

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭЛЕКТРОАППАРАТУРА

- 2 Запальник для ДКВР-20 . . . . . Н.П.Горейко
- 4 Проектирование преобразователей напряжения и частоты средней и большой мощности . . . . . А.Н.Маньковский
- 7 Создание регулировочных характеристик с помощью магнитного управления сварочного трансформатора . . . . . В.А.Кучеренко

### КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕМОНТ

- 9 Защита трехфазных двигателей от несимметричных режимов работы. . . . . К.В.Коломойцев, Ю.Ф.Романюк, Р.М.Коломойцева
- 11 Настольный аэроионизатор воздуха . . . . . А.Г.Зызюк
- 13 Трансформаторы питания на частоту 50 Гц . . . . . О.Г.Рашитов
- 21 Изготовление изоляционных шайб . . . . . Ю.Бородатый
- 26 Как паять алюминий. . . . . Ю.Бородатый

### СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТ

- 16 Унифицированная система контроля (УСК) технологических параметров посевных машин
- 18 Силовые кабели

### ЭНЕРГЕТИКА

- 20 Концепция развития солнечной энергетики в Украине . . . . . Ю.Б.Матвеев, А.Е.Конеченков

### ЭЛЕКТРОШКОЛА

- 22 Дорогі учасники Олімпіади з електротехніки!
- 22 Завдання другого туру Олімпіади
- 23 Беседи по електротехніці. Електричність - от простого к сложному . . . . . А.Л.Кульский

### ЭЛЕКТРОНОВОСТИ

- 24 Электронная бумага
- 25 Рекомендации по уменьшению неэкономного потребления энергии
- 26 О включении паяльников в сеть 220 В
- 27 Дайджест по автомобильной электронике
- 28 Юным электрикам. Микроволновая печь
- 29 Интересные устройства из мирового патентного фонда
- 30 Для любознательных. Эффект Томсона
- 31 Луиджи Гальвани
- 31 Новости
- 32 Визитные карточки

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

31 марта состоятся третьи в истории независимой Украины выборы в Верховную Раду. Во всех демократических странах выборы - тот механизм, который позволяет народу влиять на власть. А предстоящие выборы очень важны с точки зрения формирования элиты государства, без которой привести страну к процветанию невозможно.

История Украины была трагической не в последнюю очередь из-за отсутствия государственной элиты. Вспомним Богдана Хмельницкого. Одержав ряд побед, он добился фактической независимости Украины. А вот удержать ее не смог. В распоряжении Б.Хмельницкого были прекрасные военные, но государству нужны также политики, юристы, экономисты, деятели науки и культуры, полицейские, разведчики и многие другие образованные люди. В распоряжении Б.Хмельницкого образованных людей практически не было, потому что украинское дворянство к тому времени окатоличилось и стало польским. Поэтому он и принял решение о присоединении к России, другого выхода не было.

Вспомним попытку создать независимую Украину в 1918 г. Образованных людей уже хватало, но они получили образование в российских университетах, украинское дворянство к тому времени стало русским. Национальную идею эти люди не поддержали. В результате попытка добиться независимости провалилась, ее было "некем взять". Кстати, это выражение принадлежит российскому царю Александру I. Фразу "некем взять" он произнес, когда либеральный деятель А.Сперанский обратился к царю с просьбой освободить крестьян.

Но вот 10 лет назад Украина стала независимой. Казалось бы, уж сейчас образованных людей даже с избытком. Но государственной элиты не было. Была колониальная администрация, номенклатурные работники. Думать они были отучены, а когда контроль сверху отпал, начали воровать. В результате имеем нищету, развал производства и другие "прелести". Но за последние годы, благодаря притоку молодых талантливых людей, не отягощенных старой идеологией, государственная элита начала создаваться. Это сразу же сказалось на подъеме промышленности.

На предстоящих выборах я надеюсь на качественный скачок, когда численность "новых людей" превысит численность старых номенклатурщиков. Я не агитирую ни за какую партию. Мне кажется, что деловой человек, бизнесмен будет работать на благо Украины, а какой бы партии он не принадлежал. Главное, не пропустить наверх болтунов и преступников. В этом я надеюсь на мудрость народа.

**Главный редактор "Электрика"  
О.Н.Партала**



Учредитель  
ДП "Издательство Радиоаматор"  
Издается с января 2000 г.  
№ 3 (27) март 2002 г.  
Зарегистрирован в Министерстве прессы и информации Украины сер. КВ № 3858 от 10.12.99  
Издательство "Радиоаматор"  
Г.А.Ульченко, директор, [ra@sea.com.ua](mailto:ra@sea.com.ua)

**Редакционная коллегия:**  
О.Н.Партала, гл.ред, [elektrik@sea.com.ua](mailto:elektrik@sea.com.ua)  
П.В.Афанасьев, Н.П.Горейко  
А.В.Кравченко, В.А.Кучеренко  
Н.В.Михеев, В.С.Самелюк  
Э.А.Салахов, П.Н.Федоров  
Для писем: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина  
тел. (044) 230-66-61  
факс (044) 248-91-62  
[redactor@sea.com.ua](mailto:redactor@sea.com.ua)  
<http://www.ra-publish.com.ua>  
Адрес редакции:  
Киев, Соломенская ул., 3, к. 803

Н.М.Корнильева, лит. ред.  
А.И.Поночевный, верстка, [san@sea.com.ua](mailto:san@sea.com.ua)  
Т.П.Соколова, тех. директор, т/ф 248-91-62  
С.В.Латыш, рекл., т/ф 248-91-57, [lat@sea.com.ua](mailto:lat@sea.com.ua)  
В.В.Моторный, подписка и реализация,  
тел.230-66-61, 248-91-57, [val@sea.com.ua](mailto:val@sea.com.ua)  
© "Радиоаматор", 2002  
При перепечатке материалов ссылка на "Радиоаматор-Электрик" обязательна.  
За содержание рекламы и объявлений редакция ответственности не несет.  
Ответственность за содержание статьи, правильность выбора и обоснованность технических решений несет автор.  
Отпечатано с компьютерного набора на комбинате печати издательства «Преса України», 03047, Киев - 047, пр. Победы, 50. Зак. 0161203 Тираж 2300 экз.

# Запальник для ДКВР-20

Н.П. Горейко. Винницкая обл.

**Данный запальник, в отличие от испытываемых других образцов, имеет простую схему, надежен в работе, параметры разряда и частота вспышек искры регулируются просто и в необходимом направлении. Кроме поджига газа искра может поджигать даже тонкую бумагу.**

Когда 8 лет назад модернизировали котельную завода в г.Ладыжин (введение возможности работать на газе кроме штатной работы котлов на мазуте), возникла проблема запальников для газового факела. К этому моменту неиспользуемые при работе на мазуте штатные запальники были потеряны, а купить можно было лишь изделия кооперативов. Пришлось разработать свою схему, которая оказалась очень простой и в то же время обладала следующими свойствами:

импульсы тока, потребляемого из сети, имели небольшую амплитуду;

КЗ схемы запальника не имело неприятностей для схемы управления котлом (не "вырубалась" схема управления, не обгорали контакты реле);

искра на выходе устройства была "жирная", поджигала даже тонкую бумагу;

параметры разряда можно было легко регулировать, подстраивать под различные катушки зажигания;

схема содержала небольшое количество элементов.

Обычные схемы запальных устройств содержат отдельные узлы накопления энергии в конденсаторе и запуска разряда, чашто схема нагружает сеть 220 В мощными импульсами.

После перебора имеющихся схем и конкретных изделий мы вышли на свою концепцию - заряжать конденсатор через балластный резистор, ограничивающий импульс тока 0,5 А. Конденсатор применили низковольтный (недефицитный!), при достижении на нем величины, определяемой стабилитронами VD3, VD4 (рис. 1), на управляющий электрод VS1 отводится "лишний" ток заряда конденсатора С1. Таким образом, не допускается перезаряд С1 выше рабочего напряжения, и запускается тиристор VS1 - происходит запитывание первичной обмотки катушки зажигания Т1 импульсом тока (Т1 на 6/12/24В авто/мото).

Для принятых в системах электронного зажигания (и запальников тоже) параметров накопительного конденсатора 1 мкФ, 400 В (заряд производится до напряжения примерно 310 В) нас не устроила "сила" искрового заряда. Здесь употребляется термин "сила" искры, поскольку величина энергии, запасенной конденсатором, не определяет однозначно воспламеняющую способность разряда. Рассмотрим вольт-амперную характеристику газового разряда (рис. 2). Участок "Н" (штриховая линия) - несамостоятельный разряд, поддерживаемый имеющимися в воздухе ионами, которые образовались от действия радиационного фона, температуры, ультрафиолетовых лучей.

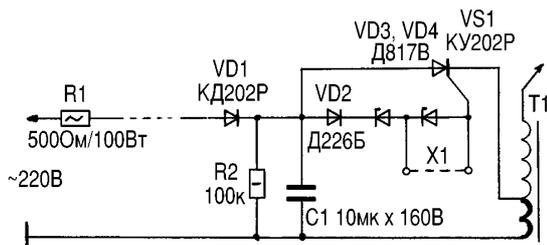


рис. 1

Точка "П" (пробой) - зона напряжений, при которых нагрев зоны разряда электрическим током приводит к созданию такого количества пар ионов различных знаков заряда, которое позволяет заряду не прекращаться. Эта область точек характерна невысокой стабильностью (величина "пробойного" напряжения зависит от температуры, атмосферного давления, состава газовой смеси). Применительно к проблеме запальника важно дать в зону разряда напряжение, явно превышающее напряжение пробоя.

Участок характеристики "Д" (дуга) характеризуется низким напряжением и большим током. Каждый знает, что энергия, выделяемая в сварочной дуге, намного превышает ту, которая необходима для поддержания разряда.

Промежуточная область характеристики "И" (искра, движения "по стрелке") - повышение силы тока в зоне разряда и увеличение тепловой отдачи искры.

Энергия, запасенная в конденсаторе:

$$W=C U^2/2. \quad (1)$$

В начальный момент разряда большое напряжение на искровом промежутке явно необходимо. В момент прохождения разряда, когда напряжение на искре намного меньше, КПД передачи энергии конденсатора в тепловую энергию падает:

$$\eta=U/E, \quad (2)$$

где E - ЭДС питающей батареи; U - напряжение на нагрузке.

Значит, чем лучше искра прогревает газ, тем хуже используется энергия, запасенная в конденсаторе (ведь большей температуре газа соответствует низшее напряжение разряда)! В то же время увеличение длительности разряда способствует большому поджигающему воздействию запальника:

$$t=q/I, \quad (3)$$

t - время разряда; q - запасенный заряд; I - разрядный ток.

Обратим внимание на некоторое несоответствие: при расчете энергии и заряда конденсатора мы учитываем напряжение на конденсаторе, а в характеристике газового разряда рассматриваем напряжение на газовом промежутке (т. е. после повышающей обмотки Т1). Такой учет приводит к изменению масштаба напряжений. Для практики важно знать, что Т1 - катушка зажигания необходима для преобразования напряжения в десятки, сотни вольт, киловольты (иначе пробой газа осуществить невозможно); напряжения на входе и выходе Т1 связаны через коэффициент трансформации.

Режим питания Т1 в зависимости от С1 дан в таблице.

С, мкФ	U, В	W, мДж	q, мкКл	Примечание
1	400	80	400	"Общепринятая" искра
10	160	128	1600	В нашем запальнике
40	80	128	3200	Еще более "жирная"

Если мы упомянем, что длина искры в нашем запальнике сравнима с сантиметром, станет ясно, объем прогретого искрой газа довольно большой!

А теперь рассмотрим еще раз схему рис. 1.

Балластный резистор R1 имеет такие параметры, что при замыкании проводников, идущих к схеме запальника, он выдержит нагрев сетевым напряжением.

Диод VD1 установлен внутри блока запальника, чтобы пропустить к конденсатору С1 "плюсовые" полуволны питающего тока и в то же время не позволить напряжению конденсатора попасть в питающий провод (после снятия сетевого напряжения можно прикасаться к резистору R1). Напряжение заряжаемого конденсатора приложено к силовым выводам тиристора VS1 и последовательно с ними включенной первичной обмотке Т1. При достижении конденсатором напряжения "пробоя" стабилитронов VD3, VD4 включается тиристор VS1.

Импульс тока запитывает первичную обмотку Т1, повышенное вторичной обмоткой напряжение подводится к искровому промежутку - происходит пробой газа и прогрев искрового промежутка энергией, запасенной в С1. Диапазон применяемых катушек зажигания был широким - от "больших" катушек на 24 В до

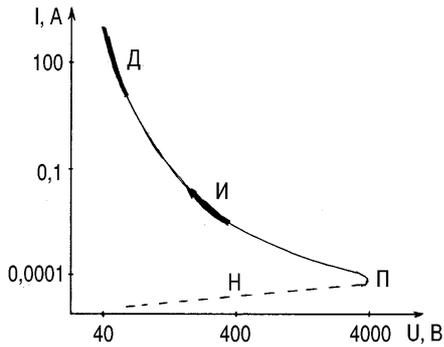


рис.2



рис.3

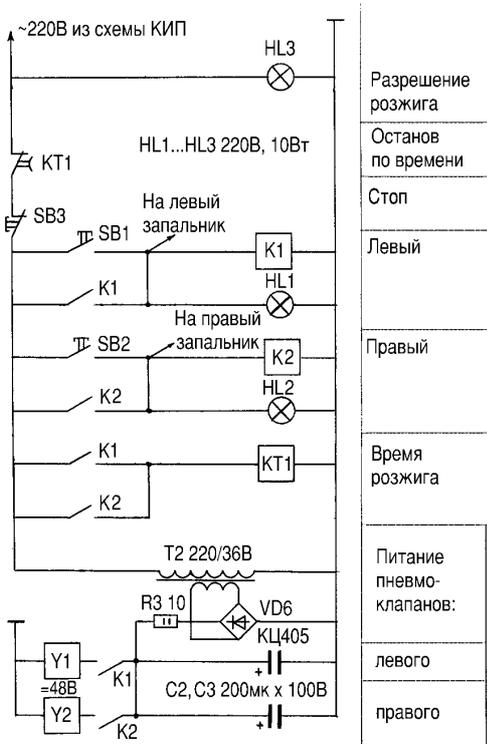


рис.4

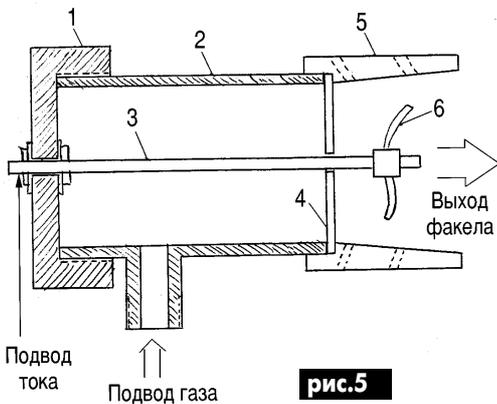


рис.5

мотоциклетных 6-вольтовых. Чтобы не было проблем при замене катушки Т1 в схему введены два стабилитрона VD3, VD4 и "заготовлено" место для перемычки. При разомкнутой перемычке разряд происходит при напряжении на С1 в 160 В, а при замкнутой - 80 В. Следует заметить, что проблем с заменой катушек не было - искра всегда хорошая, поэтому параметры заряда (см. нижнюю строчку таблицы) мы не использовали. Приведены эти данные для того, чтобы было ясно, в каком направлении нужно идти для получения более мощной искры для поджига газа.

Диод VD2 в схеме нужен для устранения воздействия мощных импульсов обратной полярности на управляющий электрод тиристора! Резистор R2 обязательно необходим для разряда конденсатора С1 после отключения запальника от сети!

Можно изменить схему балластной части запальника (рис.3). Лампа HL1 служит ограничителем тока заряда С1 и в то же время сигнализатором режима работы запальника. Вспышки лампы соответствуют разрядам на "искру", а постоянное свечение - замыканию какого-то участка схемы. Резистор R1' облегчает режим работы лампы HL1.

При таком построении схемы и подборе ее элементов надежность работы оказывается хорошей. Однажды при эксплуатации запальников выходил из строя диод VD1 после... заливания схемы большим количеством кипятка!

После длительной эксплуатации схемы самого простого и надежного в СНГ запальника хочется громко спросить: "Почему в схемах электронных систем зажигания так часто применяют параметр разряда из первой строчки таблицы?" Только раз мне встретилась схема с зарядом накопительного конденсатора до 100 В! Ответ простой. Почти все пытаются решить проблему... как все...

На рис.4 показано схема управления левым и правым запальником и соответственно левым и правым пневмопереключателем, который подает газ на запальник.

Питается схема напряжением "разрешение розжига" из схемы КИП (продувка котла произведена с необходимой длительностью, нарушений параметров котла нет). Сигнальная лампа HL3 сигнализирует о разрешении розжига.

Для розжига левого факела необходимо кратковременно нажать SB1, при этом реле K1 станет "на подхват" и включит своими контактами реле во время розжига KT1 (выдержка 45...90 с), а также подаст питание на пневмопереключатель Y1, открывающий подачу газа на запальник. Одновременно напряжение подводится к схеме левого блока искрообразования (рис.1). Питание блока искрообразования взято из точки, которая питает катушку реле K1. В случае неисправности реле K1 или схемы питания пневмоклапана искра будет проходить, а газ подаваться на запальник не будет: взрывоопасная смесь образовываться не сможет. Розжиг производится двумя машинистами котла, один из которых визуально проверяет горение факела запальника, а другой открывает задвижку на трубопроводе питания котла. При нарушении процесса розжига задвижку питания котла закрывают и прекращают розжиг кнопкой SB3 - реле K1 "отпадает", питание блока искрообразования и пневмоклапана выключается.

В случае нормального розжига реле времени KT1 по прошествии времени, заведомо достаточного для розжига, своими зависимыми от времени контактами разрывает цепи питания схемы розжига, все обесточивается, как и в случае нажатия кнопки SB3.

Работа узла правого запальника происходит аналогично. Блок питания пневмопереключателей с катушками на 48 В содержит понижающий трансформатор с обмоткой 36 В, выпрямительный мостик, два накопительных конденсатора (для надежности) и защитный резистор R3. При срабатывании контактов реле K1 или K2 максимальное выпрямленное напряжение подводится к катушкам пневмоклапанов, пневмоклапаны резко срабатывают. После этого напряжение на катушках немного понижается вследствие падения напряжения на R3. Короткое замыкание цепей 48 В приведет к перегоранию резистора R3, а более "неж-

ные" диоды мостика останутся целыми, и обмотка трансформатора не окажется перегруженной КЗ.

При изготовлении собственно запальника ("огнедышащей" трубы) важно учесть следующее:

стальная (а лучше нержавеющей) труба-корпус должна иметь максимально возможный диаметр (по отверстию в дверке котла), внутри трубы не должно быть выступов, желательнее отполировать трубу изнутри, чтобы не провоцировался разряд внутри трубы;

высокое напряжение подводится в зону разряда по стержню диаметром 5...6 мм (отполировать), на концах этого стержня нарезана резьба;

стержень следует изолировать от трубы незагрязненной керамической трубкой подходящего диаметра.

Перечисленные условия надежной работы узла факела найдены путем ошибок. Так, например, одну из труб мы выполнили сваренной из двух частей - никакая полировка и керамическая изоляция не помогли устранить "пробой" разряда внутри трубы!

Высокое напряжение подводится с торца к центральному стержню, изолированному от трубы эбонитом. На противоположном конце стержня закреплен разрядник - в простейшем случае гайка без граней с одним-двумя усиками из сварочных электродов (подгибанием регулируется зазор между разрядником и наружной заземленной трубой в пределах 5...12 мм). Высоковольтный провод имеет 4-слойную изоляцию - провод от систем зажигания с двойной изоляцией, на который надеты две изолирующие трубки (ПВХ и "медицинская").

Газ от пневмоклапана подводится по "кислородному" шлангу (с нитью) к штуцеру, а дальше - резьбовое соединение с металлом корпуса запальника. В резьбовом соединении на прокладках установлена металлическая шайба с калиброванным отверстием (подбирается при наладке от 0,5 до 1,5 мм). Таким образом, газ под давлением 0,3 МПа подводится к узлу запальника, и перед трубой запальника его давление понижается с помощью

калиброванного отверстия. Это повышает безопасность и позволяет быстро перестраивать режим факела запальника.

В месте выхода факела на трубу с помощью резьбового соединения крепят насадку немного большего диаметра. Торцы трубы "держит" изолирующую шайбу из фторопласта, сквозь которую проходит штырь-электрод. Сквозь зазоры между шайбой, стенками трубы и центральным электродом прорывается газ. В насадке под углом сверлят отверстия, чтобы поток газа "захватывал" воздух снаружи запальника, и эта смесь через 2...5 см попала в зону разряда высокого напряжения. Дальше горящий факел "бьет" в зону поступления газа из основной горелки. Так происходит розжиг. После завершения розжига запальник немного удаляют от горелки (на себя), чтобы уменьшить его нагрев.

На **рис.5** показана схема разреза механической (слесарной) части запальника, где 1 - гайка (эбонит) герметичная; 2 - труба (нержавейка или сталь); 3 - штырь; 4 - изолирующая шайба; 5 - насадка; 6 - гайка со штырями-разрядниками.

Эскиз не совсем точно отражает конструкцию, поскольку "творилось" изделие довольно давно, завод долго прорабатывает, а точные чертежи есть только в описании рацпредложения (в архиве).

Несмотря на тяжелые испытания, запальник, когда его включают, надежно поджигает свой маленький газовый факел, а от него легко зажигается основной газовый или мазутный факел основной горелки. Как и полагается, запальники установлены на двух нижних горелках котлов, а верхняя (третья) горелка поджигается от нижних горелок, если необходимо увеличить производительность котла.

Критики могут упрекнуть за некачественный эскиз, на это можно оптимистично ответить, зато конструкция работает надежно. А сегодня, спустя 8 лет после внедрения запальника не все большие котлы энергетики зажигаются от подобных устройств. Нередко их поджиг производят "дедовским" способом, с помощью "квача" (это слово употребляют котельщики).

# Проектирование преобразователей напряжения и частоты средней и большой мощности

*А.Н. Маньковский, Донецкая обл.*

В статье рассмотрены следующие задачи: создание малогабаритных сварочных аппаратов и подключение к однофазной сети трехфазных электродвигателей, создание устройств для подключения к сети частотой 50 Гц электродвигателей и другого электрооборудования, рассчитанных на питание напряжением, частота которого не равна 50 Гц, подключение к сети частотой 50 Гц электродвигателей постоянного тока с реверсированием.

После публикации этой статьи будут предложены некоторые разработанные аппараты, рассчитанные на определенные напряжения, токи, частоту. Но все запросы заинтересованных лиц удовлетворить не удаст-

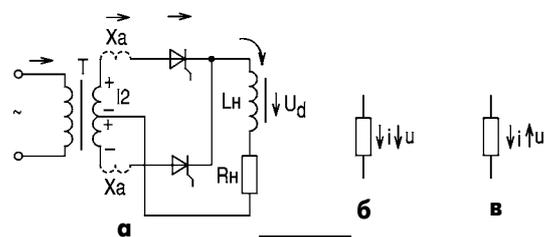


рис. 1

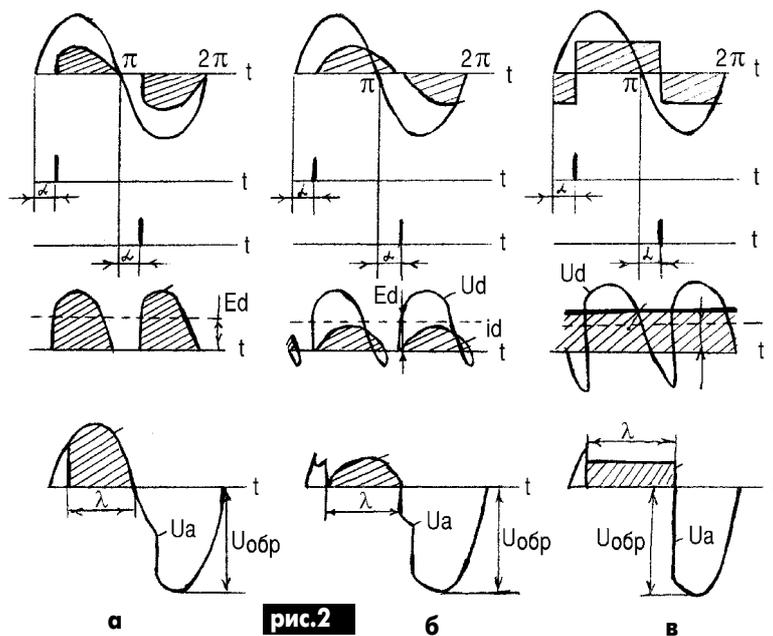


рис. 2

Номер формулы	Выражение	Описание
2	$U_d=0,9E_2$	Среднее значение выходного напряжения выпрямителя при индуктивной нагрузке
3	$I_d=U_d/R_n$	Среднее значение тока нагрузки
4	$I_{ам}=I_d$	Максимальное значение тока вентилей при идеальном сглаживании
5	$U_{обр}=2^{1/2} E_2=\pi U_d / 2$	Амплитудное значение обратного напряжения на вентилях
6	$I_2=I_d$	Действующий ток во вторичной обмотке трансформатора
7	$S_{2в}=1,11 P_d$	Расчетная мощность вторичной обмотки трансформатора
8	$S_1=S_2$	Расчетная мощность первичной обмотки трансформатора
9	$S_1=1,11 P_d$	Расчетная мощность трансформатора
10	$K_{тр}=E_2/E_1=1,11 U_d/E_1$	Коэффициент трансформации

ся, да и для того чтобы изготовить и наладить предложенные в недалеком будущем аппараты, придется вспомнить основы электротехники и промышленной электроники.

**Однофазный нулевой управляемый выпрямитель**

Схема однофазного управляемого выпрямителя с выводом нулевой точки трансформатора (нулевая схема) изображена на **рис.1,а**. Токи и напряжения в цепи постоянного тока при работе в качестве потребителя энергии и источника показаны на **рис.1,б** и **в** соответственно.

