

УДК 621.671

Полешкин М.С. к.т.н., доцент каф. «Гидравлика, ГПА и ТП», ФГБОУ ВО ДГТУ;
Суржикова А.В., студент 3-го курса, ФГБОУ ВО ДГТУ.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВОДЯНОГО ТУМАНА

Аннотация. Статья посвящена автоматизированной системы подготовки водяного тумана и ее применению для поддержания климата в теплицах. В статье обоснована актуальность применения водяного тумана, предлагается схемотехническое решение, повышающее эффективность работы автоматизированной системы тумнообразования.

Abstract. The article is devoted to automated system of preparation of water mist and its application to the maintenance of climate in greenhouses. In the article the actuality of application of water mist, the proposed circuit solution for increasing the efficiency of the automated system of formation of mist.

Ключевые слова: водяной туман, пневмопривод, форсунка, климатический режим, фрамуга, теплица, автоматизированная система, высокое давление.

Key words: water mist, pneumatic actuator, injector, climate regime, transom, greenhouse, automated system, high pressure.

Введение

Системы тумана - это сравнительно новое направление в мировой практике, но уже получило большую популярность во многих сферах деятельности человека, они представляет собой новейшее оборудование, предназначенное для охлаждения и увлажнения воздуха. На сегодняшний день данные системы активно применяются в самых различных областях деятельности, а также все больше распространяются по всей территории России.

Техническое предложение

В настоящее время имеются задачи, в рамках которых требуется обеспечить автоматизированное управление системами туманообразования с возможностью гибкой перенастройки под различные режимы работы.

На рисунке 1 представлена типовая функциональная схема универсальной системы подготовки тумана. На выходе сопла форсунки, которые вкручиваются в фитинг, образуют спрей высокого давления воды с размером микрочастиц от 2 до 10 мкм.

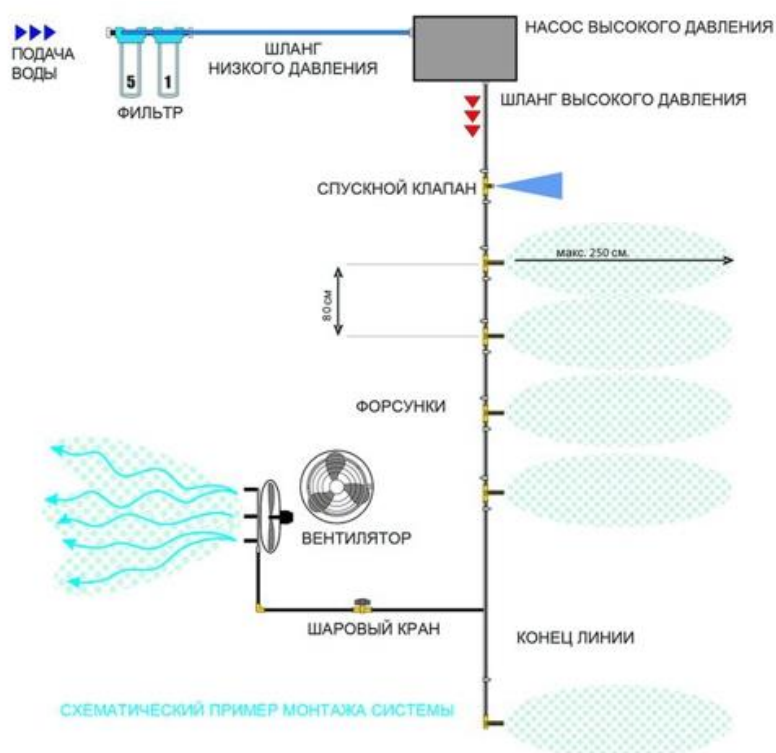


Рис. 1 – Схема функциональная универсальной системы туманообразования.

Размер микрочастиц зависит от давления подаваемой жидкости и от диаметра используемого сопла. Уменьшение диаметра сопла приводит к уменьшению потребления воды, а, следовательно, к ее экономии. Насос высокого давления создает давление воды от 60 до 80 бар, поступающей на распылительные форсунки, это приводит к образованию ультра лёгкого

водяного тумана, состоящих из миллиона мельчайших капель. Выходя из форсунки, мельчайшие капли водяного тумана превращаются в парообразное состояние.

