выходных воздействий могут быть очень разными для различных типов диагностических инструментов, более специфические детали будут обсуждаться при рассмотрении конкретного оборудования.

Во-первых, необходимо проверить работу сердца. В ситуациях оказания первой помощи необходимо найти пульс, прощупав изменение давлений в основных кровеносных сосудах. Наличие пульса говорит о том, что пострадавший жив, но не дает достаточной информации о текущем состоянии сердца пациента.

Сердце - мышечный орган, часть очень сложной структуры, известной как кровеносная система. У него есть локальная система управления, которая синхронизирует все аспекты сердечных сокращений и инициирует движение мышцы. Это очень похоже на работу пресса на производственных предприятиях, который снабжен программируемым логическим контроллером для синхронизации подачи исходного материала, выполнения операции и передачи готового изделия на следующий этап. Так же, как производительность пресса руководится крупной системой управления, частота сердечных сокращений ускоряется и замедляется нервной системой.

Мышечный орган делится на две половины, левую и правую, каждая из которых состоит из двух камер: верхней (предсердие) и нижней (желудочек). Задача предсердия - принимать из вен возвращающуюся из тела и легких кровь и подавать ее в желудочки - основные камеры насоса. Желудочки заставляют кровь идти в артерии для подачи в разные органы и легкие. Каждый удар сердца начинается в локальном нервном центре, который расположен в правом предсердии и называется синусно-предсердный узел.

Синусно-предсердный узел изменяет ионный баланс вокруг, который можно измерить по изменению электрического напряжения. Этот маленький импульс заставляет соседние мышечные клетки сокращаться или деполяризовываться. Происходит цепная реакция, которая в результате дает волну сжатия мышцы, распространяющуюся вокруг и вниз по мышце предсердия. Это движение заставляет кровь идти через клапан в желудочки. Волна сжатия прекращается на уровне ткани, которая разделяет предсердие от желудочков. Импульс от синусно-предсердного узла передается также в атриовентрикулярный узел, который создает временную задержку, чтобы позволить предсердию завершить сжатие. После этой короткой задержки атриовентрикулярный узел выдает импульс, передающийся по нервным волокнам в пучок Гиса, расположенный в нижней части внутренней стенки желудочков. Это создает волну мышечного сжатия изнутри наружу и снизу вверх в нижних камерах, которое выдавливает кровь в артерии.

Ионная активность мышечных клеток, связанная со сжатием и расслаблением, распространяется по всему телу и может быть измерена с помощью преобразования биологического (ионного) потенциала в электрический потенциал с помощью электродов. Электроды представляют собой небольшие металлические диски из серебра и хлорида серебра, см. рисунок 1.

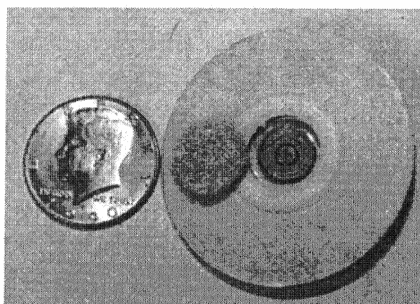


Рисунок 1 - Электроды ЭКГ

Они устанавливаются на адгезивный диск. Пропитанная электролитическим гелем губка создает контакт электрода с кожей, на котором всегда генерируется небольшой потенциал. Комбинация материала электрода и ионов тела работает как гальванический элемент. По мере того

как ионы приходят и уходят вследствие сердечной активности, соответствующим образом меняется и напряжение на электродах. Это создает электрический сигнал, показывающий активность сердца. Получаемые формы сигналов называются электрокардиограммами (ЭКГ).

5 Электрокардиографы

Электрокардиограф представляет собой прибор, который записывает изменяющиеся во времени формы сигналов, отражающих работу сердца (рисунок 2).

