

ной ветви вольт-амперной характеристики полевого транзистора. При этом стабильность величины сопротивления канала полевого транзистора на переменном зондирующем токе реографа обеспечивается благодаря действию отрицательной обратной связи, содержащей один транзистор из идентичной пары полевых транзисторов, работающий на постоянном токе [1].

Получим зависимость изменения сопротивления от входного сигнала  $U_{вх}$ . Обозначим сопротивление каналов транзисторов  $V2$  и  $V3$  через  $R$ . Тогда изменение выходного сопротивления

$$\Delta R = R_5 - \frac{RR_5}{R+R_5} = \frac{R_5^2}{R+R_5} \quad (1)$$

Запишем уравнение, описывающее работу идеального операционного усилителя:

$$\frac{U_{вх}}{R_2} = \frac{U_d}{R+R_3} - \frac{U_{см}}{R_4} \quad (2)$$

где  $U_d$  — падение напряжения на диоде  $VI$ .

Положим

$$R_5 = R_3 = R_0 \ll r_d,$$

где  $r_d$  — динамическое сопротивление диода  $VI$ .

Решая совместно уравнения (1) и (2), получим:

$$\Delta R = \left( \frac{U_{вх}}{R_2} + \frac{U_{см}}{R_4} \right) \frac{R_0^2}{U_d}.$$

Таким образом, выходной сигнал управляемого сопротивления изменяется линейно в зависимости от входного напряжения  $U_{вх}$ .

Экспериментальные исследования показали, что коэффициент нелинейных искажений схемы составляет  $\leq 0,5\%$ . При этом нестабильность коэффициента преобразования определяется в основном нестабильностью напряжения  $U_d$ , падающего на диоде  $VI$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кларк Т. Л. Линеаризация характеристики резистора, управляемого напряжением. «Электроника», 1977, т. 50, № 9, с. 62.
2. Федосеев В. Н. RC-генератор. Авт. свид. № 495756, Н 03 h 5/26. Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1975, № 46.

#### SUMMARY

A variable resistance generator circuit is offered for the rheograph channel calibration together with the differentiation channel calibration. The sine-shaped oscillations and S-type resistance generator parameters provide the demanded calibration accuracy in the effective temperature range of 10 to 35° C.

УДК 615.471:616-085.847:616.12

И. В. Венин, О. Л. Гонопольский, Ю. М. Шинкарик

## Применение импульсных преобразователей сетевого напряжения в дефибрилляторах

Первые импульсные дефибрилляторы, выпускавшиеся в СССР и за рубежом до 1971 г., имели довольно большую массу — 20—30 кг. В этих аппаратах использовались тяжелые (6—12 кг) накопительные конденсаторы и громоздкие силовые трансформаторы, преобразующие энергию сети.

В 70-х годах с развитием технологии изготовления высоковольтных накопительных конденсаторов появилась возможность снижения их массы до 1—1,5 кг, а следовательно, и создания портативного дефибриллятора. За рубежом разработка портативных дефибрилляторов пошла по пути применения встроенных аккумуляторных батарей, которые при малом весе и небольшой энергоемкости (1 А · ч) должны допускать возможность разряда большим током (8—12 А) при напряжении питания 12 В. Такими свойствами обладают никель-кадмиевые батареи рулонного типа, технология изготовления которых была освоена также в 70-х годах. Дефибрилляторы с батареями рулонного типа обычно весят 8—12 кг.

Батарейное питание, однако, не всегда является лучшим решением проблемы преобразования энергии в дефибрилляторе. Батарейные аппараты более дорогие, чем сетевые; батареи имеют ограниченный срок службы, обычно меньший, чем другие компоненты дефибриллятора; перезарядка батарей требует определенного времени, в течение которого аппарат не может быть использован. Поэтому в неспециализированных больничных подразделениях, поликлиниках, в здравпунктах крупных предприятий, где необходимость в дефибрилляторе может возникнуть лишь в исключительных случаях, применение батарейных дефибрилляторов неоправданно. Целесообразно также ориентироваться на батарейное питание для дефибрилляторов в отделениях электроимпульсной

терапии, где было бы расточительством отказываться от энергии промышленной сети. До настоящего времени, однако, сетевое питание дефибриллятора, даже при использовании компонентов самых малых размеров, приводило к таким габаритам и массе источника питания, что о портативном аппарате не могло быть и речи.

