

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

БЛУЖДАЮЩИЕ ТОКИ. ИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТРУБОПРОВОДЫ. МЕТОДЫ БОРЬБЫ

ИВАНОВИЧ В.В. Усов В.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

3D ПРИНТЕРЫ

ВЕЕВНИК И.С.

Научный руководитель – Жорова М.И.

БИОТОПЛИВО. ПРОИЗВОДСТВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ БИОТОПЛИВА

ЛАПИНСКАЯ В. О.

Научный руководитель – Скуратович Л.В.

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА МЕХАНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ГИБКИХ ПРОВОДОВ НА ПЭВМ

ШИЛАК Р.В.

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

ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕД СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

ДАШКО А.Л., Барвинский Е.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

МОНТАЖНЫЕ РЕЖИМЫ В МЕХАНИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ НА ПЭВМ ГИБКИХ ПРОВОДОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

ШИЛАК Р.В.

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

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

ВОРОНИК О.Г.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

КОЗЛОВ А. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Счастливая Е. С.

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

КИСЕЛЬ Е.Р.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

СЕРВОПРИВОД ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ С ЧПУ

КОРОЛЁВ С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

ТЕРМИСТОРНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

КОТОВА Н. С., Левшицкая Е. Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЕРМАЛОВИЧ В.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

ГАХОВИЧ Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ В БЫТУ

БАРАН А.Г.
Научный руководитель – Жорова М.И.

БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Жигайло Д.В.
Научный руководитель – старший преподаватель, Жуковская Т.Е.

ИСТОЧНИКИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Шепетюк И.С.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

СВЕТОДИОДЫ

Шукель В.Р.
Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

ЛАЗЕР

Харкевич И. В.
Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

РЕЖИМЫ НЕЙТРАЛИ

Левашевич Е.П.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Романович Е. А., Сырокваш Е. В., Юшкевич Р. А.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Мажар В. И.

ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Лешков Д.Д.
Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ МАСЛЯНОГО НАСОСА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ DSG7

Серебряков И. А.
Научный руководитель – старший преподаватель Згаевская Г.В.

НОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

Харкевич И. В.
Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

ЭНЕРГЕТИКА НАШЕГО ВРЕМЕНИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Румянцева Е. Ю.
Научный руководитель – Скуратович Л.В.

САМЫЕ МОЩНЫЕ АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Дордаль Д.С.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Мажар В.И.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Зубик П.В.
Научный руководитель – Скуратович Л.В.

УДК 621.3

БЛУЖДАЮЩИЕ ТОКИ. ИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТРУБОПРОВОДЫ. МЕТОДЫ БОРЬБЫ

Иванович В.В. Усов В.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Введение

Сегодня в мире существует лишь 30% металлофонда, произведенного за всю историю человечества. Остальные миллиарды тонн исчезли, в основном по причине коррозии. Рассмотрим одну из причин возникновения коррозии.

Блуждающие токи. Причины возникновения

При определённых условиях земля может являться проводником электричества. Как правило, специально она в этом качестве не используется, хотя, случается, что по определённым причинам (порчи изоляции проводников, не изолированных от земли рельс), электричество попросту уходит в землю.

Блуждающими называют электрические токи в земле, образующиеся в результате утечки токов с различных электроэнергетических устройств и линий электропередачи из-за недостаточности или отсутствия изоляции относительно земли или при использовании земли в качестве одной из фаз системы передачи электроэнергии потребителям. Пути распространения блуждающих токов в земле разнообразны (отсюда название). Они протекают не только в земле, но и в металлических частях подземных сооружений. Блуждающие токи могут создавать разность потенциалов порядка 70 В и более, при силе тока до 70 А. Блуждающие токи в земле могут обнаруживаться на значительном удалении (до десятков километров) от источника их возникновения в зависимости от электропроводности грунта.

Переменные блуждающие токи (частота 50 Гц) практически безопасны для подземных сооружений. Наибольшую опасность представляют блуждающие токи в системах, работающих на постоянном токе, в частности на рельсовом транспорте, где ходовые рельсы используют в качестве обратного провода в системе тягового электроснабжения, – электрифицированные ж. д., трамвай, метрополитен. При реальных уровнях изоляции рельсов относительно земли и протяженности зон питания от тяговых подстанций в земле может протекать до 10-30% (ж. д.), 1-10% (трамвай), 0,1-0,2% (метрополитен), тока, потребляемого ЭПС.

Те участки, где блуждающие токи, переходят из земли в металлические подземные сооружения, называют катодными зонами, а те участки, где они стекают с сооружения на землю – анодными. Катодная зона является безопасной. В *катодной зоне* протекает реакция восстановления - присоединения свободных электронов каким-либо веществом, называемым деполяризатором. Переход тока из металлических подземных сооружений в землю, в анодных зонах, вызывает разрушение металла – электрокоррозию. Электрокоррозия может быть очень интенсивной, Новые стальные трубы могут стать не работоспособными уже через три года. При утечке тока с металлической поверхности, находящейся в контакте с землей, происходит разрушение (растворение) 9,12 кг стали, 33,8 кг свинца, 2,93 кг алюминия в год. На трубопроводах возникают неравномерно расположенные характерные дыры и язвы.

Для борьбы с этими негативными явлениями, специалистами производят, так называемую, электроразведку с использованием специализированного оборудования. Коррозионные измерения для определения опасного действия блуждающих токов должны проводиться 1 раз в 6 месяцев, а также после каждого значительного изменения режима работы систем электроснабжения электрифицированного транспорта.

Защита коммуникаций от действия блуждающих токов

Мероприятия по защите сооружений от негативных проявлений блуждающих токов можно разделить на пассивные и активные (электрические).

Пассивные.

1) Снижение токов утечки. Уменьшение блуждающих токов достигается увеличением проводимости рельсовых путей и повышением переходного сопротивления между рельсами и землёй. Для увеличения проводимости на главных путях укладывают рельсы тяжёлых типов, осуществляют переход на бесстыковой путь. Увеличения переходного сопротивления достигают укладкой рельсов на щебёночном или гравийном балласте.

2) Применение на трубопроводах дополнительных антикоррозийных покрытий (экструдированным полиэтиленом, резинобитумные покрытия и др.)

3) Использование полиэтиленовых труб. Низкая электрическая проводимость исключает возможность возникновения в полиэтиленовых трубах блуждающих токов и связанного с ними коррозионного повреждения трубопровода.

Активные мероприятия.

Под активными мероприятиями подразумевается создание на защищаемом сооружении такого электрического режима, при котором коррозия сооружения прекращается. Для защиты трубопроводов от блуждающих токов, применяется катодная и анодная защиты, защита электрическим дренажом и дополнительное заземление трубопроводов.

Катодная защита

При катодной защите участок трубопровода длиной не более 2-15 км превращается в катод посредством соединения его поверхности с источником тока – генератором или аккумуляторными батареями. Отрицательный полюс источника тока присоединяется к защищаемому трубопроводу, а положительный к специальному заземлению – аноду.

В качестве анода в этом случае служит специальное заземление (металлический щит или стержень), которое разрушается под действием тока. Применять катодную защиту внешним током на кабелях, проложенных в солончаковых грунтах или засоленных водоемах, не рекомендуется.

Анодная (протекторная защита)

При анодной (протекторной) защите трубопроводов подводка тока от постоянного источника не требуется. Трубопровод соединяется проводом с заземлённой алюминиевой, цинковой или магниевой пластинкой или стержнем (протектором). Так как трубопровод и заземлённая пластинка выполнены из различных материалов, образуется гальванический элемент. Разрушению в этом случае подвергается заземлённый протектор, электродный потенциал которого ниже, чем потенциал трубопровода.

Прямая электрическая дренажная защита.

При защите трубопровода электрическим дренажом блуждающие токи с трубопроводов отводятся на объекты, создающие эти токи (тяговые рельсы, отрицательные шины тяговой подстанции). Отвод блуждающих токов производится в места, имеющие более низкий потенциал, чем трубопровод. Дренажные изолированные кабели или провода соединяют со специальным дренажным устройством, которое в простейшем случае может состоять из плавкого предохранителя, однополостного рубильника, реостата, регулирующего сопротивления дренажного соединения, и клемм амперметра.

Заключение

Для защиты трубопроводов, в системах водоснабжения и водоотведения, от коррозии применяются в основном комплексная защита, когда наряду с защитой изоляционными покрытиями применяют электрохимическую защиту.

Электрохимическая защита трубопроводов от коррозии весьма эффективна, если она правильно осуществляется. Необходимо правильно выбрать средства электрохимической защиты и разместить их, для чего необходимо произвести специальные расчёты и технико-экономические сравнения отдельных вариантов.

Литература

1. А.Е. Кузнецова Противопожарное водоснабжение промышленных предприятий. М., Стройиздат, 1975, 199 с.
2. Конарев Н. С. Большая энциклопедия транспорта. Т.4. Железнодорожный транспорт. М., Большая Российская энциклопедия, 2003, 1040 с.
3. <http://yanviktor.nadod.ru/exz/index-kor1.html>

УДК 621.3

3D ПРИНТЕРЫ

Веевник И.С.

Научный руководитель – Жорова М.И.

Идея 3D печати возникла еще в 1948 году, но только в 1986 году Чарльз Халл разработал технологию послойного выращивания физических трёхмерных объектов.

На данный момент существует порядка ста различных моделей 3D принтеров, которые широко используются в производстве. 3D принтеры могут осуществлять 3D печать из бетона, металла, бумаги, дерева, нейлона и даже шоколада.

Компанией Phillips разработан 3D принтер способный «печатать» различные продукты с необычными формами. При помощи принтера можно напечатать причудливые формы из овощей и других продуктов.

В лаборатории Массачусетского технологического института создали прототип пищевого 3D принтера под названием Cognisoria («Рог изобилия»). Роль картриджей здесь выполняют тубы с пищевыми компонентами, которые следует хранить в холодильнике. Идея заключается в том, чтобы сидя на работе отсылать файл с рецептурой непосредственно на домашний принтер по сети. Это позволит готовить ужин, находясь на работе.

Принтеры нашли применение и в медицине. 3D печать используется для создания протезов. В Голландии успешно имплантирована первая в мире челюсть, созданная на 3D принтере из порошка титана.

Промышленный дизайнер Джошуа Харрис представил концепцию 3D принтера одежды. 3D принтер одежды задуман как настенное индивидуальное устройство, которое подключается к сети онлайн-магазинов. Новая одежда, согласно задумке дизайнера, будет создаваться из старых, ненужных вещей, путем их измельчения в 3D принтере.

Учёные, задействовав технологию 3D печати и усовершенствованную формулу цемента, научились печатать как небольшие конструкции типа цветочниц, вазонов, лавочек и строительных блоков, так и полноразмерные конструкции для строительства. Технология 3D печати зданий и сооружений, предложенная группой учёных из Южно-Калифорнийского университета, включает в себя огромный 3D принтер, который устанавливается над местом строительства дома. Принтер возводит стены, накладывая друг на друга многочисленные слои бетона, на ходу добавляя проводку и сантехнику. В итоге получается готовое здание, только без дверей и окон. Принтер может также красить стены и укладывать плитку. Таким образом, принтер способен выполнить до 90 % операций, связанных с возведением зданий.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что 3D принтеры найдут широкое распространение в промышленности и в быту, позволив человечеству избавиться от тяжелого физического труда.

УДК 621.316.35

БИОТОПЛИВО. ПРОИЗВОДСТВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ БИОТОПЛИВА

Лапинская В. О.

Научный руководитель – Скуратович Л.В.

Республика Беларусь относится к категории стран, которые не обладают значительными собственными топливно-энергетическими ресурсами, собственные ресурсы ископаемых энергоносителей составляют не более 15% от потребности. Доля природного газа в общем балансе ТЭР Беларуси превышает уровень 76%, а в белорусской энергосистеме – 93%. Республика Беларусь импортирует от 20 до 30% потребляемой электроэнергии.

В качестве биотоплива могут быть использованы: биомасса древесины, отходы древесины, образующиеся при ее рубке и обработке, биомасса быстрорастущих кустарниковых и травянистых растений, лигнин, горючая часть коммунальных отходов, отходы, получаемые при мелиоративных работах, расчистке территорий под новое строительство, отходы растениеводства, горючие отходы перерабатывающей и пищевой промышленности, животноводства.

В целом по республике годовой объем централизованных заготовок дров и отходов лесопиления составляет около 0,94 - 1,0 млн. т у. т. в год. Часть дров поступает населению за счет самозаготовок, объем которых оценивается на уровне 0,3-0,4 млн. т у. т. в год.

Ежегодный сбор ликвидной древесины при лесозаготовительных работах достигает 4,5 млн. м³. Древесные обрезки и отходы древесины, образующиеся при рубке и обработке древесины, могут составлять до 40-50% собранной биомассы. Эти компоненты представляют альтернативный топливный ресурс для энергетики.

По оценке Министерства лесного хозяйства технически доступен для биоэнергетики в настоящее время объем отходов, эквивалентный приблизительно 1,5 миллиона т у.т./год. Согласно официальным данным Белорусского энергетического института только 25% этой величины используется в настоящее время.

К 2015 году потенциальные топливные ресурсы для биоэнергетики оцениваются в 2,7-3,0 миллиона т у.т./год, к 2020 году – 3,7 миллиона т у.т./год. Одним из перспективных направлений производства биотоплива признаны плантационные посадки быстрорастущих кустарниковых и травянистых энергорастений, для которых среднегодовой прирост биомассы превышает 25 м³/га. Беларусь идеально подходит для развития этой отрасли биоэнергетики. По предварительным оценкам, в масштабах республики имеется около 100 тыс. га земель технически доступных в настоящее время для «энергетических» посадок, потенциал биомассы быстрорастущих кустарниковых и травянистых энергорастений может составить от 0,6-0,8 млн. т у.т./год.

Кроме того, в Беларуси имеется до 500 тыс. га малоценных и низко продуктивных угодий, нерентабельных для выращивания сельхозпродукции. С учетом этой перспективы возможно увеличение «энергетических» посадок с получением до 4,0 млн. т у.т./год. Использование лигнина, в том числе отвального, позволит вовлечь в топливный баланс страны до 100 тыс. т у.т./год. Возможно использование горючей части коммунальных отходов, отходов торфяной промышленности, отходов, получаемых при мелиоративных работах, расчистке территорий под новое строительство, и осадков городских стоков, что позволит заместить до 900- 960 тыс. т у.т./год импортируемого топлива.

На биотопливе может быть обеспечена работа значительного количества котельных малой и средней мощности, нескольких электрогенерирующих блоков. Суммарный вклад биотоплива в баланс ТЭР в 2020 году может составить 3,5 - 4,5 млн. т у.т./год или от 8 % (реальный сценарий) до 12% (благоприятный сценарий) развития данного топливного

направления. Наличие небольшого, но независимого от внешних поставок источника ТЭР повышает устойчивость энергосистемы и энергетическую безопасность страны.

УДК 621.316.35

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА МЕХАНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ГИБКИХ ПРОВОДОВ НА ПЭВМ

Шилак Р.В.

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

Под воздействием механической нагрузки и температуры окружающей среды в проводах распределительных устройств (РУ) возникают механические напряжения. Расчет положения провода зависит от геометрии пролета, его конструктивных особенностей, пространственного расположения отпаяк [1].

Решение уравнений статики гибких проводов реализовано в компьютерных программах [2], позволяющих определить стрелы провеса и тяжение проводов под действием гололедных и ветровых нагрузок. Программы учитывают разность высот подвеса, гирлянды изоляторов, распорки, а также отпайки к электрическим аппаратам. Программы пригодны для расчета монтажных режимов при способе монтажа с одной гирляндой в пролете и различных вариантах монтажа отпаяк, а также позволяют решить обратную задачу: по известной стреле провеса определить тяжение.

Решение обратной задачи производится путем численного решения нелинейных дифференциальных уравнений статики гибкой упругой нити. После аппроксимации системы дифференциальных уравнений конечно-разностными уравнениями решение обратной задачи сводится к решению системы нелинейных алгебраических уравнений на основе вложенных итераций. Отличие от прямой задачи заключается в другом порядке их следования и в изменении критериев, по которым оценивается достижение заданной точности в определении параметров гибкой ошиновки распределительных устройств и проводов воздушных линий. Ход и построение первой итерации относительно координат практически остаются без изменений. Добавляется только формула для определения начального приближения тяжения, заимствованная из [1].

После достижения заданной точности в определении координат вычисляется тяжение в проводе. Контроль достижения заданной точности в вычислении тяжения выполняется по стреле провеса в заданной точке пролета $f^{(P)}_{\text{расч}}$. Итерационный процесс завершается, если $\Delta f = f^{(P)}_{\text{расч}} - f_0$ станет меньше заданной точности вычислений (f_0 - исходная стрела провеса). Если эта точность не достигнута, то по методу половинного деления определяется новое приближение тяжения

$$T^{(P)} = T^{(P-1)} + \Delta T^{(P)},$$

$$\Delta T^{(P)} = \pm \Delta T^{(P-1)} / (2 - k).$$

где

Коэффициент k равен 1 до тех пор, пока разность $\Delta f = f^{(P)}_{\text{расч}} - f_0$ не изменит знака, после чего значение k устанавливается равным нулю. Знак $\Delta T^{(P)}$, зависящий от соотношения $f^{(P)}_{\text{расч}}$ и f_0 , легко устанавливается благодаря известному характеру изменения тяжения с изменением стрелы провеса. Начальное значение $\Delta T^{(1)}$ принимается равным 5% от начального приближения тяжения.

На каждом шаге итерации по тяжению уточняется длина провода до деформации $l(0)$. Параметром, характеризующим $l(0)$ в уравнениях статики гибкой упругой нити, является шаг h_0 , представляющий собой часть длины гибких шин. Он равен

$$h_0^{(P)} = \frac{h_f^{(P)}}{(1 + \alpha_y T_f^{(P)})(1 + \alpha_t \theta)},$$

где $h_f^{(p)}$ - расстояние между f -м и $(f-1)$ -м узлами сетки; $T_f^{(p)}$ - значение p -го приближения тяжения в f -м узле сетки; θ - температура провода в исходном режиме; α_y, α_t - коэффициенты упругого и температурного удлинения провода.

Если месторасположение заданной стрелы провеса не совпадает с узлом сетки, то путем логических сравнений определяется ближайший узел сетки, стрела провеса в котором принимается равной исходной.

Величина h_f определяется значениями p -го приближения координат в узлах сетки $\overline{R}_f^{(p)}$ и $\overline{R}_{f-1}^{(p)}$:

$$h_f^{(p)} = \sqrt{\left(x_f^{(p)} - x_{f-1}^{(p)}\right)^2 + \left(y_f^{(p)} - y_{f-1}^{(p)}\right)^2 + \left(z_f^{(p)} - z_{f-1}^{(p)}\right)^2}.$$

Рассмотренный алгоритм решения обратной задачи реализован в компьютерных программах механического расчета проводов [2].

Литература

1. Бошнякович А.Д. Расчет проводов подстанций и больших переходов ЛЭП. - Л.: Энергия, 1975. - 248 с.
2. Стрелюк М.И., Сергей И.И., Бладыко Ю.В. Численный метод расчета статики гибкой ошиновки ОРУ в различных режимах климатических воздействий // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений). - 1983. - № 8. - С. 8-14.

УДК 621.3

ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕД СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

Дашко А.Л, Барвинский Е.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Современный электровелосипед - вполне комфортное, экологически чистое транспортное средство, требующее минимальных затрат на содержание и совсем мало места в гараже и на стоянке.

Электровелосипед отличается от обычного велосипеда наличием трёх дополнительных компонентов:

- Электродвигатель;
- Аккумуляторная батарея;
- Контроллер.

Электродвигатель.

Одним из основных компонентов является электродвигатель. Возможны два основных способа передачи крутящего момента от электродвигателя к колесу: мотор-колесо с прямым приводом и мотор колесо с редуктором.

Мотор-колесо считается самым распространённым вариантом велосипедного электродвигателя. Сегодня мы рассмотрим синхронный вентильный двигателя постоянного тока. Двигатель называется «синхронным», потому что ротор и статор взаимодействуют синхронно; «вентильным» - так как управляется электрическими вентилями, подающими импульсы напряжения на обмотки статора синхронно с вращением ротора. Двигатель вмонтирован в колесо вместо ступицы.



Мотор-колесо имеет следующий принцип действия: в неподвижном статоре создается вращающееся магнитное поле, которое, взаимодействуя с постоянными магнитами ротора, заставляет его крутиться. Статор изготовлен из пластин электротехнической стали, и похож на многолучевую звезду, на лучах которой намотаны обмотки. Когда в этих обмотках протекает электрический ток, лучи становятся магнитами (электромагнитами), и притягивают к себе постоянные магниты, расположенные на роторе.

Управление скоростью вращения мотор-колеса осуществляется при помощи ручки газа, при этом мы не увеличиваем/уменьшаем напряжение в обмотках, что было бы правильно для коллекторного двигателя постоянного тока, а изменяем количеством импульсов напряжения в секунду, которые подаются на обмотки мотор-колеса. Еще один элемент управления мотор-колесом - встроенные в тормозные ручки датчики, отключающие подачу питания на двигатель, когда мы хотим затормозить электровелосипед. В этом случае мотор колесо работает как генератор и магнитное поле является тормозным.

Аккумуляторная батарея и Ампер-часы.

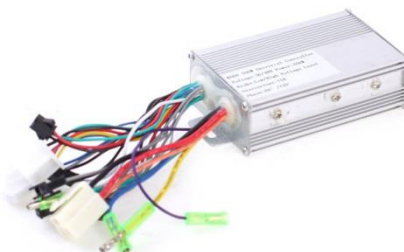
Аккумуляторы для электровелосипеда, как правило, литиевые. Считается, что использование таких батарей более перспективно ввиду их лучших характеристик и постоянного увеличения их производства.



Количество Ампер-часов (мера мощности батареи) оказывает самое прямое влияние на величину пробега. Так в нормальных условиях, средний велосипедист может проехать 12 км на каждом 12Ач аккумуляторе без вращения педалей. При вращении педалей, это число может быть увеличено вдвое.

Контроллер.

Контроллер предоставляет трехфазное электропитание велосипедного мотор-колеса, обеспечивает бесперебойное функционирование двигателя электровелосипеда. При сборке электровелосипеда из комплектующих, следует брать во внимание, что компоненты велосипедного электронабора должны иметь равную степень напряжения и мощности. Поэтому, нужно использовать только тот контроллер, который соответствующий за своими параметрами мощности электродвигателя.



Контроллер электровелосипеда принимает сигналы от ручки акселератора, и на основе воспринятой информации управляет скоростью вращения мотор-колеса, регулируя ток, подаваемый к электродвигателю. Принцип формирования руководящих сигналов для контроллера при управлении электровелосипедом довольно прост: при повороте ручки акселератора датчик формирует управляющий сигнал для контроллера, на основании которого в последующем и происходит движение мотор-колеса с определенной частотой. Три датчика обеспечивают обратную связь мотор-колеса с контроллером – они информируют контроллер о положении ротора, а также извещают его о необходимой периодичности подачи напряжения на электродвигатель.

