

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

ГЕНЕРАЦИЯ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Сороко В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

ПЕРЕНОС ФАЙЛОВ ИЗ ELECTRONICS WORKBENCH В MULTISIM

Капустинский А.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Гончарова Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

ЭНЕРГЕТИКА ШВЕЦИИ

Сокол Е.М.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

ПОЕЗДА НА МАГНИТНОЙ ПОДВЕСКЕ

Юхневич М.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

ТРЕХМЕРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Спода А.Е. Дашковский А.А.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

ЗАЩИЩЕННАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ QNX

Мансурова Ю.С.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

САПФИР

Середюк С.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

ОХРАННЫЕ СИСТЕМЫ

Сазонов П.А.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРОСТЫХ И РАДИОМИКРОФОНОВ

Джема Л.М., Макарова А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

СХЕМОТЕХНИКА ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Чурак Н.В., Павлюченко З.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАПИРАЕМЫХ ТИРИСТОРОВ

Ржеусская А. Д., Корнюшко О. А.

Научный руководитель - старший преподаватель Михальцевич Г. А.

АНТИЛАЗЕРЫ

Кулага Т.А., Прокопенко К.В., Валендюк М.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

ДОРОГИ, ВЫРАБАТЫВАЮЩИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Ролейно Т.Г., Самойленко Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Грищук А. А., Ковалёва К. И.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О. А.

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Саков С. А., Подвойская А. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ

Пукало М. И., Салая Н. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Быков К. Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ВИДЫ ДИСПЛЕЕВ

Дубовская С. О., Татаревич М. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

Дергачёва М. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

БИО БАТАРЕИ

Немкович Е. Г., Тиханович С. В., Шакинко А. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Логвинов М. Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ПОДБОР АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Разуменко А. А., Ермолаев А. С.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ

Белькевич А. А., Неклюдов В. В., Носков П. Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

БЕСКОНТАКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Подиев Н. Ю.

Научный руководитель: старший преподаватель Германович Е. И.

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Сивец М. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОРАЗМЕРНОГО КРЕМНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Ковалевич В. С.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

Довыденко В. А., Петрович М. В., Шевчук А. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е. И.

ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Ванюк Э. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т. Е.

ДАТЧИКИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

ОШУРЕК М.П.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ЖУКОВСКАЯ Т.Е.

СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ.

БРЮХАНОВ И. В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ЖУКОВСКАЯ Т.Е.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ И ИНВЕРТОРОВ В СИСТЕМЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

СЕРОВ Н.В., ЦАРИК Е.В., ФИЛЕВ А.В.

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ – СТАРШИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛИ МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А., ПЕКАРЧИК О.А.

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА РЕВЕРБЕРАТОРОВ

ДЕМИДЕНКО А. С., ХЛИМАНКОВА О. О.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЫЦЕВИЧ Г. А.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ДЕНИСЕВИЧ Т. А.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ НОВАШ И.В.

УДК 621.316.38

ГЕНЕРАЦИЯ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Сороко В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

Электронная лаборатория Electronics Workbench [1] – наиболее популярная и эффективная программа для визуального моделирования электрических и электронных схем, обладающая дружелюбным интерфейсом. При использовании программы были обнаружены недостатки: в программе нельзя задать ненулевые начальные значения. Несмотря на заявленную возможность задания начальных условий (Analysis Options -> Initial conditions -> User-defined), в программе нельзя задать напряжения конденсаторов и токи индуктивных катушек (рис. 1). Моделирование начинается с расчета схемы на постоянном токе, в результате которого устанавливаются нулевые начальные условия. При моделировании генераторов колебаний цепь не возбуждается, так как напряжения всех узлов равны нулю, схема находится в состоянии неустойчивого равновесия, генерации сигналов нет.

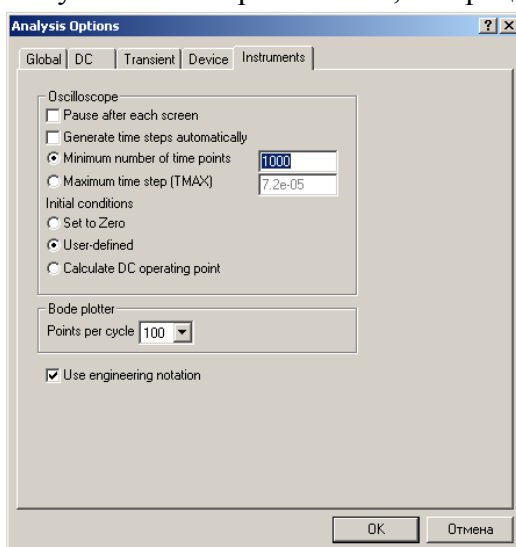


Рисунок 1 – Задание начальных условий

Вывести схему из состояния равновесия помогают запускающие цепи, предназначенные для кратковременной подачи импульса ключом с временной задержкой Time-Delay Switch (рис. 2).

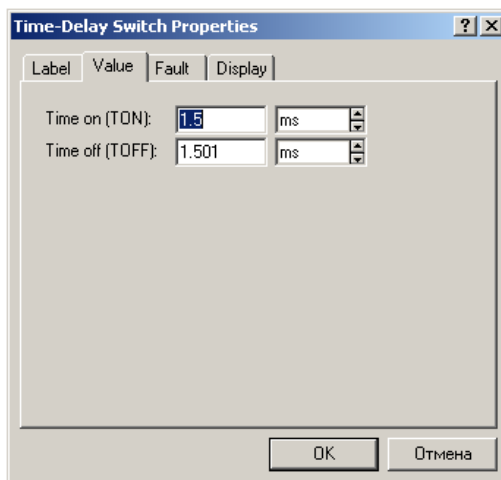


Рисунок 2. Параметры ключа с временной задержкой Time-Delay Switch

Такая запуская цепочка использована в схеме RC-генератора гармонических колебаний с мостом Вина на операционном усилителе (ОУ) (рис. 3). Работа генератора показана на осциллографе (рис. 4).

**Генератор гармонических колебаний
с мостом Вина**

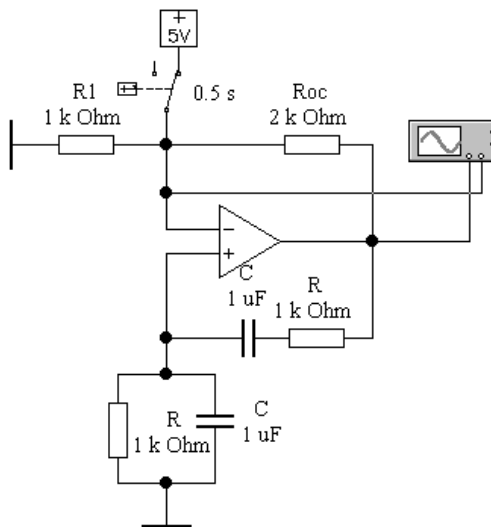


Рисунок 3. Генератор гармонических колебаний с мостом Вина с запуская цепью на инвертирующем входе

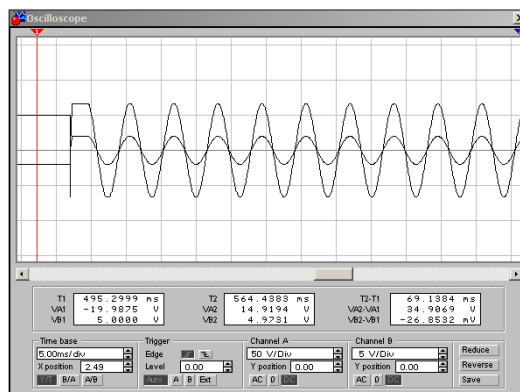


Рисунок 4. Возбуждение колебаний в генераторе гармонических колебаний с мостом Вина

Запуская цепочка может подключаться к любой точке схемы (рис. 5). Временные диаграммы приведены на рис. 6.

**Генератор гармонических колебаний
с мостом Вина**

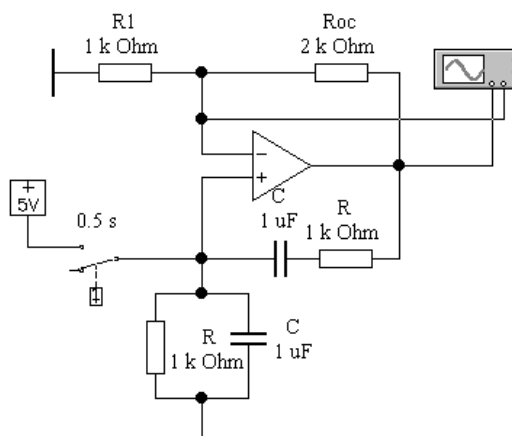


Рисунок 5. Генератор гармонических колебаний с мостом Вина с запуская цепью на неинвертирующем входе

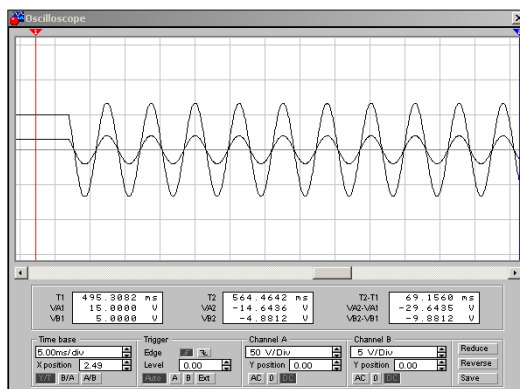


Рисунок 6. Запуск генератора гармонических колебаний с мостом Вина

Кратковременная подача импульса помогает запустить мультивибратор на ОУ (рис. 7).

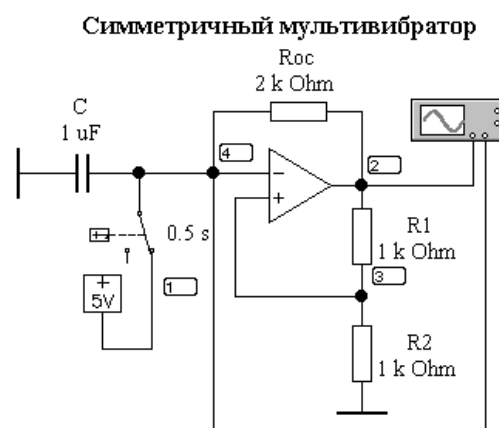


Рисунок 7. Мультивибратор на ОУ

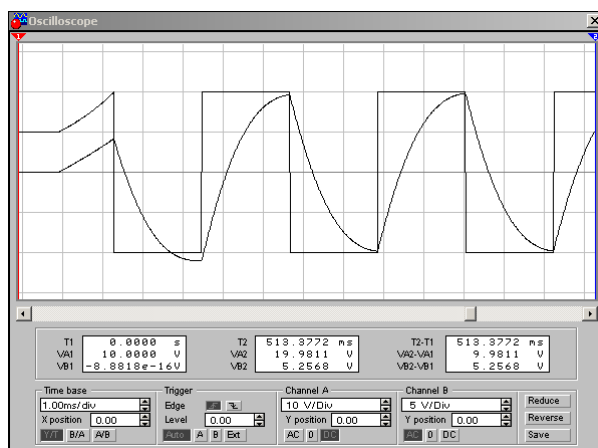


Рисунок 8. Работа мультивибратора на ОУ

Время срабатывания ключа с временной задержкой Time-Delay Switch (рис. 9) влияет на переходной процесс, но не влияет на установившийся режим, частоту и период колебаний (рис. 10).

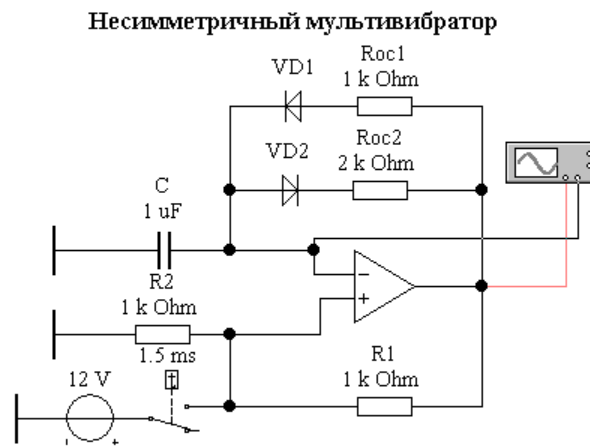


Рисунок 9. Несимметричный мультивибратор на ОУ

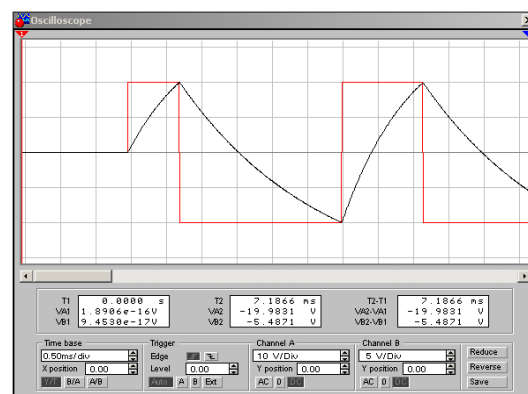


Рисунок 10. Запуск мультивибратора на ОУ

Одновибратор на ОУ запускается только импульсами (рис. 11). Две запускающие цепочки позволяют ждущему мультивибратору совершить два цикла колебаний (рис. 12).

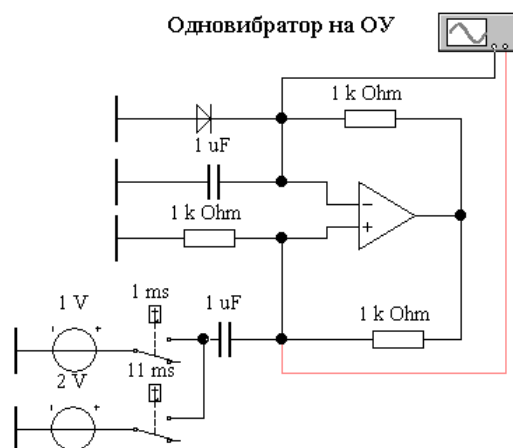


Рисунок 11. Одновибратор на ОУ

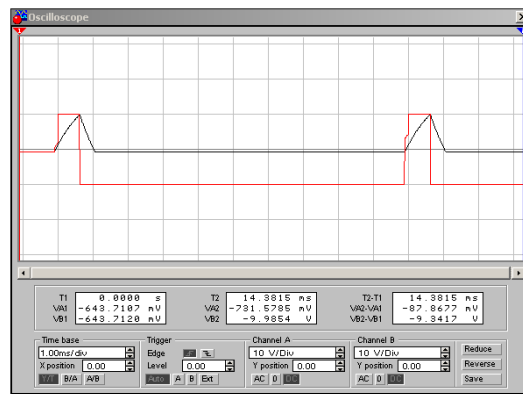


Рисунок 12. Запуск одновибратора на ОУ

Литература

1. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004.– 800 с.
2. Бладыко Ю.В. Электроника. Практикум. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2016.– 190 с.

УДК 621.38

ПЕРЕНОС ФАЙЛОВ ИЗ ELECTRONICS WORKBENCH В MULTISIM

Капустинский А.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

Electronics Workbench (EWB) – мощная программа для моделирования процессов и расчета электронных устройств на аналоговых и цифровых элементах. Последние версии программы носят название Multisim. Это, по сути, та же программа с новым интерфейсом и с большим количеством функций.

В Multisim поддерживаются работы, созданные в более старых версиях данной программы, в том числе и в EWB. Это происходит за счет встроенного в программу конвертера формата работ. Однако конвертер не всегда работает корректно.

При переносе простейших работ никаких проблем не возникает. Однако при переносе некоторых работ возникают определенные трудности, обусловленные несколько иным принципом работы программной части. К примеру, Multisim более критична к наличию незаземленных нейтралей, чем EWB, иногда возникает необходимость настройки осциллографа (изменить пределы поля осциллографа, поменять местами оси абсцисс и ординат и т.п.), но данные проблемы легко решаются.

Проблемы при переносе, связанные с различием в кодировке программы, помогает решить встроенный помощник сходимости Multisim, который исправляет ошибки, связанные с некорректным заданием элементов схемы (например, задание минимальной проводимости, предела итераций, относительной погрешности и т.п.).

На Рисунок 1-4 показаны этапы перехода из Electronics Workbench в Multisim на примере файла с последовательным соединением диодов с включением измерительных приборов, ключей и шунтирующих резисторов.

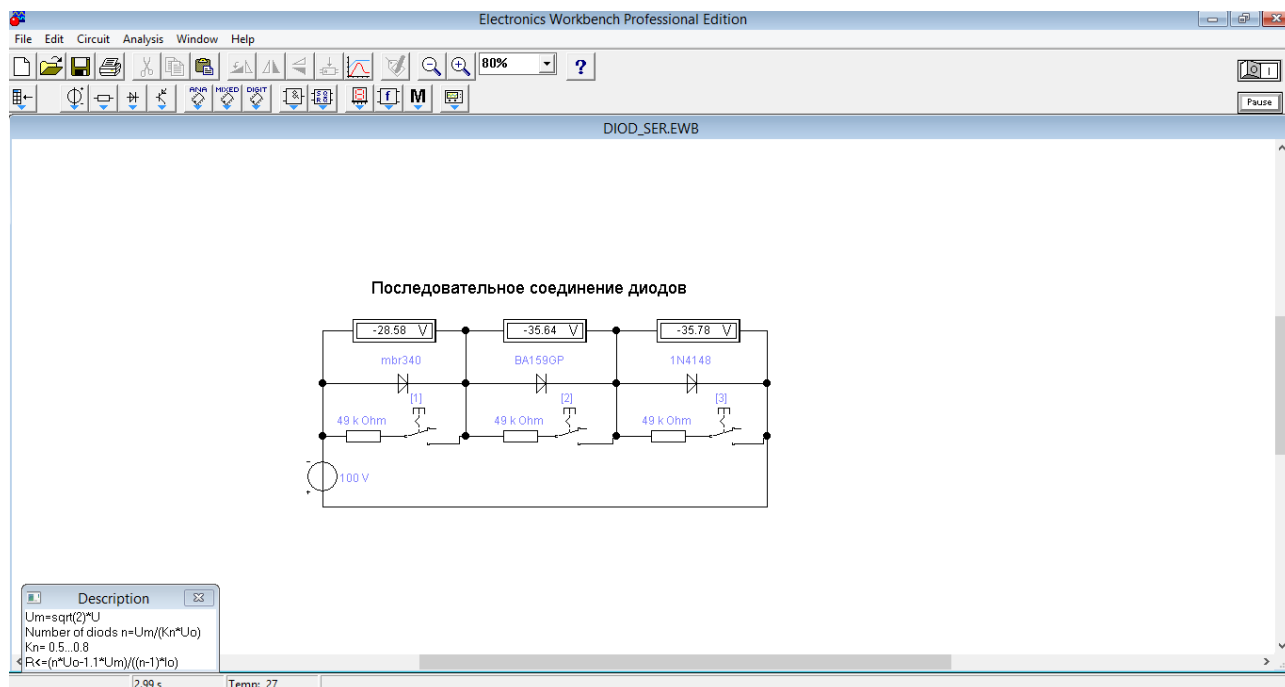


Рисунок 1. Файл в Electronics Workbench

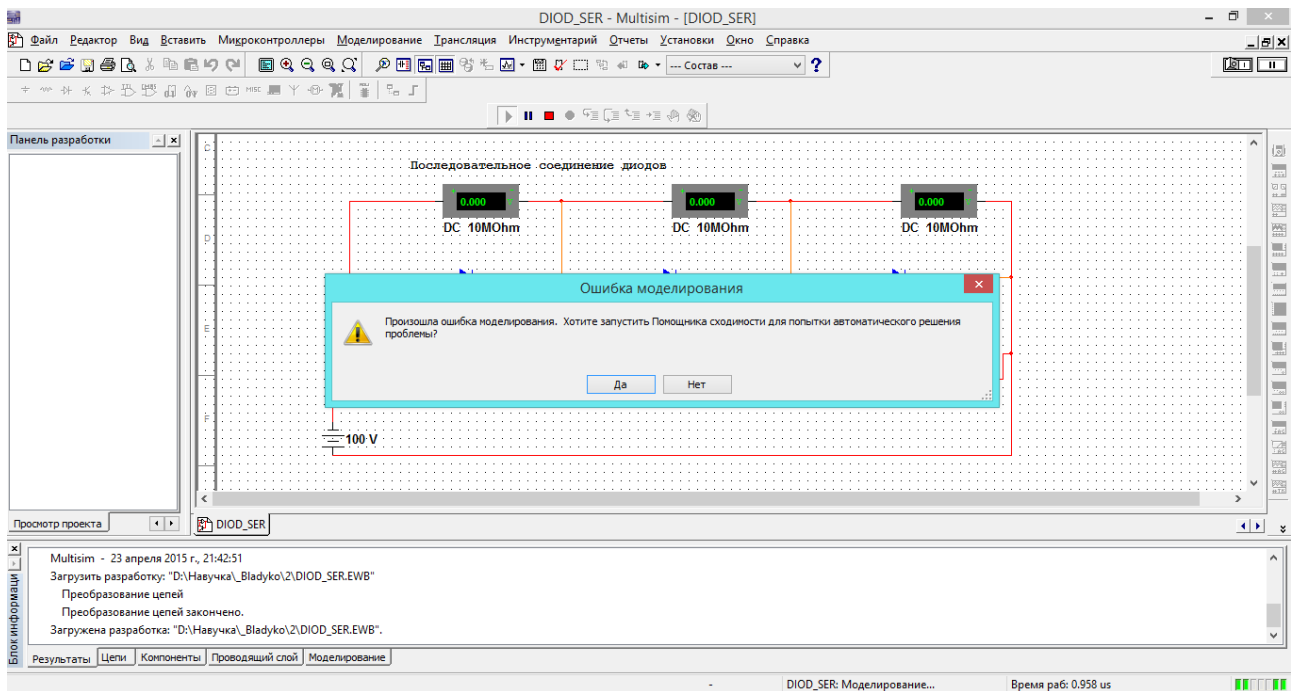


Рисунок 2. Файл в Multisim открывается с сообщением об ошибке

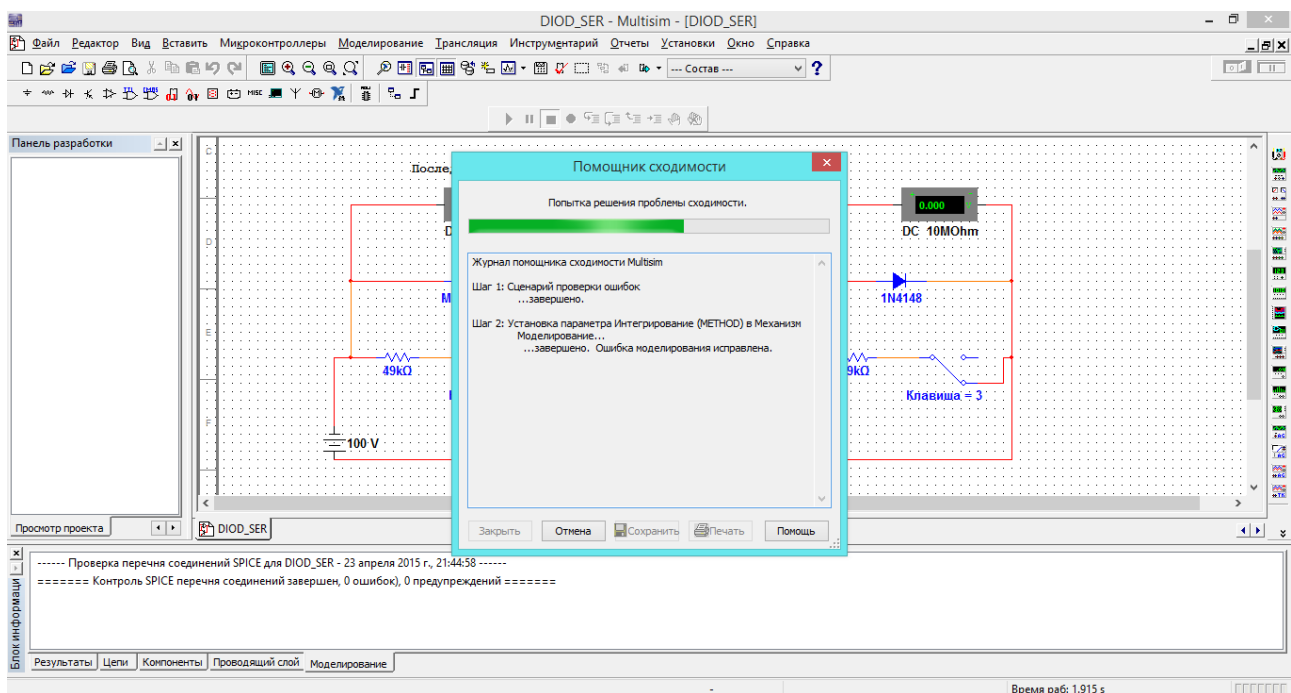


Рисунок 3. Исправление ошибки в Multisim с помощью помощника сходности

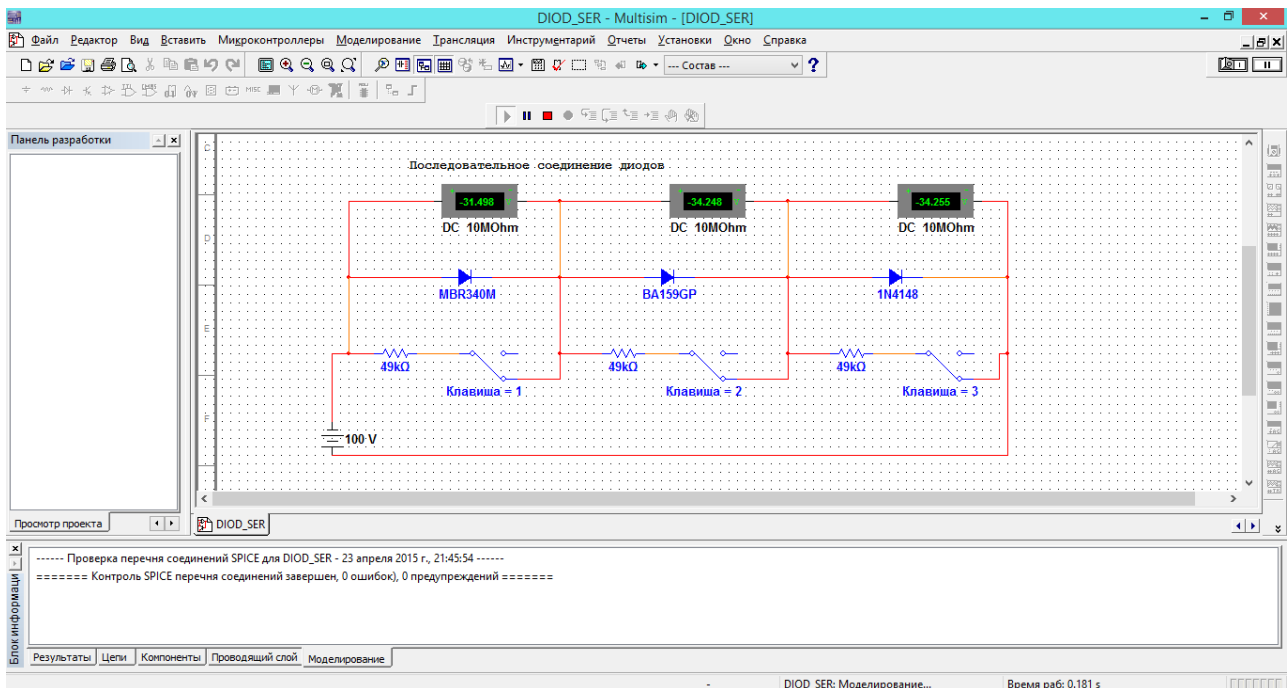


Рисунок 4. Файл в Multisim после завершения работы над ошибками

Однако не все проблемы данного рода может решить помощник сходимости, так как не все проблемы переноса известны разработчикам. По той же причине существуют работы, которые перенести из EWB в Multisim невозможно. В таком случае возможно лишь создать файл заново. Данные проблемы могут быть исправлены в более новых версиях программы.

УДК 621.3

ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Гончарова Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

При эксплуатации асинхронных электродвигателей, как и любого другого электрооборудования, могут возникнуть неполадки - неисправности, часто приводящие к аварийному режиму работы, повреждению двигателя, преждевременному выходу его из строя.

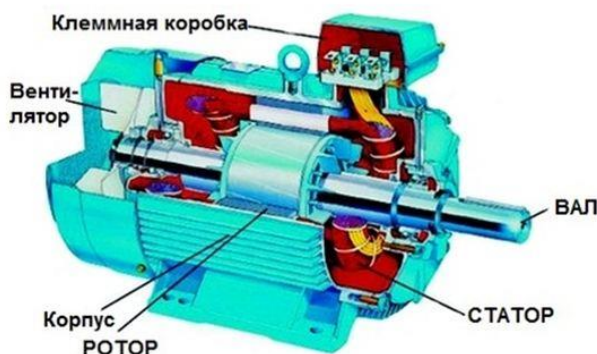


Рисунок 1 Асинхронный электродвигатель

Прежде, чем перейти к способам защиты электродвигателей стоит рассмотреть основные и наиболее частые причины возникновения аварийной работы асинхронных электродвигателей: Однофазные и межфазные короткие замыкания - в кабеле, клеммной коробке электродвигателя, в обмотке статора (на корпус, межвитковые замыкания).

Короткие замыкания - наиболее опасный вид неисправности в электродвигателе, т. к. сопровождается возникновением очень больших токов, приводящих к перегреву и сгоранию обмоток статора.

Тепловые перегрузки электродвигателя - обычно возникают, когда вращение вала сильно затруднено (выход из строя подшипника, попадание мусора в шнек, запуск двигателя под слишком большой нагрузкой, либо его полная остановка).

Частой причиной тепловой перегрузки электродвигателя, приводящей к ненормальному режиму работы является пропадание одной из питающих фаз. Это приводит к значительному увеличению тока (в два раза, превышающего номинальный) в статорных обмотках двух других фаз.

Результат тепловой перегрузки электродвигателя - перегрев и разрушение изоляции обмоток статора, приводящее к замыканию обмоток и негодности электродвигателя.

Защита электродвигателей от токовых перегрузок заключается в своевременном обесточивании электродвигателя при появлении в его силовой цепи или цепи управления больших токов, т. е. при возникновении коротких замыканий. Для защиты электродвигателей от коротких замыканий применяют плавкие вставки, электромагнитные реле, автоматические выключатели с электромагнитным расцепителем, подобранные таким образом, чтобы они выдерживали большие пусковые сверхтоки, но незамедлительно срабатывали при возникновении токов короткого замыкания.

Для защиты электродвигателей от тепловых перегрузок в схему подключения электродвигателя включают тепловое реле, имеющее контакты цепи управления - через них подается напряжение на катушку магнитного пускателя. При возникновении тепловых перегрузок эти контакты размыкаются, прерывая питание катушки, что приводит к возврату группы силовых контактов в исходное состояние - электродвигатель обесточен.

ТСК. При увеличении температуры сопротивление термистора уменьшается, что используется для схемы отключения двигателя. Для увеличения крутизны зависимости сопротивления от температуры, термисторы, наклеенные на три фазы, включаются параллельно (рисунок 4).

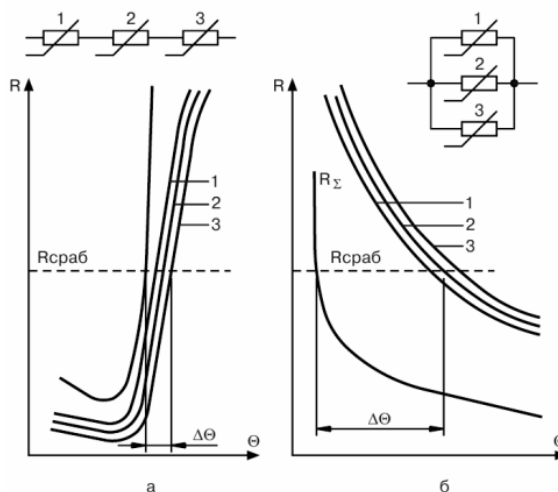


Рисунок 4 – Зависимость сопротивления позисторов и термисторов от температуры:
а – последовательное соединение позисторов; б – параллельное соединение термисторов

Позисторы являются нелинейными резисторами с положительным ТСК. При достижении определенной температуры сопротивление позистора скачкообразно увеличивается на несколько порядков.

Для усиления этого эффекта позисторы разных фаз соединяются последовательно. Характеристика позисторов показана на рисунке.

Защита с помощью позисторов является более совершенной. В зависимости от класса изоляции обмоток двигателя берутся позисторы на температуру срабатывания =105, 115, 130, 145 и 160. Эта температура называется классификационной. Позистор резко меняет сопротивление при температура за время не более 12 с. При сопротивлении трёх последовательно включенных позисторов должно быть не более 1650 Ом, при температуре их сопротивление должно быть не менее 4000 Ом.

Гарантийный срок службы позисторов 20000 ч. Конструктивно позистор представляет собой диск диаметром 3.5 мм и толщиной 1 мм, покрытый кремне-органической эмалью, создающей необходимую влагостойкость и электрическую прочность изоляции.

Рассмотрим схему позисторной защиты, показанную на рисунке 5.

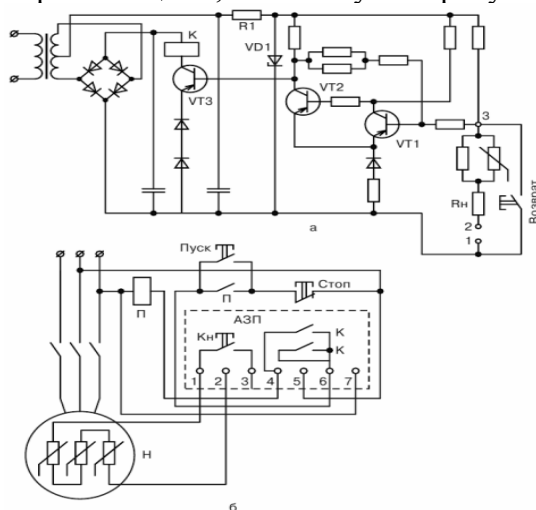


Рисунок 5 – Аппарат позисторной защиты с ручным возвратом: а – принципиальная схема;
б – схема подключения к двигателю

К контактам 1, 2 схемы (рисунок 5, а) подключаются позисторы, установленные на всех трёх фазах двигателя (рисунок 5, б). Транзисторы $VT1$, $VT2$ включены по схеме триггера Шмидта и работают в ключевом режиме. В цепь коллектора транзистора $VT3$ конечного каскада включено выходное реле К, которое воздействует на обмотку пускателя.

При нормальной температуре обмотки двигателя и связанных с ним позисторов сопротивление последних мало. Сопротивление между точками 1-2 схемы также мало, транзистор $VT1$ закрыт (на базе малый отрицательный потенциал), транзистор $VT2$ открыт (большой потенциал). Отрицательный потенциал на коллекторе транзистора $VT3$ мал, и он закрыт. При этом ток в обмотке реле К недостаточен для его срабатывания.

При нагреве обмотки двигателя сопротивление позисторов увеличивается, и при определенном значении этого сопротивления отрицательный потенциал точки 3 достигает напряжения срабатывания триггера. Релейный режим триггера обеспечивается эмиттерной обратной связью (сопротивление в цепи эмиттера $VT1$) и коллекторной обратной связью между коллектором $VT2$ и базой $VT1$. При срабатывании триггера $VT2$ закрывается, а $VT3$ - открывается. Срабатывает реле К, замыкая цепи сигнализации и размыкая цепь электромагнита пускателя, после чего обмотка статора отключается от напряжения сети.

После охлаждения двигателя его пуск возможен после нажатия кнопки «возврат», при котором триггер возвращается в начальное положение.

В современных электродвигателях позисторы защиты устанавливаются на лобовой части обмоток двигателя. В двигателях прежних разработок позисторы можно приклеивать к лобовой части обмоток.

Достоинства и недостатки термисторной (позисторной) защиты

Термочувствительная защита электродвигателей предпочтительней в тех случаях, когда по току невозможно определить с достаточной точностью температуру электродвигателя.

Это касается, прежде всего, электродвигателей с продолжительным периодом запуска, частыми операциями включения и отключения (повторно-кратковременный режим работы) или двигателей с регулируемым числом оборотов (при помощи преобразователей частоты). Термисторная защита эффективна также при сильном загрязнении электродвигателей или выходе из строя системы принудительного охлаждения.

Недостатками термисторной защиты является то, что с термисторами или позисторами выпускаются далеко не все типы электродвигателей. Это особенно касается электродвигателей отечественного производства. Термисторы и позисторы могут устанавливаться в электродвигатели только в условиях стационарных мастерских. Температурная характеристика термистора достаточно инерционна и сильно зависит от температуры окружающей среды и от условий эксплуатации самого электродвигателя.

Термисторная защита требует наличия специального электронного блока: термисторного устройства защиты электродвигателей, теплового или электронного реле перегрузки, в которых находятся блоки настройки и регулировки, а также выходные электромагнитные реле, служащие для отключения катушки пускателя или электромагнитного расцепителя.

Литература

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: Учеб. для вузов / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. - М.: Издательство «Колосс», 2008. - 655 с.
2. Зимин Е. Н. Защита асинхронных двигателей до 500 В. Изд. 2-е, переработ, и доп. М.— Л., изд-во «Энергия», 1967. - 88 с. с черт. (Библиотека электромонтера. Вып. 209)

УДК 621.316.35

ЭНЕРГЕТИКА ШВЕЦИИ

Сокол Е.М.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

Шведы имеют славу самой "зеленой" нации Европы. Они давно и целенаправленно пытаются соскочить с нефтяной иглы, на которой сидит вся современная экономика. И, как ни удивительно, это им почти удалось.

После энергетического кризиса правительству пришлось срочно искать решение проблемы.

Первый шаг был очевиден - экономия. Благо, большинство предприятий в Швеции оставались частными, а потому хозяева были кровно заинтересованы в бережном отношении к столь дорогим теперь энергоресурсам. По всей Швеции предприниматели стали активно инвестировать в энергосберегающие технологии. За 10 лет потребление энергии удалось сократить почти на 30%.

Но практичные шведы рассуждали по-другому: северная страна с 9-миллионным населением, лишенная собственных запасов горючих ископаемых, неизбежно будет зависеть от скачков цен на мировом рынке энергоносителей, и никто не может гарантировать, что кризис 70-х не повторится и не будет еще более глубоким. В логике здесь, кстати, не откажешь - с 1996 года цены на нефть УЖЕ выросли в 3 раза.

Предложенное шведским правительством решение впечатляло своей простотой: если у нас нет своей нефти, значит надо сделать так, чтобы она нам была вообще не нужна.

В первую очередь серьезные изменения коснулись национальной энергетики. Правительство сделало ставку на развитие системы АЭС. Сегодня действующие в стране 10 атомных реакторов обеспечивают примерно половину производства электроэнергии в Швеции. Почти 40% дают гидроэлектростанции. На долю угля, нефти и газа, таким образом, остается всего 10%.

Потом взялись за отопление. Швеция – страна северная, и вопрос этот для нее отнюдь не праздный. При поддержке государства муниципальные учреждения, а также дома обычных граждан стали переходить на использование геотермальной энергии и тепловых отходов. В итоге за 20 лет уровень экономии нефтепродуктов на производстве тепла шведы сумели довести до 70%!

Соответствующие государственные гранты предоставлялись в первую очередь больницам и библиотекам. Сегодня налоговыми льготами "за отказ от нефти" могут воспользоваться и обычные граждане – если переведут свои дома на более экологичный вид отопления. Похожие льготы в скором времени планируется распространить и на промышленные объекты. А вот стимулировать владельцев авто, использующих "зеленое топливо", собираются не только налоговыми послаблениями, но и предоставлением права бесплатной парковки в черте города.

Всячески поощрялось использование для отопления отходов производства. В первую очередь это коснулось прекрасно развитой в стране целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Тут сам Бог велел пускать "в дело" древесные опилки, стружку, кору и прочий "неликвид".

По использованию альтернативных источников энергии шведы сегодня "впереди Европы всей". Доля зеленой энергии в энергобалансе королевства, по данным Секретариата Энергетической Хартии, уже составляет 26%. Для сравнения, в среднем по Европе - 6%. И лишь к 2010 году эксперты Еврокомиссии предполагают довести этот показатель до 12%. Швеция же примерно в это же время намерена "взять" планку в 50%!