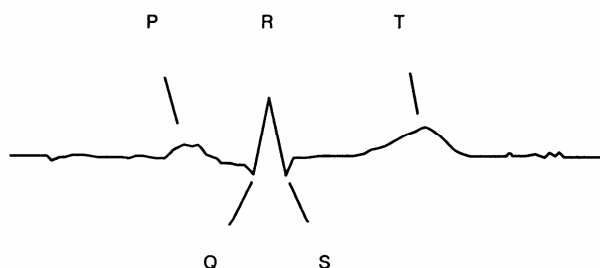


Рисунок 2 - Определения сигналов ЭКГ

Волна Р показывает сжатие предсердия после запуска атриовентрикулярным узлом. Волны Q, R, S являются комбинированным результатом расслабления предсердия и сжатия желудочков. Волна Т является результатом расслабления желудочков. Измеряя высоту (амплитуду напряжения) и время между событиями, врач может узнать очень много об электрических показателях работы сердца. Для получения полной картины активности сердца, врач должен рассмотреть ее с нескольких точек зрения. Диагностическая ЭКГ дает 12 различных форм, каждая из которых представляет различные точки зрения.

К пациенту присоединяются десять электродов. Три подключаются к верхней части правой половины груди (RA), к верхней части левой половины груди (LA) и нижней части живота (LL). Эти положения электродов часто

называют правая рука, левая рука и левая нога, поскольку ранние варианты получения ЭКГ требовали ведер с соленой водой вместо небольших адгезивных электродов. Три электрода образуют треугольник вокруг сердца, создавая три угла наблюдения электрической активности. Вывод I идет от правой руки к левой руке, вывод II от правой руки к левой ноге, а вывод III от левой руки к левой ноге, как показано на рисунке 3.

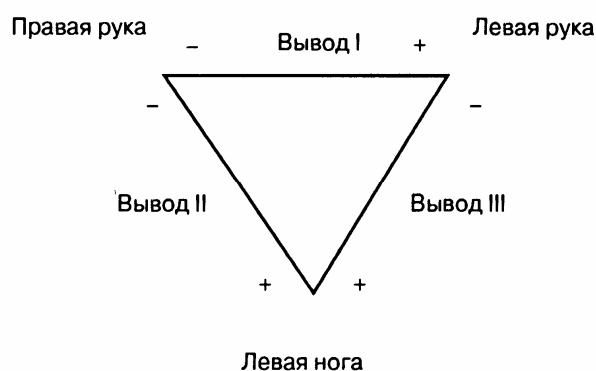


Рисунок 3 - Треугольник Эйнтховена для электрических измерений

Три других модели сердца формируются с помощью измерения сигнала электрода на одной конечности относительно среднего значения двух других. Они называются AVR, AVL, AVF. Еще шесть электродов (V1-V6) располагаются по дуге на левой стороне грудной клетки. Каждый из этих выводов дает значение относительно среднего значения трех электродов конечностей. Десятый электрод прикрепляется в правой части живота (правая нога) для улучшения отношения сигнал/шум. Электрически каждый усилитель ЭКГ имеет только два входа, которые измеряют потенциал между двумя электродами. Диагностический ЭКГ имеет три таких усилителя и схему автоматического переключения для подключения усилителей к соответствующим электродам, установленным на пациенте.

На рисунке 4 показаны сигналы для полной диагностики с помощью ЭКГ с 12 выводами.

25mm/s	Med:				
10mm/mV	74yr	Ht:	Wt:	SINUS BRADICARDIA	
100Hz	Sex: M	Race: Cauc		OTHERWISE NORMAL ECG	
Pgm 008B	Loc:	Room: OP			
12SLtm v78	Option: 10				
	Vent. rate:	53 BPM			
	PR interval	144 ms			
	QRS duration	88 ms			
	QT/QTc	424/395 ms			
Cart:	5	P-R-T axes	58	-2	12
	Referred by:			Unconfirmed	

