

УДК 54.07

*И. Д. Вольф\**

## РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УГЛЕКИСЛОТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ

Существование и развитие современного общества невозможно без обеспечения первичных потребностей человека. Одной из таких первичных потребностей является 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, использование генетически модифицированных растений. С увеличением количества производимой растительной пищи не нужно забывать о качестве получаемых продуктов. Поэтому нужно при решении обозначенной задачи увеличения производства растительной пищи выбирать наиболее безопасные способы стимуляции роста.

*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. Проведения испытания установки.

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

*Способы подачи углекислого газа.*

- Прямая газация при помощи пламенных горелок. Вполне интересная технология, но требует подачи природного газа и монтажа беспламенных горелок.

---

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

- Нагнетание отходящих газов котельной. Хороший способ 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. Мы не можем точно предугадать реакцию растений на дополнительную подачу углекислого газа. А этот способ не требует лишних затрат и легок в использовании.

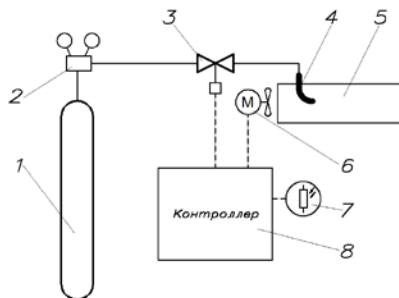
Теперь хотелось бы рассказать о самой установке.

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

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 деталь неразборную сделать невозможно.



**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

*Проведение испытаний.* Установка тестировалась больше недели в разных условиях. Так же прототип установки работал в течение месяца 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. Сейчас проводится анализ результатов, полученных в ходе проведенной работы.

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

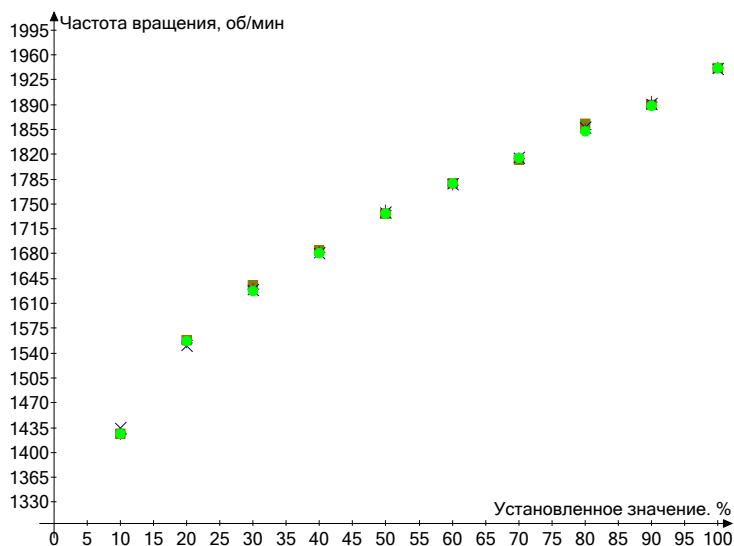
1. Испытания продолжительности импульсов при различных условиях времени, температуры и влажности.

2. Испытание частоты вращения вентилятора в зависимости от установленного значения на блоке управления.

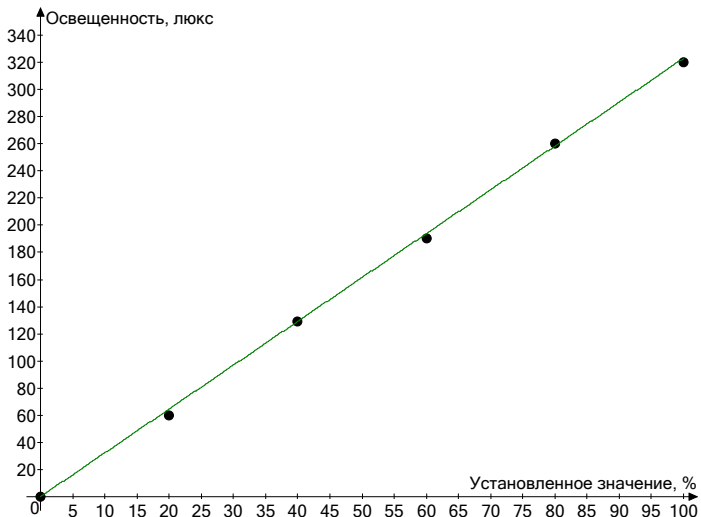
3. Испытание датчика освещенности.

Установка показала стабильную работу. В результате полученных данных были построены графики.

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



**Рис. 2.** Зависимость частоты вращения вентилятора от уставки



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

На этом графике можно наблюдать линейную зависимость.

*Кафедра «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*