

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 АППАРАТОВ ДЛЯ ОБЩЕЙ ХИРУРГИИ

Методические указания  
к практической работе

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

Оренбург  
ИПК ГОУ ОГУ  
2011

УДК 615.478.6(07)

ББК 54.5я7

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 аппаратов для общей хирургии: методические указания к практической работе / А.Д. Стрекаловская, А.В. Рачинских, Т.А. Санеева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2011. – 19 с.

Методические указания устанавливают объем и содержание практической работы, содержат номенклатуру приборов для электрохирургии и их техническое обслуживание.

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 615.478.6(07)

ББК 54.5я7

© 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 Приборы электрохирургии.....	9
5 Профилактическое техническое обслуживание.....	11
6 Вопросы для самоконтроля.....	13
7 Контрольные вопросы.....	17
Список использованных источников.....	18
Приложение А Типовые неисправности диагностического и терапевтического оборудования.....	19

## **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 этой главе 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 Приборы электрохирургии

Электрохирургические приборы используются в течение десятилетий как первичные инструменты в операционной и могут использоваться в качестве скальпеля для разрезания тканей при соединении концов вскрытых кровеносных сосудов. Приборы электрохирургии представляют собой, в основном, высокочастотные генераторы высокой мощности, энергия которых направляется через конец электронного скальпеля и проходит через тело пациента к обратному электроду. Ткань разрезается за счет нагревающего действия поля высокой частоты и плотности, аналогично микроволновой печи. Поскольку мышцы и нервы пациента не реагируют на высокочастотный ток, нет опасности электрического удара. Если высокочастотная энергия имеет возможность выйти из тела через другую цепь, помимо обратного электрода, возникнет опасность ожога. Поэтому в большинстве современных систем используется схема, где цепь, в которую включен пациент, изолирована от земли, при этом ведется постоянный мониторинг непрерывности цепи для гарантии правильного расположения пластины электрода.

Прежде, чем приступить непосредственно к обслуживанию схемы, проверьте наличие очевидных неисправностей, типичных для данных устройств. Например, часто ржавеют, изнашиваются или выходят из строя небольшие сменные детали «петельки», «режущие кромки». Даже при наличии специальных средств для очистки эти детали приходится часто заменять. Обычная жалоба хирурга заключается в том, что ему приходится устанавливать регулятор мощности на более высокое значение, чем обычно. Это может быть показателем того, что хирургический инструмент или весь активный электрод и кабель необходимо заменить.

Большинство современных устройств имеют съемные резцы, которые заменяются для каждой процедуры, но кабели и рукоятки активных электродов

обычно стерилизуются и используются повторно. Очень часто медицинский персонал использует кабели и разъемы слишком долго или злоупотребляет ими. К сожалению, нередко специалист по обслуживанию получает электрохирургический инструмент без кабеля, который использовался во время процедуры, с прикрепленной запиской «сломался». Медперсоналу нужно постоянно напоминать о том, что специалиста нужно вызывать при первых признаках неисправности, чтобы можно было провести тщательную диагностику.

Для сервисного обслуживания электрохирургического прибора к его выходу должна быть подключена тестовая нагрузка. В этом качестве часто используется лампа накаливания, как показано на рисунке 1.

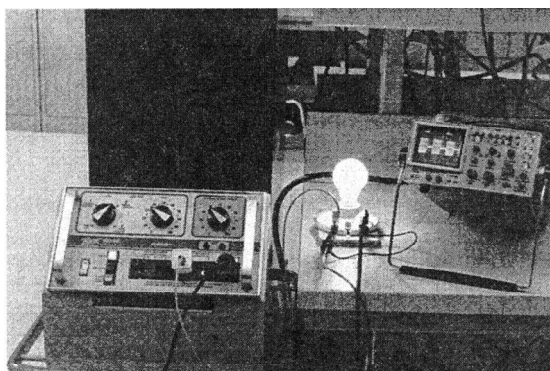


Рисунок 1 - Проверка выхода электрохирургического прибора

При проведении измерений внутри электрохирургического прибора с включенным выходом необходима крайняя осторожность. Измерительное оборудование - вольтметры, осциллографы и др. - можно подключать только при выключенном выходе устройств. Руки специалиста никогда не должны находиться внутри устройства при включенном питании. В противном случае та же самая высокочастотная энергия, которая предназначена для цепи пациента, может пройти через специалиста.

Калибровка и проверка характеристик обычно выполняются с помощью измерителя высокочастотной выходной мощности, тестовой нагрузки и осциллографа. Измеритель выходной высокочастотной мощности и тестовая нагрузка

обычно поставляются вместе с разъемами для выхода осциллографа. Тестовая нагрузка обычно обладает сопротивлением 500 Ом для моделирования импеданса тела человека на высоких частотах. Выходной сигнал имеет форму непрерывной волны для режима резки, и циклической последовательности импульсов переменных частот для режима коагуляции, как показано на рисунке 2.