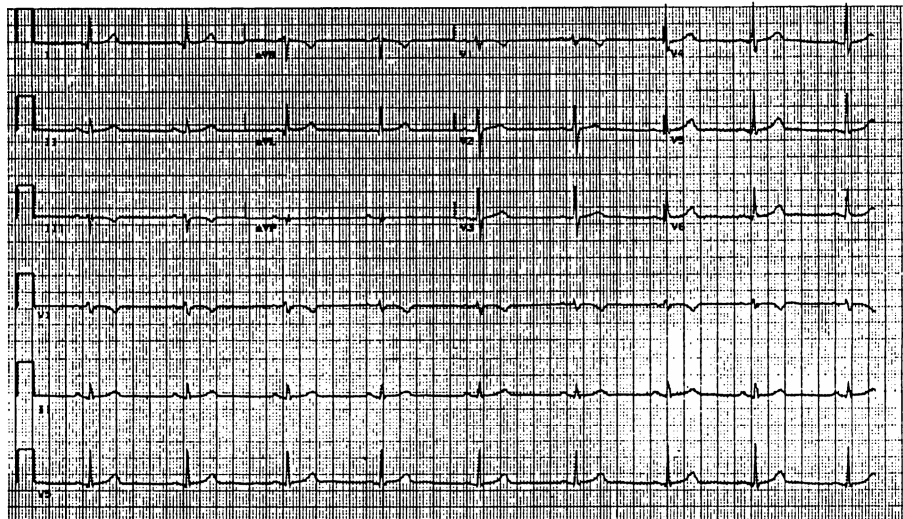


Рисунок 4 - ЭКГ

Вертикальная шкала имеет масштаб 0,5 мВ на большое деление. Обратите внимание на калибровочный импульс 1 мВ слева. Комбинация из трех выводов записывается одновременно, и машина автоматически переключается на другие наборы выводов каждые 2,5 с. ЭКГ делится на четыре секции с результатами для трех проводов в каждой. В ходе теста выбираются три провода, которые задают ритм, они показаны в нижней части диаграммы. Современные аппараты ЭКГ выполняют автоматически целый набор измерений и вычислений, а также предлагают врачу диагноз, который он может принять или отвергнуть. Это можно видеть в верхней части диаграммы. Одноканальные ЭКГ мониторы используются для постоянного наблюдения пациентов в критическом состоянии. Эти приборы используют только электроды на конечностях. В типичном трехпроводном мониторе набор входных переключателей выбирает, какие два электрода измеряются. Усиленный сигнал ЭКГ оцифровывается и хранится в памяти, содержащей информацию за 5-10 с.

Формы выходных сигналов выводятся на экран ЭЛТ. Если медицинский персонал замечает аномалию, то по нажатию кнопки Record происходит запись этой информации, прежде чем она покинет экран. После этого данные распечатываются на бумажном носителе.

Поскольку эти биопотенциалы очень малы по сравнению с величиной электрического шума, который присутствует в современной окружающей среде, мониторы ЭКГ требуют специальных усилительных схем, которые называются дифференциальными усилителями. Дифференциальный усилитель производит измерения разности напряжений между двумя точками, не связанными с землей. Один вход дифференциального усилителя инвертируется, другой - нет. Эти два сигнала складываются. Любой сигнал, который присутствует на обоих входах, в частности, сигналы шума, возникшего в проводах, исчезают. Это называется синфазным сигналом. Любая разность между двумя электродами усиливается, обычно с коэффициентом 1000. Это называется дифференциальным усилением. Соотношение между дифференциальным усилением и синфазным усилением называется коэффициентом ослабления синфазного сигнала (КОСС). Хороший аппарат для ЭКГ должен иметь этот коэффициент 100 000 или более для того, чтобы избавиться от шума и усилить сигнал.

Поскольку электроды подключаются непосредственно к коже пациента иногда на несколько дней подряд, не должно быть ни малейшего шанса, что ток пойдет от аппарата ЭКГ в пациента или из пациента в аппарат. Следовательно, все схемы усилителей ЭКГ должны быть полностью изолированы от земли, как показано на рисунке 5.

Источник питания для дифференциального усилителя обычно изолируется трансформатором с низкой утечкой или преобразователем постоянного тока в постоянный ток для обеспечения отсутствия связи с землей шасси. Когда сигнал усиливается до уровня около 1 В, он проходит в другие части схемы через каскады гальванической развязки, обеспечивающие определенную форму изоляции. Обычно сигнал

модулируется в сигнал более высокой частоты и проходит через трансформатор или оптический блок сопряжения для демодуляции на стороне с заземлением.

