

для лечения и профилактики различных заболеваний Лидеры по количеству антоцианов — ягоды темно-фиолетовой и бордовой окраски. Плоды аронии черноплодной содержат 609,5 мг/100 г антоцианов. Суточная доза потребления для взрослого здорового человека составляет около 8 ягод черноплодной рябины.

Список цитируемых источников

1. Большая иллюстрированная энциклопедия лекарственных растений / Т. А. Ильина. — Москва : Эксмо, 2020. — 304 с. : ил.
2. Перспективные плодово-ягодные растения Белоруссии / А. А. Чаховский, Д. К. Шапиро, И. И. Чекалинская и др. — 2-е изд., перераб. и доп. — Мн.: Ураджай, 1986. — 128 с. : ил.
3. Brezhneva T. A., Logvinova E. E., Slivkin A. I., Tarabrina V. N. Spectral characteristics of compounds of fruit. Proceedings of Voronezh state University. Series of Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences. 2013. Vol. 2. P. 169-172.
4. Путьрский И. Н., Прохоров В. Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений. М.: Махаон, 2000. 654 с.
5. Логвинова Е. Е. Исследование групп биологически активных веществ плодов рябины черноплодной различных сортов. Дисс. кандидата фармацевтических наук. — Воронеж, 2016. — 162 с.
6. Timberlake C. F. Anthocyanins – Occurrence, Extraction and Chemistry. FoodChem. 1980. Vol. 5. P.69-80.
7. Дейнека Л. А., Шапошников А. А., Дейнека В. И., Сорокопудов В. Н. Антоцианы: природные антиоксиданты и не только // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. 2006. №2, Вып.4. С. 92-100.
8. Тыняная, И. И. Разделение, концентрирование и анализ антоцианов и бетацианинов в экстрактах растительного сырья с применением оптических и хроматографических методов [Текст] : дис. канд. хим. наук : 02.00.02 / И. И. Тыняная. — Воронеж, 2015. — 147 с.
9. Логвинова Е. Е. Исследование химического состава плодов аронии различных сортов / Е. Е. Логвинова, Т. А. Брежнева, И. А. Самылина, А. И. Сливкин // Фармация, 2015, №6. — 22-26 с.
10. Hou D.X. Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins // Current molecular medicine. — 2003. — № 3 (2). — P. 149—159.

УДК 621.791.79

А. А. Казак

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

Научный руководитель
И. В. Дубень

НИЗКОЧАСТОТНОЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОМ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Введение. Сварочный аппарат для контактной сварки в общем случае представляет собой регулируемый по времени источник энергии с достаточно большим током, к полюсам которого присоединены два электрода. Между электродами помещаются детали (чаще всего листовые), которые специальным устройством плотно прижимаются друг другу. При подаче тока на сварочные электроды происходит расплавление и диффузия материала свариваемых деталей в зоне контакта. Типы аппаратов для контактной сварки различаются способом управления и преобразования электроэнергии, родом и значениями сварочного тока [1]. Для сварки листовых деталей постоянным током в настоящее время применяются инверторные и конденсаторные аппараты, для сварки переменным током — индукционные (трансформаторные).

Инверторные сварочные аппараты имеют тиристорное управление режимом работы первичной обмотки путем регулирования напряжения и частоты тока и, как следствие, напряжения и силы тока на электродах. Достаточно сложная система управления позволяет поддерживать заданные режимы сварки в зависимости от толщины и свойств металла. Такие аппараты применяются в условиях промышленного производства.

В конденсаторных сварочных аппаратах источником энергии служат батареи конденсаторов большой емкости. В начале цикла работы производится предварительное накопление заряда, при работе — мгновенная его отдача на пятно контакта свариваемых деталей. Благодаря постоянной емкости батареи и тиристорной системе управления возможна настройка подачи дозированного импульса по силе и длительности тока. Преимуществом являются отсутствие трансформатора, относительно малая масса и габариты. Недостатки связаны с использованием конденсаторов для накопления достаточно большого количества энергии, поэтому такие аппараты применяются главным образом для сварки листовых деталей малой толщины.

Индукционные сварочные аппараты имеют относительно простую конструкцию и меньшую стоимость. После понижения трансформатором сетевого питающего напряжения до значений 2...4 В на сварочные электроды подается ток 300 А и более. Наряду с большой массой трансформатора, работающего на промышленной частоте тока $f = 50$ Гц, недостатком также является сложность регулирования сварочного тока и времени импульса, которые определяют мощность сварочного аппарата в целом [2].

Нами предлагается относительно простой способ регулирования мощности индукционного сварочного аппарата путем низкочастотного широтно-импульсного регулирования напряжения в первичной цепи трансформатора на основе микроконтроллера Arduino Nano.