На **рис.2** показаны временные диаграммы токов и напряжений в однофазном нулевом управляемом выпрямителе при работе на активную (а) и активно-индуктивную нагрузки; б - режим прерывистого тока; в - режим непрерывного тока.

Среднее значение ЭДС выпрямителя, равное при холостом ходе среднему значению выходного напряжения, при работе на активную нагрузку

$$E_d = E_{d0} (1 + \cos \alpha) / 2 = 0,9e_2 (1 + \cos \alpha) / 2$$

Уменьшение  $E_d$  при увеличении угла управления  $\alpha$  иллюстрируется временными диаграммами **рис.3**.

Зависимость  $E_d=f(\alpha)$  называется регулировочной характеристикой для активной нагрузки (**рис.4**).

**Однофазный мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой**

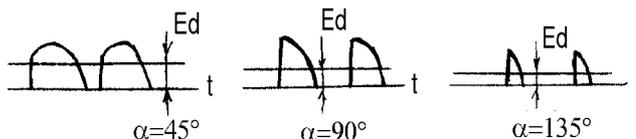
Схема однофазного мостового выпрямителя и временные диаграммы токов и напряжений выпрямителя показаны на **рис.5**.

Если нагрузка активна ( $L_H=0$ ), то ток  $i_d$  повторяет форму напряжения на нагрузке, а токи первичной и вторичной обмоток  $i_2$  имеют синусоидальную форму (штриховые кривые на **рис. 5,б,в**). Если в цепи нагрузки имеется индуктивность ( $L_H \neq 0$ ), то она препятствует изменению тока, и ток в нагрузке не будет успевать следовать за напряжением  $U_d$ , так что ток  $i_d$  будет сглаживаться (сплошная кривая  $i_d$  на **рис. 5,в**).

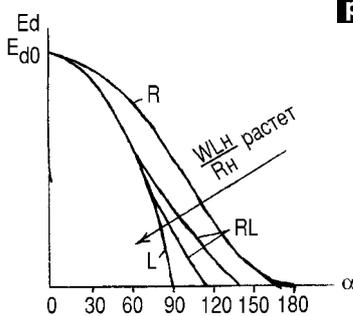
При значительной индуктивности в цепи нагрузки ( $X_L = \omega L_H > 10 R_H$ ) ток в нагрузке из-за малой пульсации можно считать постоянным (идеально сглаженным), при этом передача активной мощности в нагрузку переменными составляющими тока отсутствует. В таком режиме ток диодов  $i_d$ , вторичный  $i_2$  и первичный  $i_1$  токи трансформатора принимают форму прямоугольных импульсов.

При активно-индуктивной нагрузке длительность проводящего состояния вентилей  $\lambda$  как и при активной нагрузке остается равной  $\pi$ , поэтому в любой момент времени напряжение на нагрузке повторяет вторичное напряжение (**рис. 5,в**).

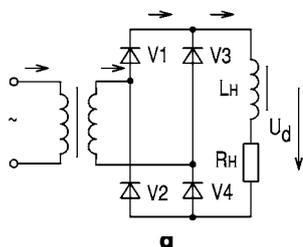
Рассчитаем мостовую схему выпрямителя, чтобы по известным параметрам на-



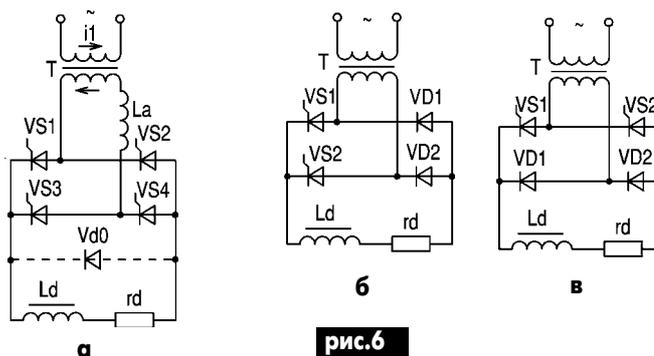
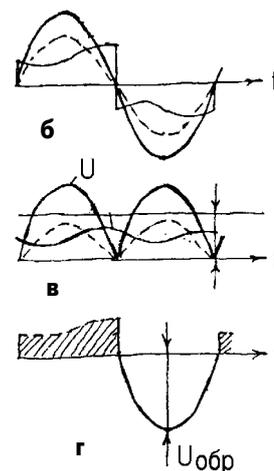
**рис.3**



**рис.4**



**рис.5**



**рис.6**

грузки выбрать тип вентилей и определить параметры трансформатора. Пренебрежем потерями в сглаживающем дросселе  $L_H$ , вентилях и трансформаторе и положим ток нагрузки идеально сглаженным:  $i_d(t)=I_d$ . Рас-

четные формулы сведены в **табл.1**.

По значениям  $I_{ам}$  и  $U_{обр}$  выбираем вентили.

Можно переключить мостовую схему без трансформатора, например, при подключении к сети 220 В ( $U_d=200$  В).

Номер формулы	Выражение	Описание
11, рис.7	$U_d\alpha = E_{m2}(1 + \cos \alpha)/\pi$	Среднее выпрямленное напряжение, где $E_{m2}$ - максимальная ЭДС вторичной обмотки трансформатора.
12, рис.7	$U_{d0} = 2E_{m2}/\pi$	Для нерегулируемого режима $\alpha=0$
13, рис.7	$U_d\alpha = U_{d0}(1 + \cos \alpha)/2$	Регулировочная характеристика выпрямителя $U_d=f(\alpha)$ при $\alpha \neq 0$
14, рис.7	$U_{ном} = E_{m2} \sin \alpha/2 = \pi U_{d0} \sin \alpha/4$	Максимальное прямое напряжение на вентиле
15, рис.7	$I_d\alpha = I_{d0}(1 + \cos \alpha)/2$	Средний выпрямленный ток
16, рис.7	$I_d = I_{d0}/2$	Средний ток вентиля
17, рис.7	$I_{d\text{эф}} = D I_d \alpha$	Действующее значение тока вентиля, где $D = 2\pi/2 - (1/\pi)(\pi/2 - \alpha/2 + 1/4 \sin \alpha)^{1/2} / (1 + \cos \alpha)$ - коэф.формы тока
18, рис.7	$I_2 = 2^{1/2} D I_d \alpha/2^{1/2}$	Действующее значение тока во вторичной обмотке трансформатора
19, рис.7	$I_1 = n I_2 = n D I_d \alpha/2^{1/2}$	Действующее значение тока в первичной обмотке трансформатора, где $n = W_2/W_1$ - коэффициент трансформации
20, рис.7	$S_1 = \pi D P \alpha/8 (1 + \cos \alpha)$	Расчетные мощности обмоток трансформатора и типовая мощность трансформатора, где $P\alpha = U_d I_d$ - мощность постоянной составляющей выпрямленного напряжения (тока)
21, рис.7	$\chi = [(\pi - \alpha + 1/2 \sin 2\alpha)/\pi]^{1/2}$	Коэффициент мощности выпрямителя
22, рис.7	$K_{n(1)} = 2/3[1 + 4(1 - \cos \alpha)]^{1/2}$	Коэффициент пульсаций первой (основной) гармоники выпрямленного напряжения
23, рис.8	$I_{ам} = I_d$	Амплитуда тока через вентиль равна среднему выпрямленному току
24, рис.8	$U_d\alpha = 2E_{m2} \cos \alpha/\pi \cos \alpha = U_{d0} \cos \alpha$	Среднее выпрямленное напряжение
25, рис.8	$I\alpha = I\alpha/2$	Средний ток через вентиль одинаковый для $\alpha=0$ и $\alpha \neq 0$
26, рис.8	$I_2 = I\alpha$	Действующее значение тока во вторичной обмотке трансформатора
27, рис.8	$I_1 = n I_2 = n I\alpha$	Действующее значение тока в первичной обмотке трансформатора
28, рис.8	$S_1 = S_2 = S_T = 1,11 P\alpha/\cos \alpha$	Типовая мощность трансформатора
29, рис.8	$U_{вр} = E_{m2} = \pi U_{d0}/2$	Максимальное обратное напряжение на вентиле равно амплитуде ЭДС вторичной обмотки трансформатора
30, рис.8	$U_{ном} = E_{m2} \sin \alpha = \pi U_{d0} \sin \alpha/2$	Максимальное прямое напряжение на вентиле
31, рис.8	$U_{в0} = U_{вм} \sin \alpha = \pi U_{d0} \sin \alpha/2$	В момент перехода тока с одной пары вентиля на другую (рис.7,б) в кривой обратного напряжения на вентиле наблюдается скачок напряжения
32, рис.8	$\cos \varphi_{(1)} = \cos \alpha$	Коэффициент сдвига первой гармоники тока питающей сети $i_{(1)}$ относительно питающего напряжения $U_1$
33, рис.8	$I_{(1)} = 2^{3/2} I_1/\pi$	Действующее значение первой гармоники тока в первичной обмотке трансформатора
34, рис.8	$\chi = 2^{3/2} \cos \alpha/\pi$	Коэффициент мощности выпрямителя
35, рис.9	$I_d = I\alpha/2 (\pi - \alpha)/\pi$	Среднее значение токов в тиристорах
36, рис.9	$I_{d\text{эф}} = I\alpha/2 [(\pi - \alpha)/\pi]^{1/2}$	Действующее значение токов в тиристорах
37, рис.9	$I_2 = I\alpha [(\pi - \alpha)/\pi]^{1/2}$	Действующее значение тока во вторичной обмотке трансформатора
38, рис.9	$I_1 = n I_2 = n I\alpha [(\pi - \alpha)/\pi]^{1/2}$	Действующее значение тока в первичной обмотке трансформатора
39, рис.9	$\chi = 2^{3/2} \cos^2 \alpha/2 [1/\pi(\pi - \alpha)]^{1/2}$	Коэффициент мощности выпрямителя
40, рис.9	$I_d = I_d \alpha/\pi$	Средний ток в нулевом вентиле $V_{d0}$
41, рис.9	$I_{d\text{эф}} = I_d (\alpha/\pi)^{1/2}$	Действующее значение тока в нулевом вентиле
42, рис.10	$U_d\alpha = U_{d0}(1 + \cos \alpha)/2$	Среднее выпрямленное напряжение
43, рис.10	$I\alpha = I_d/2$	Средний ток вентиля (тиристора, диода)
44, рис.10	$I_2 = I_d [(\pi - \alpha)/\pi]^{1/2}$	Действующее значение тока во вторичной обмотке трансформатора
45, рис.10	$I_1 = n I\alpha [(\pi - \alpha)/\pi]^{1/2}$	Действующее значение тока в первичной обмотке трансформатора
46, рис.10	$\cos \varphi_{(1)} = \cos \alpha/2$	Первая гармоника первичного тока $i_{(1)}$ сдвинута по отношению к питающему напряжению на угол $\varphi_{(1)} = \alpha/2$
47, рис.10	$I_{(1)} = 2^{3/2} n I_d \cos \alpha/2/\pi$	Действующее значение тока первой гармоники в первичной обмотке трансформатора
48, рис.10	$\chi = 2^{3/2} \cos^2 \alpha/2 [1/\pi(\pi - \alpha)]^{1/2}$	Коэффициент мощности выпрямителя
49, рис.11	$U_d\alpha = U_{d0}(1 + \cos \alpha)/2$	Среднее выпрямленное напряжение
50, рис.11	$I_d = I_d/2 [(\pi - \alpha)/\pi]$	Среднее значение тока тиристора
51, рис.11	$I_{d\text{эф}} = I_d [(\pi - \alpha)/\pi]^{1/2}/2^{1/2}$	Действующее значение тока тиристора
52, рис.11	$I_d = I_d [(\pi + \alpha)/\pi]/2$	Среднее значение тока диода
53, рис.11	$I_{d\text{эф}} = I_d [(\pi + \alpha)/\pi]^{1/2}/2^{1/2}$	Действующее значение тока диода

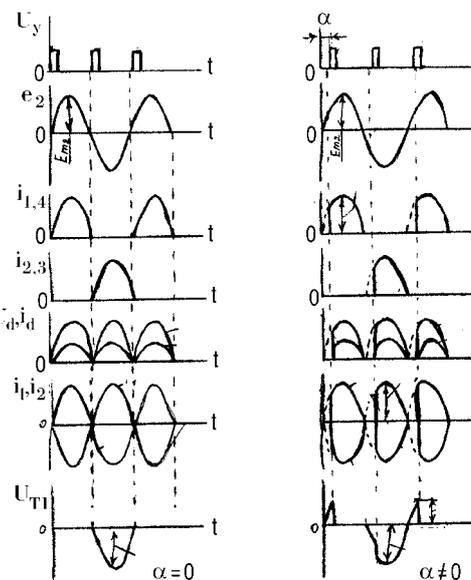


рис.7

Применение нулевой схемы выпрямления при большой мощности нагрузки нецелесообразно, так как трансформатор имеет большую расчетную мощность по сравнению с мостовой схемой выпрямления.

**Однофазные мостовые управляемые выпрямители**

Схемы однофазных мостовых управляемых выпрямителей изображены на рис.6 (рис.6,а - симметричный выпрямитель; рис.6,б,в - несимметричные).

Временные диаграммы токов и напряжений идеальной ( $r_a=0$ ;  $r_{пр}=0$ ;  $L_a=0$ ) мостовой схемы при активной нагрузке для двух значений угла регулирования  $\alpha$ , определяемых положением отпирающих импульсов тиристоров  $U_{y1,4}$  и  $U_{y2,3}$  по отношению к ЭДС вторичной обмотки трансформатора Т, показаны на рис.7.

Ток по нагрузке протекает в течение обоих полупериодов переменного напряжения, а во вторичной обмотке ток  $i_2$  протекает дважды за период и при  $\alpha=0$  и активной нагрузке имеет форму синусоиды. Расчетные формулы сведены в табл.2.

С увеличением угла регулирования коэффициент формы тока растет, что необходимо учитывать при расчете элементов схемы выпрямителя (вентилей, трансформатора).

(Продолжение следует)

# Создание регулировочных характеристик с помощью магнитного управления сварочного трансформатора

В.А.Кучеренко, г.Киев

(Продолжение. Начало см. в РЭ9-12/01, 1,2/02)

Поток рассеяния сварочного трансформатора СТ (см. рис.19 в РЭ 2/02)  $\Phi_r$  и напряжение вторичной обмотки трансформатора характеризуется ЭДС секций 2А вторичной обмотки данного СТ:  $U_{2MIN} = U_{2A}$ . Если мы начнем увеличивать ток в обмотке управления 8 неподвижного магнитного шунта 7, а ток в обмотке управления 6 магнитного усилителя максимальный, то соответственно мы начнем увеличивать магнитное сопротивление магнитного шунта 7, что приведет к увеличению общего магнитного сопротивления СТ и соответственно уменьшению ЭДС секций 2А вторичной обмотки и сварочного тока на дуговом промежутке 10.

В режиме, когда ток в обмотке управления 8 магнитного шунта максимальный, а ток в обмотке управления 6 магнитного усилителя отсутствует, то весь магнитный поток  $\Phi_1$  СТ замыкается через верхнее ярмо 5, так как индуктивное сопротивление неподвижного магнитного шунта 7 максимальное и пронизывает все секции вторичной обмотки 2А и 2В. Соответственно напряжение вторичной обмотки СТ характеризуется суммой ЭДС всех секций и может быть записано в виде:  $U_2 = U_{2A} + U_{2B}$ . Это режим максимальной исходной мощности СТ (рис. 19). Если в этом случае начать увеличивать ток в обмотке управления 6 магнитного усилителя, то начнет увеличиваться магнитное сопротивление верхнего ярма 5 и соответственно увеличится общее магнитное сопротивление СТ, начнет уменьшаться основной магнитный поток  $\Phi_1$ , магнитный поток  $\Phi_2$  и начнет уменьшаться ЭДС всех сек-

ций 2А и 2В вторичной обмотки трансформатора, а затем и уменьшится сварочный ток на дуговом промежутке 10. Таким образом, комбинируя подачу тока в обмотки управления 6 и 8 магнитного усилителя 5 и магнитного шунта 7, а также варьируя силу этих токов с помощью блока управления 9, сварщик имеет возможность плавно регулировать сварочный ток в довольно широком диапазоне. А применение переносного блока управления разрешает выполнять операции плавного изменения сварочного тока дистанционно, что создает максимально благоприятные производственные условия для сварщика, повышает качество выполнения процесса сварки, самого сварного шва и производственные показатели.

Такие СТ с использованием электрически управляемых магнитных усилителей и шунтов стали последним звеном в цепи непрерывного развития трансформаторостроения для сварки при использовании для плавного регулирования сварочного тока взаимных управляемых электромагнитных полей СТ. Это были сверхсложные электромагнитные системы, разобраться в работе и взаимных связях которых, кроме собственно разработчиков этих систем, могли единицы специалистов высочайшей квалификации.

Поэтому с появлением управляемых полупроводниковых приборов эра таких трансформаторов закончилась.

Еще одним широко распространенным способом создания регулировочных характеристик СТ является использование дополнительных электротехнических устройств. Эти устройства назы-

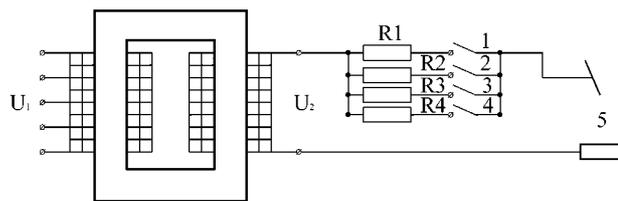


рис.20

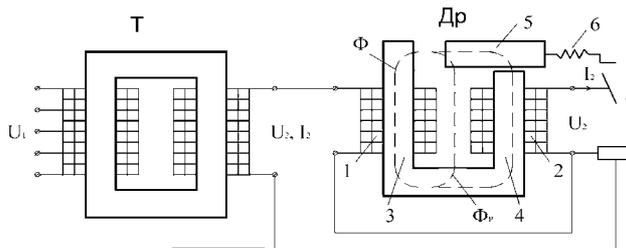


рис.21

ваются дополнительными, так как они не создают вместе с СТ единой электромагнитной системы, функционируют самостоятельно, имеют собственные внешние статические и динамические характеристики, а с СТ объединяются только с помощью соединительных проводов.

Первым дополнительным устройством, которые начали использовать для регулирования сварочного тока, стали резисторы. Эти резисторы включали последовательно в цепь сварки (рис.20). Конструктивно эти резисторы выполнены так, что разрешают пропускать значительный сварочный ток (200-500 А). С помощью ключей 1-4 резисторы R1-R4 подключаются к цепи сварки и, комбинируя параллельно-последовательное соединение резисторов R1-R4, сварщик получает ступенчатое регулирование сварочного тока. Еще одним свойством резисторов есть возможность получить нисходящую внешнюю вольт-амперную статическую характеристику. Это важно, если СТ имеет жесткую характеристику, и использовать его непосредственно для ручной дуговой сварки невозможно, но объединяя такой СТ с резистором, за счет падения напряжения на резисторе получают нисходящую вольт-амперную характеристику. Но такие наборы резисторов с ключами (их еще называют балластными реостатами) имеют значительный недостаток - непроизводительное рассеяние значительного количества электроэнергии из-за выделения на резисторах тепла. Часть потерянной электроэнергии при использовании резисторов может достигать более 50%. Это значительный недостаток, так как стоимость электроэнергии все время возрастает, и использование таких энергозатратных устройств экономически нецелесообразно. Поэтому в данное время резисторы для регулирования сварочного тока почти не используют.

Еще одним способом регулирования сварочного тока СТ с помощью дополнительного устройства является использование дополнительных сварочных дросселей Др (рис.21). Сварочный дроссель Др включается последовательно с сварочной дугой. Формирование регулировочных характеристик сварочного дросселя осуществляется по принципу изменения геометрии магнитопровода. Для достижения этой цели в конструкции сварочного дросселя применяют подвижное ярмо. В этой конструкции одинаковые обмотки 1 и 2 сварочного дросселя расположены на стержнях 3 и 4 магнитопровода дросселя, при этом обмотки 1 и 2 соединены последовательно и согласно одна с одной: обмотки 1 на стержне 3 магнитопровода, а обмотки 2 на стержне 4 магнитопровода дросселя. Особенность данной конструкции: верхнее ярмо 5 магнитопровода сварочного дросселя выполнено подвижным, и с помощью регулировочного устройства

6 его перемещают по направляющим. Благодаря этому верхнее подвижное ярмо 5 отделяется или приближается до одного из стержней 3 магнитопровода дросселя, создавая и увеличивая или уменьшая тем самым немагнитный зазор в магнитной системе дросселя. Регулировочное устройство, как и в конструкции СТ с подвижным ярмом, представляет собой простую механическую систему винт-гайка, в которой, как правило, винт с приводной рукояткой закреплен с возможностью вращения вокруг своей оси на корпусе данного сварочного дросселя. А гайка неподвижно закреплена на подвижном ярме 5, и при вращении винта подвижное ярмо 5, перемещаясь по направляющим, изменяет расстояние между стержнем магнитопровода 3 и подвижным ярмом 5, изменяя при этом размер немагнитного зазора в магнитной системе сварочного дросселя. При этом изменяется магнитное сопротивление, но уже нет пути для потока рассеяния  $\Phi_r$  магнитной системы СТ, как это сделано в конструкции СТ с подвижным магнитным шунтом, а изменяется магнитное сопротивление на пути основного магнитного потока  $\Phi$ , созданного обмотками 1 и 2 при протекании по ним сварочного тока  $I_2$ . При этом изменяется магнитный поток рассеяния  $\Phi_r$  и ЭДС рассеяния, а значит, и переменный основной магнитный поток  $\Phi$  сварочного дросселя, который в свою очередь приводит к изменению тока в обмотках дросселя 1 и 2, и соответственно изменяется сварочный ток на дуговом промежутке 7. При этом если мы увеличиваем расстояние между стержнем 3 и подвижным ярмом 5, отводя его с помощью регулировочного устройства 6, то соответственно тем самым мы увеличиваем магнитное сопротивление на пути основного потока намагничивания  $\Phi$  сварочного дросселя, и большая часть этого магнитного потока замыкается в воздухе, увеличивая поток рассеяния  $\Phi_r$ , что приводит к увеличению индуктивного сопротивления сварочного дросселя. Поэтому основной магнитный поток  $\Phi$ , который пронизывает обмотки 1 и 2 сварочного дросселя при нагрузке сварочным током, уменьшается, и это приводит к уменьшению силы сварочного тока, который протекает последовательно по обмоткам 1 и 2.

И наоборот, если мы приближаем подвижное ярмо 5 к стержню магнитопровода 3 сварочного дросселя, уменьшая тем самым расстояние между стержнем и подвижным ярмом с помощью регулировочного устройства 6, то соответственно мы уменьшаем немагнитный зазор в магнитной системе дросселя. А затем это приводит к уменьшению магнитного сопротивления на пути основного потока намагничивания  $\Phi$  сварочного дросселя. При этом меньшая часть этого основного магнитного потока дросселя замыкается по воздуху, уменьшая поток рассеяния  $\Phi_r$ . Это приводит, в свою очередь, к уменьшению индуктивного сопротивления сварочного дросселя. Основной магнитный поток  $\Phi$  дросселя, который пронизывает обмотки 1 и 2 сварочного дросселя, при нагрузке сварочным током увеличивается, что соответственно приводит к увеличению силы сварочного тока на дуговом промежутке 7.

С развитием электротехники появилось еще одна конструкция сварочного дросселя, в которой для плавного регулирования силы сварочного тока используется уже не подвижное ярмо, а неподвижный магнитный шунт с электрической обмоткой управления. Магнитное сопротивление

таких шунтов можно изменять, изменяя ток в обмотке управления с помощью блока управления. Конструкция сварочного дросселя, в которой используется данный принцип плавного регулирования сварочного тока, приведена на рис.22. Дан-

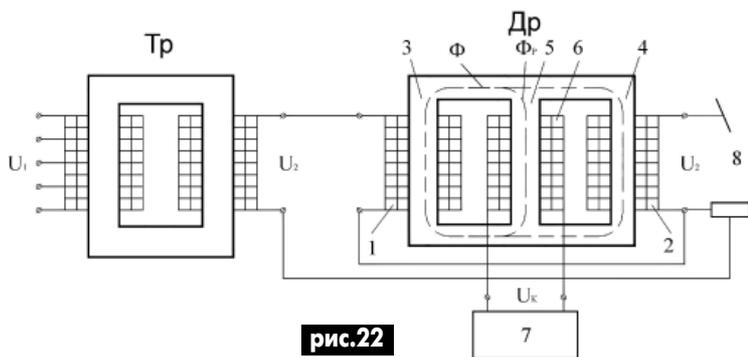


рис.22

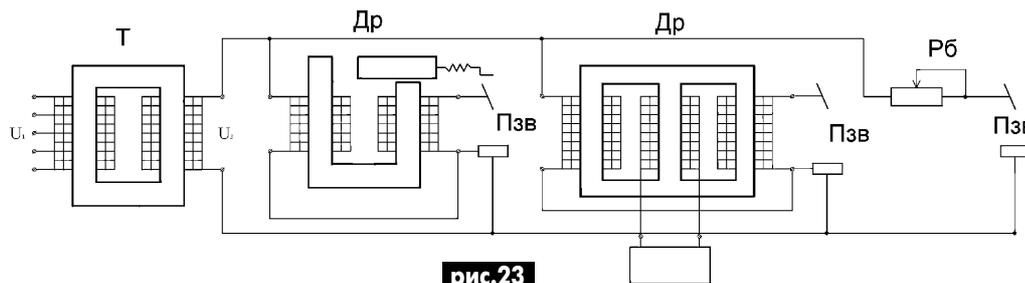


рис.23

ный сварочный дроссель состоит из неподвижного магнитного шунта, расположенного между одинаковыми обмотками 1 и 2, которые соединены последовательно и согласно между собой. По ним протекает сварочный ток. Неподвижный магнитный шунт представляет собой средний стержень 5 магнитопровода сварочного дросселя, на котором расположена электрическая обмотка управления 6 магнитного шунтом. Сила тока в обмотке управления 6 изменяется с помощью блока управления 7. При изменении силы тока в обмотке управления 6 изменяется магнитное сопротивление магнитного шунта 5 на пути потока рассеяния  $\Phi_r$  магнитной системы сварочного дросселя. При этом изменяется магнитный поток рассеяния  $\Phi_r$ , а затем - основной магнитный поток  $\Phi$  дросселя и соответственно ток в обмотках 1 и 2 дросселя, который приводит к изменению силы сварочного тока на дуговом промежутке 8. Если мы увеличиваем ток, протекающий по обмотке управления 6 неподвижного магнитного шунта, то тем самым мы увеличиваем магнитное сопротивление шунта 5, расположенного на пути потока рассеяния  $\Phi_r$  магнитной системы сварочного дросселя. После подачи постоянного тока на обмотку управления 6 получается дополнительное магнитное поле, которое увеличивает индукцию и насыщение магнитопровода, благодаря чему увеличивается магнитное сопротивление. При этом магнитный поток рассеяния  $\Phi_r$  уменьшается, и это приводит к уменьшению магнитного сопротивления сварочного дросселя и соответственно увеличению силы сварочного тока. И наоборот, если мы уменьшаем ток, протекающий в обмотке управления 6 неподвижного магнитного шунта 5 с помощью блока управления 7, то тем самым мы уменьшаем магнитное сопротивление магнитного шунта 5. При этом уменьшается магнитное сопротивление на пути потока рассеяния  $\Phi_r$ . Сам же магнитный поток рассеяния  $\Phi_r$  при этом увеличивается, что приводит к увеличению индуктивного сопротивления сварочного дросселя и соответственно к уменьшению сварочного тока, который последовательно проходит по обмоткам 1 и 2 данного дросселя.