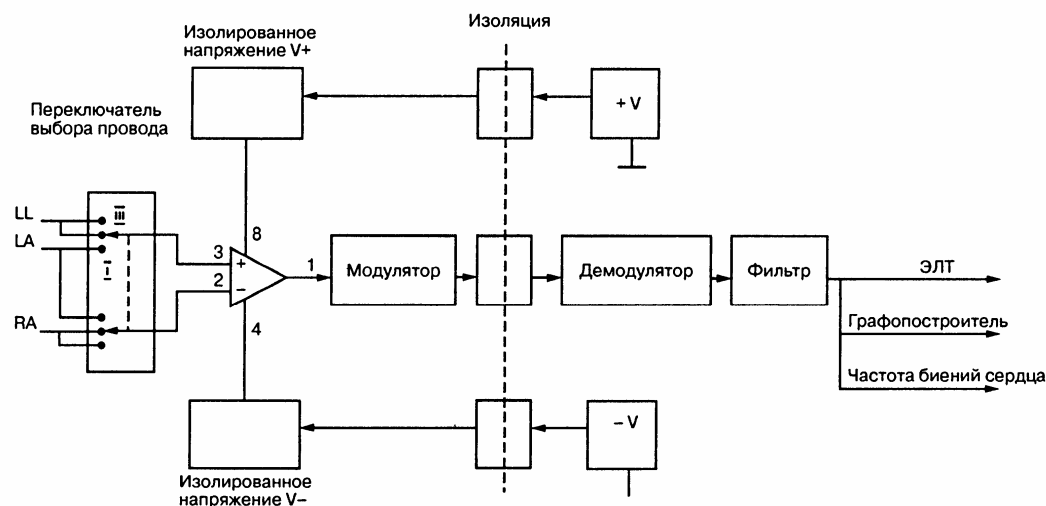


Рисунок 5 - Изоляция приемной и передающей стороны ЭКГ

Для диагностики ЭКГ полосовой фильтр устанавливает верхнюю точку спада на 100 Гц и нижнюю точку спада на 0,05 Гц. Для целей мониторинга верхняя частота устанавливается обычно 50 Гц для предотвращения влияния основного источника помех (электросеть), а нижняя частота обычно 0,1 Гц во избежание излишнего дрейфа базовой линии.

Многие аппараты ЭКГ содержат встроенный источник 1 мВ, который используется для калибровки. Часто оператор может отрегулировать коэффициент усиления таким образом, что когда на вход подается импульс 1 мВ, на выходе величина сигнала составит около 1 см. В таких случаях специалист по биомедицинскому оборудованию должен проверить внутреннюю калибровку с использованием высококачественного вольтметра.

Также специалист должен обеспечить генерацию точного входного сигнала 1 мВ и настроить коэффициент усиления в аппарате для обеспечения желаемого выходного отклонения на самописце или дисплее.

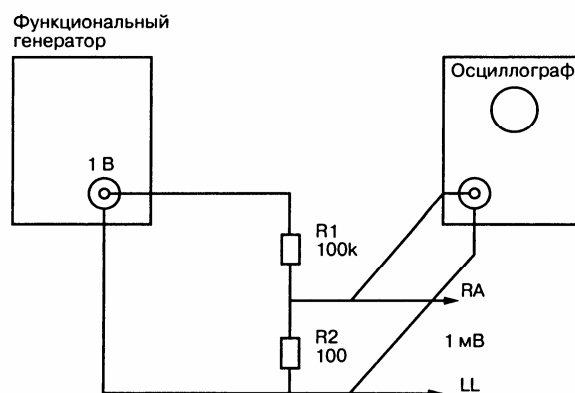


Рисунок 6 - Генератор входного сигнала 1 мВ

Большинство поставляемых генераторов не имеет прецизионной регулировки уровня выходного сигнала. На выходе функционального генератора можно установить делитель напряжения, как показано на рисунке 6. К сожалению, для настройки выходной амплитуды необходим очень качественный осциллограф с дифференциальным входом.

Другой способ получить сигналы столь низкой амплитуды заключается в использовании резисторов с малым отклонением от номинального значения, образующих прецизионную схему деления 100:1 или 1000:1, и применении осциллографа соответствующего класса точности для регулировки генератора при получении 0,1 В или 1,0 В соответственно. Другой подход состоит в использовании специально спроектированного симулятора ЭКГ, показанного на рисунке 7. Многие из имеющихся устройств дают имитацию форм сигналов ЭКГ и кровяного давления, а также имеют выход калиброванных импульсов.