У большинства дефибрилляторов величина накопленной энергии составляет 400—500 Дж, а время заряда до такого уровня 8—10 с. Отсюда следует, что полезная мощность зарядного устройства дефибриллятора должна быть не менее 40—60 В · А. В сетевых источниках питания 80% массы приходится на силовой трансформатор. Стандартный силовой трансформатор, полезная мощность которого 60 В · А, весит около 2 кг [1]. Учитывая, что мощность, необходимая для питания низковольтных цепей управления дефибриллятора, обычно не превышает 5 В · А, а масса соответствующего силового трансформатора составляет 0,5 кг [1], суммарная масса источника питания дефибриллятора должна быть 2,5 кг. Однако эта величина занижена.

Силовой трансформатор источника питания дефибриллятора, помимо преобразования напряжения, выполняет функцию развязки дефибриллятора от сети. Развязка должна обеспечивать высокую прочность электроизоляции и малый уровень токов утечки по требованиям II класса защиты. Поэтому силовой трансформатор дефибриллятора выполняется с разнесенными обмотками. Это увеличивает его массу. Кроме того, в сетевом дефибрилляторе роль токоограничивающего элемента при зарядке накопительного конденсатора выполняют либо сопротивление обмоток силового трансформатора, либо специальные реактивные элементы — дроссели, конденсаторы. В первом случае из-за низкого к. п. д.

(менее 50%) и выбросов зарядного тока [2] возрастает масса самого силового трансформатора. Во втором случае масса источника питания растет из-за наличия реактивных элементов, работающих на низкой частоте (50 Гц).

Отсюда нетрудно прийти к выводу, что возможности уменьшения массы дефибриллятора, использующего старый принцип преобразования энергии сети, исчерпали себя. Существенное уменьшение массы сетевого дефибриллятора возможно лишь при полном отказе от силовых элементов, работающих на частоте 50 Гц, и замене громоздкого трансформатора преобразователем выпрямленного сетевого напряжения на высоковольтных транзисторах, работающих в режиме переключения на частоте порядка десятка килогерц.

Подобный принцип преобразования энергии промышленной сети стал в последнее время наиболее перспективным для энергетического обеспечения малых вычислительных комплексов, аппаратуры радиосвязи, телевидения, контрольно-технологического оборудования и других систем относительно малой мощности. В отличие от таких систем в дефибрилляторе должно быть два сетевых преобразователя: один — для стабилизированного питания низковольтных цепей дефибриллятора, другой, более мощный — для заряда накопительного конденсатора. Второй преобразователь должен стабилизировать выходной ток, а не напряжение, поскольку такой режим при заряде накопительного конденсатора обеспечивает наибольший к. п. д. преобразователя и наибольший коэффициент использования по току элементов его силовой части.

Силовую часть сетевых преобразователей малой мощности (до 200 В·А) выполняют обычно по трем основным схемам: однотактной с размагничивающей обмоткой, однотактной со «звенящим дросселем» и полумостовой. Однотактные схемы эффективны для получения стабилизированного выходного напряжения. Однако для них характерно значительное перенапряжение на коллекторе ключевого транзистора вследствие индуктивности рассеяния развязывающего импульсного трансформатора. Чтобы получить приемлемые значения параметров в однотактных преобразователях, необходимо уменьшить поток рассеяния, обеспечив тесную связь первичной и вторичной обмоток трансформатора [3, 4]. При этом, однако, уменьшается электрическая прочность изоляции, растет межобмоточная емкость, а значит, и сила токов утечки между первичной и вторичной обмотками трансформатора. В полумостовой схеме энергия, запасенная в магнитном поле рассеяния трансформатора, при закрывании ключевого транзистора полностью передается в нагрузку, не вызывая перенапряжения на коллекторах транзисторов. Это позволяет применить в преобразователе трансформатор с разнесенными обмотками и реализовать в дефибрилляторе II класс защиты.