Важное свойство тумана высокого давления — способность мелких капель тумана быстро испаряться, поглощая тепло из воздуха. Из-за своего малого размера капли воды быстро испаряются. Именно испарение, то есть переход из жидкого в газообразное состояние, поглощает тепло из воздуха. Удельная теплота испарения воды при температуре 15 °С равна 2466 кДж/кг или 589 ккал/кг. Чем ниже относительная влажность, тем больше воды может быть испарено и, соответственно, больше тепла поглощено из воздуха. Удельные затраты электроэнергии на испарение 1 кг воды составляют от 2,5 до 10 Вт в час в зависимости от размера системы туманообразования.

Давление более 60 бар необходимо потому, что само по себе распыление не дает быстрого эффекта испарения. При давлении ниже 60 бар большие по размеру и, следовательно, более тяжелые частицы воды могут оседать на поверхности, не переходя в парообразное состояние. При высоком давлении и небольших частицах гарантируется процесс более быстрого испарения.

Системы подготовки водяного тумана широко применяются и играют важную роль в поддержании климата в теплицах. Такие системы также успешно используются для поддержания необходимых параметров температуры и влажности в условиях искусственной вентиляции.

Туманообразование частично сопровождается повышением относительной влажности, особенно интенсивно повышается влажность в закрытых не вентилируемых помещениях. Уровень влажности может быть сохранен на уровне около 90 процентов. Листья растений поглощают углекислый газ и другие вещества из воздуха, потребляя при этом влагу.

Другим вариантом использования систем тумана является введение удобрений через эти системы, которые будут поглощены листьями растений.

Орошение туманом хорошо влияет на скорость роста растений, а также позволяет выращивать экзотические, тропические растения.

В связи с вышеизложенным, целью работы является - повышение качества и расширения функциональных возможностей систем туманообразования путем разработки автоматизированной системы управления комплексом поддержки климатического режима в теплицах.

Предлагается автоматизированная система управления микроклиматом теплицы, которая включает в себя 4 подсистемы:

1. Гидравлическая подсистема (НУ, БФ, БР).
2. Электрическая подсистема/управления (БСУ, СП, БУВ).
3. Подсистема сбора данных (ДТ, ДВ, ДД).
4. Пневматическая подсистема (ИП, БПВ, ПЦ).

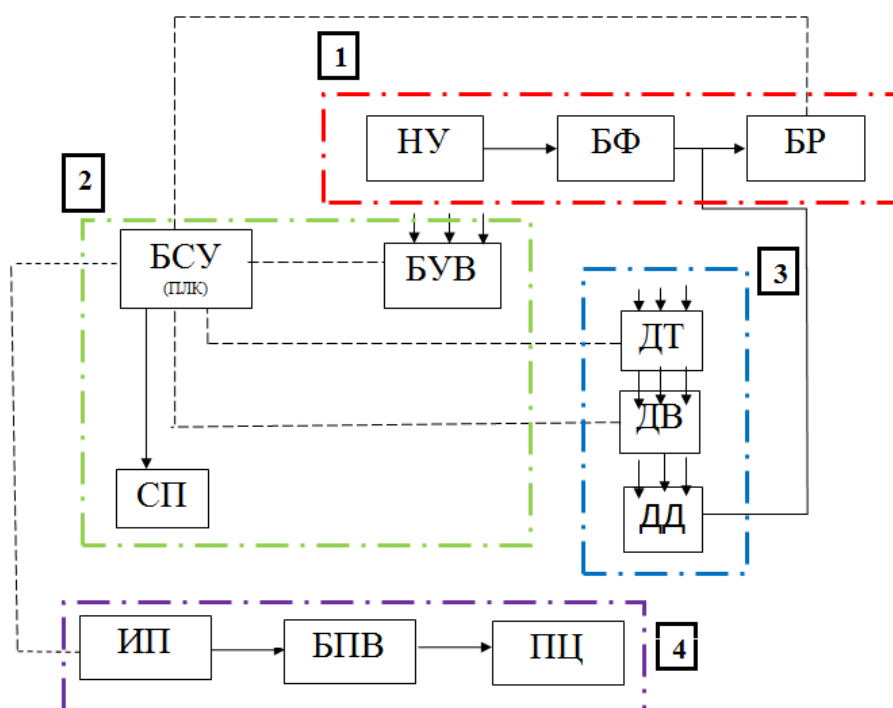


Рис.2 – Обобщенная структурная схема автоматизированной системы управления микроклиматом в теплице: НУ - насосная установка, БФ - блок фильтра, БР - блок распыления, БСУ (ПЛК) – блок системы управления (программируемый логический контроллер), БУВ - блок управления вентилятором, ДТ - датчик температуры, ДВ - датчик влажности, ДД - датчик давления, СП - сенсорная панель, ИП – источник питания, БПВ – блок подготовки воздуха, ПЦ – пневмоцилиндр.