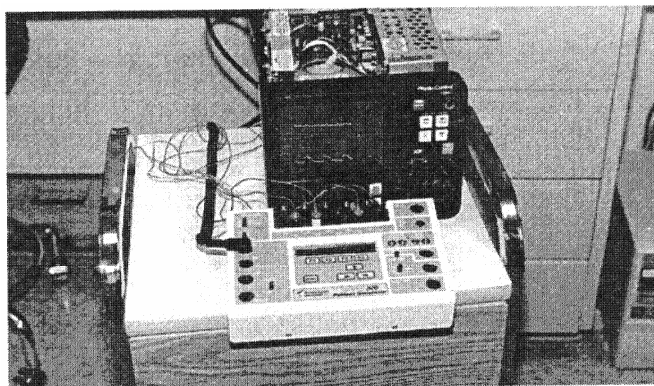


Рисунок 7 - Симулятор физиологических сигналов

Следует также выполнить и другие тесты: проверить частотную характеристику и коэффициент ослабления синфазного сигнала. Частота среза по ВЧ определяется точкой, в которой амплитуда сигнала уменьшится до 70 % своего исходного значения. Нижнюю граничную частоту найти не так просто. При частоте 0,05 Гц 1 цикл будет продолжаться 20 с, что делает обычный тест очень утомительным занятием. Лучший метод заключается в подаче на вход последовательности прямоугольных импульсов с амплитудой 1 мВ и наблюдение времени, необходимого для того, чтобы выходной сигнал упал до 0,5 мВ. Чем большее время для этого требуется, тем ниже граничная частота. Это соотношение определяется формулой

$$F = 0,22/T,$$

где T - период следования прямоугольных импульсов.

6 Электромиографы

Электромиограф (ЭМГ) используется для измерения реакции скелетных мышц. Измерения времени реакции, которые называются исследованиями нервной проводимости и скорости проводимости, могут выполняться с помощью стимуляции нервной системы импульсом тока, например, на кисти, и измерения реакции на мышцах плеча, что дает ценную информацию медику. Так, защемленный нерв замедляет скорость импульса,

это увеличивает задержку или время задержки. ЭМГ также позволяет измерить множество различных показателей мышечной активности, например, действие сфинктеров. Мочевой пузырь накачивается, как воздушный шар, двуокисью углерода, и электроды измеряют реакцию мышц, пытающихся удержать его. Другие аппараты ЭМГ используются в операционных для измерения неврологической активности во время сложных операций на мозге и позвоночнике.

Все приборы, которые измеряют биопотенциалы - ЭКГ, ЭЭГ и ЭМГ - имеют очень малые значения входных сигналов и используют усилители, которые должны быть изолированы от земли. Это может вызвать определенные затруднения у специалиста при прослеживании сигнала от входа до выхода. Использование обычного, заземленного осциллографа с одним щупом может вызвать значительный шум в схеме. Кроме того, осциллограф сам по себе не может работать с низкими уровнями сигналов при очень малом отношении сигнал/шум. Лучший выход - использовать высококачественный дифференциальный осциллограф, у которого ни один из входных каналов не проводит измерения относительно земли. Многие двухканальные осциллографы позволяют инвертировать канал 2 и суммировать его с каналом 1 для обеспечения дифференциальных измерений. После того как сигнал был усилен изолированным предусилителем, можно вспомнить о традиционных методах обслуживания аналоговых схем.

7 Ультразвуковое диагностическое оборудование

Ультразвуковые технологии были разработаны во время Второй мировой войны для морских систем эхолокации. Сегодня те же принципы используются для получения информации состоянии тела человека без хирургического вмешательства. Звуковое и ультразвуковое оборудование основано на том факте, что звук имеет известную скорость. Когда звуковые

волны встречают границу раздела материалов с разной плотностью, часть энергии отражается назад к источнику. Измеряя время, которое прошло между созданием исходного импульса и возвращением «эха», можно определить расстояние до объекта.

