

**КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Практические работы по электротехническим устройствам**

*Методическое пособие для студентов специальности  
«Технология и предпринимательство»*

**КАЛИНИНГРАД  
1999**

УДК 621.3.

Практические работы по электротехническим устройствам. Методическое пособие для студентов специальности “Технология и предпринимательство”. / Калининградский госуниверситет. - Сост. М.Б. Лещинский.- Калининград, 1999. - с.

В методическом пособии подобраны интересные решения ряда технических задач от несложных радиоэлектронных схем до достаточно сложных инженерных конструкций, которые могут быть рекомендованы к исполнению на занятиях по техническому моделированию и конструированию.

Составитель: кандидат технических наук, М.Б. Лещинский.

Печатается по решению редакционно-издательского Совета Калининградского государственного университета.

**СОДЕРЖАНИЕ**

	стр.
1. Простой тиристорный регулятор напряжения для питания электрического паяльника от сети переменного тока напряжением 36 В . . . . .	3
2. Тиристор вместо ЛАТРа . . . . .	4
3. Люминесцентная лампа с перегоревшими нитями накала становится “вечной” . . . . .	5
4. Простой способ изготовления термопар для использования их в качестве датчиков температур . . . . .	6
5. Паяльник-пистолет . . . . .	7
6. Малогабаритная электроискровая установка . . . . .	8
7. Портативный сварочный аппарат (дуговой) . . . . .	10
8. Портативная электролизерная установка . . . . .	12
Список рекомендуемой литературы . . . . .	15

## 1. Простой тиристорный регулятор напряжения для питания электрического паяльника от сети переменного тока напряжением 36 В.

Простой тиристорный регулятор напряжения для питания электрического паяльника от сети переменного тока напряжением 36 В, принципиальная электрическая схема которого изображена на рис.1, представляет собой схему с фазовым управлением в течение одного полупериода посредством изменения величины сопротивления R2. Сопротивление R2 предназначено и для регулирования температуры нагрева электропаяльника в заданном диапазоне.

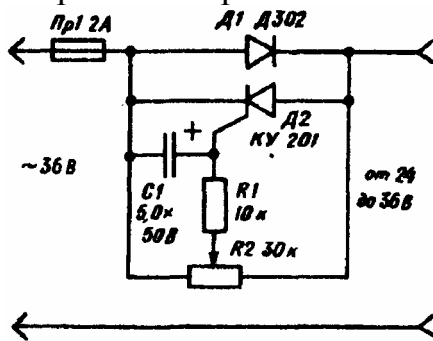


Рис.1 Принципиальная электрическая схема тиристорного регулятора.

Тиристорный регулятор позволяет значительно уменьшить габариты устройства, снизить его стоимость и сократить потери электроэнергии по сравнению с понижающим трансформатором.

### *Основные технические данные*

Питание от сети переменного тока напряжением	36 В
Мощность электропаяльника	100 В
Предел регулирования напряжения	24 - 36 В
Максимальные габариты устройства	50x50x35 мм

В любительских условиях приходится использовать электропаяльник на 220 В, при этом тиристорный регулятор напряжения можно легко переделать на 220 В, заменив сопротивление резистора R1 на 30 кОм, диод D1 - на Д-7Ж, в качестве тиристора D2 применить КУ101Б, а переменный резистор R2 типа ПП-3 заменить на переменный резистор типа СПО или СП-1.

Регулятор можно смонтировать в корпусе штепсельной розетки, а ручку резистора R2 вывести на боковую поверхность розетки.

## 2. Тиристор вместо ЛАТРа

В ремонтной и любительской практике широко используется ЛАТР (лабораторный автотрансформатор регулируемый). При отсутствии ЛАТРа его можно заменить тиристорным регулятором напряжения, электрическая схема которого показана на рис.2.

Схема позволяет регулировать напряжение на активной нагрузке в пределах от 0 до 220 В. Мощность нагрузки может быть любой в пределах от 25 до 1000 Вт, если тиристоры Д1 и Д2 установить на радиаторы, мощность можно увеличить до 1.5 кВт.

Основные элементы регулятора - тиристоры Д1, Д2, включенные встречно друг другу и параллельно нагрузке. Они поочередно пропускают ток то в одном, то в другом направлении.

