

12 АВТОМАТИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

12.1 Автоматизация процессов при беспочвенном выращивании овощей

Большие возможности снижения себестоимости, резкого сокращения трудовых затрат и ускорения плодоношения дает беспочвенное выращивание овощных культур в защищенном грунте, в химически нейтральных средах, в которые подаются необходимые для растений питательные вещества. Беспочвенное выращивание овощей открывает возможность высокоэффективного использования средств автоматики.

Сейчас известно несколько вариантов таких систем автоматики. На рисунке 12.1, показана разработанная УНИИМЭСХ система для автоматизации подачи и слива питательного раствора в гидропонных установках.

Технологический процесс подачи раствора протекает следующим образом: В определенное время включается насос 2, подающий раствор из резервуара 1, по трубопроводу 3 раствор поступает в распределитель 4, который автоматически подает его в отдельные секции, состоящие из нескольких поддонов. Последовательность подачи раствора в отдельные секции обеспечивается различным уровнем расположения трубопроводов.

Из распределителя 4 раствор поступает по трубопроводу первой секции 5 к поплавковому регулятору уровня раствора первого поддона. Такие регуляторы имеет каждый поддон системы. В регуляторе раствор проходит через открытый клапан 6 и по трубопроводу 7 поступает в отсек 8 поддона 9 и по дренажной трубе 10 - в поддон 9. Когда уровень раствора в поддоне и отсеке достигает уровня контрольных трубок 11, вмонтированных в стенку отсека 8, раствор начинает поступать через одну из указанных контрольных трубок в поплавковую камеру 12. Так как проходное сечение калиброванного отверстия 13, расположенного в боковой стенке поплавковой камеры 12, меньше сечения

контрольной трубки, то в поплавковой камере уровень раствора повышается до тех пор, пока не всплывет поплавков 14, находящийся в поплавковой камере 12. При всплытии прикрепленный к донышку поплавка клапан 15 открывает верхний конец патрубка 16, вмонтированного в днище поплавковой камеры. В то же время клапан 6, соединенный с поплавком при помощи продольного стержня, закрывает нижний конец патрубка 16 и доступ раствора в поддон 9 прекращается.

После всплытия поплавка начинается процесс слива питательного раствора из поддона. Из отсека 8 поддона по трубопроводу 7 раствор проходит в патрубок 16 и через открытый клапан 15 поступает поплавковую в камеру 12. Заполнив поплавковую камеру, раствор переливается через стенку 17 в сливную камеру 18, по трубе 19 поступает в сливную трубу 20, а из нее - в резервуар

1.

После закрытия клапана 6 раствор по трубе 21 поступает к поплавковому регулятору уровня раствора второго поддона этой же (первой) секции и процесс заполнения и слива раствора у второго и следующих секции; для повышения надежности работы системы в верхнем колене трубы 21 установлены трубка 22 для спуска воздуха.

Когда заполняется последний поддон первой секции и поплавков регулятора уровня всплывает, прекращая доступ раствора в поддон, уровень раствора в распределителе 4 начинает повышаться. Дойдя до верхнего торца трубопровода 23 второй секции раствор начинает поступать по этому трубопроводу во вторую секцию поддонов в той же последовательности, как в первой секции.

После заполнения раствором последней секции уровень в распределителе 4 поднимается, и поплавковой выключатель уровня 24 выключит насос 2. Этим заканчивается процесс заполнения раствором поддонов всей системы.

