

УДК 54.07

*И. Д. Вольф\**

### **РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УГЛЕКИСЛОТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ**

Существование и развитие современного общества невозможно без обеспечения первичных потребностей человека. К одной из таких первичной потребностей относится пища. Согласно выводам доклада Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Положение дел с продовольственной безопасностью и питанием в мире 2017 г.» насчитывается порядка 815 миллионов голодающих. По сравнению с 2016 г. количество голодных увеличилось на 38 миллионов. В связи с этим увеличение количества производимого продовольствия является весьма актуальной задачей. Для растительных продуктов ее успешно решают за счет применения минеральных и органических удобрений, химических стимуляторов роста и плодоношения, использованием генетически модифицированных растений, что плохо сказывается на качестве получаемых продуктов. Поэтому при решении обозначенной задачи нужно выбирать наиболее безопасные способы стимуляции роста растений, которые не будут влиять на здоровье человека.

*Цель работы:* разработка установки для изучения процессов углекислотной стимуляции роста растений.

*Задачи работы:*

1. Выбор способа увеличения концентрации углекислого газа в области листьев растений.
2. Выбор базовой аппаратной платформы управления подачей углекислого газа.
3. Разработка программного обеспечения и монтаж установки.
4. Проведение испытания установки.

Способы подачи углекислого газа уже давно известны и используются по всему миру.

---

\* Работа выполнена под руководством заведующего кафедрой, д-ра техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Рухова.

### *Способы подачи углекислого газа.*

- Прямая газация при помощи пламенных горелок.

Вполне интересная технология, но требует подачи природного газа и монтажа беспламенных горелок.

- Нагнетание отходящих газов котельной.

Хороший способ, но только при наличии рядом с теплицей жилых или общественных зданий. Также требует затрат на охлаждение и очистку газов.

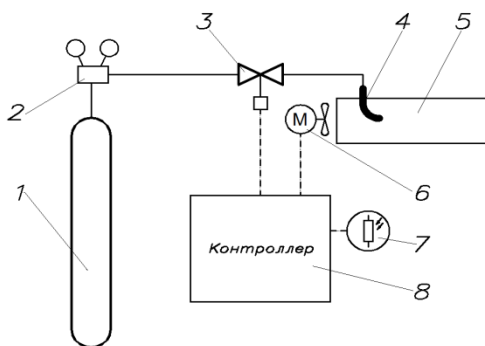
- Применение сжиженного углекислого газа в баллонах.

Этот вариант был выбран нами, так как установка экспериментальная и этот способ не требует лишних затрат и легок в использовании.

Теперь хотелось бы рассказать о самой установке (рис. 1).

Из чего она состоит: баллон с углекислым газом 1, редукционный клапан 2, который сбрасывает давление. Электромагнитный клапан 3, который отвечает за то, чтобы в определенное время открываться и закрываться, тем самым регулируя дозировку подачи углекислого газа. Смесительная камера 5, в которой постоянно прокачивается воздух, а внутри этого смесителя установлено специальное сопло 4, которое было изготовлено с помощью аддитивных технологий. Всем этим управляет контроллер 8, который подключен к оптическому датчику 7, для того чтобы регулировать работу только в светлое время суток.

Внутренности блока управления представляют собой: контроллер «Arduino», выключатель, блок питания для питания электромагнитного клапана и вентилятора, стабилизатор питания для «Arduino», блок реле, который управляет электромагнитным клапаном и полевой транзистор для управления частотой оборотов вентилятора.



**Рис. 1. Структурная схема установки подачи углекислого газа:**

- 1 – баллон с углекислым газом; 2 – редукционный клапан;  
3 – электромагнитный клапан; 4 – сопло; 5 – смесительная камера;  
6 – вентилятор; 7 – оптический датчик; 8 – контроллер

В процессе реализации этой установки нами были использованы аддитивные технологии.

Было изготовлено: сопло, кнопки и передняя панель. Сопло сделано таким образом, что входящий канал имеет диаметр 6 мм, а потом он сужается до 1,5 мм. Никаким другим способом как напечатать на 3d-принтере такую неразборную деталь сделать невозможно.

*Проведение испытаний.* Установка тестировалась больше недели в разных условиях.

Так же прототип установки работал в течение года в теплице, которую нам предоставил Мичуринский государственный аграрный университет. Они любезно предоставили нам место для тестирования установки. Установка стояла в теплице и насыщала углекислым газом картофель, который растет при помощи аэропоники. Прибор уже показал свою эффективность, так как количество картофеля увеличилось примерно на 25%

Для проведения испытаний был составлен план, который включал в себя:

- 1) испытания продолжительности импульсов при различных условиях времени, температуры и влажности;
- 2) испытание частоты вращения вентилятора в зависимости от установленного значения на блоке управления;
- 3) испытание датчика освещенности.

Установка показала стабильную работу. В результате полученных данных были построены графики (рис. 2, 3).

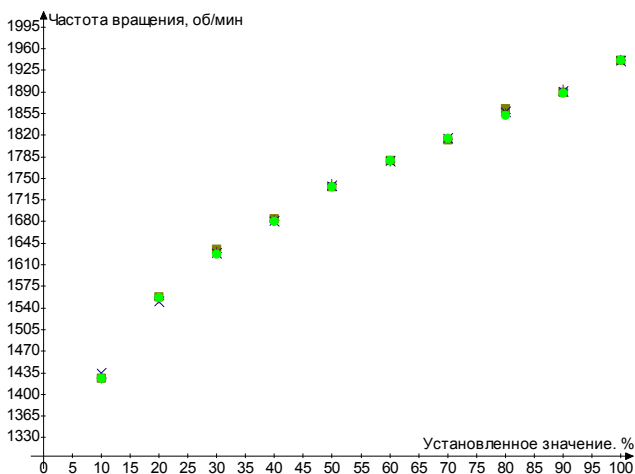
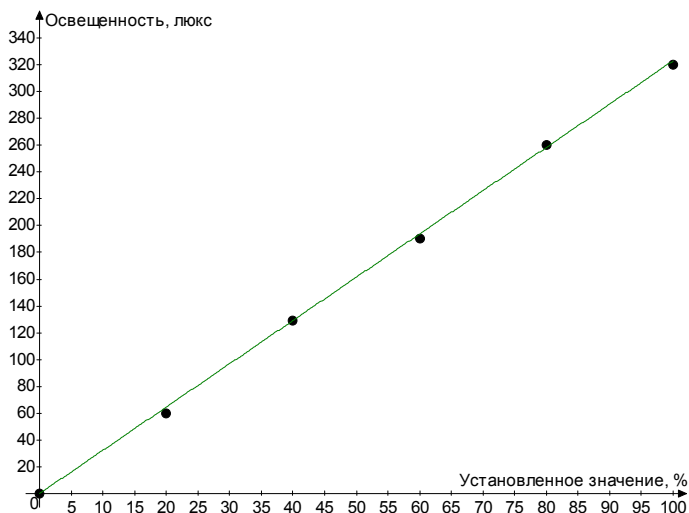


Рис. 2. Зависимость частоты вращения вентилятора от уставки

Каждая точка на этом графике (рис. 2) – это 20 измерений при разных условиях времени, температуры и влажности. Измерения частоты вращения вентилятора проводились с помощью лазерного частотомера. Установлена зависимость, которая связывает частоту вращения вентилятора, давление создаваемое им и расход от установленного значения.



**Рис. 3. Зависимость величины освещенности от уставки**

На графике, изображенном на рис. 3, можно наблюдать линейную зависимость.