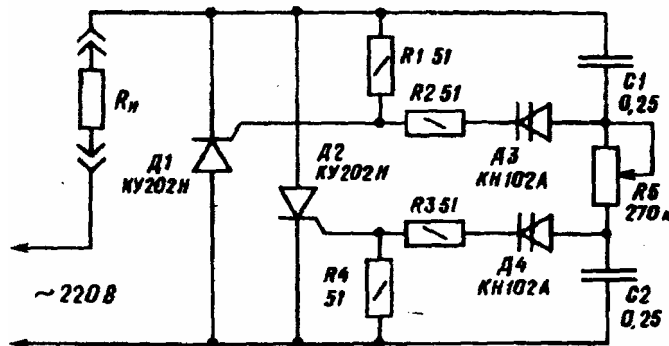


Рис.2. Электрическая схема тиристорного регулятора.

При включении регулятора в сеть в первый момент оба тиристора закрыты, и конденсаторы заряжаются через резистор R5.

Напряжение на нагрузке устанавливается с помощью переменного резистора R5, который совместно с конденсаторами C1, C2 образует фазосдвигающую цепочку. Тиристоры управляются импульсами, формируемыми динисторами Д3, Д4.

В некоторый момент, который определяется сопротивлением включенной в цепь части резистора R5, откроется один из динисторов (какой именно, зависит от полярности полупериода). Через него потечет ток разряда соединенного с ним конденсатора, поэтому вслед за динистором откроется и соответствующий тиристор. Через тиристор и соответственно через нагрузку потечет ток. В момент смены знака полупериода тиристор закрывается, и начинается новый цикл зарядки конденсаторов, но уже в обратной полярности. Теперь открываются второй динистор и второй тиристор.

Особенность этой схемы в том, что в ней используются оба полупериода переменного тока и к нагрузке подводится полная, а не половинная мощность.

### 3. Люминесцентная лампа с перегоревшими нитями накала становится “вечной”

Широко используемые люминесцентные лампы не лишены недостатков: во время их работы прослушивается гудение дросселя, в системе питания имеется стартер, который ненадежен в работе, и самое главное - лампа имеет нить накала, которая может перегореть, из-за чего лампу приходится заменять новой.

На рис. 3 показана схема, которая позволяет устранить перечисленные недостатки. Нет привычного гудения, лампа загорается моментально, отсутствует ненадежный стартер, и, что самое главное, можно использовать лампу с перегоревшей нитью накала.

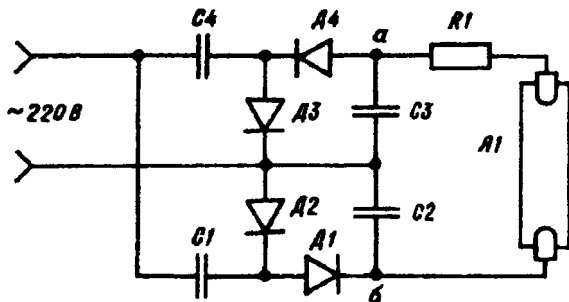


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема.

Конденсаторы С1, С4 должны быть бумажными, с рабочим напряжением в 1.5 раза больше питающего напряжения. Конденсаторы С2, С3 желательно, чтобы были слюдяными.

Резистор R1 обязательно проволочный, по мощности лампы, указанной в таблице.

Диоды Д2, Д3 и конденсаторы С1, С4 представляют двухполупериодный выпрямитель с удвоением напряжения. Величины емкостей С1, С4 определяют рабочее напряжение лампы Л1 (чем больше емкость, тем больше напряжение на электродах лампы Л1). В момент включения напряжение в точках а и б достигает 600 В, которое прикладывается к электродам лампы Л1. В момент зажигания лампы Л1 напряжение в точках а и б уменьшается и обеспечивает нормальную работу лампы Л1, рассчитанной на напряжение 220 В.

Мощность лампы	С1 – С4	С2 – С3	Д1 – Д4	R1
Вт	мкФ	пФ		Ом
30	4	3300	Д226Б	60
40	10	6800	Д226Б	60
80	20	6800	Д205	30
100	20	6800	Д231	30

Применение диодов Д1, Д4 и конденсаторов С2, С3 повышает напряжение до 900 В, что обеспечивает надежное зажигание лампы Л1 в

момент включения. Конденсаторы С2, С3 одновременно способствуют подавлению радиопомех.

Лампа Л1 может работать без Д1, Д4, С2, С3, но при этом надежность включения уменьшается.

Данные элементов схемы в зависимости от мощности люминесцентных ламп приведены в таблице.