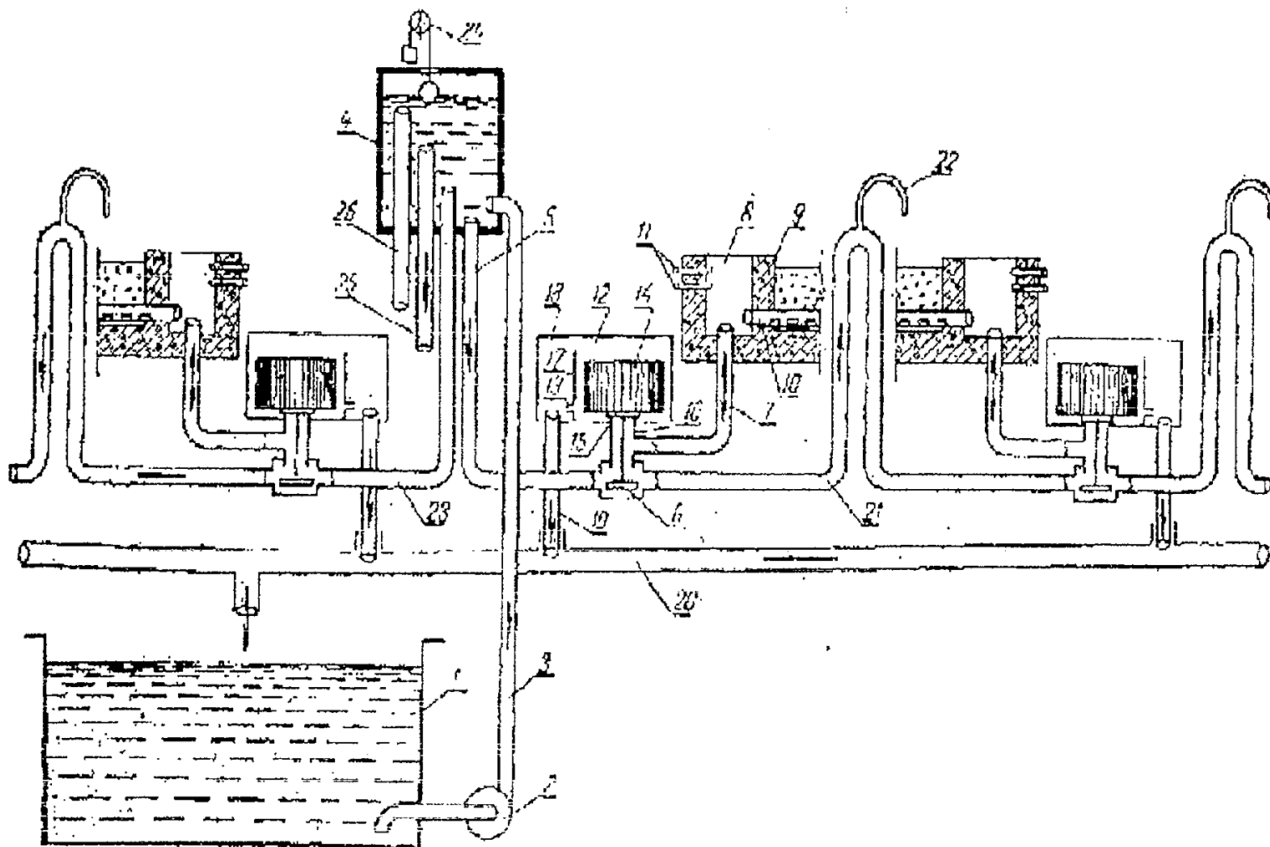


Рисунок 12.1 - Принципиальная схема системы для автоматизации подачи и слива питательного раствора многосекционных гидропонных установок при расположении поддонов на одном уровне:

1 - резервуар для питательного раствора; 2 - насос; 3 - трубопровод; 4 - распределитель; 5 - трубопровод первой секции; 6, 15 - клапаны поплавкового регулятора уровня; 7 - трубопровод первого поддона; 8 - отсек поддона; 9 - поддон; 10 - дренажная труба; 11 - контрольные трубки; 12 - поплавковая камера; 13 - калибровочное отверстие; 14 - поплавок регулятора; 16 - патрубок; 17 - стенка поплавковой камеры; 18 - сливная камера; 19- труба сливной камеры; 20 - сливная труба; 21 - труба; 22 - трубка для спуска воздуха; 23 - трубопровод второй секции; 24 - поплавковый выключатель уровня; 25 - трубопровод третьей секции; 26 - трубопровод четвёртой секции.

12.2 Автоматическое регулирование температуры и влажности в парниках с электрическим обогревом. Кондиционирование воздуха при различных производственных процессах

Исполнительный орган системы автоматического регулирования температуры в парниках и теплицах - контактор для повышения температуры почвы или воздуха контактор включается, соединяя соответствующие нагревательные элементы с источником тока. При достижении требуемой температуры контактор выключается. Включение и отключение происходят при помощи датчиков температуры (контактных ртутных термометров) и промежуточных реле.