Основная часть. Принцип работы силового трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции. На первичную обмотку подается синусоидальный ток, который образует в магнитопроводе переменный магнитный поток. Во вторичной обмотке индуцируется электродвижущая сила (ЭДС), значение которой пропорционально отношению числа витков обмоток трансформатора. Сила тока во вторичной цепи, наоборот, пропорциональна коэффициенту трансформации, и при 2—3 витках на вторичной обмотке может достигать 300 А и более. Регулировать мощность путем коммутации вторичной цепи при таких значениях тока крайне затруднительно. Следовательно, коммутационные переключения возможны только в первичной цепи.

В бытовых однофазных потребителях широко распространен способ импульсно-фазового регулирования (диммирование). Работа диммера основана на управлении β ум или несколькими электронными ключами, которые «отсекают» часть каждой полуволны синусоиды, и на нагрузку передается только оставшаяся часть полуволн. Однако при больших углах управления напряжение сильно отличается от синусоиды. Так как трансформаторы требовательны к частоте тока, высокочастотные гармоники при несинусоидальном напряжении питания не позволяют ему правильно работать. Из-за значительных потерь диммирование для регулирования мощности трансформатора применять нецелесообразно [3].

Низкочастотное широтно-импульсное управление (ШИУ) — способ управления мощностью методом периодического включения потребителя энергии с частотой, меньшей частоты тока в сети. Для эффективной работы трансформатора необходимо периодически включать и отключать его питание на промежутки времени, кратные периоду синусоидального тока (рисунок 1). Силовой вентиль (симистор) в течение определенного числа периодов питающего напряжения проводит ток на первичную обмотку трансформатора (время включения $T_{\text{в}}$), а затем заперт в течение определенного числа периодов паузы (время $T_{\text{п}}$). Мощность в нагрузке определяется отношением длительности включения $T_{\text{в}}$ трансформатора к длительности периода цикла работы «включение — пауза» $T_{\text{ц}} = T_{\text{в}} + T_{\text{п}}$:

$$P = P_{\text{макс}} \cdot T_{\text{в}} / T_{\text{ц}} = P_{\text{макс}} \cdot T_{\text{в}} / (T_{\text{в}} + T_{\text{п}}),$$

где $P_{\text{макс}}$ — максимальная мощность нагрузки, т.е. при $T_{\text{в}} = T_{\text{ц}}$;
 $T_{\text{ц}}$ — время цикла работы, с.

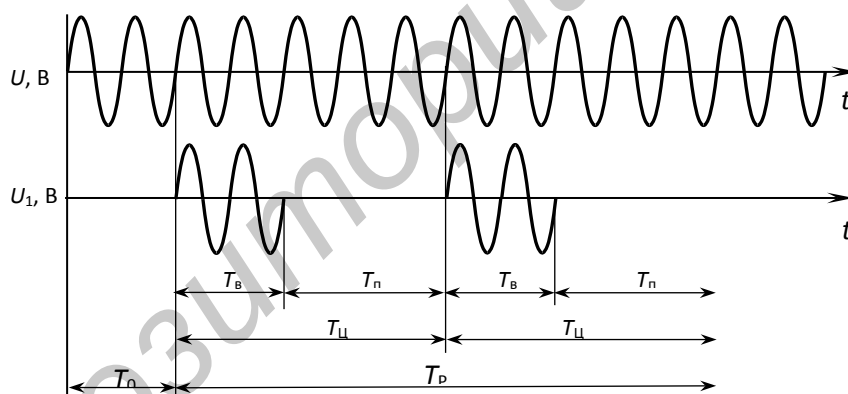


Рисунок 1 — Временная диаграмма работы устройства с широтно-импульсным управлением

В нашей установке принято время цикла $T_{\text{ц}} = 10 T = 0,2$ с. Это соответствует частоте управления 5 Гц, т. е. при частоте тока в сети $f = 50$ Гц один цикл работы включает 10 периодов синусоиды сетевого напряжения. Тогда, например, мощности трансформатора 60% от максимальной соответствует время включения $T_{\text{в}} = 6T = 0,6 \cdot 0,2 = 0,12$ с и время паузы $T_{\text{п}} = 4T = 0,08$ с.

Вторым фактором, влияющим на количество выделяемого тепла в зоне нагрева является общее время работы $T_{\text{р}}$, которое может составлять в наших условиях не менее времени цикла, т. е. $T_{\text{р}} \geq T_{\text{ц}}$. Путем варьирования значений $T_{\text{в}}$ и $T_{\text{р}}$ можно достичь оптимального режима сварки для определенных условий.