#### 4. Простой способ изготовления термопар для использования их в качестве датчиков температур

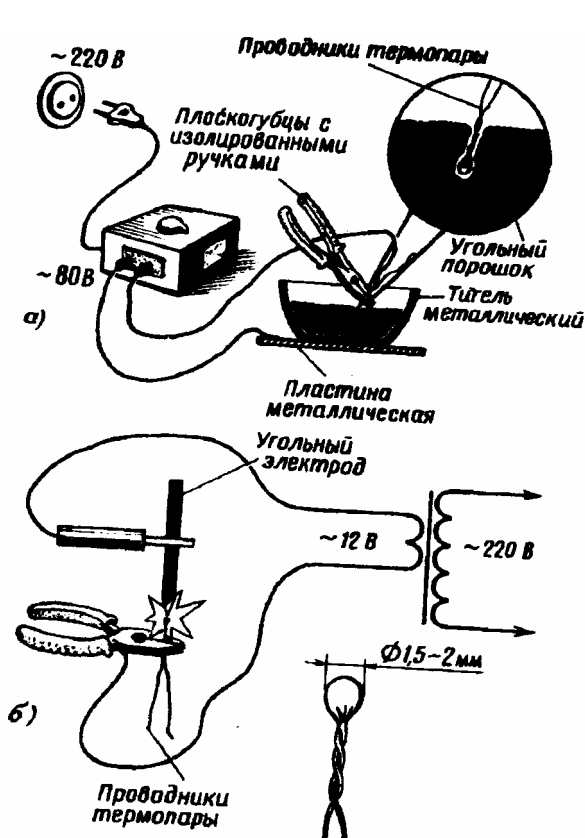


Рис. 4. Способ изготовления термопар

Для измерения температуры жала электропаяльника, расплава в ванне для лужения проводников, измерения температуры нагрева электрических машин и т.п. в ремонтной и любительской практике используются термопары.

Ниже описываются два простейших способа изготовления термопар.

1. В железный тигель с металлической подставкой насыпают угольный порошок – измельченные дуговые электроды или электроды от гальванических элементов. Один конец электрического провода от тигля соединяют с клеммой автотрансформатора (ЛАТРа), другой электропровод от

трансформатора присоединяют к скрученной термопаре, которую захватывает плоскогубцами с изолированными ручками (рис.4, а) и подают от автотрансформатора напряжение порядка 60 – 80 В.

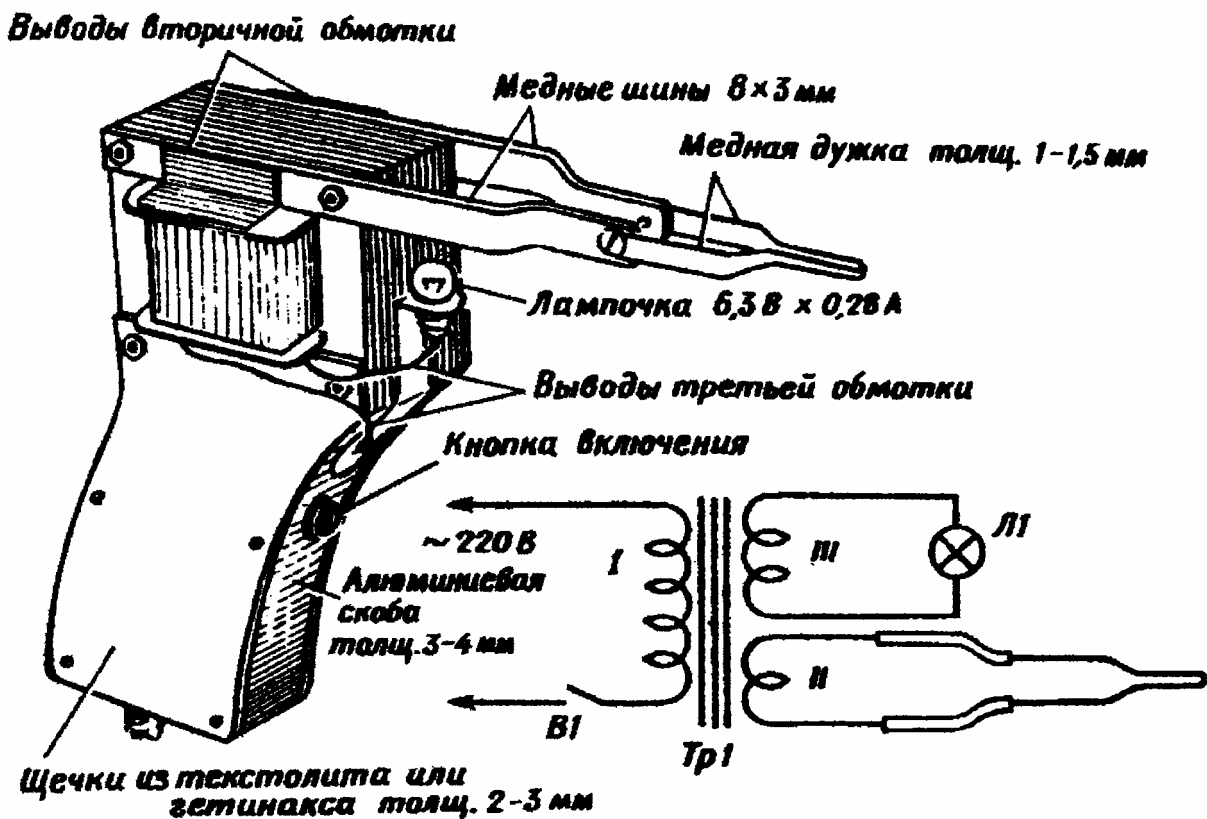
Скрученные проволочки (например, хромель – копель диаметром 0.3 – 0.5 мм) опускают в угольный порошок, в который добавлено немного флюса (бура), в результате чего возникает небольшая электрическая дуга, и концы термопары свариваются, образуя шарик на концах проволочек.