Литература:

1. Токарев Б.Ф. Электрические машины: Учебник для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 672с.: ил.
2. Электроника: учебн. пособие/В. И. Лачин, Н. С. Савелов.-Изд. 7-е.-Ростов н/д: Феникс, 2009.-703, (1) с.- (Высшее образование).
3. <http://www.evelo.by>
4. <http://www.e-bike.com.ua/viewarticle/id/226/>
5. <http://grepen.com.ua/articles/elektrovelosipedy/motor-koleso-elektrovelosipeda/>

УДК 621.316.35

МОНТАЖНЫЕ РЕЖИМЫ В МЕХАНИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ НА ПЭВМ ГИБКИХ ПРОВОДОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Шилак Р.В.

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

В отличие от проводов воздушных линий гибкая ошиновка распределительных устройств (РУ) подвержена воздействию не только распределенных, но и сосредоточенных нагрузок, обусловленных действием проводов отпаяк к электрическим аппаратам, шлейфов, зажимов, а также натяжных гирлянд изоляторов. Эти особенности учитывает метод расчета, положенный в основу "Указаний по механическому расчету проводов гибкой ошиновки ОРУ 35-500 кВ", широко используемых в настоящее время в проектной практике [1].

Более точный расчет механических напряжений возможен при представлении проводов гибкой упругой нитью, что позволяет решить задачу учета упругих и температурных удлинений провода в различных режимах климатических воздействий. Поэтому в основу разработанного векторно-параметрического метода механического расчета гибкой проводов РУ положена расчетная модель проводов в виде гибкой упругой нити [2-4].

Несмотря на наличие в настоящее время более современных способов определения длин проводов при монтаже с помощью геодезических приборов, способ монтажа с одной гирляндой также используется в практике строительства распределительных устройств и воздушных линий. Поэтому расчет монтажных стрел провеса при одной гирлянде изоляторов - актуальная задача.

Принятый способ монтажа устанавливает простую методику расчета проводов. В исходном режиме с двумя гирляндами изоляторов с учетом проводов отпаяк к электрическим аппаратам, шлейфов и дистанционных распорок по заданному тяжению определяется длина провода до растяжения $L(0)$. Она является основным исходным параметром для вычисления тяжения и положения проводов в монтажном режиме с одной гирляндой изоляторов. Таким образом, уравнения гибкой упругой нити используются в качестве уравнения состояния провода.

Возможны два случая определения длины провода при монтаже: без отпаяк, когда они подвешиваются на провод с телескопической вышки, и непосредственно с отпайками. Во втором случае отпайки не крепятся к электрическим аппаратам, висят свободно, поэтому они учитываются в расчете как вертикальные нагрузки, равные весу проводов отпаяк. Расчетная модель гибкой ошиновки имеет вид кусочно-однородной нити, состоящей из двух участков с разной интенсивностью распределенной нагрузки. В местах их примыкания вводятся эквивалентные элементы гибкой нити, нагрузки на которые, а также параметры, характеризующие упругое и температурное удлинение, находятся как среднее арифметическое из нагрузок и параметров провода и гирлянд. Длины гирлянды и провода до растяжения определяются в исходном режиме и являются известными. К ним лишь нужно добавить длину участка провода, заменяющего вторую гирлянду в процессе первого подъема провода на опоры.

Варьируя исходными данными, можно рассчитывать монтажные режимы как при наличии свободно висящих отпаяк, не закрепленных к электрическим аппаратам, так и при их отсутствии во время монтажа. Результаты расчета представляют собой тяжения, отклонения и стрелы провеса проводов в заданных точках в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси, а также максимальные их значения.

Оценка достоверности алгоритмов и программ проводилась сравнением результатов расчета по разработанной программе для ПЭВМ с данными, полученными по приведенной в [1] методике, в широком диапазоне изменения исходных параметров [2,3,5].

В частности, для приближения разработанного алгоритма к расчетной модели [1] отпайка учитывалась вертикальной нагрузкой, что привело к расхождению в расчетах стрел провеса 2-4%, горизонтальных отклонений - до 1, тяжений - 0,1-2,8% [2]. Наиболее близкое совпадение результатов имело место при большом тяжении проводов. При уменьшении тяжения расхождение между ними возрастает. Это в основном объясняется увеличением погрешности приближенной методики, обусловленной принятым допущением о том, что проекция длины гирлянды изоляторов на ось координат вдоль пролета равна длине гирлянды.

Сравнение результатов в [3,5] показывает, что погрешность от неучета реального расположения отпаяк и гирлянд зависит от количества отпаяк и составляет в определении стрел провеса 3-15%, горизонтальных отклонений – 9-32%, тяжений – 2-7%. Дальнейшие расчеты показали, что это расхождение объясняется в основном разным учетом сил, действующих от отпаяк на шины РУ. Например, при использовании значений усилий от отпаяк, вычисленных по программе, погрешность приближенной методики [1] в вычислении стрел провеса уменьшается до 0,5-3%, для горизонтальных отклонений - до 1-4 и для длин гибкой ошиновки - до 0,1-0,35%. Это подтверждает достоверность полученных по программе результатов.

Для расчетных схем пролетов гибкой ошиновки РУ, характерных при монтаже, было также выполнено сравнение расчетов по программе и методике [1]. Погрешность методики [1] объясняется принятым допущением, что длина гирлянды и ее проекция равны. При использовании в расчетах по приближенной методике [1] уточненной проекции длины гирлянды изоляторов, рассчитанной по программе, расхождение в определении стрелы провеса уменьшается с 9,3 до 0,9%; в нахождении тяжения в монтажном режиме - с 6,5 до 2,6%. Это подтверждает достоверность расчетов по программе и для способа монтажа с одной гирляндой изоляторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бошнякович А.Д. Расчет проводов подстанций и больших переходов ЛЭП. - Л.: Энергия, 1975. - 248 с.
2. Стрелюк М.И., Сергей И.И., Бладыко Ю.В. Численный метод расчета статике гибкой ошиновки ОРУ в различных режимах климатических воздействий // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений). - 1983. - № 8. - С. 8-14.
3. Стрелюк М.И., Сергей И.И., Бладыко Ю.В. Расчет на ЭВМ статике гибкой ошиновки РУ // Научные и прикладные проблемы энергетики: Межвед. сб. - Минск, Вышэйшая школа, 1985. - Вып. 12. - С. 75- 79.
4. Стрелюк М.И., Сергей И.И., Бладыко Ю.В. Программа механического расчета гибкой ошиновки РУ в различных режимах климатических воздействий // Инв.Н ГосФАП - П007594, инв.№ РФАП БССР - 00143.- Минск: 1984.- 12 с.
5. Стрелюк М.И., Бладыко Ю.В., Сергей И.И. Расчет статике гибкой ошиновки ОРУ с ответвлениями к электрическим аппаратам в различных режимах климатических воздействий // Научные и прикладные проблемы энергетики: Межвед. сб. - Минск: Вышэйшая школа, 1984. - Вып. 11. - С. 26-32.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Вороник.О.Г

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Интегральная (микро) схема (ИС) — микроэлектронное устройство — электронная схема произвольной сложности (кристалл), изготовленная на полупроводниковой подложке (пластине или плёнке) и помещённая в неразборный корпус, или без такового, в случае вхождения в состав микросборки[1]

7 мая 1952 года британский радиотехник Джеффри Даммер (англ. Geoffrey Dummer) впервые выдвинул идею интеграции множества стандартных электронных компонентов в монокристалле полупроводника, а год спустя Харвик Джонсон подал первую в истории патентную заявку на прототип интегральной схемы

В конце 1958 года и в первой половине 1959 года в полупроводниковой промышленности состоялся прорыв. Три человека, представлявшие три частные американские корпорации, решили три фундаментальные проблемы, препятствовавшие созданию интегральных схем. Джек Килби из Texas Instruments запатентовал принцип интеграции, создал первые, несовершенные, прототипы ИС и довёл их до серийного выпуска

27 сентября 1960 года группа Джея Ласта (англ. Jay Last) создала на Fairchild Semiconductor первую работоспособную полупроводниковую ИС по идеям Нойса и Эрни. Texas Instruments, владевшая патентом на изобретение Килби, развязала против конкурентов патентную войну, завершившуюся в 1966 году мировым соглашением о перекрёстном лицензировании технологий.

Однако есть у электронных устройств и одна очевидная уязвимость. Получив царапину, травму, а порой даже и тяжелое ранение, человек способен восстановиться. Огромную роль в этом играют процессы регенерации. Порезы, например, заживают даже без всякой медицинской помощи. Между тем, даже самое мелкое повреждение микросхемы становится для нее роковым, и до тех пор, пока ее не поменяют, работоспособность компьютерной системы в лучшем случае заметно снижается.

В этом случае совершенствование технологии как раз направлено на самовосстановление микросхем. В каком-то смысле предложенная новинка напоминает те системы, которые имеются в каждом человеческом организме.

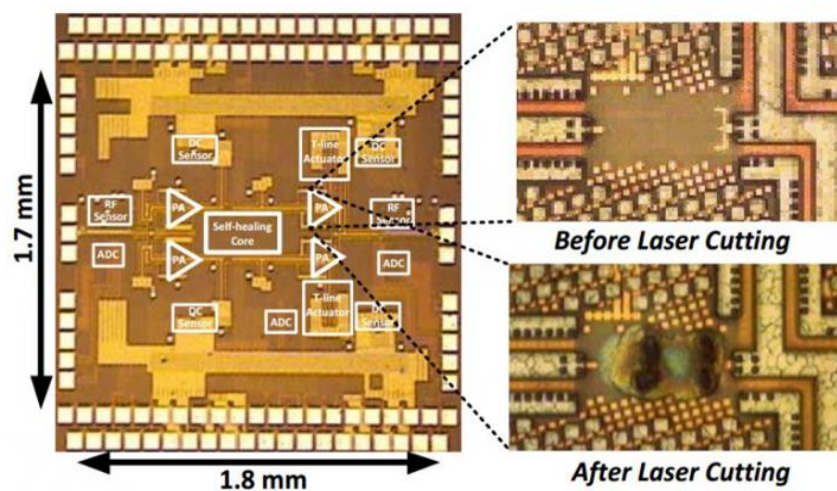
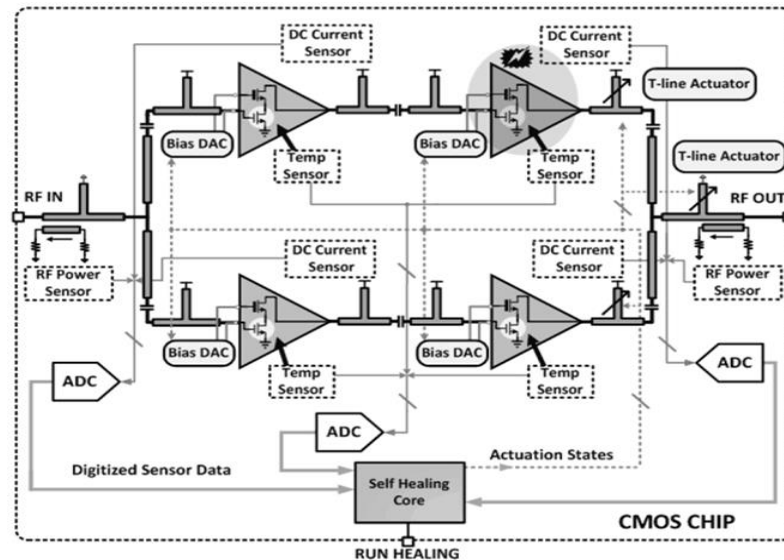


Рис 1 Поврежденная микросхема

Решить задачу калифорнийские ученые попытались при помощи микроскопических датчиков, которые отслеживают температуру микросхемы, силу тока, напряжение и

мощность. Полученная информация поступает в расположенный на плате микропроцессор, который анализирует состояние платы и при необходимости ее регулирует.

По словам сотрудника Caltech, на миниатюрном усилителе, который и стал подопытной микросхемой установили более 100 тысяч микроскопических транзисторов, часть из которых — резервные. В случае выхода рабочих транзисторов из строя центральный процессор перераспределит задачи на резервные транзисторы.



В проведенном калифорнийскими учеными исследовании участвовали 20 микросхем. При этом платы, оснащенные системой регенерации, потребляли в два раза меньше энергии, а их эффективность была значительно выше.

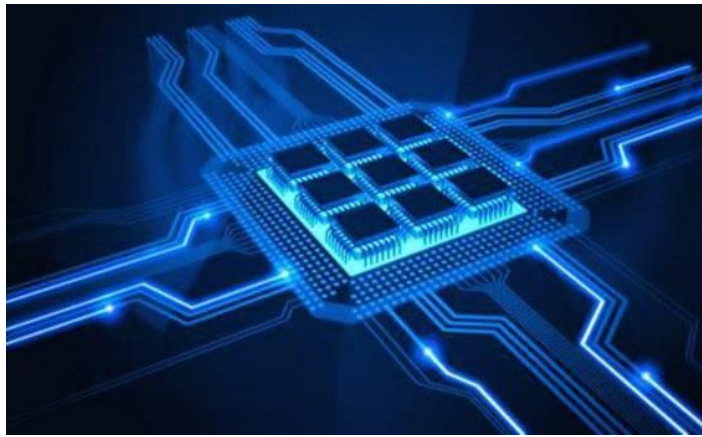
Использование: изобретение относится к соединению устройств ввода-вывода или устройств центрального процессора или передаче информации или других сигналов между этими устройствами и может использоваться для осуществления многоконтактных электрических, оптоволоконных, волноводных, ультразвуковых, гидравлических и газопневматических соединений. Сущность изобретения: для осуществления многоконтактного соединения объединяют в специальные матрицы передатчики (выводы) прибора-источника информации, приемники (вводы) прибора-потребителя информации и концы пучка проводников сигнала. При формировании матриц не соблюдают строгий порядок пространственного расположения их элементов и формируют их хаотически или «как получится». Матрицы передатчиков и приемников соединяют с соответствующими матрицами пучка проводников, не обязательно точно соблюдая их одинаковое взаимное расположение и добиваясь лишь совпадения областей расположения элементов матриц. Такая конструкция соединений не требует высокой точности изготовления и монтажа, что существенно снижает их стоимость и расширяет возможности массового применения. После соединения и при повреждении соединения производят распознавание и запоминание образовавшихся каналов связи. Затем с помощью коммутаторов каналов подключают каждый распознанный и идентифицированный канал связи к входам и выходам соединяемых приборов в соответствии с заданной таблицей или программой соединений. Распознавание каналов проводят последовательно или параллельно. При повреждении соединения осуществляется самодиагностика и регенерация соединения. Заявляемый способ и устройство могут самостоятельно восстанавливать свою работоспособность при нарушениях контактов, частичном разрыве пучка проводников, деформации соединяющихся матриц и их взаимном смещении. Это свойство позволяет значительно увеличить надежность многоконтактных соединений. Соединение можно использовать для создания разъемных устройств и соединения микросхем, содержащих тысячи и десятки тысяч каналов связи. При этом будет обеспечена их устойчивость к температурным, силовым и иным деформациям и

повреждениям. Работоспособность заявляемых соединений практически не зависит от погрешностей изготовления. Они могут быть использованы в высокоинтеллектуальных приборах, разветвленных нейроструктурах и насыщенных контактами микросхемах. Там, где требуется быстро и просто соединять тысячи и даже десятки тысяч каналов связи, а также в устройствах, к которым предъявляются высокие требования надежности при сохранении низкой стоимости. Техническим результатом изобретения является осуществление возможности самовосстановления многоконтактных соединений без применения высокоточных механических контактных устройств



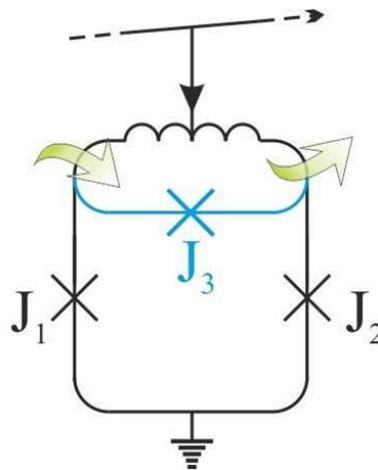
По оценкам сотрудников Caltech, самовосстанавливающиеся микросхемы в будущем можно использовать практически в любой электронике — от мобильных телефонов, до сенсоров и радаров. В идеале такие микросхемы будут защищены от перепада напряжения, перегрева, а также физического разрушения.

Учёные НИИЯФ и физического факультета МГУ разработали для логических элементов суперкомпьютера новую микросхему биСКВИД из сверхпроводящего материала, электрическое сопротивление которого равно нулю. Возможно, что изобретение позволит уменьшить энергопотребление суперкомпьютеров на 6 порядков!



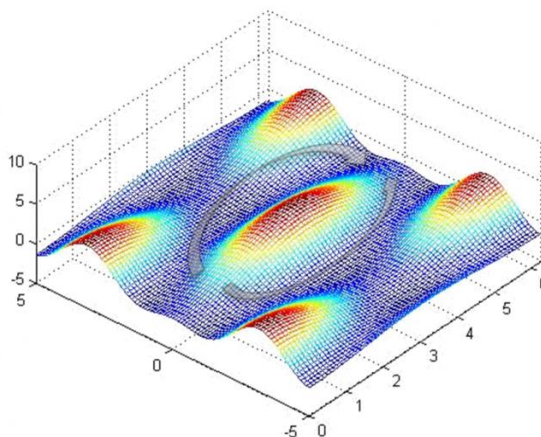
Микросхема БИСКВИД

Чтобы добиться радикального уменьшения энергопотребления, на этот раз учёные НИИЯФ и физического факультета МГУ предложили новую сверхпроводниковую обратимую схему для логических элементов суперкомпьютера. В её состав входят три джозефсоновских контакта, один из них – ранее предложенный контакт с ферромагнетиком.



Новая сверхпроводниковая обратимая схема для логических элементов суперкомпьютера биСКВИД J_1 , J_2 – джозефсоновские контакты, J_3 (голубым цветом) – джозефсоновский контакт с ферромагнетиком

«Использование ферромагнетиков в сверхпроводниковых обратимых схемах позволяет значительно упростить их конструкцию, уменьшить размер и обеспечить адиабатическое протекание процесса обработки информации.



Вид постоянной составляющей профиля потенциала новой обратной схемы биСКВИДа с джозефсоновским контактом с ферромагнетиком. Использование ферромагнетика обеспечивает существование эквипотенциальных траекторий эволюции системы в процессе передачи информации (показанных серыми стрелками), минимизирующих энерговыделение

Литература

1. Онлайн интернет журнал “Мир технологий” Статья “ Микросхемам придали свойство живого организма” [Электронный ресурс]- <http://cyberwebring.com/novosti-iz-mira-texnologij/mikrosxeram-pridali-svoystvo-zhivogo-organizma> Дата доступа: 14.05.2014
2. Поиск патентов и изобретений, зарегистрированных в РФ и СССР. Статья ”Способы самовосстанавливающегося соединения многоконтактных приборов или микросхем и устройство для его осуществления” [Электронный ресурс]- <http://www.findpatent.ru/patent/227/2270493.html> Дата доступа: 14.05.2014
3. Портал на основе электронной версии журнала «Наука и жизнь» создан при поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям. Статья ” Российская микросхема может уменьшить энергопотребление суперкомпьютеров в миллион раз” [Электронный ресурс] <http://www.nkj.ru/news/24054/> Дата доступа: 14.05.2014

УДК621.135

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

Козлов А. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Счастливая Е. С.

Сверхпроводимость была открыта в 1911 году, это связано в первую очередь с получением жидкого гелия.

Какова же природа сверхпроводимости?

Электрическая проводимость физического объекта – это свойство пропускать электрический ток. Проводимость, как известно, обратно пропорциональна электросопротивлению. Чем меньше электросопротивление, тем больше электропроводность. При очень низких температурах возможна ситуация, когда сопротивление практически обращается в нуль. Электронный перенос, при котором электрическое сопротивление отсутствует, и есть сверхпроводимость.

Если рассматривать более строгое научное определение, то звучит оно следующим образом:

Сверхпроводимость – это физическое явление, наблюдаемое у некоторых веществ (сверхпроводников), при охлаждении их ниже определенной критической температуры T_k , и состоящее в обращении в нуль электрического сопротивления постоянному току и выталкивания магнитного поля из объема образца.

Сверхпроводимость — нечто более сложное, чем просто отсутствие сопротивления. Это еще и определенная реакция на внешнее магнитное поле. Так называемый эффект Мейснера заключается в том, что постоянное не слишком сильное магнитное поле выталкивается из сверхпроводящего образца. В толще сверхпроводника магнитное поле ослабляется до нуля, сверхпроводимость и магнетизм можно назвать как бы противоположными свойствами.

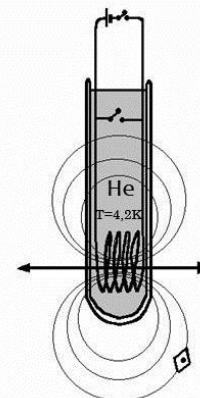
При поиске новых сверхпроводников проверяются оба главных свойства сверхпроводимости:

- в сверхпроводнике обращается в нуль электрическое сопротивление;
- из сверхпроводника выталкивается магнитное поле.

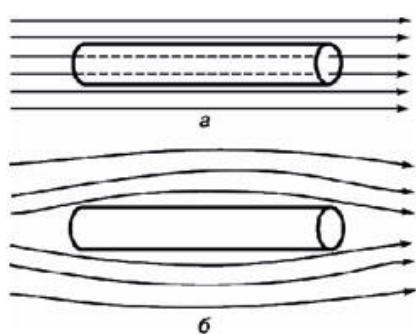
Для поиска сверхпроводников изучалось сопротивление чистых металлов с понижением температуры. Использовался образец ртути. И вдруг при температуре немного превышающей 4К электрическое сопротивление ртути исчезало, с повышением температуры сопротивление восстанавливалось. Так же себя ведут свинец, ниобий и другие металлы. Открывались новые сверхпроводящие металлы, исследовались свойства. Каждый из них характеризуется определенной температурой, при которой электрическое сопротивление исчезает. Эту температуру называли критической.

Сопротивление исчезает полностью, значит, в таком проводнике отсутствуют потери энергии, и ток не затухнет. Убедимся в этом, рассмотрим модель физического опыта: из свинцового провода намотана катушка, которую можно замкнуть в жидком гелии. Вокруг катушки возникает магнитное поле, а теперь замкнем катушку и отключим питание. Магнитное поле сохранилось, опыт показал, что оно оставалось неизменным более двух лет.

Весьма эффектный опыт, демонстрирующий присутствие эффекта Мейснера (эффекта левитации), как назвали это явление, был важным открытием, поскольку благодаря ему физикам стало ясно, что сверхпроводимость – квантово-механическое явление. Если бы сверхпроводимость заключалась только в исчезновении электрического



сопротивления, то ее можно было бы попытаться объяснить законами классической физики.



➤ Магнит, поднимающийся выше высокотемпературного сверхпроводника, охлажденного жидким азотом.

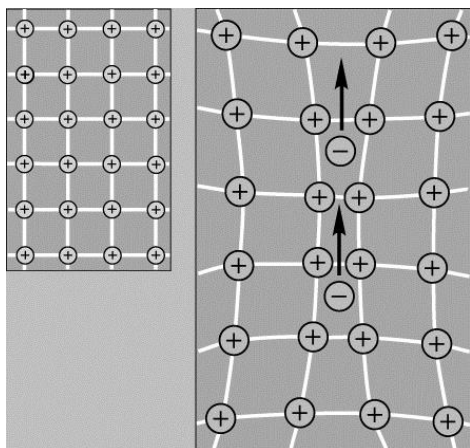
➤ Постоянный электрический ток течет на поверхности сверхпроводника, действуя так, чтобы исключить магнитное поле магнита.