При построении сварочного источника питания с использованием СТ в объединении с сварочным дросселем для расширения диапазона регулирования и для достижения более точного регулирования сварочного тока также применяют принцип ком-

бинированного формирования регулировочных характеристик, как и в случае конструкции СТ с подвижным магнитным шунтом, подвижным ярмом и др. При этом также применяют секционирование обмоток СТ, которое позволяет получить одновременно ступенчатое регулирование сварочного тока с помощью секций неподвижных обмоток СТ и плавное регулирование сварочного тока в середине ступенчатого диапазона с помощью перемещения подвижного ярма регулировочным устройством в сварочном дросселе. Такое объединение принципов формирования регулировочных характеристик позволяет сварщику довольно точно подбирать сварочный ток к каждому режиму сварки в соответствии с требованиями технологии процесса сварки. Одновременно такое объединение СТ и сварочного дросселя позволяет использовать более простые и более надежные СТ, в конструкции которых отсутствуют подвижные детали и узлы электромагнитной системы. По обмоткам сварочного дросселя протекает только сварочный ток, а значит, к изоляции сварочного дросселя и к условиям работы предъявляют меньшие требования. Объединение этих преимуществ системы питания сварочной дуги, которая состоит из СТ и сварочного дросселя, позволяет получать экономичный эффект в сравнении с использованием СТ сложной конструкции с подвижными частями и узлами электромагнитной системы. Еще одним преимуществом применения сварочного дросселя есть его значительно меньшая масса в сравнении с массой СТ. Поэтому сварщику легче перемещать сварочный дроссель во время частых изменений места, где происходит процесс сварки, объединяя при этом стационарно установленный СТ и подсоединенный длинными сварочными кабелями переносный сварочный дроссель. Очень широко такие системы питания сварочной дуги используют при реализации многопостовых систем питания сварочного тока. При этом стационарно устанавливается мощный СТ, способный выдавать сварочный ток в 1000 А и более, а к его выходным клеммам параллельно подключается несколько сварочных дросселей Др или сварочных балластных реостатов  $R_B$ , расположенных непосредственно на сварочных постах Пзв, которые могут быть разбросаны по разным участкам сварочного цеха, строительной площадке, верхам здания или в разных отсеках большого корабля (рис.23).

## ЗАЩИТА ТРЕХФАЗНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

*К.В.Коломойцев, Ю.Ф.Романюк, Р.М.Коломойцева, г.Ивано-Франковск*

В литературе [1,2] дано описание несложных схем защиты электродвигателей (ЭД) с помощью токового реле, которое включено между нулевой точкой двигателя и нейтралью сети. Но эти схемы не являются новыми среди устройств защиты ЭД и уже неоднократно рассматривались на страницах журналов, например, в [3]. Одним из недостатков этих схем является то, что они требуют доступа к нулевой точке обмоток ЭД, т.е. двигатель должен иметь шесть выводов. Поскольку ЭД серии 4А мощностью 0,06...0,37 и 0,55...11 кВт имеют только три вывода (С1, С2, С3) при соединении обмоток звездой или треугольником [4], то область использования предложенных схем защиты ограничена. Кроме того, схемы не имеют задержки во времени на срабатывание защиты.

Схема защиты ЭД (см. рисунок) свободна от указанных недостатков. Искусственная нейтраль создается с помощью трех конденсаторов С1...С3 емкостью 0,01...0,033 мкФ с напряжением 400...600 В, которые подключены к входным клеммам ЭД или к выходным клеммам магнитного пускателя (контактора). Резисторы R3, R4 используются как делитель напряжения. Потенциометром R4 можно регулировать уставку срабатывания

защиты. Диод VD3 и конденсатор фильтра С4 выполняют функцию однополупериодного выпрямителя, с выходом которого соединены балластный резистор R5 и стабилитрон VD4, предназначенные для параметрической стабилизации напряжения. Транзистор VT1 выполняет функцию усиления напряжения смещения при несимметричных режимах работы ЭД. Он питается от параметрического стабилизатора напряжения на балластном резисторе R8 и стабилитроне VD5, который вместе с накопительным конденсатором С5 обеспечивает необходимое напряжение питания усилителя при обрыве любой фазы питающей сети. Защита перехода база-эмиттер транзистора VT1 от повышенного напряжения смещения нейтрали осуществляется стабилитроном VD4. Стабилизатор напряжения транзисторного усилителя питается от двухфазного выпрямителя, собранного на диодах VD1, VD2, которые подключены к фазам А и В сети питания ЭД через резисторы R1, R2 и предохранители FU. Резисторы R1 и R2 облегчают режим работы диодов VD1, VD2 и повышают их надежность. К двухфазному выпрямителю через тиристорный ключ VS1 подключено электромагнитное реле K1 (исполнительный элемент). Контакт

ты реле К1.1 введены в цепь катушки магнитного пускателя КМ последовательно с блокирующими контактами КМ1.1. Диод VD6, включенный параллельно с катушкой К1, облегчает работу реле К1 и защищает тиристор VS1 от ЭДС самоиндукции, которая наводится в цепи реле при его отключении. Катушка магнитного пускателя КМ через кнопки "Стоп" и "Пуск" подключается к фазам А и С сети питания ЭД для повышения надежности работы диодов VD1, VD2 выпрямителя.

Устройство защиты ЭД от несимметричных режимов работает следующим образом. Допустим, что напряжение присутствует на всех трех фазах сети питания ЭД. Во время пуска ЭД при нажатии кнопки "Пуск" трехфазное напряжение питания подается на конденсаторы С1...С3 искусственной нейтрали. При этом напряжение смещения между искусственной и заземленной нейтралью отсутствует, напряжение на резисторе R4 практически равно нулю, транзистор VT1 и тиристор VS1 остаются закрытыми, реле К1 обесточено, а его контакты К1.1 в цепи катушки магнитного пускателя КМ остаются замкнутыми, что обеспечивает блокирование кнопки "Пуск" после пуска ЭД. Одновременно через резистор R8 заряжается конденсатор С5 до напряжения стабилизации стабилитрона VD5, что обеспечивает готовность схемы защиты к работе. Поскольку элементы схемы VT1, VS1 и реле К1 обесточены, а сопротивление резистора R8 достаточно велико и составляет 51 кОм, то во время работы ЭД практически не потребляет энергии.

При обрыве одной из фаз сети питания ЭД или нарушении симметрии линейных напряжений между искусственной нейтралью конденсаторов С1...С3 и заземленной нейтралью трехфазной сети возникает напряжение смещения нейтрали, часть которого снимается с потенциометра R4, выпрямляется диодом VD3, стабилизируется параметрическим стабилизатором и подается на базу транзистора VT1. При этом транзистор VT1 и тиристор VS1 открываются, срабатывает реле К1 и размыкает свои контакты К1.1 в цепи управления ЭД, катушка магнитного пускателя (контактора) обесточивается, и ЭД отключается от сети питания линейными контактами К. После замыкания линейных контактов магнитного пускателя напряже-

ние смещения нейтрали становится практически равным нулю, транзистор VT1 и тиристор VS1 закрываются, реле К1 обесточивается и возвращается к дежурному режиму.

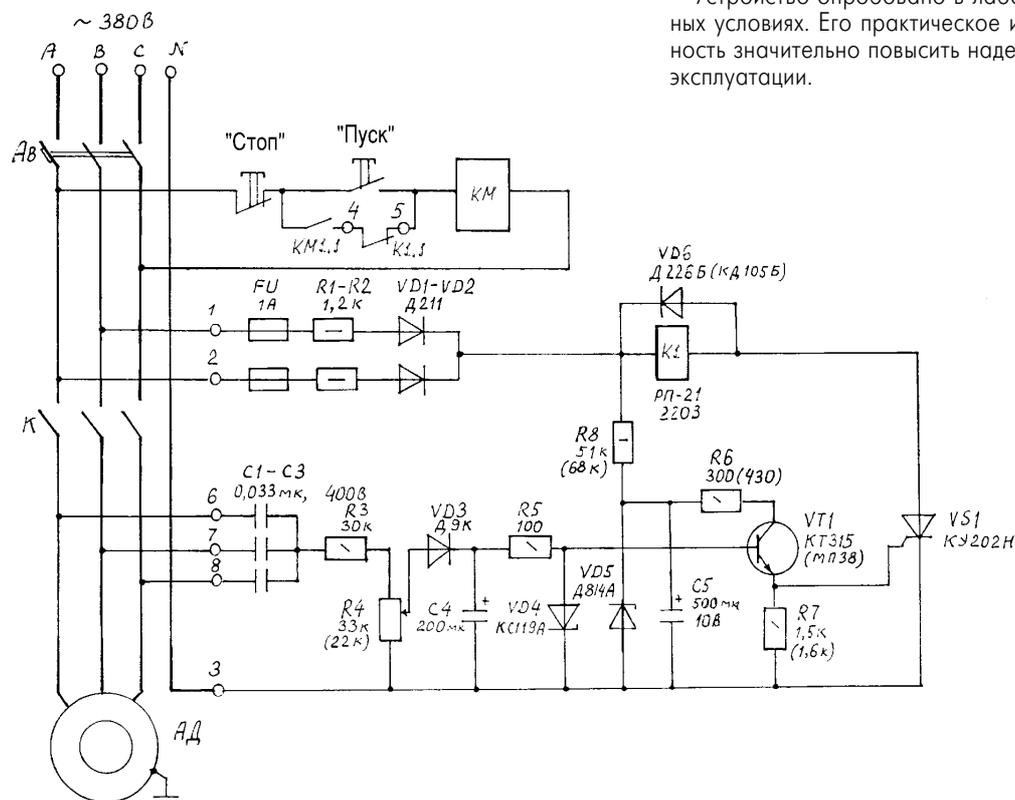
Устройство обеспечивает также блокирование пуска ЭД при обрыве одной из фаз или недопустимом значении несимметрии напряжений трехфазной сети.

С помощью конденсатора С4 осуществляется задержка времени срабатывания устройства при неодновременном замыкании линейных контактов магнитного пускателя (контактора) КМ, а также в случае несимметричных коротких замыканий в электросети. Для повышения надежности работы схемы уставка срабатывания защиты от несимметричных режимов выставляется для режима нерабочего хода ЭД потенциометром R4.

**Детали.** В устройстве используются резисторы типа МЛТ, переменный резистор типа СПЗ-16а или СП5-2, диоды VD1, VD2 серии Д211 на 600 В можно заменить на КД105В,Г. Вместо стабилитрона VD4 типа КС119А с напряжением стабилизации 1,9 В можно использовать стабилитрон КС107А (2С107А на 0,7 В) и КС113А (2С113А на 1,3 В), соединив их последовательно. Стабилитрон VD5 типа Д814А с напряжением стабилизации 7...8,5 В можно заменить на два последовательно соединенных стабилитрона типа КС139А. Диод VD6 серии Д226Б или КД105 с любым буквенным индексом. Тиристор VS1 типа КУ202Н можно заменить на КУ202М, КУ202Л, КУ202К, КУ201Л или унифицированный типа ТИ2-10 класса 4, который имеет корпус практически идентичный корпусу диода КД202. Транзистор VT1 (n-p-n) типа КТ315 с любым буквенным индексом, его можно заменить германиевым типа МП38 или МП37 с коэффициентом усиления по току 20...30. Конденсаторы С1...С3 типа МБМ или керамические с одинаковым отклонением от номинала. Электролитические конденсаторы С4 и С5 - типа К50-6 на напряжение 10 В. Реле К1 малогабаритное типа РП-21 на напряжение 220 В переменного тока.

Элементы схемы защиты ЭД смонтированы на печатной плате, которая размещена в корпусе промежуточного реле типа РП-24 или РП-25 и подключена к схеме ЭД входными клеммами 1...8.

Устройство опробовано в лабораторных и производственных условиях. Его практическое использование даст возможность значительно повысить надежность работы ЭД во время эксплуатации.



Литература

1. Семенов И. Все фазы стекаются в ноль//Радиолюбитель. - 2000. - №9. - С.14.
2. Семенов И.П. Токвое реле//Радиоаматор-Электрик. - 2001. - №5. - С.21.
3. В помощь радиолюбителю: Вып.19. - М.: ДО-СААФ, 1964. - 80с.
4. Стоколов В.Е., Усышкин Г.С. и др. Электрооборудование кузнечно-прессовых машин: Справ. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1981. - 304с.

# Настольный аэроионизатор воздуха

(Продолжение. Начало см. в РЭ2/02)

А.Г.Зыюк, г.Луцк

**Детали.** Диоды выпрямительного моста VD1-VD4 типа 1N4007 заменимы любыми аналогичными с допустимым прямым током не менее 0,3 А и обратным напряжением не менее 400 В, например, типа КД105(Б, В, Г), КД226 (В-Е), КД243 (Г-Ж), КД247 (Г-Ж), КД209 (А-Г) и т.д. Вполне возможно использование и диодных мостиков типа КЦ405, КЦ402, КЦ407 и т.д. Но в этом случае разводку печатной платы нужно видоизменить. Конденсатор С1 любого типа на требуемое напряжение емкостью 10-30 мкФ. В моей конструкции установлен ("лежа") К50-12. Конденсатор С2 типа К50-35, его емкость также не критична и может быть в пределах 50-200 мкФ. Рабочее напряжение должно быть больше напряжения стабилизации стабилитрона VD5. Конденсатор С3 типа К73-17, его емкость может быть в пределах 0,022-0,1 мкФ. Конденсатор С4 должен быть высокого качества (малый tgδ, т.е. тангенс угла диэлектрических потерь должен быть поменьше). Я применил

типа К78-2. Это хорошие конденсаторы. Они пригодны даже для разделительных элементов между ламповыми каскадами качественного усилителя звука. Конденсатор С5 слюдяной типа КСО, а С6 - КД. Контурный конденсатор С13 составлен двумя последовательно соединенными конденсаторами типа К15-5 емкостью 2200 пФ с рабочим напряжением 6,3 кВ каждый. Суммарная емкость 1000 пФ, а эквивалентное напряжение 12 кВ. Подстроечные резисторы R9 и R10 типа СПЗ-386. Резистор R14 высоковольтный типа КЭВ-2. Остальные резисторы типа МЛТ (можно МТ). Диоды высоковольтного умножителя Д9-Д18 типа КЦ106Г, можно установить КЦ106В и даже КЦ106Б.

Сейчас на рынке можно приобрести самые разнообразные радиокомпоненты. Но, как показывает практика, радиоэлементы чаще выходят из строя по причине перенапряжений, чем от токовых перегрузок. А нередко бывает так, что детали

просто не соответствуют тем параметрам, которые гарантированы в ТУ. Конденсаторы умножителя С7-С12 и С14-С17 также должны иметь коэффициент нагрузки поменьше (не 0,7, как обычно допускается по напряжению). Я установил К15-4 (470 пФх20 кВ), так что запас по прочности достаточный. Дело в том, что сжечь элементы умножителя легче всего именно в процессе наладки (или экспериментов, как это и бывало). Так что запас по электрической прочности в данном случае - не роскошь, а необходимость. Во время экспериментов на II обмотке вполне могут возникать импульсы (выбросы) напряжения, которые значительно превышают номинальное или рабочее напряжение II обмотки трансформатора Т1. А это и приводит к дефектам диодов и конденсаторов умножителя. И лишь в хорошо налаженной схеме можно установить элементы с коэффициентом нагрузки 0,7 или 0,5 без риска вывести их из строя.

Теперь о самом "страшном" - импульсном трансформаторе. От аккуратности изготовления этого изделия во многом зависит надежность прибора в целом. Сердечник - ферритовый магнитопровод марки 600НН Ø 8 мм и длиной 160 мм. Обе обмотки размещены на секционированном каркасе. Чтобы избежать лишних хлопот с вытаскиванием секционного каркаса, был проверен более доступный вариант секционированного исполнения обмоток трансформатора Т1. Этот способ не требует применения токарных работ и как нельзя лучше подходит для домашних условий изготовления секционированных катушек и трансформаторов в импульсной схемотехнике. Сначала на ферритовый стержень наматывают 3-4 слоя трансформаторной (пропарафиненной) бумаги. Подойдет и любая другая плотная бумага. После этого измеряют диаметр полученного изделия штангенциркулем. Нарезают заготовки из нефольгированного стеклотекстолита квадратной формы размером 30х30 мм. Их должно быть 11 шт.

Подойдет и любой другой электроизоляционный материал толщиной более 0,5 мм. В центре заготовок сверлим отверстие по диаметру заготовки, измеренному штангенциркулем. Эти заготовки впоследствии должны быть под рукой, так как технология изготовления потребует быстроты установки ее на стержень. Все обмотки намотаны проводом ПЭЛШО 0,25. Этот провод двойной изоляции, и здесь это не является излишеством. Производить намотку более толстым проводом не стоит, так как провод не поместится в предусмотренные секции, и обмотки будут занимать неоправ-

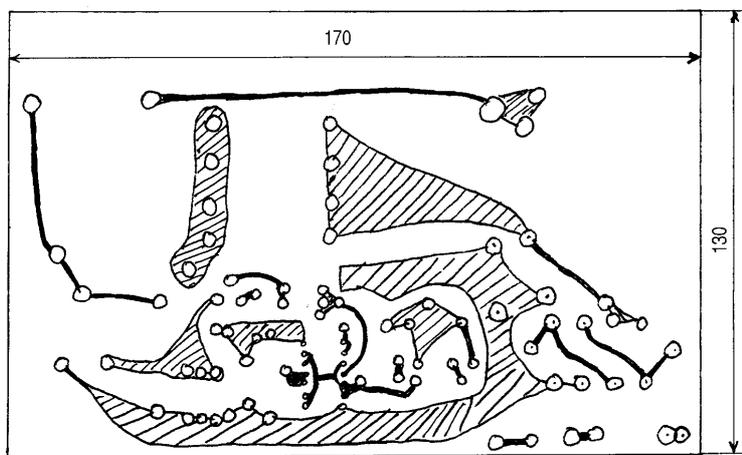
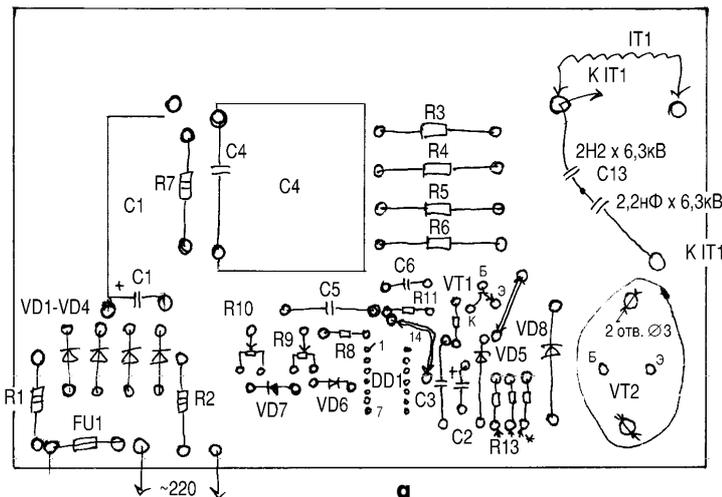


рис.2

данно громоздкое пространство в корпусе прибора. Меньший диаметр - пожалуй ста. Итак, первую изоляционную прокладку фиксируют на ферритовом стержне клеем или скотчем вблизи одного из концов феррита. Всего должно быть десять секций на ферритовом стержне. Поэтому любым пишущим предметом делаем разметку для размещения будущих прокладок-перегородок необходимых секций-обмоток.

После этого устанавливаем и вторую изоляционную прокладку. Закрепляем ее нитками со стороны, где будем мотать. В образовавшейся катушке наматываем 300 витков. Так делаем 10 раз подряд. Считаем, что II обмотка уже намотана и содержит 3000 витков провода ПЭЛШО 0,1-0,25. Теперь остается наматывать I обмотку. Она расположена сверху, т.е. поверх II обмотки. Ее также "разбивают", но только на четыре секции, считая от "холодного" конца (верхний по схеме вывод I обмотки). Ни в коем случае нельзя производить намотку вблизи вывода II обмотки, где будет присутствовать напряжение несколько киловольт! В каждой из четырех секций размещено по 75 витков такого же провода, как и ранее (т.е. всего 300 витков). Таким образом удастся избежать технологических проблем с изготовлением секционированного каркаса и дефицитов в процессе изготовления высококачественного трансформатора.

Действительно, измерьте прибором для измерения емкости емкость данной катушки (II обмотки). Приятно удивит тот факт, что емкость фактически ничтожна! Тоже справедливо и для I обмотки этого трансформатора (единицы пФ!). Отмечу, что длину ферритового стержня можно как уменьшить в 1,5 раза, так и увеличить в 1,5 раза. Можно изменить в широких пределах и соотношения витков. Но электрического пробоя (см. выше) не избежать никак без диэлектрического наполнителя (герметизатора), если захотите "вытянуть" более высокое напряжение с обмотки II Т1. Благодаря тому, что форма щечек секционированного каркаса квадратная, трансформатор можно легко закрепить на печатной плате. Транзистор VT1 выбран с параметром  $\Delta h_{213} \gg 300$  ( $I_b = \text{const} = 1 \text{ мкА}$ ). Транзистор VT2 отобран с помощью измерителя  $U_{\text{кз макс}} (> 1200 \text{ В})$ . Вместо транзистора КТ828А устанавливаем также и КТ838А. С другими типами транзисторов работу аэроионизатора не проверял. Хотя можно предположить, что вполне подойдут и КТ872А, и производства дальнего зарубежья ВU508, и т.д.

**Конструктивное исполнение.** Все элементы схемы рис.1, кроме умножителя напряжения, размещены на печатной плате (рис.2), которая помещена в пластмассовый корпус размером 150x180x45 мм. Высоковольтный умножитель напряжения размещен в отдельном корпусе размером 140x70x60 мм. У конденсаторов К15-4 имеются резьбовые контакты с одной сто-

роны корпуса. Поэтому они прикреплены к изоляционной пластине гайками. Диоды КЦ106Г припаяны непосредственно к выводам этих конденсаторов. В верхней крышке пластмассового корпуса установлена изоляционная трубка  $\varnothing 16$  мм и длиной около 20 см. К выводу резистора R14 припаяно 12 проводов из нихрома  $\varnothing 0,15$  мм и длиной около 30 см. Эти проводники через изоляционную трубку выходят наружу. Это и есть излучатель отрицательных аэроионов воздуха. Он представляет собой своеобразную метелку из 12 проводов длиной более 10 см, считая от края изоляционной трубки. И еще один очень важный момент. Детали высоковольтного умножителя должны быть залиты компаундом. Хорошо подходит парафин. Не верьте описаниям конструкций ионизаторов, где высокое напряжение  $\geq 25 \text{ кВ}$  и не требуется заливка компаундом. Якобы достаточно округлить края острых паяных соединений и все. Но это не так. Чем выше напряжение, тем сильнее идут процессы, сопровождающиеся только прогрессированием. А это слишком быстро приводит к дефекту деталей умножителя. Совсем другое дело - герметизация деталей умножителя. И только перекрыв доступ воздуха (кислорода!) к элементам высоковольтных схем, мы предохраняем их от скорых дефектов. Вот почему все умножители напряжений для телевизоров имеют герметичное исполнение, хотя их высокие напряжения находятся в пределах 16-27 кВ (и даже меньше).

Блок преобразователя и блок умножителя соединены между собой высоковольтным кабелем длиной около 120 см. Если такого кабеля в наличии нет, то его заменяют самодельным. Такой кабель изготавливают из радиочастотного телевизионного типа РК-75. Для этого достаточно удалить оплетку-экран. Нижний по схеме отвод II обмотки трансформатора Т1 соединяют отдельным многожильным изолированным проводником. Предпочтение отдаем кабелю РК-75 с многожильным центральным проводником. Это особенно важно, если ионизатор планируется использовать при частных переменах рабочих мест. Провод будет много раз изгибаться, значит, его надежность, прочность должны этому соответствовать. Если же конструкцию выполнить в едином корпусе, то придется все внутреннее пространство заполнять компаундом. В противном случае выходит из строя микросхема генератора и другие элементы преобразователя напряжения. Но зато легко забываемся от соединительного высоковольтного кабеля.