Такой способ сварки пригоден для сварки хромоалюминиевых, медно-константановых и платиноплатинородиевых термопар, спиралей нагревательных элементов и проводов обмоток трансформаторов и электродвигателей.

2. Скручивают проволочки хмель-копель толщиной 0.3-0.5 мм на длину 6-8 мм. При сварке (рис.4, б) скрученные и зачищенные концы захватывают, так же как и в первом способе, плоскогубцами с изолированными ручками. Напряжение от понижающего трансформатора 12 В подводят к ручке плоскогубцев и к угольному электроду. При прикосновении угольного электрода к скрутке концы проволочек оплавляются, образуя на конце шарик.

## 9. Паяльник – пистолет

Рис. 5 Паяльник-пистолет



Преимущество паяльника – пистолета (рис.5) перед обычным паяльником состоит в том, что разогрев его рабочей части происходит очень быстро (1-5 с). Это позволяет включать его непосредственно перед пайкой радиомонтажа.

Основной частью паяльника является понижающий трансформатор. Во вторичной обмотке ток силой в несколько десятков ампер, который и нагревает медную дужку – рабочую часть паяльника. Для освещения места пайки предусмотрена осветительная лампочка (6.3 В, 0.28 А). Включение паяльника осуществляется кнопкой, расположенной на ручке.

Сердечник трансформатора набирается из Ш-образного железа Ш-26. Набор – 16 мм. Можно использовать и железо Ш-20. В этом случае набор делается 20 мм. Для сетевого напряжения 127 В сердечник трансформатора набирается из Ш-образного железа Ш-26ю Первичная обмотка (860 витков) наматывается проводом ПЭЛ 0.3 – 0.36. Для сети в 220 В обмотка должна иметь 1500 витков проводом ПЭЛ 0.22 – 0.25. Вторичная силовая обмотка (5-6 витков) изготавливается из медной фольги сечением 25 х 0.3 мм. Обмотка для осветительной лампочки состоит из 25 витков проводом ПЭЛ 0.25.

Наконечник паяльника может быть изготовлен из полоски меди толщиной около 1 мм или из медной проволоки. Размеры наконечника подбираются практическим путем. При этом следует помнить, что время разогрева и температура зависят от поперечного сечения наконечника.

Две верхние шпильки и гайки, стягивающие сердечник, а также токопроводящие шины следует тщательно изолировать при помощи лакоткани и текстолитовых шайб.

Паяльник-пистолет потребляет около 75 Вт. Его можно использовать для пайки и твердыми припоями. Продолжительность непрерывной работы 15-20 мин.

## **6. Малогабаритная электроискровая установка**

Простая электроискровая установка (рис.6) позволяет легко и быстро обрабатывать небольшие детали из электропроводящих материалов любой твердости. С ее помощью можно получать сквозные отверстия любой формы, извлекать сломавшийся резьбовой инструмент, прорезать тонкие щели, гравировать, затачивать инструмент и др. Сущность процесса электроискровой обработки заключается в разрушении материала заготовки под действием импульсного электрического разряда. Благодаря малой площади рабочей поверхности инструмента в месте разряда выделяется большое количество тепла, которое расплавляет вещество обрабатываемой детали. Процесс обработки наиболее эффективно идет в жидкости (например, в керосине), омывающей место контакта вибрирующего инструмента и детали и уносящий с собой продукты

эрозии. Инструментом служат латунные стержни (электроды), повторяющие форму предполагаемого отверстия.