➤ Этот поток эффективно формирует электромагнит, который отражает магнит.

Стержень из сверхпроводника висит над катушкой, по которой идет ток. Магнитное поле проникает в толщу металла (а), когда же металл переходит в сверхпроводящее состояние, магнитное поле выталкивается и порождает в сфере ток противоположного направления (б). Как известно противоположно направленные токи отталкиваются. Сила отталкивания может скомпенсировать силу тяжести.

По этой же причине и плавает магнит на магнитной подушке над чашей из сверхпроводника. Впервые такой опыт осуществил советский физик Аркадьев в 1945 году.

Сверхпроводимость, на первый взгляд, кажется явлением странным и, в некоторой мере, даже противоречащим здравому смыслу. Полвека назад была сформулирована теория БКШ (Бардина, Купера, Шриффера), которая смогла объяснить этот эффект. Суть теории Бардина–Купера–Шриффера заключается в том, что при сверхнизких температурах тяжелые атомы металлов практически не колеблются (тепловые колебания атомов минимальны), и их можно считать фактически стационарными. В 1956 Купер показал, что если электроны притягиваются друг к другу, то, сколь бы слабым ни было это притяжение, они должны "конденсироваться" в связанное состояние. Можно предположить, что это связанное состояние и есть искомое сверхпроводящее состояние. Как представлял себе Купер, такое притяжение возможно между двумя электронами и должно приводить к образованию связанных пар (получивших название куперовских), перемещающихся в кристаллической решетке.



Еще в 1950 другой ученый по фамилии Фрелих высказал предположение, что электроны могут притягиваться друг к другу за счет взаимодействия с атомами решетки. Этот механизм притяжения называется электрон-фононным взаимодействием; он состоит в следующем. Электрон, движущийся в кристаллической решетке, как бы искажает ее. Это обусловлено взаимодействием между отрицательно заряженными электронами и положительно заряженными атомами решетки. Движущийся через решетку электрон "сближает" ее атомы. Второй электрон затем втягивается в "суженную область" под усиленным действием положительного заряда. Энергия первого электрона,

затрачиваемая на "деформацию решетки", передается без потерь второму члену куперовской пары. Такая пара движется по решетке, обмениваясь энергией через атомы решетки, но не теряя при этом своей энергии в целом

Чтобы лучше понять этот эффект, можно привести аналогию из мира спорта. Велосипедисты на трекке нередко используют тактику «драфтинга» (а именно, «висят на хвосте» у соперника) и, таким образом, снижают сопротивление воздуха. То же самое делают и электроны, образуя так называемые куперовские пары.

Первые сверхпроводники сохраняли свои уникальные свойства при нагревании вплоть до температур порядка 20К (двадцать градусов выше абсолютного нуля). Долгое время это считалось температурным пределом сверхпроводимости. Однако в 1986 году сотрудники

швейцарской лаборатории компьютерной фирмы IBM открыли сплав, сверхпроводящие свойства которого сохраняются и при 30К. Сегодня же науке известны материалы, остающиеся сверхпроводниками даже при 160К (то есть чуть ниже -100°C). При этом общепринятой теории, которая объясняла бы этот класс высокотемпературной сверхпроводимости, до сих пор не создано, но совершенно ясно, что в рамках теории БКШ ее объяснить невозможно, так как в рамках теории БКШ максимальная величина критической температуры не может превышать 40К.

Литература

1. В. А. Гинзбург, Е.А. Андрюшин «Сверхпроводимость»
2. Альфа-М, 2006 г.
3. <http://elementy.ru/trefil/21064>
4. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/5699/СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Кисель Е.Р.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Работа оптоэлектронных приборов основана на электронно-фотонных процессах получения, передачи и хранения информации.

Простейшим оптоэлектронным прибором является оптоэлектронная пара, или оптрон. Принцип действия оптрона, состоящего из источника излучения, иммерсионной среды (световода) и фотоприемника, основан на преобразовании электрического сигнала в оптический, а затем снова в электрический.

Оптроны как функциональные приборы обладают следующими преимуществами перед обычными радиоэлементами:

- полной гальванической развязкой «вход – выход» (сопротивление изоляции превышает $10^{12} - 10^{14}$ Ом);

- абсолютной помехозащищенностью в канале передачи информации (носителями информации являются электрически нейтральные частицы – фотоны);

- однаправленностью потока информации, которая связана с особенностями распространения света;

- широкополосностью из-за высокой частоты оптических колебаний,

- достаточным быстродействием (единицы наносекунд);

- высоким пробивным напряжением (десятки киловольт);

- малым уровнем шумов;

- хорошей механической прочностью.

По выполняемым функциям оптрон можно сравнивать с трансформатором (элементом связи) при реле (ключом).

В оптронных приборах применяют полупроводниковые источники излучения – светоизлучающие диоды, изготавливаемые из материалов соединений группы $A^{III} B^V$, среди которых наиболее перспективны фосфид и арсенид галлия. Спектр их излучения лежит в области видимого и ближнего инфракрасного излучения (0,5 – 0,98 мкм). Светоизлучающие диоды на основе фосфида галлия имеют красный и зеленый цвет свечения. Перспективны светодиоды из карбида кремния, обладающие желтым цветом свечения и работающие при повышенных температурах, влажности и в агрессивных средах.

Светодиоды, излучающие свет в видимом диапазоне спектра, используют в электронных часах и микрокалькуляторах.

Светоизлучающие диоды характеризуются спектральным составом излучения, который достаточно широк, диаграммой направленности; квантовой эффективностью, определяемой отношением числа испускаемых квантов света к количеству прошедших через p - n -переход электронов; мощностью (при невидимом излучении) и яркостью (при видимом излучении); вольтамперными, люмен-амперными и ватт-амперными характеристиками; быстродействием (нарастанием и спадом электролюминесценции при импульсном возбуждении), рабочим диапазоном температур. При повышении рабочей температуры яркость светодиода падает и снижается мощность излучения.

Основные характеристики светоизлучающих диодов видимого диапазона приведены в табл. 1, а инфракрасного диапазона – в табл. 2.

Таблица 1 Основные характеристики светоизлучающих диодов видимого диапазона

Тип диода	Яркость, кд/м ² , или сила света, мккд	Постоянное прямое напряжение, В	Цвет свечения	Постоянный прямой ток, мА	Масса, г
КЛ101 А – В	10 – 20 кд/м ²	5,5	Желтый	10 – 40	0,03
АЛ102 А – Г	40 – 250 мккд	2,8	Красный, зеленый	5 – 20	0,25
АЛ307 А – Г	150 – 1500 мккд	2,0 – 2,8	Красный, зеленый	10 – 20	0,25

Светоизлучающие диоды в оптоэлектронных приборах соединяются с фотоприемниками иммерсионной средой, основным требованием к которой является передача сигнала с минимальными потерями и искажениями. В оптоэлектронных приборах используют твердые иммерсионные среды – полимерные органические соединения (оптические клеи и лаки), халькогенидные среды и волоконные световоды. В зависимости от длины оптического канала между излучателем и фотоприемником оптоэлектронные приборы можно подразделить на оптопары (длина канала 100 – 300 мкм), оптоизоляторы (до 1 м) и волоконно-оптические линии связи – ВОЛС (до десятков километров).

Таблица 2. Основные характеристики светоизлучающих диодов инфракрасного диапазона

Тип диода	Полная мощность излучения, мВт	Постоянное прямое напряжение, В	Длина волны излучения, мкм	Время нарастания импульса излучения, нс	Время спада импульса излучения, нс	Масса, г
АЛ103 А, Б	0,6 – 1 (при токе 50 мА)	1,6	0,95	200 – 300	500	0,1
АЛ106 А – Д	0,2 – 1,5 (при токе 100 мА)	1,7 – 1,9	0,92 – 0,935	10	20	0,5
АЛ107 А, Б	6 – 10 (при токе 100 мА)	2	0,95	–	–	0,2
АЛ108 А	1,5 (при токе 100 мА)	2	0,94	400	1000	0,15
АЛ109 А	0,2 (при токе 20 мА)	1,2	0,94	–	–	0,006
АЛ115 А	10 (при токе 50 мА)	2,0	0,9 – 1	300	500	0,2

К фотоприемникам, используемым в оптронах приборах, предъявляют требования по согласованию спектральных характеристик с излучателем, минимуму потерь при преобразовании светового сигнала в электрический, фоточувствительности, быстродействию, размерам фоточувствительной площадки, надежности и уровню шумов.

Для оптронов наиболее перспективны фотоприемники с внутренним фотоэффектом, когда взаимодействие фотонов с электронами внутри материалов с определенными физическими свойствами приводит к переходам электронов в объеме кристаллической решетки этих материалов.

Внутренний фотоэффект проявляется двояко: в изменении сопротивления фотоприемника под действием света (фоторезисторы) либо в появлении фото-ЭДС на границе раздела двух материалов – полупроводник-полупроводник, металл-полупроводник (вентильные фотоэлементы, фотодиоды, фототранзисторы).

Фотоприемники с внутренним фотоэффектом подразделяют на фотодиоды (с p - n -переходом, МДП-структурой, барьером Шоттки), фоторезисторы, фотоприемники с внутренним усилением (фототранзисторы, составные фототранзисторы, фототиристоры, полевые фототранзисторы).

Фотодиоды выполняют на основе кремния и германия. Максимальная спектральная чувствительность кремния 0,8 мкм, а германия – до 1,8 мкм. Они работают при обратном смещении на p - n -переходе, что позволяет повысить их быстродействие, стабильность и линейность характеристик.

Наиболее часто в качестве фотоприемников оптоэлектронных приборов различной сложности применяют фотодиоды p - i - n -структуры, где i – обедненная область высокого электрического поля. Меняя толщину этой области, можно получить хорошие характеристики по быстродействию и чувствительности за счет малой емкости и времени пролета носителей.

Повышенной чувствительностью и быстродействием обладают лавинные фотодиоды, использующие усиление фототока при умножении носителей заряда. Однако у этих фотодиодов недостаточно стабильны параметры в диапазоне температур и требуются источники питания высокого напряжения. Перспективны для использования в определенных диапазонах длин волн фотодиоды с барьером Шоттки и с МДП-структурой.

Фоторезисторы изготавливают в основном из поликристаллических полупроводниковых пленок на основе соединения (кадмия с серой и селеном). Максимальная спектральная чувствительность фоторезисторов 0,5 – 0,7 мкм. Фоторезисторы, как правило, применяют при малой освещенности; по чувствительности они сравнимы с фотоэлектронными умножителями – приборами с внешним фотоэффектом, но требуют низковольтного питания. Недостатками фоторезисторов являются низкое быстродействие и высокий уровень шумов.

Наиболее распространенными фотоприемниками с внутренним усилением являются фототранзисторы и фототиристоры. Фототранзисторы чувствительнее фотодиодов, но менее быстродействующие. Для большего повышения чувствительности фотоприемника применяют составной фототранзистор, представляющий сочетание фото- и усилительного транзисторов, однако он обладает невысоким быстродействием.

В оптронах в качестве фотоприемника можно использовать фототиристор (полупроводниковый прибор с тремя p - n -переходами, переключающийся при освещении), который обладает высокими чувствительностью и уровнем выходного сигнала, но недостаточным быстродействием.

Многообразие типов оптронов определяется в основном свойствами и характеристиками фотоприемников. Одно из основных применений оптронов – эффективная гальваническая развязка передатчиков и приемников цифровых и аналоговых сигналов. В этом случае оптрон можно использовать в режиме преобразователя или коммутатора сигналов. Оптрон характеризуется допустимым входным сигналом (током управления), коэффициентом передачи тока, быстродействием (временем переключения) и нагрузочной способностью.

Отношение коэффициента передачи тока к времени переключения называется добротностью оптрона и составляет 10^5 – 10^6 для фотодиодных и фототранзисторных оптронов. Широко используют оптроны на основе фототиристоров. Оптоны на фоторезисторах не получили широкого распространения из-за низкой временной и температурной стабильности. Схемы некоторых оптронов приведены на рис. 1, a – z .

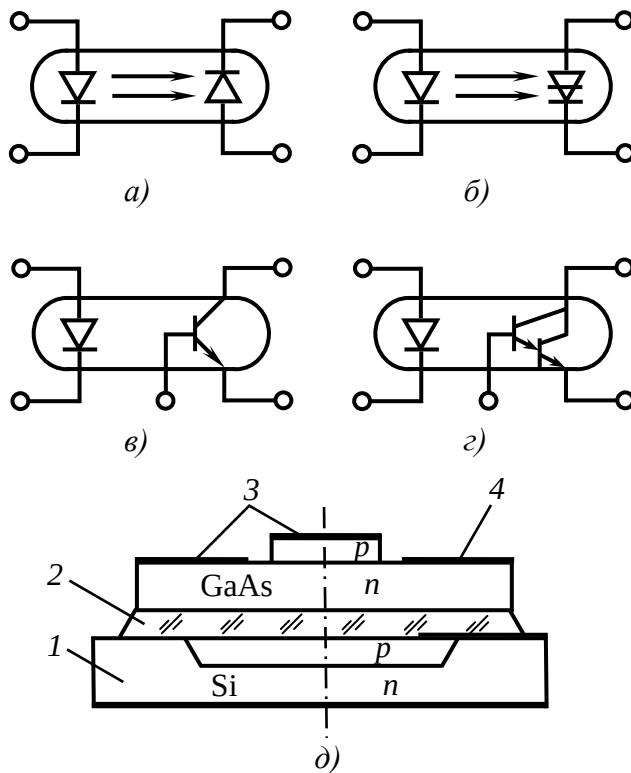


Рисунок 1. Схемы оптронов с фотодиодом (а), фототиристором (б), фототранзистором (в), составным фототранзистором (г) и разрез оптрона (д):
 1,4 – приемник и источник света, 2 – световод, 3 – омические контакты

В качестве когерентных источников излучения применяют лазеры, обладающие высокой стабильностью, хорошими энергетическими характеристиками и эффективностью. В оптоэлектронике для конструирования компактных устройств используют полупроводниковые лазеры – лазерные диоды, применяемые, например, в волоконно-оптических линиях связи вместо традиционных линий передачи информации – кабельных и проводных. Они обладают высокой пропускной способностью (полоса пропускания единицы гигагерц), устойчивостью к воздействию электромагнитных помех, малой массой и габаритами, полной электрической изоляцией от входа к выходу, взрыво- и пожаробезопасностью. Особенностью ВОЛС является использование специального волоконно-оптического кабеля, структура которого представлена на рис. 2. Промышленные образцы таких кабелей имеют затухание 1 – 3 дБ/км и ниже. Волоконно-оптические линии связи используют для построения телефонных и вычислительных сетей, систем кабельного телевидения с высоким качеством передаваемого изображения. Эти линии допускают одновременную передачу десятков тысяч телефонных разговоров и нескольких программ телевидения.

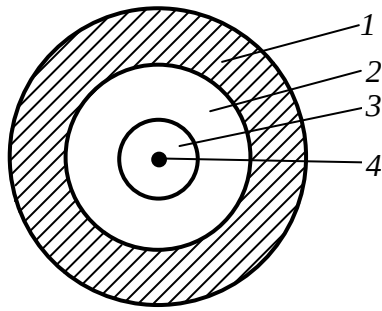


Рисунок 2. Структура волоконно-оптического кабеля.

1, 3 – защитная и стекловолоконная оболочки, 2 – пластмассовое покрытие, 4 – стекловолоконная центральная жила

В последнее время интенсивно разрабатываются и получают распространение оптические интегральные схемы (ОИС), все элементы которых формируются осаждением на подложку необходимых материалов.

Перспективными в оптоэлектронике являются приборы на основе жидких кристаллов, широко используемые в качестве индикаторов в электронных часах. Жидкие кристаллы представляют собой органическое вещество (жидкость) со свойствами кристалла и находятся в переходном состоянии между кристаллической фазой и жидкостью.

Индикаторы на жидких кристаллах имеют высокую разрешающую способность, сравнительно дешевы, потребляют малую мощность и работают при больших уровнях освещенности.

Жидкие кристаллы со свойствами, схожими с монокристаллами (нематики, наиболее часто используют в световых индикаторах и устройствах оптической памяти. Разработаны и широко применяются жидкие кристаллы, изменяющие цвет при нагревании (холестерики). Другие типы жидких кристаллов (смектики) используют для термооптической записи информации.

Оптоэлектронные приборы, разработанные сравнительно недавно, получили широкое распространение в различных областях науки и техники, благодаря своим уникальным свойствам. Многие из них не имеют аналогов в вакуумной и полупроводниковой технике. Однако существует еще много нерешенных проблем, связанных с разработкой новых материалов, улучшением электрических и эксплуатационных характеристик этих приборов и развитием технологических методов их изготовления.

Оптоэлектронные датчики

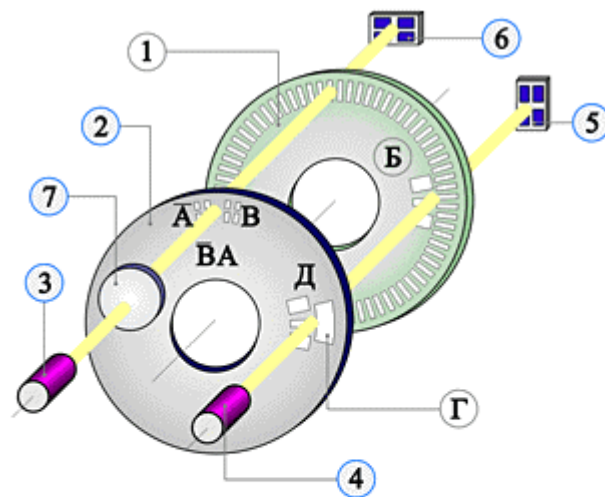
Оптоэлектронные преобразователи угловых перемещений

Преобразователи угловых перемещений предназначены для информационной связи по положению между позиционируемым объектом и устройством числового программного управления (УЧПУ) или устройством цифровой индикации (УЦИ). К этому классу преобразователей принадлежат оптоэлектронные растровые преобразователи "ЛИР" фирмы СКБ ИС. Особенность угловых оптоэлектронных растровых преобразователей перемещений заключается в использовании в качестве меры длины радиальной шкалы, являющейся носителем регулярного и кодового растров. Возможность нанесения штрихов растров с субмикронной точностью на материалы с заданным коэффициентом линейного расширения, стабильность их геометрического положения, достаточно высокая степень защищенности конструктивного исполнения, а также их высокая устойчивость к внешним воздействиям обеспечили растровым преобразователям перемещений широкий спектр областей промышленного и научного применения.

Принцип действия преобразователей угловых перемещений

Принцип работы преобразователей угловых перемещений основан на регистрации относительной величины прошедшего через растровое сопряжение потока оптического излучения как координатной-периодической функции взаимного углового положения регулярного растра шкалы и растров окон анализатора.

Преобразователь имеет два кинематически связанных функциональных звена: радиальную растровую шкалу 1, жестко связанную с валом преобразователя, и растровый анализатор 2 неподвижного считывающего узла. Радиальная растровая шкала (далее везде лимб) содержит две concentricкие информационные дорожки: регулярного растра и референтной метки Б.



Считывающий узел

- ② растровый анализатор
- ③ ④ излучающий диод
- ⑤ ⑥ квадрантный фотодиод
- ⑦ конденсор



Рисунок 3. Схема преобразователя угловых перемещений

Растровый анализатор содержит окна инкрементного считывания и референтную метку Д. Окна позиционно согласованы с дорожкой регулярного растра лимба и имеют внутри растры А, А, В, В с шагом, равным шагу регулярного растра лимба. При этом, в каждой паре окон растры смещены друг относительно друга на величину равную половине их шага, а взаимный пространственный сдвиг растров между парами окон составляет четверть шага растров. Последовательно с растровыми окнами расположено прозрачное окно Г. Референтная метка Д позиционно согласована с дорожкой референтных меток лимба. Считывающий узел решает задачу реализации оптических растровых и кодовых сопряжений, информативно соответствующих величине углового перемещения, и задачу считывания, обработки и анализа текущих значений оптически информативных параметров указанных сопряжений.

Конструктивно эти задачи решает инкрементный узел преобразователя перемещений. Первую из них решает механическая часть этого узла, обеспечивая необходимую точность

растрового сопряжения лимба и анализатора, а также соосность последних по отношению к оси вращения вала. Вторую — реализуют осветители, фотоприемники и плата электрической схемы выделения и обработки информации о перемещении. Излучающий диод 3, конденсор 7, формирующий параллельный пучок лучей осветителя, окна А, А, В, В анализатора и фотоприемник 6 образуют так называемый канал считывания. Требование повышенной точности преобразователей перемещений диктует применение двух или четырех диаметрально расположенных каналов считывания.

Оптоэлектронный датчик дыма

Данный датчик используется для определения признаков пожара. Устройство работает следующим образом: в диодах VD1 и VD2 (рис.1) выполнена оптопара с открытым каналом В качестве излучающего и приемного светодиодов используется светоизлучающий ИК диод АЛ107Б. При освещении светодиода VD2 потоком ИК излучения от светодиода VD1 первый будет иметь небольшое сопротивление, и в точке соединения резисторов R2, R3 и светодиода VD2 значение напряжения будет менее половины напряжения питания На триггере Шмитта (элементы DD1.1, DD1.2) установится уровень логического "0". Генератор импульсов, выполненный на элементах DD1 3, DD1 4 блокирован этим уровнем (на выводе 9 DD1.3). Транзистор VT1 закрыт уровнем логического "0" на выводе 11 элемента DD1.4. При попадании дыма на датчик освещенность светодиода VD2 уменьшается и, как следствие, увеличивается его сопротивление. Напряжение в точке соединения элементов R2, R3, VD2 возрастает, приводит к срабатыванию триггера Шмитта и включению генератора на элементах DD1.3, DD1.4.