Частота ультразвуковых волн выше 20 кГц. Обычно их генерируют, заставляя пьезоэлектрический кристалл вибрировать на его собственной резонансной частоте с помощью приложения импульсного переменного высокого напряжения к его граням. По мере того как звуковой импульс идет от преобразователя, он ослабевает. Если он встречает изменение в плотности среды, только часть звука отражается и возвращающийся сигнал ослабевает еще больше. Следовательно, эхо от близлежащих объектов значительно сильнее отражения от объектов, расположенных далеко. Для компенсации этого эффекта схема приемника эха должна увеличивать свой коэффициент усиления вместе с отсчетом времени от начального звукового импульса. Выполняющая эту регулировку схема называется дифференциальной регулировкой усиления, и ее работа показана на рисунке 8. После получения всего отраженного импульса генерируется следующий импульс, и процесс повторяется.

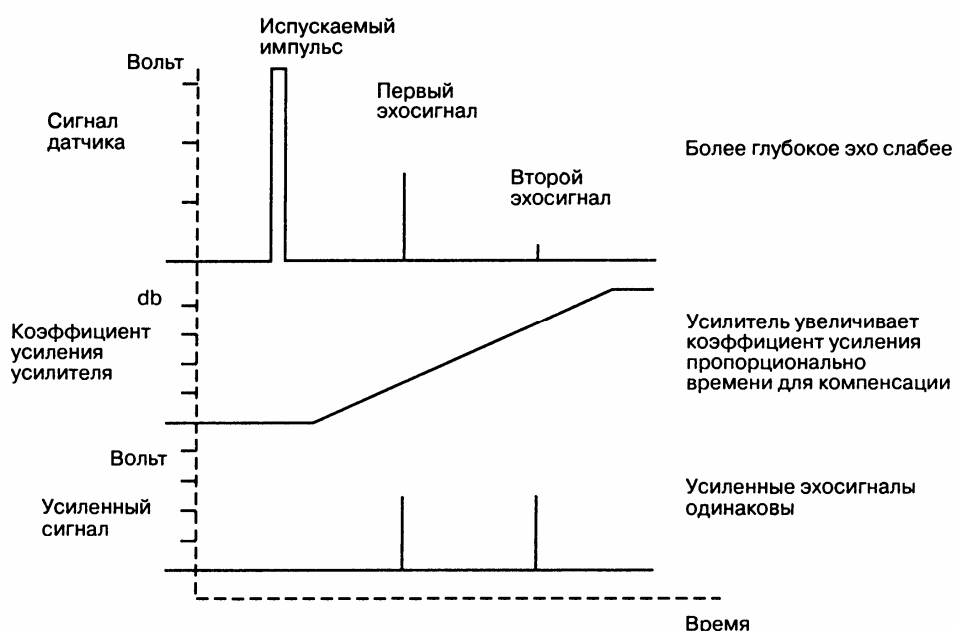


Рисунок 8 - Дифференциальная регулировка усиления ультразвуковых сигналов

Существует много способов отображения информации, полученной с помощью подобного эха. А-режим дает информацию о расстоянии между границами и величине эха, которая представляет собой количественную оценку разности плотности между двумя веществами на границе. Этот тип информации можно получить с помощью осциллографа, как показано на рисунке 9.