Уже в этом году планируется ввести в эксплуатацию крупнейшую в Европе ветроэнергетическую станцию. Ее возводят близ города Мальме. По проекту, 48 "ветряков"

будут иметь суммарную мощность 110 МВт. Если развитие ветроэнергетики будет идти по плану, составленному правительством, то к 2015 году доля "ветряков" в производстве электричества увеличится в 10 раз.

Были опубликованы выводы "антинефтяной комиссии" правительства, куда помимо различных правительственных чиновников и ученых входили также промышленники и фермеры. Комиссия посчитала, что к 2020 году вполне реально уменьшить потребление нефтепродуктов в промышленности на 40%, в транспорте – на 50%, а в отоплении полностью от них отказаться. Ежегодно на исследования в области альтернативной энергетики планируется выделять 80 млн. евро.

Богатство Швеции лес – едва ли не самое важное. Отходы деревообрабатывающей промышленности давно используются в энергетике. Королевство прочно занимает первое место в Европе по производству древесных гранул – самого удобного вида древесного топлива для домашних и муниципальных хозяйств.

УДК 621.318

ПОЕЗДА НА МАГНИТНОЙ ПОДВЕСКЕ

Юхневич М.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

Технология, основанная на принципе магнитной левитации, или магнитного подвеса, получила распространенное название *maglev* – от *magnetic levitation*. Родоначальником этого вида транспорта считается американский ученый Р. Годдарт, который еще в 1904 г. подал идею поезда, опирающегося на магнитное поле. В 1910 г. французский инженер Э. Башле построил модель и подал заявку на «Летающий поезд», а в 1912 г. получил на него патент.

В 1971 г. первый функциональный поезд германской фирмы «Трансрапид» стал совершать опытные поездки по испытательному участку и вскоре достиг скорости 250 км/час. В 1979 г. на Первой международной транспортной выставке в Гамбурге была показана линия длиной 908 м, которая успешно перевезла 5 тыс. пассажиров. В первой половине 1980-х была построена экспериментальная трасса компании «Трансрапид» в долине реки Эмс протяженностью 32 км и скоростью движения поездов 400–450 км/час. В 1984–1995 гг. в Бирмингеме (Великобритания) работала первая в мире коммерческая дорога на магнитном подвесе между аэропортом и железнодорожной станцией длиной 600 м со скоростью движения поезда 42 км/час.

В 2001–2003 гг. была создана и вошла в строй коммерческая маглев-трасса г. Шанхай (метро Лонгян) – аэропорт Пудунг протяженностью 30 км с максимальной скоростью движения поездов 430 км/час и графиковым временем в пути 7,5 мин. (На испытаниях достигнута скорость 501 км/час) Сама эстакада создана китайскими инженерами, а 15 поездов – «Трансрапидом». Общая стоимость проекта составила \$1,2 млрд. В планах китайского правительства построить маглев-трассу Шанхай – Ханьчжоу длиной 170 км стоимостью \$4 млрд и Шанхай – Пекин протяженностью 1,2 тыс. км (\$22 млрд).

В Японии к 1972 г. был создан успешно прошедший испытания вагон на магнитном подвесе, а через три года поезд удалось разогнать до 550 км/час. В настоящее время в префектуре Яманаси построен испытательный участок длиной 18 км, на котором 2 декабря 2003 г. опытный поезд MLX01 установил рекорд скорости 581 км/час. К открытию выставки ЭКСПО-2005 в г. Нагоя была введена в коммерческую эксплуатацию 9-километровая трасса Линимо из девяти станций со скоростью 100 км/час. Сегодня руководство Центральной японской железнодорожной компании заявляет о своем стремлении в обозримом будущем заменить высокоскоростную сеть «Синкансен» на маглев-трассу.

В настоящее время в Германии проектируются две новые линии: Мюнхен – аэропорт (37 км) пропускной способностью 6,5 млн пассажиров в год и Дюссельдорф – Дортмунд (78 км). Общая стоимость работ – 3,2 млрд, из них 1,75 млрд из федерального бюджета Германии. В 2006 году реализация проекта системы, аналогичной «Трансрапиду», началась в Республике Корея. Проектом предусмотрено сооружение в г. Инчхоне трех участков линии общей протяженностью 53,2 км.

В основе технологии магнитного подвеса лежат три основных подсистемы: левитации, стабилизации и ускорения. В то же время на данный момент существует две основных технологии магнитного подвеса и одна экспериментальная, доказанная лишь на бумаге.

Поезда, построенные на базе технологии электромагнитного подвеса (EMS) для левитации используют электромагнитное поле, сила которого изменяется по времени. При этом практическая реализация данной системы очень похожа на работу обычного железнодорожного транспорта. Здесь применяется Т-образное рельсовое полотно, выполненное из проводника (в основном металла), но поезд вместо колесных пар использует систему электромагнитов – опорных и направляющих (Рисунок 1). Опорные и направляющие магниты при этом расположены параллельно к ферромагнитным статорам, размещенным на краях Т-образного пути. Главный недостаток технологии EMS – расстояние

между опорным магнитом и статором, которое составляет 15 миллиметров и должно контролироваться, и корректироваться специальными автоматизированными системами в зависимости от множества факторов, включая непостоянную природу электромагнитного взаимодействия. К слову, работает система левитации благодаря батареям, установленным на борту поезда, которые подзаряжаются линейными генераторами, встроенными в опорные магниты. Таким образом, в случае остановки поезд сможет достаточно долго левитировать на батареях. На базе технологии EMS построены поезда «Трансрапид» и, в частности, шанхайский маглев (Рисунок 2).

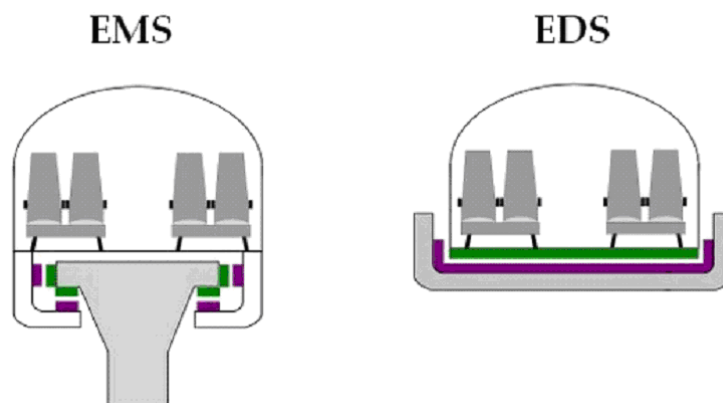


Рисунок 1 Принципы электромагнитного и электродинамического подвеса



Рисунок 2 Шанхайский маглев EMS

Поезда на базе технологии EMS приводятся в движение и осуществляют торможение с помощью синхронного линейного двигателя низкого ускорения, представленного опорными магнитами и полотном, над которым парит магнитоплан. По большому счету, двигательная система, встроенная в полотно, представляет собой обычный статор (неподвижная часть линейного электродвигателя), развернутый вдоль нижней части полотна, а опорные электромагниты, в свою очередь, работают в качестве якоря электродвигателя. Таким образом, вместо получения крутящего момента, переменный ток в катушках генерирует магнитное поле возбуждающихся волн, которое перемещает состав бесконтактно. Изменение силы и частоты переменного тока позволяет регулировать тягу и скорость состава. При этом чтобы замедлить ход, нужно всего лишь изменить направление магнитного поля.

В случае применения технологии электродинамического подвеса (EDS) левитация осуществляется при взаимодействии магнитного поля в полотне и поля, создаваемого сверхпроводящими магнитами на борту состава. На базе технологии EDS построены

японские поезда JR–Maglev В отличие от технологии EMS, в которой применены обычные электромагниты и катушки проводят электричество только в тот момент, когда подается питание, сверхпроводящие электромагниты могут проводить электричество даже после того, как источник питания был отключен, например, в случае отключения электроэнергии. Охлаждая катушки в системе EDS можно сэкономить достаточно много энергии. Тем не менее, криогенная система охлаждения, используемая для поддержания более низких температур в катушках, может оказаться достаточно дорогой.

Главным преимуществом системы EDS является высокая стабильность – при незначительном сокращении расстояния между полотном и магнитами возникает сила отталкивания, которая возвращает магниты в первоначальное положение, в то же время увеличение расстояния снижает силу отталкивания и повышает силу притяжения, что опять же ведет к стабилизации системы. В этом случае никакой электроники для контроля и корректировки расстояния между поездом и полотном не требуется.

Правда, без недостатков здесь также не обошлось – достаточная для левитации состава сила возникает только на больших скоростях. По этой причине поезд на системе EDS должен быть оснащен колесами, которые смогут обеспечивать движение при низких скоростях (до 100 км/ч). Соответствующие изменения также должны быть внесены по всей длине полотна, так как поезд может остановиться в любом месте в связи с техническими неисправностями.

Еще одним недостатком EDS является то, что при низких скоростях в передней и задней частях отталкивающих магнитов в полотне возникает сила трения, которая действует против них. Это одна из причин, по которой в JR–Maglev отказались от полностью отталкивающей системы и посмотрели в сторону системы боковой левитации.

Стоит также отметить, что сильные магнитные поля в секции для пассажиров порождают необходимость установки магнитной защиты. Без экранирования путешествие в таком вагоне для пассажиров с электронным стимулятором сердца или магнитными носителями информации (HDD и кредитные карточки), противопоказано.

Третьей, наиболее близкой к реализации технологией, существующей пока только на бумаге, является вариант EDS с постоянными магнитами Inductrack, для активации которых не требуется энергия. До недавнего времени исследователи считали, что постоянные магниты не обладают достаточной для левитации поезда силой. Однако эту проблему удалось решить путем размещения магнитов в так называемый «массив Хальбаха». Магниты при этом расположены таким образом, что магнитное поле возникает над массивом, а не под ним, и способны поддерживать левитацию поезда на очень низких скоростях – около 5 км/ч. Правда, стоимость таких массивов из постоянных магнитов очень высока, поэтому пока не существует ни одного коммерческого проекта данного рода.

Что можно сказать о потенциальных плюсах и минусах дорог на магнитном подвесе?

- В технической области: линия Шанхай – Пудонг показала себя вполне устойчивой и надежной. Поезда явили реальную способность штатно ездить со скоростью 400– 430 км/час.
- В экологической сфере: опасения относительно разрушающего влияния магнитного поля на здоровье пассажиров полностью опровергнуты, в том числе и теоретически. Отсутствие трущихся при движении частей делает поезда практически бесшумными. Наличие эстакады приветствуется всеми экологами как меньшее зло по сравнению с обычной железнодорожной линией (Рисунок 3).
- В области экономики. Учитывая, что средний пассажиропоток 7 тыс. человек в сутки, а билет стоит \$7– 8, затраченные на строительство \$1,2 млрд можно будет вернуть лишь спустя примерно 60 лет. К этому добавляется общепризнанный факт, что магнитные дороги значительно дешевле в эксплуатации, чем железные. Во всяком случае, Шанхайский маглев сполна покрывает свои эксплуатационные затраты, а ведь 2,5 млн пассажиров в год для обычных высокоскоростных железнодорожных магистралей считается очень небольшим объемом, примерно в два раза меньшим уровня рентабельности. В среднем, по некоторым данным, экономия магнитных дорог на эксплуатационных расходах по сравнению с технологией «колесо – рельс» составит порядка 65%.



Рисунок 3 Маглев-трасса Шанхай – Пудунг

Литература

1. Скрипин В. Поезда на магнитной подушке – транспорт, способный изменить мир
<http://itc.ua/articles/poezda-na-magnitnoy-podushke-transport-sposobnyiy-izmenit-mir/>
2. По китайскому пути. «РЖД-Партнер» № 19 (167) октябрь 2009,
<http://guryevandrey.narod.ru/artikals/Maglev.pdf>

УДК 681.518.5

ТРЕХМЕРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Спода А.Е. Дашковский А.А.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

Корпорация Intel разработала качественно новую технологию для будущих семейств микропроцессоров — трехмерные 22-нанометровые транзисторы (IntelTri-Gate). Эти новые транзисторы позволяют продолжить непреклонно следовать *закону Мура* и на многие годы вперед обеспечить соблюдение того же темпа усовершенствования технологий

В 1965г. один из основателей Intel Гордон Мур в процессе подготовки выступления обнаружил закономерность: появление новых моделей микросхем наблюдалось спустя примерно год после предшественников, при этом количество транзисторов в них возрастало каждый раз приблизительно вдвое. Мур пришел к выводу, что при сохранении этой тенденции мощность вычислительных устройств за относительно короткий промежуток времени может вырасти экспоненциально. Это наблюдение получило название — закон Мура.

Ранее транзисторы — основной компонент микропроцессоров — были двухмерными (плоскими) устройствами. Трехмерные транзисторы, а также возможность их массового производства, ознаменовали собой существенное изменение основной структуры компьютерной микросхемы.

Трехмерная 22-нанометровая микроархитектура знаменует новый уровень в фундаментальной структуре компьютерных микросхем. В трехмерном транзисторе используются три затвора, которые размещаются вокруг кремниевого канала в трехмерной структуре, обеспечивая непревзойденное сочетание высокой производительности и сверхнизкого энергопотребления.

Новая технология позволяет создавать еще более мощные микропроцессоры, предоставляющие повышенную производительность и увеличенное время автономной работы при меньших финансовых затратах, а также создавать еще более компактные устройства, такие как Ultrabook.

Благодаря меньшему размеру трехмерных транзисторов можно проектировать более производительные процессоры с невероятной энергоэффективностью. Новая технология позволяет создавать инновационные микроархитектуры, однокристалльные системы и новую продукцию: от серверов и компьютеров до смартфонов и инновационных персональных устройств.

От размера и структуры транзисторов зависит реализация преимуществ закона Мура для пользователей. Чем меньше размер и выше энергоэффективность процессора, тем лучше. Производители уверенно уменьшают размер своей производственной технологии, а также представляют и другие технологии. Например, уже в 45-нанометровой производственной технологии были применены диэлектрики Hf-k и металлические затворы (2007 г.), а до этого применялся диэлектрик SiO_2 и затвор из кремния.

Многие годы производители транзисторов уменьшали слой диоксида кремния между кремниевой подложкой и затвором транзистора. Дело дошло до того, что в чипах не менее 40% энергии терялось из-за утечек тока через диэлектрик затвора. Изолятор теперь не способен эффективно выполнять свои функции. Инженерам пришлось пойти на огромные ухищрения с применением новых технологий и материалов, чтобы минимизировать токи утечки при такой толщине изолятора. Хотя SiO_2 и считается идеальным изолятором, однако пришла пора искать ему замену.

Этой заменой стал таинственный материал, основанный на технологии под кодовым названием "high-k". High-k — технология производства полупроводниковых приборов с подзатворным диэлектриком, выполненным из материала с диэлектрической проницаемостью большей, чем у диоксида кремния.

Фирма Intel заявила о том, что уже в 2007 году готова заменить тонкий слой диоксида кремния более толстым слоем совершенно нового диэлектрика, что позволит существенно (примерно в 100 раз) снизить токи утечки.

Материал на основе технологии "high-k" обладает хорошими изолирующими свойствами, а также создает хорошее емкостное сопротивление между затвором и каналом. Буква "k" указывает на способность материала "впитывать" и сохранять большой электрический заряд.

Замена диоксида кремния на "high-k" ведет к проблемам взаимодействия с поликристаллическим кремнием, из которого обычно изготавливается затвор. Первая проблема - превышение порогового напряжения, вызванное неизбежными дефектами в площади соприкосновения диэлектрика затвора и электрода затвора. Второй нежелательный эффект - фоновое рассеяние. Обе эти проблемы решаются путем изготовления затвора из нового материала, заменяющего поликремний. Это будут металлические сплавы, различные для транзисторов n-типа и p-типа.

УДК 681.518.5

ЗАЩИЩЕННАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ QNX

Мансурова Ю.С.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

Операционная система реального времени – тип операционной системы, основное назначение которой – предоставление необходимого и достаточного набора функций для работы систем реального времени на конкретном аппаратном оборудовании.

Реальное время в операционных системах — это способность операционной системы обеспечить требуемый уровень сервиса в определённый промежуток времени

Для подобных систем характерно:

1. гарантированное время реакции на внешние события (прерывания от оборудования)
2. жёсткая подсистема планирования процессов (высокоприоритетные задачи не должны вытесняться низкоприоритетными, за некоторыми исключениями)
3. повышенные требования к времени реакции на внешние события или реактивности

Классическим примером является управление роботом, берущим деталь с ленты конвейера. Деталь движется, и робот имеет лишь маленький промежуток времени, когда он может её взять. Если он опоздает, то деталь уже не будет на нужном участке конвейера, и следовательно, работа не будет выполнена, несмотря на то, что робот находится в правильном месте. Если он подготовится раньше, то деталь ещё не успеет подъехать, и он заблокирует ей путь.

Создателей QNX Дэна Доджа и Гордона Белла в 2003 году журнал "Fortune" назвал героями промышленности. Действительно, разнообразие областей науки и техники, в которых нашла своё применение ОС PB QNX, вызывает удивление даже у её разработчиков.

Как микроядерная операционная система, QNX основана на идее работы основной части своих компонентов, как небольших задач, называемых сервисами. Это отличает её от традиционных монолитных ядер, в которых ядро операционной системы — одна большая программа, состоящая из большого количества «частей», каждая со своими особенностями. Использование микроядра в QNX позволяет пользователям (разработчикам) отключить любую ненужную им функциональность, не изменяя ядро. Для этого можно просто не запускать определённый процесс.

Система достаточно небольшая, чтобы в минимальной комплектации уместиться на одну дискету, вместе с этим она считается очень быстрой и должным образом «законченной» (практически не содержащей ошибок).

QNX Neutrino, выпущенная в 2001 году, перенесена на многие платформы, и сейчас способна работать практически на любом современном процессоре, используемом на рынке встраиваемых систем. Среди этих платформ присутствуют семейства x86, MIPS, PowerPC, а также специализированные семейства процессоров, такие, как SH-4, ARM, StrongARM и xScale.

Система платная, при этом для некоммерческого использования и для обучения она предлагается бесплатно в течение 30 дней.

QNX — операционная система не только для персональных компьютеров, но и для самых разных бытовых и промышленных интеллектуальных устройств — управляющих технологическими процессами систем, станков с ЧПУ, интернет-приставок, видеовоспроизводящих агрегатов, игровых консолей, а возможно, и для холодильников, кофеварок и чайников недалёкого будущего.

Создавалась QNX изначально для промышленного применения, управления самыми разнообразными технологическими процессами — начиная от атомной энергетики и

заканчивая варкой пива и производством шоколадных батончиков. Для столь ответственных и критичных областей применения, как вы понимаете, виснувшая в зависимости от погодных условий или расположения звёзд на небе Windows категорически не подходит. QNX же, в отличие от большинства ныне существующих систем, является системой реального времени, что в переводе с птичьего языка означает примерно следующее: эта ОС гарантированно среагирует на любое событие в течение определённого, также гарантированного, очень малого промежутка времени.

Ряд операций QNX выполняет в 20 раз быстрее UNIX. Входные данные при этом обрабатываются почти мгновенно — ОС работает быстрее, чем они поступают, и при этом из их потока не пропадает ни один бит.

Если же ОС будет обрабатывать данные медленнее, чем они приходят, то часть их может потеряться или же возникнет некая задержка, рассогласование действительных входных данных с той картиной, что имеет в данный момент оператор после их обработки системой. Это, разумеется, неприемлемо в промышленных условиях — такие потери данных и задержки могут привести к многомиллиардным убыткам и даже человеческим жертвам. Достигается это в первую очередь истинной принудительной многозадачностью, используемой в QNX. То есть ни один зависший процесс не может ни при каких условиях заблокировать работу самой ОС или же как-то повлиять на другие задачи. Разумеется, QNX является и полностью 32-разрядной системой — без этого необходимой надёжности достигнуть было бы невозможно. Следующая отличительная особенность QNX — чрезвычайно низкая требовательность к аппаратным ресурсам, что обусловлено тем, что QNX — микроядерная ОС. Ядро этой ОС, называемое Neutrino, имеет размер всего 32kb и выполняет только самые базовые функции, остальные же сервисы реализованы в динамически подключаемых модулях. Благодаря такому решению операционная система с минимальным набором дополнительных сервисов способна полноценно работать на 386 процессоре с 8 мегабайтами оперативки. Именно это обстоятельство позволяет найти ей ещё одну область применения — бытовые интеллектуальные устройства типа интернет-планшетов, банкоматов или кассовых аппаратов в магазинах.

Мировой опыт достаточно богат примерами построения решений на основе QNX, и среди них немало таких, которые связаны с ответственными или мобильными применениями, с системами двойного назначения, с использованием в условиях космоса, моря и т.д., то есть решений, которые можно рассматривать в качестве открытых аналогов многих военных применений. Приведём некоторые из них:

1. Система высокоточной обработки трёхмерных видеоизображений ASVS, разрабатываемая компанией Neptec и предназначенная для удалённого управления стыковкой космических аппаратов;

2. Система наблюдения и сигнализации Senstar-100 компании SenstarStellar, решающая задачи периметровой охраны важных объектов;

3. Управление бортовым манипулятором космического корабля «Шаттл» реализовано на основе QNX;

4. Радионуклидный анализатор RASA компании PacificNorthwestNationalLaboratory для идентификации ядерных объектов и мониторинга окружающей среды;

Кроме того, можно упомянуть такие сферы применения, как сталелитейная промышленность, добыча, транспортировка и переработка нефти и газа, атомная энергетика, авиационные и морские тренажёры и симуляторы, автоматические телефонные станции и телекоммуникационное оборудование, робототехника и управление беспилотными аппаратами, медицинские приборы и многое другое.

Литература

1. Ваулин Ю., Инзарцев А. Применение ОС QNX в подводной робототехнике // Современные технологии автоматизации. 2002. № 3. С. 66 - 71.
2. Инзарцев А., Львов О. Бортовые вычислительные сети автономных подводных роботов // Современные технологии автоматизации. 2005. № 2. С. 68 - 74.

УДК 681.518.5

САПФИР

Середюк С.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

Сапфир (лейкосапфир) один из самых удивительных материалов, созданных человеком. Химическая формула Al_2O_3 , монокристалл.

Плотность 4 г/см³

Твердость по Моосу 9 (уступает только алмазу)

Тплавления = 2050 С

Ткипения = 2980 С

Удельное сопротивление $5 \cdot 10^{18}$ Ом*см (один из лучших диэлектриков). Высокая химическая стойкость – практически не растворим в щелочах и кислотах даже при высоких температурах. Оптически прозрачен в широком диапазоне длин волн, по внешнему виду практически не отличим от обычного стекла.

Область применения изделий из сапфира огромна. Из сапфира делают большие оптические окна для космических кораблей, вертолётов и самолётов. Такие же окна применяются в металлургии, атомной и химической промышленности и так далее. В медицине из сапфира изготавливают различного вида имплантанты, скальпели и другие инструменты. Особо широко применяются сапфировые подложки в электронной технике. Большое количество микросхем и других электронных приборов изготовлены на структурах «кремний на сапфире» (например, различного рода датчики высоких давлений и тензорезисторных преобразователей механических величин, выдерживающие большие дозы радиации и работающие в агрессивных средах). Сапфир применяется для производства часовых стёкол и линз, экранов сотовых телефонов, бижутерии, ювелирных изделий и так далее.

Подложки также являются одной из областей конструкционного применения сапфира. В качестве подложек интегральных микросхем, оптоэлектроники, микроэлектроники сапфир даёт возможность решить задачи повышения надёжности и стабильности параметров электронных устройств при работе в жёстких условиях эксплуатации (инертность, радиационная стойкость, высокие и низкие температуры, высокие механические нагрузки, ионизирующие излучения и другие). Подложки используются для эпитаксии полупроводниковых плёнок (Si, GaN, AlGaN и многих других). Возможность получения сапфировых подложек больших размеров позволяет снижать стоимость сформированных на них электронных приборов. В то же время отметим, что высокая твёрдость и химическая стойкость сапфира является серьёзным препятствием при реализации технологии резки слитков сапфира, шлифования и полирования пластин и подложек в промышленном производстве.

В 2008 г. была открыта новая возможность использования сапфира в качестве защиты в конструкциях бронежилетов, смотровых окон автомобилей, вертолётов, самолётов и ряда изделий военной техники. Структура брони представляет собой послойное расположение сапфира, стекла и пластмассы. Конусная пуля, столкнувшись с бронёй, в первую очередь встречается с сапфировым слоем, который меняет форму пули и сплюсчивает её. Последующие слои предназначены для остановки перемещения цилиндрической пули. Преимущества такой брони очевидны. Броня на основе сапфира толщиной 30 мм способна обеспечить такую же защиту, как бронестекло толщиной в 100 мм. Такая броня используется достаточно широко. Уже сегодня иллюминаторы космических кораблей делают из стекла на основе сапфира. Сапфир также используют для защиты солнечных батарей от метеоритного дождя и других внешних воздействий в космосе.

Благодаря износостойкости сапфир используется в качестве фильер для протяжки проволоки, наконечников измерительных щупов, сопел для пескоструйки и гидроабразивной

резки, нитеводителей на ткацких фабриках (Россия снабжает более половины мирового рынка), пропускные кольца дорогих спиннингов выполнены из полированного сапфира. Направляющие некоторых современных станков также делают из сапфира. Известны сапфировые подшипники трения и качения. Химическая стойкость позволяет использовать сапфировые тигли, мензурки, капилляры, матрицы и пуансоны в особочистых производствах. Насосы для хроматографов и разлива лекарств снабжены сапфировыми плунжерами.

Рост объёмов поставок изделий из сапфира на рынке за последние несколько лет способствовал активному развитию новых технологий, что привело к интенсивному применению сапфира в электронике и оптоэлектронике. Одно из самых главных применений сапфира на сегодняшний день – это светоизлучающие диоды (СИД). СИД широко используются в панелях телевизоров высокой чёткости, дисплеях компьютеров, в дорожных знаках, светофорах и разных табло, в экранах мобильных телефонов. Развитие также получает использование СИД в энергосберегающих системах общего освещения, так как позволяет экономить около 30% электроэнергии.

В настоящее время три четверти, выпускаемых в мире светоизлучающих диодов производится с использованием сапфира. Большинство светодиодов состоят из нитридов элементов III группы, которые наносятся на сапфировые подложки. Причина этому – особое эпитаксиальное соотношение между нитридами элементов III группы и сапфира, а именно, поворот решётки GaN на 30° по отношению к решётке сапфира позволяет добиться идеальной ориентации кристалла вдоль оси [0001]. Высокая термическая стойкость сапфира позволяет производить очистку подложки перед началом выращивания структуры СИД.

Потребление сапфира после 2010 г. растёт в среднем на 20% в год [1]. Основными потребителями сапфира являются США, Германия, Израиль, Китай, Тайвань, Швейцария, Россия, Чехия и некоторые другие страны. В тройку ведущих мировых производителей сапфира наряду с Россией («Монокристалл», г. Ставрополь) входят японская корпорация Куосера и американская компания Rubicon Technology. Завод «Монокристалл» – крупнейшая производственная площадка Европы по выращиванию искусственного сапфира для нужд электронной техники. Около 90% производимых в Ставрополе сапфировых подложек поставляются 50 азиатским, европейским и американским компаниям, работающим в электронной промышленности. В 2010 г. доля «Монокристалла» на мировом рынке сапфира составила около 25%.

Литература

1. Малюков С.П., Нелина С.Н., Стефанович В.А. Физико-технологические аспекты изготовления изделий из сапфира. Lap Lambert Academic Publishing. Германия. 2012. С. 163.

УДК 681.518.5

ОХРАННЫЕ СИСТЕМЫ

Сазонов П.А.

Научный руководитель – к.т.н. доцент Ежов В.Д.

Сейчас мы на конкретном примере рассмотрим, как можно не прибегая к услугам специалистов, оборудовать свой дом, дачу или гараж охранной системой. Установка сигнализации своими руками, на наш взгляд несет ряд преимуществ. Во-первых это значительная экономия средств, во-вторых в процессе монтажа вы досконально вникните в структуру своей системы что позволит вам в случае возникновения неполадок в процессе эксплуатации, самому их устранить или доработать свою систему сигнализации, подключив дополнительные датчики (пожарные извещатели, датчики утечки газа или протечки воды...), в-третьих вы исключите возможность злого умысла самих установщиков системы сигнализации (бывали случаи, когда недобросовестные монтажники систем охранной сигнализации, вносили в память прибора дополнительные "левые" ключи доступа или делали копии электронных ключей хозяина). Также мы расскажем о профилактике краж.

Современное общество просто немыслимо без охранных сигнализаций. Охранная сигнализация может быть и противопожарной, и обычной, работающей против злоумышленников. Все зависит от того, в каком месте она устанавливается, и какой функционал должна в себе нести.

Для самой простой сигнализации достаточно установить датчики проникновения на двери и окна (обычный геркон и магнит - стоят копейки) и подключить их к схеме сигнализации. Датчик устанавливается: магнит на движущую часть двери или окна, геркон на не движущую, таким образом, чтобы в закрытом состоянии, геркон был замкнут.

Все герконы подключаются последовательно. Сигнализация будет срабатывать при разрыве цепи в любом месте.

При срабатывании извещателя включается устройство оповещения. Оповещение может быть световым, звуковым, комбинированным. Кроме того, при небольшой доработке, сигнал о срабатывании охранной сигнализации может передаваться на пульт, мобильный телефон и т.п.

Сейчас существует большое количество компаний, готовых установить сигнализацию, в том числе и GSM. Схема подобных систем не так сложна, как может показаться на первый взгляд. Главное, разобраться в некоторых нюансах и вполне можно не прибегать к помощи сторонних лиц, а сделать сигнализацию своими руками. Это обойдется гораздо дешевле, а ее постоянное обслуживание будет зависеть только от вас. То есть, вы сами сможете ее чинить и проводить сервис.

GSM сигнализация в общем случае представляет из себя некоторый блок (GSM контроллер), к которому подключаются датчики (чувствительные элементы), и GSM модем (или сотовый телефон). Очень удобно GSM сигнализацию строить на базе устаревших сотовых телефонов моделей Siemens C35 (C45...). GSM сигнализация очень хорошо подходит для охраны любых удалённых объектов (гаражи, склады, дачи, киоски и пр.). Всё, что необходимо для работы данной системы - наличие электрической энергии, и достаточно устойчивой сотовой связи.

Принцип действия GSM сигнализации заключается в получении и обработке данных с установленных на объекте датчиков GSM контроллером и, в случае возникновения нештатной ситуации (срабатывании датчика), оповещение через канал сотовой связи любого оператора (сотовый телефон). Кроме того, к GSM контроллеру подключается внешнее питание и, в случае необходимости звуковая сирена (к выходному реле).

Основу GSM контроллера составляет микроконтроллер PIC16F628A. Схема не содержит дорогостоящих и труднодоступных деталей.

Самостоятельный монтаж охранной сигнализации подразумевает наличие определенных знаний и умений. В тоже время, можно получить консультацию, обратившись в сервисные предприятия, которые занимаются поставкой такого оборудования. Здесь вам могут порекомендовать системы сигнализации для самостоятельной установки, среди которых будут варианты простые и понятные даже для новичка.

Способов для проникновения в чужую квартиру существует много. Невскрывающихся замков не бывает.

Сегодня, как считают специалисты, самым надежным способом защиты является централизованная охрана квартир. Чтобы не допустить проникновения в домовладение непрошенных визитеров, в квартире устанавливается сигнализация, которая выводится на пульт охраны. Она моментально передает сигнал тревоги, и в считанные минуты у вашего жилища появится наряд милиции охраны, который препроводит самозванных гостей куда следует. Под охрану принимаются не только помещения с личным имуществом граждан, но и иные строения с имуществом. Стоимость такой услуги в месяц можно сравнить разве что со стоимостью одного билета в кино.

Современные охранные системы разнообразны как по цене, так и по назначению. Одни блокируют двери, другие реагируют на разбитие стекла, третьи контролируют перемещение внутри квартиры. Их можно использовать в различных комбинациях. Например, цена стандартного комплекта равнозначна стоимости приобретения сложной бытовой техники (телевизора, пылесоса, мультиварки и т.д.). При этом эффективность защиты возрастает до 98,5 %, а при использовании датчиков, реагирующих на перемещение в квартире, данные датчики срабатывают в случае возгорания в квартире и могут служить по принципу пожарных извещателей. Кроме стандартных методов защиты существуют и психологические. Классическим являются собаки. Иногда пробежавшая мимо кошка вызовет лай. И не факт, что хозяин проснётся, но сам лай ввергает некоторых людей в ужас и давит на нервы.

Нетрадиционный метод защиты, который предлагаем мы:

Соединить телефон на платформе Android с «умной розеткой». «Умная розетка» позволят управлять бытовыми электроприборами в радиусе действия bluetooth с телефона андроид с минимальными требованиями к бюджету и монтажу. Не потребуется использовать никакие централизованные промежуточные элементы в управлении, т.к. коммуникация между телефоном и розеткой осуществляется непосредственно и напрямую. К розетке можно подключить любые "простые" электроприборы, которые включаются от подачи электроэнергии на вход и не боятся обесточивания (не компьютеры, принтеры и другая "сложная" периферия). Рекомендуется подключать приборы, которые в обычных условиях перманентно или сезонно подключены к розетке и для управления к которым приходится подходить: музыкальный центр, обогреватель, вентилятор, вечерняя подсветка и т.д.

Возможности приложения позволяют задать время подачи электроэнергии и время отключения. Задавать можно сколько угодно промежутков.

Грабитель задумается, прежде чем грабить дом в котором играет музыкальный центр и включается\выключается музыка. То есть я подключаю к умной розетке музыкальный центр или светильник и задаю время включения. Если у вас имеется разные электрические приборы и богатое воображение можно придумать ещё что-нибудь

Рассмотрев причины и условия совершения краж, мы выделили 3 основных причины:

Первая- беспечность и излишняя доверчивость потерпевших (в большинстве случаев потерпевшие добровольно по различным поводам и под различными предложениями впускали преступников к себе в жилище, кражи совершаются из незапертых жилых помещений, через оставленные незакрытыми окна, балконные двери и форточки, с помощью обнаруженных в «условных» местах, либо оставленных непосредственно во входных дверях ключей);

Вторая- пьянство (нередко непосредственно перед преступлением потерпевшие с преступниками совместно распивали спиртные напитки);

Третья - ненадлежащая укрепленность жилых помещений, отсутствие охранной сигнализации. Больше всего лиц, совершающих кражи из квартир граждан, привлекают деньги, ювелирные изделия, мобильные телефоны. Поэтому если Вам, что-то показалось подозрительным или Вы заподозрили особое внимание со стороны, в таких случаях не стоит теряться в сложившейся ситуации, необходимо же звонить по телефону 02 или в ближайший ОВД.

А теперь несколько элементарных правил, обеспечения сохранности имущества.

- не оставлять ключи от квартиры под ковриком, в почтовом ящике, на электрощите и в других доступных местах;
- покидая квартиру, не забывать запирать окна, форточки и балконы, которые могут стать лазейкой для злоумышленников;
- не спешить открывать дверь незнакомым, особенно если они представляются работником службы, которую не вызывали. Всегда проверяйте, что за дверью именно тот человек, кем он представляется;
- категорически запрещайте детям открывать дверь незнакомым людям, под каким бы благовидным предлогом они не просили бы войти в квартиру;
- уезжая в длительную поездку (отпуск, командировку) просите соседей забирать почтовую корреспонденцию. Накапливающаяся в почтовом ящике корреспонденция является сигналом к действию для преступников;
- при потере ключей, заменяйте замки во входной двери.

УДК 621.395.61

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРОСТЫХ И РАДИОМИКРОФОНОВ

Джема Л.М., Макарова А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Микрофон является хорошо известным и распространенным устройством в звуковой аппаратуре.

Микрофон – это устройство для преобразования акустических колебаний воздушной среды в электрические сигналы. Микрофоны используются во многих устройствах, таких как простые и сотовые телефоны, магнитофоны, в звукозаписи и видеозаписи, на радио и телевидении. Стоит отметить, что типов микрофонов достаточно много, и процесс преобразования акустических колебаний воздушной среды в электрические сигналы у них происходит по-разному.

Любой микрофон состоит из двух систем: акустико-механической и механоэлектрической [1].

Свойства акустико-механической системы зависят от того, воздействует ли звуковое давление на одну сторону диафрагмы (микрофон давления) или на обе стороны, а во втором случае от того, симметрично ли это воздействие (микрофон градиента давления) или на одну из сторон диафрагмы действуют колебания, непосредственно возбуждающие её, а на вторую – прошедшие через какое-либо механическое или акустическое сопротивление или систему задержки времени (асимметричный микрофон градиента давления).

Первым получил распространение угольный микрофон, который и до сих пор часто используют в телефонах прошлого века. Действие его основывается на изменении сопротивления между зернами угольного порошка при изменении давления на их совокупность.

Основное преимущество угольного микрофона – высокая чувствительность, позволяющая использовать его без усилителей. Недостатки – нестабильность работы и шум из-за того, что полезный электрический сигнал вырабатывается при разрыве и восстановлении контактов между отдельными зернами порошка, большая неравномерность частотной характеристики и значительные нелинейные искажения.

После угольного микрофона появился электромагнитный микрофон. Электромагнитный микрофон стабилен в работе. Однако ему свойственны узкий частотный диапазон, большая неравномерность частотной характеристики и значительные нелинейные искажения.

В противоположность электромагнитному микрофону чрезвычайно широкое распространение для целей озвучения, звукоусиления получил электродинамический микрофон в своих двух модификациях – катушечной и ленточной. Электродинамический катушечный микрофон стабилен, имеет довольно широкий частотный диапазон, сравнительно небольшую неравномерность частотной характеристики.

Частотный диапазон электродинамического ленточного микрофона довольно широк, а неравномерность частотной характеристики меньше чем у электродинамического катушечного.

Для электроакустических трактов высокого качества наибольшее распространение в настоящее время получил конденсаторный микрофон. Эти микрофоны имеют самые высокие качественные показатели: широкий частотный диапазон, малую неравномерность частотной характеристики, низкие нелинейные и переходные искажения, высокую чувствительность и низкий уровень шумов.

Электретные микрофоны, по существу, те же конденсаторные, но постоянное напряжение для них обеспечивается не обычным источником, а электрическим зарядом

мембраны или неподвижного электрода, материалы которых отличаются тем, что способны сохранять этот заряд длительное время.

Некоторое распространение получили микрофоны пьезоэлектрические. Их действие основано на том, что звуковое давление воздействует непосредственно или через диафрагму и скрепленный с ней стержень на пьезоэлектрический элемент. При деформации последнего на его обкладках вследствие пьезоэлектрического эффекта возникает напряжение, являющееся выходным сигналом микрофона.

Для приема речи в условиях окружающего шума применяют ларингофоны. Эти приборы воспринимают механические колебания гортани, возникающие при речевом образовании. Для этого ларингофоны (обычно пара) прижимаются к шее в области гортани. По принципу преобразования ранее применялись угольные ларингофоны, а в настоящее время – электромагнитные. Отличие их от соответствующих микрофонов в том, что в них нет диафрагм, на которые воздействует звуковое давление, а подвижный элемент вследствие инерции перемещается относительно корпуса колеблющегося в такт с колебанием гортани, к которой он прилегает.

Радиомикрофон представляет собой систему, состоящую из микрофона, переносного малогабаритного передатчика и стационарного приемника. Микрофон чаще всего используют динамический катушечный или электретный. Передатчик либо совмещают в одном корпусе с микрофоном, либо выполняют карманного типа. Он излучает энергию радиочастот в УКВ диапазоне на одной из фиксированных частот. Вследствие влияния дополнительных преобразований в системе "передатчик – эфир – приемник" качественные параметры радиомикрофона уступают параметрам обычного микрофона.