На основании обобщенной структурной схемы, представленной на рис.2 составлена гидравлическая и пневматическая принципиальные схемы (рис.3 и рис.4), в которых функциональные блоки заменены на реальные аппараты.

На рис.2 показана принципиальная гидравлическая схема системы туманообразования, где жидкость под давлением из бака Б1 через фильтр нагнетается насосом Н1 в магистраль, где расположены форсунки ДР1 – ДР6. Для отделения магистрали установлен вентиль с ручным управлением. Распределители Р1 и Р2 позволяют обеспечивать подачу жидкости левого и правого контура. Б2, Н2, КП2 – контур распыления удобрений.

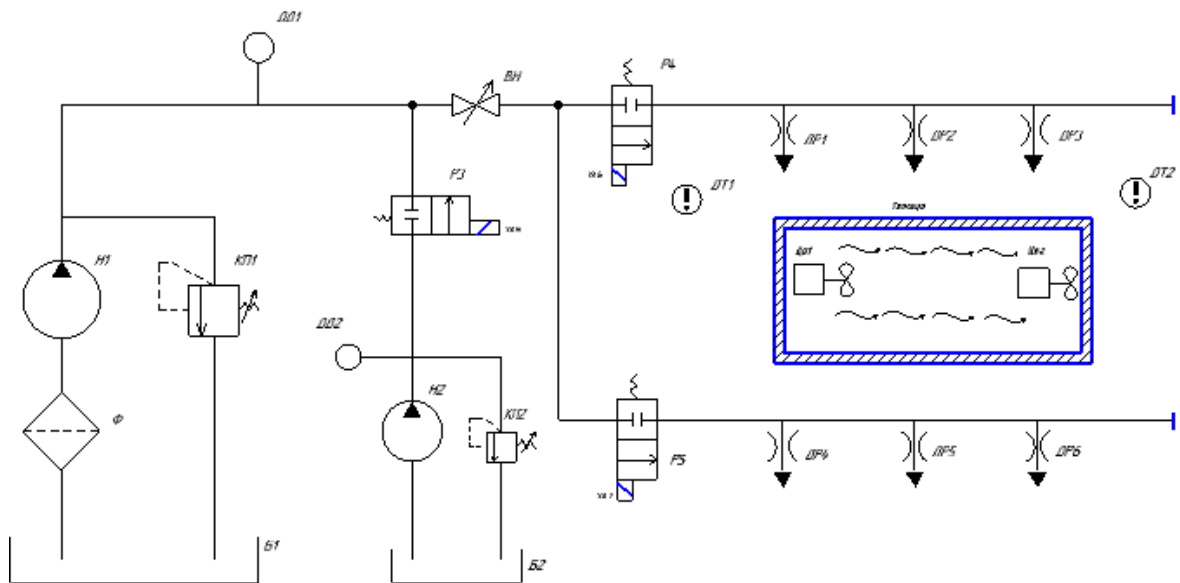


Рис.3 – Принципиальная гидравлическая схема системы туманообразования

Для повышения эффективности системы туманообразования в теплицах, предлагается внедрение автоматизированной системы открытия фрамуг, с возможностью регулирования степени открытия, реализуемой на основе дискретного пневматического привода. Схема, поясняющая работу системы, приведена на рис.4.