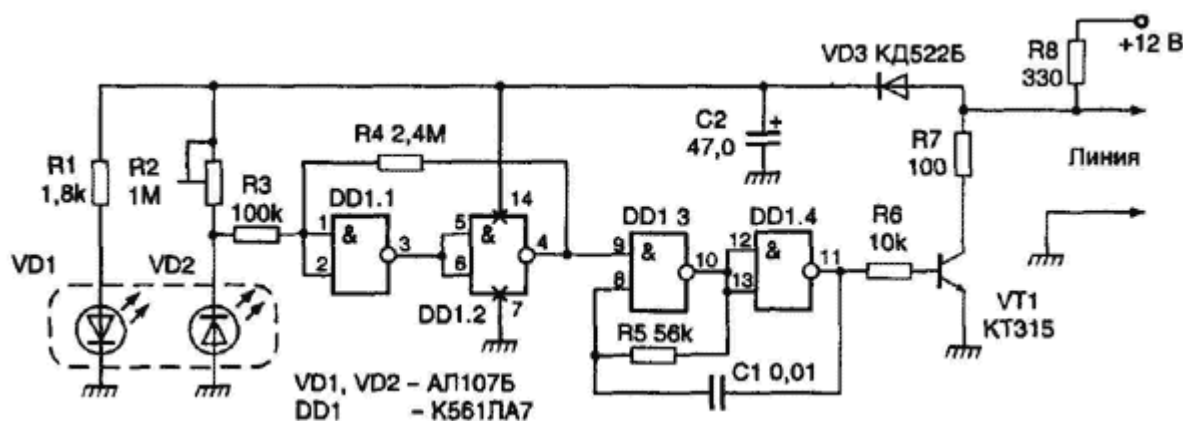


Рисунок 4. Принципиальная схема датчика дыма

С выхода последнего 11 DD1.4) через резистор R6 положительные импульсы поступают на базу транзистора VT1. Он открывается и замыкает линию связи через резистор R7 на землю. При этом напряжение в точке соединения элементов VD3, R7, R8 уменьшается, а при закрывании транзистора VT1 — увеличивается. Таким образом, при появлении дыма на выходе линии (точка соединения элементов VD3, R7, R8) будут присутствовать импульсы с частотой, задаваемой генератором на элементах DD1.3, DD1.4. Эти импульсы обрабатываются схемой оповещения о пожаре (на рис. не показана), и выдается сигнал тревоги. Питание устройства осуществляется по линии связи от источника +12 В через резистор R8. При этом в исходном состоянии (дым отсутствует) конденсатор C2 заряжен через диод VD3. При срабатывании датчика питание устройства будет осуществляться от конденсатора C2, который подзаряжается через диод VD3 при закрывании транзистора VT1. При замыкании линии через резистор R7 и транзистор VT1 диод VD3 препятствует разряду конденсатора C2. Одна из возможных конструкций датчика дыма показана на рис.2. Вместо светодиодов АЛ107Б можно использовать АЛ108, Настройка датчика заключается в установке порога срабатывания триггера Шмитта изменением сопротивления резистора R2.

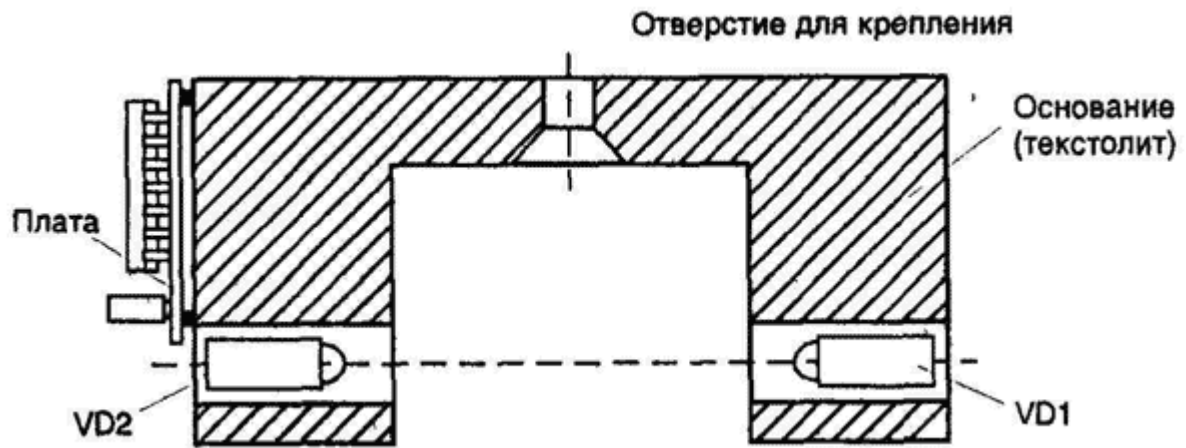


Рисунок 5. Принципиальная схема датчика дыма

Литература

1. Акимов Н.Н. и др. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справочник / Н.Н. Акимов, Е.П. Ващуков, В.А. Прохоренко, Ю.П. Ходоренок. Мн.: Беларусь, 2005.–591 с.
2. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника: Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. М.: Горячая Линия – Телеком, 2002. – 768 с.
3. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие для вузов. – СПб: Питер, 2003. – 512 с.
4. <http://www.qrz.ru/schemes/contribute/constr/smoke.shtml>
5. <http://www.geyser.dp.ua/auto/skbis/catalog/angular/>

УДК 621.9.06-83-529

СЕРВОПРИВОД ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ С ЧПУ

Королёв С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Технический прогресс и конкуренция приводят к постоянному росту производительности и повышению степени автоматизации технологического оборудования. При этом возрастают требования, предъявляемые к регулируемым электроприводам, по таким параметрам, как диапазон регулирования частоты вращения, точность позиционирования и перегрузочная способность.

Для обеспечения предъявляемых требований разработаны высокотехнологичные устройства современного электропривода — сервоприводы. Это такие системы привода, которые в широком диапазоне регулирования скорости гарантируют высокоточные процессы движения и реализуют их хорошую повторяемость. Сервоприводы являются наиболее высокотехнологичной ступенью электропривода.

Долгое время в управляемых приводах в основном применялись двигатели постоянного тока. Это было связано с простотой реализации закона управления по напряжению якоря. В качестве управляющих устройств использовались магнитные усилители, тиристорные и транзисторные регуляторы, а в качестве системы обратной связи по скорости применялись аналоговые тахогенераторы.

Тиристорный электропривод представляет собой управляемый преобразователь, питающий электродвигатель постоянного тока. Силовая схема электропривода состоит из: согласующего трансформатора TV; управляемого выпрямителя, собранного из 12 тиристоров (V01... V12), включенных по шестифазной однополупериодной - встречно-параллельной схеме; токоограничивающих дросселей L1 и L2 и электродвигателя М постоянного тока с независимым возбуждением. Трехфазный трансформатор TV имеет две силовые обмотки и экранированную от них обмотку для питания цепей управления. Первичная обмотка соединена в треугольник, вторичная — в шестифазную звезду с нулевым выводом.

Недостатками такого привода являются сложность системы регулирования, наличие щеточных токосъемников, снижающих надежность двигателей, а также высокая стоимость.

Прогресс в электронике и появление новых электротехнических материалов изменили ситуацию в области сервоприводной техники. Последние достижения позволяют компенсировать сложность управления приводом переменного тока с помощью современных микроконтроллеров и быстродействующих высоковольтных силовых транзисторов. Постоянные магниты, изготовленные из сплавов неодим — железо — бор и самарий — кобальт, благодаря их высокой энергоемкости, существенно улучшили характеристики синхронных двигателей с магнитами на роторе при одновременном снижении массогабаритных показателей. В итоге улучшились динамические характеристики привода при снижении его габаритов. Тенденция перехода к асинхронным и синхронным двигателям переменного тока особенно заметна в сервосистемах, которые традиционно выполнялись на базе электроприводов постоянного тока.

В общем случае сервопривод - представляет собой подвижную систему с обратной связью, позволяющей точно управлять перемещением и задавать требуемый алгоритм движения. Перемещение в составе сервопривода может обеспечивать любая силовая машина. В современных станках с ЧПУ для этого используются электрические двигатели, часто называемые «серводвигателями». На самом деле система сервопривода включает в себя помимо непосредственно электродвигателя ещё и датчики обратной связи (например, угла поворота вала двигателя), электронный управляющий блок, блок питания и ряд других вспомогательных компонентов.

Благодаря наличию обратной связи сервопривод «корректирует сам себя»: на входы электронного блока поступает информация от датчика поворота, а на выходах генерируется управляющий импульс, заставляющий электродвигатель работать строго в пределах требуемых параметров вращения. Наличие микропроцессорного блока управления позволяет не только задавать и поддерживать нужный алгоритм движения, но и обеспечивать плавный разгон и торможение электродвигателя – учитывая при этом массу подвижных элементов и их инерцию для снижения динамических нагрузок. Применительно к станкам с ЧПУ эта способность сервопривода является важным элементом для обеспечения точности и скорости любой обработки.

Сегодня мы можем увидеть повсеместное использование различного автоматического станочного оборудования. Часто на производстве можно встретить фрезерные, токарные, сверлильные и прочие станки, которые управляются с помощью компьютерной техники. И особое место в их конструкции занимает такой электроприбор, как сервопривод.



Рисунок 1 – Общий вид сервопривода.

Сервопривод представляет собой электродвигатель, к которому подсоединена система обратной связи. Благодаря этому, можно контролировать движение рабочего вала в реальном времени. То есть, компьютер в любой момент «знает», на какой градус повернут ротор. Это позволяет создать высокоэффективные системы для обработки различных материалов. Сервопривод является очень важной частью станка, но не главной. Даже муфта соединительная оказывает большое влияние на качество оборудования в целом. Поэтому можно сказать, что в станке все комплектующие важны.

Главные части сервопривода – это его двигатель, элементы управления и передача. Кроме того, в нем есть также более мелкие и периферийные устройства – блокировка, сигнализация, система включения/выключения, элементы обратной связи. Как правило, сервоприводы могут работать только от внешних посторонних источников энергии, так как мощности почти всех внутренних источников энергии недостаточно для эффективного функционирования сервопривода (слишком уж энергоемкую работу ему зачастую приходится выполнять).

Сервоприводы вращательного движения делятся на синхронные и асинхронные.

Синхронный сервопривод – позволяет точно задавать угол поворота (с точностью до угловых минут), скорость вращения, ускорение. Разгоняется быстрее асинхронного, но в разы дороже. Асинхронный сервопривод – позволяет точно задавать скорость, даже на низких оборотах.

По принципу действия сервоприводы бывают:

- ❖ ·Электромеханический;
- ❖ ·Электрогидромеханический.

У электромеханического сервопривода движение формируется электродвигателем и редуктором. У электрогидромеханического сервопривода движение формируется системой поршень-цилиндр. У данных сервоприводов быстродействие на порядок выше в сравнении с электромеханическими.

Сервоприводы различаются габаритами. Существуют так называемые "стандартные" сервоприводы. Это сервоприводы, габариты и вес которых в общем модельном ряду имеют некоторые средние значения. Они самые дешевые, в пределах 10...20 долларов. При уменьшении или увеличении размеров сервопривода в сторону от "стандартного" цена сервопривода возрастает пропорционально отклонению размеров. Как и самые маленькие (микросервы), так и самые большие (супермощные) сервоприводы - это самые дорогие устройства, цена которых может доходить до сотен долларов.

Сервоприводы различаются материалом шестеренок.

Самые дешевые сервоприводы - с шестернями из пластмассы. Более дорогие - с одной выходной шестерней из металла. Самые дорогие - с металлическими шестернями. Соответственно виду материала изменяется нагрузочная способность сервопривода. Самый слабый сервопривод - с пластиковыми шестернями, самый мощный - с металлическими.

Сервоприводы различаются типом подшипников.

Самые дешевые модели не имеют подшипников вообще. Пластмассовые шестерни на пластмассовых валах крутятся в отверстиях пластмассовых пластин, соединяющих шестерни в единый редуктор. Это самые недолговечные сервоприводы. Более дорогие сервоприводы имеют металлическую, обычно латунную, втулку на выходном валу. Эти сервоприводы более долговечны. Еще более дорогие имеют настоящий подшипник на выходном валу, на который приходится самая большая нагрузка. Подшипник может быть шариковым или роликовым. Шариковый дешевле, роликовый компактнее и легче. В самых дорогих сервоприводах на всех (металлических!) шестернях стоят подшипники. Это - самые долговечные и надежные устройства.

Сервоприводы различаются по типоразмеру.

Она может сильно варьироваться при одинаковых размерах по высоте и длине. Чем меньше толщина, тем выше цена, поскольку в узком корпусе труднее разместить шестерёнки.

Сервоприводы вращательного движения используются в:

- ❖ ·промышленных роботах,
- ❖ ·приводах станков ЧПУ,
- ❖ ·полиграфических станках,
- ❖ ·упаковочных станках,
- ❖ ·приборах,
- ❖ ·авиамоделировании,
- ❖ ·робототехнике.

Сегодня широко распространены сервоприводы бесщеточные, которые часто бывают выполнены в двух видах:

- ❖ PMSM – синхронный вентильный электродвигатель, который имеет синусоидальное распределение магнитного поля в зазоре.
- ❖ BLDC – бесщеточный электродвигатель постоянного тока, который обладает трапецеидальным распределением МП. Также для этого вида сервоприводов характерна прямоугольная форма фазных напряжений.



Рисунок 2 – Номенклатура и типы сервоприводов

Оба этих вида являются трехфазными бесколлекторными электромоторами, ротор которых выполняется из редкоземельных магнитов. За счет этого обеспечивается большая удельная мощность этих устройств. Также наблюдается расширение диапазона скоростей. Бесколлекторная конструкция хороша тем, что нет необходимости в обслуживании коллектора, который может перегреваться и искрить. В число прочих преимуществ бесщеточных сервоприводов входят:

- ❖ Возможность использования в среде, склонной к взрыву (из-за отсутствия искрящих деталей).
- ❖ Большая способность к перегрузочной устойчивости
- ❖ КПД выше 90%
- ❖ Длительный срок эксплуатации и высокая надежность данного электроприбора

Сервоприводы широко используются во всяком ЧПУ станочном оборудовании. Очень часто они выступают в качестве установочных частей станка, а не силовых. Благодаря этому, сервоприводы ставят на 3D фрезеры, для которых необходима высокая точность по всем трем координатам. С появлением 3Д принтеров область применения данного электродвигателя расширила

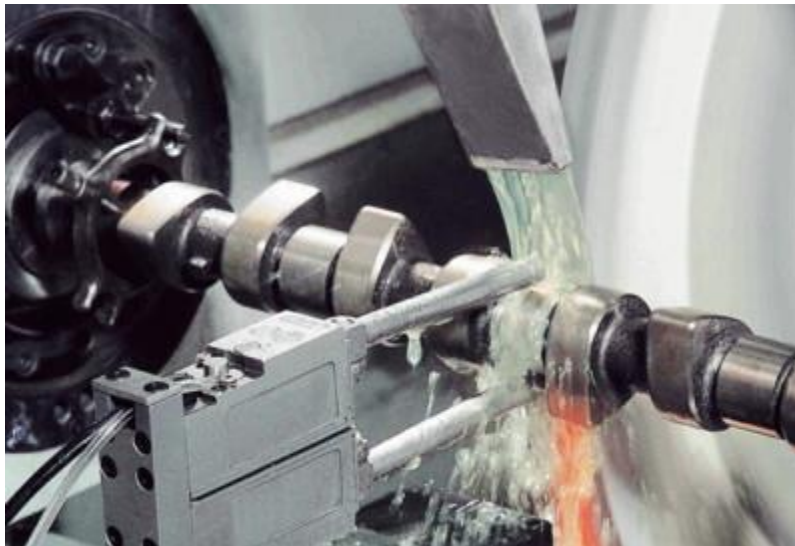


Рисунок 3 – Пример обработки на станке с ЧПУ, содержащий сервопривод

Литература:

- 1) Босинзон М. А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебник для нач. проф. образования Изд. Academia, 2009 г. ISBN 978-5-7695-6060-6
- 2) Кузнецов В. Использование сервоприводов при автоматизации оборудования /Кузнецов В./ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/drugoe/226-ispolzovanie-servoprivodov-pri.html> - Дата доступа: 28.05.2014.
- 3) Серводвигатель фрезерного станка с ЧПУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://infofrezer.ru/articles/opcii-freznyh-stankov/servodvigatel-freznogo-stanka-s-chpu> - Дата доступа: 28.05.2014.
- 4) Сервоприводы в ЧПУ станках [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elektroas.ru/servoprivody-v-chpu-stankah> - Дата доступа: 28.05.2014.

ТЕРМИСТОРНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Котова Н. С., Левшицкая Е. Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Сложность конструкции тепловых реле, недостаточно высокая надежность систем защиты на их основе, привели к созданию тепловой защиты, реагирующей непосредственно на температуру защищаемого объекта. При этом датчики температуры устанавливаются на обмотке двигателя.

Термочувствительные защитные устройства: термисторы, позисторы

В качестве датчиков температуры получили применение термисторы и позисторы - полупроводниковые резисторы, изменяющие свое сопротивление от температуры. Термисторы представляют собой полупроводниковые резисторы с большим отрицательным 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 1).

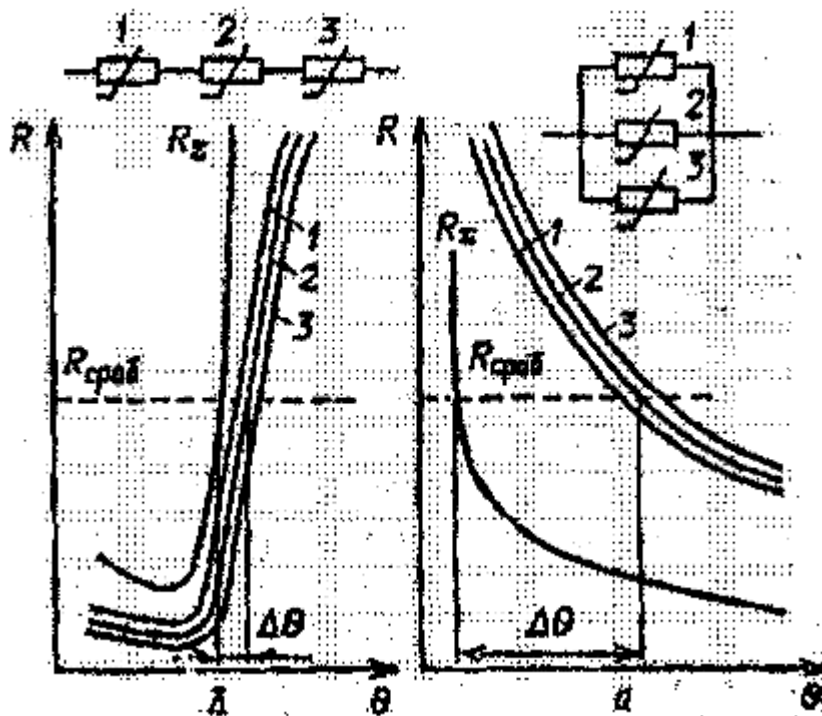


Рисунок 1 – Зависимость сопротивления позисторов и термисторов от температуры: а – последовательное соединение позисторов; б – параллельное соединение термисторов

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 $t = 105, 115,$

130, 145 и 160 . Эта температура называется классификационной. Позистор резко меняет сопротивление при изменении температуры за время не более 12 с. При этом сопротивление трёх последовательно включенных позисторов должно быть не более 1650 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 2.

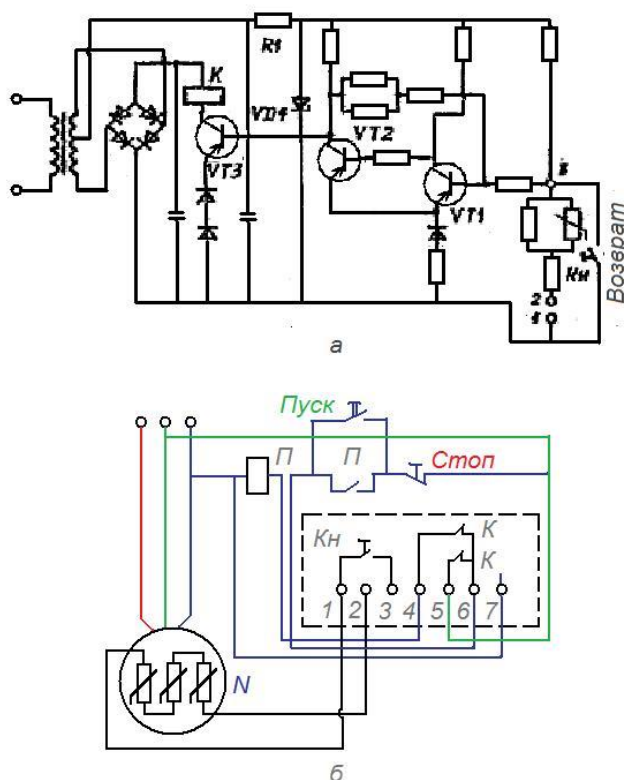


Рисунок 2 – Аппарат позисторной защиты с ручным возвратом: а – принципиальная схема; б – схема подключения к двигателю

К контактам 1, 2 схемы (рисунок 2, а) подключаются позисторы, установленные на всех трёх фазах двигателя (рисунок 2, б). Транзисторы $VT1$, $VT2$ включены по схеме триггера Шмидта и работают в ключевом режиме. В цепь коллектора транзистора $VT3$ окончного каскада включено выходное реле K , 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 транзисторе $VT3$ мал, и он закрыт. При этом ток в обмотке реле K 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 K , 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.

УДК 538.945

ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ермалович В.И

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Плазма – частично или полностью ионизированный газ, образуемый в результате термической ионизации атомов и молекул при высоких температурах, под действием электромагнитных полей большой напряженности, при облучении газа потоками заряженных частиц высокой энергии.

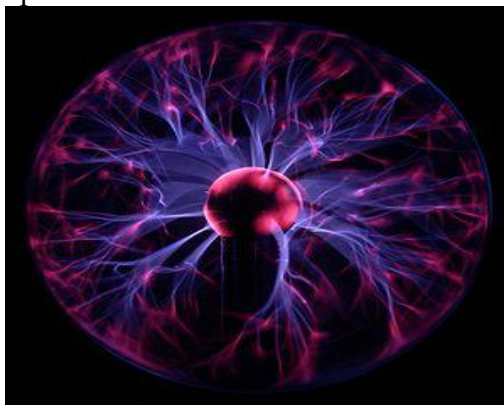


Рисунок 1 Плазма

Особенности плазмы:

1) Коллективное взаимодействие. Подразумевает одновременное взаимодействие друг с другом большого числа частиц.

2) Квазинейтральность – практически точное равенство плотностей входящих в её состав положительных ионов и электронов, их компенсация.

Используют: в плазменных ускорителях, магнитогидродинамических генераторах, для изучения проблем управляемого термоядерного синтеза.

Атмосферная плазма – новый способ обработки пластика. Эта технология имеет ряд значительных преимуществ: безвредная обработка, четкое регулирование, возможность замены нескольких этапов химической обработки использованием грунтовок, растворителей.

Холодная плазма: удобство и эффективность использования. На открытом воздухе, или в контролируемой атмосферной среде плазма способна добавить несколько химических свойств (гидрофильность, клеевая восприимчивость) пластиковой поверхности, необходимых для оптимизации последующих технологических процессов печати, окраски, лакирования, склеивания и т.д.



Рисунок 2 Холодная плазма

Плазменная резка имеет значительные преимущества:

- возможность повышения мощности в 4-10 раз;
- экономически целесообразное использование;
- универсальность обработки;

- точность и высокое качество реза;
- безопасность;
- низкий уровень загрязнения среды.