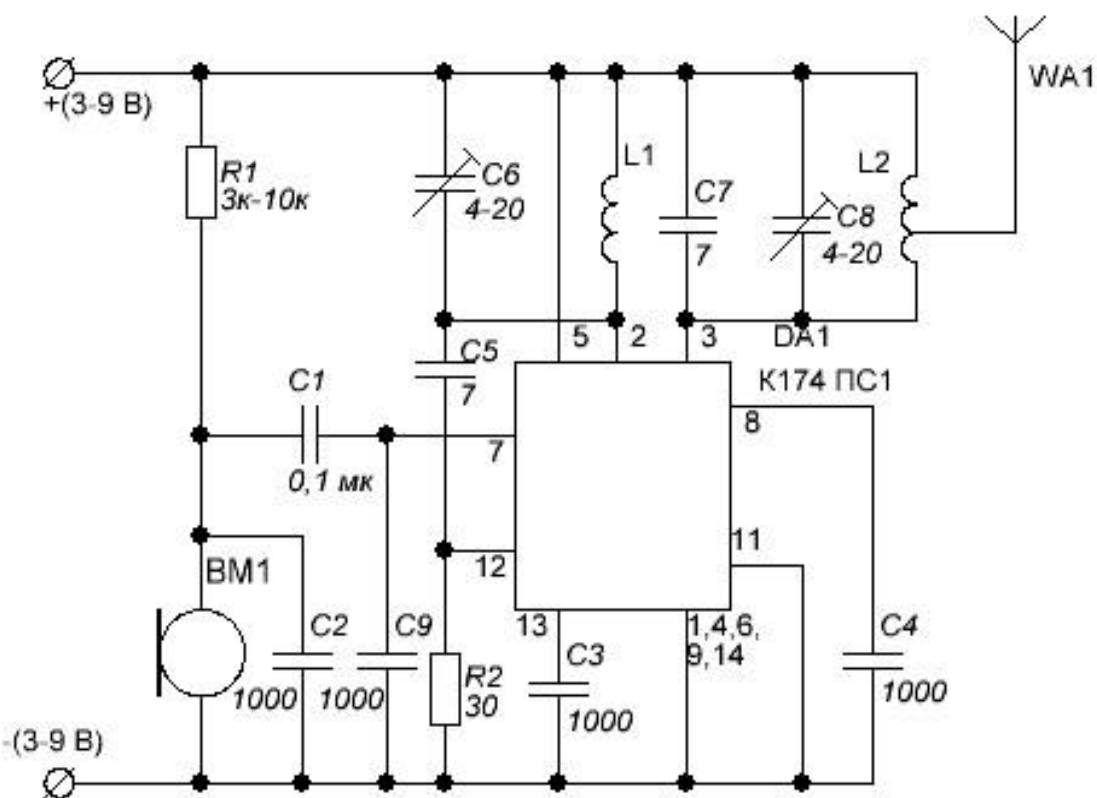


Рисунок 1 – Схема радиомикрофона с передачей сигнала по сети 220В

Схема радиомикрофона на микросхеме K174ПС1 для диапазона 88...108МГц приведена на Рисунок 1 [2].

В ней применен электретный микрофон. Катушки L1 и L2 - бескаркасные, имеют по 5 витков каждая. Намотка производится проводом 0,2 – 0,5мм на оправке диаметром 3,мм.

Настройка передатчика производится подстроечным конденсатором С6, а конденсатором С8 производится подстройка по максимальной отдаваемой мощности.

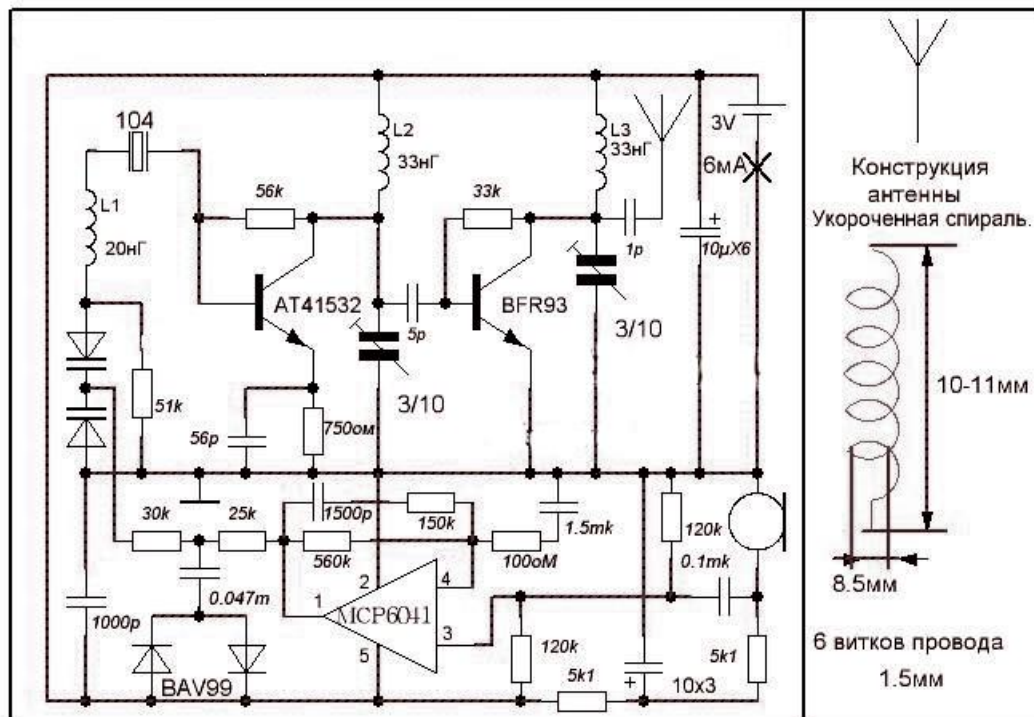


Рисунок 2 – Схема радиомикрофона с широкополосной модуляцией диапазона 433МГц

Радиомикрофон типа «Сосна» [3] запитан по обычной схеме, сигнал ЗЧ через разделительный конденсатор подается на вход ОУ, на котором усиливается. ОУ включен по «стандартной» схеме с той лишь разницей, что в цепи ООС включена последовательная RC-цепочка (1500пФ-150кОм), которая снижает усиление на высоких частотах, тем самым понижает спектр сверхзвукового сигнала на выходе ОУ. Далее усиленный сигнал ЗЧ с выхода ОУ через резистор подается на цепочку ограничения пиков ЗЧ. С резисторного делителя сигнал подается на варикапную матрицу, которая состоит из двух варикапов включенных встречно и зашунтированных резистором 51кОм. В цепи варикапа и ПАВ включена утягивающая (растягивающая) катушка, служащая для настройки несущей частоты передатчика радиомикрофона. Генератор работает на контур последовательного резонанса, это дает удобство монтажа и высокий КПД. Далее сигнал через разделяющий конденсатор поступает на базу транзистора УВЧ, его режим задается резистором база-коллектор, что дает большую стабильность каскада по постоянному току, что в целом положительно сказывается на ВЧ. Нагрузкой УВЧ является последовательный контур, с него сигнал подается через конденсатор на спиральную антенну.

Рассмотрим, какие частоты разрешены для радиоканала микрофонов [4].

В большом зале имеет смысл взять радиосистему с частотным диапазоном 500МГц или 800МГц. Но в высокочастотных радиомикрофонах уровень шумов несколько заметнее, в то время как радиомикрофоны с частотой 200...250МГц звучат более прозрачно. Высокочастотные радиосистемы всегда дороже, так как технологически более сложны. Считается, что радиомикрофоны, работающие в диапазоне 170...250МГц более подвержены радиопомехам. На практике это не совсем так, – всё зависит от каждого конкретного места, и даже самый дорогой и фирменный 400-800МГц-овый радиомикрофон не защищён в современном эфире от случайно оказавшегося рядом мощного источника помех, работающего на близкой частоте - рации, радиотелефона или какого-нибудь другого оборудования специального назначения. Опыт показал, что оптимальным частотным диапазоном является 450...550МГц. Радиомикрофоны на этих частотах устойчиво ведут себя

на расстояниях до 150м в условиях прямой видимости, и до 100м за не сплошными бетонными преградами (когда есть путь для отражённых радиоволн).

Питание радиомикрофонов осуществляется от батареек или аккумуляторов.

Мощность передатчиков вокальных радиосистем колеблется от 10мВт до 50мВт. Низкочастотные радиомикрофоны потребляют энергии чуть больше, поэтому батарейки или аккумуляторы в них разряжаются быстрее.

Литература

1. <http://ru.wikipedia.org>
2. <http://radiolub.ru>
3. <http://shemalog.narod.ru/>
4. <http://www.adada.ru/>

УДК 62.7:621.311.6

СХЕМОТЕХНИКА ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Чурак Н.В., Павлюченко З.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Источник бесперебойного питания, (ИБП) — автоматическое электронное устройство с аккумуляторной батареей, предназначенное для бесперебойного кратковременного снабжения электрической энергией компьютера и его компонентов с целью корректного завершения работы и сохранения данных в случае резкого падения или отсутствия входного питающего напряжения системы.

Существует три схемы построения ИБП: резервная, интерактивная, двойное преобразование.

Резервная

Резервная схема (англ. Off-Line, Standby) — в нормальном режиме питание подключенной нагрузки осуществляется напрямую от первичной электрической сети, которое ИБП фильтрует (высоковольтные импульсы и электромагнитные помехи) пассивными фильтрами. При выходе электропитания за нормированные значения напряжения (или его пропадании) нагрузка автоматически переключается к питанию от схемы, получающей электрическую энергию от собственных аккумуляторов с помощью простого инвертора. При появлении напряжения в пределах нормы снова переключает нагрузку на питание от первичной сети.

Достоинства

За счёт КПД около 99 % (при наличии напряжения сети) практически бесшумны и имеют минимальное тепловыделение;

невысокая стоимость ИБП в целом.

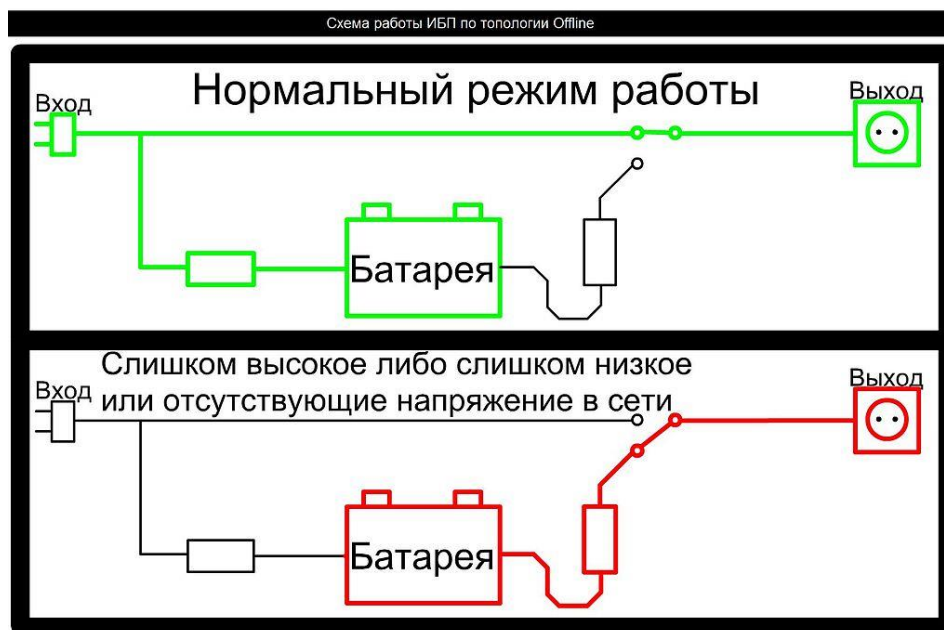
Недостатки

относительно долгое время (порядка 4...12 мс) переключения на питание от батарей;

невозможность корректировать ни напряжение, ни частоту (VFD по классификации МЭК).

несинусоидальная форма выходного напряжения при работе от батареи (аппроксимированная синусоида, квази-синусоида);

Итог: Чаще всего ИБП, построенные по такой схеме, используется для питания персональных компьютеров или рабочих станций локальных сетей начального уровня, для которых не критично своевременное отключение в случае неполадки в сети. Практически все недорогие маломощные ИБП, предлагаемые на отечественном рынке, построены по данной схеме.



Интерактивная

Интерактивная схема (англ. Line-Interactive) — устройство аналогично предыдущей схеме; дополнительно на входе присутствует ступенчатый стабилизатор напряжения на основе автотрансформатора, позволяя получить регулируемое выходное напряжение. (VI по классификации МЭК). При работе в нормальном режиме такие ИБП не корректируют частоту, пассивные фильтры фильтруют входящее переменное напряжение. При пропадании напряжения ИБП переходит на питание от инвертора, аналогично предыдущему.

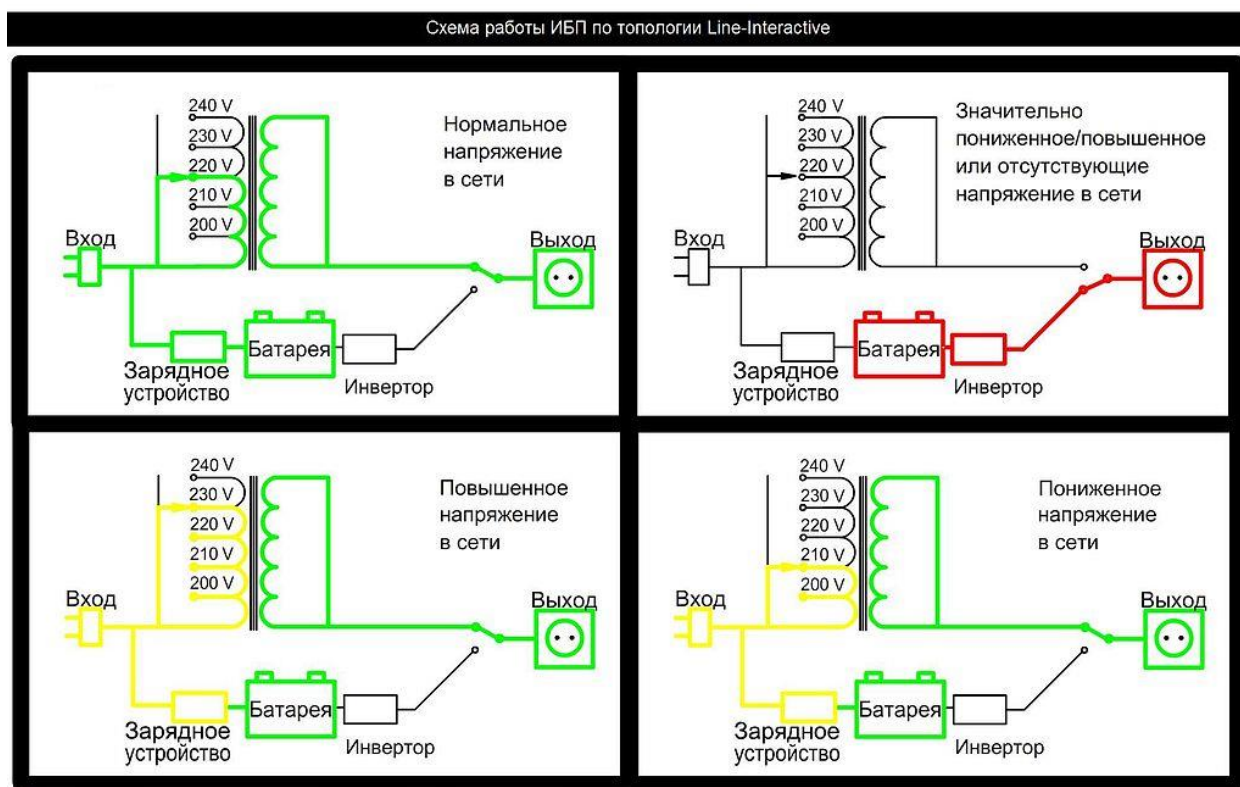
Инверторы некоторых моделей линейно-интерактивных ИБП выдают напряжение как прямоугольной или трапецеидальной формы, как у предыдущего варианта, так и синусоидальной формы. Время переключения меньше, чем в предыдущем варианте, так как осуществляется синхронизация инвертора с входным напряжением. КПД ниже, чем у резервных.

Недостатки: в режиме «от сети» не выполняет функцию фильтрации пиков, и обеспечивает только крайне примитивную стабилизацию напряжения (обычно 2—3 ступени автотрансформатора, переключаемые релейно, функция называется «AVR»).

В режиме «от батарей» некоторые, особенно дешёвые, схемы выдают на нагрузку частоту куда выше 50 Гц, и осциллограмму переменного тока, имеющую мало общего с синусоидой. Это связано с применением классического трансформатора крупного размера в схеме (вместо инвертора на полупроводниковых ключах). В связи с тем, что трансформатор данного габарита имеет (в связи с возникновением гистерезиса в сердечнике) ограничение на передаваемую мощность, которое линейно растет с частотой, данного трансформатора (занимает 1/3 объёма всего ИБП) хватает для питания цепи зарядки батарей на 50 Гц в режиме «от сети». Но, в режиме «от батарей», через этот трансформатор нужно пропустить уже сотни ватт мощности, что возможно только путём повышения частоты.

Это приводит к невозможности питания приборов, использующих, например, асинхронные двигатели (почти вся т. н. «белая техника», включая отопительные системы).

По сути, от такого ИБП можно питать только приборы, нетребовательные к качеству питания, то есть, например, все приборы с импульсными БП, где питающее напряжение немедленно выпрямляется и фильтруется. То есть компьютеры и значительная часть современной бытовой электроники. Также можно питать осветительные и обогревательные приборы.



Двойное преобразование

Режим двойного преобразования (англ. online, double-conversion, он-лайн) — используется для питания нагруженных серверов (например, файловых), высокопроизводительных рабочих станций локальных вычислительных сетей, а также любого другого оборудования, предъявляющего повышенные требования к качеству сетевого электропитания. Принцип работы состоит в двойном преобразовании (double conversion) рода тока. Сначала входной переменный ток преобразуется в постоянный, затем обратно в переменный ток с помощью обратного преобразователя (инвертора). При пропадании входного напряжения переключение нагрузки на питание от аккумуляторов не требуется, поскольку аккумуляторы включены в цепь постоянно (т. н. буферный режим работы аккумулятора) и для этих ИБП параметр «время переключения» не имеет смысла. В маркетинговых целях может использоваться фраза «время переключения равно 0», правильно отражающая основное преимущество данного вида ИБП: отсутствие промежутка времени между пропаданием внешнего напряжения и началом питания от батарей. ИБП двойного преобразования имеют невысокий КПД (от 80 до 96,5 %) в режиме on-line, из-за чего отличаются повышенным тепловыделением и уровнем шума. Однако у современных ИБП средних и высоких мощностей ведущих производителей предусмотрены разнообразные интеллектуальные режимы, позволяющие автоматически подстраивать режим работы для повышения КПД вплоть до 99 %. В отличие от двух предыдущих схем, способны корректировать не только напряжение, но и частоту (VFI по классификации МЭК).

Достоинства

отсутствие времени переключения на питание от батарей;

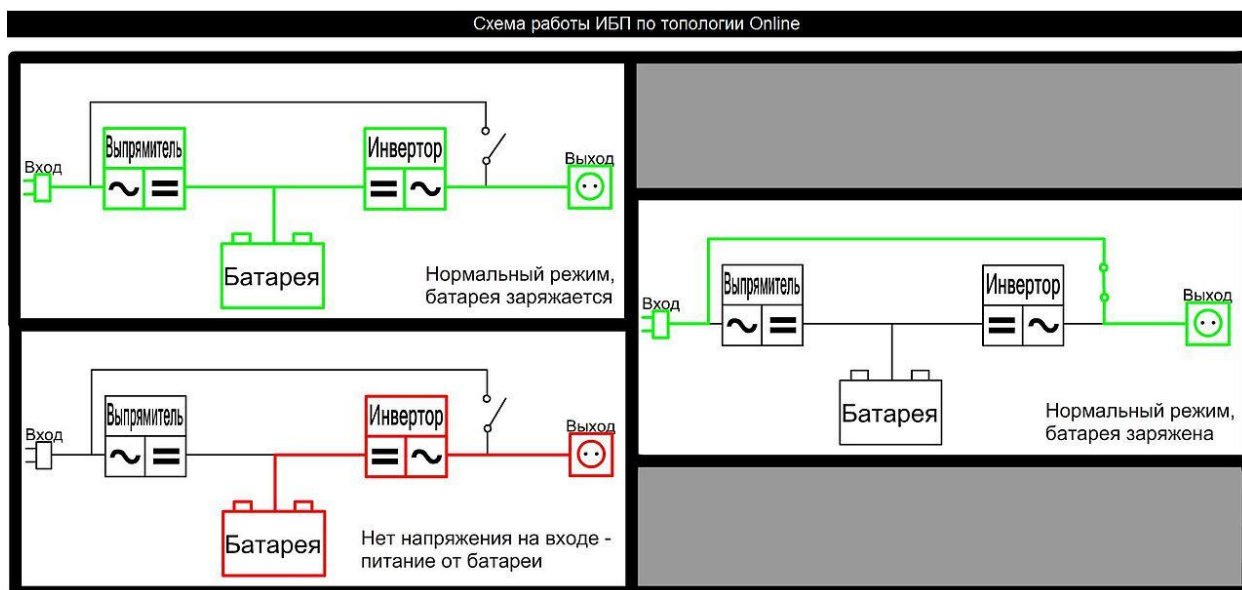
синусоидальная форма выходного напряжения, то есть возможность питать любую нагрузку, в том числе отопительные системы (в которых есть асинхронные двигатели).

возможность корректировать и напряжение, и частоту (более того, такой прибор одновременно является и самым лучшим из возможных стабилизаторов напряжения).

Недостатки

Низкий КПД (80—94 %), повышенная шумность и тепловыделение. Практически всегда прибор содержит вентилятор компьютерного типа, и потому не бесшумен (в отличие от line-interactive ИБП).

Высокая стоимость. Примерно вдвое-втрое выше, чем line-interactive.



Принципиальные схемы силовой цепи ИБП малой и средней мощности приведены на рисунках 3 и 4.

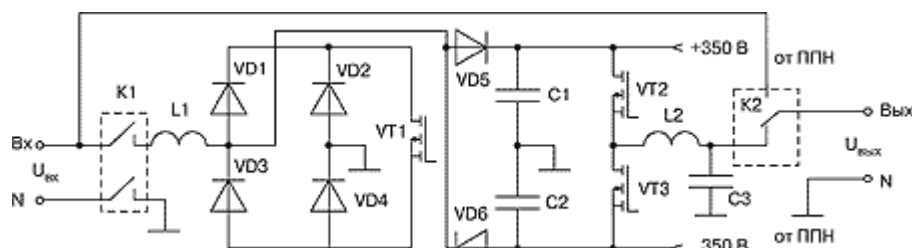


Рисунок 3 – Принципиальная схема силовой цепи ИБП малой мощности.

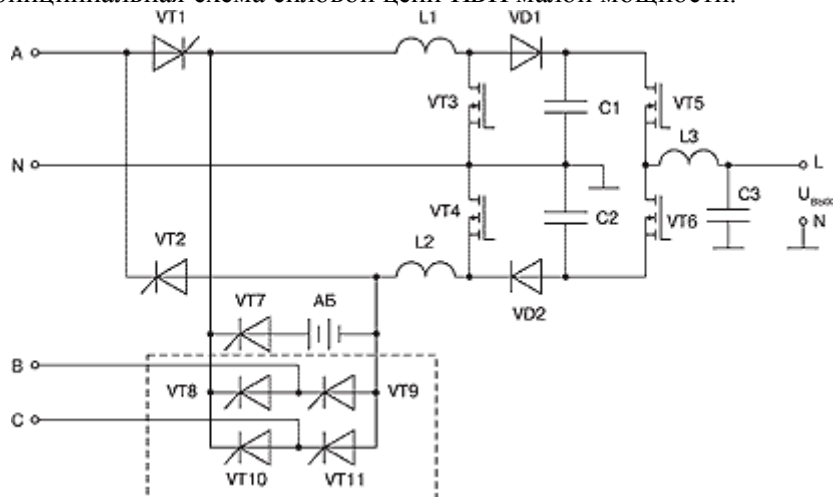


Рисунок – 4 Принципиальная схема силовой цепи ИБП средней мощности

Назначение и описание узлов силовой цепи ИБП

1. **Выпрямитель и корректор коэффициента мощности (ККМ-В)** выполняет три функции:

- осуществляет преобразование напряжения сети переменного тока в стабилизированное напряжение постоянного тока, обеспечивая питание инвертора стабильным напряжением постоянного тока 700 - 800 В;

- обеспечивает потребление из сети входного тока, совпадающего по фазе с напряжением сети, и практически синусоидальной формы, в независимости от характера нагрузки ИБП, что позволяет иметь входной коэффициент мощности близким к единице;

- обеспечивает мягкий старт для уменьшения пускового входного тока ИБП.

2. Инвертор (ИНВ) преобразует напряжение постоянного тока в синусоидальное напряжение 50 Гц.

Перегрузочные способности ИБП являются одним из важных потребительских показателей, т.к. позволяют оптимально выбирать номинальную мощность ИБП при подключении нагрузок, обладающих большими пусковыми токами или при использовании ИБП в технологических процессах с кратковременными периодическими пиковыми нагрузками. В таблице №3 приведены характерные для современных ИБП малой и средней мощности перегрузочные показатели инвертора и режима Байпас.

3. Преобразователь DC/DC (ППН) в ИБП малой мощности обеспечивает повышение и стабилизацию напряжения аккумуляторной батареи (АБ) до уровня, необходимого для надежной работы инвертора в автономном режиме. Принципиальная схема ППН представляет собой двухтактный дифференциальный высокочастотный преобразователь на двух группах параллельно включенных силовых транзисторов и высокочастотном трансформаторе, мощность которого с учетом потерь в инверторе должна превышать выходную мощность ИБП. Транзисторы управляются сигналами (30 кГц) с микросхемы ШИМ контроллера типа UC 3525, который в свою очередь получает сигналы разрешения работы с платы управления ИБП и сигнал о величине высоковольтного напряжения питания инвертора.

К дифференциальной выходной обмотке высокочастотного трансформатора подключены две группы диодов, обеспечивающие выпрямление и формирование на конденсаторах С1, С2 (Рисунок3) высоковольтного напряжения постоянного тока +350, -350 В относительно общей шины для питания инвертора в автономном режиме работы ИБП.

4. Зарядное устройство (ЗУ) обеспечивает заряд АБ при работе ИБП в сетевом режиме. В качестве АБ используются последовательно включенные герметичные (необслуживаемые) свинцово-кислотные аккумуляторы. Максимальное выходное напряжение ЗУ устанавливается из условия 2,3 В/ячейка. ЗУ в ИБП малой мощности получает питание непосредственно от сети через собственный выпрямительный мост и сглаживающую емкость. Кроме заряда батареи, ЗУ обеспечивает питание ВИП в сетевом режиме и питание обмотки управления реле К1 (Рисунок3). Принципиальная схема ЗУ выполняется на одноконтурном высокочастотном преобразователе (30 кГц), содержащим силовой транзистор и высокочастотный трансформатор. Управление силовым транзистором осуществляется сигналом с микросхемы ШИМ контроллера типа UC 3845.

В ИБП средней мощности основное зарядное устройство (ЗУ) подключено к шине стабильного высоковольтного напряжения постоянного тока и выполнено по схеме DC/DC преобразователя (Рисунок2). ЗУ выполняется по схеме двухтактного дифференциального высокочастотного преобразователя с частотой коммутации силовых транзисторов 20-30 кГц. Использование стабильного высоковольтного напряжения 700-800 В с выходных шин ККМ позволяет получить высокий КПД ЗУ. В ИБП мощностью 6 - 10 кВА такое зарядное устройство обеспечивает зарядный ток 3-4 А при номинальном напряжении АБ 240 В. При наличии дополнительной внешней аккумуляторной батареи (АБ) используется дополнительное зарядное устройство (ДЗУ), выполняемое по схеме AC/DC преобразователя и подключенное к сети.

5. Блок коммутации (Байпас) автоматически обеспечивает цепь подключения нагрузки непосредственно к сети при аномальных режимах работы ИБП (перегрузке, перегреве, выходе из строя одного из узлов ИБП). Двухпозиционное реле К2 в ИБП малой

мощности (Рисунок1) срабатывает от сигнала с платы управления и обеспечивает переключение выхода ИБП с инвертора на сеть (режим Байпас) и наоборот. Контакты входного реле К1 блока коммутации замыкаются при наличии напряжения с блока ЗУ при подключении ИБП к сети и сигнала разрешения от платы управления, который возникает, если подтверждается, что входное напряжение и другие системные параметры ИБП находятся в норме.

В ИБП средней мощности блок коммутации выполняется на тиристорах, осуществляющих по сигналу с платы управления переключение нагрузки с выхода инвертора на сеть и наоборот.

6. Вторичный источник питания (ВИП) формирует ряд низковольтных напряжений постоянного тока (5, 12, 15, 24 В) для обеспечения питанием различных цепей систем управления блоков силовой платы, питание платы управления и вентиляторов. Питание блока ВИП осуществляется от ЗУ при сетевом режиме или от батареи при автономном режиме.

Принципиальная схема ВИП выполняется на одноканальном высокочастотном преобразователе. Выход из строя ВИП приводит к общей неисправности ИБП и переключение нагрузки на Байпас.

Литература

1. Климов В.П., Портнов А.А., Зуенко В.В. Топологии источников бесперебойного питания переменного тока, Электронные компоненты, №7, 2003.
2. Климов В.П., Климова С.Р. Энергетические показатели ИБП переменного тока, Электронные компоненты, №4, 2004
3. Климов В.П., Федосеев В.И. Схемотехника однофазных корректоров коэффициента мощности, Практическая силовая электроника, 2002г., вып.8.

УДК 621.382.233

УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАПИРАЕМЫХ ТИРИСТОРОВ

Ржеусская А. Д., Корнюшко О. А.

Научный руководитель - старший преподаватель Михальцевич Г. А.

Рассмотрим устройство тириستоров GTO. Запираемый тиристор - полностью управляемый полупроводниковый прибор, в основе которого классическая четырёхслойная структура (Рисунок 1). Включают и выключают его подачей положительного и отрицательного импульсов тока на электрод управления. Различия в структурах приборов заключается в ином расположении горизонтальных и вертикальных слоёв с n - и p -проводимостями. Наибольшему изменению подверглось устройство катодного слоя n (Рисунок 2).



Рисунок 1 – Запираемый тиристор

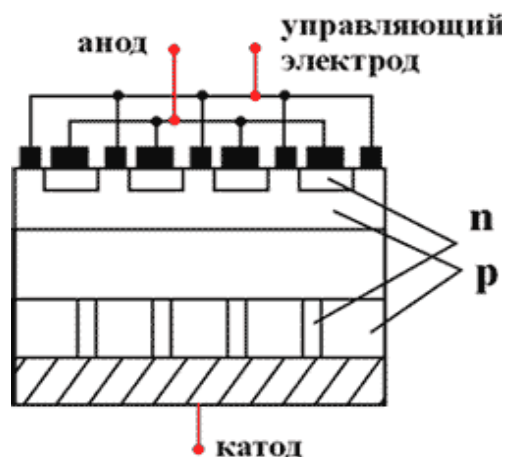


Рисунок 2 – Структура запираемого тиристора

Он разбит на несколько сотен элементарных ячеек, равномерно распределённых по площади и соединённых параллельно. Такое исполнение вызвано стремлением обеспечить равномерное снижение тока по всей площади полупроводниковой структуры при выключении прибора. Базовый слой p , несмотря на то, что выполнен как единое целое, имеет большое число контактов управляющего электрода (примерно равное числу катодных ячеек), также равномерно распределённых по площади и соединённых параллельно. Базовый слой n выполнен аналогично соответствующему слою обычного тиристора. Анодный слой p имеет шунты (зоны n), соединяющие n -базу с анодным контактом через небольшие распределённые сопротивления. Анодные шунты применяют в тиристорах, не обладающих обратной блокирующей способностью. Они предназначены для уменьшения времени выключения прибора за счёт улучшения условий извлечения зарядов из базовой области n .

Основное исполнение тириستоров GTO таблеточное с четырёхслойной кремниевой пластиной, зажатой через термокомпенсирующие молибденовые диски между двумя медными основаниями, обладающими повышенной тепло- и электропроводностью. С кремниевой пластиной контактирует управляющий электрод, имеющий вывод в керамическом корпусе. Прибор зажимается контактными поверхностями между двумя половинами охладителей, изолированных друг от друга и имеющих конструкцию, определяемую типом системы охлаждения.

Управление запираемым GTO тиристором от источника однополярного напряжения: Эта схема используется в преобразователе с внешним возбуждением на GTO тиристоре мощностью 1200 ВТ с частотой 20кГц (Рисунок 3). При переключении транзистора Т1 из включенного состояния в выключенное и обратно, к управляющему электроду тиристора поступают как положительные (включающие) так и отрицательные (выключающие) импульсы. Амплитуда отрицательного импульса почти вдвое превышает напряжение

источника питания этого драйвера. К сожалению, для наших условий (малая длительность и частота повторения импульсов) КПД этой схемы низок, большую часть времени транзистор Т1 будет открыт рассеивая мощность на резисторе R3. Так же важным параметром для тиристорных GTO является длительность включающего импульса. При некоторых условиях (слабая нагрузка, высокая температура) GTO тиристор может испытывать трудности быстрого защёлкивания в состояние насыщения, если запускается очень короткими импульсами, при более длительных импульсах проблема исчезает. Более выгодным решением будет использование двухтактного выходного каскада на комплементарных парах транзисторов с двухполярным источником питания.

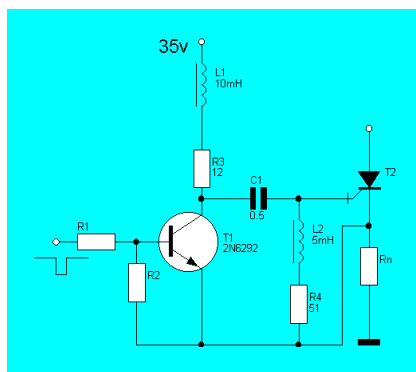


Рисунок 3 – Управление запираемым GTO тиристором от источника однополярного напряжения

Принцип действия: В цикле работы тиристора GTO различают четыре фазы: включение, проводящее состояние, выключение и блокирующее состояние.

Фаза 1 - включение. Переход тиристорной структуры из блокирующего состояния в проводящее (включение) возможен только при приложении прямого напряжения между анодом и катодом.

Фаза 2 - проводящее состояние. В режиме протекания прямого тока нет необходимости в токе управления, если ток в цепи анода превышает величину тока удержания.

Фаза 3 - выключение. Для выключения тиристора GTO при неизменной полярности напряжения к управляющему электроду и катоду по цепи управления прикладывается напряжение отрицательной полярности UGR. Оно вызывает ток выключения, протекание которого ведёт к рассасыванию основных носителей заряда (дырок) в базовом слое p.

Фаза 4 - блокирующее состояние. В режиме блокирующего состояния к управляющему электроду и катоду остаётся приложенным напряжение отрицательной полярности от блока управления.

Всё время выключения и блокирующего состояния система управления формирует импульс отрицательной полярности.

Защитные цепи: Использование тиристорных GTO, требует применения специальных защитных цепей. Назначение любой защитной цепи - ограничение скорости нарастания одного из двух параметров электрической энергии при коммутации полупроводникового прибора. При этом конденсаторы защитной цепи СВ подключают параллельно защищаемому прибору Т.

Дроссели LE устанавливают последовательно с прибором Т. Они ограничивают скорость нарастания прямого тока dI/dt при включении тиристора. Значения dU/dt и dI/dt для каждого прибора нормированы, их указывают в справочниках и паспортных данных на приборы. Кроме конденсаторов и дросселей, в защитных цепях используют дополнительные элементы, обеспечивающие разряд и заряд реактивных элементов. К ним относятся: диод DB, который шунтирует резистор RB при выключении тиристора Т и заряде конденсатора СВ, резистор RB, ограничивающий ток разряда конденсатора СВ при включении тиристора Т (Рисунок 4).

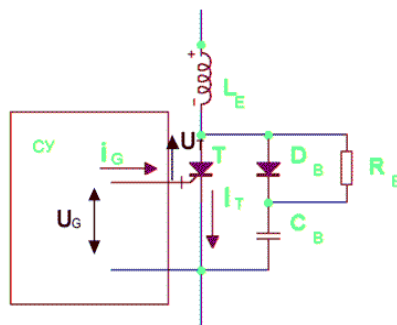


Рисунок 4 – Схема защитной цепи

Рассмотрим тиристоры GCT

В середине 90-х годов фирмами "ABB" и "Mitsubishi" был разработан новый вид тиристоров Gate Commutated Thyristor (GCT). Собственно, GCT является дальнейшим усовершенствованием GTO, или его модернизацией. Однако, принципиально новая конструкция управляющего электрода, а также заметно отличающиеся процессы, происходящие при выключении прибора, делают целесообразным его рассмотрение. GCT разрабатывался как прибор, лишённый недостатков, характерных для GTO, поэтому сначала необходимо остановиться на проблемах, возникающих при работе GTO.

Особенность управления и конструкции: Основной особенностью тиристоры GCT, по сравнению с приборами GTO, является быстрое выключение, которое достигается как изменением принципа управления, так и совершенствованием конструкции прибора. Быстрое выключение реализуется превращением тиристорной структуры в транзисторную при запираании прибора. GCT в фазах включения, проводящего и блокирующего состояния управляется также, как и GTO. При выключении управление GCT имеет две особенности:

- ток управления I_g равен или превосходит анодный ток I_a (для тиристоры GTO I_g меньше в 3 - 5 раз);
- управляющий электрод обладает низкой индуктивностью, что позволяет достичь скорости нарастания тока управления di_g/dt , равной 3000 А/мкс.

Распределение токов в структуре тиристора GCT при выключении. На рисунке 5 показано распределение токов в структуре тиристора GCT при выключении прибора. Как указывалось, процесс включения подобен включению тиристоры GTO. Процесс выключения отличен. После подачи отрицательного импульса управления ($-I_g$) равного по амплитуде величине анодного тока (I_a), весь прямой ток, проходящий через прибор, отклоняется в систему управления и достигает катода, минуя переход j_3 (между областями p и n). Переход j_3 смещается в обратном направлении, и катодный транзистор при закрывается. Дальнейшее выключение GCT аналогично выключению любого биполярного транзистора, что не требует внешнего ограничения скорости нарастания прямого напряжения du/dt и, следовательно, допускает отсутствие снабберной цепочки.

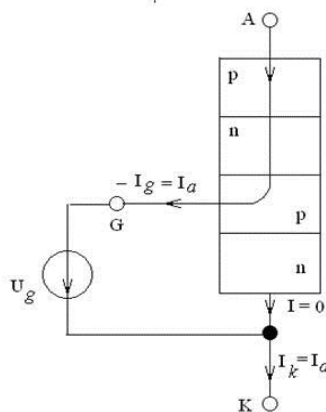


Рисунок 5 – Распределение токов в структуре тиристора GCT при выключении

Сейчас тиристоры GTO производят несколько крупных фирм Японии и Европы: "Toshiba", "Hitachi", "Mitsubishi", "ABB", "Eupec". Параметры приборов по напряжению UDRM : 2500 В, 4500 В, 6000 В; по току ITGQM (максимальный повторяющийся запираемый ток): 1000 А, 2000 А, 2500 А, 3000 А, 4000 А, 6000 А. Тиристоры GCT выпускают фирмы "Mitsubishi" и "ABB". Приборы рассчитаны на напряжение UDRM до 4500 В и ток ITGQM до 4000 А. В настоящее время тиристоры GCT и GTO освоены на российском предприятии ОАО "Электровыпрямитель" (г. Саранск). Выпускаются тиристоры серий ТЗ-243, ТЗ-253, ТЗ-273, ЗТА-173, ЗТА-193, ЗТФ-193 (подобен GCT) и др. с диаметром кремниевой пластины до 125 мм и диапазоном напряжений UDRM 1200 - 6000 В и токов ITGQM 630 - 4000 А.

