

УСТРОЙСТВО ОБРАБОТКИ ПЛОДОВ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

А.С. Гордеев, В.П. Менщиков

ФГОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск

Рецензент А.И. Завражнов

Ключевые слова и фразы: лазерное излучение; оборудование; яблоко.

Аннотация: Разработано оборудование с автономным источником питания, для обработки плодов лазерным излучением в саду на базе лазерные диодов ЛПИ-101. Испытания оборудования проходили в 2005–2007 годах в плодородческих хозяйствах Тамбовской области на яблоках сорта Антоновка обыкновенная. Получены следующие результаты: снижение заболеваемости физиологическими заболеваниями в среднем на 15...20 %; пораженность плодов загаром снизилась на 30 %; снижение убыли массы плодов в среднем на 10...12 %.

Исследования, проведенные на плодах [1–2] и других сельскохозяйственных культурах [4], показали, что излучение, генерируемое маломощными лазерами, обладает выраженным регуляторным действием. Даже слабый поток излучения, благодаря резонансному воздействию с биомолекулами активизирует физиологические процессы в различных организмах. Воздействие лазером не несет экологической нагрузки на продукт и является безвредным для обслуживающего персонала. С целью снижения потерь плодов от болезней и сохранения их массы нами предлагается обрабатывать плоды в саду. Технология заключается в том, что излучение подается в контейнер в процессе сбора. Обработка ведется в несколько приемов: сначала обрабатываются первые 2–3 ряда, затем, когда сборщики соберут полный контейнер, еще 2–3 ряда плодов и т.д. (рис. 1).

Для реализации технологического приема нами разработано оборудование, способное работать автономно в условиях сада. Обработка осуществляется оператором с помощью переносного оборудования, которое состоит из блока 1, обеспечивающего питание и управление излучателем 2, и штанги 3.

Гордеев А.С. – доктор технических наук, проректор МичГАУ, профессор кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»; Менщиков В.П. – ассистент кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» МичГАУ, г. Мичуринск.

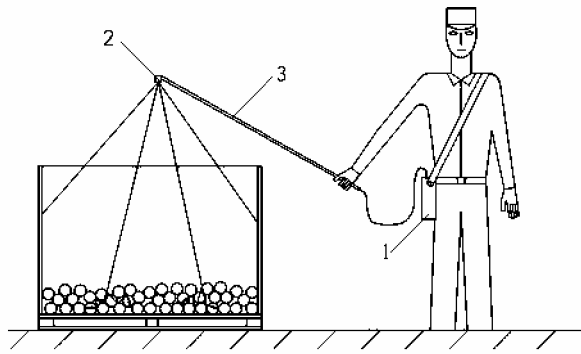


Рис. 1. Способ обработки плодов

Оператор подходит к контейнеру, наводит излучатель на плоды, включает прибор, и происходит обработка излучением длительностью 8...10 с.

На рис. 2 представлена структурная схема прибора. Прибор для обработки плодов лазерным излучением состоит из блока аккумуляторов 2, генератора секундных импульсов 3, преобразователя частоты 4, преобразователя напряжения 5 (9,6 → 21 В), генератора частоты излучения лазерного диода 6, блока формирования запускающих импульсов лазерного диода 7, блока излучателей 8. В качестве источника излучения был выбран полупроводниковый диод ЛПИ-101, получивший широкое распространение в медицинской и сельскохозяйственной лазерной технике благодаря высокой надежности и высокой воспроизводимости эффекта лазерной стимуляции. К прибору также может быть подключена солнечная батарея 1 для подзарядки аккумуляторов в саду.

Напряжение с аккумуляторных батарей 2 преобразуется на повышающем преобразователе 5 до 21 В и подается на блок формирования запускающих импульсов 7 и на лазерный диод 8. Генератор 6 вырабатывает импульсы прямоугольной формы и задает частоту следования импульсов лазерного излучения. Генератор 3 вырабатывает импульсы секундной длительностью и коммутирует импульсы генератора 6, обеспечивая управление длительностью лазерного излучения.

В качестве аккумуляторов используются никель-металлогидридные батареи. Батареи соединены последовательно и на выходе дают 9,6 В.