**О налаживании.** Схема, собранная на исправных радиокомпонентах, начинает работать сразу. Первое включение производят с помощью лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) с амперметром, имеющим предел измерения тока 0-100 мА. Установив напряжение ЛАТРом на минимум, постепенно его увеличиваем. Исправная схема не должна потреблять большо-

го тока. Но расстроенная конструкция может потреблять ток 50-70 мА и даже больше. Поэтому выходной транзистор, снабженный небольшим радиатором САЛ (70x70x1,5 мм), будет сильно прогреваться. А в то же время хорошо отлаженный экземпляр потребляет ток от сети около 33 мА (не более 40 мА). Теперь транзистор будет едва теплым на ощупь. Когда напряжение на стабилизаторе станет близким к напряжению стабилизации, можно начинать регулировку параметров генератора. Движки подстроечных резисторов оставляем в таком режиме работы генератора, при котором обеспечивается наибольшее выходное напряжение на выходе умножителя. Я при налаживании отключал умножитель от II обмотки трансформатора Т1. Используем однополярный выпрямитель на диоде КЦ106Г и один конденсатор 470 пФх20 кВ. Кроме того, применяем токоограничивающий резистор сопротивлением 100 МОм типа КЭВ-2 и головку на 50 мкА. Получаем вольтметр с верхним пределом на 5 кВ. Впрочем, напряжение можно контролировать и в точке соединения конденсаторов С8 и С10 с диодами VD10 и VD11 через такой же резистор. Но это возможно, пока умножитель негерметизирован. В моей конструкции сопротивление резистора R9 равно 125 кОм, а R10 = 287 кОм (измерены универсальным вольтметром типа В7-38).

После этого подбирают сопротивления резисторов R12 и R13. Резистор R13 можно и не подбирать, если сопротивление его в пределах 47-100 Ом не ухудшает работу схемы в целом. Сопротивление резистора R12 подбирают с точки зрения получения максимального напряжения на обмотке II трансформатора Т1. Нужно не просто "попасть в резонанс" с контуром, образованным I обмоткой трансформатора Т1 и конденсатором С13, но и найти (в буквальном смысле этого слова!) наиболее выгодный режим работы преобразователя. А резистор R12 как раз влияет на такой режим работы транзистора VT2. Честно говоря, все регулировки влияют как на величину импульсного напряжения на выходе II обмотки Т1, так и на потребляемый прибором ток от сети. И еще. Нельзя забывать о технике безопасности, так как элементы схемы преобразователя гальванически соединены с электрической сетью!

*Литература*

1. Штань Ю.А., Штань В.Ю. О некоторых особенностях применения ионизаторов воздуха (аппараты "Люстра Чижевского")//Радиоаматор. - 2001. - № 1. - С.24.
2. Зызюк А.Г. Ионизаторы воздуха//Радиоаматор. - 2000. - № 5. - С.36.
3. Лебедев В.Д., Лебедев Д.В. Ионизатор воздуха//Радиоаматор. - 2000. - № 8. - С.28.

# Трансформаторы питания на частоту 50 Гц

О.Г. Рашитов, г. Киев

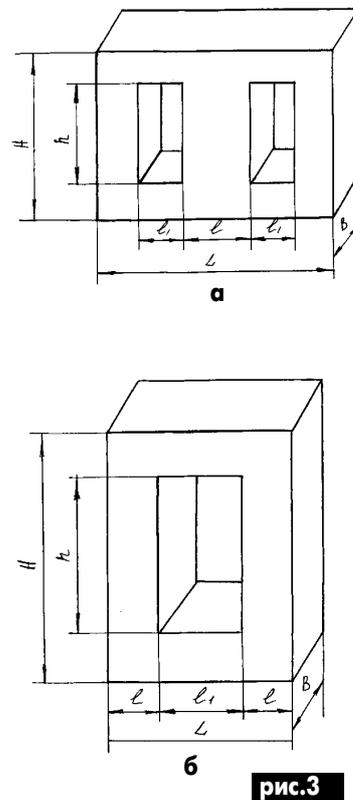
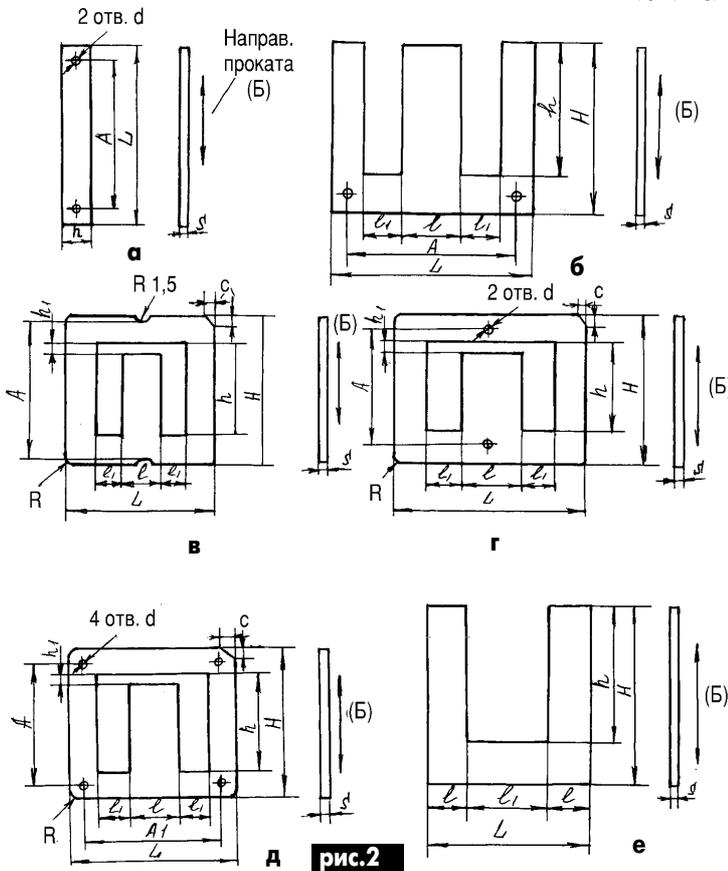
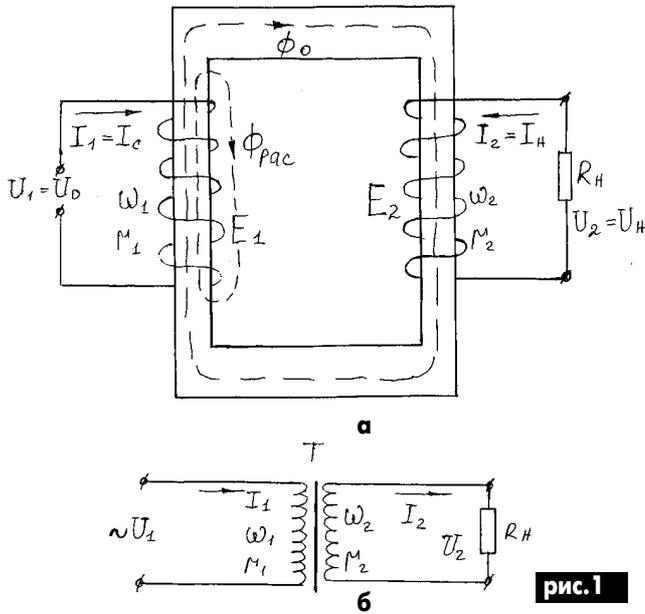
Трансформаторы питания входят в состав большого количества схем стабилизирующих и нестабилизирующих источников питания вторичного электропитания бытовой и любительской радиоэлектронной аппаратуры, работающей от сети переменного тока. Трансформатор - это статический электромагнитный аппарат. С помощью трансформатора преобразуется электрическая энергия переменного тока с одними параметрами в электрическую энергию с другими параметра-

ми. Таким образом, при помощи трансформатора возможно понижение и повышение напряжения и тока, а также происходит электрическая изоляция выходных каналов электропитания от сети и друг от друга.

Работа трансформатора основана на взаимодействии электромагнитного поля первичной обмотки трансформатора на вторичные обмотки. Первичная (сетевая) обмотка подключается к сети переменного тока  $U_1$  с частотой тока 50 Гц или от 400 до 5000 Гц, а ко вторичным обмоткам подключают потребители электрической энергии (нагрузка). На **рис.1,а** изображена упрощенная схема трансформатора, а на **рис.1,б** - схема его включения. Обмотки трансформатора размещаются на общем магнитопроводе, изготовленном (для лучшей магнитной связи) из ферромагнитного материала.

Магнитный поток  $\Phi_0$  замыкается по магнитопроводу и наводит в первичной и вторичной обмотках ЭДС соответственно  $E_1$  и  $E_2$ . С учетом падения напряжения на активном сопротивлении  $r_1$  первичной и  $r_2$  вторичной обмоток  $E_1=U_1 - r_1 I_1$ , а  $E_2=U_2+r_2 I_2$ . Но часть магнитного потока замыкается и рассеивается в воздушной среде, так называемый  $\Phi_{рас}$ , который действует только на витки первичной обмотки. Этот  $\Phi_{рас}$  стараются уменьшить, таким образом увеличить КПД трансформатора. Это и есть режим работы трансформатора на номинальную нагрузку. Имеются также режимы холостого хода и короткого замыкания. Таким образом, основным элементом трансформатора является магнитопровод (сердечник).

Для сердечника трансформаторов, работающих на частоте 50 Гц, в основном применяют специальную электротехническую горячекатаную сталь марок 1511, 3412. Выпускается сталь этих марок в виде листов толщиной 0,35 и 0,5 мм. Применяется также сталь холоднокатаная марок 3411 и 3412. Она выпускается в виде листов толщиной 0,35; 0,5 мм и в виде лент толщиной 0,28; 0,3; 0,35; 0,5 мм. Холоднокатаные стали обладают большей, чем горячекатаные стали, магнитной индукцией, поэтому трансформаторы из холоднокатаных ста-



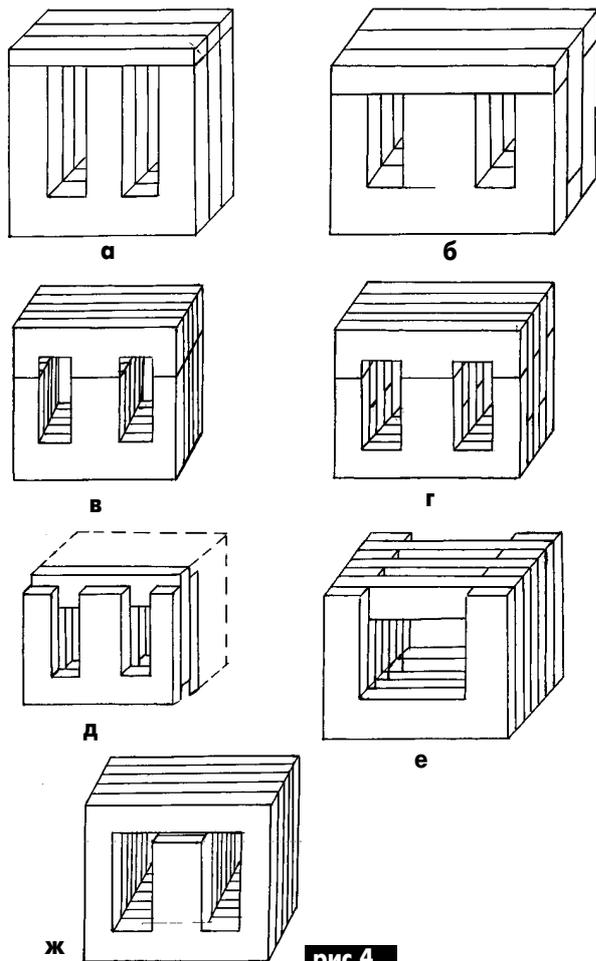


рис.4

лей получают меньших габаритов и веса при одной и той же мощности. Для трансформаторов, работающих на частоте 50 Гц, используют электротехническую сталь толщиной 0,15-0,5 мм, на частоте от 400 до 5000 Гц - сталь толщиной 0,05-0,08 мм. В зависимости от требований, предъявляемых к трансформатору (мощность, стоимость, удельная характеристика), применяют пластинчатый или ленточный магнитопровод.

Основные типы и размеры пластин трансформаторов приведены на рис.2, где: а - I-образная; б - Ш-образные пластины различных типов: Ш - с  $h > 2,5 \dots 3l_1$ ; Шу - с умеренным основанием и  $h > 3l_1$ ; Ша - с  $h > l_1$ ; Шб - с  $h < l_1$ ; в, г, д - Ш-образные пластины с немагнитным зазором  $h_1$  и  $h > l_1$ ; е - П-образные пластины: Пн - с  $h > l_1$  и Пу - с  $h > 2,5l_1$ .

Таким образом, в зависимости от конструкции магнитопровода трансформаторы подразделяются на пластинчатые броневые (Ш-образные) и пластинчатые (П-образные). Они изображены на рис.3.

Магнитопроводы для силовых трансформаторов собирают только внахлест (вперекрышку). Для трансформаторов применяют и ленточные сердечники. Такие трансформаторы имеют значительно меньшее поле рассеивания, т.е. создают меньше наводок на окружающие элементы схемы и детали создаваемого устройства. Это позволяет располагать их рядом с функциональными узлами высокочувствительной радиоаппаратуры. Сердечник Ш-образного трансформатора обозначают названием типа и цифрами, определяющими ширину среднего стержня I (рис.3,а) или боковых (рис.3,б) и толщину В магнитопровода.

**Конструктивные параметры магнитопровода**

Минимальная площадь поперечного сечения стержня

$S_c = B(l - \Delta l)$ , где В - толщина набора; l - ширина набора;  $\Delta l$  - предельное отклонение.

Минимальная площадь окна набора

$S_{ок} = l_1(h - \Delta h)$ , где  $l_1$  - ширина окна набора; h - высота окна;  $\Delta h$  - предельное отклонение.

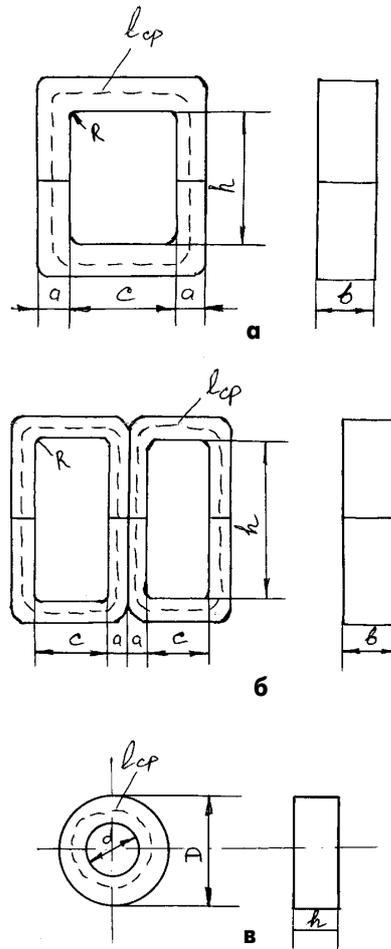


рис.5

Для магнитопроводов ШI, ШШ, ШП (рис.4,а-ж)  
Средняя длина магнитной линии силового поля сердечника  
 $l_{cp} = h - 1[h + 2l_1 + 1,18(H - h) + 0,41/H - 1]$

Для магнитопровода ШУ (рис.4,д)  
 $l_{cp} = 2(h + l_1) + 1,57l$

Для магнитопровода ПН, ПУ (рис.4,е)  
 $l_{cp} = 2(h + l_1) + 1,57(H - h)$   
 $l_0 = 2l + 2B + 2,5l_1 + 8\delta_k$

где  $l_0$  - средняя длина проводника электрического тока сердечника;  $\delta_k$  - суммарное значение зазора и толщины каркаса трансформатора (в пределах 0,55-1,5 мм).

Для облегчения изготовления ленточные магнитопроводы делают разрезными. Место стыка хорошо полируют и при сборке хорошо стягивают, чтобы не было потерь магнитного потока, и чтобы трансформатор не гудел. Неразрезные ленточные магнитопроводы обладают более (на 20-30%) высокой магнитной индукцией, т.е. обладают магнитными потерями. Но намотка таких трансформаторов гораздо сложнее. Намотку неразрезных трансформаторов делают на специальных станках или в домашних условиях с помощью челнока. Ленточные сердечники трансформаторов делят на стержневые (рис.5,а), броневые (рис.5,б) и кольцевые (рис.5,в), где а - толщина навивки; б - ширина ленты; с - ширина окна; h - высота окна; R - внутренний радиус (от 5 до 2 мм в зависимости от толщины ленты).

Стержневые конструкции делят на ПЛ - П-образные ленточные; ПЛМ - П-образные ленточные с уменьшенным отношением ширины окна к толщине намотки ( $c/a < 1$ ); ПЛР - П-образные ленточные с размерами геометрии с наименьшей стоимостью трансформатора.

Броневые конструкции делят на ШЛ - Ш-образные ленточные; ШЛМ - Ш-образные ленточные с уменьшенным отношением ширины окна к толщине навивки; ШЛО - Ш-образные ленточные с увеличенным отношением ширины ленты к толщине навивки ( $b/a > 3$ ); ШЛР - Ш-образные ленточные с геометрией наименьшей стоимости трансформатора.

Выбираем сердечник для трансформатора, чтобы получить наименьшую стоимость, объем и массу: типа ПЛ - для низковольтных трансформаторов мощностью более 500 В А; типа ПЛМ - для низковольтных трансформаторов с мощностью более 100 В А и когда требуется наименьшее поле рассеивания; типа ШЛМ - для мощности 100 В А и с ограниченным падением напряжения на обмотках. Идеальным, конечно, является трансформатор с ленточным кольцевым сердечником. У него очень небольшой поток рассеивания, малое магнитное сопротивление и небольшая чувствительность к внешним магнитным полям.

Трансформатор имеет три режима работы: холостого хода, номинальной нагрузки и короткого замыкания. При режиме Х.Х. через первичную обмотку  $w_1$  (рис. 1) протекает  $I_x$  и создает в сердечнике основной магнитный поток  $\Phi_x$ . Полезная мощность, отдаваемая трансформатором, равна нулю. Из сети потребляется активная мощность, которая определяется только потерями (в зависимости от материала сердечника) в самом сердечнике трансформатора.  $I_x$  имеет и реактивную составляющую, которая ведет к ухудшению коэффициента мощности  $\cos\phi$  питающей сети. Этот режим для трансформатора не опасен.

Режим короткого замыкания (короткое замыкание или малая нагрузка во вторичной цепи) опасен и способен вызывать повреждение (нагрев и даже воспламенение) трансформатора. В режиме номинальной нагрузки напряжение на вторичной обмотке является комплексной величиной и зависит от значения и характера сопротивления нагрузки.

Обмотки трансформаторов броневой и стержневой конструкции изготавливают обычно на каркасах, но применяют и бескаркасную (гильзовую). Обмотки кольцевых сердечников изготавливают на кольцевых каркасах или на магнитопроводе, обмотанным какой-либо изоляцией. Каркасы изготавливают из электрокартона, пластмассы, просто картона. Каркасы желателно пропитывать специальными лаками или влагозащитными компаундами. Обмотки располагают одна над другой или одна рядом с другой. Трансформаторы малой мощности обычно выполняют на пластинчатых или ленточных сердечниках броневой конструкции. Обмотки в этом случае размещают на среднем стержне. При изготовлении трансформаторов средней и большой мощности лучше использовать магнитопроводы стержневой конструкции. Обмотки располагают на каркасах двух боковых стержней.

Сетевую обмотку (первичная) обычно наматывают первой на каркасе. Далее наматывают вторичные обмотки. Желательно между первичной и вторичными обмотками располагать электростатический экран. Его изготавливают или изолированным проводом в один слой, или одним незамкнутым витком фольги. Один конец такого электростатического экрана соединяют с шасси или с общим проводом аппарата, что дает возможность ослабить наводки и помехи, проникающие через межвитковую и межобмоточную емкости из сети и наоборот. Это очень актуально в настоящее время, так как в нашей действительности обычно работает очень много различных радио- и электроаппаратов, дающих помехи в питающую сеть. Особенно много помех дают импульсные блоки питания современной радиоаппаратуры ширпотреб.

При намотке трансформаторов на "кольце" обмотки необходимо располагать равномерно по окружности сердечника. Обмотки со средней точкой лучше мотать сразу двумя проводами одновременно. Далее соединяют начало одной обмотки с концом другой, чтобы получить среднюю точку. Так получается хорошая симметрия обмотки. Наматываемые обмотки обязательно необходимо изолировать друг от друга. Это делается с помощью кабельной бумаги, лакоткани, фторопластовой ленты, просто бумаги и т. д. При изготовлении высоковольтных обмоток их необходимо изолировать через каждые 2-3 слоя. Очень хорошо для этих целей полиэтилентерефталатная пленка толщиной до 59 мкм.

Обмотки бытовых трансформаторов наматывают медными (редко алюминиевыми) изолированными круглыми (реже прямоугольными) проводами. Очень хорошо для этой цели подходят провода круглого сечения с высокопрочной (винилфлексовой) изоляцией типа ПЭВ-1, ПЭВ-2. Провод типа ПЭЛ (изоляция масляносмоляным лаком) в настоящее время применяют реже. Провод марки ПЭВ-1, ПЭВ-2 выпускается диаметром от 0,03 до 2,5 мм. Пробивное напряжение у этих проводов в зависимости от диаметра от 600 и до 2500 В. Так же применяют провод повышенной теплостойкости типа ПЭТ и ПЭТВ.

Степень заполнения окна сердечника медью определяется коэффициентом заполнения окна  $K_{ок} = S_m/S_{ок}$ . Это отношение общей пло-

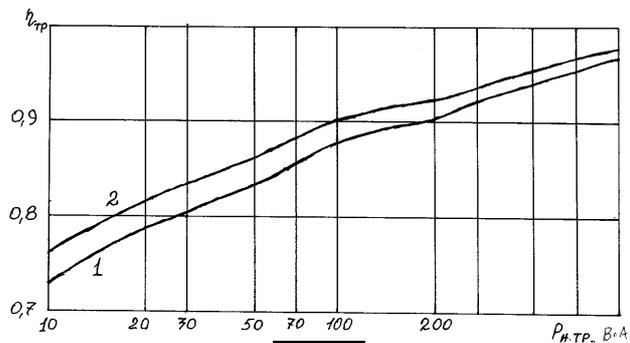


рис.6

щади сечения меди провода обмоток к площади окна сердечника. Для бытовой аппаратуры значение  $K_{ок}$  при расчетах берут таким:

Диаметр, мм	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1,5
$K_{ок}$	0,15-0,2	0,18-0,25	0,22-0,3	0,27-0,3

Это для обмоточных проводов ПЭЛ, ПЭВ, ПЭТ, ПЭТВ круглого сечения.

При определении температуры нагрева трансформатора необходимо учитывать плотность тока в обмотках  $J$  и теплоизлучающую поверхность обмоток трансформатора.

Необходимый диаметр провода для намотки обмоток (без изоляции):

$$d_m = 1,13(I/J)^{1/2},$$

где  $I$  - действующий ток в обмотке;  $J$  - заданная плотность тока.

При намотке обмоток виток к витку плотного прилегания витков друг к другу никогда не получится, поэтому необходимо учитывать и коэффициент укладки  $K_{ук}$ . Для проводов диаметром от 0,05 до 0,1 мм равен 0,83-0,85, для диаметра от 0,1 до 0,56 мм равен 0,92-0,93, а выше он равен 0,95. Необходимо учитывать и коэффициент разбухания  $K_{раз}$  за счет недостаточного натяга провода. Так, для провода диаметром до 0,5 мм  $K_{раз}=1,05...1,07$ , а более 0,5 мм  $K_{раз}=1,1...1,12$ .

**Расчет трансформатора**

Определяют габаритную мощность трансформатора для обмоток со средней точкой

$$P_r = 0,5(P_{н.тр} + 1/h_{тр} \sum_{i=2}^n K_{вi} U_i I_i),$$

где  $K_{вi}$  - коэффициент, учитывающий тип выпрямителя (0,71 для двухполупериодного выпрямления, 1 - для мостовых схем выпрямления и с удвоением напряжения);  $n$ -количество вторичных обмоток трансформатора;  $P_{н.тр}$  - суммарная мощность вторичных обмоток;  $h_{тр}$  зависит от  $P_{н.тр}$ . (рис. 6, где 1 - кольцевой; 2 - стержневой и броневой магнитопровод)

$$P_{н.тр} = \sum_{i=2}^n U_i I_i,$$

где  $U_i, I_i$  - напряжение и ток вторичных обмоток.

Если обмотки без средней точки

$$P_r = 0,5 P_{н.тр} (1 + 1/h_{тр})$$

Для однополупериодной схемы выпрямления

$$P_r = 0,5 P_{н.тр} (1 + K_{вi});$$

$$K_{вi} = (1 - I_d^2 / I^2)^{1/2},$$

где  $I_d$  - отношение среднего тока в нагрузке к действующему току обмотки.