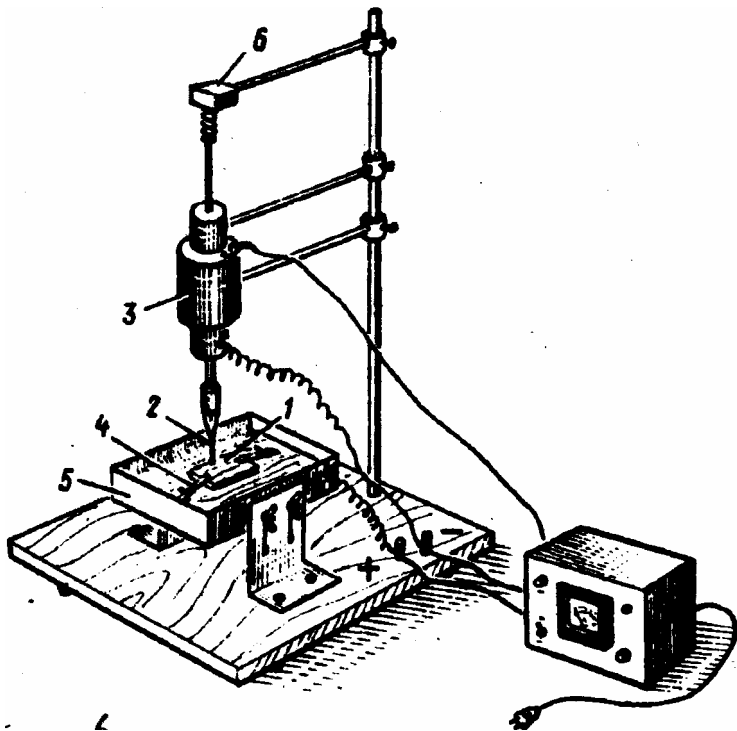
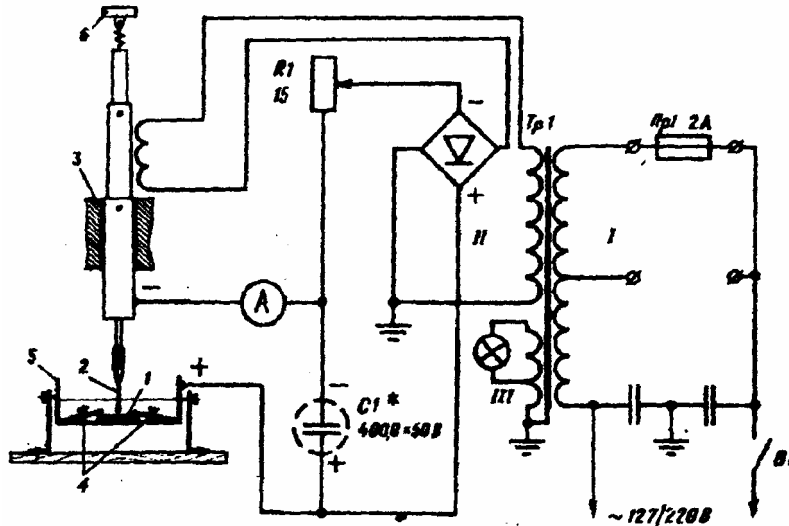


Рис.6. Малогабаритная электроискровая установка:

1 – обрабатываемая деталь; 2 – инструмент; 3 – электромагнитный вибратор; 4 – зажимное устройство; 5 – ванночка; 6 – кронштейн для установления зазора между обрабатываемой деталью и инструментом.

Принципиальная электрическая схема установки изображена на рис.7. Работает установка следующим образом. Разрядный конденсатор С1 соединен своим плюсовым выводом с обрабатываемой деталью 1. Минус его подключен к инструменту 2. Электромагнитный вибратор 3 сообщает инструменту непрерывные колебания. Этим обеспечивается постоянное искрение в месте контакта и предотвращается возможность сварки инструмента с деталью. Обрабатываемая деталь 1 закреплена в зажимном устройстве 4, которое имеет надежный электрический контакт с ванночкой 5. Создание зазора между деталью и инструментом осуществляется кронштейном 6.



\* Емкость  $C1$  при малогабаритных деталях уменьшается до 200 мкФ

Рис.7. Принципиальная электрическая схема установки.