Рассмотрим применение запираемых тиристоров. В целом применение тиристоров можно разделить на 4 группы:

- силовые ключи – переключатели переменного напряжения (Рисунок 6). Одним из определяющих моментов, влияющих на востребованность подобных схем, выступает низкая мощность, которая рассеивается тиристором в схемах переключения. В закрытом состоянии мощность практически не рассеивается из-за того, что ток практически равен нулю. А в открытом состоянии рассеиваемая мощность незначительна благодаря небольшим значениям напряжения;

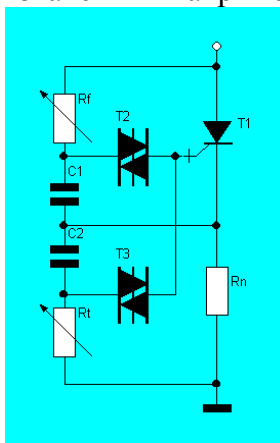


Рисунок 6 Схема силового ключа

- пороговые устройства – в них задействовано основное свойство тиристора – открываться (пропускать ток) при достижении напряжением определенного значения. Эта группа схем особенно активно используется в фазовых регуляторах мощности и релаксационных генераторах;
- подключение постоянного тока – для прерывания, включения/выключения используются запирающие тиристоры;
- экспериментальные устройства – в них используется свойство тиристора иметь отрицательное сопротивление, пребывая в переходном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный ресурс: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/igbt/tiristor.htm>
2. Электронный ресурс: http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/00_06/stat_40.htm
3. Электронный ресурс: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тиристор>
4. Электронный ресурс: <http://electricalschool.info/main/electroshemy/455-tiristory-princip-dejjstvija.html>
5. Электронный ресурс: http://moskatov.narod.ru/Books/The_electronic_technics/Thyristors.html

УДК 644.36

АНТИЛАЗЕРЫ

Кулага Т.А., Прокопенко К.В., Валендюк М.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Лазер — это устройство, создающее узкий пучок интенсивного света. В работе лазера используется свойство электронов атома занимать только определенные орбиты вокруг своего ядра. Когда атом получает квант энергии, он может перейти в возбужденное состояние, которое характеризуется перемещением электронов с самой низкой энергетической орбиты (так называемый основной уровень) на орбиту с более высоким энергетическим уровнем. Однако электроны не могут долго оставаться на орбите с высокой энергией и самопроизвольно возвращаются на основной уровень, при этом каждый такой электрон испускает фотон (световую волну).

Лазер обычно состоит из трёх основных элементов:

- Источник энергии (механизм «накачки» лазера).
- Рабочее тело лазера.
- Система зеркал («оптический резонатор»).

Процесс, начавшийся в одном атоме, запускает цепную реакцию перехода электронов других атомов на более низкие энергетические орбиты, в результате чего образуется лавина одинаковых световых волн, согласованно изменяющихся во времени. Эти волны формируют световой луч, который у некоторых лазеров имеет столь высокую мощность, что может резать камни и металлы. Изобретенные в 1960 году, лазеры имеют сейчас очень широкую сферу применения, начиная от медицины (для удаления опухолей) и заканчивая музыкой (для записи и считывания сигналов на компакт-дисках).

Антилазер, в идее "антилазера" заложен ровно противоположный лазеру принцип.

Лазер - это устройство, позволяющее усиливать излучение строго определенной частоты, и, в итоге, давать очень "чистый" луч света, не содержащий "примесей" других частот. Ученые предложили прибор, который не усиливает определенные волны, а избирательно поглощает их.

Концепция когерентного идеального поглотителя была предложена группой физиков из Йельского университета, возглавляемой Дугласом Стоуном. Physical Review Letters опубликовал её 26 июля 2010 года. Необычные свойства "антилазеру" должен придать находящийся внутри него материал, который бы поглощал большую часть попадающих на него фотонов подходящей частоты, а оставшиеся не поглощенными волны взаимоуничтожились бы благодаря интерференции.

Антилазер — популярное название когерентного идеального поглотителя (coherent perfect absorber (CPA)), то есть механизма поглощения когерентного светового излучения с определённой длиной волны. При этом энергия излучения преобразуется в тепловую энергию.

В феврале 2011 года физикам удалось создать первый действующий антилазер. Ученые показали, что лазерные лучи "запираются" между поверхностями пластины, где их энергия поглощается атомами ее объема с выделением тепла. Исследователям удалось достичь поглощения 99,4% света, в дальнейшем они надеются добиться эффективности 99,9%. На практике учёные осуществили это следующим образом. Инфракрасный луч титан-сапфирового лазера разделялся на два, которые при помощи системы зеркал вновь

сходились в кремниевой подложке. При определённой разности фаз лучей энергия фотонов «закатых» в подложке, превращалась в тепловую. Однако, этот прототип поглощал только 99,4 % входящего излучения.

Антилазер не предназначен для защиты от лазерного оружия высокой мощности. "Энергия преобразуется в тепло. Так что если кто-то направит на вас лазер достаточной мощности, чтобы вас зажарить, антилазер вас от зажаривания не защитит", - предупредил руководитель группы ученых профессор Дуглас Стоун.

Подобные устройства, по мнению профессора Стоуна, могут использоваться как оптические переключатели, детекторы и другие компоненты в компьютерах, а также в радиологии - для направления лазерного излучения в маленькую область ткани человеческого организма для терапевтических или диагностических целей.

Изготовить антилазер, рассчитанный на различные длины волн, достаточно просто. Но вот антилазер, пригодный для установки в компьютеры, работающие на оптических принципах, должен быть рассчитан на строго определенную длину волны.

Значительное преимущество антилазера состоит в том, что он изготавливается из кремния, который уже и без того широко применяется при изготовлении компьютеров.

Оптические компьютеры — гипотетические вычислительные устройства, вычисления в которых производятся с помощью фотонов, сгенерированных лазерами или диодами. Большинство исследований фокусируется на замене обычных (электронных) компонентов компьютера на их оптические эквиваленты. Результатом станет новая цифровая компьютерная система для обработки двоичных данных. Такой подход дает возможность в краткосрочной перспективе разработать технологии для коммерческого применения, поскольку оптические компоненты могут быть внедрены в стандартные компьютеры, сначала создавая гибридные системы, а впоследствии и полностью фотонные. Однако опто-электронные приборы теряют 30 % энергии на конвертацию электронов в фотоны и обратно. Это также замедляет передачу информации в опто-электронных повторителях.

Профессор Массачусетского технологического института Марин Солянич: "Это совершенно оригинально и действительно впечатляюще, что в настолько сложившуюся область науки кто-то может привнести нечто фундаментально новое".

УДК 620.9(075.8)

ДОРОГИ, ВЫРАБАТЫВАЮЩИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Ролейно Т.Г., Самойленко Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Идея создать Солнечную Дорогу (SolarRoadway) пришла инженерам Джули и Скотту Брюсау, когда весь мир всерьез обеспокоился проблемой глобального потепления. Концепция заключается в том, чтобы заменить асфальт и бетон на дорогах модульными панелями, обладающими функциями солнечных батарей, координаторов движения и прочими полезностями.

Солнечная батарея – несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) – полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток. Конструктивно фотоэлектрический солнечный модуль представляет собой электрически соединенные между собой фотоэлементы, имеющие выходные клеммы для подключения нагрузок. Каждый фотоэлемент содержит в себе 2 полупроводниковых слоя: положительный и отрицательный. На один слой кремния наносится определенное вещество, благодаря которому появляется избыток электронов. Так образуется отрицательно заряженный *n*-слой. На другом слое создается недостаток электронов, и он становится положительно заряженным (*p*-слой). В комбинации с проводниками эти *n*- и *p*-поверхности образуют светочувствительный электронно-дырочный переход. При попадании фотона света на фотоэлемент, создается электродвижущая сила, создающая во внешнем контуре направленное движение электронов. Сила тока пропорциональна световой энергии (количеству фотонов) и размеру солнечного элемента.

Сейчас фотоэлементы изготавливают из самых различных материалов, используя широкий набор технологий и подходов к производству. Однако, принцип их работы, основанный на использовании фотогальванического эффекта – повышении разности потенциалов в полупроводнике с *n-p* переходом под воздействием квантов солнечного света, – остается единым. Правильно смонтированная солнечная батарея будет надежным и экологичным источником энергии в течение долгих лет.

Фотоэлементы можно разделить на две основные группы: кристаллические кремниевые и тонкопленочные. Кристаллические кремниевые фотоэлементы состоят из двух слоев: внутреннего, изготавливаемого из сверхчистого кристаллического кремния, и внешнего – из «загрязненного» кремния, получаемого путем добавления к основному материалу определенного количества примесей, например, фосфора. Верхний слой *p-n* перехода, который обладает избытком электронов, соединен с металлическими пластинами, выполняющими роль положительного электрода, пропускающими свет и придающими элементу дополнительную жесткость. Нижний слой в конструкции солнечной батареи имеет недостаток электронов и к нему приклеена сплошная металлическая пластина, выполняющая функцию отрицательного электрода.

Технология, по которой изготовлена солнечная батарея, влияет на её КПД. Считается, что в идеале солнечная батарея имеет близкий к 20% КПД. Однако, на практике и по данным специалистов он примерно равен всего 10%. При этом для некоторых солнечных батарей их КПД больше, для иных – меньше. В основном это зависит от технологии, по которой выполнен *p-n* переход. Самыми ходовыми и имеющими наибольший КПД продолжают являться солнечные батареи, изготовленные на основе монокристалла или поликристалла кремния. Причем вторые из-за относительной дешевизны становятся все распространеннее. К какому типу конструкции относится солнечная батарея, можно определить невооруженным глазом. Монокристаллические светопреобразователи имеют исключительно чёрно-серый цвет, а модели на основе поликристалла кремния выделяет синяя поверхность. Поликристаллические солнечные батареи, изготавливаемые методом литья, оказались более

дешевыми в производстве. Однако и у поли-, и у монокристаллических пластин есть один недостаток — конструкции солнечных батарей на их основе не обладают гибкостью.

Ситуация изменилась с появлением в 1975 году солнечной батареи на основе аморфного кремния, активный элемент которых имеет толщину от 0,5 до 1 мкм, обеспечивая им гибкость. Толщина обычных кремниевых элементов достигает 300 мкм. Однако, несмотря на светопоглощаемость аморфного кремния, которая примерно в 20 раз выше, чем у обычного, эффективность солнечных батарей такого типа не превышает 12%. Для моно- и поликристаллических вариантов он может достигать 17% и 15%, соответственно.

Мощность потока солнечного излучения на входе в атмосферу Земли составляет около 1366 Вт/м². В то же время, удельная мощность солнечного излучения в Европе в очень облачную погоду даже днём может быть менее 100 Вт/м². С помощью распространённых промышленно производимых солнечных батарей можно преобразовать эту энергию в электричество с эффективностью 9...24%. При этом цена батареи составит около 1...3 долларов за Ватт номинальной мощности. При промышленной генерации электричества с помощью фотоэлементов цена за кВт·ч составит 0,25 доллара. По мнению Европейской Ассоциации Фотовольтаики (EPIA), к 2020 году стоимость электроэнергии, вырабатываемой «солнечными» системами, снизится до уровня менее 0,10 € за кВт·ч для промышленных установок и менее 0,15 € за кВт·ч для установок в жилых зданиях [1].

У предпринимателей Скотта и Джулии Брушоу родилась потрясающая идея о том, чтобы все дорожное покрытие могло производить электроэнергию с помощью солнца. Супруги Брушоу при поддержке Министерства транспорта США и краудфандингового веб-сайта Indiegogo спроектировали футуристические шоссе. Их солнечные дороги — это сотовые конструкции из соединённых между собой шестиугольников с особой стеклянной поверхностью, выдерживающей нагрузки современных автомагистралей.

Каждая пластина состоит из четырёх слоев: верхний слой — переработанное стекло, под ним — светодиоды, третий — технологический слой и нижний — несущая конструкция, изготовленная из продуктов вторичной переработки. Панели выдерживают массу в 113 тонн и имеют форму шестиугольников, каждый из которых вырабатывает до 7,6 кВт·ч в день. Супруги Брюсау утверждают, что если покрыть такими солнечными панелями все дороги США, они будут вырабатывать в 3 раза больше энергии, чем потребляет все население Америки.

Эта солнечная дорога не только революционна в вопросах новых источников энергии, она так же умна, ибо состоит не только из фотоэлементов, но и из светодиодов и микросхем. Например, если в тёмное время суток на неё наступит человек, то он окажется подсвеченным снизу и за 200 метров от него по обе стороны на солнечной дороге высветится надпись «Снизить скорость, прямо по курсу пешеход».

Дорожная солнечная панель может быть также оснащена системой подогрева для защиты покрытия от снега и льда. В будущем электромобили смогут заряжать свои аккумуляторы, получая питание прямо с покрытия или на парковках, что сделает электрический транспорт более практичным. Панели могут стать основой «умной» дороги, которая сама будет следить за безопасностью движения, предотвращать образование пробок.

Преимущества Солнечной Дороги:

1. Энергоэффективность и возобновляемость энергии: панели работают по принципу солнечных батарей, превращая солнечный свет в электричество.
2. Дешевая электроэнергия: построенная Солнечная Дорога самоокупаема, а затраты на ее обслуживание в разы меньше, чем обслуживание обычных дорог.
3. Безопасность на дорогах: панели определяют вес предмета, находящегося на их поверхности, и распознают машина это или человек (животное), переходящий дорогу. Затем панель передает сигнал о пешеходе другим модулям, дорога вокруг пешехода начинает светиться, предупреждая водителя.

4. Модульность: каждая панель оснащена системой оповещения о неполадках. Как только на ней появится малейшее повреждение, она тут же сообщит об этом в центр управления, а для ее замены потребуется всего один человек.
5. Очищение от снега: панели могут нагреваться, избавляясь от снега самостоятельно. Растаявшая вода стекает в резервуары сбоку дороги, а оттуда в стоки. Таким образом, дороги всегда расчищены, а лед на них образоваться не может.
6. Экологичность: панели изготовлены по большей мере из переработанного пластика, но их работа не несет вреда окружающей среде.
7. Минимальные потери вырабатываемой энергии: каждый участок Солнечной Дороги снабжает близлежащие дома или производства.

Безусловно, разработка достойна внимания. Однако дороговизна (7000 долларов за одну модульную панель) делает ее применение на практике нерациональной в рамках строительства небольших масштабов. Для таких проектов существуют более применяемые и эргономичные технологии, например, солнечные накопители.

В Нидерландах появилась первая в мире велосипедная дорожка из солнечных панелей. В ходе строительных работ был открыт 70-метровый участок дороги, являющейся частью проекта SolaRoad по созданию энергопродуцирующих дорог общего пользования. В 2016 году протяженность солнечной велодорожки увеличилась еще на 100 метров. Полученной таким способом энергии хватит, чтобы обеспечить электричеством три жилых дома поблизости.

Велодорожка состоит из бетонных плит со встроенными солнечными модулями с высокопрочным покрытием из стекла. На производительность дороги влияют такие факторы, как угол падения солнечных лучей, грязь и пыль. Разработчики говорят, что дорожный модуль производит на 30% меньше электричества, чем аналогичный на крыше здания. Тем не менее, смысл в таких солнечных установках есть – они дополняют уже существующие дорожные сооружения. По оценкам компании, солнечные дороги способны окупить себя за 20 лет.

Правительство Франции одобрило проект по покрытию дорог общего пользования солнечными батареями – в ближайшие 5 лет в стране будет построено 1000 километров полотна из прочных фотоэлектрических панелей. Разработка проекта велась на протяжении нескольких последних лет по инициативе Национального института солнечной энергии. Многие эксперты отнеслись к идее скептически (вопросы были к стоимости, безопасности и малой эффективности по сравнению с батареями на более открытых участках), но все же проект был одобрен.

Дороги будут строиться из панелей Wattway – с укрепленной конструкцией и 15-сантиметровыми фотоэлектрическими блоками из тонкой пленки поликристаллического кремния на покрытой смолой подложке. Толщина Wattway составляет всего 7 мм. Разработчики уверяют, что сверхтонкие панели способны адаптироваться к температурной деформации дороги и, благодаря слоистой структуре, как минимум не уступают традиционным покрытиям в части сцепных свойств. Кроме того, первые испытания такого полотна показали абсолютное безразличие к массе машин и достаточную износостойкость. Делается все это ради обеспечения возобновляемыми источниками энергии около 5 млн. человек (что составляет 8% населения Франции). По расчетам, Солнечные Дороги будут заняты автомобилями всего около 10% времени, а 20 квадратных метров покрытия позволяют обеспечить электроэнергией один «средний» дом.

Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. Танака, С. Жилые дома с автономным солнечным теплоснабжением / С. Танака, Р. Суда, – Москва: Стройиздат, 1989. – 163 с.

УДК 621.33

ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Грицук А. А., Ковалёва К. И.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О. А.

Основа ионолѐта – ионный двигатель. Ионные двигатели были впервые предложены еще К. Э. Циолковским. Годдард в 1906 г. писал о том, что электрически заряженные частицы могут применяться для создания тяги. Подробнее о возможностях применения «электрического ветра» для обеспечения космических полетов рассказал через двадцать три года в книге «Вопросы космических полетов» Оберт, указавший, в частности, что русский исследователь Улинский предложил конструкцию ионного двигателя еще в 1923 г.

Затем последовал целый ряд теоретических разработок. Естественно потому, что ионные двигатели наиболее изучены по сравнению с другими двигателями будущего, предназначенными для получения очень больших скоростей.

В 1954 г. Штулингер описал особенности ионных двигателей и предложил ввести характеристики, позволяющие оценивать степень мощности совершенства их конструкции. Наиболее важный из этих показателей — удельная мощность, т. е. мощность (в кВт), полученная на каждый килограмм массы установки.

Штулингер в развитие идеи Циолковского предложил в качестве рабочих веществ для ионных двигателей цезий и рубидий. Эти два металла выбраны потому, что их атомы обладают сравнительно большим весом и, вместе с тем, хорошо ионизируются. Цезий по сравнению с другими щелочными металлами имеет наиболее низкую температуру плавления (35°C) и теплоту парообразования, наибольшие плотность ($1,873 \text{ г/см}^3$) и выход ионов.

Поток ионов должен быть хорошо сфокусирован, чтобы они не попадали на ускоряющие электроды, так как это вызывает интенсивную эрозию — размывание электродов. Следует отметить, что, поскольку одноименно заряженные частицы взаимно отталкиваются, достигаемая плотность их потока существенно ограничивается. Скорость ионов зависит от напряженности поля, от природы и величины давления газа. Струя разогнанных ионов проходит вдоль разогретого электрода — эмиттера, с которого в нее стекают электроны. В результате образуется поток стремительно отбрасываемых нейтральных атомов.

Возникает вопрос, почему необходимо нейтрализовать ионы, покидающие ракету? К этому приходится прибегать ввиду следующего обстоятельства. При выбрасывании только одних положительно заряженных ионов накапливался бы пространственный заряд. Корпус аппарата очень быстро зарядился бы до такого высокого отрицательного потенциала, что дальнейшее выбрасывание ионов стало затруднительным и электрический заряд корпуса ракеты начал «всасывать» ионы обратно, внутрь ракеты. Чтобы избежать этого, ионы необходимо нейтрализовать. В конечном счете образуется поток атомов цезия, который беспрепятственно покинет ракету.

Нейтрализация ионов обеспечивает также возможность получения большей плотности струи рабочего тела, вытекающей из сопла. Следует также отметить, что при нейтрализации иона, захватывающего электрон, высвобождается примерно в 100 раз большая энергия, чем та, которая может быть получена в ходе химических реакций — наиболее эффективных в энергетическом отношении. И хотя энергия рекомбинации ионов незначительна по сравнению с энергией, приобретаемой ими при разгоне в электрических полях, она все же может быть использована для некоторого дополнительного разогрева вытекающего рабочего тела.

Теоретически ионный двигатель может обеспечить очень большую удельную тягу. Однако на пути практического решения этой задачи возникают серьезные затруднения. Удельная тяга прямо пропорциональна скорости ионов. В то же время мощность, необходимая для разгона струи ионов, и вместе с ней вес энергосилового устройства

возрастают примерно пропорционально квадрату скорости ионов. Очевидно, что за увеличение удельной тяги потребуется расплачиваться существенным увеличением веса энергосиловой установки и ее усложнением.

Другой возможный путь увеличения удельной тяги — скорости частиц — заключается в использовании мощности ускорителей для разгона все меньшего количества частиц-ионов, т.е. за счет все большего уменьшения абсолютной тяги. Эта тенденция ясно видна в развитии мощных земных ускорителей, в которых общая сила тока, образованного пучком разогнанных частиц (каждой из них удастся сообщить все большую энергию), как это ни парадоксально, уменьшилась в установках 1958 г., по сравнению с установками 1940 г., в миллион раз.

С приближением скорости ионов к скорости света все интенсивнее будет возрастать их масса, а значит и мощность ускорителей, необходимых для разгона. Это практически и ограничивает удельную тягу ионных двигателей. Высказываются соображения, согласно которым удельные тяги, достижимые при приемлемых весах установок и привычных нам преобразователях тепла в электрическую энергию, могут составить до 20 тыс. кг/(кг·сек). Однако скорости истечения не всегда должны быть самыми большими. Для выполнения каждой задачи, в зависимости от схемы и назначения космического корабля, может быть найдена наиболее выгодная скорость истечения.

Целью данной работы является получение подъемной силы без использования двигателя и топлива.

Современные летательные аппараты, во время полета, расходуют большое количество углеродсодержащего топлива, которого на нашей Земле ограниченное количество. Своими выбросами данный вид топлива загрязняет окружающую среду и отравляют население. Разработка экологически чистых двигателей очень актуальна и востребована в современном мире. Существуют направления исследований, в которых для перемещения тел в пространстве используются электрические явления.

Основная задача — ознакомиться с понятием ионного ветра, опытным путем получить ионный ветер, тем самым показать возможность существования подъемной силы, созданной потоком частиц, рассчитать параметры установки, необходимые для получения подъемной силы, подготовить действующую модель ионолёта (Рисунок 1).

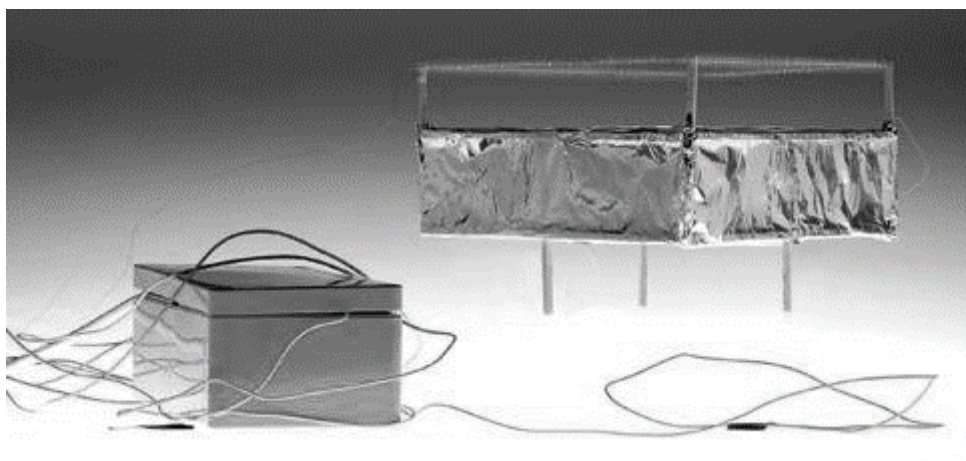


Рисунок 1 – Действующая модель ионолёта

Гипотеза работы — подъем тела в воздух и преодоление силы притяжения возможно с помощью потока заряженных частиц.

Выводы проекта:

1. В современном мире исследования возможности полета на альтернативных источниках энергии актуальны.

2. Учёные уже предложили использовать ионный ветер для охлаждения микроэлектроники вместо вентиляторов, уменьшая массу приборов и полностью избавляя их от шума.

3. Поставленные цели и задачи были выполнены: изучено и экспериментально получено явление ионного ветра. Для экспериментального исследования эффекта Бифельда-Брауна были сконструированы действующие модели. Рассчитаны условия, необходимые для получения подъемной силы.

4. Особенности подготовки ионолёта к работе: выяснили, что для отрыва от поверхности, необходимо иметь диэлектрическую поверхность, чтобы уменьшить электризацию между ионолётом и поверхностью; для увеличения подъемной силы края фольги не должны заламываться, мяться; трение между поверхностью (стола) и опорой ионолёта должно быть минимально; контакты между фольгой и медным проводом следует спаивать, а не скручивать.

5. Экспериментальным путём подтверждена гипотеза: подъём тела в воздух и преодоление силы притяжения возможен с помощью ионного ветра.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. Пособ.: Для вузов. В 10 т. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред. – 4-е изд., стереот. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 656 с.
2. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. Научное издание. 3-е изд. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2009. – 736 с.

УДК 621.313

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Саков С.А., Подвойская А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

История создания электромобиля

Первый электродвигатель был изобретен раньше двигателя внутреннего сгорания. И даже после появления топливных установок, они оставались конкурентоспособными. В конце 19 века механические повозки, агрегированные электрическими двигателями практически ничем внешне не отличались от обычных бензиновых автомобилей. Электромобили уже тогда могли развивать скорость равную 100 км/ч, а в 1902 году Уолтер Бейкер, рискуя своей жизнью, разогнал свой экспериментальный электрокар до 130 км/ч. Компания Baker Electric, созданная этим смелым гонщиком, являлась одной из самых крупных среди производителей электрического транспорта. Однако Detroit Electric выпустили первый серийный электромобиль раньше.



Рисунок 1 Первый серийный электромобиль компании Detroit Electric

К 1910 году только в Америке существовало около 10 серьезных фирм, которые могли предложить покупателю вполне доступный электрический автомобиль. Плюс ко всему, сотни независимых инженеров выпускали каждый по несколько экземпляров в год. Таксопарк Нью-Йорка в то время использовал несколько десятков тысяч такси, которые комплектовались электромагнитными двигателями.

Гибридный двигатель

Гибридный автомобиль — автомобиль, использующий для привода ведущих колёс более одного источника энергии. ДВС и электродвигатель работают в тандеме. Электродвигатель включается при разгоне и остановке для рационального использования топлива, поскольку ДВС не хватает мощности для быстрого набора оборотов вращения карданного вала. Питается электродвигатель от батарей, которые заряжаются во время работы ДВС.

Современные автопроизводители часто прибегают к совместному использованию двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и электродвигателя, что позволяет избежать работы ДВС в режиме малых нагрузок, а также реализовывать рекуперацию кинетической энергии, повышая топливную эффективность силовой установки.

Последовательная: по сути является модификацией электромеханической трансмиссии с добавлением промежуточного накопителя. Двигатель внутреннего сгорания механически соединён только с электрогенератором, а тяговый электродвигатель — только с колёсами. Пример: Chevrolet Volt;

Параллельная: и двигатель внутреннего сгорания, и электродвигатель механически соединены с колёсами посредством дифференциала, который обеспечивает возможность как

их работы по отдельности, так и совместно. Эта схема используется в автомобилях с Integrated Motor Assist (Honda). Характеризуется простотой (возможно применение вместе с механической коробкой передач) и низкой стоимостью;



Рисунок 2 Гибридный двигатель параллельного соединения (разрез).

Последовательно-параллельная: двигатель внутреннего сгорания, генератор и электродвигатель механически связаны друг с другом и с колёсами посредством планетарного редуктора, что позволяет произвольно изменять потоки мощности между этими узлами. Схема реализована в автомобилях с Hybrid Synergy Drive (Toyota), например, Toyota Prius.

Достоинства электромобилей

Электромобили гораздо эффективнее тех, что ездят на бензине. В среднем электрокар преобразует в механическую около 60% электрической энергии. В то же время машина на бензине использует топливо с эффективностью в 17-20%;

Такие транспортные средства просто идеальны с точки зрения экологии. Загрязнение, обусловленное электромобилями, составляет лишь часть загрязнения, вызываемого автомобилями с двигателями внутреннего сгорания (при одинаковом пробеге), даже с учетом загрязнения, которое связано с использованием энергии электростанций и производства аккумуляторов;

Использование электромобилей может помочь индустриально развитым странам уменьшить зависимость от иностранной нефти;

Стоимость энергии, необходимой для поездки на электромобиле, меньше, чем стоимость энергии, потребляемой при поездке на автомобиле, работающем на ископаемом топливе, на то же расстояние;

В некоторых районах для тех, кто использует электромобили, отменяются или уменьшаются налоги;

При определенной доработке электромобили могут частично или полностью подзаряжаться не от сети, а от других источников;

Сервис электромобилей намного проще, т.к. отсутствует огромное количество запчастей и дополнительных устройств для работы системы в целом;

Бесшумность двигателя;

Что ни говорите, а мода для многих тоже является одним из факторов, так вот, данный вид транспорта привлекает всё большую публику.

Отрицательные качества электромобилей

Существует и множество отрицательных моментов, связанных с использованием таких машин.

До сих пор они не позволяют совершать длительные поездки на несколько сотен километров и предназначены в основном для передвижения в пределах одного города;

Время полного заряда современного электромобиля может составлять в лучшем случае час, но обычно заряжать транспортное средство приходится по несколько часов. Даже для быстрой и неполной подзарядки требуется как минимум 30 минут;

Электромобили просто-напросто очень дорого стоят. Цены на модель эконом-класса начинаются от 20 или 30 тысяч долларов. Tesla Model S обойдётся покупателю уже в 100 тысяч;

При отрицательных температурах аккумулятор может частично разрядиться или не выдавать достаточный ток;

Электромобиль может оказаться недостаточно мощным и надежным, если потребуется пользоваться им в суровых климатических условиях, особенно в заснеженных районах.

Конструкция электромобилей не предусматривает их использования в трудных условиях, таких как перевозка грузов или уборка снега;

Безопасность электромобилей понижена из-за того, что они имеют облегченную конструкцию и небольшие размеры;

В некоторых местностях получение сервисного обслуживания электромобилей может быть затруднено из-за отсутствия запчастей и квалифицированного персонала;

Для экономии заряда батареи рекомендуется разгонять электромобиль только до 80-100 км/ч;

Электромобили на данный момент не так распространены, выбор моделей невелик;

Не самые комфортные автомобили, т.к. кондиционер быстро разрядит батарею.

Принцип работы электромобиля

Итак, что же лежит в основе устройства электромобиля? Общая система электрического автомобиля представлена несколькими основополагающими блоками:

В первую очередь, это электродвигатель постоянного тока, источник электропитания в виде аккумуляторной батареи, контроллер (система управления работой двигателя), дополнительные устройства, обеспечивающие защиту, контроль, индикацию и прочие немаловажные функции;

Электродвигатель — главная тяговая часть, приводящая автомобиль в движение. Он должен быть постоянного тока, так как при таком типе легче осуществляется управление скоростью движения "движка". Первым показателем при выборе электродвигателя является его номинальная мощность. Именно от неё зависит оптимальность, надёжность, качество, экономность функционирования электрического автомобиля. Для легковых автомашин мощность электродвигателя должна быть в пределах 5-10 кВт (в зависимости от массы и тяговой возможности машины);

Также следует брать во внимание и следующий момент, это номинальная величина рабочего напряжения и силы тока электрического двигателя. Можно выбрать "движок" с напряжением питания 100 вольт и током потребления 60 ампер, что даст мощность 6000 Вт. А можно выбрать напряжение 48 вольт и ток 125 ампер, что также даст 6000 Вт. Первый вариант более предпочтительней, так как в нём меньший ток, а значит и проще система управления;

Устройство автомобиля подразумевает оптимальное количество элементов электропитания, а именно аккумуляторов. Излишнее количество питающих элементов не только негативно сказывается на лишнем весе, что критично для работы машины, а ещё и обслуживании аккумуляторов, их размещения внутри автомобиля. Кроме того, учитывайте номинальный ток разряда, который не должен превышать указанный производителем. Длительное пренебрежение этим условием (резкие и длительные чрезмерно большие токи разряда аккумулятора) значительно сокращает срок службы питающих элементов. Да и на саму электрическую цепь электромобиля чрезмерный ток скажется негативно;

Среди перечисленных базовых частей электрического автомобиля в его устройстве немаловажную роль играет контроллер, который выполняет функцию регулятора частоты вращения электродвигателя. Это блок электронной схемы, стоящей между аккумулятором и электрическим двигателем. Его внешнее управление задаётся переменным сопротивлением,

что связано с падалью газа. При нажатии на газ происходит изменение параметров резистора, а это учитывается контроллером, который в свою очередь меняет частоту и силу тока, подаваемого на двигатель. Данный контроллер можно собрать, как самому (принципиальных схем в интернете хватает), так и купить уже готовый. Причем покупной вариант будет намного надёжней и функциональней.

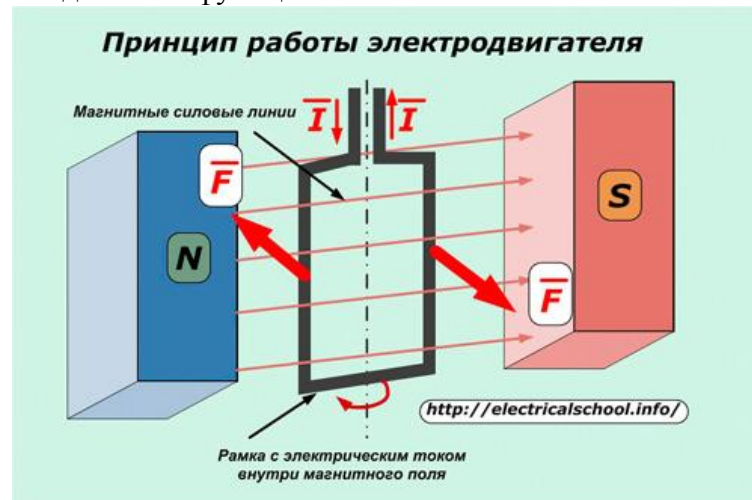


Рисунок 3 Схема работы электродвигателя

Перспективы развития электромобилей

Американские специалисты в области возобновляемой энергетики полагают: дешёвая нефть начнёт отрицательно сказываться на продажах работающих на электричестве машин уже в 2015 году. Постоянно дорожающее топливо подталкивало людей отказываться от бензина и пересаживаться в электромобили. Точно так же недорогая нефть постепенно вновь повысит популярность больших внедорожников. Особенно это будет заметно в США, где крупные, расходующие много бензина машины традиционно популярнее обычных городских моделей.

Но в условиях глобального потепления и тому, какое большое внимание страны уделяют экологическим проблемам, электрические автомобили не останутся без своих владельцев.

Вероятно, будущее действительно за электромобилями. Но сможет ли индустрия стабильно развиваться до тех пор, пока это будущее не наступит, всё ещё большой вопрос. На то, чтобы привычные сегодня машины на бензине появились в каждом городе и деревне, ушли десятилетия.

Литература

- <http://yvek.ru/интересное/автомобиль-тесла-характеристики/> - Дата доступа: 10.04.2016.
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Гибридный_автомобиль - Дата доступа: 09.04.2016.
- <http://znanieavto.ru/dvs/gibridnyj-dvigatel/> - Дата доступа: 10.04.2016.
- <http://greenbelarus.info/articles/05-02-2015/elektromobili-plyusy-minusy-perspektivy> - Дата доступа: 11.04.2016.
- <http://mashintop.ru/articles.php?id=1074> - Дата доступа: 08.04.2016.
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Электродвигатель_постоянного_тока - Дата доступа: 10.04.2016.
- <http://ecoconceptcars.ru/2010/11/blog-post-istoriya.html> - Дата доступа: 11.04.2016.

УДК 621.791.035

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ

Пукало М. И., Саява Н. А

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И

Плазмой называется частично или полностью ионизированный газ, состоящий из нейтральных атомов и молекул, а также электрически заряженных ионов и электронов. В таком определении обычная дуга может быть названа плазмой. Однако по отношению к обычной дуге термин «плазма» практически не применяют, так как обычная дуга имеет относительно невысокую температуру и обладает невысоким запасом энергии по сравнению с традиционным понятием плазмы.

При обычной дуговой сварке дуга горит свободно между электродом и изделием. Однако если при помощи каких-либо приемов не дать возможность дуге занять ее естественный объем, принудительно сжать ее, то температура дуги (плазменной струи) значительно повысится. В плазмотронах сжатие дуги чаще всего осуществляется газовым потоком, который, проходя сквозь узкое сопло, ограничивает поперечные размеры дуги. Газ, подаваемый внутрь плазмотрона, выходит сквозь узкое отверстие в сопле, оттесняя дугу от стенок. Для устойчивой работы плазмотрона стенки сопла охлаждаются водой и при работе остаются холодными. Пристеночный охлажденный слой газа изолирует плазму от сопла, как в электрическом, так и в тепловом отношении. Поэтому дуговой разряд между электродом внутри горелки и изделием стабилизируется и проходит сквозь центральную часть отверстия в сопле. Такой способ сварки сжатой дугой и называют плазменной

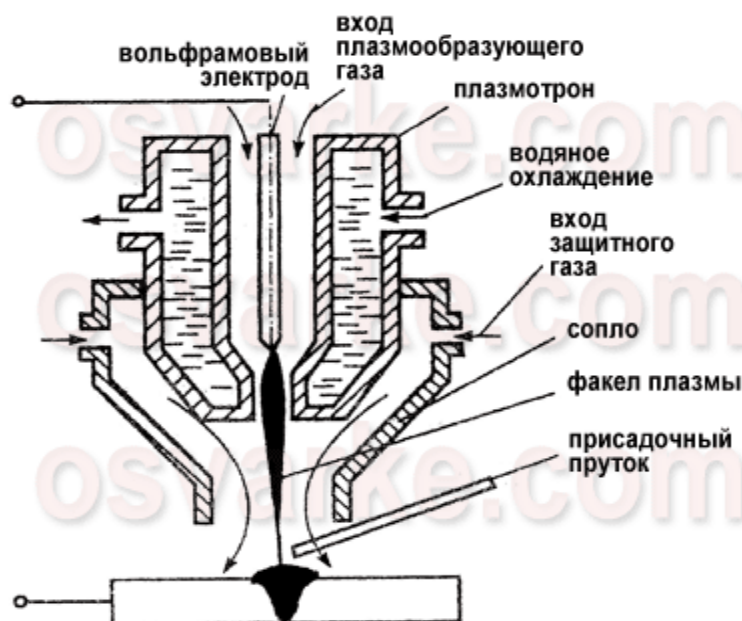


Рисунок 1. Схема процесса плазменной сварки

В итоге получаем два процесса: сжатие дуги и принудительное вдувание в нее плазмобразующего газа. Схема получения плазменной дуги приведена на рисунке выше. Сжатие дуги осуществляется за счет размещения ее в специальном устройстве – плазмотроне, стенки которого, как мы уже знаем, интенсивно охлаждаются водой. В результате сжатия уменьшается поперечное сечение дуги и возрастает ее мощность – количество энергии, приходящееся на единицу площади. Температура в столбе обычной дуги, горящей в среде аргона, и паров железа составляет 5000–7000°C. Температура в плазменной дуге достигает 30 000°C.

Одновременно со сжатием в зону плазменной дуги вдувается плазмообразующий газ, который нагревается дугой, ионизируется и в результате теплового расширения увеличивается в объеме в 50–100 раз. Это заставляет газ истекать из канала сопла плазмотрона с высокой скоростью. Кинетическая энергия движущихся ионизированных частиц плазмообразующего газа дополняет тепловую энергию, выделяющуюся в дуге в результате происходящих электрических процессов. Поэтому плазменная дуга является более мощным источником энергии, чем обычная.

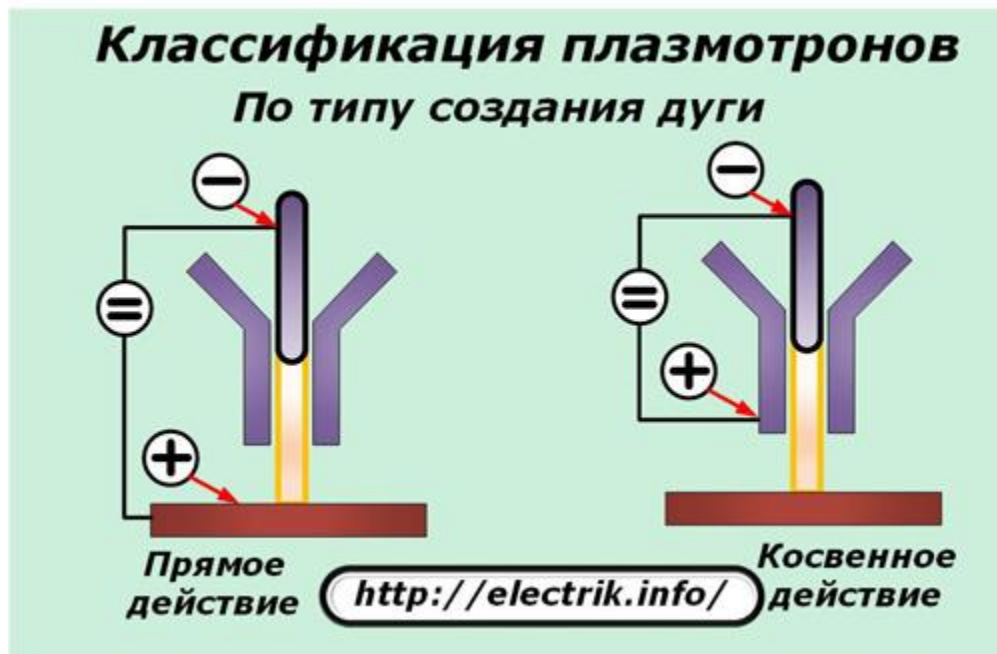


Рисунок 2. Классификация плазмотронов по типу создания дуги

По принципу работы плазмотрон бывает прямого или косвенного действия. В первом случае разность потенциалов внешнего поля генератора, создающего условия для образования дуги, прикладывается прямо к обрабатываемой детали и электроду газовой горелки. За счет этого повышается эффективность охлаждения конструкции. При втором методе электрическое напряжение прикладывается только между частями горелки для создания струи плазмы. За счет этого требуется усложнять систему охлаждения соплового узла.