Рисунок 3 Плазменная резка

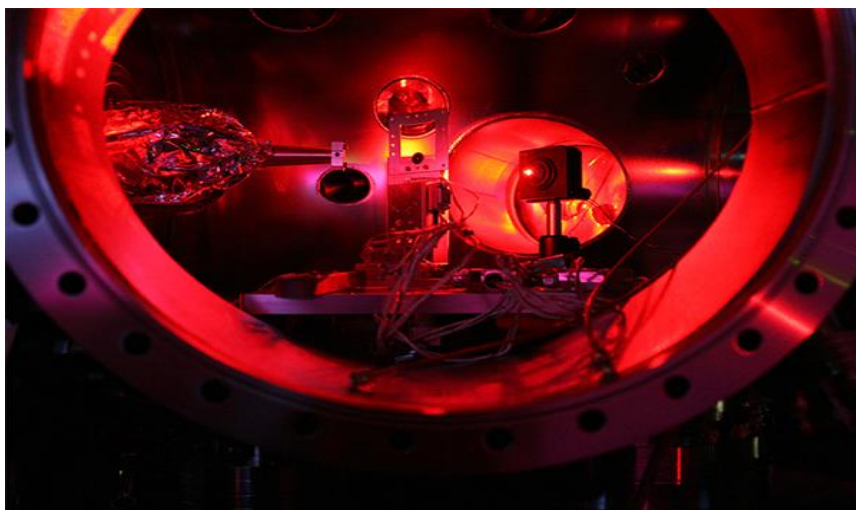
Плазменная сварка имеет ряд преимуществ:

- повышенную производительность;
- меньшую зону термического влияния;
- более низкие деформации при сварке;
- пониженный расход защитных газов;
- более высокую стабильность горения дуги.



Рисунок 4 Плазменная сварка

Плазменная электроника – раздел физики плазмы, изучающий коллективные взаимодействия плотных потоков (пучков) заряженных частиц с плазмой и газом, приводящие к возбуждению в системе линейных и нелинейных электромагнитных волн и колебаний, и использование эффектов такого взаимодействия. Родоначальники плазменной электроники: А. И. Ахиезер, Я. Б. Файнберг, Д. Бом, Э. Гросс. Благодаря этим учёным, было открыто явление пучковой неустойчивости, представляющего собой вынужденное черенковское излучение плотным моноэнергетическим пучком электронов продольных электромагнитных волн в плазме.



Прикладные задачи плазменной электроники:

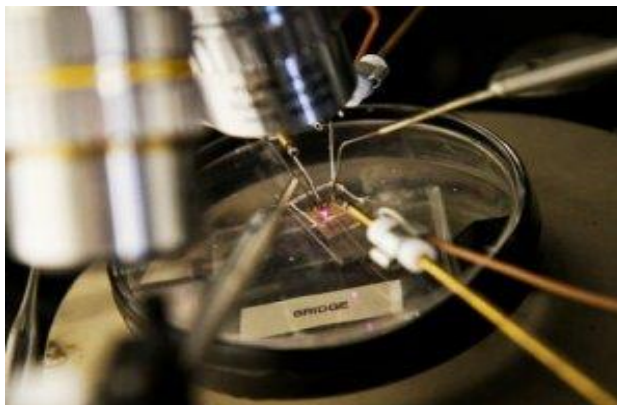
- 1) Плазменная СВЧ-электроника, изучающая возбуждение в плазме интенсивного когерентного электромагнитного излучения, начиная от радио и вплоть до оптического диапазона длин волн;
- 2) Плазменные ускорители, основаны на явлении коллективного ускорения тяжёлых заряженных частиц электронными пучками и волнами в плазме;
- 3) Плазменно-пучковый разряд, основанный на коллективном механизме взаимодействия плотных пучков заряженных частиц с газом;
- 4) Турбулентный нагрев плазмы плотными пучками заряженных частиц и коллективные процессы при транспортировке;
- 5) Неравновесная плазмохимия, изучающая процессы образования возбуждённых молекул, атомов и ионов при коллективном взаимодействии пучков заряженных частиц с газом и плазмой.

Отличия и особенности

Вакуумная и квантовая электроника	Плазменная электроника
• основана на явлении индуцированного (вынужденного) излучения и поглощения электромагнитных волн заряженными частицами в плазме. • вакуумная электроника рассматривает излучение потоков заряженных частиц, движущихся в электродинамических структурах - металлических либо диэлектрических волноводах и резонаторах.	• плазменная электроника исследует излучение потоков заряженных частиц, движущихся в плазме, в плазменных волноводах и резонаторах. • В плазменных приборах частота зависит не только от геометрических размеров, но и от плотности плазмы, поэтому излучатели в плазменной электронике многомодовы; меняя плотность плазмы, можно менять частоты в широком интервале.

Плазменные транзисторы – это особые транзисторы, которые работают при температурах, сопоставимых с температурой в активной зоне ядерных реакторов, при этом, на их работу практически не влияет радиоактивное ионизирующее излучение.

Идея разработки плазменного транзистора возникла при изучении возможностей более эффективного управления плазменными устройствами, такими как телевизоры с плазменным экраном



Структура некоторых обычных кремниевых транзисторов способна выдержать нагрев до температуры в 350 градусов по шкале Цельсия, при более высокой температуре структура транзисторов уже претерпевает необратимые изменения. Поэтому для работы в условиях высокой температуры используются транзисторы из других полупроводниковых материалов, к примеру, карбида кремния, который выдерживает нагрев до 550 градусов.

Особенности:

- Напряжение, потенциал которого выше определенного порога, переключает транзистор в активное, открытое состояние. Канал плазменного транзистора состоит из частично ионизированного газа, плазмы.

- Эмитент электронов, как правило кремний, вводит и насыщает плазму свободными электронами, когда на электрод эмитента подано напряжение соответствующей полярности и транзистор открывается.

- Они изготовлены на стеклянной подложке, на поверхность которой напылен слой из специального металлического сплава, покрытого тонким слоем кремния. Кремниевое покрытие неоднородно, на нем искусственно созданы впадины и пустые места, заполняющиеся плазмой, формирующей канал плазменного транзистора.

Принцип работы: эмиттер инжектирует электроны в слой плазмы – ионизированного газа неона. Как показали исследования, при сравнительно небольшом изменении напряжения свойства плазменной микроячейки (ток и свечение в видимом диапазоне) существенно меняются, что позволяет использовать ее в качестве трехвыводного транзистора. В этом случае плазменный слой играет роль базы. Как и обычный полупроводниковый транзистор, микроплазменная ячейка способна работать как переключатель или усилитель.

Область применения:

- Электроника, работающая в ядерных реакторах
- Использование в роли микроскопического источника рентгеновского излучения, матрицы из которых позволят избежать необходимости использования громоздких и дорогостоящих устройств, преломляющих и фокусирующих лучи рентгеновского излучения.

Литература

1. Овсянников, А.А. Плазма [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3380.html>. – Дата доступа: 15.04.2014.
2. Созданы миниатюрные плазменные транзисторы, способные работать в активной зоне ядерного реактора [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.dailytechinfo.org/electronics/5741-sozdany-miniaturnye-plazmennye-tranzistory-sposobnye-rabotat-v-aktivnoy-zone-yadernogo-reaktora.html>. – Дата доступа: 15.04.2014.
3. Саитов, И. Плазменная электроника [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://il-saitov.narod.ru/info4.html>. – Дата доступа: 15.04.2014.
4. Плазменная сварка [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.osvarke.com/plasma.html>. – Дата доступа: 15.04.14.
5. Плазменная резка [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://www.autowelding.ru/publ/1/plazmenno_dugovaja_rezka_metallov/plazmennaja_rezka/20-1-0-210. – Дата доступа: 15.04.14.

УДК 7.0.4–2014

СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Гахович Е.В.,

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Суперконденсаторы — новые типы энергоемких конденсаторов с плотностью энергии в 10 раз выше, чем в традиционных конденсаторах, а мощность импульсного разряда до 10 раз выше мощности аккумуляторных батарей.

Кремниевый суперконденсатор

Группа исследователей из университета Вандербилта (Vanderbilt University), Нашвилл Теннесси, разработала суперконденсаторы нового типа, большая часть конструкции которых изготовлена из *кремния*. Эти суперконденсаторы, демонстрирующие весьма высокий показатель плотности хранения энергии, позволят интегрировать источники энергии прямо внутрь электронных чипов, позволяя им выполнять свою работу в течение длительного времени даже при отсутствии подвода внешней энергии.

Технология работы суперконденсаторов на основе древесной щепы

Сотрудники Центра устойчивых технологий при университете попытались использовать в качестве электродов для суперконденсаторов уголь, полученный при сжигании древесных отходов. Для этого фрагменты древесины березы, сосны и красного кедра нагревали до 750 градусов по Цельсию, причем без какой-то дополнительной обработки. Полученные кусочки угля использовались в экспериментах целиком и с их помощью ученым удалось построить суперконденсатор, который накопил достаточно энергии для свечения светодиодного фонаря.

Измерения показали, что простой кусок древесного угля может стать электродом для конденсатора с емкостью порядка 14 фарад на грамм массы. Если же уголь обработать слабым раствором азотной кислоты, HNO_3 , то верхний предел удельной емкости вырастает в восемь раз, до 115 фарад на грамм. Кроме того, предварительные испытания, в ходе которых суперконденсаторы из угля перезарядили более пяти тысяч раз без значительного снижения их емкости, показали пригодность нового метода к долговременной эксплуатации.

Ученые не уточнили название видов, древесину которых использовали в опытах: и если с сосной и березой особых разночтений не возникает, то вот под «красным кедром», red cedar, обозначается как вирджинский можжевельник, так и складчатая туя, причем в Австралии растет еще один «кедр» *Toona ciliata*, который относится к семейству мелиевых.



Суперконденсатор в сборе
Фото: L. Brian Stauffer

Экспериментальный образец, через стеклянную стенку банки виден кусок древесного угля. Это устройство имеет характеристики, которые полстолетия назад казались невозможными: первый ионистор появился в продаже в 1960-е годы. Сверху лежит светодиодный фонарь.

Исследователи подчеркивают, что ключевым достоинством их метода является не просто дешевизна сырья, а сочетание низкой стоимости материалов с простотой обработки. В настоящее время суперконденсаторы с электродами на основе активированного угля серийно производятся с использованием кокосовой стружки, но для активации уголь требуется обрабатывать различными химикатами, которые затем подлежат утилизации. Используемая изобретателями промывка слабой азотной кислотой тоже предполагает получение раствора золь в кислоте (эффект повышения емкости ученые связали с вымыванием из угля солей кальция и других примесей), однако подобный раствор, по заверениям авторов новой технологии, является готовым сырьем для производства удобрений, а не опасными химическими отходами.

Комбинирование энергетических устройств и применение их в различном транспорте



Применение суперконденсаторов в электрическом транспорте

Электрический транспорт работающий на базе суперконденсаторов экономит значительную часть электроэнергии за счет рекуперации энергии торможения.

ВИД ТРАНСПОРТА	ЭКОНОМИЯ НА ЕДИНИЦУ (МВТ-ЧАС)	КОЛИЧЕСТВО (ШТУК)	ЭКОНОМИЯ В ГОД (МВТ-ЧАС)
МЕТРОПОЕЗД	360	900	324 000
ЭЛЕКТРОПОЕЗД	360	400	144 000
ТРАМВАЙ	100	530	53 000
ТРОЛЛЕЙБУС	45	1600	72 000

Энергосберегающие технологии РЖД на основе работы суперконденсаторов**ТЯГОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ**

- Экономия электроэнергии 15%
- Экономия обслуживания 2- раза

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

- Экономия электроэнергии – 25%
- Снижение нагрузки на сеть – 15%
- Автономное перемещение

**ГИБРИДНЫЙ ТРАНСПОРТ**

- Экономия топлива – 50%
- Снижение эмиссии – 10 раз

**ЗАПУСК ДВС**

- Снижение мощности АБ – 2 раза
- Увеличение срока АБ – 1,5 раз
- Запуск до температур – $(-40)^{\circ}\text{C}$



Таким образом, суперконденсаторы весьма перспективная разработка т.к. они способны запасать столько же энергии, сколько хранится в никель-металлогидридных батареях. Главное преимущество предложенного устройства состоит в том, что заряжаться и разряжаться оно может за считанные минуты. Созданный конденсатор обладает наиболее высокой плотностью запасенной энергии среди всех наноуглеродных устройств.

Литература

1. <http://compulenta.computerra.ru/tehnika/devices/10010036/>
2. <http://lenta.ru/news/2013/10/24/pinoccio/>
3. <http://www.findpatent.ru/patent/235/2357313.html>

УДК 621.3

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ В БЫТУ

Баран А.Г.

Научный руководитель – Жорова М.И.

В связи с постоянным ростом тарифов на электроэнергию все более актуальной для населения становится возможность ограничить затраты на ее оплату. В высотных домах, где квартиры оснащенных электрическими плитами, расход электроэнергии значительно выше, т.к. большая ее часть тратится на нагрев. Именно поэтому жильцы таких квартир все чаще устанавливают на кухне индукционную плиту.

Индукционная плита отличается от обычной тем, что при ее использовании никакого физического нагрева поверхности не происходит. В основе работы этой плиты лежит принцип индукционного нагрева.

Индукционный нагрев – нагрев токопроводящих тел за счёт возбуждения в них электрических токов переменным электромагнитным полем.

Принцип индукционного нагрева можно объяснить на примере катушки индуктивности с магнитным полем, изменяющимся при изменении силы тока. Поле замыкается внутри катушки и напряженность зависит от силы тока и количества витков катушки. При помещении металлического предмета внутрь катушки на его поверхности будут возникать вихревые токи, которые вследствие электрического сопротивления металла вызовут нагрев поверхности. Эффект нагрева возрастает с ростом напряженности поля и зависит от свойств материала и расстояния катушки от поверхности.

Индукционная плита разогревает металлическую посуду индуцированными вихревыми токами, создаваемыми высокочастотным магнитным полем. Можно положить на плиту бумагу – она не загорится, или прикоснуться ладонью и не обжечься. В отличие от микроволновой печи, нагревающей сам продукт изнутри, индукционная плита греет только металл и металлическую посуду, которая, в свою очередь, передаёт тепло еде.

Принцип работы индукционной плиты показан на рис. 1. В каком-то смысле это не что иное, как трансформатор: его первичной обмоткой является находящаяся под стеклокерамической поверхностью плиты индукционная катушка, по которой протекает электрический ток. Его частота составляет 20–60 кГц. Вторичной обмоткой трансформатора является посуда, которую мы ставим на плиту. В днище посуды наводятся токи индукции, которые нагревают его, а заодно и помещенные в посуду продукты. Нет никакой передачи тепловой энергии снизу вверх, от конфорки через стекло к посуде, а значит, нет и тепловых потерь.

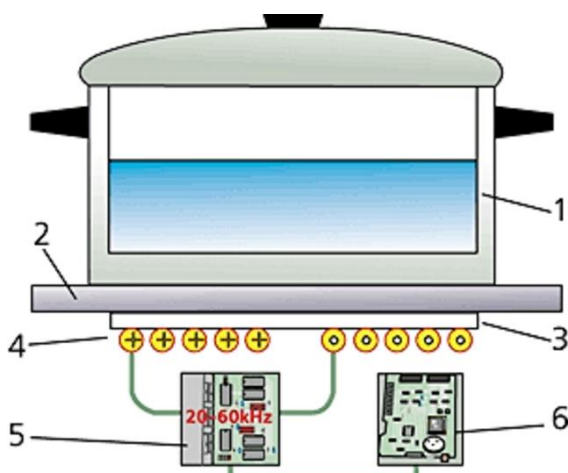


Рисунок 1. Принцип работы индукционной плиты: 1 – посуда из ферромагнитного материала; 2 – стеклокерамическая поверхность; 3 – слой изоляции; 4 – индукционная катушка; 5 – преобразователь частоты; 6 – электронный блок управления

Самый сложный элемент панели – электронный блок управления. Он не просто включает или регулирует мощность генератора, а делает это по специальной программе – вначале на пару минут выведет плиту на максимальную мощность, а когда вода закипит, убавит мощность до заданного уровня.

Индукционные плиты имеют вполне ощутимые преимущества перед традиционными газовыми или электрическими поверхностями:

- повышенная безопасность использования;
- экономия энергоресурсов;
- большой диапазон мощности, что позволяет им не только готовить, но и разогревать пищу;
- быстрота приготовления из-за минимальных потерь тепла;
- изменение мощности нагрева происходит практически мгновенно, а точность нагрева практически абсолютная;
- простой уход;
- компактные размеры.

У индукционных панелей можно также отметить ряд недостатков:

- использование только специальной посуды;
- функционирующие зоны нагрева могут создавать помехи для рядом стоящих электромагнитных приборов;
- цена.

Но даже несмотря на недостатки, можно с уверенностью сказать, что индукционная плита – это современная, экономичная технология приготовления вкусной еды.

УДК 538.945

БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Жигайло Д.В.

Научный руководитель – старший преподаватель, Жуковская Т.Е.

Поставленная задача заключалась в создании методов и средств измерения пространственного распределения поверхностного потенциала диэлектриков и проводящих объектов с относительно толстым (более характерной длины экранирования потенциала) диэлектрическим покрытием. Подобная задача характерна для исследования свойств поверхностей диэлектрических материалов и покрытий (полимерных, керамических и др.). Настоящий подход использовался для исследования распределения потенциала поверхности тефлона, обусловленного предысторией механической обработки, а также для исследования многослойной изоляции космических аппаратов в условиях воздействия заряженных частиц и др. Требования, предъявляемые к средствам измерений пространственного распределения поверхностного потенциала диэлектриков, в известной степени противоречивы и включают:

- отсутствие механического контакта с поверхностью образца, способного нарушить ее зарядовое состояние;
- высокая чувствительность к поверхностному заряду и неоднородностям его распределения, возможность измерения крайне малых зарядов, создающих потенциалы порядка нескольких милливольт;
- возможность сканирования исследуемой поверхности для построения картины пространственного распределения поверхностного потенциала;
- малая постоянная времени измерительной системы, обеспечивающая высокую скорость сканирования и малое время измерения пространственного распределения поверхностного потенциала в целом с целью минимизации изменений последнего за счет растекания и естественных утечек за время измерений;
- возможность выполнения измерений при нормальном атмосферном давлении и в условиях вакуума.

Возможность сканирования исследуемой поверхности, кроме того, означает, что измерительный сигнал не должен (в определенных пределах) зависеть от расстояния между измерительным зондом и поверхностью образца, либо же должна быть обеспечена возможность автоматического поддержания этого расстояния постоянным с помощью дополнительной следящей системы, не оказывающей воздействие на зарядовое состояние образца.

В соответствии с этим, целью исследования являлся поиск и анализ схемотехнических решений, обеспечивающих выполнение основных из обозначенных требований: минимизации воздействия на образец, обеспечения максимальной чувствительности, максимального быстродействия и минимальной зависимости сигнала от расстояния между зондом и образцом.

Методы регистрации поверхностного потенциала

Традиционные методы регистрации поверхностного потенциала диэлектриков можно разделить на несколько категорий:

- методы, основанные на тепловом воздействии на образец;
- методы, использующие импульсное механическое воздействие;
- электроакустические методы;
- метод теплового градиента;
- фотоэлектрические методы;
- зондовые электрометрические методы;

– прочие методы (например, основанные на использовании эффектов Керра или Покейса).

Из указанных методов только зондовые электрометрические наиболее полно удовлетворяют перечисленным выше требованиям и пригодны для анализа распределения поверхностного потенциала диэлектриков путем пространственного сканирования.

В свою очередь, зондовые электрометрические методы подразделяются на статические и динамические, причем последние могут быть реализованы в варианте токового или потенциального зонда. Преимуществом статических методов (метода статического конденсатора) является высокое пространственное разрешение, достигающее 10 мкм. В то же время данный метод характеризуется сильной зависимостью измерительного сигнала от расстояния между чувствительным элементом зонда и поверхностью образца, что практически исключает его применение при сканировании неидеально плоских поверхностей. Аналогичным недостатком характеризуется и динамический метод с токовым зондом.

В соответствии с вышесказанным, наиболее подходящим путем решения поставленной задачи является использование зонда с динамическим конденсатором.

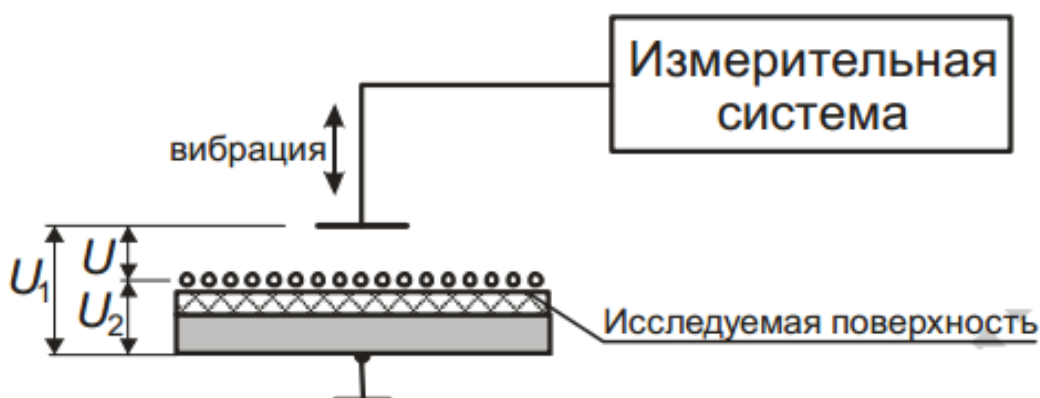


Рисунок 1. Принципиальная схема измерения

Структурные электрические схемы измерения поверхностного потенциала диэлектриков

Для уменьшения воздействия измерительного преобразователя на заряженное состояние поверхности и повышения точности измерений ток перезаряда емкости стремятся свести к нулю, применяя компенсационный метод измерений. В этом случае, разность потенциалов между зондом и исследуемой поверхностью также будет равна нулю, что означает равенство напряжения компенсации U_{comp} и потенциала поверхности относительно «земли» U_2 . На практике такие измерения могут быть реализованы в двух вариантах. В первом из них напряжение компенсации подается на экран, ограждающий вибрирующий электрометрический зонд (рисунок 2а). При этом на зонд воздействует суперпозиция двух электрических полей противоположного знака (поля исследуемой поверхности и поля экрана). За счет использования интегрирующего звена в цепи обратной связи достигается полная компенсация поля образца полем экрана, и таким образом напряженность электрического поля экрана отслеживает напряженность электрического поля поверхности исследуемого образца, но с противоположным знаком. Следовательно, прибор, построенный по этой схеме, фактически является измерителем напряженности электрического поля. При этом, однако, возникает опасность электрического разряда из-за того, что разность потенциалов между исследуемой поверхностью и экраном равна удвоенному значению потенциала поверхности относительно «земли».

Второй вариант, показанный на рисунке 2б, предусматривает подачу напряжения компенсации с выхода интегратора непосредственно на вибрирующий зонд. Равновесие

УДК 621.31

ИСТОЧНИКИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Шепетюк И.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

Конструктивные особенности элементов электрических сетей и подстанций, а также электрических цепей электроприёмников связаны с наличием в них реактивных элементов (индуктивностей и ёмкостей), которые препятствуют изменению параметров электрической энергии. Так, индуктивности препятствуют любому изменению тока в них, а ёмкости – изменению напряжения. Указанное препятствие выражается в том, что эти элементы в определённые интервалы времени «запасают» или «отдают» электрическую энергию. При выработке, преобразовании, передаче и потреблении электрической энергии на переменном напряжении наличие реактивных элементов приводит к обмену энергией между этими элементами. Эту «обменную» электрическую энергию называют реактивной энергией. Реактивная энергия не преобразуется в другие виды энергии, но при передаче реактивной энергии по сети возникают негативные аспекты:

необходимо увеличивать сечения проводников и мощность трансформаторов (увеличивать затраты на сеть), так как растёт величина модуля передаваемого по сети тока;

появляются дополнительные потери мощности и электроэнергии в сети, обусловленные передачей реактивной мощности;

имеются дополнительные потери напряжения в сети.