Таким образом, в сетевом дефибрилляторе наиболее приемлемо, по соображениям электробезопасности, применение полумостового преобразователя. Именно такой преобразователь положен в основу источника питания нового портативного дефибриллятора ДКИ-Н-02, разработанного в научно-производственном объединении РЭМА.

Преобразователь (см. рисунок) выполнен по схеме полумостового автогенератора с насыщающимся

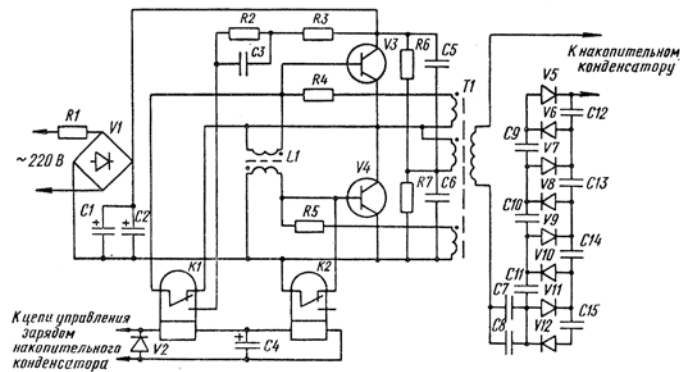


Схема сетевого преобразователя напряжения для заряда накопительного конденсатора портативного дефибриллятора ДКИ-Н-02

двухобмоточным дросселем  $L1$  и делителем напряжения, образованным емкостями  $C5$ ,  $C6$ . При жестком режиме возбуждения преобразователя для его пуска необходим импульс тока в базовую цепь силового транзистора. Импульс формирует цепь  $R3$ ,  $C3$  при последовательном срабатывании герконов  $K2$ ,  $K1$  от сигнала управления зарядом накопительного конденсатора. В преобразователе используется схема 8-кратного умножения напряжения до уровня 4 кВ, что повышает надежность изоляции вторичной обмотки трансформатора. При этом миниатюрные емкости схемы умножения вместе с индуктивностью рассеяния трансформатора образуют токостабилизирующий элемент, работающий на частоте преобразования 20 кГц. Такое решение повышает к. п. д. преобразования энергии сети при заряде накопительного конденсатора до 80%. Требуемая величина индуктивности рассеяния обеспечивается конструкцией трансформатора с разнесенными на разные стержни первичной и вторичной обмотками, выполненного на сердечнике М2500 НМС ПК  $17 \times 12$ . Масса преобразователя 500 г, т. е. почти на порядок меньше массы источника питания дефибриллятора ДКИ-Н-01, использующего сетевой трансформатор, и не превышает массы типичного источника питания батарейных дефибрилляторов.

Применение преобразователя вместе со специально разработанным отечественной электронной промышленностью новым накопительным конденсатором массой 1,5 кг позволило снизить массу дефибриллятора ДКИ-Н-02 до 8 кг (предыдущая модель дефибриллятора имела массу 18 кг).

### Выводы

1. Использование нового принципа преобразования энергии сети, основанного на применении транзисторных переключающих схем, позволяет создать портативный сетевой дефибриллятор.
2. По соображениям электробезопасности в сетевых дефибрилляторах целесообразно применение полумостовых схем преобразователей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бошерт Р. Обратные преобразователи — решение проблемы создания дешевых бестрансформаторных источников питания. «Электроника», 1978, № 26, с. 43.
2. Импульсные источники света. Под ред. И. С. Маршака. М., «Энергия», 1978.

3. Каретникова Е. И., Рычина Т. А., Ермаков А. И. Трансформаторы питания и дроссели фильтров для радиоэлектронной аппаратуры. М., «Советское радио», 1973.

4. Хейвер Р. Дж. 60-Вт источник питания переключательного типа. «Электроника», 1980, № 4, с. 59.