У плазматронов прямого действия вырабатывается дуга, приблизительно напоминающая цилиндрическую форму, немного расширяющуюся у поверхности обрабатываемого металла. Внутри нейтрального электрического сопла происходит сжатие и стабилизация дуги. При этом сочетание тепловой и кинетической энергии плазмы формирует для нее повышенную мощность, позволяющую глубже проплавливать металл.

Горелки косвенного действия создают плазму в форме конической струи, окруженной факелом, направленным к изделию. Струю выдувает поток плазмы, исходящий из горелки.

Для запуска плазматрона может использоваться переменный или постоянный ток. В качестве примера рассмотрим работу генератора от обычной сети электроснабжения 220 вольт.

На мощность создаваемой дуги влияет сила применяемого тока. По ее величине определяют три вида сварки:

- микроплазменная;
- средняя;
- на больших токах.

Микроплазменная сварка

Она работает на токах, ограниченных величинами $0,1 \div 25$ ампер. Эта технология используется в радиоэлектронике, приборостроении, ювелирном деле, изготовлении сильфонов, мембран, термопар, фольги, тонкостенных труб и емкостей, позволяя прочно соединять детали толщиной $0,2 \div 5$ мм.

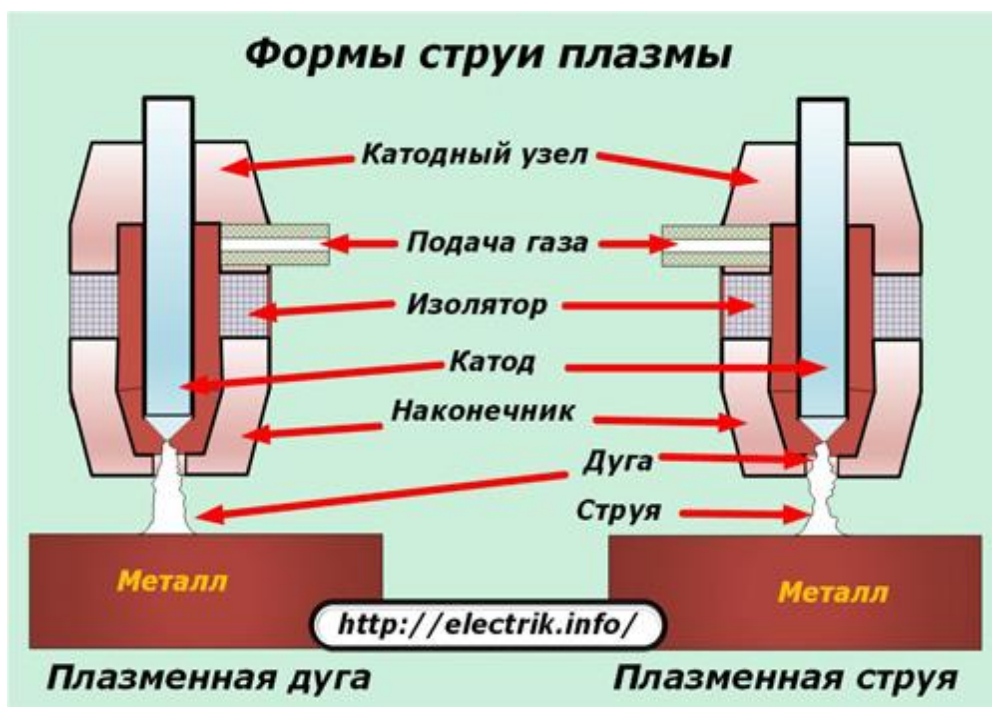


Рисунок 3. Классификация по форме струи

Для обработки разных материалов подбираются сочетания плазмообразующих и защитных газов, степень сжатия дуги, приближение к аноду. При обработке особенно тонких материалов используется режим импульсной работы при малоамперном питании дуги с подачей разнополярных импульсов тока.

Во время прохождения импульса одной полярности происходит наплавка или сварка металла, а при паузе за счет смены направления идет остывание и кристаллизация металла, создается сварная точка. Для ее хорошего образования оптимизируется процесс подачи тока и паузы. В сочетании с регулировкой амплитуды и удалением электрода это позволяет достичь высокого качества соединения различных металлов и сплавов.

Для выполнения микроплазменной сварки разработано много технологий, учитывающих разные углы наклона плазмотронов, создания поперечных колебаний для разрушения оксидных слоев, перемещение сопла относительно обрабатываемого шва и другие способы.

Сварка плазмой при средних токах $50 \div 150$ ампер используется в промышленном производстве, машиностроении и ремонтных целях.

Высокие токи от 150 ампер используются для плазменных сварок, осуществляющих в промышленных условиях обработку легированных и низкоуглеродистых сталей, сплавов меди, титана, алюминия. Она позволяет снизить затраты на разделку кромок, повысить производительность процесса, оптимизировать качество швов по сравнению с электродуговыми способами соединений.

Преимущества плазменной сварки - очаг дуги, создаваемый при плазменной сварке, отличается от обычной электрической:

- большим тепловым воздействием, благодаря приближению к цилиндрической форме;
- повышенным механическим давлением струи на металл (примерно в $6 \div 10$ раз);
- меньшей контактной площадкой на обрабатываемом металле;
- способностью поддержания горения дуги на низких токах, вплоть до 0,2 ампера.

По этим четырем причинам плазменная сварка считается более перспективной и многоцелевой при обработке металлов. Она обеспечивает лучшее расплавление внутри уменьшенного объема. Дуга плазмы обладает наиболее высокой концентрацией температуры и позволяет резать и сваривать металлы повышенной толщины даже при определенных увеличениях расстояния от сопла горелки до обрабатываемого изделия.

Кроме того, устройства плазменной сварки отличаются:

- относительно небольшими габаритами;
- надежностью в работе;
- простотой регулирования мощности;
- легким запуском;
- быстрым прекращением рабочего режима.

Недостатки: высокая стоимость оборудования ограничивает широкое внедрение плазменной сварки во все отрасли производства и среди маленьких предприятий.

Литература

1. Интернет ресурс <http://elektrik.info/device/1038-kak-ustroen-i-rabotaet-plazmennyy-svarochnyy-apparat.html>
2. Интернет ресурс <http://www.osvarke.com/plasma.html>
3. Малышев Б.Д. Ручная дуговая сварка М: Стройиздат, 1990г. — 320 с.

УДК621.38

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Быков К.Ю.

Научный руководитель - старший преподаватель Германович Е.И.

Углеродные нанотрубки – своеобразные цилиндрические молекулы диаметром примерно от половины нанометра и длиной до нескольких микрометров. На основе углеродных нанотрубок создаются электронные устройства нанометрового (молекулярного) размера.

Классификация углеродных нанотрубок

Идеальная нанотрубка представляет собой свёрнутую в цилиндр графитовую плоскость, то есть поверхность, выложенную правильными шестиугольниками, в вершинах которых расположены атомы углерода. Углеродные нанотрубки характеризуются большим разнообразием форм. К примеру, они могут быть одностенными или многостенными (однослойными или многослойными), прямыми или спиральными, длинными и короткими, и т. д. Что важно, нанотрубки оказались необыкновенно прочными на растяжение и на изгиб. Под действием больших механических напряжений нанотрубки не рвутся, не ломаются, а просто перестраивается их структура.

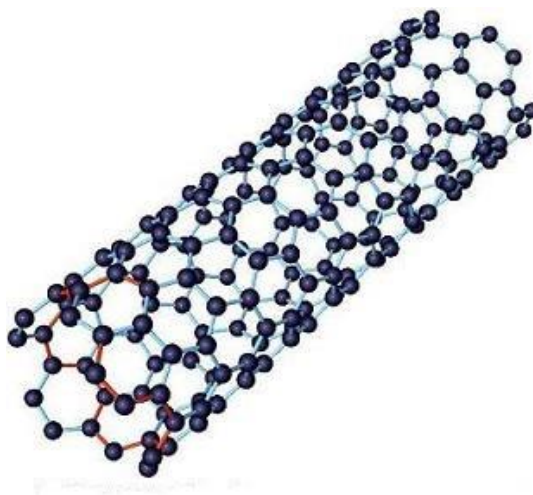


Рисунок 1 – Модель углеродной одностенной нанотрубки

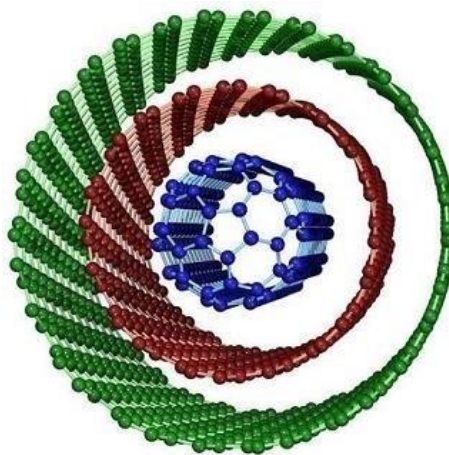


Рисунок 2 – Модель многостенной углеродной нанотрубки

Свойства углеродных нанотрубок

Нанотрубки демонстрируют множество неожиданных электрических, магнитных, оптических свойств, которые уже стали объектами ряда исследований. Особенностью углеродных нанотрубок является их электропроводность, которая оказалась выше, чем у всех известных проводников. Они также имеют прекрасную теплопроводность, стабильны химически и, что самое интересное, могут приобретать полупроводниковые свойства. По электронным свойствам углеродные нанотрубки могут вести себя как металлы, либо как полупроводники, что определяется ориентацией углеродных многоугольников относительно оси трубки. Металлическим типом зонной структуры обладают треть нанотрубок. Остальные нанотрубки должны быть полупроводниками с шириной запрещенной зоны от нескольких десятых до примерно 2 эВ, возрастающей при уменьшении диаметра нанотрубки.

Цилиндрические неизогнутые нанотрубки образуются из повторяющихся углеродных шестиугольников. Если углеродный шестиугольник заменить, например, на пятиугольник, семиугольник или на два таких дефекта, как показано на Рисунок 3, нанотрубка изогнется. С разных сторон относительно изгиба ориентация углеродных шестиугольников оказывается различной. Но при изменении ориентации шестиугольников по отношению к оси нанотрубки меняется ее электронный спектр, положение уровня Ферми, ширина оптической щели и т. п. В частности, для приведенного на Рисунок 4 случая, слева относительно изгиба нанотрубка должна быть металлической, а справа – полупроводниковой. Таким образом, эта изогнутая нанотрубка должна представлять собой молекулярный гетеропереход «металл – полупроводник».

Если рассматривать данные куски нанотрубки изолированно, с разных сторон относительно изгиба, видим, что электроны на уровне Ферми обладают разной энергией. В единой системе выигрыш в энергии приводит к перетеканию заряда и образованию потенциального барьера.

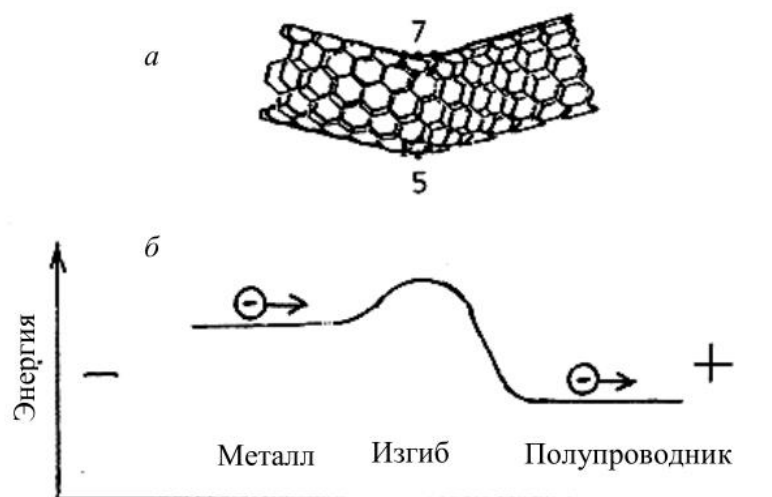


Рисунок 3. Влияние дефекта семиугольник-пятиугольник на геометрию нанотрубки (а) и энергию подвижных электронов (б)

Электрический ток в таком переходе течет только в том случае, если электроны перемещаются из области нанотрубки с большей энергией Ферми в область с меньшей. Иначе говоря, ток может течь только в одном направлении. «Одностороннее» прохождение тока через нанотрубку с изгибом используется для создания выпрямляющего диода – одного из основных элементов электронных схем (Рисунок 4).

Нанотрубка лежит на непроводящей (кварцевой) подложке в контакте с двумя сверхтонкими проводами; вольтамперная характеристика для такой системы показана на Рисунок 4, б.

На основе полупроводниковой или металлической нанотрубки удалось сделать полевые транзисторы, работающие при комнатной или сверхнизкой температуре.

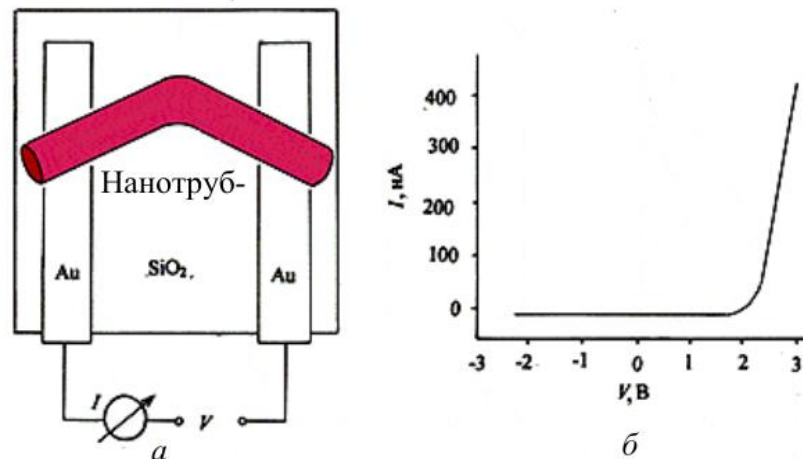


Рисунок 4. Выпрямляющий диод на изогнутой нанотрубке

Полевые транзисторы (триоды) – электронные устройства, на перенос заряда через которые оказывает сильное влияние внешнее (управляющее) электрическое поле, что используется в усилителях электрического сигнала, переключателях и т. п. (Рисунок 5). Нанотрубка лежит на непроводящей (кварцевой) подложке в контакте с двумя сверхтонкими проводами; в качестве третьего электрода (затвора) используется кремниевый слой (Рисунок 5, а); зависимость проводимости в цепи от потенциала затвора (Рисунок 5, б).

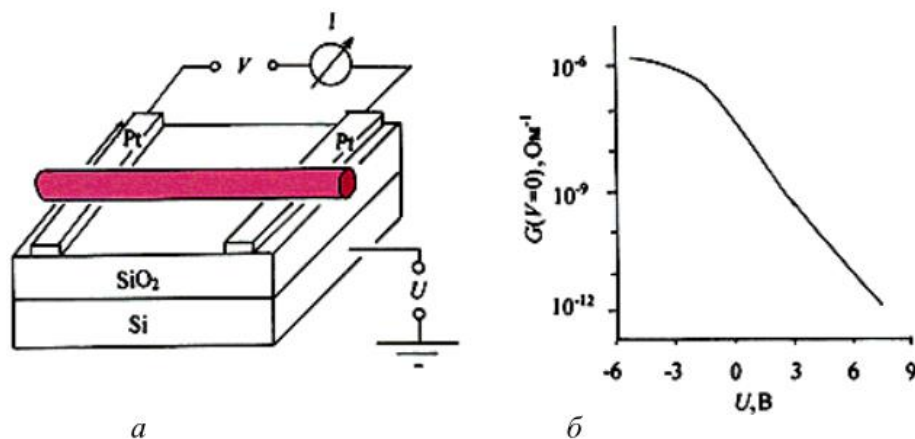


Рисунок 5. Полевой транзистор на полупроводниковой нанотрубке

В транзисторе на полупроводниковой нанотрубке электрическое поле управляет концентрацией носителей в зонах делокализованных состояний. В полупроводниковой нанотрубке состояния валентной зоны отделены от состояний зоны проводимости энергетической щелью – запрещенной зоной. Из-за наличия этой щели при обычных условиях концентрация носителей в зонах мала, и нанотрубка обладает высоким сопротивлением. При подаче на третий электрод (затвор) электрического потенциала U в области нанотрубки возникает электрическое поле, и изгиб энергетических зон изменяется. При этом концентрация дырок в валентной зоне (и соответственно электропроводность) возрастает по экспоненциальному закону со смещением края зоны относительно уровня Ферми. При потенциале затвора около минус 6 В концентрация дырок достигает максимального значения, сопротивление – минимального, а нанотрубка становится металлической.

Перспективы использования углеродных нанотрубок

Углеродные нанотрубки могут быть полезны также и для создания дисплеев нового поколения. Рассмотрим углеродную нанотрубку, закрепленную на катоде и ориентированную в направлении анода (Рисунок 6). Если на электроды подать напряжение соответствующей полярности, нанотрубка заряжается отрицательно, линии электрического поля вблизи заряженной нанотрубки искривляются и в окрестности острия нанотрубки напряженность поля становится огромной, причем тем больше, чем тоньше нанотрубка. Такое локальное поле может вырывать электроны из нанотрубки. Под действием внешнего поля летящие электроны формируются в пучок. Этот эффект, называемый автоэлектронной эмиссией, используется для создания выпрямителей в дисплеях для формирования изображения и др. В обоих случаях берут два плоских электрода, один из которых покрывают слоем из углеродных нанотрубок, ориентированных перпендикулярно ко второму. Если на электроды подается такое напряжение, что нанотрубка заряжается отрицательно, из нанотрубки на второй электрод излучается пучок электронов: ток в системе идет. При другой полярности нанотрубка заряжается положительно, электронная эмиссия из нее невозможна и ток в системе не идет.

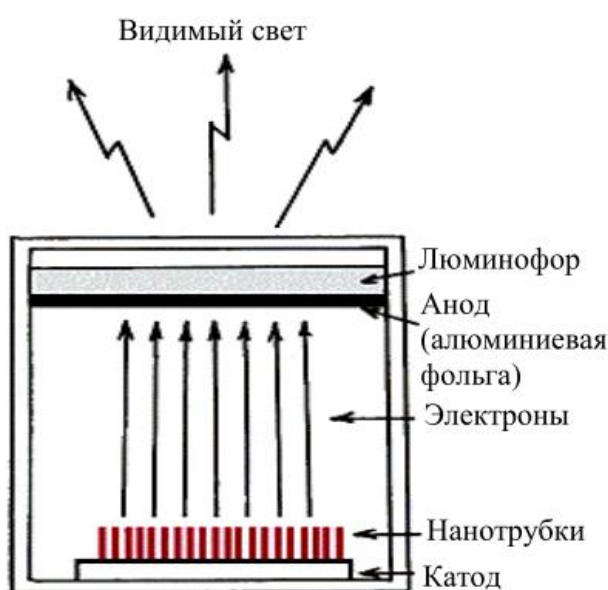


Рисунок 6. Схема дисплея, в котором используется автоэлектронная эмиссия нанотрубок

Чтобы с помощью автоэлектронной эмиссии получить изображение, на аноде закрепляют люминофор. Электронный удар возбуждает молекулы люминофора, которые затем переходят в основное состояние, излучая фотоны. Например, при использовании в качестве люминофора сульфида цинка с добавками меди и алюминия наблюдается зеленое свечение, а при добавлении серебра – синее. Красный цвет получают с помощью легированного европием оксида иттрия.

Возможности использования нанотрубок в молекулярной электронике неизмеримо возрастают при переходе от чисто углеродных к химически модифицированным нанотрубкам. Например, наличие цилиндрической полости внутри углеродных нанотрубок позволяет внедрить различные элементы, включая тяжелые металлы. Возможно добавление примесей (например, атомов фтора) на внешнюю поверхность трубки. Кроме углеродных, сейчас умеют получать и бор-азотные нанотрубки. Во всех этих случаях должны получаться материалы с новыми и пока еще экспериментально не изученными свойствами.

Литература

1. Шелованова, Г.Н. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники: курс лекций / Г.Н.Шелованова; ИПК СФУ. – Красноярск, 2009. – 220 с.
2. Интернет ресурс: <http://www.ixbt.com/editorial/carbon.shtml>

УДК 621.313

ВИДЫ ДИСПЛЕЕВ

Дубовская С.О., Татаревич М.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

LCD технологии и принцип работы

Принцип работы LCD технологии (LiquidCrystalDisplay - жидкокристаллический дисплей) основан на использовании вещества, которое находится в жидком состоянии, но при этом обладает некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Эти аморфные вещества схожи с кристаллическими веществами по электрооптическим свойствам, а также способны принимать форму сосуда под воздействием тока. За схожесть их назвали жидкими кристаллами. Молекулы жидких кристаллов под воздействием электричества могут изменять свою ориентацию, и вследствие этого, изменять свойства светового луча, проходящего сквозь них.

Экран LCD-монитора представляет собой массив сегментов (пикселей), которыми можно манипулировать для отображения информации. Дисплей имеет несколько слоев, где ключевую роль играют две панели, сделанные из свободного от натрия и очень чистого стеклянного материала, называемого субстрат или подложка. Между панелями находится тонкий слой жидких кристаллов. На панелях имеются бороздки, которые направляют кристаллы, придавая им нужную ориентацию. Соприкасаясь с бороздками, молекулы жидких кристаллов принимают одинаковую ориентацию. Стеклянные панели расположены очень близко друг к другу. Они освещаются источником света (в зависимости от того, где он расположен, LCD-дисплеи работают на отражение или на прохождение света). При прохождении панели плоскость поляризации светового луча поворачивается на 90° . Появление электрического тока заставляет молекулы жидких кристаллов выстраиваться вдоль электрического поля, а угол поворота плоскости поляризации света становится отличным от 90° . Расположив большое число электродов, создающих электрические поля в локальных местах дисплея (ячейки), получим возможность (при правильном управлении потенциалами этих электродов) отображать на экране буквы и другие элементы изображения. Технологические новшества позволили ограничить размеры электродов до точки, соответственно, на одной и той же площади панели стало возможным расположить большее число электродов, что увеличивало разрешение LCD-монитора и позволяло отображать сложные изображения в цвете.

Для формирования цветного изображения LCD-дисплей подсвечивали сзади. Цвет получался в результате использования трех фильтров, которые выделяли из белого света три основные компоненты. Комбинируя эти компоненты для каждой точки (пикселя) дисплея, появилась возможность воспроизвести любой цвет.

Обычный LCD-монитор состоит из следующих основных частей:

- активной матрицы, представляющей собой набор транзисторов, с помощью которых и формируется изображение;
- слоя жидких кристаллов со светофильтрами, которые либо пропускают свет, либо нет;
- системы подсветки, которую на сегодняшний день стараются полностью перевести на светодиоды.

Основные технологии LCD-дисплея:

1. TN+film- TN технология с успехом применялась при производстве калькуляторов и первых электронных часов (то есть там, где требовалось вывести только несколько символов), но в связи с инженерными ограничениями оказалась непригодной в производстве экранов для компьютеров. Для формирования более четкой картинки компания Samsung разработала и реализовала функцию усовершенствованного масштабирования изображения (IEF – Image Enhancement Function).

2. IPS- Технология IPS (In-PlaneSwitching), или SFT (SuperFineTFT) была разработана компаниями Hitachi и NEC в 1995 году. Технология IPS предназначалась для избавления от недостатков TN + film. С помощью IPS и удалось добиться увеличения угла обзора до 178°, высокой контрастности и глубины цвета, но не смотря на эти положительные моменты время отклика осталось на низком уровне.

Мало кто догадывается, что в iPhone 5 используется экран RetinaDisplay от компании Sharp, со сверхвысоким разрешением и применением технологии IPS. В отличие от технологии Super AMOLED, RetinaDisplay, которая используется в таких устройствах как iPhone 5, iPad 3, iPodtouch 5G и MacBookPro, поразила мир своим высоким разрешением – 326 ppi на дюйм. При таком высоком разрешении человеческий глаз воспринимает картинку как единое целое, различить отдельные пиксели невооруженным глазом просто не представляется возможным. Больших разрешений, которые пытается уместить в своих устройствах компания Samsung или Nokia и не нужно. Высокое разрешение в совокупности с технологией IPS делают дисплеи Retina одними из самых ярких и четких экранов. Конечно, такое увеличение яркости и плотности пикселей негативно сказалось на энергопотреблении. Но этот недостаток нивелируется литий - полимерным аккумулятором ёмкостью 1750 мАч.

3. VA/MVA/PVA - тип LCD матриц, которые были созданы как альтернатива TN и IPS матрицам, представляя из себя что-то среднее по доступной цене. Обладает скоростными характеристиками, схожими с TN, и углами обзора, схожими с IPS углами обзора. Имеют и свой собственный плюс - высокая контрастность, которая до 3-х раз выше, чем у IPS и TN матриц (3000:1). Высокая контрастность достигается благодаря сдвоенным пикселям, которые могут использовать больше вариантов положений кристаллов.

4. PLS-матрица (plane-to-lineswitching) была разработана компанией Samsung как альтернатива IPS и впервые продемонстрирована в декабре 2010 года. Предполагается, что эта матрица будет на 15 % дешевле, чем IPS.

Компания Samsung не давала описания технологии PLS. Сделанные независимыми наблюдателями сравнительные исследования матриц IPS и PLS под микроскопом не выявили отличий. То, что PLS является разновидностью IPS, косвенно признала сама корпорация Samsung своим иском против корпорации LG: в иске утверждалось, что используемая LG технология AH-IPS является модификацией технологии PLS.

OLED дисплеи

В 2003 году на рынке появился серьезный конкурент в виде технологии OLED (OrganicLight-EmittingDiode), базирующейся на совершенно иных принципах работы. В их основе лежит органический полимер, излучающий свет под воздействием электрического поля. При этом он обладает большим запасом яркости по сравнению с LCD при меньшем энергопотреблении, меньшем времени отклика, лучшей цветопередачей и практически отсутствующих так называемых «углах обзора» — качество изображения не меняется в зависимости от угла зрения на протяжении всех 180 градусов. Правда и технология производства таких экранов была весьма недешева. В 2009 году технология OLED была заметно улучшена, и новый тип дисплеев назвали AMOLED (Active-MatrixOLED). Здесь в матрицу был добавлен слой тонкопленочных транзисторов, что позволяло увеличить диагональ экранов, еще сократить энергопотребление и улучшить цветопередачу. Существует и технология SuperAMOLED. Отличается она от простого AMOLED отсутствием воздушной прослойки между слоями, что характеризует новый экран увеличенной яркостью, отсутствием боязни солнечного света и еще меньшей толщиной при большей диагонали.

Плазменные дисплеи (газоразрядные экраны)

Газоразрядный экран (также широко применяется английская калька «плазменная панель») — дисплей, использующий в своей работе явления электрического разряда в газе и возбуждаемого им свечения люминофора.

Принцип работы плазменной панели заключается в следующем – внутри многослойной стеклянной конструкции между стеклянными стенками располагаются сотни тысяч ячеек

покрытых флуоресцентным материалом (люминофором) красного, зеленого и синего цветов. Ячейки заполнены инертным газом (неон, аргон, ксенон или их смесь). Снизу и сверху ячеек под углом 90 градусов располагаются токопроводящие электроды. При подаче напряжения на соответствующие электроды в точке их пересечения происходит разряд, в результате которого газ в ячейке ионизируется и превращается в плазму. Появившиеся в плазме свободные электроны, попадая на люминофор, вызывают свечение поверхности соответствующей цветной ячейки. Подачей напряжения на необходимые электроды руководят специальные процессоры.

E-ink экраны

В переводе с английского E-Ink - электронные чернила или электронная бумага. Экраны на основе этой технологии называют бумагоподобными. Эта технология создавалась специально для имитации обычной печати на бумажном листе. В основе технологии - микрокапсулы заполненные черными и белыми микрогранулами. При приложении электрического поля к такой капсуле на ее поверхность всплывают черные или белые гранулы (в зависимости от полярности приложенного напряжения), обеспечивая изменение цвета капсулы. Подробнее о принципе работы e-ink.

Основным достоинством таких экранов является отсутствие внутреннего свечения и мерцания. Кроме того, после появления изображения на таком экране электрическое поле снимается, а нужные микрокапсулы так и остаются окрашенными. Иными словами, такой экран потребляет энергию только в момент смены изображения. Экраны E-Ink потребляют очень мало энергии. Электронные книги с экранами типа E-Ink от заряда до заряда батареи работают недели. В инструкциях по эксплуатации к таким книгам указывается не максимальное время работы батареи в часах, а количество перелистывания страниц в тысячах. Обычно этот параметр находится в пределах от 5 000 до 30 000. При среднем размере книги в 700 страниц получаем, что одного заряда батареи хватает на чтение от семи до сорока двух книг. Батарея в электронных книгах с E-ink экранами не такая тяжелая и большая, как в электронных книгах с экранами TFT.

Основные недостатки E-Ink технологии. Первый - это более низкая контрастность, чем у TFT-экранов. Белый цвет у таких экранов несколько сероватый, а черный - недостаточно темный. Второй недостаток - сегодня E-Ink экраны электронных книг пока еще черно-белые. Третий недостаток - обновление экрана происходит гораздо медленнее, чем у TFT. При чтении книг это абсолютно не напрягает, но фильм на таком экране смотреть невозможно. Поэтому в электронных книгах с такими экранами не ищите проигрывателя видео. Его не может быть.

Литература

1. LCD-мониторы [Электронный ресурс] URL: <http://master-tv.com/article/lcd/> (дата обращения: 18.04.2016).
2. Взгляд изнутри: LCD и E-Ink дисплеи [Электронный ресурс] URL: <http://geektimes.ru/post/253948/> (дата обращения: 18.04.2016).
3. OLED — технология производства дисплеев на основе органических диодов.[Электронный ресурс] URL: <http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichni-spravochnik-hitech-book/oled-tecnology/> (дата обращения: 18.04.2016).

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

Дергачёва М.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Одним из самых актуальных вопросов для владельцев загородных домов, домиков, дач, бань, и прочих строений загородного типа, является вопрос отопления. На сегодняшний день существуют три основных вида: твердотопливное, газовое и электрическое отопление. Попробуем разобраться какое всё-таки лучше.

Многომесечный холодный период является строгим экзаменатором и никому не прощает просчетов в устройстве системы отопления. Защитить себя и свою семью от погодных катаклизмов может грамотно рассчитанное и надежное электрическое отопление, как один из вариантов отопления частного дома. По сравнению с другими видами отопления, в которых применяется газообразное, жидкое или твердое топливо, электроотопление отличается более высокими тарифами, хотя принципы, заложенные в современное отопление, позволяют значительно снизить этот отрицательный фактор.

С другой стороны, считающееся самым дешевым, газовое отопление называют таковым только за счет низкой стоимости газа. В тоже время, газовые отопительные устройства стоят намного дороже, чем электрический котел отопления. Добавьте к этому затраты на подключение природного газа или на устройство газгольдера, а также массу всевозможных согласований и окажется, что нужно выложить очень кругленькую сумму, которая далеко не каждому по карману. При этом стоит суммировать затраты на прокладку дворовых и уличных газопроводов, стоимость которых растет с ужасающей скоростью с каждым метром их длины. В итоге, вложив очень крупную сумму, придется ждать, в лучшем случае, не менее 10 лет для окупаемости газового отопления.

Установка электрического отопления отличается, по сравнению с газовым вариантом, минимальными первоначальными затратами, куда входят покупка электрического котла, приобретение многотарифного электросчетчика, аккумулятора тепла и замена или прокладка усиленного электрического ввода. Согласовывается электроотопление с местным отделением энергосбыта, а выполнить все электромонтажные работы по силам одному опытному электрику.

Итак, современное отопление с применением электричества, должно иметь многотарифный счетчик и аккумулятор тепла, что позволит запастись теплом в ночной минимум по ценам, которые в четыре раза ниже общепринятых. Учитывая стоимость электрического котла, которая намного ниже газовых прототипов, небольшой объем монтажных работ и возможность выполнить их в считанные дни, электрическое отопление имеет оптимистические перспективы. Особенно это важно для загородных застройщиков, до которых газовые магистрали могут быть проложены в необозримом будущем. В таких случаях выполняется электроотопление, которое в перспективе можно будет перевести на газовый источник тепла. К этому стоит добавить экологическую чистоту, внешнюю привлекательность и простоту регулирования в автоматическом режиме, что делает подобный способ отопления полностью автономным.

Рассчитаем три варианта отопления для небольшого загородного дома площадью 90м².

Твердотопливное отопление

Твердотопливные котлы довольно просты и долговечны, они работают практически на любых видах твердого топлива: дрова, уголь, торф, пеллеты, брикеты и т.д. Использование различных брикетов, пеллет или гранул выходит довольно дорого, так как производители поставляют свой товар по завышенным ценам. Уголь, на мой взгляд, имеет некоторую территориальную привязанность, в регионах, где есть шахты он более доступен, хотя и там

цена на него очень поднялась, и соответственно, транспортировка угля в другие регионы увеличивает его стоимость в разы. Потому самым распространенным топливом для твердотопливных котлов являются дрова. Для отопления дома 90 м^2 , при постоянном проживании, потребуется 2-2.5 м^3 дров на месяц. Стоимость одного куб.метра дров (колотых) от 25 долларов. Таким образом, путем нехитрых математических вычислений, мы получаем стоимость отопления дома 90 м^2 в течение одного месяца составляет 50-60 долларов. В среднем отопительный сезон составляет 7 месяцев, то есть необходимо 14-15 м^3 дров.

Рассчитаем примерную стоимость системы отопления на твердом топливе (эконом):

- Котел отопительный твердотопливный: 300 долларов.
- Радиаторы 7шт по 45 долларов: 310 долларов.
- Монтаж системы (включая трубы, фитинги, переходники и т.д.) 750 долларов.

Итого: 1360 долларов.

Газовое отопление

Газовое отопление является одним из самых дешевых источников тепла. Безусловно, это так, если у вас сделана разводка труб, установлен газовый котел и заведен газ на участок. Попробуем рассчитать стоимость установки и владения газовым отоплением с «нуля».

- Радиаторы 7шт. по 45= 310 долларов.
- Газовый котел 600 долларов.
- Монтаж системы (включая трубы, фитинги, переходники и т.д.) 1000 долларов.
- Проект газификации, подключение, согласование от 4500 долларов

Итого получаем 6410 долларов (на практике получается не меньше 7500 долларов.)

Считается, что для отопления 10 м хорошо утепленного дома требуется котел мощностью 1 кВт, при выборе удельной мощности котла необходимо учитывать климатические условия региона:

Для РБ $W_{\text{уд.}} = 1,2-1,5 \text{ кВт}$;

Для дома площадью 90 м^2 (рисунок) потребуется котел:

$W_{\text{котла}} = 90 \times 1,2 / 10 = 10,8$ мощностью 10,8 кВт.

В среднем котел будет работать 50% времени - 5,4 кВт/час. Теплотворная способность 1 м^3 газа составляет 9,3 кВт/час Отопительный период длится около семи месяцев.

Коттедж $90,49 \text{ м}^2$



Рисунок 1

С 1 января 2016 года тарифы в РБ на газ:

при наличии приборов учета газа от 3000 м^3 до 5500 м^3 (включительно)

В отопительный период	В летний период
1009,19 р.	3694,86 р.

Получаем в среднем за отопительный сезон коттеджа около 200 долларов.

Электрическое отопление

Теперь рассчитаем стоимость установки и владения системой электрического отопления для того же дома площадью 90м². Для электрического отопления данного коттеджа понадобится:

1 этаж

- Кухня-столовая 10,76 м² - устанавливается один радиатор ЭЭЕ 1200/6 мощностью 1,2 кВт. Цена 155 \$/шт.
- Гостиная 15,44 м² - под каждое окно устанавливаются радиаторы ЭЭЕ 800/4 мощностью 0,8 кВт. Цена 120\$/шт.
- Холл 9,66 м² - устанавливается радиатор ЭЭЕ 800/4 мощностью 0,8 кВт. Цена 120\$/шт.
- Санузел 5,13 м² - устанавливается радиатор ЭЭЕ 600/4 мощностью 0,6 кВт. Цена 120\$/шт.
- Тамбур (по желанию заказчика) - один радиатор ЭЭЕ 600/4 мощностью 0,6 кВт. Цена 120\$/шт.

Необходимость в котельной отпадает, можно использовать как гардеробную либо кладовую.

2 этаж

- Спальня 10,53м² устанавливается один радиатор ЭЭЕ 1200/6 мощностью 1,2кВт. Цена 120\$/шт.
- Спальня 15,21м² устанавливается один радиатор ЭЭЕ 1600/8 мощностью 1,6кВт. Цена 190\$/шт.
- Холл 7,6м² устанавливается радиатор ЭЭЕ 800/4 мощностью 0,8кВт. Цена 120\$/шт.
- Санузел 6м² устанавливается радиатор ЭЭЕ 600/4 мощностью 0,6кВт. Цена 120\$/шт .

Общая стоимость электрического отопления коттеджа 90,49м² электрорадиаторами «ЭффектЭнерго» серии «Эконом» составляет 1200\$.

- Установка одного радиатора 7.5\$, получаем 10шт. -75\$.

Итого: электрическое отопление плюс монтаж - 1275\$.

- Пиковая мощность электрического отопления составит 8,4кВт. Среднее потребление за отопительный период составит 2,5-3кВт/час.

- Стоимость владения данной системой электрического отопления при однотарифном счетчике: За отопительный сезон 7месяцев - 430\$.

- Стоимость при двухтарифном счетчике 50\$/месяц.

- Стоимость за сезон 360\$.

- Монтаж электрического отопления для данного коттеджа 2 часа.

	Стоимость отопления в месяц	Стоимость СО	Стоимость годового обслуживания	Стоимость отопления в год (7 мес.)
Дрова	50-60*	1360*	120*	470*
Газ	30*	6410*	150*	360*
Электричество	60*	1275*	нет	420*

* — Расчеты приведены в ознакомительных целях и цены могут отличаться от актуальных на данный момент.

Выводы

1. Отопление дровами выходит дорогим и довольно хлопотным делом.
2. Газовое отопление (при подсчете всех составляющих) получается ненамного дешевле электрического отопления. Разница изначальных вложений составляет около 5000\$. Перспектива окупаемости вложения в газовое отопление составляет более 10 лет.
3. Электрическое отопление является наиболее экологически чистым, дешёвым и более доступным. Чтобы им пользоваться нужна лишь электроэнергия, которую можно покупать у БелЭнерго (единственный поставщик электричества в Беларуси) или же выработать самим, например, с помощью ветроустановок.

Литература

1. Журнал «Идеи вашего дома» №3 Март 2016.
2. Интернет-магазин отопительного оборудования <http://megavatt.dom.by/>
3. Пособие по расчету систем отопления, В.В. Покотилов, Вена, 2006г. В.В. Покотилов «Системы водяного отопления».
4. Указ Президента Республики Беларусь от 23 марта 2016 г. № 107 "Об оплате жилищно-коммунальных услуг, оказываемых населению".
5. Внутренние санитарно-технические устройства: Часть 1. отопление. Под ред. к.т.н. И.Г. Старовойтова. М. Стройиздат – 1990г. 358с.
6. Отопление: Андреевский А.К., Минск, «Высшая школа», - 1974 – 431

УДК 621.314

БИО БАТАРЕИ

Немкович Е.Г., Тиханович С.В., Шакинко А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

В наше время энергия играет важнейшую роль в жизни человека. Без неё не будет работать ни одно современное устройство. С каждым годом потребность в электроэнергии возрастает, невозобновимые источники энергетических ресурсов иссякают, поэтому учёные всего мира работают над созданием технологий, позволяющих использовать энергию от возобновимых источников. Одним из перспективных и наиболее экологичных направлений является выработка электроэнергии из органики.