Силовой трансформатор собран на сердечнике Ш32 из обычной трансформаторной стали. Толщина набора 40 мм. Первичная обмотка содержит 1100 витков провода ПЭВ 0.41 с отводом от 650-го витка. Вторичная обмотка имеет 200 витков провода ПЭВ-2 диаметром 1.25 мм. Между первичной и вторичной обмотками помещена экранирующая обмотка III, состоящая из одного слоя, намотанного проводом ПЭВ 0.18. Емкость разрядного конденсатора 400 мкФ (два конденсатора КЭ-2 200x50 В). Реостат R1 рассчитан на ток 3-5 А. Этот реостат намотан нихромовым проводом диаметром 0.5-0.6 мм на сопротивление ВС-2.

Диоды Д1-Д4 типа ДЗ04, можно использовать и другие типы диодов. На выходе выпрямителя напряжения порядка 24-30 В. Можно использовать источники питания и с более низким напряжением, но с большим током, чтобы мощность, потребляемая цепью заряда, была не менее 50-60 Вт.

При работе установки непрерывное искрение. Для уменьшения помех, создаваемых установкой, в цепь ее питания необходимо включить простейшие фильтры.

Примечание. Количество витков для электровибратора подбирается опытным путем (диаметр провода 0.8-0.9 мм).

## 7. Портативный сварочный аппарат (дуговой)

Основа сварочного аппарата первой конструкции – лабораторный трансформатор ЛАТР на 9 А (рис.8). С него снимают кожух и всю арматуру, на сердечнике остается лишь обмотка. В трансформаторе сварочного аппарата она будет первичной (сетевой). Эту обмотку изолируют двумя слоями изоленты или лакоткани. Поверх изоляции наматывают вторичную обмотку – 65 витков провода или набора проводов общим сечением 12-13 мм<sup>2</sup>. Обмотку укрепляют изоляцией.

Трансформатор устанавливают на изолирующей подставке из текстолита или гетинакса внутри кожуха из листовой стали или дюралюминия толщиной не более 3 мм. В крышке кожуха, на задней и боковых стенках делают отверстия диаметров 8-10 мм для вентиляции. Сверху укрепляют ручку из стального прутка.

На переднюю панель выводят индикаторную лампочку, выключатель на 220 В, 9 А и клеммы вторичной обмотки – к одной из них присоединяют кобель с держателем электродов, к другой кабель, второй конец которого во время сварки прижимают к свариваемой детали. Кроме того, эта последняя клемма при работе обязательно должна быть заземлена. Индикаторная лампочка переменного тока типа СН-1, СН-2, МН-5 сигнализирует о включении аппарата.

Электроды для этого аппарата должны иметь диаметр не более 1.5 мм.

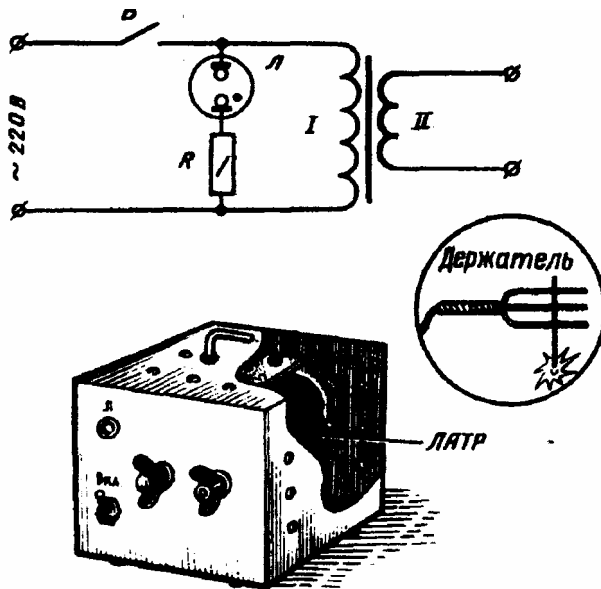


Рис.8. Портативный сварочный аппарат (первая конструкция).