Источниками реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий являются: электрические сети энергоснабжающей организации; синхронные генераторы, устанавливаемые на электростанциях для выработки активной мощности. Эти генераторы способны также вырабатывать и реактивную мощность. Реактивную мощность вырабатывают и синхронные электродвигатели в режиме перевозбуждения, а также специальные компенсирующие устройства (батареи силовых конденсаторов, фильтрокомпенсирующие установки и статические компенсирующие устройства, выполненные на базе современных силовых полупроводниковых приборов).

Для нормальной работы потребителей электрической энергии им нужна как активная, так и реактивная мощность. Основными потребителями реактивной мощности являются: синхронные электродвигатели (65...70 %); трансформаторы (20–25%); и воздушные электрические сети (10%). Всё большую долю в общей нагрузке энергосистем занимают электроустановки с повышенным потреблением реактивной мощности (например, вентильные преобразователи в электроприводе).

Следовательно, для повышения эффективности работы системы электроснабжения нужно уменьшать (компенсировать) величину реактивной мощности в сети.

Проблема компенсации реактивной мощности значима лишь для промышленных систем электроснабжения, т.е. там, где имеется значительная асинхронно двигательная нагрузка. В системах электроснабжения городов и сельскохозяйственных районов эта проблема не возникает. Кроме трансформаторов, там нет серьёзных потребителей реактивной мощности.

Для компенсации реактивной мощности, потребляемой электроустановками любого предприятия, применяются синхронные машины, конденсаторные установки и статические источники реактивной мощности.

Синхронные машины представляют собой плавно регулируемый источник реактивной мощности. Изменяя ток возбуждения, обеспечивают регулирование реактивной мощности.

Конденсаторы ёмкости, вырабатывающие реактивную мощность. Собираются конденсаторы в батареи, могут быть регулируемые и нерегулируемые. Конденсаторы просты

при монтаже и эксплуатации, обладают малыми потерями активной мощности, но генерируемая ими мощность зависит от напряжения.

Статические устройства реактивной мощности с достаточно широким диапазоном регулирования реактивной мощности применяются для нелинейных и ударных нагрузок. Основными элементами таких устройств являются конденсаторы, индуктивности и управляемые вентили.

Различают два вида компенсации реактивных нагрузок: индивидуальная и групповая. При индивидуальной компенсации батареи конденсаторов подключаются непосредственно к зажимам электроприёмника. Здесь не требуется отдельного защитно коммутационного аппарата, разряд конденсаторов после отключения происходит на входных цепях электроприёмника (не требуется специального разрядного устройства), что приводит к значительному уменьшению потерь мощности и напряжения.

УДК 621. 3

СВЕТОДИОДЫ

Шукель В.Р.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

Интерес к светодиодам растет быстрее, чем территория их применения в светотехнике. Производители и потребители, продавцы и покупатели – все как будто замерли на старте, боясь отстать от других. И только дизайнеры уже в полной мере пользуются уникальными возможностями светодиодов. Давно прошло то время, когда светодиоды были интересны одним лишь ученым. Теперь светодиодная тема у всех на слуху. Говорят. За ними будущее!

Олег Лосев, создатель одного из первых светодиодов в середине 1920-гг. Хотя люминесценцию в карбиде кремния впервые наблюдал Раунд в 1907 г.

Дисплеи из органических светодиодов широко применяются в сотовых телефонах, GPS-навигаторах, для создания приборов ночного видения.

Понятие, виды и структура светодиодов

Светодиод – это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение.

Так как светодиод является полупроводниковым прибором, то при включении в цепь необходимо соблюдать полярность. Светодиод имеет два вывода, один из которых катод («минус»), а другой – анод («плюс»).

Принцип работы светодиода заключается в следующем: свечение возникает при рекомбинации электронов и дырок в области *p-n*-перехода. Значит, прежде всего нужен *p-n*-переход, то есть контакт двух полупроводников с разными типами проводимости. Для этого приконтактные слои полупроводникового кристалла легируют разными примесями: по одну сторону акцепторными, по другую — донорскими.

Но не всякий *p-n*-переход излучает свет. Почему? Во-первых, ширина запрещенной зоны в активной области светодиода должна быть близка к энергии квантов света видимого диапазона. Во-вторых, вероятность излучения при рекомбинации электронно-дырочных пар должна быть высокой, для чего полупроводниковый кристалл должен содержать мало дефектов, из-за которых рекомбинация происходит без излучения. Эти условия в той или иной степени противоречат друг другу.

Чем больший ток проходит через светодиод, тем он светит ярче. Ведь чем больше ток, тем больше электронов и дырок поступают в зону рекомбинации в единицу времени. Но ток нельзя увеличивать до бесконечности. Из-за внутреннего сопротивления полупроводника и *p-n*-перехода диод перегреется и выйдет из строя.

Существует три способа получения белого света от светодиодов. Первый - смешивание цветов по технологии RGB. На одной матрице плотно размещаются красные, голубые и зеленые светодиоды, излучение которых смешивается при помощи оптической системы, например линзы. В результате получается белый свет. Второй способ заключается в том, что на поверхность светодиода, излучающего в ультрафиолетовом диапазоне (есть и такие), наносится три люминофора, излучающих, соответственно, голубой, зеленый и красный свет. Это похоже на то, как светит люминесцентная лампа. И, наконец, в третьем способе желто-зеленый или зеленый плюс красный люминофор наносятся на голубой светодиод, так что два или три излучения смешиваются, образуя белый или близкий к белому свету.

Возможности, применение и недостатки светодиодов

Появление сверх ярких, а также синих (в середине 1990-х годов) и белых диодов (в начале XXI века) и постоянное снижение их рыночной стоимости привлекли внимание многих производителей к данным источникам света. Светодиоды стали использовать в качестве индикаторов режимов работы электронных устройств, в подсветке жидкокристаллических экранов различных приборов, в том числе - мобильных телефонов и

пр. Впоследствии применение светодиодов основных цветов (красного, синего и зеленого) позволило получать цвета вывесок фактически любых оттенков, а также конструировать из них дисплеи с выводом полноцветной графики и анимации.

Применение светодиодов: все виды световой рекламы (вывески, щиты, световые короба и др.), замена неона, дизайн помещений, дизайн мебели, архитектурная и ландшафтная подсветка, одноцветные дисплеи с бегущей строкой, магистральные информационные табло, полноцветные дисплеи для больших видео экранов, внутреннее и внешнее освещение в автомобилях, грузовиках и автобусах, дорожные знаки и светофоры.

Преимущество: экономично, удобно, надежно, красиво и представительно.

Поверхностный взгляд на использование светодиодов сразу отмечает их высокую стоимость – главный недостаток по сравнению с лампами накаливания и неоновыми трубками различных типов. Если говорить о цене изделия как таковой, то *LED*-изделия действительно «не каждому по карману». До сих пор затраты на светодиодные модули – два раза выше стоимости неоновой изделия аналогичной яркости. Однако производители по всему миру продолжают наращивать мощности по изготовлению светодиодов, и цены на данные источники света неуклонно понижаются. Практика показывает, что совокупные затраты на приобретение и эксплуатацию светодиодных изделий, в конечном итоге оказываются в 2 - 2,5 раза ниже затрат на обычные светильники.

Также недостатком при использовании светодиодов в конструировании объемных букв средних и крупных размеров можно считать их миниатюрность, из-за которой требуется объединять многочисленные отдельные светодиоды в группы. Чтобы обеспечить яркий и красочный свет, мгновенно привлекающий внимание, требуется большое количество светодиодов.

Заключение

До недавнего времени светодиодные лампы являлись всего лишь электроприборами, сообщающими о том, что принтер включен или что на автоответчике есть сообщение. Однако за последние годы компания Philips через свое участие в деятельности компании LumiLeds (совместное предприятие с компанией Agilent Technologies) искала пути увеличения размеров и яркости светодиодных ламп. Стояла задача заменить ими большую часть обычных ламп накаливания и люминесцентных ламп. В то время, как все цветные светодиоды включая красные, желтые, зеленые и синиегодились для применения в автомобилях, светофорах и компьютерных мониторах, начиная с середины 90-х годов основная ценность светодиодного освещения — белый свет — оставалась более сложной проблемой. Даже при технологических прорывах Philips последнего периода, вероятно, понадобится около пяти лет для того, чтобы замена обычных ламп накаливания и люминесцентных ламп стала в достаточной мере доступной и рентабельной. При существующей технологии лучшие светодиодные лампы, дающие белый свет, уже намного более эффективны, чем лампы накаливания.

Очень важно! При продолжении увеличения эффективности светодиодных ламп возникнут большие возможности для экономии энергии! Создание белого света с помощью этой технологии будет означать возможность изменения цвета и интенсивности света в помещении одним щелчком переключателя. Другими словами, это возможность уменьшения яркости белого освещения в гостиной до успокаивающего синего и романтического красного света без замены ламп.

Еще одна дополнительная выгода заключается в том, что благодаря небольшим размерам светодиодных ламп светодизайнеры могут создавать компактные блоки ламп, с тем чтобы можно было легко направлять свет туда, где он действительно нужен.

Литература

- 1) Алфёров Ж. И. // Физика и техника полупроводников. 1998. Т.32. №1. С.3-18.
- 2) Берг А., Дин П. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э.Юновича. М., 1979.
- 3) Коган Л. М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды. М., 1983.
- 4) Лосев О. В. У истоков полупроводниковой техники: Избранные труды. Л., 1972.

- 5) Неменов Л. Л., Соминский М.С. Основы физики и техники полупроводников. Л., 1974.
- 6) Носов Ю. Р. Оптоэлектроника. Физические основы, приборы и устройства. М., 1978.

УДК 621. 3

ЛАЗЕР

Харкевич И. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

Лазер, источник электромагнитного излучения видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов, основанный на вынужденном излучении атомов и молекул. Слово "лазер" составлено из начальных букв (аббревиатура) слов английской фразы "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", что означает "усиление света в результате вынужденного излучения". Первый лазер был создан в 1960 году- и сразу началось бурное развитие лазерной техники. В сравнительно короткое время появились различные типы лазеров и лазерных устройств предназначенных для решения конкретных научных и технических задач.

Лазер - источник света. По сравнению с другими источниками света лазер обладает рядом уникальных свойств, связанных с когерентностью и высокой направленностью его излучения. Излучение "нелазерных" источников света не имеет этих особенностей.

«Сердце лазера» - его активный элемент. У одних лазеров он представляет собой кристаллический или стеклянный стержень цилиндрической формы. У других - это отпаянная стеклянная трубка, внутри которой находится специально подобранная газовая смесь. У третьих - кювета со специальной жидкостью. Соответственно различают лазеры твердотельные, газовые и жидкостные.

Применение лазеров

Лазеры используют во многих сферах деятельности. Ведь лазер это удивительный источник света. Лазеры, конечно, при желании могут применяться в качестве экстравагантных светильников. Однако использовать лазерный луч в целях освещения нерационально.

Большие возможности открываются перед лазерной техникой в биологии и медицине. Лазерный луч применяется не только в хирургии (например, при операциях на сетчатке глаза) как скальпель, но и в терапии.

При обсуждении практических применений лазеров обычно выделяют два направления. Первое направление связывают с применениями, в которых лазерное излучение (как правило, достаточно высокой мощности) используется для целенаправленного воздействия на вещество. Сюда относят лазерную обработку материалов (например, сварку, термообработку, резку, пробивание отверстий), лазерное разделение изотопов, применения лазеров в медицине и т. д. Второе направление связывают с так называемыми информативными применениями лазеров — для передачи и обработки информации, для осуществления контроля и измерений.

Рассмотрим наиболее важные практические применения лазеров. При этом везде будем обращать основное внимание не столько на конкретные технические устройства и системы, сколько на принципиальные вопросы, связанные с тем или иным применением лазеров и лазерных систем.

В настоящее время области применения лазеров расширяются с каждым днем. После первого промышленного использования лазеров для получения отверстий в рубинах для часов эти устройства успешно применяются в самых различных областях.

Лазерные системы делятся на три основные группы: твердотельные лазеры, газовые, среди которых особое место занимает CO_2 - лазер; и полупроводниковые лазеры. Некоторое время назад появились такие системы, как перестраиваемые лазеры на красителях, твердотельные лазеры на активированных стеклах.

Твердотельные лазеры на люминесцирующих средах. Это лазеры на стеклах, активированных неодимом ($\text{Nd} : \text{YAG}$), лазеры на кристалле иттрий-литиевого флюорита,

легированного эрбием (ИЛФ, Er : YAG) или их аналоги. Это лазеры с оптической накачкой. КПД не выше 5%, однако мощность практически не зависит от рабочей температуры. Так как это сравнительно дешевый материал, повышение мощности можно производить простым увеличением размера рабочего элемента. Эти типы лазеров применяются в лазерной спектроскопии, нелинейной оптике, лазерной технологии: сварка, закалка, упрочнение поверхности. Лазерные стекла применяются в мощных установках для лазерного термоядерного синтеза.

Жидкостные лазер - это лазер, в котором рабочим телом является жидкость.

Жидкостные лазеры используются в целом реже, чем газовые либо твердотельные лазеры, однако с точки зрения некоторых приложений они обладают рядом уникальных свойств.

Преимущества жидкостных лазеров заключаются в том, что они имеют значительно более высокую концентрацию активных атомов, которую легко можно изменять; кроме того, активная среда является дешевой и относительно мало подверженной повреждениям. В то же время жидкостные лазеры не столь громоздки, как газовые системы, и проще в эксплуатации.

Газовые лазеры. Существует несколько смесей газов, которые могут испускать вынужденное излучение. Один из газов - двуокись углерода - применяется в $N_2 - CO_2$ и CO - лазерах мощностью >15 кВт. с поперечной накачкой электрическим разрядом. А также газодинамические лазеры с тепловой накачкой, у которых основная рабочая смесь: $N_2 + CO_2 + He$ или $N_2 + CO_2 + H_2O$. Рассмотрим некоторые возможности применения таких лазеров промышленных установках.

Известна термическая обработка материалов и деталей обычными средствами. Предварительный подогрев с использованием газовых лазеров позволяет обрабатывать материалы более высокой твердости. Прямолинейные участки многокомпонентных деталей легко свариваются газовыми лазерами, в то время как непрямолинейные участки свариваются с использованием специальных поворотных зеркальных систем. Производится лазерная закалка и заточка деталей. Применяются подобные лазеры в спектроскопии, лазерной химии, медицине.

Полупроводниковые лазеры составляют самую многочисленную группу. Накачка осуществляется инжекцией через гетеропереход, а также электронным пучком. Гетеролазеры миниатюрны, имеют высокий КПД. Могут работать как в импульсном, так и в непрерывном режимах. Несмотря на низкую мощность они нашли свое применение в промышленности. Они применяются для спектроскопии, оптической стандартизации частоты, оптоволоконных линий связи, для контроля формы, интерференционных полос деформации, в оптико-электронике, в робототехнике, в системах пожаробезопасности. В быту применяются в системах оптической обработки информации (в сканерах) в паре с несложной системой многогранных зеркал, применяемых для отклонения луча, в звуко- и видеосистемах, в охранных системах. В последнее время полупроводниковые лазеры, благодаря своим малым размерам, применяются и в медицине. Лазеры с электронной накачкой перспективны в системах проекционного лазерного телевидения.

С каждым годом лазеры все прочнее входят в промышленность и быт человека.

Заключение

За последнее время были проведены обширные исследования в области квантовой электроники. созданы разнообразные лазеры, а также приборы, основанные на их использовании. Лазеры теперь применяются в локации и в связи, в космосе и на земле, в медицине и строительстве, в вычислительной технике и промышленности, в военной технике. Появилось новое научное направление - голография, становление и развитие которой также немыслимо без лазеров.

Создание лазеров - пример того, как развитие фундаментальной науки приводит к гигантскому прогрессу в самых различных областях техники и технологии.

Литература

- 1) Промышленное применение лазеров. Под.ред. Г.Кёбнера, М.-1988.
- 2) Справочник по лазерам, пер. с англ. А.М.Прохорова. Том 1, М.-1978.
- 3) Физическая энциклопедия. Гл.ред. А.М.Прохоров. Том 2, М.-1990.
- 4) Справочник по лазерной технике. М: Энергоатомиздат, 1991.
- 5) Федоров Б. Ф. Лазеры. Основы устройства и применения. М.: ДОСААФ СССР, 1988.

УДК 621.31

РЕЖИМЫ НЕЙТРАЛИ

Левашевич Е.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

Проблема влияния земли на работу электрических сетей и различного электрооборудования, а также на их электробезопасность обусловлена тем, что земля является проводником электрического тока. Провода электрической сети имеют сопротивление $Z = R_{\text{сиз}} - jX_{\text{с}}$. Активная составляющая этого сопротивления (сопротивление изоляции) намного больше емкостной, поэтому этой составляющей при расчёте электрических сетей обычно пренебрегают.

По распределённым ёмкостям фазных проводников по отношению к земле протекают токи. Эти токи имеют максимальное значение в начале линии и линейно уменьшаются к её концу. Величина их зависит от суммарной длины проводников в сети (суммарной ёмкости гальванически связанных проводников относительно земли) и составляет для неразветвлённых сетей 6...10 кВ единицы ампер, а для сильно разветвлённых сетей – до ста и более ампер. Ёмкостные токи всегда значительно меньше токов нагрузки электрических сетей, поэтому их влияние на нагрузку не учитывается.

Замыкание на землю токоведущих частей электрических установок является преобладающим видом повреждения в сетях всех напряжений. В распределительных сетях 6...35 кВ эти повреждения составляют не менее 75 % от общего числа повреждений. В сетях 110 и 220 кВ однофазные повреждения изоляции составляют соответственно 80 и 90%.

Степень опасности замыканий на землю в основном зависит от состояния нейтрали сети, которое имеет непосредственное отношение к проблеме борьбы с авариями и, следовательно, к надёжности обеспечения потребителей электроэнергией.

Нейтраль – это точка в сети, потенциал которой относительно земли при её нормальном режиме работы равен нулю. В зависимости от того, как соединена нейтраль с землёй, возможны следующие виды режима нейтрали:

- 1) изолированная нейтраль;
- 2) компенсированная нейтраль;
- 3) нейтраль, заземлённая через высокоомный резистор;
- 4) глухозаземлённая нейтраль;
- 5) эффективно заземлённая нейтраль.

Выбор режима нейтрали электрических сетей является результатом учёта многих технико-экономических факторов. При этом главными из них являются электробезопасность, требуемая степень надёжности, экономичность и возможность дальнейшего развития сетей.

1. Сети с изолированной нейтралью

В этих сетях нейтраль изолирована от земли. К ней могут быть подключены обладающие большим сопротивлением приборы измерения, сигнализации и защиты, которые не сказываются на особенностях влияния земли на сеть, рассмотренных выше. Повреждения, возникающие в сети (пробой изоляции и замыкание провода на землю), приводят к появлению электрической дуги. При большом токе предельные перенапряжения возникают редко, их длительность не более 2–3 с, поэтому горение дуги быстро прекращается.

При малом токе дуга горит неустойчиво. Она раздувается за счёт тепловых потоков воздуха и после одного или нескольких зажиганий гаснет. Восстанавливается электрическая прочность изоляции и сеть восстанавливает свою нормальную работу. Этот режим является расчётным для сетей с изолированной нейтралью. Фазная изоляция выполняется с запасом,

обеспечивающим нормальную работу при увеличении фазного напряжения до линейного и при перенапряжениях, обусловленных дугой.

2. Сети с компенсированной нейтралью

Компенсация (уменьшение) емкостных токов замыкания на землю позволяет расширить область применения режима изолированной нейтрали для разветвлённых сетей, в которых ток однофазных замыканий на землю больше допустимого. Это повышает надёжность таких сетей, так как позволяет не отключать сразу же электроустановки при однофазных пробоях изоляции.

В сетях с изолированной нейтралью, где ток однофазного замыкания в допустимых пределах, но близок к ним, указанная компенсация повышает надёжность сети за счёт значительного уменьшения $I_{зз}$.

Компенсация емкостных токов замыкания на землю производится с помощью специальных катушек индуктивности, имеющих значительное индуктивное сопротивление (соизмеримое с X_c сети), подключаемых между нейтралью сети и землёй (заземляющим устройством). Так как получаемое в результате уменьшение тока $I_{зз}$ способствует более быстрому погасанию дуги в месте пробоя изоляции, такие катушки получили название дугогасительных реакторов (ДГР).

3. Сети с резистивным заземлением нейтрали

Заземление нейтрали через высокоомный (более 100 Ом) резистор заключается в подключении специального активного сопротивления в нейтраль электросети (между нейтралью и заземляющим устройством).

При нормальной работе в идеальном случае напряжение нейтрали равно нулю, тока в резисторе нет. Если учесть неидеальность реальных сетей, то на нейтрали почти всегда будет напряжение смещения и через резистор будет всегда протекать небольшой ток.

Заземление нейтрали через резистор имеет несомненные достоинства, подтверждённые практикой и опытом: снижается минимум в 1,5...2 раза уровень дуговых перенапряжений при однофазных замыканиях; снижается вероятность пробоя изоляции и повышается срок её службы.

Резистивное заземление нейтрали обеспечивает более простое выполнение чувствительной и селективной релейной защиты от однофазных замыканий на землю.

4. Сети с глухозаземлённой нейтралью

Глухозаземлённая нейтраль – это нейтраль генератора или трансформатора, присоединённая непосредственно к заземляющему устройству. Любое соединение фазы с землёй является коротким замыканием через землю и нейтраль трансформатора. Ток в месте заземления ограничен только относительно небольшими сопротивлениями источников питания и элементов сети, включая землю, и поэтому является током КЗ, который практически не зависит от величины сопротивления изоляции и ёмкости проводов относительно земли.

5. Сети с эффективно заземлённой нейтралью

Электрическая сеть с эффективно заземлённой нейтралью – трёхфазная электрическая сеть напряжением выше 1 000 В. Для уменьшения токов однофазных КЗ в этих сетях используется разземление нейтрали части трансформаторов в сети, а также включение в нейтраль дополнительных сопротивлений (активных и реактивных).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Романович Е. А., Сырокваш Е. В., Юшкевич Р. А.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Можар В. И.

Точному определению места повреждения в линиях связи и электропередачи, которое производится трассовыми методами, должна предшествовать предварительная его локализация методом импульсной рефлектометрии.

Метод импульсной рефлектометрии позволяет определить зону повреждения (в пределах погрешности измерения) и применить отдельные трассовые методы обнаружения только на небольших участках трассы, что позволяет существенно сократить время точного определения места дефекта.

Основными видами повреждений в кабельных линиях электропередачи и связи являются:

- короткие замыкания и обрывы;
- появление утечки между жилами или между жилой и экраном (броней);
- увеличение продольного сопротивления.

Причин возникновения повреждений много: механические повреждения, например, при проведении земляных работ, старение изоляции, нарушение изоляции от воздействия влаги и т.п.

Перед проведением измерений методом импульсной рефлектометрии необходимо проверить участок кабельной линии омметром или мегомметром. Однако такая проверка может быть недостаточной. Например, после воздействия мегомметром на кабель, имеющий растрескавшуюся изоляцию с попавшей влагой, может произойти подсушивание места дефекта. При этом показания мегомметра соответствуют как бы исправному кабелю (сотни и тысячи МОм).