Био батареи являются одним из недавних открытий в сфере выработки электроэнергии из органических материалов. Принцип их работы основан на биоэнергии катализе, когда ферменты воздействуют на органические составляющие. К преимуществам био батарей можно отнести их портативность, экологичность, незначительное количество отходов или их отсутствие.

В данный момент развивается несколько направлений в сфере разработки био батарей. К наиболее активно развивающимся относят био батареи, работающие на глюкозе, бумаге и бактериях.

Как ни странно, благодаря использованию био батарей, работающих на глюкозе, простая шоколадка, может дать нам энергию способную приводить в движение электромотор небольшого вентилятора. Электричество из шоколада, точнее из отходов шоколадной фабрики: растворов нуги и карамели, получено британским микробиологом Lynne Mackaskie (Л. Маккаскаки). В опытах, проводимых ей в лаборатории университета Бирмингема, бактерии *Escherichia coli* «съедали» карамель и, расщепляя сахар, производили водород. Полученный водород передавался в топливный элемент, вырабатывающий энергию, способную приводить в движение электромотор небольшого вентилятора. Батарея способна перерабатывать в электричество также кубики сахара, которые в будущем планируют заменить морковью. Бактерии *E. Coli* производят ферменты, расщепляющие углеводы, выпуская атомы водорода. Демонстрируя эффективность этих батарей, исследователи соединяют последовательно несколько топливных ячеек и используют батарею для маленького робота по имени EcoBot 50 граммов сахара достаточно, чтобы робот функционировал 8 часов.

Кроме того, глюкоза вырабатывается и в организме живых существ, в том числе и человека, что в будущем может обусловить их применение в сфере медицины.

Также в качестве продукта получения чистой органической энергии может послужить обычная бумага, которая остается в огромных количествах ввиду активного ее использования в корпоративных и личных нуждах.

В основе идеи лежит использование биологического фермента – целлюлозы, относящегося к классу гидролаз. Он служит катализатором химических реакций и известен тем, что активно расщепляет целлюлозу на более простые составляющие. При этом происходит синтез глюкозы, которая используется в качестве основного источника энергии практически всеми живыми существами на нашей планете.

Конструктивно био-батарея представляет собой небольшую емкость с ферментированным раствором, в которой разлагаются кусочки целлюлозы – в ее роли выступает обыкновенный упаковочный картон. Вырабатываемая при этом глюкоза расщепляется специальным набором ферментов, при этом вырабатывается энергия, которая и преобразуется в электричество. Остается только снять его с клемм батареи направить к потребителю.

Теоретически, при полной переработке листа офисной бумаги формата А4 можно выработать таким способом до 18 Вт энергии. Однако в силу множества технических

особенностей на практике результат не дотягивает даже до половины этого значения. Тем не менее, эта био батарея является первым в мире прототипом такого рода энергетических устройств.

Исследователи так же обнаружили, что бактерии способны производить электричество, когда вступают в контакт с металлом. Учеными была создана синтетическая версия морских бактерий, известных как *Oneidensis Shewanella*, используя при этом только белки для трансфера электронов от внутренней части микроба к элементу. Они заключили их в слои пузырьков, которые представляют из себя небольшие липидные капсулы (жир), такие же точно, из которых сделана бактериальная мембрана. После этих приготовлений исследователи протестировали, насколько хорошо происходит обмен электронов между бактерией-донором и железосодержащим минералом. Это первый в истории науки случай, когда удалось реально увидеть процесс взаимодействия компонентов клеточной мембраны с различными веществами.

Теперь ученые всерьез задумались о создании батареек, которые работали бы при помощи бактерий.

На сегодняшний день био батареи являются одним из самых перспективных направлений в энергетике. Они обладают рядом неоспоримых преимуществ, таких как повсеместное распространённость их «топлива», экологичность, безотходность. Эти достоинства будут впоследствии обеспечивать их широкое применение.

Литература

1. Tetsuo Nozawa. Sony Unveils Paper-powered Bio Battery [Электронный ресурс].URL: <http://techon.nikkeibp.co.jp>.
2. Urba Ziyauddin Siddiqui¹ , Anand K.Pathrikar. THE FUTURE OF ENERGY BIO BATTERY./ IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology/Volume: 02 Issue: 11 /Nov-2013.
3. Zhu Zhiguang , Tam Tsz Kin , The Sun fangfang , Chun You & Y. -H. Percival Zhang. A high-energy-density sugar biobattery based on a synthetic enzymatic pathway:[Электронный ресурс].URL: <http://www.nature.com>

УДК 53.082.62

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Логвинов М.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Тепловая энергия является наиболее доступной и распространенной и по сравнению с электрической, поэтому задача преобразования тепловой энергии в электрическую, наиболее выгодную для транспортировки и преобразования в другие виды энергии, настоящее время занимает важное место в энергетике. Самым массовым, на данный момент, способом конвертации тепловой энергии в электрическую является тепловая электростанция, которая преобразует тепловую энергию в энергию вращения вала электрогенератора. Существуют различные модификации таких электростанций. Но существуют и другие методы для преобразования теплоты в электричество, например, термоэлектрогенераторы.

Термоэлектрогенератор — это устройство, предназначенное для прямого преобразования тепловой энергии в электричество посредством использования в его конструкции термоэлементов, работа которых возможно благодаря термоэлектрическим явлениям. Термоэлектрические явления — совокупность физических явлений, обусловленных взаимосвязью между тепловыми и электрическими процессами в металлах и полупроводниках.

К термоэлектрическим явлениям относят:

– Эффект Зеебека (явление возникновения ЭДС в замкнутой электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых разнородных проводников, контакты между которыми находятся при различных температурах);

– Эффект Пельтье (термоэлектрическое явление, при котором происходит выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников);

– Эффект Томсона (заключающийся в том, что в однородном неравномерно нагретом проводнике с постоянным током дополнительно к теплоте, выделяемой в соответствии с законом Джоуля — Ленца, в объёме проводника будет выделяться или поглощаться дополнительная теплота Томсона в зависимости от направления тока).

В некоторой степени все эти эффекты одинаковы, поскольку причина всех термоэлектрических явлений — нарушение теплового равновесия в потоке носителей.

В рамках классической электронной теории металлов при соприкосновении двух разных металлов с работами выхода A_1 и A_2 (примем $A_1 < A_2$), электроны находящиеся у поверхности раздела металлов, вследствие теплового движения будут переходить из металла с меньшей работой выхода в металл, для которого работа выхода больше. Процесс будет длиться до тех пор, пока работа по перемещению электронов за счет контактной разности потенциалов $(\varphi'_1 - \varphi'_2)$ не станет равной разности работ выхода:

$$e \cdot (\varphi'_1 - \varphi'_2) = A_2 - A_1,$$

где e - заряд электрона.

Еще одной причиной возникновения контактной разности потенциалов является различная концентрация электронов в металле. Если n_1 и n_2 - концентрация электронов в первом и втором металлах, и $n_1 > n_2$, то будет происходить преимущественный перенос электронов из первого металла во второй. В результате первый металл приобретет положительный заряд, а второй - отрицательный, что приведет к разности потенциалов:

$$\varphi''_1 - \varphi''_2 = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

где k - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура.

Как правило, $\varphi'_1 - \varphi'_2 \gg \varphi''_1 - \varphi''_2$.

Результирующая контактная разность потенциалов равна:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_2 - A_1}{e} + \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

Работа выхода электронов из металлов зависит от температуры. Следовательно, контактная разность потенциалов также зависит от температуры. Если температура контактов замкнутой цепи, состоящей из нескольких металлов, неодинакова, то полная ЭДС контура не будет равна нулю, и в цепи возникает электрический ток. Это явление и называют термоэлектрическим.

Контактная разность потенциалов возникает не только между двумя металлами, но также и между полупроводниками, металлом и полупроводником, двумя диэлектриками. В небольшом интервале температур термо-ЭДС E можно считать пропорциональной разности температур:

$$E = \alpha_{12}(T_2 - T_1)$$

Где α_{12} — термоэлектрическая способность пары (или коэффициент термо-ЭДС).

В простейшем случае коэффициент термо-ЭДС определяется только материалами проводников, однако, строго говоря, он зависит и от температуры, и в некоторых случаях с изменением температуры α_{12} меняет знак.

Представление о величинах термоэлектродвижущей силы при разных спаях металлов можно получить из таблицы 1.

Таблица 1. Термоэлектродвижущие силы (в милливольтгах) при температурах спаев 0 и 100 °С соответственно.

Спай	термоЭДС, мВ
висмут - сурьма	10,0
висмут - платина	6,5
никель - железо	3,2
серебро - железо	2,6
платина - железо	1,7
никель - платина	1,6
ртуть - платина	0,0

Явление Зеебека используется для измерения температуры. Для этого применяются термоэлементы, или термопары — датчики температур, состоящие из двух соединенных между собой разнородных металлических проводников. Если контакты (обычно спаи) проводников, образующих термопару, находятся при разных температурах, то в цепи возникает термоэлектродвижущая сила, которая зависит от разности температур контактов и природы применяемых материалов.

Чувствительность термопар выше, если их соединять последовательно. Эти соединения называются термобатареями (или термостолбиками). Все четные спаи поддерживаются при одной температуре, а нечетные при другой. ТермоЭДС такой батареи равна сумме термоЭДС ее отдельных элементов.

Термопары применяются как для измерения ничтожно малых разностей температур, так и для измерения очень высоких и очень низких температур (например, внутри доменных печей или жидких газов). Точность определения температуры с помощью термопар составляет, как правило, несколько кельвин, а у некоторых термопар достигает »0,01 К. Термопары обладают рядом преимуществ перед обычными термометрами: имеют большую чувствительность и малую инерционность, позволяют проводить измерения в широком интервале температур и допускают дистанционные измерения.

Явление Зеебека в принципе может быть использовано для генерации электрического тока. Так, уже сейчас К. П. Д. полупроводниковых термобатарей достигает 18%. Следовательно, совершенствуя полупроводниковые термоэлектрогенераторы, можно добиться эффективного прямого преобразования солнечной энергии в электрическую.

Эффект Пельтье связан с процессами выделения и поглощения тепла, поэтому он применяется в холодильных машинах. В последние годы модули, работа которых основана на эффекте Пельтье, стали активно использовать для охлаждения разнообразных электронных компонентов компьютеров. Их, в частности, стали применять для охлаждения современных мощных процессоров, работа которых сопровождается высоким уровнем тепловыделения.

Благодаря своим уникальным тепловым и эксплуатационным свойствам устройства, созданные на основе термоэлектрических модулей — модулей Пельтье, позволяют достичь необходимого уровня охлаждения компьютерных элементов без особых технических трудностей и финансовых затрат. Данные средства поддержки необходимых температурных режимов их эксплуатации являются чрезвычайно перспективными. Они компактны, удобны, надежны и обладают высокой эффективностью работы.

Суть открытого эффекта заключается в следующем: при прохождении электрического тока через контакт двух проводников, сделанных из различных материалов, в зависимости от его направления, помимо теплоты выделенной по закону Джоуля-Ленца, выделяется или поглощается дополнительное тепло, которое получило название тепла Пельтье. Степень проявления данного эффекта в значительной мере зависит от материалов выбранных проводников и используемых электрических режимов.

Тепло Пельтье, как показали экспериментальные исследования, можно выразить формулой:

$$Q_n = \Pi \cdot q$$

где q — количество прошедшего электричества ($q = I \cdot t$), Π — так называемый коэффициент Пельтье, величина которого зависит от природы контактирующих материалов и от их температуры (некоторые значения коэффициента Пельтье представлены в таблице 2). Эффект Томсона не имеет технического применения, однако его необходимо учитывать в точных расчетах термоэлектрических устройств.

Таблица 2. Значения коэффициента Пельтье для различных пар металлов и температуры спая

Железо-константан		Медь-никель		Свинец-константан	
T, К	Π, мВ	T, К	Π, мВ	T, К	Π, мВ
273	13,0	292	8,0	293	8,7
299	15,0	328	9,0	383	11,8
403	19,0	478	10,3	508	16,0
513	26,0	563	8,6	578	18,7
593	34,0	613	8,0	633	20,6
833	52,0	718	10,0	713	23,4

В настоящее время для термоэлектродгенераторов используются полупроводниковые термоэлектрические материалы, обеспечивающие наиболее высокий коэффициент преобразования тепла в электричество. Список веществ, имеющих термоэлектрические свойства, достаточно велик (тысячи сплавов и соединений), но лишь немногие из них могут использоваться для преобразования тепловой энергии. Современная наука постоянно изыскивает новые и новые полупроводниковые композиции, и прогресс в этой области обеспечивается не столько теорией, сколько практикой, ввиду сложности физических процессов, происходящих в термоэлектрических материалах. Определённо можно сказать, что на сегодняшний день не существует термоэлектрического материала, в полной мере удовлетворяющего промышленность своими свойствами, и главным инструментом в создании такого материала является эксперимент.

Литература

1. Интернет ресурс <http://www.ixbt.com/cpu/peltje.html>

2. Князев М.А., Русакевич Д.А., Трофименко Е.Е. Изучение термоэлектрических явлений и их применение. - Минск: БНТУ, 2010. - 27 с.
3. Путилов К.А. Курс физики. Т. 2. М.: Гостехтеориздат, 1963. - 583 с.

УДК 621.355

ПОДБОР АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Разуменко А.А., Ермолаев А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Для обеспечения электроэнергией системы, содержащей фотоэлементы, в период нехватки энергии, например, при недостаточной освещённости, в ночное время или при временном возрастании потребления, предусматривается установка дополнительных элементов, которые бы запасали энергию в период её переизбытка и отдавали бы в систему при её недостатке. Данная задача легко решается при помощи аккумулятора.

Электрический аккумулятор — это химический источник электрического тока, основная специфика которого заключается в способности на обратимость внутренних химических процессов, что обеспечивает его многократное циклическое использование (через заряд-разряд) для электропитания различных электротехнических устройств, оборудования и т.д.

Целью данной работы является анализ существующих и подбор оптимального типа аккумуляторов для использования в электрических системах с фотоэлементами.

Как правило, для полноценной солнечной системы емкости одного аккумулятора недостаточно, поэтому используются несколько устройств.

Аккумуляторная батарея (АКБ) – группа соединенных вместе аккумуляторов, которые хранят энергию в автономных системах альтернативных источников энергии. В аккумуляторную батарею объединяются одинаковые аккумуляторы: одного типа, одной емкости, а также желательно из той же партии. Стоит отметить, что использование в батарее разнородных аккумуляторов приводит к неправильной работе и ее преждевременному выходу из строя.

Для повышения емкости общей АКБ используются три метода коммутации:

- Последовательный. В этом случае общая емкость будет идентична емкости одного устройства (у всех аккумуляторов этот параметр должен быть одинаков), а напряжение сложится из суммы напряжений каждой АКБ.
- Параллельный. При этом общее напряжение будет равно напряжению одного устройства, а емкости сложатся.
- Последовательно-параллельный. При такой коммутации сложатся и емкости, и напряжения.

Самым распространённым типом аккумуляторов является свинцово-кислотный аккумулятор, который широко используется, в том числе и в автомобилях. Однако использование обычных автомобильных аккумуляторов нерационально для длительного использования. Они не приспособлены для длительных разрядов малыми токами, имеют значительный саморазряд и очень плохо выдерживают постоянные и продолжительные циклы разрядки/зарядки. Обычный срок службы (в зависимости от условий эксплуатации) – 2-4 года, что равно примерно 200 циклам полного разряда [1].

Чаще всего в солнечной энергетике применяют герметичный свинцово-кислотный аккумулятор, производимый с использованием 2 различных технологий:

- Gelled Electrolite (или гелевые аккумуляторы).
- Absorptive Glass Mat (AGM).

Основу аккумуляторов AGM составляют абсорбирующие стекломаты, между которыми находится электролит в связанном состоянии. Эксплуатироваться они могут в любом положении (к примеру, на боку). Такие аккумуляторы очень дешевы и отличаются довольно высоким уровнем заряда. Средний срок функционирования составляет 5 лет.

Кроме того, внешний аккумулятор AGM-типа имеет такие особенности, как:

- компактность;
- возможность транспортировки в заряженном состоянии;

- способность выдерживать до 800 циклов при глубине разряда 30% и до 500 при глубине разрядки до 80%;
- возможность использования в плохо вентилируемом помещении;
- быстрая зарядка (порядка 7,5ч на полное восстановление);
- оптимальные рабочие температуры 15-25° С. Однако, такие аккумуляторы неплохо работают и при более низких температурах.

Данные АКБ удовлетворительно переносят недозаряд, перезаряд же быстро приводит к их выходу из строя. Но оставлять их в разряженном состоянии крайне не рекомендуется.

Гелевые аккумуляторы благодаря особой желеобразной консистенции электролита также могут работать в любом положении. Роль разделителя свинцовых пластин играет силикагель, в порах которого и удерживается гелевый электролит. Поскольку силикагель полностью заполняет все пространство между электродами, их осыпание практически полностью исключено, а значит, невозможно и закорачивание.

Более того, за счет такой конструкции гелевые АКБ гораздо устойчивее к глубоким, 100%-ным, разрядам и выдерживают значительное число циклов. В среднем рабочая цикличность данных АКБ на 50% AGM-батарей с аналогичными параметрами. Соответственно, и цена их несколько выше.

Таким образом, гелевые аккумуляторы дороже, но экономичнее и рациональнее в эксплуатации, а кроме того, они не нуждаются в регулярном обслуживании и могут оставаться 100%-разряженными на протяжении нескольких дней. А за счет малого саморазряда в них теряется минимум энергии.

Аккумулятор OPzV (стационарные батареи с панцирными положительными пластинами и разделителем с гелевым электролитом) - является тоже свинцово-кислотным гелевого типа. Отличие от обычного аккумулятора в другом строении. В OPzV положительно заряженные пластины являются трубчатыми. Особенности технологии OPzV позволяют гораздо эффективнее поглощать и отдавать энергию, а срок службы и устойчивость к глубоким разрядам увеличивается по сравнению с обычными гелевыми аккумуляторами в полтора - два раза. Аккумуляторы OPzV немного дороже, но надежнее для солнечных систем. Обычный срок службы (в зависимости от условий эксплуатации) - 7-12 лет.

Использование аккумуляторов OPzV оптимально по соотношению цена/результат для большинства систем и особенно рекомендуется для тех случаев, где повышенные требования к качеству и долговечности. Аккумуляторы могут быть только напряжением 2 В, из которых собираются батареи нужного напряжения. Как правило, срок службы аккумуляторов OPzV почти в два раза выше срока службы простых гелевых.

Литий-железо-фосфатные аккумуляторы (LiFePO₄ - LFP) в качестве катода используют фосфат железа. LiFePO₄ по сравнению с аккумуляторами на базе свинца имеют многократное преимущество по весу, ресурсу работы и пробегу на одной зарядке. Они превосходят по всем основным параметрам иные виды аккумуляторов, изготавливаемых на основе ионов лития, о чем свидетельствуют их технические характеристики. Основные преимущества LiFePO₄: число циклов заряд/разряд до потери 20% ёмкости 2000-5000 - отсутствует эффект "памяти", длительный срок службы - более 10 лет, диапазон рабочих температур от -300С до +700С с сохранением характеристик, имеют термическую и химическую стабильность, что существенно повышает безопасность [2].

С учетом специфики работы солнечных станций, к аккумуляторам предъявляется целый ряд особых требований:

- способность выдерживать значительное количество циклов заряда/разряда;
- небольшой саморазряд;
- большой зарядный ток (особенно для гибридных контуров с котлами на жидком топливе);
- большой рабочий диапазон температур;
- минимальное обслуживание.

При выборе АКБ для гелиосистем стоит руководствоваться следующими критериями:

- **Емкость.** Это один из самых важных параметров, поскольку АКБ должна держать энергию около 4-х суток. Параметр этот определяется исходя из требуемого энергопотребления. Причем к нужной расчетной емкости необходимо прибавить порядка 35% (для некоторых моделей – до 50%) «запаса прочности». Это необходимо, чтобы избежать полной разрядки аккумулятора.

- **Длительность разрядки/зарядки.** Дело в том, что производители номинальные емкости своих АКБ для разных условий, соответственно реальная емкость и зарядка аккумулятора (по времени) будут различаться. Например, устройство с номиналом емкости для 10-часового интервала имеет в два раза большую реальную емкость, чем модель с 20-часовым интервалом (при одинаковом номинале, разумеется).

- **Вес и габариты.** При одном и том же номинале разные аккумуляторы (свинцового типа) могут иметь различный вес. При этом реальная емкость будет выше у того аккумулятора, который весит больше.

- **Эксплуатационные условия.** Сюда относятся рабочие температуры, необходимость вентиляции помещения и периодичность обслуживания.

- **Срок использования и количество разрядочных циклов.** При этом нужно помнить, что чем меньше глубина разрядки в ходе эксплуатации, тем большее число циклов способен выдержать аккумулятор.

Выбирая АКБ для солнечной системы и рассчитывая ее параметры, стоит помнить, что при хранении и преобразовании в аккумуляторах теряется часть энергии. Эффективность современных аккумуляторов для гелиостанций достигает, как правило, 85%.

Подводя итоги, учитывая вышеупомянутые критерии, гелевые аккумуляторы следует использовать тогда, когда нет возможности их обслуживать, а мощность системы незначительна. Обеспечить длительное время работы системы с высокой мощностью могут OPzV и Литий-железо-фосфатные аккумуляторы, однако последние применяются редко, ввиду значительного увеличения в цене по сравнению с аккумуляторами на базе свинца. Для резервных систем предусмотрены AGM батареи.

Литература

1. Курзуков, Н.И. Аккумуляторные батареи. Краткий справочник. / Н.И. Курзуков, В.М. Ягнятинский - М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2008. - 88с.
2. Хрусталеv, Д.А. Аккумуляторы. / Д. А. Хрусталеv. - М.: Изумруд, 2003. - 224с.

УДК 621.313

ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ

Белькевич А.А., Неклюдов В.В., Носков П.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Электромобиль — автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов и т. п.), а не двигателем внутреннего сгорания. Электромобиль следует отличать от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и электрической передачей, а также от троллейбусов и трамваев. Также можно сказать, что электромобиль — это безрельсовое транспортное средство с автономным химическим источником энергии (тока).

Тяговый электродвигатель (ТЭД) — электрический двигатель, предназначенный для приведения в движение транспортных средств (электровозов, электропоездов, тепловозов, трамваев, троллейбусов, электромобилей, электроходов, большегрузных автомобилей с электроприводом, танков и машин на гусеничном ходу с электропередачей, подъемно-транспортных машин, самоходных кранов и т. п.). Вращающиеся тяговые электродвигатели регулируются ГОСТ 2582-2013 (кроме аккумуляторных погрузочно-разгрузочных машин, электротягачей, электротележек и теплоэлектрических автотранспортных систем).

Основное отличие ТЭД от обычных электродвигателей большой мощности заключается в условиях монтажа двигателей и ограниченном месте для их размещения. Это привело к специфичности их конструкций (ограниченные диаметры и длина, многогранные станины, специальные устройства для крепления и т. п.).

Тяговые двигатели городского и железнодорожного транспорта эксплуатируются в сложных погодных условиях, во влажном и пыльном воздухе. Также в отличие от электродвигателей общего назначения ТЭД работают в самых разнообразных режимах (кратковременных, повторно-кратковременных с частыми пусками), сопровождающихся широким изменением частоты вращения ротора и нагрузки по току (при трогании с места ток может в 2 раза превышать номинальный). При эксплуатации тяговых двигателей имеют место частые механические, тепловые и электрические перегрузки, тряска и толчки. Поэтому при разработке их конструкции предусматривают повышенную электрическую и механическую прочность деталей и узлов, теплостойкую и влагостойкую изоляцию токоведущих частей и обмоток, устойчивую коммутацию двигателей. Кроме того, ТЭД шахтных электровозов должны удовлетворять требованиям, относящимся к взрывозащищенному электрооборудованию.

Аккумуляторные электромобили являются самым первым и простым видом электромобилей. Первые работоспособные модели были построены ещё в конце XIX века. Активно использовались в США вплоть до 20-х годов XX века. В течение 30-40 гг. наиболее активно применялись в Германии. С 1947 г. широко используются в Англии.

Принципиальная схема аккумуляторного электромобиля в общем случае следующая: аккумуляторная батарея через силовую электропроводку и систему регулирования (управления) тягового электродвигателя соединяется с ТЭД, который, в свою очередь, через карданный вал передаёт главной передаче крутящий момент.

Батареи располагаются на шасси электромобиля чаще всего таким образом, чтобы имелась возможность: осуществлять быструю замену батарей аккумуляторов, легкого доступа к выводным штырям и отверстиям для заливки электролита. Для этого чаще всего батареи располагают в двух ящиках по бокам электромобиля.

Характерной особенностью электромобилей, оснащенных ТЭ (топливными элементами), является то, что масса энергосиловой установки не изменяется при изменении её энергоёмкости, а увеличение запаса хода может быть достигнуто за счет увеличения массы топлива в топливных баках (как в автомобилях с ДВС).

Таким образом, с одной стороны, ТЭ позволяют существенно повысить запас хода электромобиля, но, с другой стороны, топливо для них имеет высокую стоимость, а также может быть токсичным и при переработке в ТЭ выделять в атмосферу вредные вещества.

Электромобили на солнечных батареях

Существует множество конструкций электромобилей на солнечных батареях, так называемых «солнцемобилей», однако их общей проблемой является низкий КПД батарей (обычно порядка 10-15 %, передовые разработки позволяют добиться 30%), что не позволяет запасать значительное количество энергии за день, сокращая суточный пробег; к тому же солнечные элементы бесполезны ночью и в пасмурную погоду. Вторая проблема — дороговизна солнечных батарей.

Почему выгодно ездить на электрокарах

Легковые автомобили на электротяге с каждым годом получают все больший спрос у потребителей благодаря своей высокой экономичности. Ежегодно рынок пополняется новыми моделями электрокаров, так что выбирать уже сегодня есть из чего. Несомненно, безопасность для экологии планеты — важный стимул приобретения электрического автомобиля. Тем не менее, даже если вы не слишком озабочены экологическими проблемами, существует несколько причин, которые могут побудить вас пересесть с автомобиля на бензине на электрокар.

1. Простота обслуживания.

В автомобилях на электротяге отсутствуют масла и топливо, а также значительно меньше подвижных элементов по сравнению с машинами дизельными либо бензиновыми двигателями. Кроме того, скорость большинства электромобилей ниже обычных, поэтому у вас будет значительно меньше риска попасть в аварийную ситуацию, а также меньшим будет и износ. Посещать АЗС для заправки топливом также не требуется — большинство электрокаров можно зарядить даже от электросети в гараже, что для людей сверхзанятых чрезвычайно удобно.

2. Дешевизна.

Несмотря на тот факт, что пока электромобили стоят недешево — например, Ford Focus Electric — 29 000 долларов, Volkswagen e-Golf — порядка 34 000 \$, а за Tesla Model S нужно отдать аж 75 000, есть уверенность, что по мере развития рынка цены на электрокары будут снижаться. С ростом цен на топливо электромобили приобретают все большую актуальность — ведь расходы на топливо, т. е. на электричество, здесь гораздо меньшие. Во многих европейских странах уже сегодня действуют различные правительственные программы, цель которых — финансовое стимулирование перехода на электротранспорт.

3. Ездить на электромобиле приятно.

Действительно, передвижение на электрокаре приятно по причине отсутствия шума, и, если вы отправляетесь в продолжительную поездку, этот фактор очень важен. Кроме этого, парковка таких автомобилей более проста — им обычно нужно меньше места, а это крайне важно в мегаполисах, где каждый метр парковочных мест просто на вес золота.

4. Электромобили не истощают ресурсы.

Не секрет, что доступные человеку мировые нефтяные запасы постепенно истощаются, и зависимость от нефти делает автовладельцев заложниками постоянно увеличивающихся цен на нее. Электричество — ресурс, доступный человеку для генерации. «Добыча» топлива для электромобилей гораздо безопаснее, чем для бензиновых или дизельных моделей.

5. Безопасность для экологии.

Даже если вы не слишком задумываетесь об экологическом благополучии Земли, наверняка у вас есть (или будут в будущем) дети, внуки и правнуки. Неужели вам совершенно безразлично, на какой планете они будут жить, и каким воздухом дышать? Электромобили не дают вредных выбросов, поэтому никоим образом не усугубляют парниковый эффект и не истощают озоновый слой. С электромобилями в качестве основного средства передвижения воздух наших городов будет чистым, без токсичных выхлопов.

Электромобили, электровелосипеды, электросамокаты и прочие разновидности электрического транспорта становятся все более востребованными. Надеемся, что пройдет еще немного времени, и такой транспорт станет преобладающим.

Литература

1. Электроавтомобиль <http://www.electra.com.ua>
 2. Автомобильный журнал «КОЛЕСА» <http://www.kolesa.ru/>
 3. Музей истории электротранспорта <http://museums.by/>
 4. Электротранспорт <http://electrotransport.su/originalnye-novinki-jelektroskuterov/>.
 5. Электротранспорт <http://electrotransport.su/vodorodnyj-jelektrokar-ot-audi/>.
 6. Электротранспорт <http://electrotransport.su/instrukcija-dlja-giroskuterov/>.
 7. Электротранспорт <http://electrotransport.su/mikroavtobus-xxi-veka-ot-volkswagen/>.
 8. Электротранспорт <http://electrotransport.su/pochemu-vygodno-ezdit-na-jelektrokarah-pjat-osnovnyh-prichin/>.
- История электротранспорта <http://electrotransport.su/nemnogo-ob-istorii-jelektrotransporta>

УДК 004.93

БЕСКОНТАКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Подиев Н. Ю.

Научный руководитель: старший преподаватель Германович Е. И.

В данной работе предлагается метод управления БПЛА посредством бесконтактных трёхмерных жестов руки человека, которые в последние годы стали часто применять в системах человеко-машинного общения, как естественный и удобный метод взаимодействия между человеком и компьютером [3]. В качестве базовых команд управления выбираются движения летательного аппарата по всем направлениям пространства, включая поворот вокруг вертикальной оси, взлёт и посадку. На Рисунок 1 приведена структура предложенной системы управления.

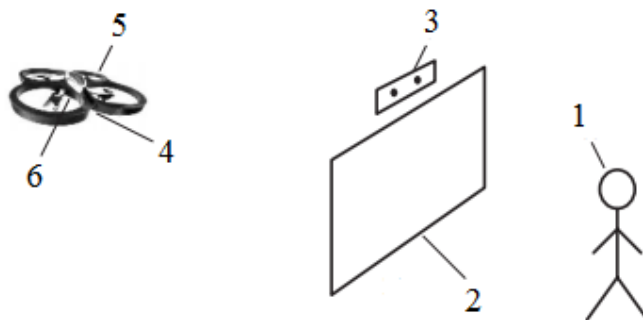


Рисунок 1. Структура системы бесконтактного управления БПЛА
посредством жестов человека:

1- Человек, осуществляющий жесты, 2.- Пользовательский интерфейс, 3. -
Трёхмерный сенсор, 4 - Передняя камера, 5. - AR. Drone, 6. - Нижняя камера.

Компонентами системы являются:

1) вертолёт AR.Drone 2.0 [4] в качестве модели БПЛА;
2) трёхмерный сенсор "Asus Xtion Pro Live" [5] для захвата видеоряда и распознавания жестов руки человека;

3) пользовательский интерфейс, в котором видны изображения, получаемые от двух камер БПЛА и трёхмерного сенсора, а также распознанные команды управления.

Распознавание жестов человека осуществляется посредством анализа каждого кадра видеоряда трёхмерного сенсора. Распознанные жесты передаются в качестве базовых команд в блок управления AR.Drone 2.0 через связь Wi-Fi.

Жесты управления. Для естественности управления жесты человека подобраны таким образом, чтобы все движения руки соответствовали движению полёта БПЛА. В табл. 1 приведены выбранные жесты и базовые команды управления AR.Drone 2.0. Управление полётом БПЛА происходит следующим образом.

1. Человек согнутую в кулак руку устанавливает в некоторое положение и открывает ладонь руки (жест G9), что приводит к старту двигателей БПЛА.

2. Для управления направлением полёта человек тянет руку в желаемом направлении (жесты G1–G6).

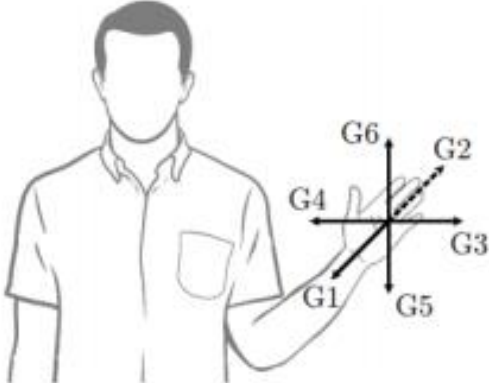
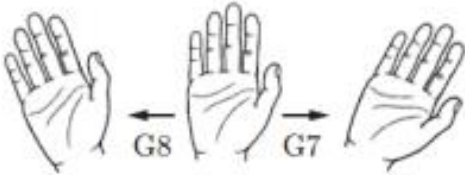
3. Поворот БПЛА вокруг своей оси и посадка осуществляются посредством жестов G7, G8 и G10.

Распознавание жестов руки проводится посредством покадровой обработки видеоряда, формируемого трёхмерным сенсором. В настоящее время известны алгоритмы [6] и свободно доступные программные библиотеки [7], которые позволяют различать ключевые точки тела человека. Для определения позиции ладони руки используются библиотеки OpenNI и NITE, с помощью которых можно в реальном времени распознавать позицию

произвольной точки ладони руки посредством обработки изображения. Пусть заданы пространственная точка M с координатами (x, y, z) и её ортогональная проекция m с координатами (x, y) на плоскость наблюдения $z = 0$. Под дальностным изображением будем понимать цифровое изображение $d(x, y)$, каждая точка (x, y) которого принимает неотрицательные целые значения, равные величине расстояния от точки M до точки m . Дальностное изображение всегда можно преобразовать во множество $\{(x, y, d(x, y))\}$, являющееся моделью наблюдаемого объекта.

Т а б л и ц а 1

Жесты руки, соответствующие базовым командам управления

Жест	Обозначение жеста	Базовая команда
	G1	Вперёд
	G2	Назад
	G3	Влево
	G4	Вправо
	G5	Вниз
	G6	Вверх
	G7	Поворот вокруг своей оси против часовой стрелки
	G8	Поворот вокруг своей оси по часовой стрелке
	G9	Старт
	G10	Посадка

Позиция центра ладони руки вычисляется алгоритмом извлечения изображения руки.

1. Создаётся сфера вокруг точки (x_r, y_r, z_r) радиуса $\lambda = dC/z_r$, где C — некоторая константа, зависящая от характеристик конкретного сенсора (в экспериментах $C = 80000$).

2. Помечаются все точки дальностного изображения, которые не входят в построенную сферу.

3. Помечаются все точки дальностного изображения, которые не связаны с распознанной точкой ладони (x_r, y_r, z_r) во множестве непомеченных точек.

4. На базе исходного изображения создаётся новое дальностное изображение размером $(2\lambda + 1) \times (2\lambda + 1)$, в которое входят только непомеченные точки (Рисунок 2).

Одним из недостатков дальностных изображений является присутствие шума в контурах наблюдаемых фигур, что затрудняет распознавание позиции центра ладони. Для преодоления данной проблемы производим сглаживание.

Обозначим через (x_k, y_k, z_k) распознанную в кадре k позицию центра ладони руки и через (x'_k, y'_k, z'_k) — сглаженную позицию центра ладони, которая вычисляется следующим образом:

$$x'_k = \begin{cases} x'_k - 1, & \text{если } |x_k - x'_{k-1}| \leq \tau, \\ x_k - \text{sg}(x_k - x'_{k-1})\tau, & \text{если } |x_k - x'_{k-1}| \geq \tau, \end{cases}$$

$$y'_k = \begin{cases} y'_k - 1, & \text{если } |y_k - y'_{k-1}| \leq \tau, \\ y_k - \text{sg}(y_k - y'_{k-1})\tau, & \text{если } |y_k - y'_{k-1}| \geq \tau, \end{cases}$$

$$z'_k = \begin{cases} z'_k - 1, & \text{если } |z_k - z'_{k-1}| \leq \tau, \\ z_k - \text{sg}(z_k - z'_{k-1})\tau, & \text{если } |z_k - z'_{k-1}| \geq \tau, \end{cases}$$

$$\text{sg}(a) = \begin{cases} -1, & \text{если } a < 0, \\ 0, & \text{если } a = 0, \\ 1, & \text{если } a > 0. \end{cases}$$

где τ — целочисленная константа, устанавливаемая пользователем, и определяющая величину допустимого шума (в проведённых экспериментах $\tau = 12$). В первом кадре видеоряда $(x_1, y_1, z_1) = (x_1, y_1, z_1)$.

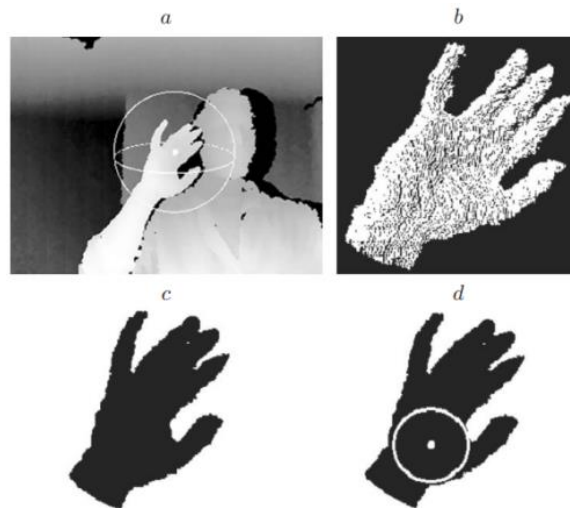


Рисунок 2. Извлечение и обработка изображения руки.

(а) дальностное изображение человека, распознанная точка ладони и сфера вокруг найденной точки; б) извлеченное изображение руки человека; в) бинарное изображение; д) центр ладони и вписанная окружность с максимальным радиусом).

Жесты G7 и G8 распознаются посредством вычисления моментов бинарного изображения руки [9]. Обозначим через $\{M_{0,0}\}$, $\{M_{1,0}, M_{0,1}\}$ и $\{M_{2,0}, M_{1,1}, M_{0,2}\}$ моменты нулевого, первого и второго порядка соответственно, причём

$$M_{0,0} = \sum_x \sum_y f(x, y),$$

$$M_{1,0} = \sum_x \sum_y x f(x, y), \quad M_{0,1} = \sum_x \sum_y y f(x, y),$$

$$M_{2,0} = \sum_x \sum_y x^2 f(x, y), \quad M_{1,1} = \sum_x \sum_y x y f(x, y), \quad M_{0,2} = \sum_x \sum_y y^2 f(x, y),$$

где

$$f(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если точка } (x, y) \text{ имеет черный цвет,} \\ 0 & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

Введём следующее обозначение [9]:

$$\arctan^*(i, j) = \begin{cases} \arctan(i / j), & j \geq 0 \\ \arctan(i / j) + \pi, & i \geq 0, j \leq 0 \\ \arctan(i / j) - \pi, & i \leq 0, j \leq 0 \\ +\pi / 2, & i \geq 0, j = 0 \\ -\pi / 2, & i \leq 0, j = 0 \\ \text{не определен} & i = 0, j = 0 \end{cases}$$

Функция $\arctan^*$ удовлетворяет условию $\arctan(i, j) \in (-\pi, \pi]$. Угол наклона ладони руки определяется величиной

$$\theta = \frac{\arctan^*(b.(a - c))}{2},$$

где

$$a = \frac{M_{2,0}}{M_{0,0}} - x_c^2, c = \frac{M_{0,2}}{M_{0,0}} - y_c^2, b = 2 \left(\frac{M_{1,1}}{M_{0,0}} - x_c y_c \right), x_c = \frac{M_{1,0}}{M_{0,0}}, y_c = \frac{M_{0,1}}{M_{0,0}}.$$

Поворот ладони руки по часовой стрелке (G8) вызывает увеличение угла Θ , поворот против часовой стрелки (G7) — уменьшение. Таким образом, обнаружение характера изменений угла Θ в каждом кадре видеоряда приводит к распознаванию указанных жестов. Для распознавания жестов G9 и G10 вычисляются площади S_1 и S_2 описанного и вписанного многоугольников бинарного изображения руки соответственно. Если значение $|S_1 - S_2|$ меньше порогового значения $\bar{S}$, то ладонь руки считается согнутой в кулак, в противном случае — открытой (в экспериментах принято $\bar{S} = \left\lceil \frac{62 \cdot 10^7}{z} \right\rceil$, где z — расстояние от центра ладони до плоскости наблюдения).