## 8. Портативная электролизерная установка

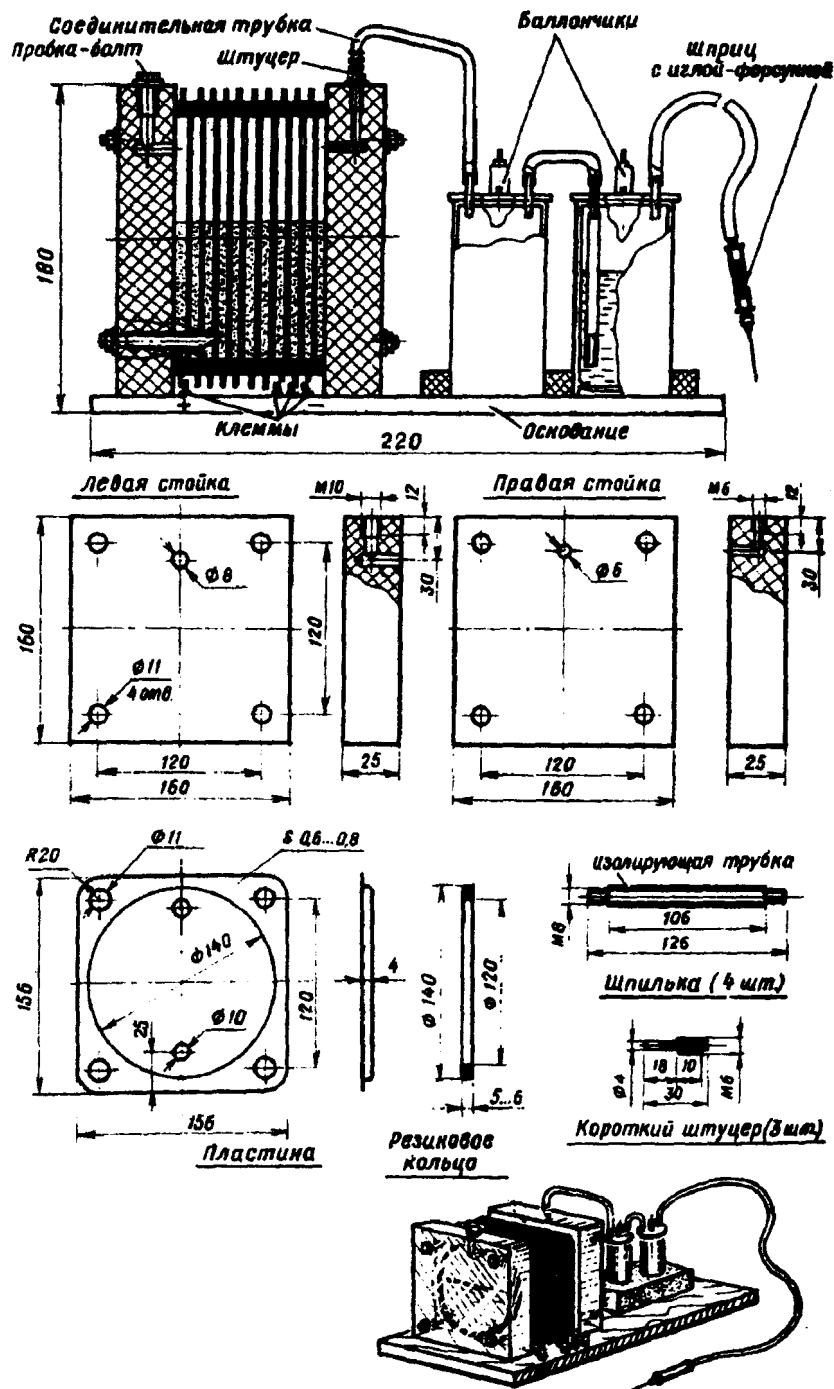


Рис. 9. Портативная электролизерная установка.

Установка на рабочем месте расширяет творческие возможности мастера при выполнении работ: пайка твердым припоем, изготовление, ремонт ювелирных изделий и многое другое... Установка является безопасной и высоко экологической, так как при сгорании газов получается просто перегретый водяной пар, не имеющий цвета и запаха (рис.9).

Основная часть устройства электролизера состоит из ряда герметических полостей, образованных из стальных пластин – электродов, разделенных резиновыми кольцами и сжатых пластинами (стенки), выполненными из оргстекла. Герметизация набранного пакета, таким образом, осуществляется четырьмя шпильками. Внутренняя часть электролизера (полости) наполовину заполнена водным раствором NaOH и KOH.

Приложенное к пластинам-электродам постоянное напряжение вызывает электролиз воды и выделение газообразного водорода и кислорода. Эта смесь отводится через надетую на штуцер полихлорвиниловую трубку в промежуточную емкость, из нее в водный затвор, которые сделаны из двух порожних баллончиков для заправки газовых зажигалок (баллончики завода “Северный пресс” г. Ленинград). Газ, прошедший через водный затвор, где смесь воды с ацетоном в соотношении 1:1 приобретает необходимый для горения состав, и отведенный другой трубкой в форсунку в медицинский шприц с иглой, сгорает у ее выходного отверстия с температурой порядка  $1800^{\circ}\text{C}$ , так работает электролизер. Конструкция установки проста. Стенки электролизера выполнены из оргстекла толщиной 25 мм, химически стойки к электролитам и позволяют визуально контролировать его уровень, чтобы при необходимости добавлять через наливное отверстие дистиллированную воду.