После выявления дефектных линий (жил, фаз) мегомметром переходят к предварительному определению места повреждения методом импульсной рефлектометрии.

Сущность метода импульсной рефлектометрии

Метод импульсной рефлектометрии, называемый также *методом отраженных импульсов* или *локационным* методом, базируется на распространении импульсных сигналов в двух- и многопроводных системах (линиях и кабелях) связи.

Приборы, реализующие указанный метод, называются *импульсными рефлектометрами*.

Сущность метода импульсной рефлектометрии заключается в выполнении следующих операций:

- Зондирования кабеля (двухпроводной линии) импульсами напряжения.
- Прием импульсов, отраженных от места повреждения и неоднородностей волнового сопротивления.
- Выделения отражений от места повреждений на фоне помех (случайных и отражений от неоднородностей линий).
- Определения расстояния до повреждения по временной задержке отраженного импульса относительно зондирующего.



Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема импульсного рефлектометра

С генератора импульсов зондирующие импульсы подаются в линию.

Отраженные импульсы поступают с линии в приемник, в котором производятся необходимые преобразования над ними. С выхода приемника преобразованные сигналы поступают на графический индикатор.

Все блоки импульсного рефлектометра функционируют по сигналам блока управления.

На графическом индикаторе рефлектометра воспроизводится рефлектограмма линии - реакция линии на зондирующий импульс.

Образование рефлектограммы линии легко проследить по диаграмме, приведенной на рисунке 2 ниже. Здесь осью ординат является ось расстояния, а осью абсцисс - ось времени.

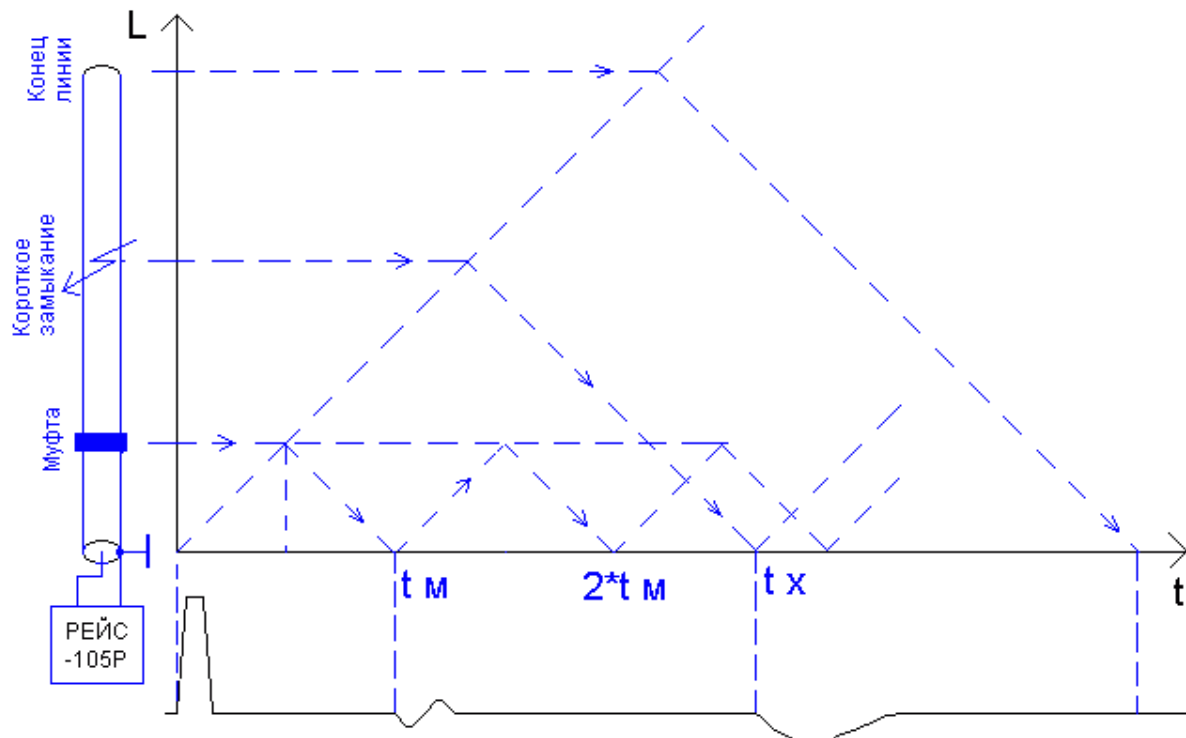


Рисунок 2 – диаграмма с изображением рефлектограммы

В левой части рисунка показана кабельная линия с муфтой и коротким замыканием, а в нижней части – рефлектограмма этой кабельной линии.

Анализируя рефлектограмму линии, оператор получает информацию о наличии или отсутствии в ней повреждений и неоднородностей.

Например, по приведенной выше рефлектограмме можно сделать несколько выводов:

1. На рефлектограмме кроме зондирующего импульса есть только два отражения: отражение от муфты и отражение от короткого замыкания. Это свидетельствует о хорошей однородности линии от начала до муфты и от муфты до короткого замыкания.
2. Выходное сопротивление рефлектометра согласовано с волновым сопротивлением линии, так как переотраженные сигналы, которые при отсутствии согласования располагаются на двойном расстоянии, отсутствуют.

3. Повреждение имеет вид короткого замыкания, так как отраженный от него сигнал изменил полярность.
4. Короткое замыкание полное, так как после отражения от него других отражений нет.
5. Линия имеет большое затухание, так как амплитуда отражения от короткого замыкания много меньше, чем амплитуда зондирующего сигнала.

Литература

1. Бакланов И. Г. Методы измерений в системах связи. – М.: Изд-во «ЭКО-Трендз», 1999.
2. Груба Г. И., Иоффе А. А. «Силовые трансформаторы. Кабельные линии» Симферополь 2007 г., 192 с.
3. Зевеке И. А. «Теоретические основы электротехники».
4. Листвин А. В., Листвин В. Н. «Рефлектометрия оптических волокон».
5. WEB-сайт «Кабельная измерительная техника»: <http://www.reis205.narod.ru/metod.htm>

УДК 621.3

ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Лешков Д.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

Асинхронные двигатели являются наиболее часто применяемыми во всех хозяйствах электрическими двигателями. Эти двигатели выпускают мощностью от 0,1 кВт до нескольких тысяч киловатт. Основными достоинствами асинхронного двигателя являются простота конструкции и невысокая стоимость. Однако принцип действия его таков, что в прямой схеме включения не допускается регулирование его скорости.

Особое внимание следует обратить на то, что во избежание значительных потерь энергии, а следовательно, для короткозамкнутых асинхронных двигателей во избежание перегрева его ротора двигатель должен работать в длительном режиме с минимальными значениями скольжения.

Рассмотрим возможные способы регулирования скорости асинхронных двигателей (рис. 1).

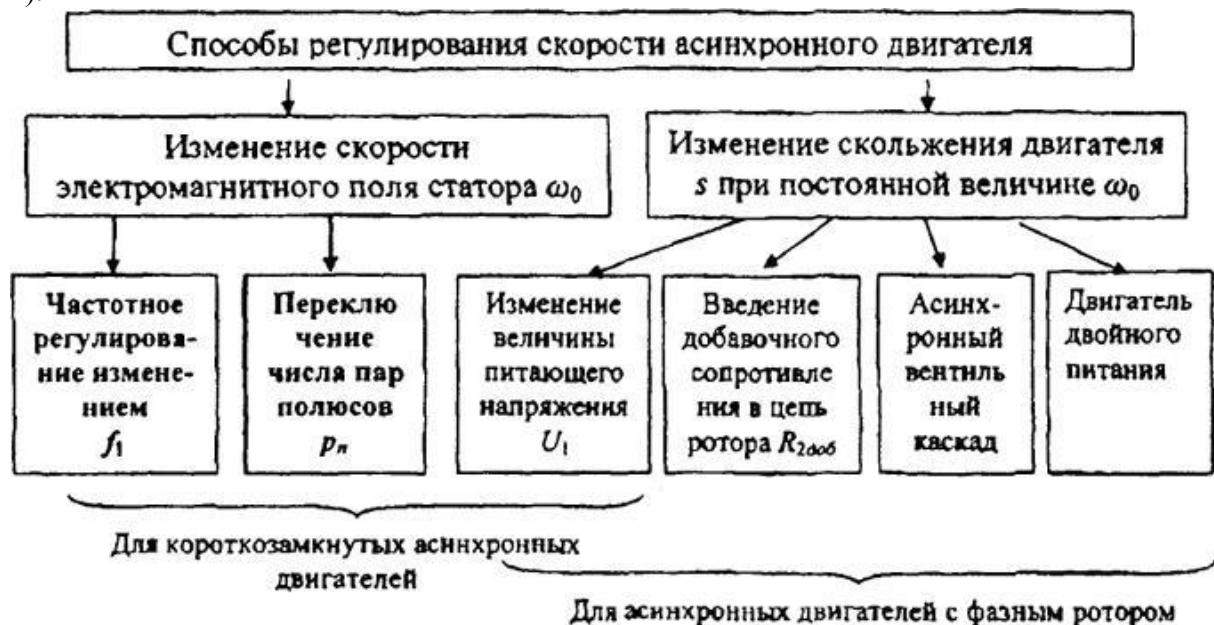


Рисунок. 1. Классификация способов регулирования скорости асинхронных двигателей

Скорость двигателя определяется двумя величинами: скоростью электромагнитного поля статора ω и скольжением s :

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_0 - s_{абс}; \\ \omega &= \omega_0 - \omega_0 s. \end{aligned} \quad (6.1)$$

Исходя из (6.1) принципиально возможны два способа регулирования скорости: регулирование скорости поля статора и регулирование скольжения при постоянной скорости поля статора.

Скорость поля статора определяется двумя величинами: частотой напряжения f_1 подводимого к обмоткам статора, и числом пар полюсов двигателя p_n .

В соответствии с этим возможны два способа регулирования скорости поля статора: изменение частоты напряжения питания посредством преобразователей частоты, включаемых в цепь статора двигателя (частотное регулирование), и путем изменения числа пар полюсов двигателя.

В настоящее время благодаря развитию силовой преобразовательной техники созданы и серийно выпускаются различные виды полупроводниковых преобразователей частоты. Это определило опережающее развитие и широкое применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Этим способом изменение частоты вращения ротора ω осуществляется за счет изменения частоты питающего напряжения f_1 . Это возможно потому, что скольжение в номинальном режиме составляет всего 2—8 %.

Для изменения частоты f_1 могут применяться машинные и полупроводниковые (тиристорные) преобразователи. На рис. 2 показана схема машинного преобразователя.

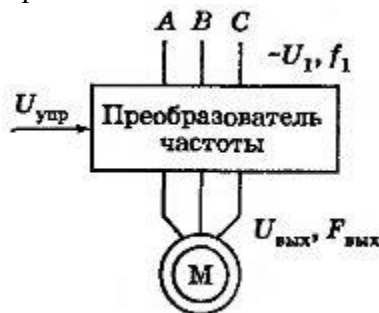


Рисунок 2

Асинхронный двигатель АД с постоянной частотой вращает генератор постоянного тока Г, работающий в системе генератор — двигатель. Генератор Г питает двигатель Д постоянного тока, частота вращения которого регулируется током возбуждения генератора Г и двигателя Д.

Двигатель вращает с различными частотами синхронный генератор СГ, частота выходного напряжения которого $f_1 = n_1 p / 60$ изменяется. В результате АД изменяет частоту вращения рабочего механизма.

Основные достоинства этого электропривода следующие:

- плавность регулирования и высокая жесткость механических характеристик, что позволяет регулировать скорость в широком диапазоне;
- экономичность регулирования, определяемая тем, что двигатель работает с малыми значениями абсолютного скольжения и потери в двигателе не превышают номинальных.

Недостатками частотного регулирования являются сложность и высокая стоимость (особенно для приводов большой мощности) преобразователей частоты, а также сложность реализации в большинстве схем режима рекуперативного торможения.

Частотное тиристорное регулирование. Значительно больший эффект при частотном регулировании достигается применением тиристорных преобразователей. На рис. 3 показана схема такого регулирования. Тиристорный преобразователь ТП питается от трехфазной сети с постоянными значениями напряжения U_1 и частоты f_1 .

На выходе преобразователя получается постоянное варьированное напряжение U_{1c} . Это напряжение подается на блок инвертора И, на выходе которого появляется регулируемое переменное напряжение U_{1v} при частоте f_{1v} . Напряжение U_{1v} подается на асинхронный двигатель АД.

Для автоматизации процесса регулирования необходимо дополнительно иметь блок задания частоты БЗЧ и блоки управления напряжением УН и частотой УЧ.

Для поддержания точного значения скорости целесообразно иметь обратную связь по частоте с выхода АД на блок задания частоты.

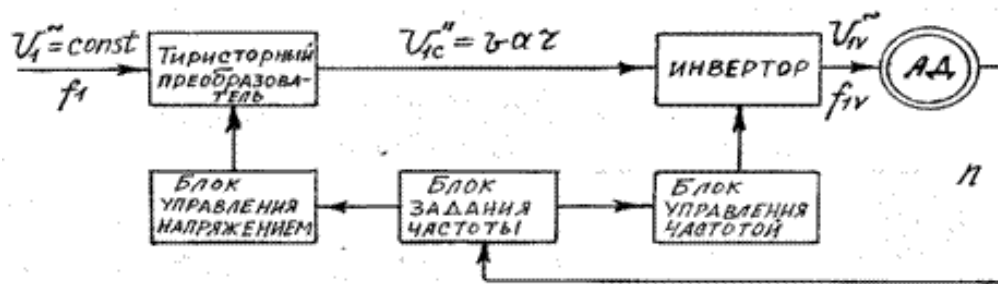


Рис. 3.37

Литература

1. www.artesk.ru
2. www.electrono.ru
3. www.agrovodcom.ru

УДК 621.771

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ МАСЛЯНОГО НАСОСА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ DSG7

Серебряков И. А.

научный руководитель – старший преподаватель Згаевская Г.В.

Семиступенчатая коробка передач (КП) со вдвоенным сцеплением имеет высокий уровень комфорта и позволяет снизить расход топлива.

Таких высоких эксплуатационных характеристик позволяет достичь совокупность инновационных технических решений, среди которых применение гидравлической системы для переключения передач. Особые требования предъявляются и к масляному насосу, который приводится в движение бесщёточным электродвигателем постоянного тока (рис. 1).

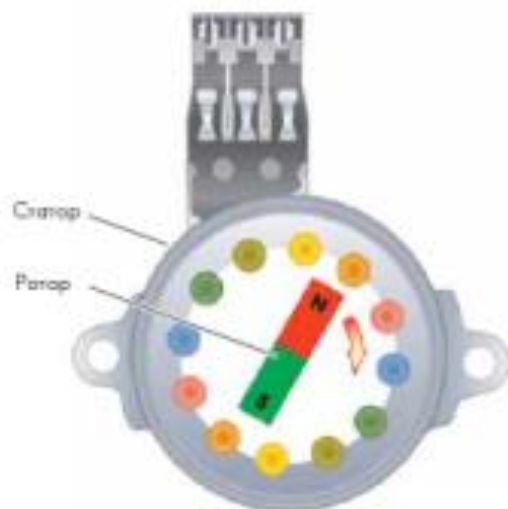


Рисунок 1 – Принципиальная схема электродвигателя

Бесщёточный электродвигатель постоянного тока состоит из статора и ротора, как и все стандартные электродвигатели постоянного тока малого типоразмера. В то время как в стандартных меньших по размеру электродвигателях постоянного тока статор состоит из постоянных магнитов, а ротор — из электромагнитов, в бесщёточных электродвигателях всё наоборот. Ротор состоит из 6 пар постоянных магнитов, а статор — из 6 пар электромагнитов. Основным преимуществом данного двигателя является отсутствие щёточно-коллекторного узла.

В стандартном электродвигателе постоянного тока коммутация (переключение направления тока) происходит через скользящие контакты. Коммутацию в бесщёточном электродвигателе проводит блок управления Mechatronik, и поэтому она происходит бесконтактным способом.

Для обеспечения вращательного движения блок управления Mechatronik в нужные моменты времени переключает отдельные пары полюсов между возможными фазами. Магнитное поле изменяется. Это принуждает ротор постоянно принимать новое положение и совершать таким образом вращательное движение.

Таким образом, выходной крутящий момент бесщёточного электродвигателя с поверхностными магнитами может быть задан формулой:

$$T = p \{ \phi I_a \cos \beta \}$$

УДК. 621.3

НОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

Харкевич И. В.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В. В.

В данной статье раскрывается физическая суть нового оригинального электрополевого метода подавления неуправляемого процесса возгорания и горения пламени. Предлагаются конкретные устройства для его реализации и предотвращения возгорания объектов.

К сожалению, существующие методы тушения городских пожаров дороги и неэффективны. Весь мир стал свидетелем грандиозного пожара на Останкинской телебашне в Москве.

Специалистами и чиновниками называются различные организационные и технические причины трудности борьбы со стихией огня (нехватка техники и воды, изношенность оборудования). Но все же главные причины состоят именно в несовершенстве самих существующих технологий пожаротушения. В практике пожаротушения за последние 300 лет в мире не произошло никаких радикальных новшеств. Существующие технологии борьбы с огнем сводятся, по сути, к сбиванию пламени различными веществами. Для этого используют различные расходные материалы (воду, песок, пену). Некоторые вещества, которые вводят в зону горения, сбивая ими пламя, одновременно предотвращают поступление кислорода в зону горения. Такие технологии пожаротушения, как показывает жизнь, на практике зачастую неэффективны.

Тем не менее, в последние годы появляются совершенно новые оригинальные идеи и технологии электрического управления горением и пламенем /1/.

Новый метод тушения пламени состоит в воздействии на пламя сильным импульсным электрическим полем с напряженностью 5 кВ/см и выше. И может эффективно применяться в качестве принципиально нового эффективного средства для бесконтактного тушения пламени.



Физическая сущность новой технологии пожаротушения

Поясним более подробно суть и физику данного оригинального метода.

Для реализации предлагаемого способа в зоне пламени создают внешнее постоянное электрическое поле. Напряженность этого поля выбирают исходя из типа пламени и его интенсивности в пределах 2...25 кВ/см.

Способ электрического подавления пламени основан на физическом эффекте отклонения пламени к одному из разноименных высоковольтных потенциалов внешнего электрического поля.

Физическая сущность предложенного способа состоит в том, что любое пламя ионизировано, а значит с помощью электричества можно управлять горением, в частности тушить пламя. Горение – это сложный процесс. В его основе лежит физика протекания цепных реакций деления заряженных радикалов воспламененных веществ.

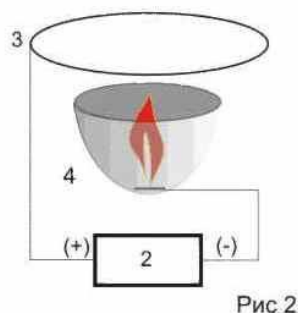
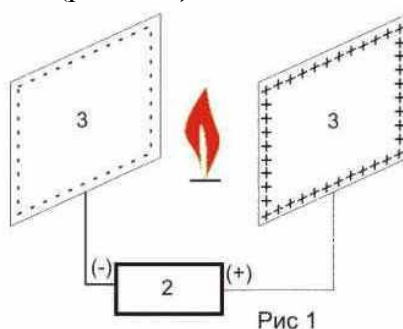
Срыв пламени это по сути срыв протекания цепных реакций дробления углеводородных цепочек веществ в очаге возгорания. И достигается в этом методе он именно знакопостоянным электрическим полем определенной высокой напряженности (выше 2 кВ/см). В этом случае внешнее электрическое поле с указанной пороговой напряженностью “вытягивает” из зоны протекания цепных реакций (зоны горения) электроны и разноименно электрически заряженные радикалы горящих веществ, содержащиеся в пламени, путем их отклонения и осаждения на специальные высоковольтные жаростойкие электроды, размещенные в зоне горения за пределами пламени и электрически присоединенные к выходам высоковольтного электрического преобразователя напряжения.

В результате, в зоне горения нарушаются условия поддержания цепных реакций дробления радикалов горящих веществ в ядре пламени, поэтому цепные реакции горения веществ затухают или вообще прекращаются.

✚ Техническая реализация метода

По существу, практическая реализация предлагаемого бесконтактного способа тушения пламени и устройства достаточно просты. Они сводятся к размещению рядом с очагом возгорания относительно маломощного (не более 1 кВт) источника высокого напряжения и одного или нескольких специальных электродов, передающих это поле внутрь очага возгорания. При правильном выборе предельных напряженностей внешнего электрического поля, в зоне горения пламени, достаточных для нарушения предельных допустимых условий горения конкретных веществ - пламя тухнет. Как правило, для тушения очага возгорания многих распространенных веществ, достаточно напряженности поля от 1 до 5 кВ/см.

Развитием данного изобретения в части устройства являются различные конструкции электродов и их схем подключения к высоковольтному источнику напряжения. Например, в одном из вариантов установки бесконтактного пожаротушения один из тугоплавких электродов, присоединенный к «+» высоковольтного источника размещают непосредственно в зону горения (фиг. 2), а второй электрически заряженный, например, кольцевой электрод размещают подвижно над пламенем. Поясним конструкцию установки бесконтактного пожаротушения простыми чертежами (рис. 1, 2)



Устройство пояснено на рис. 1 и рис. 2. Простейшее устройство для реализации изобретения, показанное на рис. 1, содержит источник внешнего электрического поля, например, регулируемый высоковольтный выпрямитель (2), подвижные жаропрочные электроды (3), размещенные вне факела пламени (1) горящего вещества (объекта).

Прибор работает следующим образом. Для тушения пламени (1), подключаем электропитание на вход высоковольтного преобразователя-выпрямителя (2) и создаем постоянное по знаку внешнее электрическое поле в зоне горения пламени (1) между электродами 3, размещенными вне факела пламени (1) с напряженностью поля и на минимальном расстоянии по условиям недопущения электрического пробоя высоковольтного источника (2) через пламя (1) и электроды (3). В результате разноименные электрически заряженные радикалы и свободные электроны горящего и химически дробящегося в процессе горения вещества 5, содержащиеся в пламени 4, вырываются из пламени 4 и притягиваются своими противоположными электрическими зарядами к

электродам 3. Если напряженность электрического поля в зоне горения превышает 1 кВ/см, то условия протекания цепных реакций горения и физико-химического дробления вещества в пламени (1) становятся невозможными и пламя (1) скачкообразно гаснет. Экспериментально подтверждено, что чем выше напряженность внешнего электрического поля, например, порядка 10 кВ/см, тем эффективнее и быстрее гаснет пламя. В этом случае напряженность поля регулируют изменением либо выходного напряжения блока (2), либо расстоянием между электродами (3).

Некоторые результаты экспериментов

Опыты показывают, что чем больше площадь поверхности электродов, тем с большей площади возможно скачкообразное тушение пламени. Опыты показывают также, что наиболее эффективна реализация предлагаемого способа, когда площадь гасящего электрода равна площади проекции пламени в этой же плоскости. Причем электрическая мощность источника напряжения тушения практически не зависит от силы пламени, а определяется только внутренними потерями в самом источнике напряжения, т.е. ничтожно мала по сравнению с мощностью пламени в очаге пожара. Например, при тушении пламени высотой в 1 м потребовалось 3 секунды времени и электрическая мощность всего 3-4 ватта при напряженности электрического поля 3-5 кВ/см.