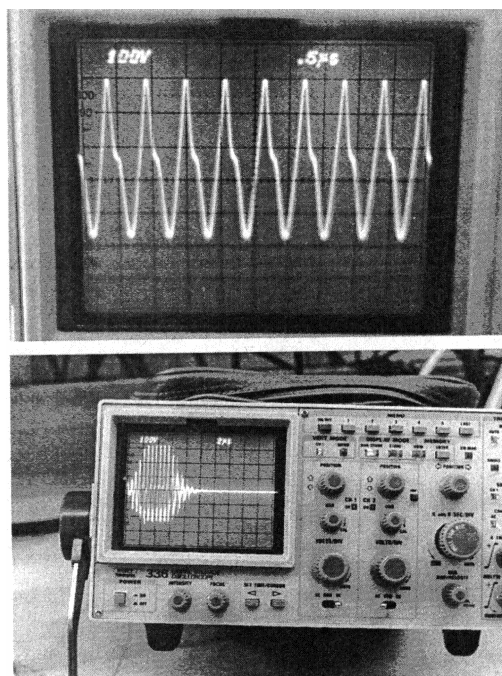


Рисунок 2 - Формы сигналов при резании и коагуляции

## 5 Профилактическое техническое обслуживание

Для сферы биомедицинской электроники регулярное профилактическое техническое обслуживание обязательно. Если возникает неисправность промышленного оборудования, это обычно означает потерю доходов. При выходе из биомедицинского оборудования может произойти смерть человека. Многие невозможно полностью предотвратить, как, например, случайную протечку жидкости, обильное кровотечение, коррозию под действием соляного раствора, механические проблемы. Важно убедить медицинский персонал сообщать об оборудовании, с которым что-то произошло, даже если оно, на первый взгляд,

вполне работоспособно. Негативные эффекты могут не проявляться в течение месяцев, но вызовут поломку в критический момент.

Регулярная проверка электрической безопасности позволяет визуально оценить каждую часть оборудования. Большинство составляющих оборудования в больницах также включаются в график регулярного профилактического технического обслуживания. Вырабатываются стандартные процедуры для каждого типа приборов, которые регламентируют интервалы между проверками технического состояния, детали для замены, необходимые калибровки и процедуры тестирования. Каждый прибор снабжен идентификационным номером для технического обслуживания. Большинство инженерных программ в клиниках в настоящее время используют для ведения учета технического обслуживания компьютер. Имеется программное обеспечение, которое автоматически формирует порядок проведения работ для технического обслуживания прибора. Для большинства диагностического оборудования калибровка требует моделирования входного сигнала, который обычно поступает от пациента. Для этого часто бывает необходимо приобрести специальное оборудование. Аналогично, большая часть терапевтического оборудования потребует моделирования нагрузки на выходе и каких-либо средств для измерения выходных сигналов. Специальные инструменты часто очень дорого стоят, но могут оправдать затраты при поддержании работоспособности нескольких единиц оборудования.

## 6 Вопросы для самоконтроля

1 Какое оборудование из перечисленного ниже может считаться терапевтическим, в отличие от диагностического:

- а) электрокардиограф;
- б) кардиостимулятор;
- в) компьютерный томограф;
- г) установка ЯМР.

2 Повреждения от электрического удара определяются:

- а) напряжением источника питания;
- б) током, который может дать источник питания;
- в) сопротивлением тела;
- г) всем указанным выше.

3 Тело наиболее чувствительно к электрическим токам при постоянном токе:

- а) 60 Гц;
- б) 1 кГц;
- в) 1 МГц.

4 Сопротивление заземления кабеля питания для приборов ухода за пациентом должно составлять:

- а) более 1 Ом;
- б) менее 100 Ом;
- в) более 150 Ом;
- г) менее 0,15 Ом.

5 Настройка прибора для подтверждения и обеспечения точности результатов называется:

- а) калибровка;
- б) проверка безопасности;

в) поиск неисправностей;

г) диагностика.

6 Монитор ЭКГ использует:

а) стандартный усилитель низкой частоты;

б) усилитель высокой частоты;

в) дифференциальный усилитель;

г) ничего из перечисленного.

7 Коэффициент ослабления синфазных сигналов ЭКГ должен быть:

а) более 100 000;

б) менее 1;

в) больше 1000;

г) больше 100.

8 Установка ЭКГ имеет шум 60 Гц на двух графиках, для вывода I и для вывода III, но вывод II нормальный. Проблема, вероятно, заключается в:

а) электрод правой руки;

б) электрод левой руки;

в) электрод левой ноги;

г) дифференциальный усилитель.

9 Цифровые самописцы:

а) могут печатать только цифры;

б) используют нагретое перо и гальванометр;

в) печатают с использованием линейного массива нагревательных элементов;

г) используют чернила для печати на бумаге.

10 Эффективность рентгеновской трубки:

а) менее 1 %;

б) обычно 50 %;

в) более 99 %;

г) ничего из перечисленного.