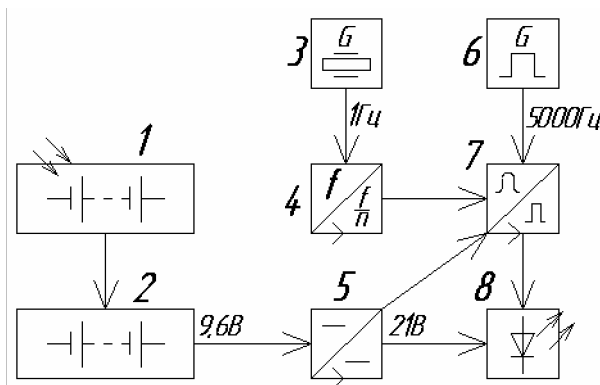


Рис. 2. Структурная схема прибора

Так как для питания лазерного диода ЛПИ-101 необходимо постоянное напряжение 19...21 В и импульсное напряжение положительной полярности с амплитудой 18...24 В в приборе применен преобразователь постоянного напряжения 5. Двухтактный преобразователь собран по схеме с подключением ключевых транзисторов к тороидальному трансформатору, имеющему отвод от середины первичной обмотки. Для управления ключевыми транзисторами использована микросхема 1211ЕУ1А, представляющая собой двухтактный контроллер. Особенности данной микросхемы являются двухтактный выход с паузой между импульсами, минимальное количество навесных элементов, малая потребляемая мощность. Микросхема работает с частотой до 5 МГц и выдает максимальный выходной ток до 250 мА. Частота повторения импульсов, вырабатываемых задающим генератором, задается RC-цепочкой, подключаемой к выводу микросхемы.

Функции формирования запускающих импульсов выполняют генератор прямоугольных импульсов и блок формирования (рис. 3).

Генератор, задающий частоту следования импульсов, собран по классической схеме на двух элементах 2И-НЕ (D1.1-D2.1) и реализован на микросхеме К164ЛА7, имеет регулировочный резистор R2 для изменения частоты. На логических элементах D2.1-D2.3 выполнен RS-триггер, управляющий исполнительной цепью. В качестве выходных ключей VT3 и VT4 применены составные ВЧ транзисторы КТ972А и КТ973А, предназначенные для работы в выходных каскадах средств автоматизации.

Преобразователь частоты 4 с генератором секундных импульсов 3 задает время работы блока лазерных излучателей. Генератор реализован на микросхеме К176ИЕ12, предназначенной для использования в электронных часах. В ее состав входят кварцевый генератор с внешним кварцевым резонатором на частоту 32768 Гц и два делителя частоты: СТ2 на 32768 Гц и СТ60 на 60 Гц. При подключении к микросхеме кварцевого резонатора она обеспечивает получение частот 32768, 1024, 128, 2, 1, 1/60 Гц. Преобразователь частоты собран на микросхемах К176ИЕ8 и К164ТМ2.