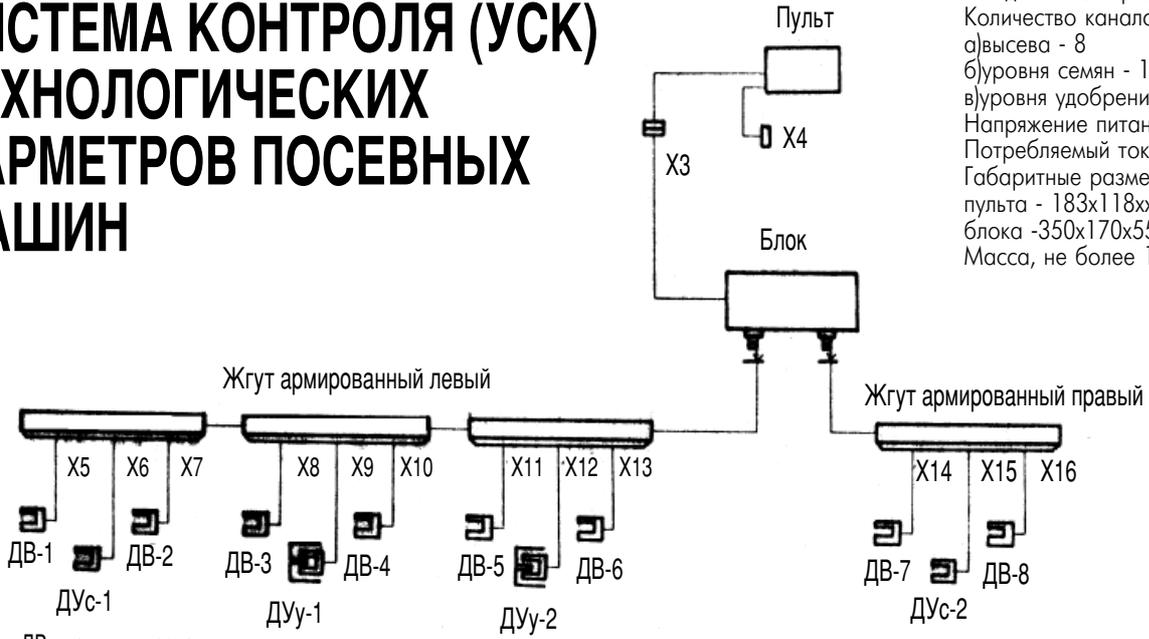
После нахождения  $P_r$  определяют произведение окна сердечника, который занимают обмотки, на площадь поперечного сечения стали:

$$S_c S_{ок} = [P_r (1 + h_{тр}) 10^2 / 4 K_\phi f_c B J K_c K_{ок} h_{тр}]$$

где  $K_\phi$  - коэффициент формы кривой напряжения (1,11 для синусоидальной формы);  $K_c$ -коэффициент заполнения сердечника сталью равен 0,8-0,95 (меньшее значение соответствует более тонкому листу или ленте электротехнической стали).

# УНИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ (УСК) ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОСЕВНЫХ МАШИН

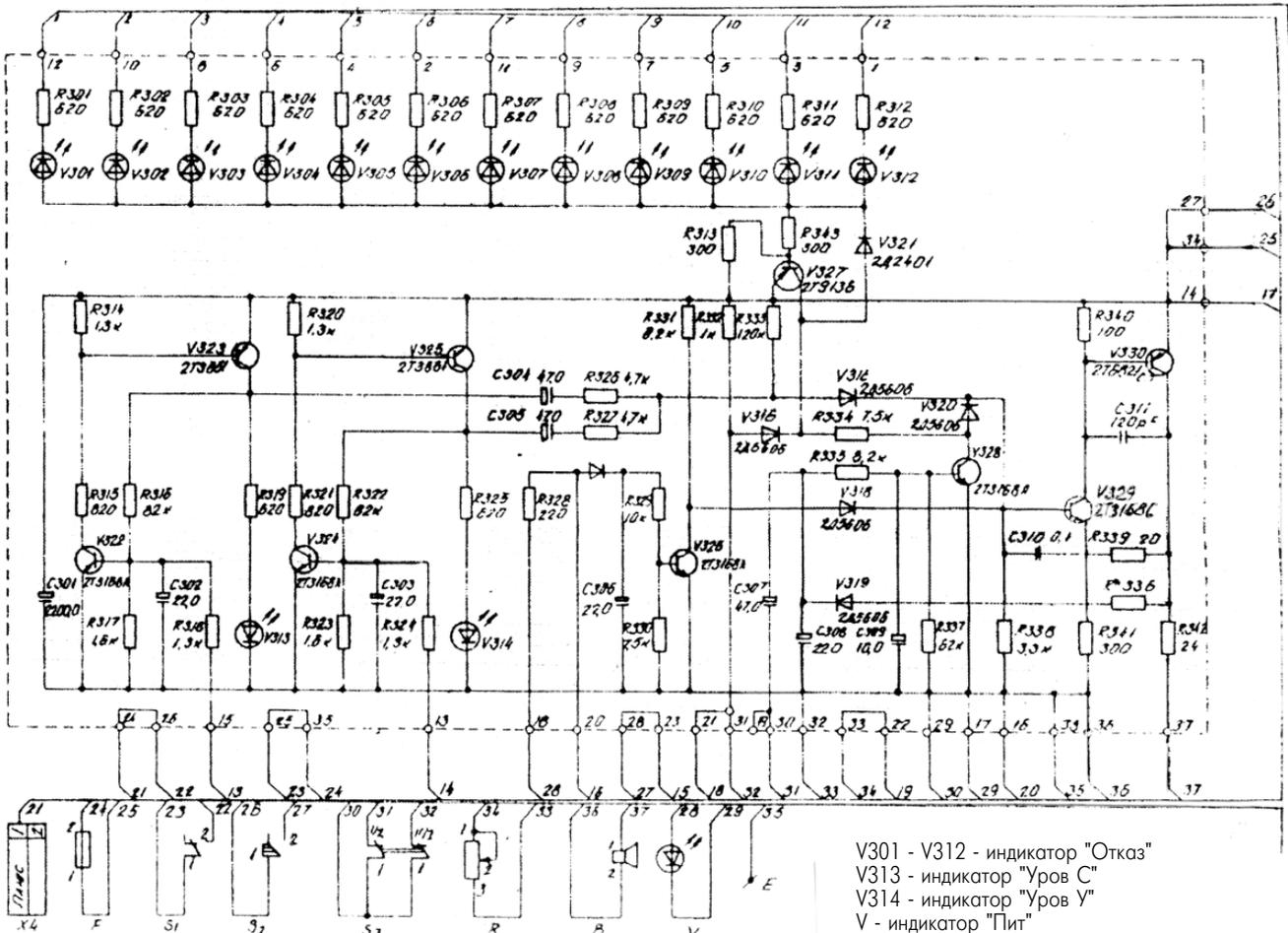
**Основные технические характеристики**  
 Тип датчиков - фотоэлектрический.  
 Количество каналов контроля:  
 а) высева - 8  
 б) уровня семян - 1  
 в) уровня удобрений - 1  
 Напряжение питания постоянного тока 1  
 Потребляемый ток, не более - 2 А  
 Габаритные размеры, мм, не более:  
 пульта - 183x118x108  
 блока - 350x170x55  
 Масса, не более 13 кг



ДВ - датчик высева  
 ДУс - датчик уровня семян  
 ДУу - датчик уровня

Схема соединений

Пульт управления

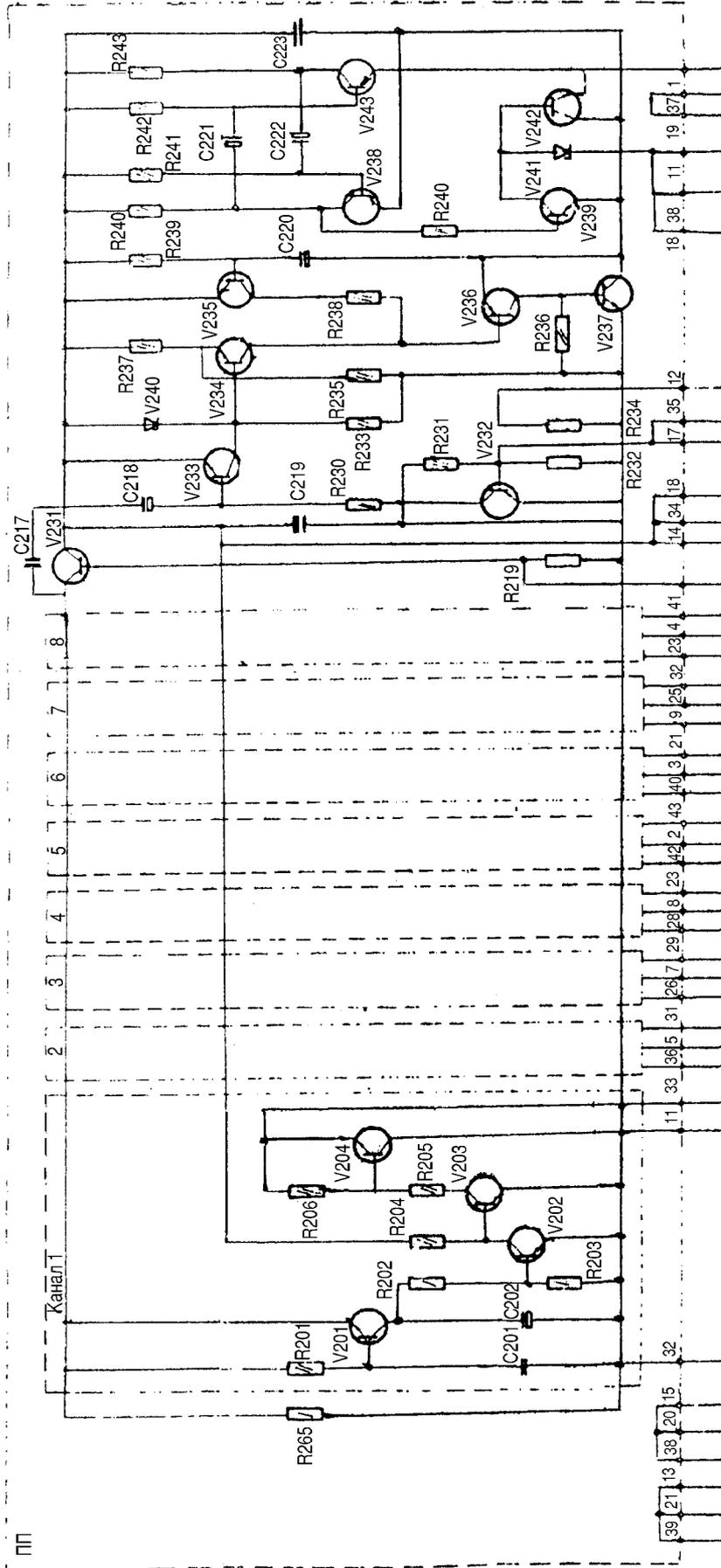


V301 - V312 - индикатор "Отказ"  
 V313 - индикатор "Уров С"  
 V314 - индикатор "Уров У"  
 V - индикатор "Пит"  
 V301 - V314, V - VBA 13-1  
 F - предохранитель  
 E - минус

ТИКИ

2 В (+3; -1,2)

**Блок УСК**  
**сеялки СУПН-8**



- C201 - 1,0 мкФ
- C202 - 22 мкФ
- C217 - 47 мкФ
- C218 - 1,0 мкФ
- C219 - 100 мкФ
- C220 - 10 мкФ
- C221 - 1,0 мкФ
- C222 - 2,2 мкФ
- C223 - 2200 мкФ
- R201 - 82 кОм
- R202 - 10 кОм
- R203 - 82 кОм
- R204 - 8,2 кОм
- R205 - 8,2 кОм
- R206 - 1,8 кОм
- R219 - 1 кОм
- R220 - 1,8 кОм
- R230 - 82 кОм
- R231 - 12 Ом
- R232 - 12 Ом
- R233 - 1 кОм
- R234 - 100 Ом
- R235 - 47 кОм
- R236 - 300 Ом
- R237 - 2,4 кОм
- R238 - 1,8 кОм
- R239 - 1,8 кОм
- R240 - 1,8 кОм
- R241 - 47 кОм
- R242 - 47 кОм
- R243 - 1,8 кОм
- R245 - 10 кОм
- R265 - 10 кОм
- V201 - 2Т3168
- V202 - 2Т3385
- V203 - 2Т3308
- V204 - 2Т3168
- V231 - 2Т3851
- V232 - 2Т3851
- V233 - 2Т3168
- V234 - 2Т3168
- V235 - 2Т3168
- V236 - 2Т3308
- V237 - 2Т3308
- V238 - 2Т3308
- V239 - 2Т3308
- V240 - КС133А
- V241 - Д8145
- V242 - 2Т7533
- V243 - 2Т3308

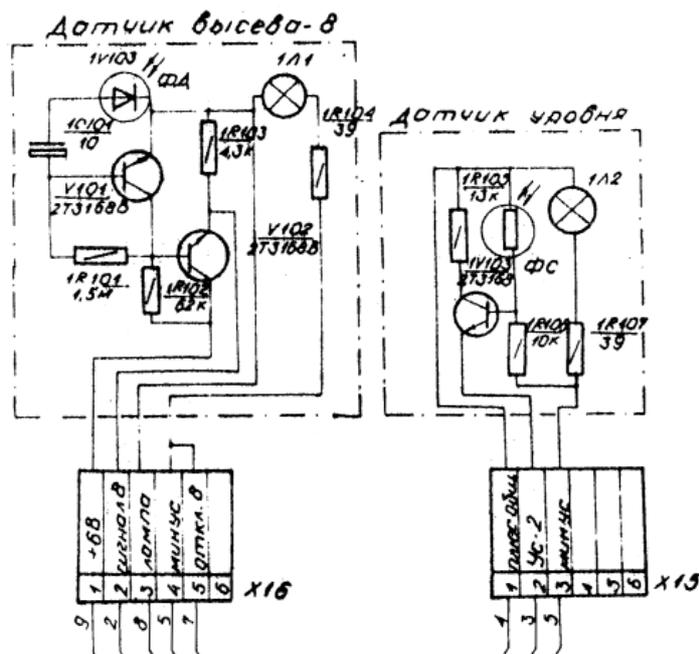
УСК предназначена для контроля высева семян в каждом высевающем аппарате, уровня семян и удобрений в бункерах сеялки.

### Работа УСК

**Режим "контроль".** При включении микротумблера S1 пульта включается напряжение питания. В схеме датчика высева высеваемые семена пересекают световой поток лампы ЛЛ1 датчика и вызывают изменение тока фотоприемника ФД, который подключен через конденсатор С101 к двухкаскадному усилителю на транзисторах V101, V102. С выхода усилителя импульсы поступают в блок УСК. Каналы блока идентичны. Импульсы поступают на транзистор V201. Через транзистор V202 запираются транзисторы V203, V204, отключая цепи звуковой и световой сигнализации. Время разряда конденсатора С202 является временем задержки включения сигнализации.

**Режим "отказ".** При прекращении высева импульсы на выходе датчика отсутствуют. Конденсатор С202 разряжается, транзисторы V203, V204 открываются. Сигнал с V204 поступает в пульт на контакт 1, загорается светодиод V301 "Отказ 1", и открывается транзистор V327. По цепи V327, R334, V330, база V329 включается звуковой генератор. Прерывистый сигнал формируется устройством на транзисторе V329.

**Режим "уровень".** При снижении уровня семян световой поток лампы ЛЛ2 датчика уровня семян попадает на фоторезистор ФС. Ток фоторезистора усиливается каскадом на транзисторе V103, вызывает включение ключевого устройства на транзисторах V322, V323 пульта. В результате загорается светоди-



од V313, и через С304 включается звуковой генератор.

**Режим "проверка".** Нажатием кнопки S3 пульта включается мультивибратор проверки (V241, V242), импульсами которого с частотой 7 Гц производится управление токами питания излучателей (ламп).

Схему прислал С.М.Усенко (Черниговская обл.)

## Силовые кабели

Таблица 1

### Назначение и типы изоляции кабелей

Буква, сочетание букв	Значение буквы или сочетания букв
А	Алюминиевая жила
АС	Алюминиевая жила и свинцовая оболочка
АА	Алюминиевая жила и алюминиевая оболочка
Б	Броня из двух стальных лент с антикоррозийным защитным покрытием
Бн	То же, но с негорючим защитным покрытием
Г	Отсутствие защитных покрытий поверх брони или оболочки
л(2л)	В подушке под броней имеется слой (два слоя) из пластмассовых лент
в(п)	В подушке под броней имеется выпрессованный шланг из поливинилхлорида (полиэтилена)
Шв(Шп)	Защитный покров в виде выпрессованного шланга (оболочки) из поливинилхлорида (полиэтилена)
К	Броня из круглых оцинкованных стальных проволок, поверх которых наложен защитный покров
Н	Не поддерживающий горение защитный покров
М	Маслонаполненный
П	Броня из оцинкованных плоских проволок, поверх которых наложено защитное покрытие
С	Свинцовая оболочка
О	Отдельные оболочки поверх каждой фазы
В (в конце обозначения через дефис)	Обедненно-пропитанная бумажная изоляция
Ц	Бумажная изоляция, пропитанная нестекающим составом, содержащим церезин
НР	Резиновая изоляция и оболочка из резины, не поддерживающей горение
В	Изоляция или оболочка из поливинилхлорида
П	Изоляция или оболочка из термопластичного полиэтилена
Пс	Изоляция или оболочка из полиэтилена, не поддерживающего горение
Бб	Броня из профилированной стальной ленты
Пв	Изоляция из вулканизированного полиэтилена
У	Для кабелей, изготовленных после 1.04.1985 г. Изоляция способна работать при температурах 80, 70 и 65°C соответственно для кабелей на напряжения 10, 20 и 35 кВ

Силовые кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии. По типу изоляции различают:

- 1) силовые кабели с бумажной изоляцией, в том числе пропитанные и маслонаполненные;
- 2) силовые кабели с пластмассовой изоляцией;
- 3) силовые кабели с резиновой изоляцией.

По величине линейного рабочего напряжения силовые кабели делят на три группы: на напряжения 1...10 кВ; на напряжения 20...35 кВ; на напряжения 110...500 кВ.

### Маркировка и конструкции силовых кабелей

Силовые кабели состоят из одной, трех или четырех одно- или многопроволочных медных или

Таблица 2

В земле (траншеях):	Кабель прокладывается на трассе	С бумажной пропитанной изоляцией		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой
		Не подвергается растягивающим усилиям	Подвергается значительным растягивающим усилиям	Не подвергается растягивающим усилиям
С низкой коррозионной активностью	Без блуждающих токов С наличием блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, АСБ ААШв, ААШп, ААБ2л, АСБ	ААПл, АСПл ААП2л, АСПл	АВВ, АПсВГ, АПвВГ АПВГ, АВВБ, АПВБ, АПсВБ
Со средней коррозионной активностью	Без блуждающих токов С наличием блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, АСБ ААШп, ААШв, ААБ2л, ААБв, АСБл, АСБ2л	ААПл, АСПл ААП2л, АСПл	АППБ, АПвВБ, АПБ6Шв АПвБ6Шв, АВВ6Шп
С высокой коррозионной активностью	Без блуждающих токов С наличием блуждающих токов	ААШп, ААШв, ААБ2л ААШп, ААБв, АСБ2л, АСБ2лШв	ААШп, ААШв, ААБв ААП2лШв, АСП2л	АПсБ6Шв, АВРБ, АНРБ АВАБл, АПАБл

Таблица 3

Область применения	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой	
	При отсутствии опасности механических повреждений	При наличии опасности механических повреждений	При отсутствии опасности механических повреждений	При наличии опасности механических повреждений
Прокладка в помещениях (туннелях) в каналах, кабельных полужазах, шахтах, коллекторах, производственных помещениях и др.: а) сухих	ААГ, ААШв	ААБлГ	АВВГ, АВРГ	АВВБГ, АВРБГ
б) сырых, частично затопляемых при наличии среды со слабой коррозионной активностью	ААШв	ААБлГ	АНРГ, АПвВГ, АПВГ, АПсВГ, АПсВГ	АВБ6Шв, АПвВБГ, АПАШв, АВАШв, АПВБ6Шв, АПсВБ6Шв, АПсВБГ, АНРБГ
в) сырых, частично затопляемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью	ААШв, АСШв	ААБлГ, ААБ2лШв, АСБлГ, АСБ2лГ, АСБ2лШв		
Прокладка в пожароопасных помещениях	ААГ, ААШв	ААБвГ, ААБлГ, АСБлГ	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АНРГ, АСРГ, АПсВГ	АВВБГ, АВВБ6Г, АВБ6Шв, АПсВБ6Шв, АПсВБГ, АВРБГ, АСРБГ
Прокладка во взрывоопасных зонах классов: а) В-1, В-1а	СБГ, СБШв, ААШв	-	ВВГ2, ВРГ, НРГ, СРГ	ВБВ, ВБ6Шв, ВВБ6Г, НРБГ, СРБГ
б) В-1г, В-1л	ААБлГ, АСБГ, ААШв	-	АВВГ, АВРГ, АНРГ	АВБВ, АВБ6Шв, АВВБ6Г, АВВБГ, АНРБГ, АСРБГ, АВРБГ
в) В-1б, В-1а	ААГ, АСГ, АСШв, ААШв	ААБлГ, АСБГ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ	-
Прокладка на эстакадах: а) технологических	ААШв	ААБлГ, ААБвГ, ААБ2лШв, АСБлГ	-	АВВБГ, АВВБ6Г, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПсВБГ, АПАШв
б) специальных кабельных	ААШв, ААБлГ	-	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ, АПсВБГ, АВАШв, АПАШв	АВВБГ, АВВБ6Г, АВРБГ, АНРБГ, АВАШв
в) на мостах	ААБвГ, АСБлГ, ААШв	ААБлГ	-	АПсВБГ, АПВБГ
Прокладка в блоках	СГ, АСГ		АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ	

алюминиевых жил, изолированных друг от друга и окружающей среды бумажно-пропитанной, резиновой или пластмассовой изоляцией, герметизированных свинцовыми, алюминиевыми, пластмассовыми или резиновыми оболочками и защищенных, как правило, броней из стальных лент или оцинкованной стальной проволоки, а также защитными антикоррозийными покрытиями.

Основные буквенные обозначения кабелей приведены в **табл.1**.

Пример обозначения: ААБв - кабель с алюминиевыми жилами с бумажной пропитанной изоляцией, в алюминиевой оболочке, под броней из стальных лент с выпрессованной из поливинилхлорида защитной оболочкой.

**Условия и способы прокладки силовых кабелей**

Кабели прокладывают в земле (в траншеях), кабельных каналах, шахтах, сырых и сухих помещениях и т.д.

В **табл.2** приведены рекомендуемые марки кабелей для прокладки в земле (траншеях).

В **табл.3** приведены рекомендуемые марки кабелей для прокладки в воздухе.

В **табл.4** приведены марки кабелей, прокладываемых в воде и в шахтах.

Таблица 4

Условия прокладки	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		
	при отсутствии опасности механических повреждений	в процессе эксплуатации не подвергаются значительным растягивающим усилиям	в процессе эксплуатации подвергаются значительным растягивающим усилиям
В воде	-	-	СКл, АСКл, ОСК, АОСК
В шахтах	СШв, ААШв	СБн, СБлн, СБШв, СБ2лШв, ААШв	СПлн, СПШв, СПл

# Концепция развития солнечной энергетики в Украине

Ю.Б.Матвеев, А.Е.Конеченков, г.Киев

Основными видами использования солнечной энергии является горячее водо- и теплоснабжение с применением солнечных коллекторов (СК). Общая площадь СК в Европе превысила 10 млн. м<sup>2</sup>, годовой темп прироста составляет 30%.

Развивается два типа солнечного теплоснабжения: без долговременного аккумулирования тепла, когда доля солнечной энергии в общем количестве потребляемого тепла ограничена (максимум 20% в климатических условиях северных стран), и с сезонной аккумуляцией, при которой доля солнечной энергии может составлять 80-100%. В первом случае теплоснабжение обычно комбинируют с системой горячего водоснабжения. В результате получают так называемые солнечные комбинированные системы. Объединение двух функций улучшает качество предоставляемых услуг и уменьшает их себестоимость. В таких странах, как Германия и Австрия, комбинированные системы охватывают большую часть рынка солнечных нагревателей воды. Во втором случае технические проблемы долговременного аккумулирования тепла и высокая стоимость метода все еще остаются барьером для их использования. Несмотря на это, в Европе уже реализовано несколько больших демонстрационных проектов.

Другой концепцией использования солнечной энергии является концепция строительства солнечных зданий. Под этим обычно подразумевают комбинацию солнечного теплоснабжения, фотоэлектричества, пассивного нагрева и естественного освещения. Данный подход можно реализовать для всех типов зданий и во всех климатических условиях. В северных странах доминирует потребность в отоплении, в южных более важным является охлаждение. Хорошо сконструированное солнечное здание может быть практически независимым от дополнительных источников тепла.

**Потенциал Украины.** По климатическим условиям Украина относится к регионам со средней интенсивностью солнечной радиации. Количество солнечной энергии, поступающей на единицу площади в течение года, составляет 1000-1350 кВтч/м<sup>2</sup>. По уровню интенсивности солнечного излучения страну можно поделить на четыре региона: Западный, Центральный, Юго-Восточный и Южный.

Реализованные в последние годы экспериментальные проекты показали, что годовая выработка тепловой энергии в условиях Украины составляет 500-600 кВтч/м<sup>2</sup>. Учитывая общепринятый на Западе потенциал использования солнечных коллекторов, равный 1 м<sup>2</sup> на одного человека, ежегодные ресурсы солнечного горячего водоснабжения и отопления могут составить 28 млрд. кВтч тепловой энергии. Реализация этого потенциала позволила бы сэкономить 3,4 млн.т условного топлива в год.

В настоящее время коммунальное хозяйство Украины потребляет ежегодно около 74 млн.т. условного топлива. Ежегодно потребность в тепловой энергии увеличивается на 1,5-2%. С увеличением темпов роста экономики эта цифра может существенно возрасти. С другой стороны, потенциал энергосбережения в коммунальном хозяйстве Украины составляет не менее 50%.

Другой возможностью сдерживания роста потребления тепловой энергии является развитие концепции солнечных зданий. В северных европейских странах с помощью естественного нагрева Солнце обеспечивает 14% тепла от общей потребности. В условиях Украины эта цифра может составить до 40%.

Существенный потенциал солнечной энергии в Украине заключается в использовании Солнца для охлаждения и кондиционирования, а также в сельскохозяйственных приложениях, например, для сушки продукции и опреснения воды в южных регионах.

**Состояние развития горячего водо- и теплоснабжения.** В Украине реализовано несколько десятков экспериментальных проектов в разных областях народного хозяйства. По оценкам украинских специалистов, срок окупаемости внедренных экспериментальных установок солнечного теплоснабжения составляет от 5 до

10 лет. В настоящее время десять предприятий в разных регионах страны освоили выпуск солнечных коллекторов разных конструкций. Стоимость СК находится в диапазоне 60-150 дол. США за 1 м<sup>2</sup>. Общая площадь СК, установленных в Украине, составляет примерно 10000 м<sup>2</sup>, что соответствует тысяче отдельных установок.