11 Цель использования вращающегося анода в рентгеновской трубке заключается в том, чтобы:

- а) рентгеновские лучи двигались быстрее;
- б) рентгеновские лучи лучше проникали;
- в) для рассеяния образующегося тепла;
- г) для всего указанного выше.

12 Калибровка газового анализатора крови выполняется:

- а) каждые 2 ч автоматически;
- б) каждую неделю врачом, специалистом по респираторным заболеваниям;
- в) ежегодно специалистом по техническому обслуживанию;
- г) только на предприятии-изготовителе.

13 Периодические процедуры, которые выполняет специалист по поиску неисправностей биомедицинского оборудования при обслуживании газового анализатора артериальной крови, это:

- а) обязательная очистка всех трубопроводов;
- б) замена изношенных трубок насосов, резиновых частей и фильтров;
- в) функциональное тестирование с использованием диагностического программного обеспечения;
- г) все перечисленное.

14 Проверка терапевтического оборудования не включает:

- а) калибровочный образец;
- б) тестовую нагрузку, имитирующую пациента;
- в) средства измерения выходного сигнала;
- г) проверку работы блокировочных устройств безопасности.

15 Перитонический диализ:

- а) требует наблюдения со стороны медицинского персонала;

- б) предполагает подачу крови в пациента;
- в) может выполняться дома, ночью;
- г) гораздо сложнее, чем гемодиализ.

16 Разделение тревожного сигнала температуры и проводимости необходимо в дополнение к управляющим сигналам в системе диализа, поскольку:

- а) один контролирует кровь, а другой диализат;
- б) используется система управления с открытым циклом (нет датчиков);
- в) неисправность системы управления приведет к смерти пациента;
- г) все перечисленное.

17 Поиск неисправностей в установке для диализа требует понимания:

- а) гидродинамики;
- б) датчиков и системы управления;
- в) электроники;
- г) всего перечисленного.

18 В качестве меры предосторожности специалист, обслуживающий дефибриллятор, должен:

- а) использовать резиновые перчатки для защиты от инфекции;
- б) носить обувь на резиновой подошве;
- в) разрядить накопительный конденсатор;
- г) просто отключить прибор от сети.

19 Тестирование дефибриллятора включает:

- а) наблюдение форм выходного сигнала;
- б) измерение подачи энергии при нагрузке 50 Ом;
- в) проверку всех операций;
- г) все перечисленное.



## 7 Контрольные вопросы

- 1 Опишите состояние сердца при сердечных волнах P, Q, R, S и T.
- 2 Расскажите о положении электродов для выводов I, II, III.
- 3 Расскажите об этапах тестирования коэффициента подавления синфазного сигнала для установки ЭКГ.
- 4 Опишите процедуру проверки частотной характеристики усилителя ЭКГ.
- 5 Какова цель теста изоляции усилителя ЭКГ?
- 6 Что измеряет электроэнцефалограф?
- 7 Назовите три основных переменных, которые влияют на снимки рентгеновской установки.
- 8 Дайте определение рентгеноскопии.
- 9 Опишите, как работает компьютерный томограф.
- 10 Расскажите о целях и функциях дифференциальной регулировки усиления в ультразвуковом приборе.
- 11 Дайте определение режимов А, В, М для ультразвукового прибора.
- 12 Расскажите об основной концепции получения изображения с помощью установки ЯМР.
- 13 Назовите три основные секции газового анализатора артериальной крови.
- 14 Какова разница между гемодиализом и перитоническим диализом?
- 15 Назовите пять параметров, которые контролирует установка для гемодиализа.
- 16 Назовите два теста инфузионного насоса, которые необходимо выполнять для подтверждения его правильного функционирования.
- 17 Какова задача дефибриллятора?

18 Как может специалист по поиску неисправностей определить, что кабель неисправен?

19 Что необходимо сделать, если терапевтический ультразвуковой прибор не прогревает так, как это должно быть?

### **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. : Изд-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.

**Приложение А**  
(справочное)

**Типовые неисправности диагностического и  
терапевтического оборудования**

Симптомы	Решение
<b>Диагностическое оборудование</b>	
Не реагирует, не работает	Источник питания
Сильный шум при работе	Соединение с пациентом или выбор входа
Чрезмерные выходные показания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пациент помогает</li> <li>2. Интерфейс аппаратуры с пациентом</li> </ol>
Изображение нормальное, не удается получить твердую копию	Принтер или драйвер принтера
Неточные выходные результаты	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходима калибровка</li> <li>2. Провести тестирование с использованием симулятора</li> </ol>
<b>Терапевтическое оборудование</b>	
Нет выхода, нет индикации	Источник питания
Нет выхода, индикаторы работают	Выходные каскады источника питания
Слабый выход	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарушена калибровка</li> <li>2. Необходима настройка</li> <li>3. Провести тестирование с помощью тестовой нагрузки</li> </ol>
Часто возникают тревожные сигналы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверить систему управления</li> <li>2. Проверить возможные ошибки оператора</li> <li>3. Проверить причины, связанные с пациентом</li> </ol>
Выход прерывистый	Проверить выходной кабель