Электрополевое ограждение объектов от пожара

Интересно то, что движущийся с определенной скоростью фронт пламени по ходу его распространения, постепенно и полностью исчезает при подходе к такому электрическому заграждению. Главное в таком оригинальном способе остановки фронта огня без воды и пены состоит только в том, чтобы площадь охвата таким противопожарным электрическим щитом зоны огня была полной, т.е. чтобы она была не меньше площади и длины фронта огня. При своевременной локализации очага возгорания сделать это относительно несложно. Очень важен этот метод ограждения от фронта пламени в пригородах, примыкающих к лесным массивам для защиты жилых строений и предприятий. Для этого данная мобильная установка электрического тушения должна вовремя прибыть в зону возгорания огня и оперативно разместить развернуть подвижную систему электродов по периметру зоны возгорания и затем по команде начальника этой установки отвести людей на безопасное расстояние от очага возгорания и подать высокое напряжение на эту систему электродов. Пропадает и дым в зоне горения, который является, по сути, продуктом неполного горения углеводородных веществ.

Предотвращение возгорания и профилактика пожаров

Суть такой технической возможности состоит в том, что электрическое поле подавляет очаги цепных реакций деления в зоне возгорания. Поясним возможность применения данного изобретения в качестве эффективного противопожарного средства.

Противопожарная защита городских и промышленных объектов

Действительно, в случае, если такую систему электродов и источника поля и датчиков возгорания заранее разместить вблизи охраняемого объекта, то вся технология подавления очага возгорания в начальной стадии сведется лишь к подаче напряжения на электроды по команде датчиков.

Причем в качестве источника электрического поля можно использовать специальные тонкие пластмассовые покрытия – полимерные электреты, обладающие «вмороженным», долго сохраняющимся в них электрическим зарядом. Производство и применение электретов уже широко освоено, и они широко применяются в средствах телефонной связи (телефоны, микрофоны) и стоят недорого. Тогда в этом случае применения полимерных источников электрического поля и выполнения из них гасящих пламя электродов полностью снимается вопрос электробезопасности применения такого оригинального и эффективного способа пожаротушения на практике.

Можно в наиболее уязвимых пожароопасных объектах заранее создать внешнее электрическое поле указанной напряженности вокруг такого важного объекта, например, внутри дома, квартиры, вокруг банковского сейфа, силового масляного трансформатора, на

буровой установке в устье буровой скважины и т.д. В зоне действия данного электрического поля условия возгорания веществ будут затруднены, т.к. это электрическое поле будет препятствовать началу возникновения цепных реакций горения путем вытягивания из потенциального очага возгорания, электронов и электрически заряженных радикалов. В результате, возгорание пламени в потенциальном очаге возгорания вещества, например, на срезе трубы буровой установки, становится невозможным. Поэтому данное устройство целесообразно применять и как профилактическое противопожарное средство. Например, в строительстве, в нефтяной отрасли, особенно во вновь строящихся зданиях и конструкциях. Наиболее целесообразно применять такие устройства для особо пожароопасных или ценных объектов, например, для банков для охраны сейфов с деньгами ценными бумагами.

Резюме

Таким образом, данная электрополевая технология тушения пламени является новым потенциально эффективным противопожарным средством, может быть также с успехом применена и в качестве бесконтактного мгновенного подавления очага возгорания, а также для предотвращения возгорания важных объектов. В последнем случае установка подачи электрического поля монтируется заранее в качестве противопожарного средства в определенной потенциальной зоне возгорания.

Выводы

1. Экспериментально показано, что сильное электрическое поле малой мощности с напряженностью более 3 кВ/см является эффективным средством для подавления очагов цепных реакций горения в пламени.
2. Предложенная новая технология пожаротушения электрическим полем высокой напряженности более прогрессивна по сравнению с аналогами, поскольку вообще не требует расходных материалов и проста в реализации.
3. Данная технология обладает высоким быстродействием (секунды), и может быть применена в действие и дистанционно, на расстоянии автоматически или диспетчером.
4. Она не наносит урон объектам, находящимся в зоне тушения, в отличие от традиционных устройств тушения пламени основанных на использовании углекислотной пены.
5. Данная бесконтактная технология является также и эффективным противопожарным средством, и средством ограждения от фронта огня.

Литература

1. Дудышев В.Д. Новая электроогневая технология экологически чистого горения //Журн.Новая Энергетика, №1/2003 г.
2. Дудышев В.Д. Способ тушения пламени А.С. СССР № 1621234.
3. Журнал «Популярная механика». Выпуск 106 август 2011. стр. 18.

УДК 621.316.35

ЭНЕРГЕТИКА НАШЕГО ВРЕМЕНИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Румянцева Е. Ю.

Научный руководитель – Скуратович Л.В.

ООН дал старт Десятилетию устойчивой энергетики. В Нью-Йорке прошел саммит по вопросам финансирования новых источников энергии.

Инициатором проведения саммита выступил Специальный посланник Генерального секретаря по вопросам развития городов и изменения климата Майкл Блумберг. Саммит дал старт Десятилетию устойчивой энергетики, как об этом сообщает центр новостей ООН. Идея Десятилетия появилась еще в 2012 году. В декабре того же года Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию, которая объявляла период с 2014 по 2024 годы Десятилетием устойчивой энергетики. В рамках этого Десятилетия планируется провести ряд мероприятий и кампаний с целью популяризации идеи устойчивой энергетики как ключевой составляющей развития мирового сообщества, а также как орудия борьбы с нищетой. Сегодня 2,6 миллиарда человек в развивающихся странах используют традиционные виды биомассы для приготовления пищи, а 1,2 миллиарда не имеют доступа к электричеству. Также в резолюции подчеркивается, что во многих развивающихся странах даже если люди имеют доступ к электричеству, они все равно им не пользуются по причине высокой стоимости. О начале Десятилетия устойчивой энергетики на саммите объявил Специальный представитель Генерального секретаря ООН Канде Юмкелла. Он же отметил, что с 2014 по 2024 годы планируется проводить ежегодные форумы, посвященные данной проблематике. Первый из них пройдет с 4 по 6 июня в штаб-квартире ООН (Нью-Йорк, США). Ожидается, что благодаря Десятилетию устойчивой энергетики удастся: обеспечить всеобщий доступ к современным источникам энергии, удвоить уровень энергетической эффективности и удвоить доли возобновляемых источников энергии в мировом энергетическом балансе. Напомним, что сегодня возобновляемые источники энергии являются приоритетными для многих стран. Так, например, в прошлом году Китай инвестировал в данную область 56 миллионов долларов США, в то время, как Европа инвестировала 48 миллионов долларов, сообщает сайт UNEA.

В 2015 году в Ошмянском районе начнут строить ветропарк

Полученную энергию от ветроустановок планируют продавать СПК "Гольшаны" и в общую сеть. На территории Гольшанского сельсовета определена площадка для возведения более 10 ветроустановок мощностью полтора мегаватта каждая. К строительству планируют приступить в 2015 году, сообщает "Вечерний Гродно". За реализацию инвестпроекта, стоимостью 20 миллионов долларов, взялся концерн "Белнефтехим". Как заявил заместитель председателя Ошмянского райисполкома Галина Рутковская, сумма инвестзатрат будет зависеть от технологии.

Полученную энергию планируют продавать СПК "Гольшаны" и в общую сеть.

В Мядельском районе открыли третью ветроэнергетическую установку.

Установка является самой мощной из установленных ранее. На прошлой неделе в Мядельском районе прошло официальное открытие третьей ветроэнергетической установки, сообщает "Рэгіянальная газета". Как и предыдущие две, размещается установка возле деревни Занарочь. Ветряк уже работает некоторое время, и его номинальная мощность составляет 1 мегаватт.

Под Крево установили две ветроэнергетические установки.

Ветроэнергетические установки смонтировало ООО "АэроСтрим" неподалеку от деревни Крево. Сейчас ведется прокладка необходимых коммуникаций, подключение ВЭУ к общей энергосистеме, и уже в конце января установки начнут работу в тестовом, а потом и в рабочем режиме. Мощность каждого ветряка – 650 кВт.ч. Всего же "АэроСтрим" планирует

установить в этом году четыре подобных ветрогенератора. Объем инвестиций по этому проекту – 6,9 миллиарда рублей. Еще три ветроустановки появятся на Сморгонщине в первом полугодии этого года. Их планирует запустить в работу ООО "Энергопарк". Суммарная мощность этих ветряков – 1,8 МВт.ч, объем инвестиций по проекту – 10,9 миллиарда рублей. Два генератора из трех уже доставлены в район. После изучения возможностей использования ветра в регионе на Сморгонщине определены 17 площадок для установки ветрогенерирующего оборудования – все они расположены в окрестностях деревни Крево. Интерес к ним проявляют не только те компании, с которыми уже заключены договоры, но и другие потенциальные инвесторы.

В будущем "Гродноэнерго" планирует установить на Сморгонщине недалеко от деревни Попелевичи ветроустановки мощностью по 1,5–2 МВт.ч. Компания с белорусско-литовско-российским капиталом "Экологическая энергия" в Сморгонском районе уже получила участок на строительство солнечной электростанции. В реализацию этого проекта планируется вложить 375 миллиардов белорусских рублей, мощность ее составит 17 МВт.ч

В Брестской области появится фотоэлектрическая станция.

Станция станет началом проекта "Создание механизма "Зеленых реинвестиций" в РБ. Установят электростанцию на территории республиканского биологического заказника "Споровский". Она станет началом проекта "Создание механизма "Зеленых реинвестиций" в РБ на примере заказников Брестской области и смягчение негативных последствий изменения климата посредством выработки и продажи в энергосеть экологически чистой электроэнергии", - сообщает БелаТА.

Проект оценен в 243 тысячи долларов, больше половины из них – от иностранных спонсоров (149 тысяч). Начать строительство планируется уже в конце января, и ввести в работу фотоэлектрическую станцию уже в этом году. в результате практически всю энергию для заказника «Споровский» будут вырабатывать альтернативные источники.

Авторы проекта рассчитали, что станция мощностью в 100 кВт будет приносить прибыль около 30 млн рублей каждый месяц. Доход будет использоваться на решение вопросов природоохранной деятельности заказников области.

В заказнике также идет монтаж гелеоколлектора на 500 л и газогенераторного котла. Они позволят использовать на отопление и подогрев воды не более 1 Вт.ч. Появится там и обучающий центр по биологическим ресурсам и альтернативной энергетике.

Фотоэлектрические станции преобразуют солнечный свет в постоянный электрический ток. Использование солнечной энергии – тренд последнего десятилетия из-за экологичности, простоты в обслуживании, возможности работать автономно и большого срока службы. Только в 2011 году в мире было подключено около 28 ГВт новых солнечных станций с суммарной мощностью 67,4 ГВт.

В Беларуси планируется создание солнечных электростанций также в Сморгони и в Щучинском районе Гродненской области.

В Беларуси появится еще четыре АЗС, оснащенные солнечными батареями.

В рамках программы энергосбережения ПО "Беларуснефть" планирует переоборудовать заправочные станции.

Всего в Беларуси в 2014 году будет работать восемь заправочных станций на солнечных батареях. Расположены они будут так, чтобы в каждой области была как минимум одна заправочная станция подобного типа.

Так в конце марта АЗС с солнечными батареями открыли в Лепеле, сообщает Белорусское телеграфное агентство. На АЗС установлена фотоэлектрическая станция мощностью 10 кВт, которая представляет собой 40 панелей, расположенных на крыше навеса, под которым находятся топливораздаточные колонки. Энергию солнечные батареи будут вырабатывать и в облачную погоду, но, разумеется, в меньшем объеме.

УДК 621.311.25: 621.039

САМЫЕ МОЩНЫЕ АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Дордаль Д.С.

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

Опыт прошлого свидетельствует, что проходит не менее 80 лет, прежде чем одни основные источники энергии заменяются другими: дерево заменил уголь, уголь - нефть, нефть - газ, химические виды топлива заменила атомная энергетика.

Атомная энергетика решает проблему истощения естественных органических источников энергии и снимает трудности перемещения большого количества традиционного топлива на значительные расстояния и в труднодоступные населённые пункты. Миниатюрные АЭС – весьма эффективные и удобные источники энергии для подводных лодок и крупных надводных судов. Электроэнергия, вырабатываемая АЭС, относится к наиболее дешёвой.

С точки зрения экологии, АЭС также имеют заметные преимущества перед тепловыми электростанциями. Решение проблем утилизации ядерных отходов основывается на достижениях современной науки и техники. Все развитые страны двигаются по пути более широкого использования АЭС. Доля электроэнергии, вырабатываемой АЭС во Франции, приближается к 80%. В Бельгии эта доля – около 60%, в Швеции – 42%, Южной Кореи – 40%, Швейцарии – 38%, Испании – 36%, Финляндии – 32%, Японии – 31%, Германии – 30%, Англии – 26%, США – 21%, России – 13%.

Так что на самом деле из себя представляют АЭС?

Атомная электростанция (АЭС) – предприятия ядерной энергетики, на котором ядерная энергия, освобождающаяся в ядерном реакторе, преобразуется в электрическую. При делении ядер в реакторе выделяется тепловая энергия, которая в АЭС преобразуется в электрическую также, как и на обычных тепловых электростанциях. Схема этого преобразования поясняется рисунком.

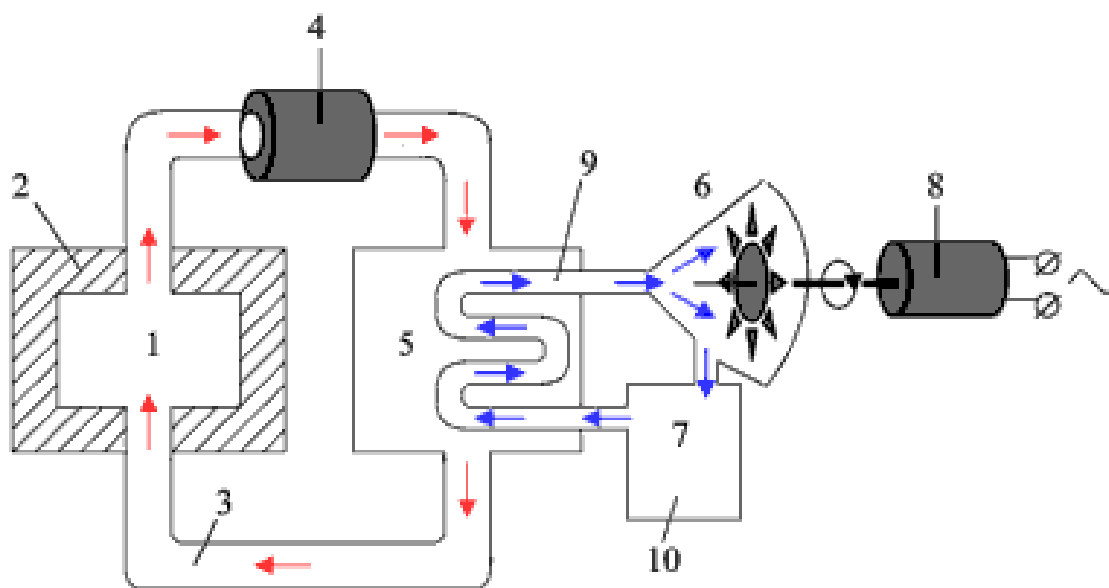


Схема преобразования тепловой энергии деления в электрическую:

1 - активная зона реактора, 2 - защита, 3 - теплоноситель, 4 - насос, 5 - теплообменник, 6 - турбина, 7 - конденсор, 8 - электрогенератор, 9 - пар, 10 - вода.

Теплоноситель 3 (вода, жидкий натрий), прокачиваемый через активную зону реактора 1, выносит из него освобождённое в результате деления тепло. Для выработки

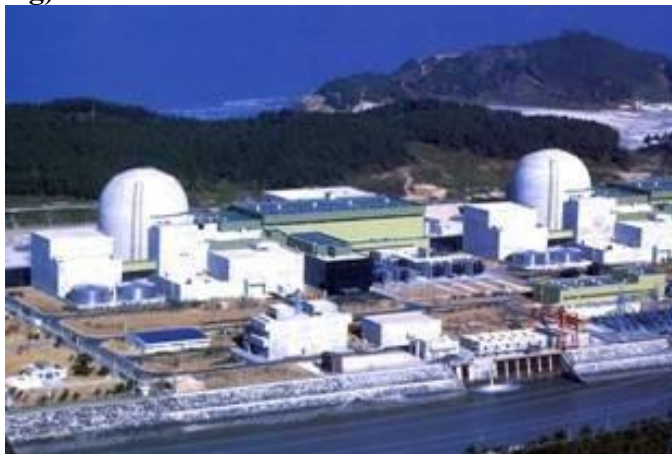
электроэнергии в АЭС используются турбогенераторы 6. При прокачке водяного теплоносителя через активную зону образуется слаборадиоактивный пар, который может прямо направляться на лопасти турбины и, вращая её, вырабатывать электроэнергию (одноконтурная система). Чтобы ограничить распространение радиоактивности, обычно используется двухконтурная система теплопередачи. В ней теплоноситель, циркулируя по замкнутому первичному контуру, нагревает до парообразного состояния воду во вторичном контуре. Этот “вторичный” пар вращает турбину.

Первая в мире промышленная АЭС мощностью 5 МВт была пущена в СССР в городе Обнинске в 1954 году. Она дала первый промышленный ток, открыв дорогу использованию атомной энергии в мирных целях. Этой энергии хватало на обеспечение энергией 10000 квартир.

Современные крупные (сверхмощные) АЭС немного отличаются от первых. Они имеют блочную структуру, т.е. состоят из нескольких блоков (реактор-турбина) каждый мощностью около 1000 МВт.

Атомные электростанции все больше привлекают внимание СМИ, и вызывают огромное количество мнений о том, чего больше несут электростанции: пользы или опасности. Но все же эти электростанции требуют просто мизерное количество топлива, что является несомненным преимуществом перед остальными видами электростанций, при том, что затраты на строительство АЭС равны или лишь чуть-чуть превышают аналогичные расходы на строительство ТЭС. Хотелось бы представить несколько самых мощных АЭС в мире:

Йонван (Yeonggwang)



Место расположения: Южная Корея

Первый реактор станции был запущен в эксплуатацию в 1986 году, а на данный момент максимальная мощность, которую может выдавать станция, составляет 5 875 МВт.

Запорожская АЭС



Место расположения: Украина, Запорожье

Эта электростанция самая крупная во всей Европе и крупнейший поставщик электроэнергии на Украине, состоит из шести реакторов. Максимальная мощность составляет 6 000 МВт.

Касивадзаки-Карива (Kashiwazaki-Kariwa)



Место расположения: Япония

Атомная электростанция нового поколения, включает в себя пять реакторов BWR, и два – ABWR, которые на данный момент не используются нигде более. Максимальная мощность станции составляет 7 965 МВт.

Фукусима I и II



Место расположения: Япония, Фукусима

Так как Фукусима I и II располагаются всего в 11 км друг от друга, их можно считать одной АЭС. Обе электростанции сильно пострадали от землетрясения и цунами, 4 реактора из 6 имеют сильные повреждения. Но до катастрофы это была самая мощная АЭС в мире, максимальная выходная мощность которой составляла 8 814 МВт.

Несмотря на трагические события, связанные с авариями, и получившие в связи с этим широкий размах движения против развития ядерной энергетики и строительства АЭС, а также результаты исследований последних лет в различных областях инженерных дисциплин и физики высоких энергий, убедительно свидетельствуют в пользу дальнейшего развития ядерной энергетики в самых широких масштабах. Уже сегодня существуют проекты по созданию ядерных энергетических установок на качественно новом уровне безопасности для различных географических зон с отличающимися климатическими условиями.

Литература

1. Белокопытов В.М. - Термоядерные энергетические реакторы.
2. Сазыкин В.С. – История формирования атомной энергетики.
3. Интернет ресурс – Режим доступа: <http://excitemag.net/nuclear-plants.html>.
4. Интернет ресурс – Режим доступа: <http://basetop.ru/rejting-samyih-moshhnyih-atomnyih-elektrostantsiy-aes-v-mire/>.
5. Интернет ресурс – Режим доступа: <http://contrafacts.ru/interestingly/fakt-74>.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Зубик П.В.

Научный руководитель – Скуратович Л.В.

На фоне мирового экономического кризиса и повышения цен на энергоносители Республика Беларусь продолжает долгосрочный курс на производство энергии из возобновляемых источников. В соответствии с Национальной Программой по рациональному использованию энергетических ресурсов Республики Беларусь на 2011-2015 гг., планируется увеличить использование местных и возобновляемых источников энергии в 1,9 раза (до 5,7 млн. тут) и на четверть заместить долю импортируемого природного газа к 2020г.

Условия для развития биоэнергетики в Беларуси являются экономически обоснованными и технически возможными. Одним из существенных источников получения энергии из возобновляемых источников является биогаз. Биогаз – это конечный продукт анаэробного разложения (брожения) первичной и вторичной биомассы. Целью данной работы является оценка эффективности выработки и использования биогаза из органических отходов животноводства для производства энергии в Республике Беларусь. Биогазовые технологии с использованием в качестве субстрата органических отходов животноводческих ферм имеют конкретные преимущества.

Во-первых, животноводство республики характеризуется высокой степенью концентрации и специализации. Производство животноводческой продукции сконцентрировано на крупных предприятиях (фермах и комплексах) – в настоящее время функционирует около 100 крупных (содержащих более 5000 голов) ферм по откорму КРС, 97 крупных (содержащих более 50000 голов) свиноводческих комплексов и 60 птицеводческих хозяйств. По данным Национального статистического комитета на 1 января 2014 г. в хозяйствах всех категорий численность крупного рогатого скота составила 4,3 млн. голов, что на 1,1% меньше аналогичной даты предыдущего года, коров – 1,5 млн. голов (на 0,3% больше), свиней – 3,3 млн. голов (на 22,2% меньше), птицы – 45,7 млн. голов (на 7,9% больше).

Во-вторых, вышеуказанное количество с.-х. животных производит ежегодно около 94 млн. тонн органических отходов (навоза и помета), которые, в основном, складировать около производственных помещений в специально оборудованных накопителях.

В-третьих, дополнительным продуктом анаэробного брожения вторичной биомассы является биогурус, который после определенной доработки (удаления вредных примесей) может служить ценным органическим удобрением.

В-четвертых, биогазовые технологии предполагают существенное улучшение экологической обстановки в республике и за ее пределами, поскольку навозохранилища представляют серьезную угрозу окружающей среде загрязняя поверхностные и подземные воды нитратами, органическими веществами, ионами тяжелых металлов, различными микроорганизмами. Круглогодичное внесение навоза на близлежащие поля и с.-х. угодья также усиливает общее загрязнение окружающей среды, приводит к автотрофикации поверхностных водоемов.

Потенциальный выход биогаза от животноводства и птицеводства в Беларуси:

$$V_{\text{пт}} = 28345900 \cdot 60 + 8167240 \cdot 65 + 2323200 \cdot 90 = \\ = 1,7 + 0,53 + 0,29 = 2,52 \text{ млрд. м}^3.$$

В тоннах условного топлива:

$$m = 2,52 \cdot 1,25 = 2,016 \text{ млн. т.}$$

Т.о. – можно заместить 22% импортируемого газа.