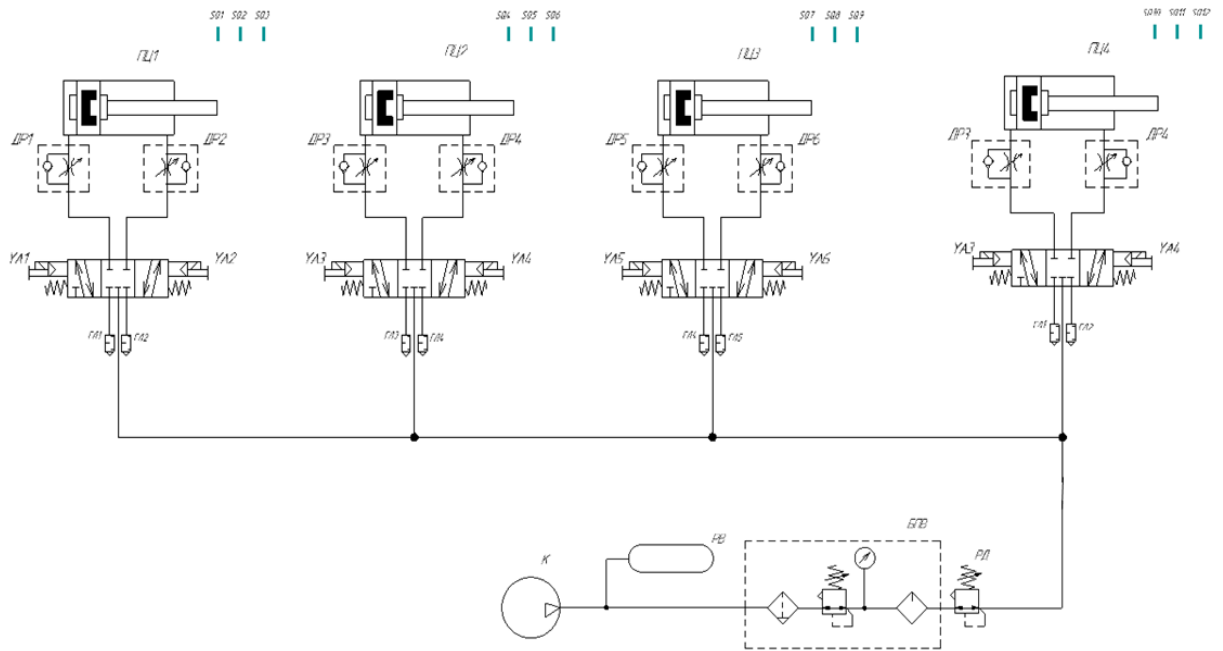


Рис.4 – Принципиальная пневматическая схема

Для моделирования работы теплицы, близкого к реальным условиям, зададимся циклом полива растений, полное время которого составляет 24 часа. Используя программируемый логический контроллер, имеется возможность в зависимости от типа растений и фазы их роста, регулировать режимы работы по времени. Полная циклограмма работы системы показана на рисунке 5.

Элементы цикла	Временная циклограмма (24 ч)	ИП		Электромагниты							Вентиляторы		
		ПЦ1	ПЦ2	YA1	YA2	YA3	YA4	YA5	YA6	YA7	ЦВ1	ЦВ2	
Выключено		X	X										
Режим проветривания		→	→	+	-	+	-				+	+	
Режим орошения		X	X						+	+			
Режим опрыскивания		X	X					+	+	+			
Аварийный режим		←	←	-	+	-	+						
Время	35 мин. 16ч. 24ч.												

Рис.5 – Циклограмма работы автоматизированной системы туманообразования

Предлагаемая система туманообразования работает в следующих режимах:

- Ручной

1. Режим проветривания

В данном режиме открыты все форточки и включены вентиляторы.

2. Режим орошения

В данном режиме работают только форсунки ДР1-ДР6, распределители Р3-Р5 и насос Н1.

3. Режим опрыскивания

В данном режиме работают режим орошения и подсистема полезных веществ.

- Режим наладки

В данном режиме включены насосы Н1 и Н2, компрессор, но все электромагниты выключены.

- Аварийный режим

При данном режиме происходит обесточивание электромагнитов, выключение питания, остановка всех двигателей, выключение источников воздуха и воды. Пневмоцилиндр возвращается в первоначальное состояние.

- Автоматический режим

В данном режиме происходит, в соответствии с заданным циклом работы, последовательное срабатывание режимов.

Выводы

В данной статье предложена автоматизированная система генерации водяного тумана, используемая для поддержания заданного микроклимата в теплицах. Приведены гидравлическая и пневматическая принципиальные схемы работы данной системы.

Для данной системы подобрана аппаратура, для дальнейшего гидравлического и пневматического расчетов. Дальнейшая работа будет направлена на выполнение следующих задач: разработать автоматизированную систему управления и программу для ПЛК, провести исследование автоматизированной системы туманообразования путем математического моделирования в программе Matlab. По результатам исследования дать рекомендации для проектирования таких систем.

Список использованных источников

1. Интерактивный каталог продукции «Camozzi пневматика» версия 8.5.2 адрес <http://catalog.camozzi.ru/> .
2. Каталог Camozzi «Новые применения фитингов Camozzi», ИЦ «Камоцци», 2017 – 20 с.
3. Каталог «Системы туманообразования - Оборудование Теспосоолинг»
4. Сидореко В.С., Грищенко В.И., Дымочкин Д.Д. Автоматизированный пневматический привод – М.: ДГТУ, 2011 – 34 с.
5. Грищенко В.И., Полешкин М.С., Дымочкин Д.Д. Гидравлическая, вакуумная, компрессорная техника. Методические указания – ЦДО ДГТУ 2016 – 20 с.