Моменты коммутации первичной обмотки трансформатора должны совпадать с моментами времени, когда мгновенное значение синусоидального тока равно нулю (рисунок 1), иначе возможны значительные скачки напряжения в моменты коммутации из-за ЭДС самоиндукции в обмотках трансформатора. Как показали наблюдения на осциллографе, эти скачки могут достигать 600 В и более, что создает угрозу для работоспособности управляющих вентилях. Поэтому в цепи коммутации использовали симисторное твердотельное реле FOTEK SSR-25DAH, которое имеет встроенное устройство отслеживания нулевой точки синусоиды. Малый ток управления реле — до 12 мА — позволил в качестве управляющего устройства использовать микроконтроллер Arduino Nano, который обеспечивает управление с заданными уровнями мощности от 10 до 100% и продолжительностью работы $T_{\text{р}}$ от 0,5 с до 10 с. Кроме того, предусмотрены настройка уровня мощности и продолжительности работы, начальная пауза продолжительностью $T_0 = 1$ с, режим предвари-

тельного импульса сварочного тока для «прихватывания» свариваемого металла в зоне контакта, а также переключение в «ручной» режим без автоматического регулирования мощности и времени работы.

Экспериментальная сварочная установка построена на основе однофазного трансформатора типа MD-701EMR-1, в котором штатная вторичная обмотка заменена на обмотку из 2,5 витков медного провода сечением 25 мм². При токе в первичной цепи 1,6 А и сетевом напряжении 230 В напряжение и ток во вторичной цепи составили 2,5...3,5 В и 200...380 А соответственно. Испытания проводились для условий сварки никелированной ленты толщиной 0,15 мм к различным поверхностям. Качество сварки оценивали по прочности крепления и минимальному подгоранию поверхности свариваемых деталей. В предварительных опытах получен оптимальный режим сварки — время работы $T_p = 4$ с при 80 %-ной мощности.

Заключение. Предлагаемый метод регулирования мощности сварочного аппарата для контактной сварки позволяет регулировать силу тока на электродах и подбирать подходящие режимы работы. Изготовленный нами сварочный аппарат с электронным управлением на базе микроконтроллера Arduino можно использовать также для местного нагрева деталей в ремонтном производстве.

Список цитируемых источников

1. Точечная контактная сварка. Оборудование, настройка. [Электронный ресурс] / Yandex.Dzen. — Режим доступа: https://dzen.ru/a/Xv4o_ulRAQpYL-do — Дата доступа: 25.09.2024.
2. Сварочные трансформаторы [Электронный ресурс] / StudFile. — Режим доступа: <https://studfile.net/preview/10027099/page:2/>. — Дата доступа: 26.09.2024.
3. Диммер – что такое и как работает. [Электронный ресурс] / Inventrade. — Режим доступа: <https://inventrade.ru/articles/dimmer-cto-takoe-i-kak-rabotaet/>. — Дата доступа: 26.09.2024.
4. Курс «Arduino для чайников». [Электронный ресурс] / Medium. — Режим доступа: <https://medium.com/@robotsedu/курс-arduino-для-чайников-83bf36e31e58>. — Дата доступа: 27.09.2024.

УДК 620.3

С. И. Крат

Государственное учреждение образования «Гимназия № 5 г. Барановичи», Барановичи, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРУСА БАКТЕРИОФАГ М13 В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Введение. Люди тысячелетиями использовали различные источники энергии. В связи с появлением большого количества экологических проблем, для сохранения окружающей среды использование альтернативных источников энергии становится необходимостью. Одним из более рациональных видов источников альтернативной энергии, по нашему мнению, является вирус Бактериофаг М13. Он не образует токсичные вещества и в разы сокращается вероятность заражения живых организмов вирусами. Создание энергии на основе Бактериофаг М13 может быть рассмотрено для Республики Беларусь как альтернативный источник энергии. Актуальность исследования вызвана необходимостью сохранения окружающей среды и извлечения экологически чистой энергии из вирусов. Цель данного проекта заключается в изучении и анализе способа использования вируса Бактериофаг М13.

Основная часть. Бактериофаг М13 обладает способностью образовывать электричество. Особенностью его является нейтральное поведение со сложными организмами, агрессию он проявляет только к бактериям. Научно-исследовательский центр Беркли реализовал генетическую модификацию вируса, добавив четыре молекулы с отрицательным зарядом к одному концу его белковой цепочки. Добавленные молекулы увеличивают длину белковой цепочки, увеличивают разницу потенциалов между разноименными зарядами концов молекулы белка. Это свойство обеспечивает увеличение электрического напряжения на вирусном покрытии. Рассмотрим строение Бактериофага М13, который представлен на рисунке 1.

Фаг М13 характеризуется следующими свойствами:

- специфическое строение размером от 880 нм длиной и до 6,6 нм шириной, морфологически изменчиво: округлая или овальная головка, длинное тело, заканчивающееся разветвляющимися жгутиками, в которых имеются рецепторы;
- фаговая частица состоит из РНК или ДНК, которые образуют стержень, покрытый белковой оболочкой. При поглощении бактерии фагом через стержень нуклеиновая кислота впрыскивается в клетку и происходит процесс растворения клетки;
- является внутриклеточным паразитом бактериальной клетки и не развивается на искусственных питательных средах;
- обладает способностью к появлению иммунного ответа [2].