**Государственная поддержка и существующие барьеры.** В 1997 г. кабинетом министров утверждена "Программа государственной поддержки развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и малой гидро- и теплоэнергетики". Сформулированы наиболее перспективные направления непосредственного преобразования солнечной энергии:

1) в низкопотенциальную тепловую энергию без предварительной концентрации потока солнечной радиации для горячего водоснабжения, теплоснабжения и нужд сельского хозяйства;

2) в электрическую энергию постоянного тока с помощью фотопреобразователей.

Принятая Верховной Радой Украины "Национальная энергетическая программа" предусматривает увеличение доли нетрадиционных и возобновляемых источников энергии до 8% к 2010 г, в частности, сооружение солнечных коллекторов общей площадью до 10 млн. м<sup>2</sup>.

В новом законе "Об альтернативных источниках энергии" предусмотрен ряд стимулирующих мер, например, финансирование развития альтернативных источников энергии за счет надбавки в оптовых тарифах на электроэнергию.

Однако медленный рост рынка использования солнечной энергии указывает на существование многочисленных барьеров, в первую очередь экономических. Цена на солнечные системы остается достаточно высокой. Период окупаемости около 10 лет короткого технического срока службы оборудования, но недостаточен для заинтересованности частных потребителей. Необходимо отсутствующее в настоящее время стимулирование государством интересов потребителя. Другим барьером является отсутствие оборотных средств у предприятий-потребителей.

Помимо экономических существуют и другие препятствия на пути развития солнечных технологий:

1) отсутствует государственная политика в области использования солнечной энергии;

2) на уровне государства отсутствует координация и координирующий орган в области развития солнечных технологий;

3) не существует информационная система для распространения сведений о наличии солнечных технологий, их параметрах, экологических преимуществах, отсутствует информация о внедренных демонстрационных проектах.

## Концепция развития солнечной энергетики

**Технические решения для горячего водоснабжения.** Для коммерческого использования в условиях Украины пригодны недорогие системы водоснабжения, совмещающие использование солнечных коллекторов (СК) и баков-аккумуляторов (БА) емкостью 100-200 л для обеспечения потребности населения горячей водой (40-60°C) в летний период. Системы просты в эксплуатации и могут быть установлены потребителем самостоятельно. Они обладают большим рынком сбыта (индивидуальные домашние хозяйства, загородные коттеджи и летние дачные домики).

Использование систем горячего водоснабжения с естественной циркуляцией перспективно для систем разного масштаба. Емкость БА может быть 100-500 л и более при температуре 50-60°C. Область применения таких систем - базы отдыха, летние лагеря, детские дошкольные учреждения, фермерские хозяйства. В условиях нестабильного электроснабжения важной особенностью является независимость от наличия электричества.

Перспективны системы большой мощности с использованием БА емкостью 5-10 м<sup>3</sup>. Такие системы пригодны для горячего водоснабжения баз отдыха, санаториев и пансионатов. Большая часть та-

ких объектов расположена в южной части Украины, на побережье Черного и Азовского морей и используется в летнее время. Широкое использование солнечной энергии в зоне отдыха позволило бы сократить потребление топлива и улучшить экологию региона. Кроме того, солнечные системы улучшают условия жизни и повышают ее комфортность.

В системах централизованного теплоснабжения солнечные установки можно использовать для предварительного подогрева воды с помощью солнечных приставок к котельным. Оснащение котельных солнечными приставками целесообразно осуществлять в процессе реконструкции. При нормативном сроке амортизации котельного оборудования 20 лет ежегодный объем реконструируемых котельных должен составлять 5% от их общего объема. Прогнозные данные по объему использования установок подогрева воды (из расчета площади установок 5 м<sup>2</sup> солнечного коллектора на дом площадью 140 м<sup>2</sup>) и данные по другим типам установок представлены в **таблице**.

Тип гелиоустановок	Площадь, тыс. м <sup>2</sup>		
	Всего в 1996-2010 гг.	2005 г.	2010 г.
Приставки к котельным	4184,0	371,0	695,0
Учреждения отдыха	4000,0	345,0	545,0
Дошкольные учреждения	245,1	25,0	35,0
Коттеджи	308,8	25,5	58,9
Всего:	8737,9	766,5	1333,9

Европейский опыт показал целесообразность комбинированного использования различных типов возобновляемых источников энергии. В условиях Украины комбинированное использование биомассы и солнечной энергии возможно как для коттеджей, так и для малых систем централизованного теплоснабжения. Пригодными видами биомассы являются твердая некоммерческая древесина и отходы деревообрабатывающей промышленности, биогаз и свалочный газ.

**Солнечные здания.** В Украине многие здания постройки 50-60-х годов нуждаются в ремонте и модернизации. Это дает прекрасную возможность использования солнечных технологий в процессе ремонта и реконструкции. В условиях Украины с помощью естественного нагрева Солнце обеспечивает не менее 15% тепла от общей потребности обычных зданий. В зданиях, построенных с учетом пассивного использования солнечной энергии, вклад Солнца в потреблении тепла может составить до 40% и более.

Еще одной возможностью является эффективное использова-

ние естественного освещения. Потенциал уменьшения использования энергии для искусственного освещения может составить до 50%.

Рынок солнечных зданий может повлиять на энергопотребление в зданиях кардинальным образом. В действительности это самый большой источник использования возобновляемой энергии, доступный в настоящее время. Количество новых зданий ограничено. Однако продолжительность существования зданий составляет 50-100 лет, поэтому очень важно распространение концепции солнечных зданий раньше.

**Фотоэнергетика.** Для развития фотоэнергетики в Украине существует промышленный и научный потенциал из предприятий-производителей полупроводникового кремния (Запорожский титаномагнийвый комбинат, Светловодский завод чистых металлов) и производителей полупроводниковых приборов (АО "Квazar", "Родон", "Гравитон", "Гамма" и многих других). В случае поддержки государства можно наладить серийное производство фотоэлектрических модулей, стоимость которых может быть ниже западных. Но область применения фотоэнергетики пока ограничена из-за высокой стоимости космических и телекоммуникационных систем.

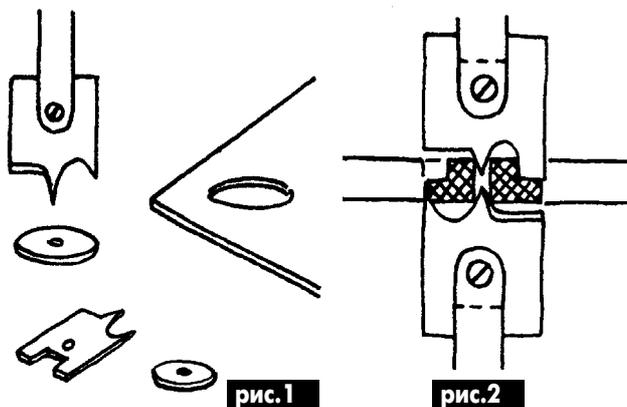
**Другие виды использования солнечной энергии.** Большой потенциал использования солнечной энергии в сельском хозяйстве и промышленности. Возможны следующие приложения:

- 1) солнечный подогрев воды для горячего водоснабжения животноводческих ферм;
- 2) сушка зерна, фруктов, овощей, сена, табака и другой сельскохозяйственной продукции;
- 3) тепличное растениеводство;
- 4) опреснение воды в южных засушливых районах;
- 5) солнечный подогрев железобетонных конструкций в процессе производства на комбинате ЖБК.

**Стратегия ускорения рынка.** Анализ европейского рынка показывает, что количество установленных в течение года солнечных коллекторов существенно отличается в разных странах даже при одинаковых климатических условиях. Быстрое развитие рынка в странах-лидерах объясняется проведением успешных мероприятий по стимулированию рынка. Однако стимулирование рынка не является только делом правительства, промышленность тоже играет в этом большую роль. В этой области преобладают небольшие компании, обслуживающие небольшую локальную часть рынка. Компании легко адаптируются к новым способам продвижения товара в условиях растущего рынка. К сожалению, пока в Украине предприятия мало заинтересованы как в продаже, так и в установке систем горячего водо- и теплоснабжения.

## Изготовление изоляционных шайб

Ю.Бородатый, Ивано-Франковская обл.



При ремонте и конструировании радио- и электроаппаратуры иногда возникает необходимость в изготовлении изоляционных шайб или круглых прокладок из гетинакса, текстолита, оргстекла и других видов пластмассы. Подобные изделия можно довольно быстро изготовить с помощью лопаточного сверла по дереву (**рис. 1**). Набор режущих вставок позволит изготовить большой ассортимент шайб. Если вас не устроит их внутренний диаметр, его можно рассверлить до необходимого. При работе с пластмассой следует помнить, что плавящиеся ее разновидности надо обрабатывать на небольших скоростях.

С помощью режущего камня или "вулканиста" можно изготовить режущие вставки самостоятельно из старых ножовочных полотен, кухонных ножей и т.п., а также специальную вставку (**рис. 2**), которая в паре с обычной позволит изготовить за два прохода (с двух сторон пластмассового листа) очень дефицитную шайбу с двумя внешними диаметрами. Чаще всего такую шайбу используют для изоляции радиаторов транзисторов от шасси. Обычно ее делают из двух разных шайб, но при массовом изготовлении одинаковых изделий подобный метод не годится.

Первоначально технология изготовления пластмассовых шайб с помощью лопаточных сверл была разработана для изготовления подшипниковых шайб под роторы стиральных машин, но отлично себя зарекомендовала как очень быстрая и качественная, поэтому может быть рекомендована широкому кругу любителей.

# Дорогі учасники Олімпіади з електротехніки!

Органітет оголошує початок 2-го туру Олімпіади з електротехніки. У положенні про Олімпіаду, надрукованому в "Електрик" №1/2002, вказаний термін виконання завдань першого туру 20 лютого, але органітет вирішив продовжити цей термін до 1 квітня. Завдання 2-го туру, що наводяться нижче, повинні бути відправлені у термін до 1 травня (цей термін переноситься не буде).

Нагадаємо, що на титульному листі слід вказати: 1. П.І.Б.; 2. Дату народження; 3. Навчальний заклад середньої освіти, рік закінчення; 4. Середній бал поточного навчання або атестату; 5. Позашкільний заклад, в якому займаєтесь технікою; 6. Джерело інформації, з якого довідалися про Олімпіаду; 7. Особисті до-

сягнення в техніці (публікації, виставки); 8. Домашня адреса поштової, телефон для зв'язку; 9. В який навчальний заклад збираєтесь поступати, який фах здобути.

Умови завдання мають бути переписані у зошит, після умов іде розв'язання, виконане з усіма поясненнями. Розширений опис рішення дозволяє диференціювати набрані бали.

Виконані завдання слід направляти поштою на адресу: Олімпіада з електротехніки, а/с 50, Київ, 03110. Обов'язково укажіть назву Олімпіади.

Бажаємо учасникам Олімпіади успіхів!

## Органітет Олімпіади з електротехніки

### Завдання другого туру Олімпіади

1. Дві нескінченні однознаково і рівномірно заряджені площини перехрещуються під прямим кутом одна до одної (рис.1). Знайдіть напруженість електростатичного поля в точці А, що знаходиться поблизу лінії перехрещення. Поверхнева густина заряду дорівнює  $10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup> і однакова для обох площин.

2. Два електрони знаходяться на нескінченно великій відстані один від одного, причому перший електрон перебуває у спокої, а другий має швидкість, що

дорівнює  $v_0$  і напрямлена до першого електрону. Визначіть найменшу відстань, на яку вони зближаться.

3. Два однакових плоских конденсатора, один з яких - повітряний, а інший заповнений діелектриком з діелектричною проникністю  $\epsilon$ , з'єднані, як показано на рис.2, і заряджені до напруги U. Яку роботу треба виконати, щоб витягнути діелектричну пластинку з конденсатора? Їмність повітряного конденсатора дорівнює C.

4. Джерелами електричного струму в системі електричного обладнання авто-

мобіля є генератор постійного струму і з'єднаний з ним паралельно акумулятор (рис.3). ЕРС акумулятора  $E_1 = 12$  В, його внутрішній опір  $r_1 = 0,15$  Ом. ЕРС генератора  $E_2 = 14$  В, його внутрішній опір  $r_2 = 0,05$  Ом. Знайдіть залежність сили струму Iа, що тече через акумулятор, від сили струму Iн, що тече через навантаження - резистор з опором R. Намалюйте графік залежності Iа(Iн).

5. До батареї з ЕРС, що дорівнюють  $E_1$  та  $E_2$ , підключені два незаряджені конденсатори с ємностями  $C_1$  та  $C_2$  (рис.4). Визначіть різності потенціалів на кожному конденсаторі і різницю потенціалів між точками а і b.

6. Визначіть ККД лінії передачі, якщо джерело струму розвиває потужність P при напрузі U. Опір лінії передачі дорівнює R.

7. Діод має вольт-амперну характеристику (рис.5). При напругах  $U \geq U_0$  (у прямому напрямку) діод відкритий. Діод включений у коло (рис.6). Конденсатор спочатку не заряджений. Чому дорівнюватиме струм у колі відразу після замкнення ключа? Яка кількість тепла виділиться на резисторі R після замкнення ключа?

8. Електричне коло, що складається з джерела ЕРС і опору  $R = 3$  Ом, розміщене перпендикулярно до магнітного поля з індукцією  $B = 2 \cdot 10^{-2}$  Тл (рис.7). Визначити силу, що діє на провідник АВ. ЕРС джерела струму  $E = 60$  В, внутрішній опір  $r = 1$  Ом, довжина провідника АВ дорівнює 0,5 м.

9. На горизонтальній поверхні розміщене тонке непровідне кільце масою m, вздовж якого рівномірно розподілений заряд Q. Кільце знаходиться у зовнішньому магнітному полі з індукцією  $B_0$ , що напрямлена перпендикулярно площині кільця. Знайдіть кутову швидкість обертання кільця після вимкнення магнітного поля.

10. До джерела струму підключена котушка з індуктивністю 0,8 Гн і резистор з опором 25 Ом (рис.8). Відразу після розмикання ключа K в резисторі виділяється теплова потужність 100 Вт. Опір обмотки котушки дуже малий. Яка кількість тепла виділяється у резисторі до моменту зникнення струму у колі?

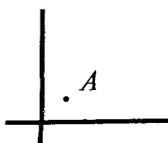


рис.1

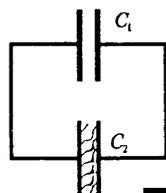


рис.2

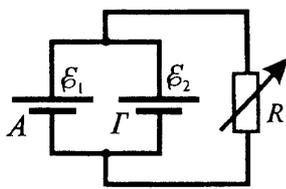


рис.3

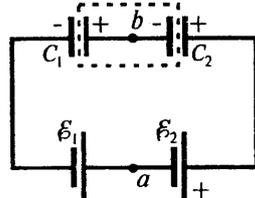


рис.4

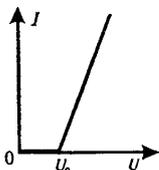


рис.5

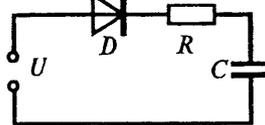


рис.6

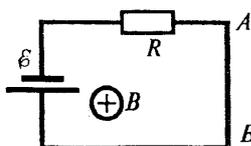


рис.7

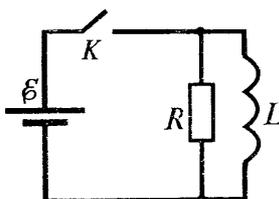


рис.8

# БЕСЕДЫ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

## Электричество - от простого к сложному

(Продолжение. Начало см. в РЭ 5-12/2000; 1-11/01; 1-2/02)

А.Л.Кульский, г.Киев

### Полевые транзисторы

Специалисты в области радиоэлектроники не зря считают, что полупроводниковые устройства хочется уподобить тому сказочному оазису в пустыне, где драгоценные камни и чистое золото можно грести лопатой! В самом деле, биполярные транзисторы, освоенные в производстве, перекрывающие диапазон частот от постоянного тока до десятков гигагерц (ГГц!), уже сами по себе, самым фактом своего существования, совершенно преобразили и навсегда изменили облик электронных узлов и плат!

Оказалось, что сами фундаментальные принципы, лежащие в основе функционирования биполярного транзисторного усилителя - далеко не единственная возможность реализации полупроводниковых приборов! Впрочем, мы еще будем возвращаться к этому факту не один раз. Так вот, еще одним вариантом, принципиально отличным от биполярного транзистора, является такой замечательный прибор, как ПОЛЕВОЙ (УНИПОЛЯРНЫЙ) ТРАНЗИСТОР.

Полевые транзисторы (ПТ) - это устройства, принцип действия и свойства которых разительно отличаются от свойств биполярных транзисторов (с которыми в первом приближении мы уже познакомились). Прежде всего в полевых транзисторах управление током, протекающим через полупроводниковую структуру, осуществляется не током базы, а электрическим потенциалом (полем). Поэтому в цепи управляющего электрода практически нет никакого тока, за исключением токов утечки!

Следствием этого является колоссальное входное сопротивление (ничтожно малая входная проводимость) ПТ на постоянном токе и в области низких частот, которое доходит до сотен гигаом и выше! Помимо этого, ПТ работают в тех режимах, которые совершенно не характерны для БТ, например, в качестве линейных (и нелинейных) резисторов, управляемых напряжением, превосходящих и простых источников стабильного тока, бесконтактных быстродействующих ключей и т.д.

Незаменимыми устройствами являются ПТ и

при создании высококачественных резонансных усилителей сигнала. В то же время использование ПТ нерационально, если нет четкого и ясного представления об их специфике и особенностях функционирования. Вот почему стоит более подробно остановиться на этом вопросе.

В настоящее время существует немало разновидностей ПТ, и количество их постоянно растет! Но мы с полным правом можем говорить о двух основных. Это, во-первых, ПТ с управляющим P-N-переходом, и, во-вторых, полевые транзисторы с ИЗОЛИРОВАННЫМ ЗАТВОРОМ. В мировой практике принято первые именовать JFET, а вторые - MOSFET.

### Полевые транзисторы с P-N-переходом (JFET)

Принцип работы JFET представлен на рис.72. Данный прибор (ПТ с управляющим P-N-переходом и каналом N-типа) изготовлен из кремния, имеющего собственную проводимость электронного типа, т.е. ДОНОРНУЮ. На верхней и нижней плоскостях сформированы P-N-переходы вследствие того, что созданы области P-типа, т.е. АКЦЕПТОРНЫЕ, с повышенной концентрацией дырок.

Область структуры, от которой электроны начинают движение внутри кристалла, называют ИСТОКОМ, управляющий электрод - ЗАТВОРОМ, а область ПТ, аналогичную коллектору биполярного транзистора, - СТОКОМ.

Если к затвору относительно истока приложить отрицательное напряжение, то вблизи P+ областей образуются зоны, обедненные свободными (т.е. определяющими проводимость) электронами. Откуда однозначно следует, что проводимость таких зон минимальна. При этом оказывается, что толщина зоны зависит от величины абсолютного значения потенциала  $U_{з.и}$ .

При приближении этого потенциала к нулю толщина обедненного слоя уменьшается. Та часть полупроводниковой структуры, которую не достигли обедненные слои (зоны), называют КАНАЛОМ. По этой причине ПТ именуют еще канальными транзисторами. Таким об-

разом, проводимость канала всегда определяется основными носителями!

Для N-канального прибора это и будут электроны, а для P-канального - дырки. Представим себе, что потенциал Узи станет возрастать. По мере возрастания обедненные слои B1 и B2 станут расширяться в кристалле навстречу друг другу, пока не соприкоснутся между собой. В этот момент канал ПТ окажется перекрытым, следовательно, его проводимость станет минимальной! То значение потенциала, при котором наступает перекрытие канала данного ПТ, и называют НАПРЯЖЕНИЕМ ОТСЕЧКИ. Однако даже в этом случае, строго говоря, имеется очень небольшое число электронов, обладающих достаточными индивидуальными скоростями (энергией), способных преодолеть даже полностью перекрытый канал.

Таким образом, напряжению отсечки соответствует и некоторый ток отсечки, который является неуправляемым и, в общем-то, независимым от прикладываемого потенциала даже в том случае, если этот потенциал затвора существенно превышает напряжение отсечки. Этот ток, как правило, находится в пределах от 0,1 до 10 мкА в зависимости от конкретного типа маломощного ПТ. Для мощных ПТ это значение, естественно, выше.

Помимо этого говорят о токе утечки затвора  $I_{ут.з}$ . В современных ПТ (JFET) он очень мал, физически представляет собой обратный ток P-N-перехода и исчисляется единицами наномпер (нА) (в худшем случае). Его также называют обратным током затвора. Естественно, что максимальная проводимость канала имеет место в том случае, когда обедненный слой исчезает вообще. Это будет, когда  $U_{з.и} = 0$ .

При этом оказывается, что начиная с некоторой величины напряжения сток-исток, ток сток (Ic) не нарастает. Этот Ic является для данного ПТ максимально возможным! Он именуется ТОК СТОКА НАСЫЩЕНИЯ (Ic.нас). Вышеуказанное удобно представить в виде зависимости (рис.73).

В сторону положительных (относительно истока) значений  $U_{з.и}$  зависимость не рассматривается, поскольку в этом случае управляющий P-N-переход смещен в прямом направлении! Представленную зависимость называют ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ПТ. Говорить о входной характеристике ПТ не принято (в отличие от биполярных транзисторов), поскольку входной ток крайне мал и его очень сложно измерить.

Названные выше два основных параметра полевого транзистора ( $U_{з.и.отс}$  и  $I_{с.нас}$ ) позволяют просто и легко определить третий параметр - КРУТИЗНУ ХАРАКТЕРИСТИКИ полевого транзистора, обозначаемую как S,  $S = \Delta I_c / \Delta U_{з.и}$ .

(Продолжение следует)

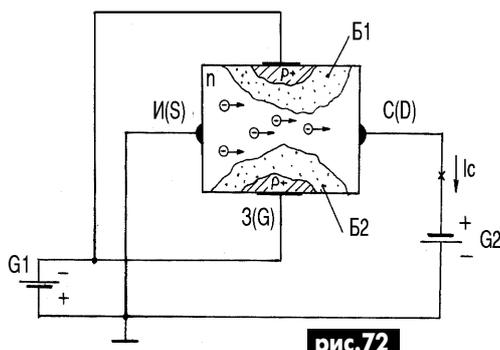


рис.72

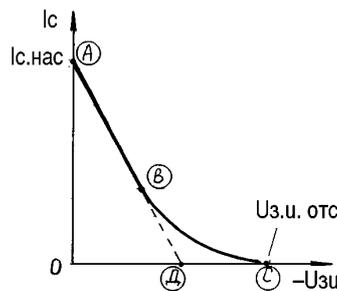


рис.73

# ЭЛЕКТРОННАЯ БУМАГА

(По материалам журнала "Scientific American" №11, 2001)

Современный человек может читать тексты как на бумаге, так и на экране монитора компьютера. Оба способа имеют свои недостатки: монитор - громоздкий и требует источник питания, на бумагу текст наносится один раз и навсегда. А можно ли создать такую бумагу, чтобы текст стирать и наносить новый по мере необходимости? Оказывается, можно! Создание такой бумаги позволит спасти от вырубки миллионы гектаров лесов.

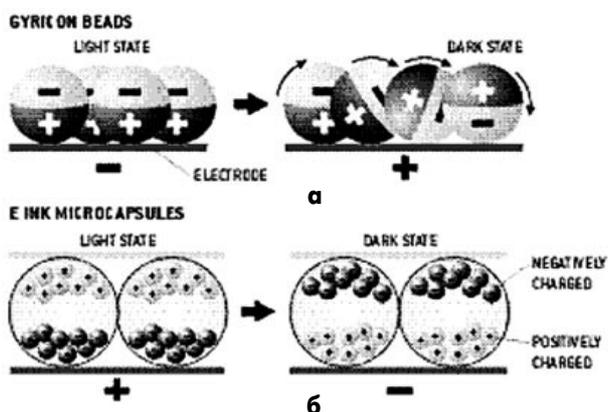


рис.1

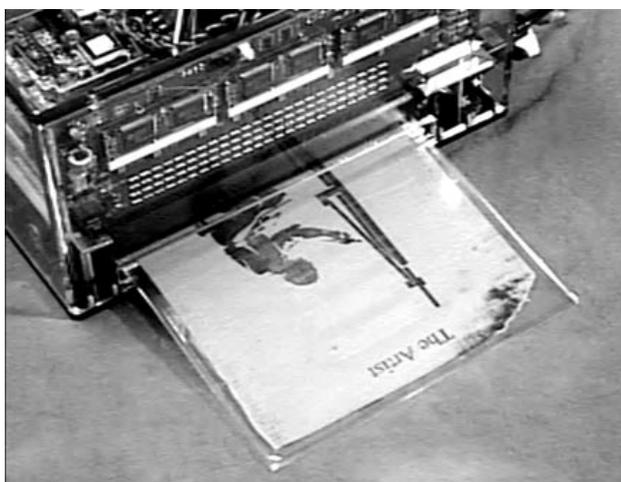


рис.2



рис.3

Над созданием электронной бумаги ученые трудятся уже три десятилетия, но только недавно исследования принесли результат. Николас К. Шеридон из исследовательского центра компании Xerox основал в 2000 г. компанию Gyricon Media и объявил о серийном выпуске электронной бумаги в 2002 г. под названием Smart Paper.