Закключение. Представленные в данной работе набор команд и метод распознавания жестов предназначены для бесконтактного управления полётом БПЛА. Преимуществом подхода по сравнению с [3] является отсутствие необходимости надевания на руку или тело специальных устройств и повязок. В отличие от подхода [4] предлагаемый метод не требует движения всего тела человека. В качестве недостатка отметим, что метод не пригоден в задачах высокоточного управления полётами. Базовые команды управления могут быть легко дополнены новыми жестами человека применительно к другим моделям БПЛА. В дальнейшем предполагается усовершенствование методов обработки и распознавания дальностных изображений, инвариантных к аффинным преобразованиям [10], и проведение экспериментов по отработке траекторных движений квадрокоптера на основе предложенного метода управления [11].

Литература

1. Parrot AR.Drone 2.0: Even more piloting possibilities! URL: <http://blog.parrot.com/2014/01/06/parrot-ar-drone-2-0-even-more-piloting-possibilities/> (дата обращения: 01.02.2014).
2. AR.Drone + Kinect [Video]. URL: <http://ardrone.parrot.com/best-of-user-videos/2012/02/17/ardrone-kinect/> (дата обращения: 01.02.2014).
3. Devyatkov V., Alfimtsev A. Human-computer interaction in games using computer vision techniques // Image Processing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. Hershey, USA: IGI Global, 2011. Ch. 10. P. 146–167.
4. AR.Drone 2.0. URL: <http://ardrone2.parrot.com/> (дата обращения: 01.02.2014).
5. Asus Xtion Pro Live. URL: http://www.asus.com/Multimedia/Xtion_PRO_LIVE/ (дата обращения: 01.02.2014).
6. Shotton J., Fitzgibbon A., Cook M. et al. Real-time human pose recognition in parts from single depth images // Proc. CVPR'11. IEEE, 2011. P. 1297–1304.
7. OpenNI: The standard framework for 3D sensing. URL: <http://www.openni.ru/openni-sdk/index.html> (дата обращения: 12.02.2015).

8. Palagyi K. Skeletonization and its applications // K. Palagyi's home page. URL: <http://www.inf.u-szeged.hu/palagyi/skel/skel.html> (дата обращения: 01.02.2014).
9. Freeman W. T., Anderson D. B., Beardsley P. et al. Computer vision for interactive computer graphics // IEEE. Comput. Graph. Appl. 1998. 18, N 3. P. 42–53.
10. Роженцов А. А., Морозовский К. В., Баев А. А. Модифицированное обобщённое преобразование Хафа для обработки трёхмерных изображений с неизвестными параметрами вращения и масштабирования // Автометрия. 2013. 49, № 2. С. 30–41.
11. Белоконь С. А., Золотухин Ю. Н., Котов К. Ю. и др. Использование фильтра Калмана в системе управления траекторным движением квадрокоптера // Автометрия. 2013. 49, № 6. С. 14–24.

УДК621.316

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Сивец М.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И

Химическими источниками тока (ХИТ) называются электрохимические устройства, в результате работы, которых химическая энергия окислительно-восстановительных процессов превращается в электрическую энергию постоянного тока. К ним относятся гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы. Следует заметить, что деление элементов на гальванические и аккумуляторы до некоторой степени условное, так как некоторые гальванические элементы, например, щелочные батарейки, поддаются подзарядке, но эффективность этого процесса крайне низка. Аккумуляторы относят к вторичным многоразовым источникам тока, так как они работают за счет обратимых химических реакций, которые могут происходить в цикле «зарядка — разрядка» до тысячи раз. Во всех видах химических источниках тока используются электролиты – водные, неводные, твердые.

Основу химических источников тока составляют два электрода (отрицательно заряженный анод, содержащий восстановитель, и положительно заряженный катод, содержащий окислитель), контактирующие с электролитом. Между электродами устанавливается разность потенциалов — электродвижущая сила, соответствующая свободной энергии окислительно-восстановительной реакции. Действие химических источников тока основано на протекании при замкнутой внешней цепи пространственно-разделённых процессов: на отрицательном аноде восстановитель окисляется, образующиеся свободные электроны переходят по внешней цепи к положительному катоду, создавая разрядный ток, где они участвуют в реакции восстановления окислителя. Таким образом, поток отрицательно заряженных электронов по внешней цепи идет от анода к катоду, то есть от отрицательного электрода (отрицательного полюса химического источника тока) к положительному. Это соответствует протеканию электрического тока в направлении от положительного полюса к отрицательному, так как направление тока совпадает с направлением движения положительных зарядов в проводнике.



Рисунок 1. Схема химического источника тока

Топливные элементы (ТЭ) – перспективные химические источники тока (электрохимические генераторы), способные непрерывно работать за счет постоянного

подвода к электродам новых порций реагентов и отвода продуктов реакции. Топливными элементами называются устройства, в которых химическая энергия окисления топлива превращается в электрическую энергию. Устройство элемента чрезвычайно простое. В герметически закрытом сосуде установлено два пористых, металлических (чаще всего никелевых) электрода, разделенных слоем раствора гидроксида калия (натрия). В прибор подаются газообразный водород и кислород.

Гибридом химического источника тока и конденсатора являются ионисторы - это полярные электрохимические приборы, которые способны запасать и в последствие высвобождать электрическую энергию посредством внутреннего перераспределения ионов электролита. По своим электрическим параметрам они занимают промежуточное положение между электролитическими конденсаторами большой емкости и аккумуляторами, но по принципу действия - отличаются как от тех, так и от других. Например, для накопления и высвобождения энергии в аккумуляторных батареях используются обратимые химические реакции, а накопление энергии в конденсаторах происходит путем образования заряда на его обкладках под действием приложенного электрического поля. В ионисторах же, происходят несколько иные процессы.

Работу ионистора в процессе накопления и высвобождения энергии схематично поясняет рисунок 2. Под действием приложенного электрического поля, ионы электролита внутри ионистора двигаются по направлению к электродам, имеющим противоположный заряд. Сосредоточившись на границе раздела между электродом и электролитом, и уравновесив, таким образом, противоположный заряд электрода, анионы и катионы формируют так называемый электрический двойной слой.

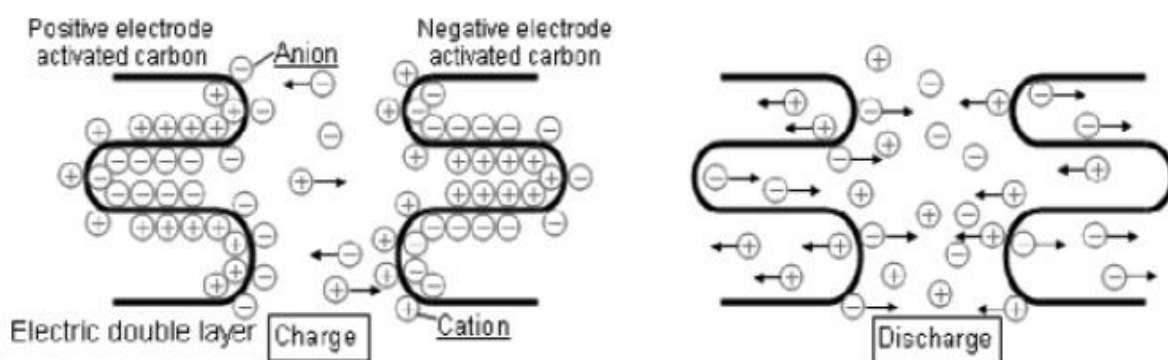


Рисунок 2. Схема ионистора

Обладая такими прекрасными параметрами, как очень большая емкость, не критичность к процессу зарядки и короткому замыканию, низкий ток утечки, широкий диапазон рабочих температур, и длительный срок службы, ионисторы сегодня уже используются в очень разных по назначению электронных устройствах. Ионисторы можно условно разделить на слаботочные и сильноточные. Слаботочные используются в основном как резервный источник энергии для поддержания схем памяти и настроек в цифровых устройствах, бытовой технике, компьютерах, и т. д... Сильноточные применяются, как правило, для облегчения работы аккумуляторных батарей при их работе с большими импульсными токами. Например, запуск стартеров в автомобилях, работа в источниках бесперебойного питания, в системах управления электродвигателями, и т. д... В таких случаях экономится около 20 % емкости батареи. Перспективно применение ионисторов и в энергосберегающих технологиях (солнечные батареи, ветрогенераторы), а также в разработке и производстве электромобилей.

Выводы

Химические источники тока имеют огромное значение для развития науки, для освоения космоса и развития общества; наиболее перспективным типом ХИТ являются элементы с литиевым анодом и апротонными растворителями; кроме гальванических элементов существует другие, не менее перспективные источники тока, например, ионисторы. При использовании нескольких типов ХИТ можно добиться надежной продолжительной работы аппаратов без доступа электроэнергии, получаемой от электростанций, например, системы аккумулятор - ионистор, которая используется в источниках бесперебойного питания.

Литература

1. Варламов Р.Г., Варламов В.Р. Малогабаритные источники тока, М., 1988.
2. Виноградов Ю.А. Радиолюбителю-конструктору, М., 1999.
3. Дасоян М. А. Химические источники тока. — 2-е изд. — Л., 1969.

УДК621.38

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОРАЗМЕРНОГО КРЕМНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Ковалевич В.С.

Научный руководитель - старший преподаватель Германович Е.И.

Основными химическими элементами для создания изделий микроэлектроники являются германий и кремний. Кремний, по сравнению с германием, является идеальным материалом для микроэлектронного производства благодаря большому проценту его содержания в земной коре и уникальным технологическим свойствам. На этом материале легко создается диэлектрический слой двуокиси кремния путем обычного термического окисления. Толщина диэлектрика обычно находится в пределах 0,3 – 1,5 микрона, но такого слоя достаточно для защиты кремния от диффузии примесей и хорошей диэлектрической изоляции р – n переходов.

В кристаллической решетке атомы кремния занимают только 25% объема, в результате чего материал имеет малую плотность ($2,32 \text{ г/см}^3$, для германия – $5,35 \text{ г/см}^3$) и допускает сильное легирование элементами III и V групп. Каждый введенный в кристалл кремния атом III или V группы добавляет один носитель заряда с положительным знаком (дырку) или один электрон соответственно. Концентрация носителей заряда в результате этого может изменяться в широких пределах – от 10^{10} до 10^{21} см^{-3} . Высокие значения коэффициентов диффузии легирующих элементов в кремнии позволяют формировать локальные области микронных и субмикронных размеров с дырочным (p-Si) или электронным (n-Si) типом проводимости, совокупность которых и составляет основу любой интегральной схемы или полупроводникового прибора.

Однако монокристаллический кремний имеет и недостатки. Один из них связан с относительно невысокой подвижностью носителей заряда (для электронов – $1500 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, дырок – $600 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$), что ограничивает быстродействие приборов. Другой недостаток монокристаллического кремния заключается в том, что его нельзя использовать для создания светоизлучающих приборов.

Существуют два подхода в решении данной проблемы. Один из них состоит в легировании кремния редкоземельными элементами (Er, Eu, Gd), в результате чего такой модифицированный кремний обладает излучающими свойствами в инфракрасном диапазоне. Другой подход заключается в формировании на поверхности или в объеме диэлектрических материалов (например, SiO_2) кремниевых кристаллов нанометровых размеров ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Среди подобных технологических приемов наиболее доступным и дешевым является создание нанокристаллов посредством вытравливания в монокристаллах кремния мельчайших пустот, в результате чего оставшиеся области кремния могут иметь размеры в несколько нанометров. Монокристаллический кремний, пронизанный сетью пор (пустот), получил название пористого кремния (ПК). Пористый кремний является низкоразмерным. В пористом кремнии в ходе электрохимического травления можно получать квантовые точки, квантовые нити, элементы с различной фрактальной размерностью. Поэтому пористый кремний с пористостью $\Pi > 50 \%$ следует рассматривать как один из материалов наноэлектроники.

Характерной особенностью пористого кремния является большая суммарная площадь его внутренней поверхности. В зависимости от величины пористости и геометрии пор она может составлять для макропористого кремния от 10 до $100 \text{ м}^2/\text{см}^3$, для мезопористого – от 100 до $300 \text{ м}^2/\text{см}^3$ и для микропористого – от 300 до $800 \text{ м}^2/\text{см}^3$.

Низкоразмерный кремний в зависимости от условий травления обладает широким интервалом величин удельного сопротивления $10^{-2} - 10^{11} \text{ Ом} \cdot \text{см}$. С электрической точки зрения материал с пористостью более 50 % полностью обеднен носителями заряда.

Наиболее удивительным свойством пористого кремния является его способность эффективно люминесцировать в видимой области спектра.

Уже в первых опытах выяснилось, что эффективно люминесцируют образцы пористого кремния, в которых пористость превышает 50 %. Эффективность фотолюминесценции может достигать десятков процентов. Длиной волны излучения можно управлять, изменяя условия анодирования. Оказалось, возможным получать красный, зеленый и синий цвета, необходимые для изготовления цветных дисплеев.

Формирование низкоразмерного кремния

Низкоразмерный кремний, как указывалось выше, представляет собой монокристаллический кремний, пронизанный сетью каналов с размерами от единиц микрон до единиц нанометров. Формирование таких каналов в кремнии осуществляют анодной обработкой пластины монокристаллического кремния в электролитах на основе плавиковой кислоты. На Рисунок 1 представлена упрощенная схема процесса анодизации.

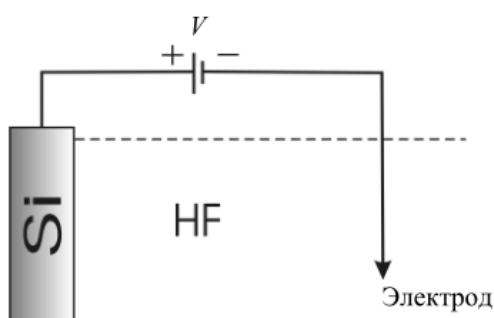


Рисунок 1. Упрощенная схема процесса анодизации

В кремнии, легированном донорными примесями, дырки являются неосновными носителями и их концентрация мала, поэтому для протекания анодной электрохимической реакции необходимы не только ионы фтора, но и внешний фактор, стимулирующий генерацию дырок. На рис. 2 показано распределение зарядов на кремниевом аноде n-типа проводимости, помещённом в электролит, содержащем плавиковую кислоту.

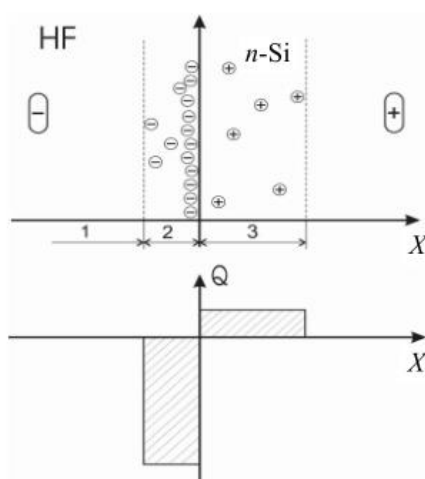


Рисунок 2. Распределение зарядов на границе монокристалла кремния и электролита:
1 – электролит; 2 – слой Гуи – Гельмгольца; 3 – кремний n-типа проводимости

Применение низкоразмерного кремния

В приповерхностном слое кремния образуется обедненная область с положительным объёмным зарядом, а в электролите на границе раздела – тонкий слой из отрицательно заряженных ионов.

Толщина обедненного слоя в полупроводнике и соответствующий потенциальный барьер определяются степенью легирования кремния. Без дополнительной генерации или инъекции дырок анодная реакция происходить не будет. Концентрацию дырок в приповерхностном слое кремния с электронным типом проводимости можно увеличить несколькими способами:

- нагреванием;
- воздействием электромагнитного излучения;
- ударной ионизацией при электрическом пробое приповерхностной области пространственного заряда в кремнии.

В кремнии, легированном акцепторными примесями, дырки являются основными носителями, и их концентрация в практически важных случаях оказывается достаточной для протекания реакции. Поэтому для кремния р-типа проводимости основное влияние на протекание анодных реакций будет оказывать процесс доставки ионов фтора.

Процесс формирования каналов в кремнии р-типа может идти и без внешних воздействий (нагревание, воздействие электромагнитного излучения, ударная ионизация при электрическом пробое приповерхностной области пространственного заряда).

В пористом кремнии в ходе электрохимического травления возможно формирование кремниевых элементов нанометровых размеров. Для нанокристаллов с размерами менее 4 нм в пористом кремнии наблюдаются те же явления, что и в других наноструктурированных материалах: квантование энергетического спектра, увеличение ширины запрещенной зоны с 1,1 до 1,8–2,9 эВ, уменьшение диэлектрической проницаемости. Возможности технологии анодного травления позволяют получать квантовые точки, квантовые нити, элементы с различной фрактальной размерностью. Поэтому пористый кремний с $P > 50 \%$ следует рассматривать как один из материалов нанoeлектроники.

Необычайный интерес исследователей к пористому кремнию вызвало обнаруженное в 1990 г. Л. Кэнхэмом (L.Canham) излучение света пористым материалом ($P > 50 \%$) при комнатной температуре в видимой области спектра при облучении лазером. Как уже было сказано о том, что монокристаллический кремний не может быть использован для создания светоизлучающих устройств, так как его излучательная способность ничтожно мала (менее 0,001%). Открытие Кэнхэмом интенсивной фотолюминесценции с эффективностью 5 % дало возможность приступить к разработке кремниевых приборов, испускающих свет в широком спектральном диапазоне. Исследования показали, что длиной волны λ , определяющей цвет излучения, можно управлять, изменяя условия анодирования. Оказалось, возможным получать красный, зеленый и синий цвета, необходимые для изготовления цветных дисплеев.

Явление фотолюминесценции эффективно поддерживается при введении в объем атомов углерода или железа, а современные электролюминесцентные приборы имеют срок службы несколько лет при квантовой эффективности порядка 1–10 %. Пористый кремний в зависимости от условий травления обладает широким интервалом величин удельного сопротивления ($10^{-2} - 10^{11}$ Ом/см), диэлектрической проницаемости (1,75–12) и показателя преломления (1,2–3,5). Это означает, что пористый кремний может быть использован как в качестве полупроводниковых, так и диэлектрических слоев в приборах и интегральных схемах. Оказалось, что в рамках одного процесса травления варьированием режимов (плотностью тока анодирования, освещенностью) можно получать многослойные структуры, когда каждый слой обладает заданной пористостью и геометрией пор.

Ключевое место оптоэлектроники в информационных системах обусловлено тем, что более 90 % информации, которую получает человек, составляет видеoinформация. В связи с широким кругом применений в системах получения информации, ее обработки, хранения, передачи и отображения, а также разнообразием используемых материалов правомочной

является постановка вопроса о целой серии оптоэлектронных технологий, включая индикаторные системы, формирователи сигналов изображения, волоконно-оптические линии передачи информации, преобразователи солнечной энергии, оптическую вычислительную технику.

Для целей интегральной оптики применяются планарные световоды, представляющие собой пленочную структуру, в которой свет распространяется в слое с высоким показателем преломления, ограниченном с двух сторон слоями с меньшим показателем преломления.

Для пористого кремния этот показатель зависит от пористости (чем больше пористость, тем меньше показатель преломления), поэтому формирование многослойных структур с разной пористостью позволяет получать на их основе волноводные элементы с низким уровнем потерь. Потери на поглощение можно дополнительно уменьшить окислением слоев пористого кремния.

Новым этапом в исследовании и применении пористого кремния стало создание регулярных пористых матриц – кремниевых кристаллов, в которых в определенном порядке сформированы глубокие (до 500 мкм) поры с поперечным размером до 20 мкм (рис. 3). На первом этапе на поверхности кремниевой пластины n-типа создается пленка SiO_2 , в которой методом фотолитографии формируется сетка правильных отверстий (окон). Далее в окнах создаются ямки травления в виде перевернутых пирамид. После этого проводится уже знакомое нам электрохимическое травление при дополнительной подсветке с тыльной стороны.

Устройства, изготовленные на основе низкоразмерного кремния: фотодетекторы, световоды, антиотражающие покрытия солнечных элементов, светоизлучающие структуры, геттер нежелательных примесей из кремния, фотоприемники, солнечные батареи, элементы кремниевой микромеханики, толстые диэлектрические слои, теплозащитные пленки, сверхчувствительные сенсоры, интегральные конденсаторы, буферные слои для металлизации, буферные слои для эпитаксии, биологические имплантаты, интерференционные фильтры, катоды вакуумной микроэлектроники, фотонные кристаллы.

Литература

1. Шелованова, Г.Н. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники: курс лекций / Г.Н. Шелованова; ИПК СФУ. – Красноярск, 2009. – 220 с.
2. Интернет ресурсы: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/1159.html>

УДК 620.91

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

Довыденко В.А., Петрович М.В., Шевчук А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Ветроэнергетика — отрасль энергетики, связанная с разработкой методов и средств преобразования энергии ветра в механическую, тепловую или электрическую энергию. Энергия ветра является формой солнечной энергии: образование ветра является следствием деятельности солнца. Таким образом, запасы энергии ветра являются неисчерпаемыми, что позволяет относить ее к возобновляемым источникам энергии. Кроме того, энергию ветра относят к так называемой «чистой», или «зеленой», энергии, поскольку она характеризуется практически нулевым уровнем выбросов парниковых газов.

Факторы, способствующие развитию ветроэнергетики

Развитию ветроэнергетики способствует ряд факторов:

- Растущая зависимость большинства развитых и развивающихся стран от импорта энергоресурсов. Более того, импортеры все больше полагаются на импорт энергоресурсов из стран и/или регионов, характеризующихся частыми вооруженными конфликтами и политической нестабильностью. Такая ситуация создает риски для энергетической безопасности стран-импортеров, что побуждает их правительства стимулировать развитие и использование альтернативных источников энергии.

- Увеличение антропогенного воздействия на окружающую среду. Растущие объемы выбросов парниковых газов и вредных веществ топливосжигающими установками в атмосферу способствуют изменению климата и негативно сказываются на здоровье человека. В результате возникает необходимость развития низкоуглеродной энергетики, которая характеризуется низкими или даже нулевыми выбросами парниковых газов и вредных веществ в атмосферу.

- Развитие технологий и накопленный опыт. С начала коммерческого использования ВЭУ прошло уже почти 30 лет. В настоящее время при производстве ВЭУ используются современные, более эффективные и дешевые материалы, увеличилась единичная мощность ВЭС. Кроме того, сказывается эффект от масштаба. Такая ситуация ведет к сокращению издержек по производству ВЭУ и выработке электроэнергии на них, следовательно, к повышению конкурентоспособности ВЭУ по сравнению с другими технологиями производства электроэнергии.

В связи с данными факторами Беларусь так же стремиться реализовать свой потенциал в данном направлении.

На данный момент, согласно, Национальной программы развития местных и возобновляемых источников на 2011 – 2015 гг. на территории Республики Беларусь выявлено 1840 площадок, где можно разместить ветроустановки (ВЭУ). Общий энергетический потенциал при этом оценивается в 1600 МВт мощности. Среднегодовая скорость фонового ветра колеблется от 3 до 4 м/сек на высоте 10-12 метров. Поэтому в программе оговорена необходимость тщательного технико-экономического обоснования строительства ветроустановок в каждом отдельном случае. В настоящий момент на территории РБ действует 18 ветроустановок суммарной мощностью 4 МВт. ВЭУ действуют в Гродненской, Минской, Витебской, Могилевской областях. Самая крупная ветроустановка в Беларуси действует в Новогрудском районе, ее мощность составляет 1,5 МВт.

Преимущества и недостатки ветроэнергетики

Ветроэнергетика характеризуется следующими преимуществами:

- энергия ветра является доступным и возобновляемым источником энергии, запасы которого неисчерпаемы;

- отсутствие парниковых и вредных выбросов в атмосферу при производстве электрической энергии;
- небольшая площадь занимаемой территории (возможность использования земли, на которой установлена ВЭУ, для других целей, например, для сельского хозяйства);
- возможность автономного энергообеспечения удаленных и изолированных территорий.

Таблица 1. Перечень объектов, на которых предусмотрено строительство ветроустановок:

№п/п	Наименование и местонахождение объекта	Количество установок	Суммарная установленная мощность, МВт	Год ввода в эксплуатацию объекта
1	Ветропарк, Лиезненский и Городокский районы	25	50,00 – 60,00	2015
2	Ветроустановка, Браславский район, дер. Красногорка	1	0,13	2011
3	Ветроустановка, Новогрудский район	1	1,50	2011
4	Ветропарк, Новогрудский район	10	25,00	2015
5	Ветропарк, Ошмянский район	10 – 15	20,00 – 30,00	2015

К числу недостатков ветроэнергетики относятся:

- непостоянная и нерегулируемая выработка электроэнергии;
- более высокие капитальные издержки на единицу мощности по сравнению с традиционными тепловыми электростанциями;
- необходимость развития сетевой инфраструктуры;
- шумовое, визуальное и электромагнитное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Принцип работы ветроустановок. Сроки окупаемости

Автономные ветрогенераторы состоят из генератора, хвостовика, мачты, контроллера, инвертора и аккумуляторной батареи. У классических ветровых установок – 3 лопасти, закреплённых на роторе. Вращаясь, ротор генератора создаёт трёхфазный переменный ток, который передаётся на контроллер, далее ток преобразуется в постоянное напряжение и подаётся на аккумуляторную батарею.

Ток, проходя по аккумуляторам, одновременно и подзаряжает их и использует АКБ как проводники электричества. Далее ток подаётся на инвертор, где приводится в наши привычные показатели: переменный однофазный ток 220В, 50 Гц. Если потребление небольшое, то сгенерированного электричества хватает для электроприборов и освещения, если тока с ветряка мало и не хватает - то недостаток покрывается за счет аккумуляторов.

Ветрогенераторы современных конструкций позволяют использовать экономически эффективно энергию ветра. С помощью ветрогенераторов сегодня можно не только поставлять электроэнергию в «сеть», но и решать задачи электроснабжения локальных или островных объектов любой мощности и любых мощностных потребностей.

Сроки окупаемости, а также целесообразность установки ветрогенератора для каждого случая рассматриваются отдельно. Они обусловлены такими факторами:

- наличием ветра в данном месте;
- близостью электросети;
- наличием места для установки ветрогенератора.

Начальная скорость вращения ветрогенераторов 2 м/с, скорость при которой генератор работает со стопроцентной эффективностью равна 9-12 м/с. Соответственно, чем больше скорость ветра в данном регионе, тем более эффективно работает генератор. Но это не значит, что если скорости ветров - меньше максимальных, то ветрогенератор устанавливать не выгодно. Специалисты помогут в выборе места, а также наиболее эффективной модели и комплектации ветрогенераторов.

Срок окупаемости ветрогенераторов 5-7 лет. При отсутствии электросети, а также постоянных веерных отключениях срок окупаемости составит от 3 до 5 лет. Под сроком окупаемости мы понимаем то, что в течение указанных сроков за счет экономии Вы возвращаете потраченные на ветрогенератор деньги, а после этого электроэнергию которую вырабатывает генератор Вы получаете совершенно бесплатно. Это достигается за счет того, что срок службы ветрогенераторов составляет 20-25 лет.

Интересен тот факт, что электросети обязаны дороже покупать выработанную альтернативным способом энергию у частных лиц. По расчётам, если бы такой ветряк, как в Новогрудке, установил частник, то, продавая энергию государству по завышенным тарифам, он заработал бы за год около полтора миллиона долларов.

Пока инвесторы занимаются установкой дорогостоящих ветряков по всей стране, житель Беларуси сам смастерил на своем участке ветряк из старых автозапчастей, который при скорости ветра более пяти метров в секунду вырабатывает 5 кВт энергии, питая с десяток 12-вольтовых светодиодных лампочек по всему участку. Даже если наступит полное безветрие, лампочки во дворе будут гореть ещё две ночи, потребляя запасенную аккумулятором энергию.



Рисунок 1. Ветряк из старых автозапчастей

Ветроэнергетику часто критикуют и говорят, что она неконкурентоспособна с обычными видами энергии, и её приходится дотировать. Так и есть, если сравнивать ветряк с газовым месторождением или плотиной ГЭС, то у него мало шансов выжить. Впрочем, всем известно, что ни природного газа, ни существенных гидроресурсов на территории Беларуси нет, а это значит, что развитие ветроэнергетики в Беларуси является отличным вкладом в будущее страны. И не стоит забывать, что энергия ветра не только возобновляемая, но и чистая, а это весомый аргумент.

Литература

1. Energo Belarus http://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/dengi_iz_vetra_kak_dobyvayut_zelenye_kilovatty_pod_mogilevom_i_v_novogrudke/
2. Аналитический центр при правительстве РФ <http://ac.gov.ru/files/publication/a/897.pdf>
3. Альтернативные источники энергии <http://www.energya.by/>
4. Про бизнес http://probusiness.by/government_regulation/1180-kak-mozhno-budet-zarabotat-na-prodazhe-zelenoy-energii-posle-vsekh-izmeneniy-v-zakonodatelstve.html
5. Электроэнергетика Беларуси. Настоящее и будущее <http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/40/sn34004.html>

УДК 621.91

ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Ванюк Э.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Люди успели разработать самые разные методы обработки металлов. Одними из передовых являются методы лазерной обработки. Она очень востребована сейчас из-за ряда характерных преимуществ. Чтобы разрезать металл, лазер должен обладать достаточной мощностью. Эта технология практически никогда не используется в ручной резке.

Главным преимуществом лазерной резки является то, что она не воздействует на металл механически. Деформации находятся на минимальном уровне, и при этом скорость резки довольно велика. А ещё высокая точность помогает делать наиболее сложные детали. Лазерная резка не ограничивает работу с деталями. Могут подойти как плоские детали, так и объёмные. Именно благодаря всем этим преимуществам лазерный метод работы является сейчас ведущим.

Лазерная резка — технология резки и раскроя материалов, использующая лазер высокой мощности и обычно применяемая на промышленных производственных линиях в виде лазерных установок.

Сущность процесса лазерной резки

В станках, предназначенных для лазерной резки металлов, основным режущим инструментом является луч лазера, который очень просто своими руками сфокусировать на практически любой поверхности.

Разрушение металла под воздействием лазерного луча происходит из-за высокой плотности энергии, поступающей от него на саму поверхность.

Этого удастся добиться за счет некоторых уникальных свойств такого луча.

В первую очередь, он обладает монохроматичностью, а это значит, что частота и длина волны всегда имеют постоянные показатели.

Кроме этого, луч от лазера можно сконцентрировать даже на небольшом участке обрабатываемой поверхности.

Также лазерный луч обладает когерентностью, а это означает, что его мощностные показатели увеличиваются в десятки раз благодаря резонансу, вызванному некоторыми типами колебаний.

Лазер для резки металла состоит из:

Особого источника энергии (системы накачки).

Рабочего тела, обладающего эффектом вынужденного излучения.

Оптического резонатора (набора специальных зеркал).

Принцип работы лазера

- 1) Лазерный луч воздействует на металл в определенной точке.
- 2) Сначала вещество нагревается до определенной температуры, затем начинает плавиться.
- 3) На границе плавления возникает углубление.
- 4) Воздействие энергии излучения лазера приводит к второй стадии процесса — кипению и испарению металлического вещества.

По виду лазерные установки различают

- 1) Твердотельные (мощность не более 6 кВт).
- 2) Газовые (мощностью до 100 кВт).
- 3) Газодинамические (мощность от 100 кВт).

В производственных целях наибольшей популярностью пользуется резка металла с **твердотельным лазером**, в котором излучение может подаваться в импульсном или непрерывном режиме. В качестве рабочего тела используется рубин, стекло с примесью

неодима или CaF_2 (флюорит кальция). Главным преимуществом твердотельных лазеров является способность создать мощный импульс энергии за доли секунды.

Газовые лазеры применяются для резки металла в технических и научных целях. Активным телом выступает смесь газообразных азота, углекислого газа и гелия, атомы которых возбуждаются электрическим разрядом и обеспечивают лазерному лучу монохроматичность и направленность.

Большой мощностью отличаются **газодинамические лазеры**. Рабочее тело — углекислый газ. Сначала газ нагревается до предельно высокой температуры, затем его пропускают через узкий канал, где происходит расширение и последующее охлаждение CO_2 . В результате такой процедуры излучается энергия, используемая для лазерной резки металла.

Главными показателями лазерных установок являются:

- Площадь рабочей поверхности в режущем станке;
- Срок службы лазерной трубки;
- Сила лазера.

Рассмотрим распространенные лазерные установки

Твердотельный лазер — лазер, в котором в качестве активной среды используется вещество, находящееся в твёрдом состоянии.

Разновидностями твердотельного лазера являются:

- Волоконный лазер (рисунок 1);
- Полупроводниковый лазер (рисунок 2);

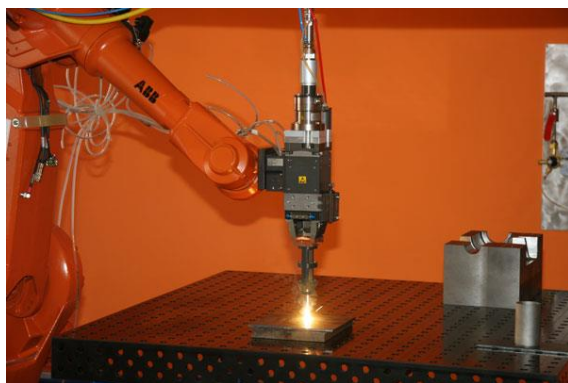


Рисунок 1

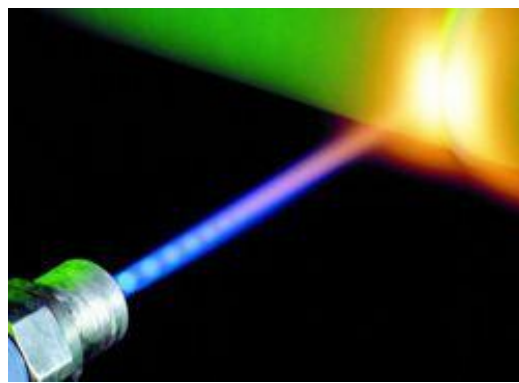


Рисунок 2

Волоконный лазер

Волоконный лазер — лазер, активная среда и, возможно, резонатор которого являются элементами оптического волокна.

Схема волоконного лазера представлена на рисунке 3

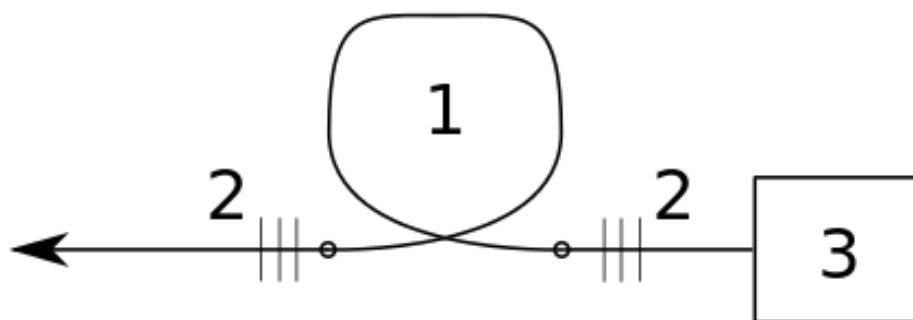


Рисунок 3. 1) — активное волокно, 2) — брэгговские зеркала, 3) — блок накачки.

Накачка лазера — это процесс перекачки энергии внешнего источника в рабочую среду лазера (рисунок 4).

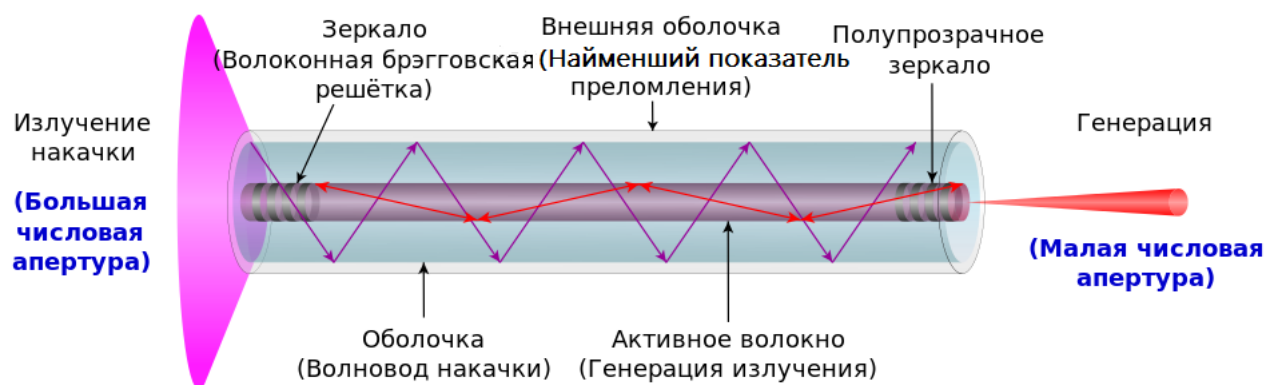


Рисунок 4. Схема накачки лазера, основанного на волокне с двойным покрытием.

Газовый лазер - это лазер, в котором в качестве активной среды используется вещество, находящееся в газообразном состоянии (рисунок 4).



Рисунок 5

Устройство газового лазера (рисунок 6)

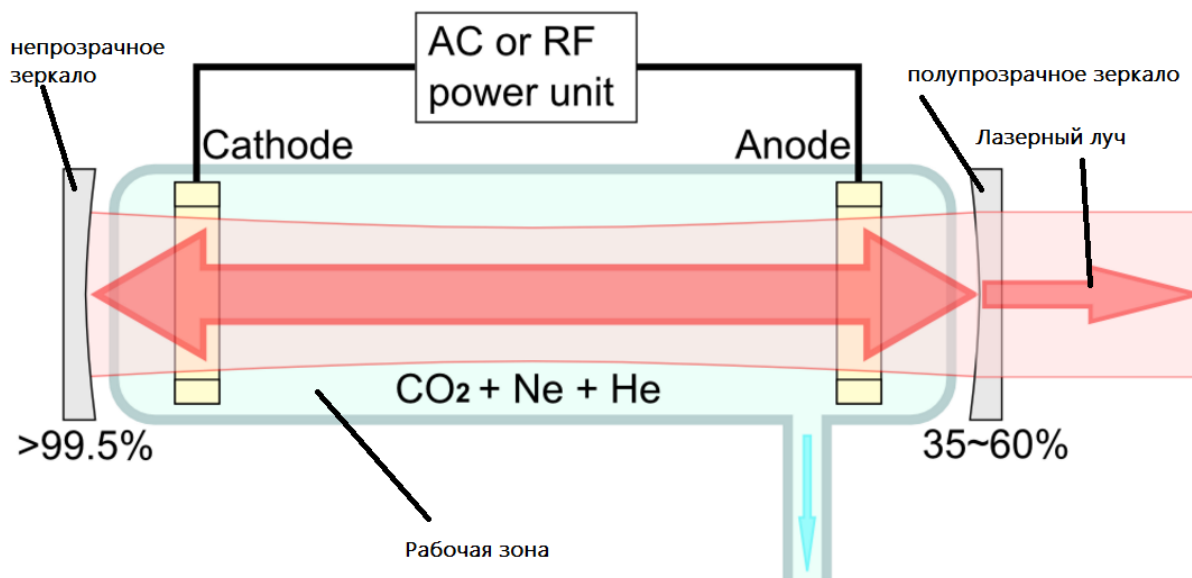


Рисунок 6

Среди преимуществ лазерной резки металла перед другими видами обработки можно выделить:

- * Высокую точность подачи и резки лазерного луча;
 - * твёрдость материала возможна любая, а значит, область их использования становится существенно больше;
 - * Минимум загрязнений на поверхности детали;
 - * Малую вероятность нанесения деформации листам металла;
 - * Снижение энергетических затрат;
 - * Возможность обработки сложных поверхностей;
 - * эффективность труда повышается практически в 2 раза;
 - * возможности на много шире;
- К недостаткам можно отнести:
- * Высокая цена установки;
 - * Износ электронно-лучевой трубки.