#### SUMMARY

The first models of pulse defibrillators were of a quite great

mass. The replacement of a bulky defibrillator power transformer by a rectified power converter on high-voltage transistors, operating in the commutation mode and frequency of tens of Kilo-Hertz, allows to create a portable mains-operated defibrillator weighing no more than a battery device. Safety requirements of the class II protection in such defibrillator are realized by means of a semibrige converter, in which primary and secondary windings of the pulse transformer can be separated.

УДК 621.9.048.6

Д. В. Шмалюк, И. С. Пырич

## Подготовка деталей радиоэлектронной медицинской аппаратуры под гальванические покрытия

В технологии производства деталей радиоэлектронной медицинской аппаратуры операции подготовки деталей под гальванические покрытия наиболее трудоемкие. На Львовском заводе радиоэлектронной медицинской аппаратуры такая обработка до недавнего времени производилась вручную на войлочных кругах. Трудоемкость такой операции, по данным Киевского СКТБ медицинской техники, составляла почти 88%.

С целью механизации подготовительных операций во ВНИКИ РЭМА был разработан технологический процесс вибрационной обработки деталей на промышленной машине модели ВМ-100. Одним из основных этапов разработки технологического процесса вибрационной обработки, оказывающих решающее влияние на достижение требуемых результатов с точки зрения качества поверхности и производительности, является выбор рабочей среды, состоящей из твердого наполнителя и жидкого раствора.

В данной работе приведены результаты изучения влияния твердого наполнителя на съем металла и шероховатость поверхности при вибрационном шлифовании и полировании деталей из стали 08 кп. Вибрационная обработка производилась при следующих режимах:

Шлифование      Полирование

Амплитуда колебаний, мм . . . . . 2                      1  
Частота колебаний, Гц . . . . . 21                      26  
Время обработки, ч . . . . . 2                      1

Соотношение деталей и обрабатывающей среды составляло 1:2.

Для промывания применяли водный раствор, содержащий 3% кальцинированной соды и 1% олеиновой кислоты. Режимы обработки подобраны на основании результатов испытаний вибрационной машины, соотношение количества деталей и объемов обрабатывающей среды и жидкого раствора — по рекомендациям, приведенным в работе [1].

Оценка эффективности обработки сложных деталей вибрационным методом не производилась, так как детали радиоэлектронной медицинской аппаратуры имеют в основном простую форму.

Контролируемыми параметрами являлись шероховатость поверхности, измеряемая на профилографе (профилометре), и схем металла с детали, опре-

деляемый взвешиванием на аналитических весах.

С целью уменьшения погрешностей результатов обработки было проведено многократное повторение экспериментов; вычислены средние величины съема металла и шероховатости поверхности.

Для экспериментальных исследований применяли 5 видов твердого наполнителя [2]. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Результаты шлифования и полирования различными твердыми наполнителями

Наполнители	Вид операции	Съем металла с детали, г	Среднее арифметическое отклонение профиля Ra, мкм
Бой (20—40 мм) шарошлифовальных кругов марки АН-2	Шлифование	0,1	2,5
Стальные полированные шары диаметром 6—8 мм	Полирование		0,5
Формованный наполнитель ПТ-15	»	0,035	0,6
Стеклянные шары диаметром 20 мм	»	—	1,25
Деревянные трехгранные призмы с размером сторон 15 мм и высотой 10 мм, шаржированные микропорошком ЭМ40	»	0,015	1,25

Из таблицы видно, что для достижения шероховатости поверхности, характеризующейся средним арифметическим отклонением профиля  $Ra = 0,63 \div 0,32$ , на операции виброполирования можно использовать формованный наполнитель ПТ-15 или стальные полированные шары. Однако из этих двух наполнителей предпочтение следует отдавать первому, так как при применении стальных шаров поверхность деталей обрабатывается неравномерно. Кроме того, при применении в качестве наполнителя стальных шаров невозможно отделять детали с помощью магнитного сепаратора.

Таким образом, предложен технологический процесс вибрационной обработки деталей радиоэлектронной медицинской аппаратуры.

Внедрение этого процесса обработки деталей вместо ручного шлифования позволило получить годовой экономический эффект около 10 тыс. руб.