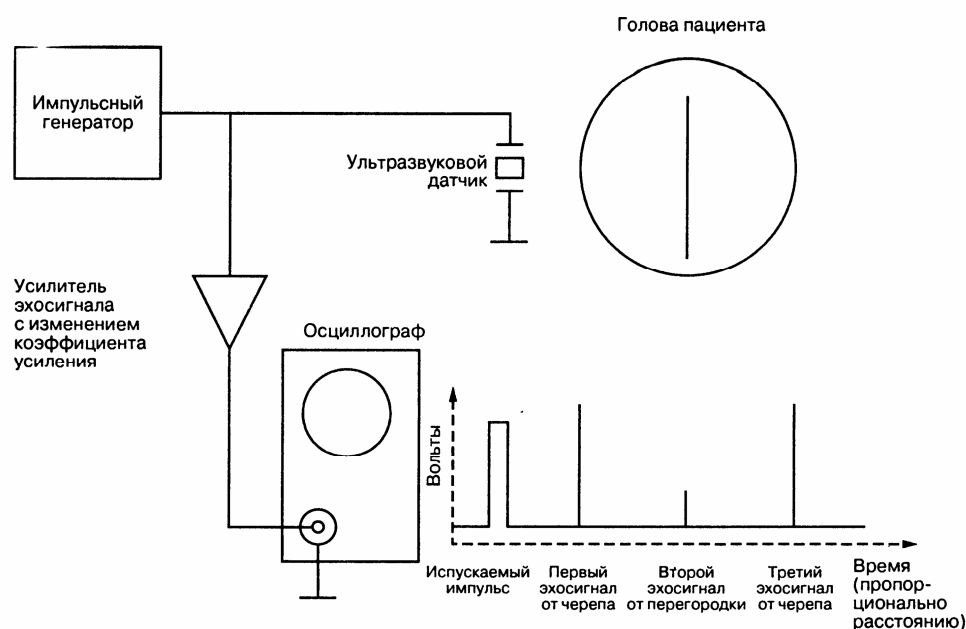


Рисунок 9 - Пациент в цилиндре для сканирования установки ЯМР

Толстый хрящ возле виска дает сильное эхо, тонкая граница перегородки, разделяющей мозг, дает меньшее эхо, череп или хрящ на другой стороне головы - сильное эхо.

Этот режим предназначен для наблюдения движения тканей, например, сердца. Вместо того чтобы подавать эхо-сигнал на вертикальную ось, как это имеет место в осциллографе, он подается на ось z (интенсивность). Сильное эхо вызывает на экране яркую точку, слабое эхо дает более тусклую точку. Светочувствительная бумага, проходящая через электронно-лучевой дисплей с одной линией элементов со скоростью около 25 мм/с, дает распечатку эхосигнала в М-режиме.

Наиболее удивительная форма ультразвукового изображения - сканирование в В-режиме - выполняется с помощью перемещения

преобразователя по дуге с повторяющимися импульсами и дает веерообразный разрез исследуемой ткани, образованный множеством векторов наблюдения, как показано на рисунке 10.

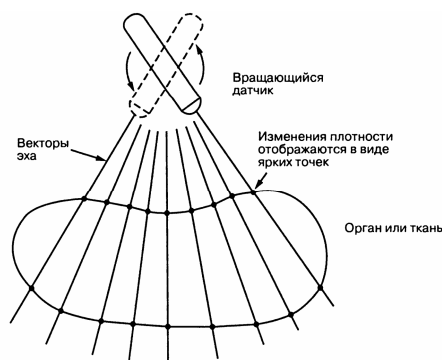


Рисунок 10 - Работа секторного сканера в В-режиме

Каждое возвращающееся эхо представлено в виде точки, интенсивность которой индивидуальна для каждого текущего вектора сканирования. При одновременном показе всех векторов сканирования можно видеть границу ткани, как показано на рисунке 10.

Одним из способов получения такого дугового изображения из ультразвуковых векторов является построение вращающегося преобразователя. Эти устройства имеют встроенный в конец преобразователя двигатель. Электрические импульсы возбуждения кристалла поступают от электронного блока через кольца коммутатора, которые позволяют кристаллу вращаться. При достижении заданного угла кристалл испускает быструю последовательность импульсов, позволяющую сформировать векторы звуковых волн и получить информацию об эхе. Преимущество этого метода заключается в использовании одного кристалла преобразователя и связанной с ним схемы приема и передачи. Основным недостатком заключается в том, что в преобразователе появляются движущиеся части, что делает его очень уязвимым к физическому повреждению, механическому износу и может вызвать шумы в сигнале.

Другим вариантом является ультразвуковой датчик для конвергентного сканирования снабженный множеством отдельных кристаллов, образующих прямую линию. Каждый кристалл имеет свою цепь передачи и приема. Управляя порядком включения кристаллов можно генерировать определенную волну, которая будет направлена по радиальной линии сектора. Этот сигнал принимается и усиливается каждым кристаллом, затем сигналы суммируются и дают один вектор сканирования. Преимущество этого датчика заключается в том, что вектор формируется без использования движущихся частей. Обычно преобразователи ультразвуковых датчиков для конвергентного сканирования меньше, чем преобразователи с вращающейся головкой.