Как устроена бумага Smart Paper? Между двумя слоями тонкого прозрачного пластика расположены миллионы крошечных шариков. Каждый из шариков с одной стороны белый, а с другой черной (рис.1,а). Внутри шарика полость, заполненная маслом. Шарик заряжен так, что положительный заряд находится с черной стороны, а отрицательный с белой, т.е. каждый шарик образует электрический диполь. Если к поверхности бумаги приложить положительный заряд, то шарики начнут разворачиваться к этому заряду белой стороной, если приложить отрицательный заряд - то черной стороной. Разработаны специальные принтеры, создающие зарядовую "картинку" (рис.2). После печати на таком принтере на электронной бумаге появляется текст или рисунок. Когда необходимость в этом тексте отпадет, электронную бумагу можно снова пропустить через принтер, и на ней появится новый текст. Можно обойтись без принтера. Приложив к электронной бумаге заряженный металлический лист, можно стереть изображение. Используя заряженный стержень, можно рисовать картинки на такой бумаге самому (рис.3).

Пока что достигнута разрешающая способность 100 точек на дюйм (4 точки на миллиметр). Конечно, это мало по сравнению с разрешающей способностью современной печати (до 1200 точек на дюйм). Тем не менее такую бумагу уже можно использовать.

У Шеридона есть конкурент. Независимо от него Джозеф Джекобсон из Стенфордского университета изобрел свой вариант электронной бумаги. Вместе с сотрудниками он основал фирму E Ink Corporation.

Электронная бумага Джекобсона похожа на бумагу Шеридона. Только вместо окрашенных шариков между двумя слоями тонкого пластика расположены микрокапсулы, заполненные голубым красителем (рис.1,б). Внутри микрокапсулы плавают микроскопические зерна: зерна черного цвета заряжены отрицательно, а белого - положительно. Точно так же, как и бумаге Smart Paper, текст наносится с помощью зарядовой картинки. В бумаге Джекобсона достигнуто разрешение 83 точки на дюйм, но зато скорость нанесения текста намного выше, чем в бумаге Шеридона.

В мае 2001 г. E Ink Corporation и японская фирма Torpan Printing Company объявили о создании цветной электронной бумаги, в которой используются цветные фильтры фирмы Торпан. E Ink Corporation ожидает, что в недалеком будущем удастся воспроизвести 4096 цветов, что сопоставимо с современными цветными мониторами компьютеров. Этой идеей заинтересовалась корпорация IBM для создания компьютеров нового поколения с гибким экраном.

Компания Lucent Technologies дала компании E Ink Corporation разрешение на использование микроскопических пластиковых транзисторов. Если встроить такие транзисторы в лист электронной бумаги, то пользователь сможет изменять цвет изображения по своему желанию.

В перспективе Джекобсон представляет себе встроенный в лист электронной бумаги процессор с большим объемом памяти. С его помощью можно постранично воспроизводить на листе электронной бумаги любую книгу в процессе чтения. Объем встроенной памяти должен быть таким, чтобы туда поместилась вся библиотека Конгресса. Тогда не нужно будет держать дома сотни томов книг, а достаточно иметь лист электронной бумаги. Если встроить в лист электронной бумаги крохотный радиоприемник, то можно воспроизводить на нем новости в распечатанном виде.

# Рекомендации по уменьшению неэкономного потребления энергии

(По материалам сайта <http://www.necin.com.ua>)

## Электроэнергия

В быту используется до 400 наименований электробытовых приборов, без них невозможно представить себе жизнь. Энергетики говорят об утреннем и вечернем пиках потребления электроэнергии, именно в эти часы включено много электроприборов. Всего в Украине на бытовые потребности затрачивается до 30% выработанной электроэнергии. Это также и значительные траты из семейного бюджета. В **таблице** приведены данные о потреблении электроэнергии различными электроприборами на одну квартиру.

Большое количество электроэнергии в быту затрачивается на освещение помещений. Для ее уменьшения нужно использовать местное освещение каждой функциональной зоны. Там, где есть возможность, нужно использовать более экономичные люминесцентные лампы вместо ламп накаливания или энергосберегающие лампы небольшой мощности. Рациональное размещение общего и местного освещения в комнате позволяет уменьшить затраты на 200 кВт·ч в год. Загрязнение ламп и плафонов ухудшает освещение на 10-15%, а загрязненные окна - на 30%. Своевременное их мытье дает хороший экономический и эстетический эффект.

Большое количество электроэнергии потребляют электроплиты. Для уменьшения потребления энергии еду готовят в чугунной или стальной штампованной посуде, покрытой эмалью по всей поверхности, кроме дна. Дно должно быть толстым (5-7 мм), ровным и сухим. Иначе перерасход энергии составит 40-60%. Плиту нужно включать при установке на конфорку посуды, а выключать до окончания приготовления еды.

Для уменьшения затрат энергии холодильником нужно своевременно его размораживать, следить за состоянием уплотнителя дверей, не держать его долго открытым. Нужно помнить, что открыв холодильник и раздумывая, что бы там взять, вы тратите деньги, сумма которых соизмерима со стоимостью еды. Поэтому лучше сначала вспомнить, что где лежит в холодильнике, а потом его открывать.

Можно значительно уменьшить потребление электроэнергии, если выходя из комнаты каждый раз выключать свет. При покупке новых электроприборов стоит обратить внимание на мощность прибора и приобретать приборы, которые при тех же потребительских свойствах потребляют меньше электроэнергии. Разница в цене рано или поздно окупится.

В последнее время качество воды в городских водопроводах ухудшилось. Практически вода теперь только хлорируется. Поэтому большинство из нас водопроводную воду кипятят, на что расходуется большое количество энергии. Более эффективно и выгодно применение современных фильтров, которые позволяют в домашних условиях производить полную очистку воды.

## Тепловая энергия

Тепловая энергия, которая используется в жилищно-коммунальном хозяйстве для отопления и нагрева воды, вырабатывается на основе сжигания энергоносителей. Проблема отопления связана с тем, что наши дома имеют низкую энергоэффективность, потребляют значительное количество энергии из-за плохой теплоизоляции. Большинство квартир имеет центральное отопление и регулирование потребления тепла для многих недоступно. Но некоторую экономию тем не менее можно получить. Ниже приводится список возможных мер по сбережению тепла.

1. Закрывайте ночью шторы, используйте жалюзи. Речь идет о коротких шторах, не закрывающих радиаторную батарею. Дело в том, что через окно теряется большое количество тепла, поэтому закрывая окно, вы частично сохраняете тепло.

2. Термостат на нуль. Если ваша квартира оборудована индивидуальными счетчиками и регуляторами подачи тепла (термостатами), то можете отключать подачу тепла, уходя на работу или на ночь. Врачи считают, что сон в прохладном помещении более полезен, чем в теплом. В неиспользуемых помещениях температура должна быть понижена (но не ниже 13-15°C).

3. Освобождайте пространство вокруг ра-

диаторов. Слишком длинные шторы и мебель возле радиаторных батарей заметно уменьшают эффективность отопления.

4. Плотно закрывайте двери комнат и квартиры. Не дайте теплу уйти в щели.

5. Регулируйте постоянную температуру в квартире. Повышение температуры в квартире на 1°C повышает затраты энергии на 6%. В жилых комнатах температура должна быть не выше 21°C, в других помещениях на несколько градусов ниже. Установите термометры во всех комнатах.

6. Устраняйте сквозняки. Примерно четвертая часть тепла, подаваемого в наши квартиры, уходит со сквозняками. Внимательно осмотрите квартиру (окна, двери, стены) и заделайте щели.

7. Установите защитный экран. Между радиаторной батареей и стеной можно установить экран из алюминиевой фольги. Фольга отражает тепло, возвращая его в комнату.

8. Новый подоконник. Чем шире подоконник, тем меньше тепла уходит через окно. Поэтому если вы делаете ремонт в квартире, подумайте о замене подоконника.

9. Тепло на балконе. Сэкономить тепло можно за счет застекленного балкона. Это позволит уменьшить приток холодного воздуха снаружи и уход теплого воздуха изнутри.

10. Новые окна. Сегодня на рынке представлен большой выбор так называемых стеклопакетов, т.е. окон стойких к погодным условиям. Они имеют сверхвысокую степень изоляции, но дороги.

11. Изолируйте стены, пол, потолок. Во время капитального ремонта квартиры подумайте о покрытии этих элементов комнаты изоляционными покрытиями.

12. Следите за расходом тепла. Возможность контролировать расход тепла дают счетчики. На обогрев помещений расходуется четвертая часть энергоносителей, потребляемых в стране. До 40% тепла, которое приходит в помещения, уходит через окна. Можно резко уменьшить потери тепла, если на зиму устанавливать в окна третье стекло на дополнительной раме. Тщательно заклеивайте и заделывайте щели.

## Вода

В быту на хозяйственные нужды расходуется несколько миллиардов кубометров питьевой воды в год. При этом пятая часть воды уходит в канализацию неиспользуемой. Причинами являются утечки воды в некачественных и дефектных водопроводных системах. Из одного неисправного крана вытекает за сутки от 0,5 до 1,5 кубометров воды. Недостаток воды становится все более ощутимым. В перспективе в каждой квартире будет установлен счетчик воды, что поможет резко снизить ее потребление. Для экономии воды нужно поддерживать всю запорную и регулирующую арматуру в рабочем состоянии - вовремя менять клапаны, сальники, прокладки.

Электроприбор	Потребление кВт·ч за год
Лампа накаливания 60 Вт	263 (12 ч работы ежедневно)
Энергосберегающая лампа 9-11 Вт	44 (12 ч работы ежедневно)
Морозильный аппарат	427
Посудомоечная машина	475
Электропечь	440
Стиральная машина	275
Холодильник	584
Телевизор	180
Видеомагнитофон	150
Пылесос	65
Компьютер	40
Аудиоаппаратура	35
Утюг	30

# О включении паяльников в сеть 220 В

(По материалам журнала "Радио, Телевизия, Электроника" (Болгария) №10/2001)

## Вариант 1

Располагаем паяльником 100 Вт 220 В и хотим иметь мощность 60 Вт, пользуясь последовательно подключенным конденсатором.

Исходные данные:

1. Номинальная мощность паяльника  $P = 100$  Вт.
2. Ток, потребляемый от сети  $I = P/U = 0,454$  А.
3. Сопротивление паяльника  $R_1 = U/I = 485$  Ом.
4. Требуемая мощность  $P_1 = 60$  Вт.

Требуется вычислить емкость конденсатора и напряжение на его выводах согласно **рис.1**. Напряжение на конденсаторе сдвинуто на  $90^\circ$  по отношению к напряжению на паяльнике (**рис.2**). При сопротивлении паяльника  $R_1 = 485$  Ом и мощности 60 Вт ток потребления должен составлять

$$I_1 = (P_1/R_1)^{1/2} = 0,352 \text{ А.}$$

Емкостное сопротивление конденсатора

$$R_C = [(U^2 - I_1^2 R_1^2)/I_1^2]^{1/2} = 394 \text{ Ом.}$$

Отсюда его емкость на частоте 50 Гц

$$C = 10^6/2\pi f R_C = 8,1 \text{ мкФ.}$$

Напряжение на выводах конденсатора  $U_C = R_C I_1 = 138$  В.

Необходимо использовать конденсаторы с рабочим напряжением большим, чем двойное  $U_C$ , т.е. 276 В. Если использовать конденсатор с емкостью 10 мкФ, то получим мощность не 60 Вт, а на 12% больше, т.е. 67 Вт, поскольку емкостное сопротивление конденсатора будет меньше.

## Вариант 2

Располагаем паяльником 25 Вт 42 В и хотим включить его в сеть 220 В. Необходимо рассчитать емкость последовательно включенного конденсатора и напряжение на его выводах согласно **рис.3**. Напряжение на конденсаторе сдвинуто на  $90^\circ$  по отношению к напряжению на паяльнике (**рис.4**).

Исходные данные:

1. Номинальная мощность паяльника  $P = 25$  Вт при напряжении  $U_R = 42$  В.
2. Ток, потребляемый от сети,  $I = P/U_R = 0,595$  А.
3. Сопротивление паяльника  $R = U_R^2/P = 70,56$  Ом.

Аналогично 1-му варианту определяем емкостное сопротивление конденсатора

$$R_C = [(U^2 - I^2 R^2)/I^2]^{1/2} = 363 \text{ Ом.}$$

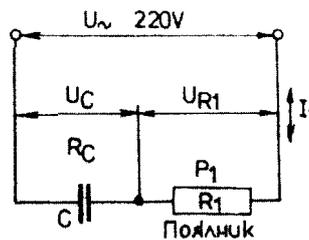


рис.1

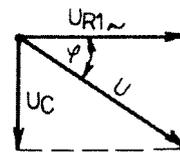


рис.2

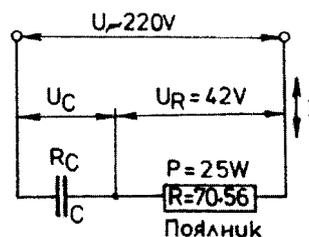


рис.3

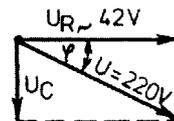


рис.4

Отсюда его емкость на частоте 50 Гц

$$C = 10^6/2\pi f R_C = 8,77 \text{ мкФ.}$$

Напряжение на выводах конденсатора  $U_C = R_C I = 215,96$  В. Необходимо использовать конденсаторы с рабочим напряжением большим, чем двойное  $U_C$ , т.е. 432 В. В отличие от 1-го варианта использование конденсатора емкостью больше 8,77 мкФ опасно, так как напряжение на паяльнике станет больше 42 В, и он может перегореть.

**Закключение.** Включение паяльника описанным выше способом рискованно, поскольку при пробое конденсатора паяльник может сгореть. Безопаснее включать последовательно резистор (при его перегорании цепь разомкнется) или понижающий трансформатор. Но последние варианты более дороги, так как резистор потребует мощный.

# Как паять алюминий

*Ю.Бородатый. Ивано-Франковская обл.*

Алюминий является одним из самых удобных материалов в практике конструирования. Мало уступая в прочности стали, он значительно легче обрабатывается, обладает хорошей электро- и теплопроводностью, красивым внешним видом.

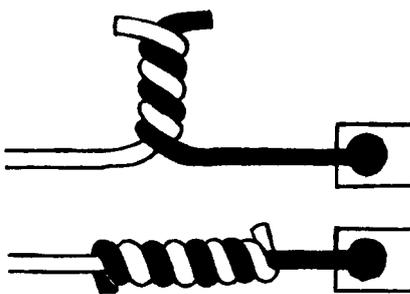
Однако основная проблема, возникающая у любителей при работе с алюминием, это его пайка. Просто так алюминий не паяется. Причина невозможности пайки алюминия обычными методами - способность на воздухе очень быстро (за доли секунды) образовывать окисные пленки. Поэтому разработанные ранее технологии требуют или специальных ртутных флюсов или специальных сменных жал для паяльников.

Чаще всего потребность в пайке алюминия возникает при ремонте резонансных стабилизаторов напряжения. В целях экономии все обмотки промышленных сетевых стабилизаторов выполнены алюминиевым проводом. Паять сами эти провода вовсе не обязательно. Достаточно прикрутить к ним хорошо паяющийся провод любым удобным для вас способом (см. **рисунок**) и паять уже не алюминий, а этот провод,

Но как быть, если необходимо паять не про-

водники, а например, самые неудобные для пайки плоские поверхности?

Предлагаемый способ осуществляется с помощью обычных припоя и канифоли обычным паяльником. Поскольку алюминий очень хорошо проводит тепло, паяльник лучше брать мощный 60-100 Вт. Если мощности вашего паяльника недостаточно для прогрева больших сплавляемых деталей, воспользуйтесь дополнитель-



ным параллельным нагревом с помощью газовой или электрической кухонной плиты.

Перед соединением место пайки следует тщательно натереть каким-либо крошащимся камнем (песчаником, кирпичом, куском засохшего строительного раствора, содержащего песок и т.п.). Камень очищает поверхность алюминия от толстой оксидной пленки. Песок и пыль, образующиеся в процессе зачистки, надо оставить на месте пайки. Сразу после натирания поверхность алюминия покрывается слоем расплавленной канифоли.

Далее методика пайки мало отличается от пайки обычных материалов, разве что теперь жалом паяльника место пайки надо тщательней протереть, чтобы разрушить с помощью песка тонкую пленку окислов, успевших образоваться на очищенной поверхности перед нанесением канифоли.

Прочность спаянного алюминия оказывается выше, чем прочность паяной меди. Объясняется это низкой температурой плавления алюминия (гораздо ниже, чем у меди), а также большой способностью алюминия к диффузии в другие металлы.

Среди всех известных мне способов пайки алюминия этот способ является самым простым, дешевым и эффективным. Он годится также для пайки любых других металлов.

# Дайджест по автомобильной электронике

www.nnov.rfnet.ru

## Автоматический противоослепляющий фонарь

Электрический противоослепляющий фонарь устанавливают на уровне основного поля зрения водителя, с левой стороны лобового стекла, что практически не мешает ему при движении. Свет от фонаря распространяется параллельно лобовому стеклу и не попадает в глаз водителя, для этого у фонаря имеется светоотражающий козырек. При включении фонаря происходит поглощение значительной части лучистого потока света фар, уменьшая засветку сетчатки глаза. Кроме того, использование в фонаре синего или зеленого светофильтра дает возможность контролировать обстановку на дороге, поскольку в ночное время глаза человека наиболее чувствительны к синим и зеленым лучам видимого спектра.

Недостатком противоослепляющих фонарей является их раннее либо позднее включение. Особенно опасно позднее включение, когда от резкого яркого света засвечивается сетчатка глаз, и включение фонаря оказывается малоэффективным.

Предлагаемая схема устройства автоматического включения и выключения фонаря (рис. 1) обеспечивает:

включение устройства одновременно с фарами автомобиля от его "штатного" выключателя;

быстрое включение при освещении фотоэлемента светом фар встречного транспорта и плавное (единицы секунд) выключение, что сокращает время переадаптации глаз водителя.

Устройство состоит из порогового усилителя светового потока на транзисторе VT1, составного транзисторного ключа на транзисторах разной проводимости VT2, VT3 и схемы задержки выключения лампы HL1, выполненной на резисторе R3 и накопительном конденсаторе C1. Устройство питается от параметрического стабилизатора на стабилитроне VD1 и резисторе R4 и включается совместно с фарами автомобиля. Как только лучи света фар встречного транспорта попадают на фоторезистор R1, открывается транзистор VT1, который включает транзисторный ключ VT2, VT3, и на лампу фонаря HL1 поступает бортовое напряжение +12 В. Лампа начинает светиться. Одновременно происходит заряд конденсатора C1. Когда освещение фоторезистора прекращается, транзистор VT1 закрывается, но лампа HL1 продолжает светиться до полного разряда накопительного конденсатора C1 через резистор R3 и переход база-эмиттер транзистора VT2. Подстроечным резистором R2 устанавливают порог включения лампы фонаря HL1.

Конструктивно печатную плату располагают в корпусе фонаря. Для фоторезистора высверливают отверстие в корпусе со стороны, обращенной к дороге.

Хотя чувствительность схемы достаточна, для повышения ее эффективности перед фоторезистором желательно установить собирающую линзу. Оптическую систему (фоторезистор с линзой) располагают так, чтобы она хорошо освещалась фарами встречного автотранспорта и как можно меньше светом фар собственного автомобиля.

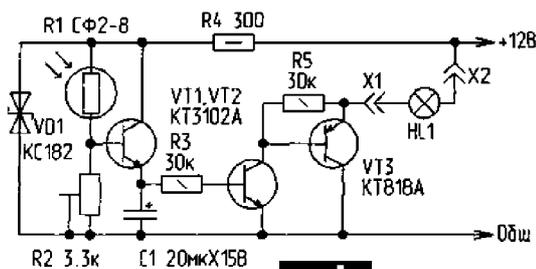


рис. 1

Мощность лампы в фонаре не должна превышать 5 Вт, фоторезистор R1 типа CF2-8 можно заменить на ФСК-1 с темновым сопротивлением 30...60 кОм, транзисторы VT1, VT2 должны иметь статический коэффициент передачи тока не менее 100. Транзистор VT3 работает без радиатора, и его можно заменить на KT818 с любой буквой. Конденсатор C1 типа К50-16 можно заменить на любой емкостью 20...30 мкФ. Подстроечный резистор R2 типа СПЗ-6А. Стабилитрон VD1 типа KC182 можно заменить на Д814А,Б.

РЛ-5/97

## Катодная защита от коррозии

Метод катодной защиты от коррозии уже давно применяют на различных объектах. Например, на кораблях устанавливают специальные протекторы, которые, растворяясь в морской воде, обеспечивают защиту корпуса судна. На определенном расстоянии от подземного трубопровода закапывают анод - металлическую болванку, к которой подключают "плюс" источника постоянного тока, а к самой трубе - "минус". Благодаря разности потенциалов между электродом и защищаемым металлом, в цепи образующегося электролита (влага, соль) проходит ток. На ано-

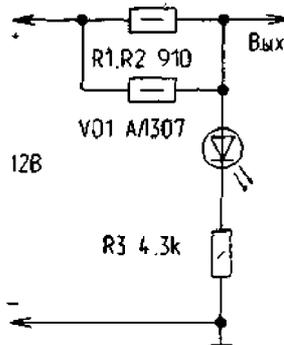


рис. 2

де происходит освобождение электронов - реакция окисления, и саморастворение катода прекращается.

При катодной поляризации металлу нужно сообщить определенный отрицательный потенциал. Для железа и его сплавов полная защита от коррозии достигается при потенциале 0,1...0,2 В. Дальнейший сдвиг потенциала мало влияет на степень защиты. Плотность защитного тока должна быть в пределах 10...30 мА/м<sup>2</sup>. Кроме того, со временем на металле наблюдается дополнительное смещение потенциала в отрицательную сторону, что позволяет периодически выключать устройство (при ремонте автомобиля, зарядке аккумулятора).

Устройство защиты от коррозии состоит из электронного блока и защитных электродов. На корпусе электронного блока размещают световую индикацию работы устройства.

В качестве защитных электродов (анодов) используют как разрушающиеся материалы (нержавеющая сталь, алюминий), требующие замены через 4...5 лет, так и неразрушающиеся (карбоксил, магнетит, графит). Защитные электроды выполняют в виде прямоугольных либо круглых пластин площадью 4...9 см<sup>2</sup>.

На рис. 2 показана схема простого антикоррозийного устройства. Конечно, в простейшем виде устройство катодной защиты может состоять из защитных электродов и проводов, подключаемых непосредственно на "плюсовую" клемму аккумулятора. Однако в этом случае трудно контролировать возможное короткое замыкание электродов с кузовом автомобиля и его работу в целом. Для этого в устройстве в цепь делителя напряжения R1, R2, R3 включен светодиод VD1, который в рабочем режиме светится ровным светом, потребляя незначительный ток от аккумуля-

лятора (около 2 мА).

Если вдруг один из защитных электродов замыкается на кузов автомобиля, светодиод VD1 прекращает светиться. При повышенной влажности кузова светодиод VD1 может в небольших пределах изменять свое свечение, что указывает на работу катодной защиты. Устройство имеет высокую надежность, поскольку дает при коротком замыкании выхода с кузовом ток перегрузки не более 25...30 мА.

Правила установки и монтажа устройства:

один защитный электрод защищает площадь с радиусом около 0,25...0,35 м;

защитные электроды устанавливают только на места, защищенные лакокрасочным покрытием;

использовать можно только эпоксидный клей или шпатлевку на его основе;

наружную сторону защитных электродов (где нет пайки) нельзя покрывать мастикой, краской, клеем или другим электроизоляционным покрытием.

Электронный блок устанавливают в любом месте автомобиля и подключают к схеме электрооборудования так, чтобы он оставался включенным даже при отключенном электрооборудовании автомобиля.

Устройство потребляет ток не больше, чем часы автомобиля, и гарантирует длительную эффективную работу даже при сильно разряженном аккумуляторе.

**Устройство задержки выключения света в салоне автомобиля**

Предлагаемое устройство позволяет задержать выключение света после закрывания двери, что дает возможность водителю легко вставить ключ в замок зажигания в темное время суток.

Схема устройства (рис.3) проста и не требует комментариев. Необходимо лишь отметить, что диод VD1 нужен для предотвращения разряда конденсатора через цепи сигнализации, если она установлена в автомобиле и подключена к кнопкам дверей.

Устройство смонтировано на печатной плате, внешний вид которой со стороны пайки показан на рис.4.

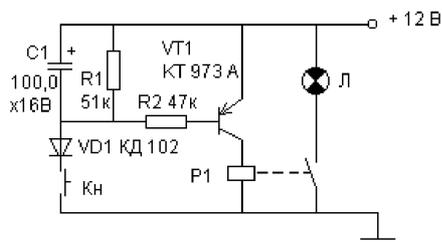


рис.3

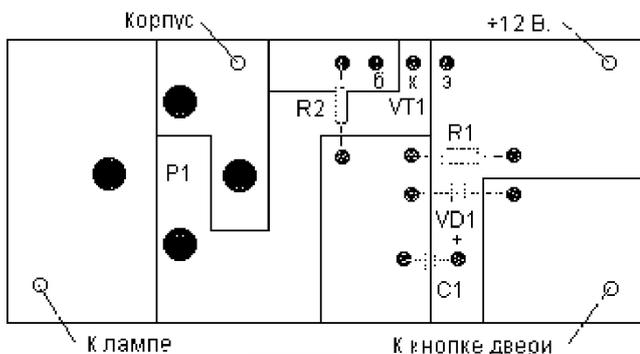


рис.4

Реле P1 (из монтажного блока) вставляют в клеммы, применяемые в автомобильной проводке, впаянные в плату. Провод от кнопки дверей Кн отключают от лампы и подключают к диоду VD1. Лампу Л подключают к контактной группе реле P1. Время задержки в секундах можно оценить по формуле:

$t=RIC1$ , где сопротивление в омах, емкость в фарадах, и при указанных номиналах составляет 4..5 с.