Литература

- 1) <http://rezhemmetall.ru/stanok-lazernoj-rezki-metalla.html>.
- 2) <http://www.rujiiecnc.ru/2j-YAG-laser-cutting-machine.html>.
- 3) <http://all-ready.ru/lazernoe-oborudovanie/lazernyy-stanok-rabbit-flat-bed-1220>.
- 4) <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
- 5) <http://laser-trumpf.ru/lazernaya-rezka-metalla.html>.
- 6) http://specpribor76.ru/services_metallobrabotka/lazernaja-rezka/.
- 7) <http://a-n-a.ru/lazernaya-rezka-metalla.html>.
- 8) <http://www.s0alex.ru/abc4a39.html>.

УДК 621.9.06 - 83

ДАТЧИКИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Ошурек М.П.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Привод подач в системе ЧПУ может осуществляться по двум схемам: с наличием или отсутствием обратной связи по положению рабочего органа станка, по контролируемой координатной оси. В случае привода без обратной связи в качестве двигателя необходимо использовать шаговый мотор.

На рисунке 1 представлена схема привода подач с обратной связью, как по скорости, так и по положению.

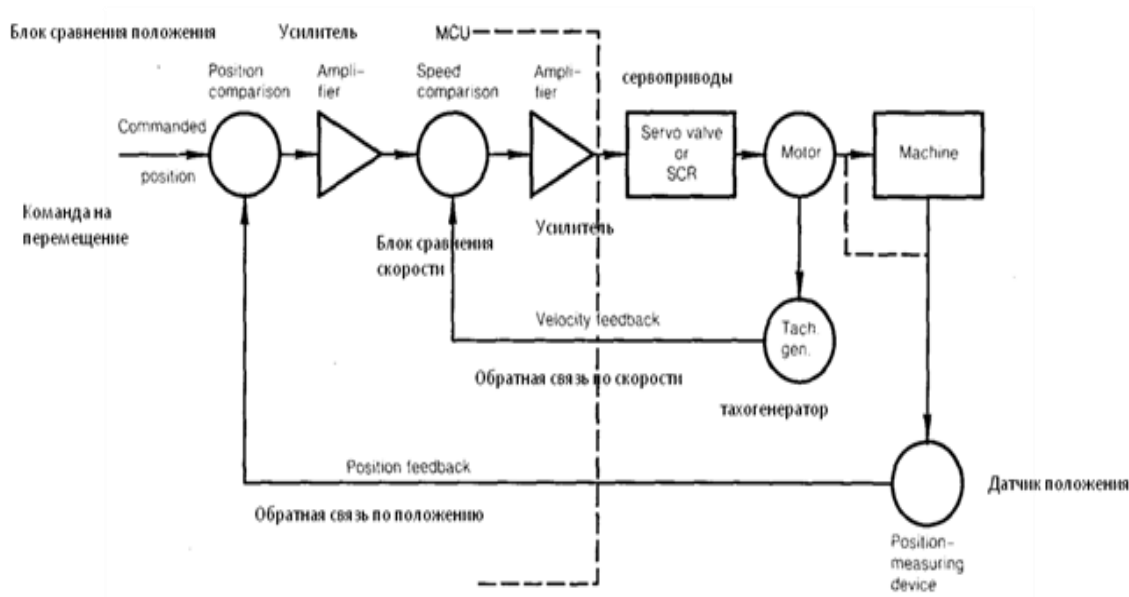


Рисунок 1 - Схема привода подач с обратной связью по скорости и по положению

В функцию блока обратной связи входит непрерывная передача в систему управления информации о фактическом положении рабочего органа станка.

Датчики обратной связи, применяемые в станках с ЧПУ, по принципу их работы можно подразделить на две группы: абсолютные и циклические.

В абсолютных датчиках каждому его положению по всей длине перемещения соответствует вполне определенное и единственное кодовое значение или точно определённая величина монотонно изменяющегося выходного сигнала (рисунок 2.а). Системы с абсолютными датчиками сохраняют информацию о положении рабочего органа станка по соответствующей координатной оси даже после отключения электрического питания и после включения системы вновь не требуют выхода станка в исходные (референтные) точки по каждой координате.

У циклических датчиков изменение параметров выходного сигнала носит циклический характер, принимая одни и те же значения при различных положениях датчика (рисунок 2.б). У циклических датчиков длина перемещения, соответствующая однозначному сигналу, всегда меньше длины всего хода рабочего органа станка, на котором установлен датчик обратной связи. Такие датчики проще по конструкции, но после каждого отключения сети требуют проведения процедуры обнуления, то есть выхода в нулевые точки по каждой координате.

По конструкции датчики обратной связи по положению подразделяются на круговые и линейные.

Круговые датчики, имеющие, как правило, проще конструкцию, монтируются непосредственно на ходовом винте или связаны с ним через шестерёнчатую передачу. Таким образом, они контролируют угол поворота шарикового ходового винта, оставляя без обратной связи конечное звено, а именно зацепление винта с гайкой.

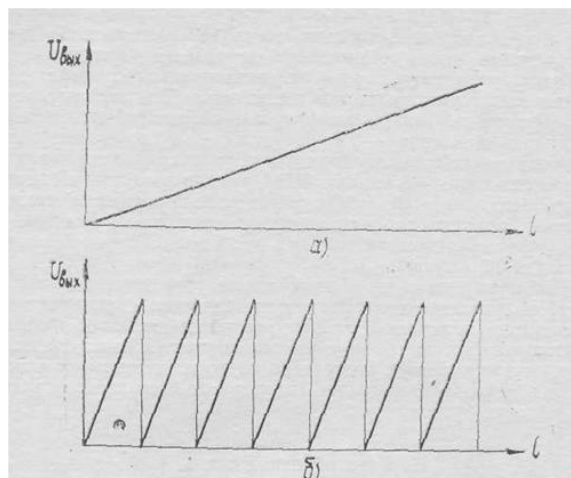


Рисунок 2 - Изменение величины выходного сигнала датчиков:

а) для абсолютных датчиков; б) для циклических датчиков

При использовании линейного датчика (рисунок 3) обратной связью охватываются все звенья кинематической цепи подачи, включая конечное звено – винт с гайкой. Точность обработки при этом значительно возрастает. Однако конструктивно линейные датчики имеют более сложную конструкцию и, соответственно, выше стоимость.

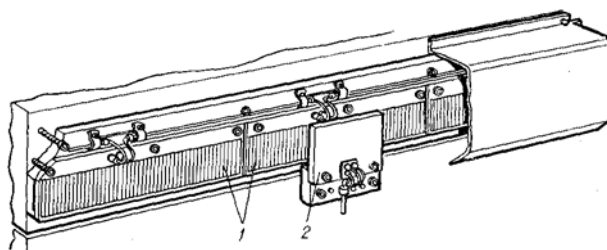


Рисунок 3 - Линейный датчик обратной связи

1 – линейка; 2 – ползун

По виду выходного сигнала датчики подразделяются на кодовые, аналоговые и импульсные.

Кодовые датчики представляют собой диск (для кругового датчика) или пластину (для линейного датчика) из стекла или металла, на которых нанесены шаблоны разрядов в двоичном коде.

Преимуществом кодовых датчиков является то, что они относятся к абсолютным датчикам, которые, в отличие от дискретных датчиков, сохраняют информацию о фактической позиции (или координате перемещения) после отключения и включения вновь системы управления или после сбоя в её работе.

Шаблоны разрядов двоичного кода могут быть исполнены различным образом:

1. Проводимые и не проводимые участки для металлических шкал;
2. Прозрачные или не прозрачные участки для стеклянных шкал;
3. Магнитные или не магнитные участки для шкал из не магнитных материалов.

Пример диска кругового кодового датчика представлен на рисунке 4. Каждое концентрическое кольцо диска включает затемнённые и прозрачные (или проводимые и не

проводимые, или магнитные или немагнитные) участки и соответствует определённому разряду: наружное кольцо – первому разряду, следующее кольцо – второму разряду и т. д.

Аналоговые датчики, работающие в основном на принципе электромагнитной индукции, имеют на выходе сигнал в виде какого-либо физического аналога, например, величину напряжения или фазовый сдвиг по отношению к опорному сигналу.

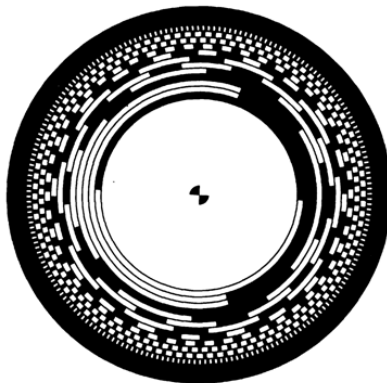


Рисунок 4 - Пример диска кругового кодового датчика

5. Схема работы датчика типа «вращающийся трансформатор» представлена на рисунке

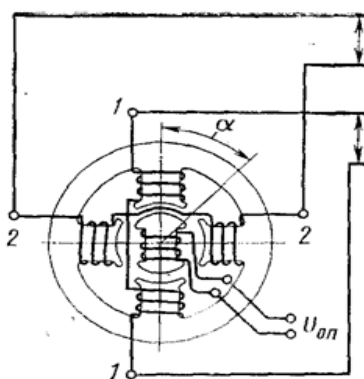


Рисунок 5 – Схема работы датчик типа «вращающийся трансформатор»

«Вращающийся трансформатор» состоит из статора и ротора. При подаче на обмотку ротора (или статора) переменного напряжения $e_0 = U_0 \cdot \sin(\omega t)$ на одной из обмоток статора (или ротора) индуцируется переменное напряжение $e_1 = U_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\omega t)$, где α — угловое положение ротора. На второй обмотке индуцируется $e_2 = U_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\omega t)$. После сложения этих двух сигналов на цепочке RC , параметры которой подбираются из условия $\omega RC = 1$, получается выходной сигнал $U_{вых} = U_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ который, как видно, равен по амплитуде входному сигналу, но сдвинут по фазе относительно него на угол α , который представляет собой фактическое положение рабочего органа станка. Для получения высокой точности позиционирования цену оборота фазы в таких датчиках часто выбирают в пределах 1 мм.

Среди аналоговых датчиков наибольшую точность позиционирования можно получить, используя датчики типа «Индукосин», работающие в амплитудном режиме. Общий вид линейного датчика такого типа представлен на рисунке 6, диск кругового датчика представлен на рисунке 6.

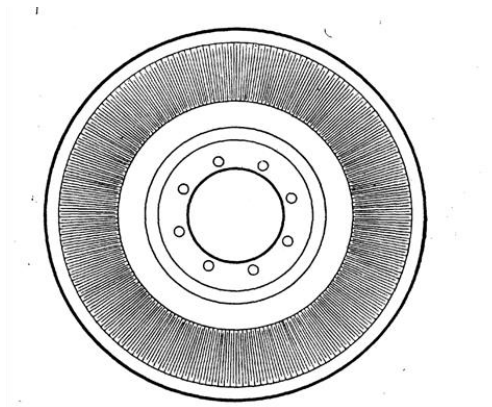


Рисунок 6 – Диск кругового датчика типа «Индуктосин»

Принцип работы датчика обратной связи типа «Индуктосин» представлен на рисунке 7. Ползунок датчика имеет две печатные обмотки, сдвинутые геометрически, а, следовательно, и электрически на $1/4$ шага, т. е. на 90° . На каждую из обмоток подается синусоидальный сигнал одинаковой частоты (10 кГц), причем на первой обмотке имеется $e_1 = U_0 \cdot \cos(\alpha_e)$, а на второй $e_2 = U_0 \cdot \sin(\alpha_e)$, где α_e - заданный угол смещения (отражающий заданную величину перемещения). На шкале индуцируется напряжение, равное: $U_{вых} = U_0 \cdot \sin(\alpha_e) \cdot \cos(\alpha_m) - U_0 \cdot \cos(\alpha_e) \cdot \sin(\alpha_m)$, где α_m — фактический угол, отражающий фактическое перемещение рабочего органа станка. Следовательно: $U_{вых} = U_0 \cdot \sin(\alpha_e - \alpha_m)$.

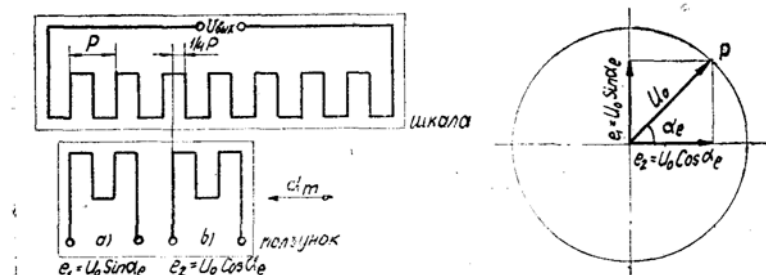


Рисунок 7 – Принцип работы датчика обратной связи типа «Индуктосин».

Таким образом, на привод поступает сигнал на перемещение всякий раз, когда есть разница в этих углах. При фактическом положении, равном заданному, когда $\alpha_e = \alpha_m$, напряжение на выходе равно нулю. Точность позиционирования рабочих органов станка при использовании «Индуктосина» может лежать в пределах $\pm 0,005$ — $\pm 0,01$ мм.

Широкое применение находят линейные фотоэлектрические датчики. В датчике (рисунок 8) шкала (линейка) 1 и ползунок 2, выполненные из стекла и имеющие одинаковый шаг штрихов, накладываются друг на друга с небольшим зазором.

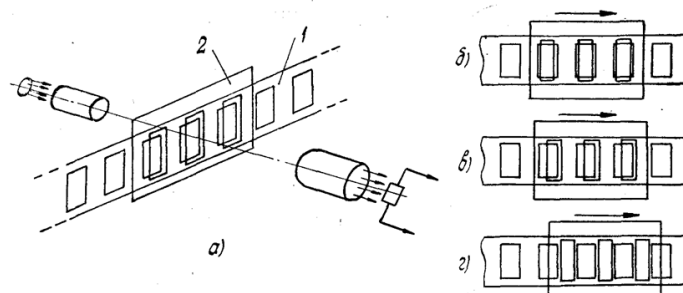


Рисунок 8 - Линейный фотоэлектрический датчик:

а) принцип действия; б) положение, соответствующее максимальной освещенности; в) среднее положение; г) положение, соответствующее минимальной освещенности.

При смещении этих двух частей относительно друг друга, освещенность фотодиода за счет явлений, происходящих в дифракционных решетках, будет периодически меняться от максимальной величины до минимальной величины и опять до максимальной. Формируя в электронной схеме импульсы, соответствующие моменту максимальной освещенности, получают информацию о величине перемещения. Так как в работе одновременно участвуют несколько штрихов, погрешности нарезки каждого штриха усредняются, а точность измерения значительно повышается.

Литература

1. <http://naladchik-stankov.ru/glava-iv-elektrooborudovanie-avtomatika-stankov-chpu/datchiki-obratnoi-svyazi>
2. <http://delta-grup.ru/bibliot/35/26.htm>
3. <http://www.sensor-com.ru/catalog/inductive/use?yclid=2866223477728479559>

УДК 621.01/03

СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ.

Брюханов И. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Самым распространённым способом сварки является дуговая сварка (способ при котором для нагрева и расплавления металла используют электрическую дугу). Основное оборудование, применяемое для дуговой сварки – источники питания сварочного тока.

Электрический источник питания снабжает сварочную дугу электрической энергией необходимых параметров. При дуговой сварке применяются токи от 1 до 3000 А при напряжении 40 - 141 В. Сварка может выполняться на постоянном и переменном токе, как при непрерывной, так и при импульсной подаче энергии.

К источнику питания предъявляются требования, связанные с особенностью дуги как нагрузки источника и её функциями как средства осуществления тех или иных видов дуговой сварки:

- обеспечить надёжные начальное и повторные зажигания дуги, её горение и стабильный процесс сварки, хорошее формирование сварочного шва.
- способствовать благоприятному переносу электродного металла, наименьшим потерям его вследствие разбрызгивания и угара.
- настройка источника на заданный режим работы должна производиться легко и просто.

В зависимости от вида сварки, свариваемых металлов, требований к качеству сварного шва применяют самые различные источники питания (сварочные трансформаторы, выпрямители, преобразователи и другие).

1) Сварочный трансформатор - это устройство, преобразующее переменное напряжение входной сети в переменное напряжение для электросварки. Основным его узлом является силовой трансформатор, с помощью которого сетевое напряжение снижается до напряжения холостого хода (вторичное напряжение), составляющего обычно 50-60 В. Для ограничения тока короткого замыкания и устойчивого горения дуги трансформатор должен иметь круто падающую вольтамперную характеристику. Для этого либо используют трансформаторы с увеличенным рассеянием, вследствие чего сопротивление при коротком замыкании оказывается у них в несколько раз больше, чем у обычных силовых трансформаторов, либо в цепь с трансформатором с нормальным рассеянием включают реактивную катушку с большим индуктивным сопротивлением – дроссель (дроссель может быть включён не в цепь вторичной обмотки, а в цепь первичной, где меньше ток).

Достоинства такого источника питания: сравнительно высокий КПД (70 – 90%); простота эксплуатации и ремонта; надёжность и дешевизна.

Недостатки: низкая стабильность горения дуги, обусловленная свойствами переменного тока; для качественной сварки необходимо использовать специальные электроды, предназначенные для работы при переменном токе; отрицательное влияние на стабильность горения дуги оказывают колебания входного напряжения; нельзя варить нержавеющей сталь, и цветные металлы (так как этот процесс требует использования постоянного тока); сильная "просадка" напряжения в сети при сварке.

2) Сварочные выпрямители - это аппараты, преобразующие переменное напряжение сети в постоянное напряжение электросварки. Они, как правило, состоят из силового трансформатора, выпрямительного блока, пускорегулирующей, измерительной и защитной аппаратуры. Существует множество схем построения сварочных выпрямителей с различными механизмами формирования внешней вольтамперной характеристики выпрямителей: изменение параметров самого трансформатора (подвижные катушки и секционированные обмотки, магнитные шунты), использование дросселя, фазное регулирование с помощью тиристоров и транзисторов.

К достоинствам сварочных выпрямителей относятся: надежность зажигания и устойчивость горения сварочной дуги и, как следствие, более качественный шов; возможность варить нержавеющую сталь, и цветные металлы;

Недостатки: относительно большой вес аппаратов; потеря части мощности; сильная "просадка" напряжения в сети при сварке.

3) Сварочный преобразователь — это электрическая машина, состоящая из приводного электродвигателя и генератора, который обеспечивает выработку тока (до 500А и более).

Все рабочие узлы сварочного преобразователя, в том числе и пускорегулирующая аппаратура, монтируются в одном едином корпусе. При этом существуют передвижные сварочные преобразователи и агрегаты, а также стационарные посты. Первые, в основном применяют при выполнении монтажно-строительных работ, вторые, в заводских условиях.

Преимущества преобразователей перед трансформаторами и выпрямителями заключается в том, что он вырабатывает сварочный ток, который практически не зависит от перепадов питающего напряжения. Поэтому его применение целесообразно для выполнения сварочных работ, к которым предъявляются высокие требования по качеству.

Недостаток: КПД и надёжность несколько ниже, чем у трансформаторов и выпрямителей, так как устройство сварочного преобразователя включает в себя вращающиеся детали.

4) Сварочный агрегат состоит из двигателя внутреннего сгорания и генератора постоянного тока, в нём для получения сварочного тока используется химическая энергия сгорания топлива. Механическая энергия, полученная за счёт вращения коленчатого вала двигателя, преобразуется генератором в электрический ток посредством выпрямителя. Показатели выпрямителя, в свою очередь, отвечают за стабильность горения сварочной дуги.

К достоинствам сварочного агрегата относятся: возможность использования при отсутствии централизованного электрического снабжения; высокое качество сварки.

Недостатки: значительные габариты; большая масса; сложность использования.

Литература:

1. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др.-М.: Машиностроение. М38 Оборудование для сварки. Т. IV-6/ В. К. Лебедев, С. И. Кучук-Яценко, А. И. Четвертко и др.; Под ред. Б. Е. Патона. 1999. — 496 с., ил.

2. <http://steelguide.ru/svarka/svarochnoe-oborudovanie/preobrazovatel-dlya-svarki-ustrojstvo-i-osobennosti.html>

3. <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/book/b200907/>

4. <http://tool-land.ru/typy-svarochnykh-apparatov.php>

5. <http://www.osvarke.com/vypryamitel.html>

6. <http://goodsvarka.ru/oborudovanie-i-materiali/vidj-apparatov/>

УДК 621.3+620.92

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ И ИНВЕРТОРОВ В СИСТЕМЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Серов Н.В., Царик Е.В., Филев А.В.

Научные руководители – старшие преподаватели Михальцевич Г.А., Пекарчик О.А.

Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) – полупроводниковые устройства, прямо преобразующие солнечную энергию в постоянный электрический ток.

Преобразование энергии в ФЭП основано на фотоэлектрическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения.

Неоднородность структуры ФЭП может быть получена легированием одного и того же полупроводника различными примесями (создание р-п переходов) или путём соединения различных полупроводников с неодинаковой шириной запрещённой зоны – энергии отрыва электрона из атома (создание гетеропереходов), или же за счёт изменения химического состава полупроводника, приводящего к появлению градиента ширины запрещённой зоны (создание варизонных структур). Возможны также различные комбинации перечисленных способов.

Эффективность преобразования зависит от электрофизических характеристик неоднородной полупроводниковой структуры, а также оптических свойств ФЭП, среди которых наиболее важную роль играет фотопроводимость. Она обусловлена явлениями внутреннего фотоэффекта в полупроводниках при облучении их солнечным светом.

Основные необратимые потери энергии в ФЭП связаны с:

- отражением солнечного излучения от поверхности преобразователя,
- прохождением части излучения через ФЭП без поглощения в нём,
- рассеянием на тепловых колебаниях решётки избыточной энергии фотонов, рекомбинацией образовавшихся фото-пар, на поверхностях и в объёме ФЭП,
- внутренним сопротивлением преобразователя.

Комплекс требований к ФЭП, используемых на солнечных электроустановках:

- высокая надёжность при длительном (до 25–30 лет) ресурсе работы;
- высокая доступность сырья и возможность организации массового производства;
- приемлемые с точки зрения сроков окупаемости затрат на создание системы преобразования;
- минимальные расходы энергии и массы, связанные с управлением системой преобразования и передачи энергии (космос), включая ориентацию и стабилизацию станции в целом;
- удобство техобслуживания.

Солнечная батарея состоит из несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) – полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.

Для достижения наибольшей эффективности фотоэлектрической панели требуется правильный подбор сопротивления нагрузки. Для этого фотоэлектрические панели не подключают напрямую к нагрузке, а используют контроллер управления фотоэлектрическими системами, обеспечивающий оптимальный режим работы панелей.

Источник бесперебойного питания, (ИБП) (англ. Uninterruptible Power Supply, UPS) – автоматическое электронное устройство с аккумуляторной батареей, предназначенное для бесперебойного кратковременного снабжения электрической энергией в случае резкого падения или отсутствия входного питающего напряжения.

Основной задачей источника бесперебойного питания является генерирование на его выходе чистого синусоидального напряжения стабильной амплитуды и частоты при любых

отклонениях напряжения в питающей электросети. Отсюда следует, что любой источник бесперебойного питания должен содержать генератор синусоидального напряжения (часто выполненный в виде инвертора). Инвертор – устройство, которое преобразует род напряжения: из постоянного в переменное (аналогично – переменное в постоянное).

От того, какими характеристиками он обладает, во многом зависит качество самого ИБП.

Инвертор, в свою очередь, должен иметь как минимум два источника энергии для обеспечения непрерывной работы ИБП:

- а) непосредственно питающая электросеть,
- б) аккумуляторные батареи, энергия которых используется, когда напряжение в электросети недостаточно для нормальной работы инвертора (например, при полном его отсутствии).

Все источники бесперебойного питания делятся на 3 типа:

1. *Off-line* ИБП – это наиболее простые и дешевые источники бесперебойного питания. При нормальном напряжении в электросети ИБП передает его через несложный фильтр в нагрузку, инвертор при этом выключен. При пропадании напряжения или отклонении его параметров от нормы запускается инвертор, который преобразует энергию батарей в переменное напряжения, необходимое для питания нагрузки.

2. *Line-interactive* ИБП – это усовершенствованный *off-line* ИБП. В нем устанавливаются более мощные фильтры, и добавляется регулятор (стабилизатор) выходного напряжения (выполненный обычно из трансформатора с дополнительными отводами, которые коммутируются с помощью реле).

3. *On-line* ИБП – это ИБП, использующий принцип двойного преобразования энергии для защиты оборудования. В таком ИБП при нормальном режиме работы (*on-line* - режим) отсутствует непосредственная передача входного напряжения на выход. Входное напряжение претерпевает двойное преобразование (*double conversion*). ИБП *on-line* типа обеспечивают наивысшую степень защиты оборудования, поскольку вырабатывают стабильное непрерывное синусоидальное выходное напряжение, не зависящее от колебаний напряжения в питающей электросети.

В *on-line* ИБП инвертор работает непрерывно, и поэтому эти ИБП обладают некоторыми недостатками по сравнению с *line-interactive* ИБП:

1. Повышенное тепловыделение, или более низкий коэффициент полезного действия (КПД).

2. Увеличенные массогабаритные показатели.

Постоянно работающий инвертор требует использования более мощной системы охлаждения (состоящей, как правило, из вентиляторов и радиаторов), что и приводит к увеличению размеров всего ИБП.

3. Большой шум, создаваемый работой инвертора и системой его охлаждения.

Составные части ИБП:

Режим байпас (англ. *Bypass*, «обход») – питание нагрузки отфильтрованным напряжением электросети в обход основной схемы ИБП. Переключение в режим *Bypass* выполняется автоматически или вручную.

«Бустер» (англ. *booster*) – ступенчатый автоматический регулятор напряжения (англ. *Automatic Voltage Regulation, AVR*), имеющий автотрансформатор в своей основе. Он используется в ИБП, работающих по интерактивной схеме.

Кроме «самостоятельных» приложений, где инвертор выступает в качестве источника питания потребителей переменного тока, широкое развитие получили технологии преобразования энергии, где инвертор является промежуточным звеном в цепочке преобразователей. Принципиальной особенностью инверторов напряжения для таких приложений является высокая частота преобразования (десятки-сотни килогерц). Для эффективного преобразования энергии на высокой частоте требуется более совершенная

элементная база (полупроводниковые ключи, магнитные материалы, специализированные контроллеры).

Устройство потенциального инвертора направлено на преобразование высокого уровня входного напряжения в низкий уровень, и наоборот. В свою очередь, импульсные инверторы в момент подачи сигнала на вход, преобразуют его в выходной сигнал противоположной полярности. Либо в момент подачи импульсов тактирующей серии на выходе появляется сигнал только при отсутствии сигнала на входе.

Инвертор для сварки состоит из нескольких основных блоков аппарата:

- входной выпрямитель: преобразует входной ток из переменного в постоянный;
- преобразователь постоянного тока в переменный с частотой до десятков-сотен кГц;
- силовой трансформатор: повышает величину тока до значений, необходимых для расплавления металла;
- выходной выпрямитель: преобразует переменный ток большой величины в постоянный;
- плата управления: контролирует работу всех элементов и обеспечивает выполнение ряда дополнительных функций.

В классификации инверторов можно выделить такие типы, как:

- Бытовые аппараты. Режим работы, на который рассчитаны эти устройства, называется кратковременным. Это означает, что после 15 минут работы аппарату нужен будет перерыв продолжительностью около часа.
- Профессиональные аппараты. Эти устройства способны работать так называемый продолжительный режим работы. Их можно эксплуатировать непрерывно в течение одной рабочей смены (8 часов), после чего их придется оставить в покое примерно на такой же срок.
- Промышленные аппараты. Выносливость этих инверторов позволяет эксплуатировать их круглые сутки с небольшими перерывами. Аппараты данной разновидности могут участвовать в выполнении ремонтных и производственных работ в цехах крупных предприятий.

УДК 534.843.242

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА РЕВЕРБЕРАТОРОВ

Демиденко А. С., Хлиманкова О. О.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г. А.

Процессоры пространственной обработки сигналов – ревербераторы – являются неотъемлемой частью любой современной студии и концертного зала.

Получить нужные звучания путем моделирования, простого копирования или синтеза характеристик, не существующих в реальности помещений, стало возможно практически в любом месте. На этом пути ревербераторы были самым первым и естественным шагом.

Для того чтобы полнее разобраться в этом эффекте, вспомним каким образом создается реверберация в реальных помещениях и из каких основных частей состоит собственно реверберационный процесс.

Сущность реверберации состоит в том, что исходный звуковой сигнал смешивается со своими копиями, задержанными относительно него на различные интервалы времени.

Примерная схема расположения источника сигнала и слушателя изображена на рис. 1.

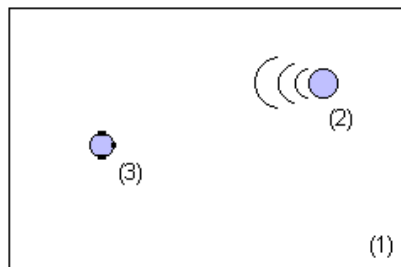


Рисунок 1. Примерная схема расположения источника сигнала и слушателя

При подаче короткого звукового импульса в точке прослушивания будет наблюдаться картина, изображенная на рис. 2:

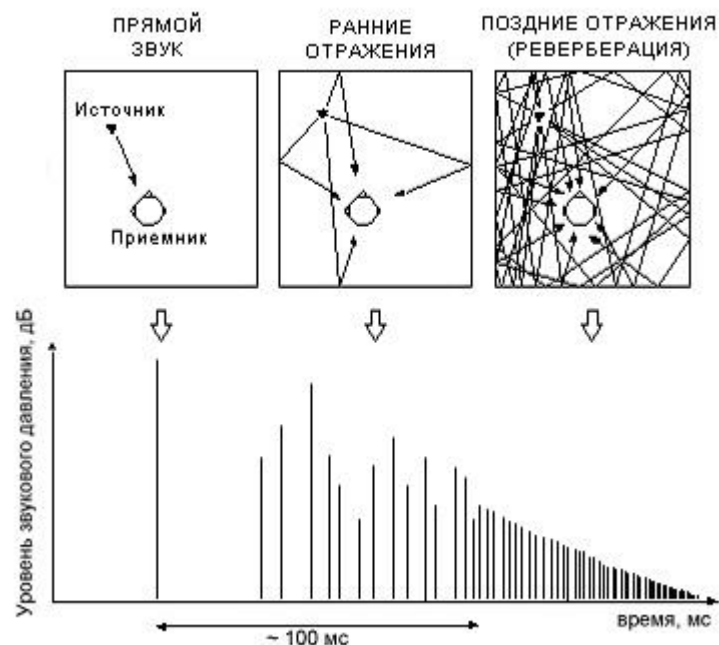


Рисунок 2. Эхограмма приемника, отображающая прямой звук, ранние отражения и реверберация

Эффект реверберации зависит от того, каковы временные промежутки между копиями сигналов и какова скорость уменьшения уровней их громкости. Если промежутки между копиями малы (до 60 мс) то получается собственно эффект реверберации. Возникает ощущение объемного гулкого помещения. Звуки музыкальных инструментов становятся сочными, объемными, с богатым тембровым составом. Голоса певцов приобретают напевность, а недостатки, присущие им, становятся малозаметными.

Если промежутки между копиями велики (более 100 мс), то правильнее говорить не об эффекте реверберации, а об эффекте "эхо". Интервалы между соответствующими звуками при этом становятся различимыми.

Рассмотрим как развивались системы искусственной реверберации.

Исторически первыми (в 1930-х гг) "искусственными ревербераторами" были *эхо-камеры* («*Echo chamber*»), в роли которых обычно выступали коридоры в подвалах, например, как изображенные на рис. 3.



Рисунок. 3. Эхо-камера (реверберационная комната)

Эхо-камера представляет собой комнату с отражающими стенами, в которую помещен источник звукового сигнала (громкоговоритель) и приемник (микрофон). Меняя положение громкоговорителя и микрофона, можно получить небольшие вариации в записанном звуке.

Достоинства: затухание звука происходит в ней естественным путем.

Недостатки: практически невозможное изменение параметров звука, искажения спектра сигнала в области средних частот из-за собственных резонансов, громоздкость системы.

В попытках преодолеть эти трудности была создана первая электронно-механическая система – пружинный ревербератор («*Spring reverb*»), например, как изображенный на рис. 4. Он стал применяться в середине 60-х годов XX века.



Рисунок. 4. Внешний вид пружинного ревербератора

Его устройство сходно с эхо-комнатой (на одном конце электромеханический преобразователь, на другом конце – пьезоэлектрический), только средой распространения волн вместо воздуха служит пружина.

Достоинства: компактность, простота.

Недостатки: пружина воспринимает любые колебания воздуха и пола, между акустической системой и пружиной существует практически неустраняемая обратная связь, звук имеет ярко выраженную "металлическую" окраску.

Следом появились другие электромеханические устройства – листовые (пластинчатые) ревербераторы («*Plate reverb*»), изображенный на рис. 5. Пружина была заменена большой пластиной из листового металла.



Рисунок 5. Внешний вид листового (пластинчатого) ревербератора

Звукосниматель ревербератора фиксирует колебания, которые появляются по всей пластине, а результат выводится в виде звукового сигнала.

Достоинства: более правдоподобный звук, чем у пружинного ревербератора.

Недостатки: при подаче сложного и высокоуровневого сигнала дают заметные искажения, громоздкость системы.

Ленточный (магнитофонный) ревербератор («*Tape reverb*») в 70х-80х годах стал первым «чисто электронным» ревербератором. Принцип действия: сигнал подается на записывающую головку, а затем считывается воспроизводящими головками с различными уровнями выходного сигнала (чтобы обеспечить эффект затухания). После считывания пленки все сигналы с воспроизводящих головок смешиваются и подаются на выход ревербератора. Для работы такого ревербератора необходима большая скорость движения ленты, иначе вместо реверберации мы получим эффект эха.



Рисунок 6 – Современный ленточный ревербератор BOSS RE20 Space Echo

В цифровых ревербераторах («*Digital reverb*») обычно заложено несколько типов алгоритмов обработки сигналов, обычно это эмуляция различных комнат и «железных»

ревербераторов (ленточных, листовых, пружинных), и, естественно, есть возможность менять параметры каждого алгоритма и смешивать различные алгоритмы (рис.7). Все это делает цифровой ревербератор чрезвычайно мощным и гибким инструментом, причем очень компактным.



Рисунок. 7. Пример цифрового ревербератора

Самыми современными являются импульсные (конволюционные, свёрточные) ревербераторы (Рис. 8). Свёрточный ревербератор смешивает в себе входящий сигнал с другим типом звукового сигнала, называемого импульсной характеристикой. Основная цель – моделирование реального помещения, а именно точное повторение реверберации определённой комнаты или устройства.

Преимущества: импульсы часто снимаются с дорогих аналоговых ревербераторов. Такой импульс способен очень точно моделировать этот ревербератор без необходимости его покупки.

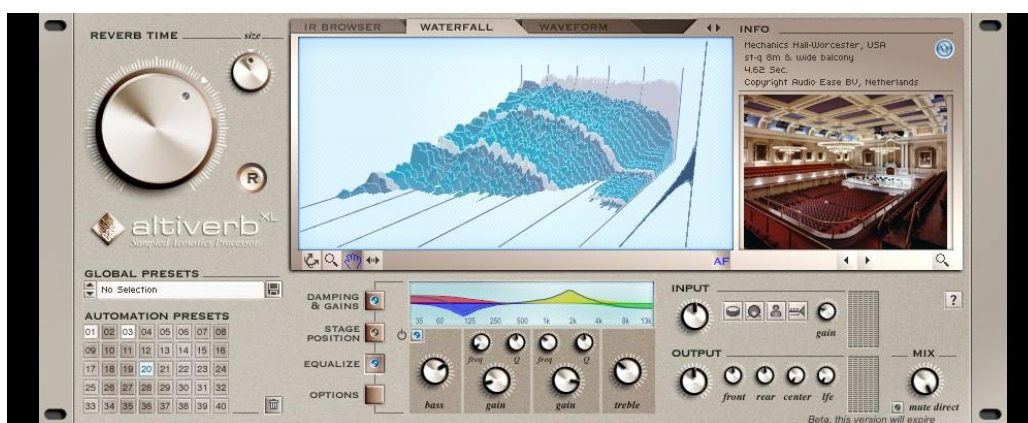


Рисунок 8. Пример импульсного ревербератора – программа Altiverb

Литература

1. Как это работает: реверберация [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://saturdayjam.livejournal.com/2982.html>. – Дата доступа: 10. 04. 2016
2. О реверберации, ревербераторах. Процессоры пространственной обработки сигналов [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http://mcstore.ru/o_reverberatsii_reverberatorah_protssessori_prostranstvennoj_obrabotki_signalov.htm. – Дата доступа: 05. 04. 2016
3. Профессиональная работа с реверберацией [Электронный ресурс] / — Режим доступа: <http://blog.letow.ru/articul/professionalnaya-rabota-s-reverberaciej.html> – Дата доступа: 04.04.2016
4. Развитие ревербераторов [Электронный ресурс] / — Режим доступа: <http://mydocx.ru/1-52028.html>. – Дата доступа: 07. 04. 2016
5. Реверберация [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://promodj.com/articles/243477/Reverberaciya>. – Дата доступа: 05. 04.2016

Реверберация [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Реверберация>. – Дата
доступа: 10. 04. 2016

УДК 624.97

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Денисевич Т. А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

Рост мирового энергопотребления и неизбежное сокращение природных запасов углеводородного топлива существенно подняли интерес к использованию возобновляемых источников энергии.

Одной из бурно развивающейся отраслью энергетики является ветроэнергетика, которая специализируется на использовании кинетической энергии воздушных масс и преобразует ее в различные формы энергии: электрическую, механическую, тепловую.

Общий интерес в настоящее время представляет использование энергии ветра для обеспечения электрической и тепловой энергией частных домов и коттеджей. Эту задачу могут выполнять ветряные электростанции для индивидуального пользования [1].

Небольшие ветряные электростанции удобны тем, что для их установки не требуется особого места, достаточно просто монтируются, имеют небольшой срок окупаемости и стабильно вырабатывают электрическую энергию [2].

В настоящее время максимальный коэффициент использования ветра имеют ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения (такая конструкция используется почти в 99% всех действующих промышленных ветровых электростанциях). Предварительные расчеты показывают, что для изготовления ветрогенератора в домашних условиях наиболее оптимальной конструкцией является шестилопастный ветрогенератор с диаметром винта 2 м. При максимальной рабочей скорости ветра 7-8 м/с максимальная мощность выбранной конструкции ветроэлектростанции будет равна 240 Вт. Это соответствует частоте вращения ветроколеса 229 об/мин. При более сильном ветре работа ветрогенератора будет небезопасной и должна ограничиваться.

Наиболее важной частью ветрогенератора является сам генератор, который и определяет эффективность работы всей установки. Промышленностью выпускается большое количество генераторов переменного и постоянного тока. Все они имеют свои достоинства и недостатки. Наиболее удачным по комплексу характеристик для домашней ветроустановки является генератор на постоянных магнитах. Достоинствами этого генератора являются высокая надежность и достаточная мощность, а из недостатков можно назвать только то, что его придется изготавливать самому.

Для изготовления генератора необходимо использовать самые мощные магниты, которые выпускает промышленность. Такими магнитами являются неодимовые (мощность 480 кДж/м³). Изготавливать генератор следует по трехфазной схеме. Это исключит вибрации, а показатель мощности ветряка будет иметь постоянное значение. Ветрогенератор, имеющий трехфазную систему, может быть более эффективным, чем однофазный.

В настоящее время считается, что применение ветрогенераторов в быту для обеспечения электричеством нецелесообразно из-за необходимости получения электроэнергии промышленного качества: напряжением 220 В и частотой 50 Гц. При использовании генератора постоянного тока требуется использование инвертора. Для обеспечения бесперебойной работы потребителей требуется использование аккумуляторов и дизельгенераторов. Все это приводит к значительному удорожанию получаемой энергии.

Поэтому, учитывая сказанное выше, экономически целесообразно получение с помощью ветрогенераторов не электрической энергии промышленного качества, а постоянного или переменного тока с последующим преобразованием его с помощью ТЭНов в тепло для обогрева жилья и получения горячей воды.

Литература

1. <http://www.ekopower.ru/chto-nuzhno-znat-o-vetroenergetike/>
2. <http://vopros-remont.ru/elektrika/samodelnyj-vetryak/>