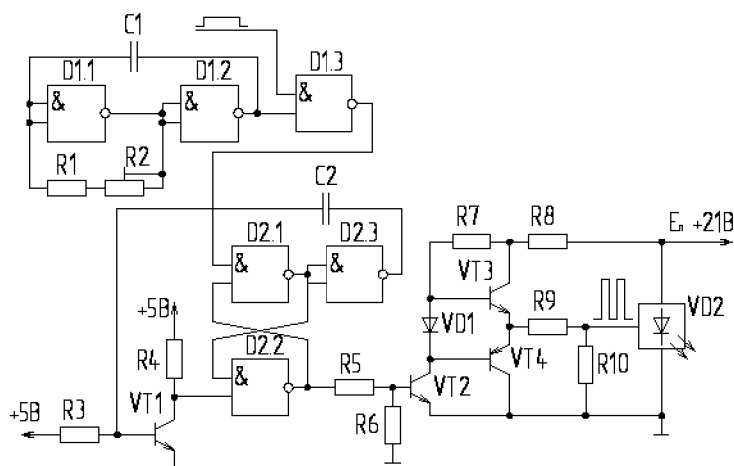


Рис. 3. Схема формирования запускающих импульсов лазерного диода

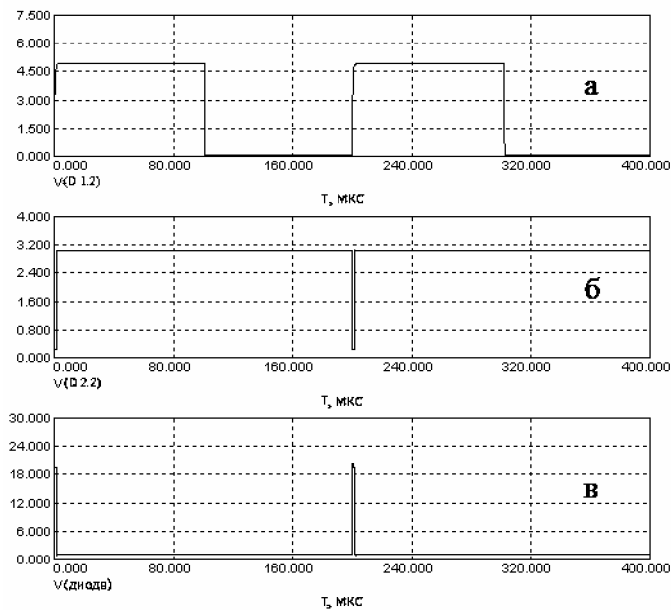


Рис. 4. Диаграммы работы:

a – напряжение на выходе логического элемента D1.1; *б* – напряжение на выходе логического элемента D2.2; *в* – напряжение запускающих импульсов, подаваемых на лазерный диод

Для моделирования электрической схемы и режимов работы прибора использовался пакет программ MicroCap, с помощью которой получены диаграммы работы прибора (рис. 4). Для повышения продолжительности работы прибора между преобразователем и схемой управления введена связь, отключающая питание преобразователя при холостом режиме работы прибора. Разработанный нами прибор отличается высокой надежностью, прост в использовании и не требует высококвалифицированного персонала.

Источники излучения имеют пыле- и влагозащитное исполнение, что дает возможность эксплуатации прибора в условиях повышенной запыленности и влажности. Основные характеристики прибора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики устройства

Характеристика прибора	Значение
Длина волны излучения, нм	890
Частота излучения, Гц	0...5000
Длительность импульса, нс	70
Мощность излучения в импульсе, Вт	4...6
Средняя мощность излучения, мВт	0...3,5
Потребляемая мощность прибора, Вт	10
Вес прибора, кг	0,4
Габаритные размеры, мм	146×157×67
Производительность, т/ч	1

Разработанное оборудование прошло испытание в 2005–2007 годах в плодородческих хозяйствах Тамбовской области и подтвердило свою эффективность. В результате применения лазерной обработки снизилась заболеваемость плодов физиологическими заболеваниями в среднем на 15...20 %, так при обработке плодов сорта Антоновка обыкновенная, пораженность плодов загаром снизилась на 30 %. Также зафиксировано снижение убыли массы плодов в среднем на 10...12 % [3].

Использование лазерных технологий для повышения устойчивости к заболеваниям и снижения потерь плодовоовощной продукции при хранении является перспективным направлением в развитии комплекса переработки и хранения сельскохозяйственной продукции. Физические факторы выгодно отличаются от химических низкой энергоемкостью, большей экологической безопасностью и высокой технологичностью.

Список литературы

1. Аксеновский, А.В. Лазерная обработка плодов перед закладкой на хранение / А.В. Аксеновский, А.С. Гордеев, И.А. Трунов // Вестник Мичуринского гос. агр. ун-та. Сер. Механизация, социально-гуманитарные и естественные науки. – 2001. – Т.1, №4. – С. 89–93.
2. Гордеев, А.С. Обработка яблок растворами солей и лазерным излучением перед хранением / А.С. Гордеев // Техника в сельском хозяйстве. – 1999. – № 3. – С. 17–19.
3. Гордеев, А.С. Обработка лазерным излучением как фактор повышения лежкости плодов / А.С. Гордеев, В.П. Менщиков // Материалы XXVII Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии», Шестые Васильевские чтения, 18–21 апреля 2007 года. – Харьков, 2007. – С. 123–125.
4. Влияние факторов физической природы на сохранность корнеплодов свеклы / Л.Г. Елисеева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – №8. – С. 17–20.

Laser Radiation Device for Fruit Treatment

A.S. Gordeev, V.P. Menschchikov

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk

Key words and phrases: equipment, laser radiation, apple.

Abstract: The equipment with autonomous power supply based on laser diodes LPI-101 energy for laser radiation treatment of fruits in orchards has been worked out. The equipment testing was carried out in 2005–2007 on the orchard farms of Tambov region with Antonovka apple variety as a sample. The tests gave the following results: the number of physiological diseases decreased on average by 15...20 %, fruit sunburn – by 30 %, fruit mass reduction – by 10...12%.

© А.С. Гордеев, В.П. Менщиков, 2008