Пластины-электроды изготовлены из нержавеющей стали любой марки, толщиной 0.6-0.8 мм. Для удобства сборки в пластинах выдавлены круглые углубления под резиновые кольца уплотнения, глубина их при толщине кольца 5-6 мм должна быть 2-3 мм.

Кольца, предназначенные для герметизации внутренней полости и электрической изоляции пластин, вырезаются из листовой кислотоупорной или маслобензостойкой резины. Все детали соединяют с помощью четырех шпилек М8, изолированных поливиниловой трубкой.

Количество пластин-электродов в сборе – 10. Оно определяется параметрами блока электропитания: его мощностью и максимальным напряжением – из расчета 2 В на пластину. Потребляемый ток зависит от количества задействованных пластин (чем их меньше, тем ток больше) и от концентрации раствора щелочи. В работе лучше применять 4-8%-ный раствор электролита, при работе он так сильно пенится.

Выводы с электронаконечниками припаиваются к первой и трем последним пластинам. В качестве источника питания можно использовать выпрямитель или стандартное зарядное устройство для автомобильных аккумуляторов ВА-2, подключенное на 8 пластин, при напряжении 17 В и токе около 5 А, которое обеспечивает необходимую производительность горючей смеси для форсунки-иглы с внутренним диаметром 0.6 мм. Оптимальное соотношение диаметра иглы форсунки и производительности электролиза устанавливается опытным путем так, чтобы зона

воспламенения смеси располагалась вне иглы. Если производительность мала или диаметр отверстия слишком велик, горение начнется в самой игле, которая от этого быстро разогреется и оплавится. Надежным заслоном от распространения пламени по подводящей трубке внутрь электролизера является водяной затвор, который выполнен из полупрозрачного материала и позволяет контролировать уровень жидкостей в водяном растворе. Промежуточная емкость исключает возможность смешивания электролита и состава водного затвора в режимах интенсивной работы или под действием разряжения, возникающего при выключении электропитания. А чтобы этого избежать, по окончании работы следует сразу же отсоединить трубку от электролизера. Штуцеры емкостей сделаны из медных трубок диаметром 4 и 6 мм, устанавливаются в верхней части баллончиков на резьбе. Через них же осуществляется заливка состава водного затвора и слив конденсата из разделительной емкости. Соедините короткой полихлорвиниловой трубкой диаметром 5 мм электролизер с промежуточной емкостью, последнюю – с водным затвором, а его выходной штуцер с более длинной трубкой (шланг) с форсункой – медицинский шприц с иглой. Внутри рукоятки (шприца) помещается огнегасительная набивка – латунная сетка, свернутая в спираль.

Включите выпрямитель, подрегулируйте напряжением или количеством подключаемых пластин номинальный ток и подожгите выходящий из форсунки газ. Температура пламени также поддается некоторой корректировке составом водяного раствора, если залить в водяной раствор метиловый спирт, можно поднять температуру факела до 2600° С, для снижения температуры пламени водяной затвор заполняют смесью ацетона и воды в соотношении 1:1. Данное устройство было описано в журнале “Моделист-конструктор” №10 за 1985 год.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бастапов В.Г. 300 практических советов. - М.: Моск. Рабочий, 1993. - 382.
2. Горячкин Е.Н. Лабораторная техника и ремесленные приемы. - М.: Просвещение, 1969.
3. Верховцев О.Г., Лютов К.П. Практические советы мастеру-любителю по электротехнике и электронике. - М.: Энергоатомиздат., 1984.
4. Иванов Б.С. Электроника в самоделках. - М.: ДОСААФ, 1975.
5. Вдовикин А.И. Занимательные электронные устройства. - М.: Радио и связь, 1981.

Практические работы по электротехническим устройствам. Методическое пособие для студентов специальности “Технология и предпринимательство”.

Составитель: Марк Борисович Лещинский

Лицензия № от

Подписано в печать . Формат 60 х 90 1/16. Бумага для множительных аппаратов. Ризограф. Усл. печ. л. Уч. - изд. л. Тираж 100 экз. Заказ.

Калининградский государственный университет,  
236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14.