Изготовить головку преобразователя с множеством мелких кристаллов достаточно сложно и очень дорого. Множество плат приемников и передатчиков увеличивает стоимость систем с ультразвуковыми датчиками конвергентного сканирования, но это может оказаться полезным при обслуживании таких устройств. Типичный секторный сканер показан на рисунке 10. Ультразвуковой датчик для конвергентного сканирования находится слева от прибора, а на экране показано сохраненное изображение.

Все эти приборы предоставляют собой достаточно сложные цифровые преобразователи, которые превращают информацию звуковых векторов в видеоизображения, чтобы вывести на стандартный растровый монитор. Большинство этих систем оцифровывают аналоговый сигнал яркости для каждого вектора и выполняют различные функции цифровой обработки для улучшения окончательного изображения.

Вследствие природы схем ультразвукового датчика для конвергентного сканирования, печатные платы секций приема и передачи обычно устанавливаются в корпус, что затрудняет измерения. Для того, чтобы работать с такой печатной платой, необходима специальная плата-переходник, поставляемая изготовителем. Она обеспечивает механическую фиксацию и электропитание исследуемой платы вне корпуса. На практике

очень трудно увидеть воздействие одной платы приема-передачи на качество изображения. Хорошее изображение можно получить, даже если удалить несколько плат, так как каждая из них дает не отдельный вектор изображения, а участвует в обеспечении точности и полноты каждого вектора в сканировании сектора.

Для проверки выхода платы приема-передачи необходимо с помощью осциллографа наблюдать каждый принимаемый сигнал до суммирования. Понимание функций базовой секции очень важно для локализации неисправности в таком сложном устройстве.

Если проблема заключается в плохом качестве изображения, специалист по биомедицинскому оборудованию должен определить, имеет ли место неисправность в самом оборудовании, или прибор неправильно используется. Ничем нельзя заменить опыт при определении правильности формирования изображения. Вес пациента, структура костей, положение датчика и т.д. влияют на качество изображения. Большинство специалистов очень хорошо знают изображение собственного сердца при правильной работе установки и при стандартном положении органов управления. Поместив датчик между ребер, специалист немедленно получает изображение. Это помогает ему понять, насколько хорошо работает прибор.

Значительное время при работе с этими устройствами тратится скорее на калибровку, чем на поиск неисправностей. Большинство обычных жалоб касаются именно качества изображения. Аналоговые эхосигналы переводятся в различные оттенки серого цвета и сохраняются в преобразователе. Сигналы обрабатываются с использованием средних значений и интерполяции для придания плавности изображению и уменьшения воздействия шума. Даже если все схемы сбора и обработки данных работают отлично, изображение должно еще быть выведено на самописец или экран. Специалист должен регулярно калибровать видеосекцию для обеспечения должной яркости и контрастности. Генераторы тестовых сигналов часто встраиваются в систему для

регулировки чистоты изображения и проверки способности устройства показывать все оттенки серого.

Измерения расстояний также необходимо проверять с помощью тестовой модели. Тестовая модель представляет собой блок из материала, который может проводить звуковые волны с такой же скоростью, как человеческое тело

В блок встраиваются металлические объекты, которые будут давать отражение сигнала. Поскольку расстояние от датчика до каждого металлического объекта известно, можно настроить систему ультразвуковых измерений для соответствия этим величинам.

Список использованных источников

1 Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / под ред. В.В.Клюева. – М. : Машиностроение, 2005. – 490 с.

2 Неразрушающий контроль металлов и изделий : справочник / под ред. Г.С. Самойловича. – М. : Машиностроение, 2004. – 456 с.

3 Политехнический словарь / гл. ред. И.И. Артоболевский. – М. : Советская энциклопедия, 2008. – 607 с.

4 РД 03-606–03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. – М. : Из-во государственного унитарного предприятия «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 101 с.

5 Воронкин, Ю.Н. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования / Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков. – М. : Академия, 2002. – 240 с.

6 Кормильцин, Г.С. Основы монтажа и ремонта технологического оборудования / Г.С. Кормильцин, О.О. Иванов. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2001. – 87 с.