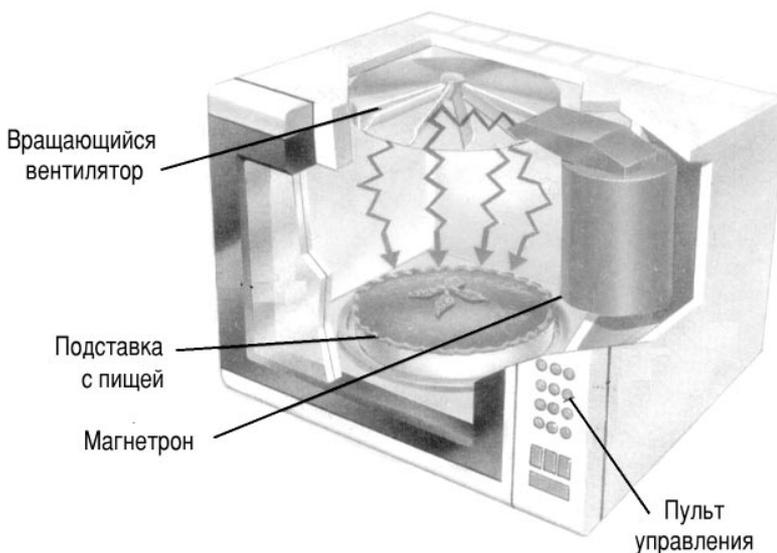
Устройство применяют на автомобиле совместно с сигнализацией Enforcer.

**Юным электрикам**

**Микроволновая печь**

Изобрел микроволновую печь и запатентовал в 1945 г. принцип ее действия Перси Спенсер - инженер американской фирмы Raytheon Corporation, которая в середине 40-х годов проводила исследования в области радиолокационной техники. Измеряя параметры магнетрона новой конструкции, Спенсер случайно обнаружил, что лежащая в его кармане конфета расплавилась. Исследователь не прошел мимо этого факта, продолжил эксперименты и обнаружил, что продукты очень быстро разогреваются с помощью магнетрона. Так, при работе над совершенно другими проблемами была изобретена микроволновая печь - выдающееся изобретение XX в.

Продукты в микроволновой печи готовятся под воздействием микроволн, которые называют еще излучением сверхвысокой частоты (СВЧ). Излучает микроволны СВЧ прибор - магнетрон. Пучок микроволн попадает на вращающийся вентилятор-отражатель, который отражает микроволны во всех направлениях. Приготавливаемую пищу размещают на вращающемся диске, поэтому она пропекается равномерно. Микроволны создают вихревые электрические токи во



всем объеме пищи, разогревая и пропекая продукты изнутри, поэтому процесс приготовления их происходит быстрее, чем в традиционной духовке. За приго-

товлением пищи можно наблюдать через стекло дверцы печи. Специальная металлическая сетка на дверце задерживает микроволны.

# Интересные устройства из мирового патентного фонда

*Этот выпуск посвящен датчикам угла поворота*

В международном патенте РСТ 99/24890 (1999 г.) описано **рулевое устройство для компьютерной или иной игры**. Устройство (рис. 1,а) представляет собой рулевое колесо 1, в центре которого закреплен датчик угла поворота 2. Кроме того, в центре закреплена ось 3, на которой размещен поворотный груз 4. От датчика 2 провод 5 идет на вход компьютера. Поскольку груз 4 постоянно сохраняет положение относительно Земли, то между датчиком 2 и осью 3 при повороте рулевого колеса возникает угол поворота, который необходимо передать в компьютер.

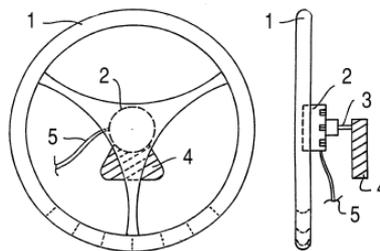
Устройство датчика угла поворота показано на рис. 1,б. На оси 2 установлен диск 3 с прорезями. Диск проходит через щель в фотодатчике 1. Прохождение выреза в диске приводит к появлению импульса на выходе фотодатчика. Угол поворота вычисляется путем подсчета этих импульсов. Кроме того, определяется и скорость поворота рулевого колеса, что бывает необходимо в некоторых играх.

В европейском патенте EP 0915320 (1999 г.) описан **датчик угла поворота для гибочной машины**. Его устройство показано на рис. 2. На платформе 5 установлена головка датчика 3. На той же платформе установлена матрица D, на которую укладывают металлическую полосу W и изгибают с помощью пуансона P. Головка датчика угла поворота может вращаться относительно оси, параллельной платформе 5. В самом датчике установлен лазер, луч которого BM направлен на поверхность металлической полосы. Отраженный луч лазера поступает на два смещенных относительно лазера фотоприемника. При точном угле изгиба полосы сигналы в фотоприемниках одинаковы. Различие уровней сигналов показывает ошибку в угле изгиба и ее знак.

**Датчик поворота/скорости** описан в международном патенте РСТ 01/90711 (2001 г.). Он предназначен для измерения параметров вращения зубчатого приводного колеса велосипеда. На раме устанавливают постоянный магнит 1 (рис. 3), а на оси приводного колеса 3 - магнитный датчик 2 (магниторезистивного типа). При вращении зубчатого колеса датчик периодически проходит вблизи магнита. С выхода датчика снимается периодический сигнал, по которому можно не только определить скорость вращения приводного колеса велосипеда, но и в любой момент определить угол поворота датчика относительно магнита.

**Датчик угла поворота и направления вращения коленчатого вала** описан в патенте США 6320374 (2001 г.). Как показано на рис. 4,а, вокруг фрагмента коленчатого вала 12 располагают кольцо 10, на котором размещают датчик 24, состоящий из двух рядом установленных магнитных головок или магниторезистивных датчиков 26, 28 (рис. 4,б), находящихся в таком месте коленчатого вала, где имеется вырез 22. При прохождении выреза в головках последовательно появляются импульсы, которые затем обрабатываются в устройстве 30. По порядку появления этих импульсов судят о направлении вращения, времени прохождения выреза относительно датчиков, т.е. об угловом положении вала в данный момент.

В международном патенте РСТ 01/10679 (2001 г.) описано **зеркало автомобиля с сенсорной решеткой для его позиционирования**. Держатель зеркала 1 вставлен в круглую нишу 2, относительно которой он может поворачиваться как по вертикали, так и по горизонтали (рис. 5). В состав устройства позиционирования входят постоянный магнит 7 и решетка из магниточувствительных элементов 6 (решетка 6 имеет два разнесенных элемента по горизонтали и два по вертикали). Сигналы с магниточувствительных элементов поступают на устройство обработки ST по кабелю 8. Рассмотрены два варианта построе-



а

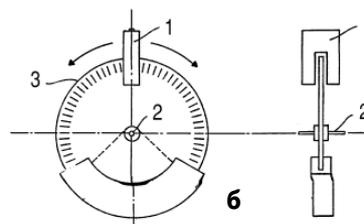


рис. 1

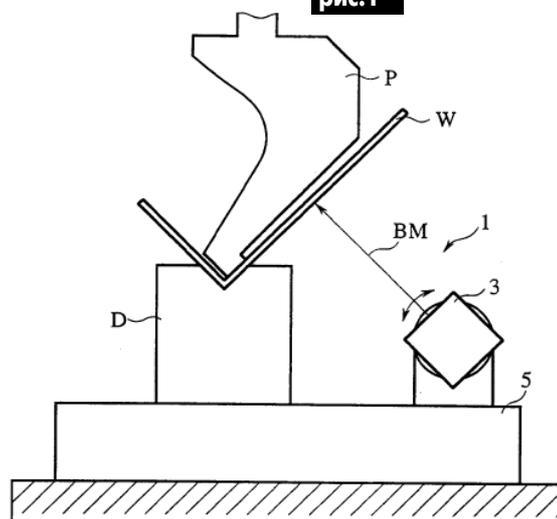


рис. 2

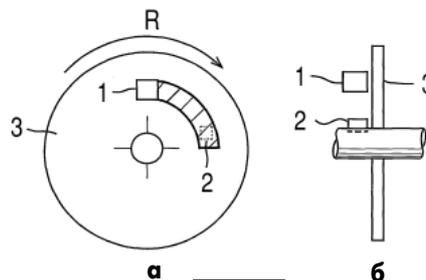


рис. 3

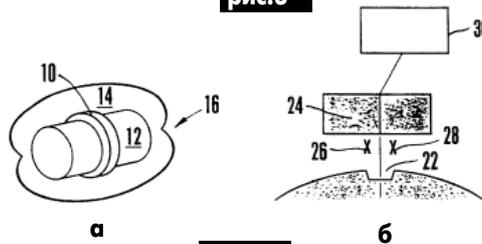


рис. 4

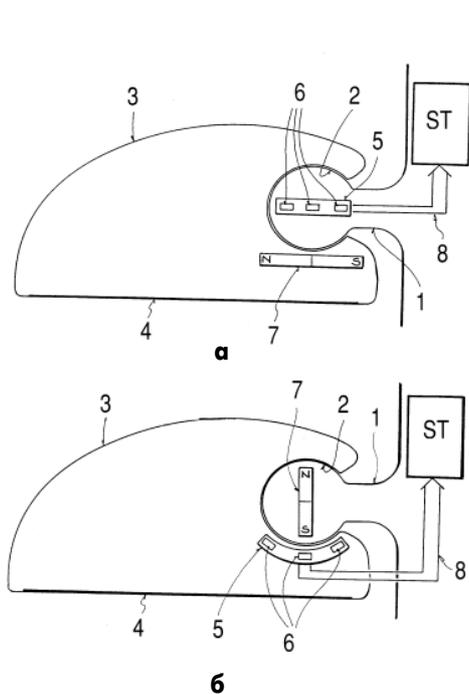


рис.5

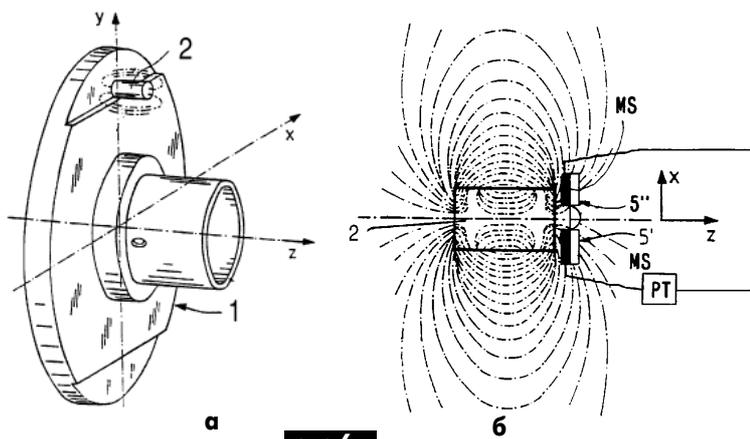


рис.6

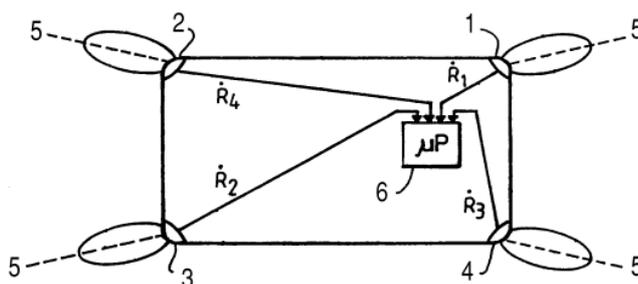


рис.7

ния устройств позиционирования: с постоянным магнитом на опоре (рис.5,а) и с постоянным магнитом на держателе зеркала (рис.5,б).

В патенте США 6205866 (2001 г.) описано **устройство для измерения угла сдвига между двумя поворотными системами**. На одной поворотной системе 1 (рис.6,а) размещен постоянный магнит 3, на другой (рис.6,б) - система из двух магниточувствительных датчиков 5' и 5'', разнесенных между собой. Смещение датчиков относительно постоянного магнита указывает на угловое смещение между собой двух поворотных систем. Устройство позволяет также измерить относительную скорость вращения одной системы относительно другой.

В международном патенте PCT 01/27653 (2001 г.) описана **радиолокационная система для определения "рыскания" (поворота относительно дороги) автомобиля**. На автомобиле устанавливают четыре миниатюрных радиолокатора 1-4 по углам корпуса автомобиля 1 (рис.7). Направления излучения радиолокаторов выбраны так, чтобы они отстояли на одинаковый угол вправо и влево от оси движения. Отраженные от поверхности дороги 5 сигналы обрабатываются в бортовом компьютере 6, и если автомобиль не следует точно вдоль дороги, то на табло отображаются углы рыскания влево и вправо.

Для любознательных

# ЭФФЕКТ ТОМСОНА

Эффект предсказан английским физиком У.Томсоном (лордом Кельвином) (публикацию о нем см. в РЭ 7/2001) в 1856 г. Экспериментально открыт французским физиком Ж.Леру.

Сущность эффекта следующая. Если вдоль провода, по которому протекает электрический ток, существует перепад температур (T2 - T1), то кроме джоулева тепла в объеме проводника выделяется или поглощается (в зависимости от направления тока) некоторое количество тепла

$$Q_s = S(T_2 - T_1)It,$$

где S - коэффициент Томсона, зависящий от материала и абсолютной температуры; I - ток; t - время. Коэффициенты Томсона приведены в **таблице** для различных металлов при различных абсолютных температурах. Чтобы перевести эти коэффициенты в мккал/град, нужно умножить число в таблице на 0,239. Коэффициент Томсона имеет знак "+", когда направление потока тепла совпадает с направлением тока.

Металл	T, °K	S, мкВ/град	
Серебро	105	-0,1	
	150	+0,55	
	300	+1,31	
Алюминий	260	+0,11	
	300	-0,08	
	400	-0,56	
Золото	105	+0,29	
	150	+0,96	
	300	+1,61	
Кобальт	100	-8,4	
	200	-19,6	
	300	-25,4	
Медь	70	-0,26	
	170	+0,47	
	300	+1,52	
Железо (армко)	323	-15,3	
	423	-22,8	
	523	-26,2	
Никель	100	-4,5	
	200	-12,1	
	260	-15,7	
Олово	100	+0,86	
	200	+0,42	
	300	-0,07	
	400	-0,45	
Вольфрам	328	+8,5	
	Константан	323	-24,6
		384	-25,5
446		-26,0	



## ЛУИДЖИ ГАЛЬВАНИ

Выдающийся итальянский ученый Луиджи Гальвани был и по образованию, и по своим научным устремлениям медиком (хирургом, анатомом, патологом). Научкой об электричестве он не занимался (и в мыслях ему такое не приходило в голову). Но в процессе своих анатомических исследований он попробовал, как действует электрический заряд на мышцы лягушки. То, что связь между столь отдаленными явлениями существует, уже само по себе было великим открытием. Но Гальвани развил теорию так называемого "животного электричества". Его друг и коллега Алессандро Вольта (статья о нем см. в РЭ 2/2000, с.60) раскритиковал учение Гальвани. По этому поводу в науке того времени возникла величайшая дискуссия. Весь научный мир Европы раскололся на сторонников и

противников учения Гальвани. Дискуссия шла почти полвека! При этом имя Гальвани взлетело по своему авторитету на недостижимую высоту. Получилось так, что его имя стали приставлять к достижениям науки об электричестве. И возник целый пласт терминологии: "гальванометр", "гальванический элемент", "гальваническая батарея", "гальваническая связь", "гальванопластика", "гальваностегия" и т.д. Вот почему биография этого ученого представляет интерес для электриков.

Луиджи Гальвани родился 9 сентября 1737 г. в Болонье (Италия). Учился в Болонском университете (старейший университет в Европе, возник еще в XII в.). В 1759 г. получил ученую степень доктора медицины. Вначале практиковал как хирург и читал лекции. В 1762 г. стал профессором Болонского университета. Здесь Гальвани занялся анатомическими исследованиями и опубликовал ряд работ о строении кровеносной и нервной систем.

Как-то Гальвани прочел некоторые из научных работ Бенджамина Франклина (см. РЭ 1/02, с.31), который рассматривал электричество как жидкость, протекающую в телах. Ему захотелось попробовать, как эта "жидкость" будет протекать в тканях организма. В 1780 г. он подключил выводы электрофорной машины (недавно изобретенной А.Вольта) к лапке лягушки и покрутил ручку машины. К его величайшему удивлению мертвая лапка дернулась! Можно вообразить ужас человека того времени, ведь все мертвое могло быть только неподвижным. Кстати, до сих пор термин

"гальванизация" означает "воскрешение из мертвых".

Но Гальвани был подлинным ученым. Он не стал никому рассказывать о своих опытах и в течение 11 лет настойчиво изучал явление, ставил сотни разнообразных экспериментов. И только в 1791 г. опубликовал книгу "Влияние электричества на движение мышц". Вот теперь разгорелась дискуссия! Одни всерьез начали заниматься воскрешением мертвых с помощью электрического тока. Другие, как А.Вольта, резко критиковали учение Гальвани о "животном электричестве". Он, например, опроверг опыт Гальвани, в котором при касании инструментами к лапке лягушки, на концах лапки появлялся электрический потенциал. Вольта заменил лапку тряпочкой, смоченной в кислоте, и получил то же самое (кстати, это в дальнейшем привело к открытию первой электрической батареи).

Резкая критика, нападки в прессе, личные утраты серьезно подорвали здоровье Гальвани. Когда Наполеон в 1797 г. завоевал Северную Италию, он оспаривал так называемую Цизальпинскую республику. У Гальвани, который был президентом Академии наук Болоньи, потребовали дать присягу верности. Он отказался и был уволен со всех постов. Это окончательно сломило ученого и 4 декабря 1798 г. Луиджи Гальвани умер в полной нищете.

Современная наука признает Луиджи Гальвани основоположником электрофизиологии. В Болонье установлен памятник Луиджи Гальвани на площади, носящей его имя.

## НОВОСТИ

Компания SOK и корпорация Omron представили совместную разработку - противоугонную автомобильную систему, которой можно управлять с помощью сотового телефона владельца авто. Ожидается, что система поступит в продажу в феврале. При работе система использует антенну GPS-устройства, установленного в автомобиле, и способна осуществить связь с коммутацией пакетов сообщений. При запуске угонщиками двигателя, открытия дверей или багажника, система отправляет сообщение на адрес электронной почты или мобильный телефон владельца. Сами владельцы с помощью сотового телефона также могут активировать подачу звуковых или световых сигналов автомобилем. Оборудование системы обойдется примерно в 380 дол.

\*\*\*

Американская компания Applied Digital Solution приступила к производству крошечных микрочипов, которые без труда можно вживить под кожу с помощью самого обыкновенного шприца, правда, с довольно толстой специальной иглой. На таких чипах будет записана полная информация о владельце, его медицинских показаниях и нуждах. Представители фирмы считают,

что первыми покупателями имплантируемых удостоверений личности станут люди с вживленными протезами и электронными водителями ритма сердца. Считают, что через несколько лет подобные подожные устройства смогут заменить и кредитные карточки, и ключи от автомобильных и домашних замков.

\*\*\*

Представители компании Matsushita Electric сообщили о планах поставки на рынок никелевых металлгидридных аккумуляторов стандарта AA с емкостью 1900 мА·ч. Существующие образцы имеют емкость на 15% меньше. Ожидается, что продукт появится на рынке с 1 апреля. Новые аккумуляторы предназначены для работы в различном оборудовании, в частности, в цифровых камерах. Цена новых продуктов не отличается от цены старых. Зарядное устройство, которое будет продаваться вместе с аккумуляторами, имеет цель для зарядки одного аккумулятора. Его цена будет около 3 дол.

\*\*\*

Американская компания Foveon объявила о разработке нового типа светочувствительного сенсора для цифровых фотокамер, который позволит добиться значительного улучшения качества снимков да-

же для недорогих моделей. Как известно, светочувствительная матрица цифровой камеры состоит из большого числа отдельных элементов, каждый из которых воспринимает один из трех основных цветов: красный, зеленый или синий. В результате детализация изображения получается не слишком высокой, так как для получения нормальной картинки сигналы всех трех сенсоров должны объединяться. В некоторых камерах используется система, состоящая из трех расположенных под разными углами матриц, каждая из которых настроена на свой цвет, и разделителя света на синюю, красную и зеленую составляющие. Такое решение приводит к увеличению габаритов камеры, ее энергопотребления, и, главное, цены. Решение, предложенное Foveon, позволяет избавиться от этих проблем за счет использования многослойного сенсора, названного X3. Разделение светового луча в X3 происходит за счет использования природных свойств кремния, который по-разному пропускает волны различной длины. В результате, размещая чувствительные элементы на нужной глубине в кремниевой пластине, можно получить универсальную и недорогую RGB-матрицу для цифровой фотографии.

## Визитные карточки

### НВК ПП "АЕС"

Украина, Киев, ул. Красногвардейская, 5  
тел.: (044) 552 40 05, факс: 552 40 05

Производство: понижающие трансформ. 0,1 - 20 кВт по ТУ заказчика. Электро-монтажные работы. Реализация: автоматы; изделия электроустановочные; кабели; прожекторы; измерительные приборы; изоляционные материалы; электродвигатели и пр.

### ООО "Атлантис"

Украина, Днепропетровск, ул. Шевченко, 37  
тел/факс: (056) 770 20 40, 744 04 76  
<http://www.atlantis.com.ua>  
E-mail: office@atlantis.com.ua

**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**  
- разработка систем АСУ ТП  
- поставка оборудования  
- программное обеспечение

### ЧП "Интекс-сервис"

Украина, 04201, Киев, Минское шоссе, 4  
тел.: (044) 432 24 13, 568 21 38

Низковольтная аппаратура.  
Реализация: автоматы, пускатели, кнопки, реле, контакторы, концевые выключатели, трансформаторы, электромагниты и др.

### АОЗТ "НПП "Перспектива"

Украина, 03187, Киев, пр. Ак. Глушкова, 40  
тел/факс: (044) 266 25 61, 266 24 89  
E-mail: gals@kiev-page.com.ua

Разработка и поставка электронных АТС. Создание различных (в том числе бортовых авиационных и космических) устройств контроля управления и индикации. Разработка, модернизация и изготовление тренажеров транспортных средств и других сложных объектов управления.

### ООО "Конкорд"

Украина, 04074, Киев, ул. Десятеренко, 26/28  
тел/факс: (044) 430 10 18, 536 18 36

Кабельные и мачтовые муфты 0,4 - 10 кВт, концевые заделки, воронки, ролики, припои, наконечники, гильзы. Лента смоляная, ПВХ, х/б, стеклотента. Мастика, паяльные материалы. Пломбираторы, пломбы, тротики. Доставка.

### ТЕХНОКОН

Украина, 61044, Харьков,  
пр. Московский, 257, оф. 905,  
тел/факс: (0572) 16 20 07, 17 47 69,  
E-mail: tecon@velton.kharkov.ua

Авторизованный системный интегратор SCHNEIDER ELECTRIC.

Разработка АСУ ТП "под ключ"; системы учета энергоресурсов; поставка оборудования (контакторы, пускатели, автоматы, частотные преобразователи и др.); измерительная техника для энергетики.

### НПП "Электромир"

Донецк, ул. Артема, 173/16  
тел.: (062) 381 92 45, факс: (062) 381 92 47  
E-mail: elmir@skif.net

Стабилизаторы напряжения однофазные и трехфазные, электротехническое и светотехническое оборудование, дизель-генераторы и бензиновые электростанции.

### Журнал "Электрик"

расширяет рубрику "Визитные карточки". В ней Вы можете разместить информацию о своей фирме, по льготным расценкам.

Расценки на публикацию информации с учетом НДС: в шести номерах 180 грн. в двенадцати номерах 300 грн.

Объем объявления: описание рода деятельности фирмы 15-20 слов, не более двух телефонных номеров, адрес электронной почты и Web-страницы.

**Жду ваших предложений**

по тел. (044) 248-91-57, 230-66-61,

**Менеджер отдела рекламы Латыш Сергей**

## Список новых членов клуба читателей РА

Белокур И. В.  
Белоус А. А.  
Милищун А. В.  
Бугаев Н. В.  
Терещенко В. В.  
Гуцалюк М. А.  
Черняков С. С.  
Дейкун С. Г.  
Островский С. В.  
Грешко В. В.  
Перетятко Л. И.  
Диденко Д. А.  
Карлюк В. В.  
Гавралов О. Л.  
Тарнавский В. Г.  
Оленченко А. И.  
Шлемко М. М.  
Долинний Л. В.  
Ильин Н. Н.  
Витер Ю. И.  
Скидан И. Ю.  
Кошак А. Л.  
Ермаков А. Б.  
Тодоров Д. Д.  
Каплуновский А. К.  
Сыщенко В. З.  
Торовик В. И.  
Бутов А. Л.  
Зубченко А. Н.  
Маринов В. В.  
Виноградов П. Ю.

Совместный проект "KHALUS Electronics" - "Радиоаматор"

**КАТАЛОГ** Вся  
радио-  
электроника  
Украины

**21**



**Энциклопедия 2002**  
**Электроники**

**КОМПЛЕКТУЮЩИЕ**

ЗВОНИТЕ  
ПИШИТЕ

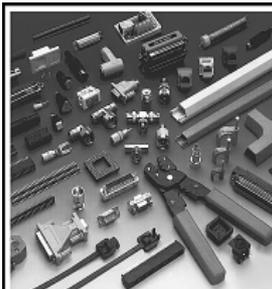
и все это  
На одном CD-диске

[www.khalus.com.ua](http://www.khalus.com.ua)

**Kb KHALUS**  
Electronics

+38(044)490-92-58 sales@khalus.com.ua

• KHALUS SOFTWARE •  
**100%**



**ЗАО "Парис"**  
Все для  
коммуникаций

разъемы D-SUB, кабель витая пара,  
CENTRONICS, коаксиал и телефония  
BNC, N, F и другие 3-й и 5-й категории

шнуры интерфейсные стяжки, скобы и  
силовые, SCSI, крепежные компоненты  
переходники и др. фирмы KSS

**295-17-33**

**296-25-24**

**296-54-96**

ул. Промышленная, 3

клеммы, клеммники, модемы, сетевое  
панели под микросхемы оборудование и  
и прочие компоненты наборы инструментов

**Приглашаем к сотрудничеству дилеров**

**магазин "Нью-Парис" Киев, проспект Победы, 26**  
**Тел. 241-95-87, 241-95-89, факс 241-95-88**

**Действует система скидок!**