В системе имеются датчики аварийного повышения температуры почвы и понижения температуры воздуха. При наступлении аварийного режима загорается сигнальная лампочка и включается электрический звонок.

Влажность почвы регулируется включением водополивной системы. Доза полива задается реле времени (от 5 до 30 мин). Система состоит из датчика влажности почвы, контактных часов, моторных реле времени, промежуточных реле и электромагнитного привода вентиля водопроводной сети.

Принцип действия системы следующий: в определенные часы суток замыкается контакт часов. Если в этот момент влажность почвы мала, замыкаются контакты промежуточного реле и включаются контакты реле времени. Срабатывает электромагнитный привод вентиля, открывая кран для подачи воды в систему увлажнения почвы.

Продолжительность полива устанавливается с помощью реле времени. По истечении времени полива вентиль закрывается. Повторное срабатывание всей системы происходит после следующего замыкания контакта часов, если к тому времени влажность почвы понизится ниже допустимой. Контактные часы включаются только в утреннее или вечернее время, так как дневной полив не рекомендуется.

Под действием прямых солнечных лучей даже при отключенной отопительной системе воздух в теплице может нагреваться до +30. Чтобы избежать

перегрева, в теплице предусмотрено автоматическое управление вентиляционными форточками.

При температуре воздуха в парнике $+30^{\circ}\text{C}$ датчик температуры подает сигнал, включается реверсивный электродвигатель 4 (рис. 12.2), который через червячный редуктор 5 и цепную передачу 3 вращает винт 6. В левую сторону перемещается гайка 7 и связанный с ней трос 8. Когда форточки полностью открываются, электродвигатель 4 отключается от сети конечным выключателем 1.

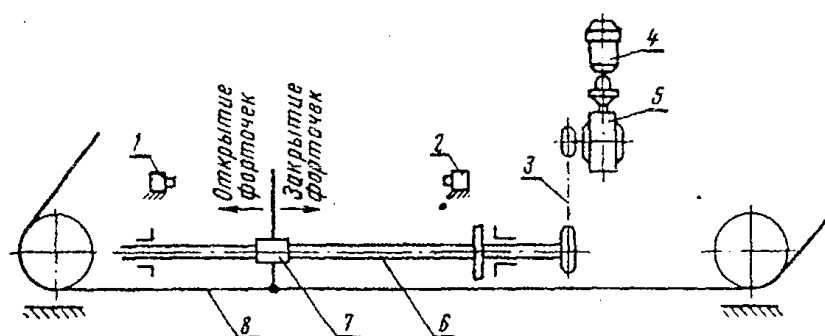


Рисунок 12.2 - Механизм открытия форточек в теплицах:

1,2 - конечные выключатели; 3 - цепная передача; 4 - реверсивный электродвигатель; 5 - редуктор; 6 - винт; 7 - гайка; 8 - трос.

При снижении температуры до $+25^{\circ}\text{C}$ система автоматически включает электродвигатель для вращения в обратную сторону, и форточки закрываются.

При полностью закрытых форточках электродвигатель выключается конечным выключателем 2.

В сельскохозяйственном производстве большое распространение получили различные установки для автоматического поддержания определенной кондиции воздуха. Такими установками оборудуются, в частности, червоводни с электрическим обогревом.

Скоростная выкормка гусениц шелкопряда сокращает сроки выкормки в 1,8 раза, повышает урожайность коконов в 1,6 раза является поддержание необходимой по агроправилам кондиции воздуха в помещениях червоводен. В установке ЭЧ - 1 (электрифицированная червоводня) поддержание воздуха необхо-

димой кондиции осуществляется автоматически. Установка поддерживает необходимую температуру и влажность воздуха, а также периодически проветривает помещения червоводни.

Установка рассчитана для помещения с объемом воздуха 600-650 м³. В нее входят: электрический калорифер, центробежный увлажнитель, вентилятор с электродвигателем, распределительный щит, датчики температуры и влажности.

Электрическая схема управления всем оборудованием предусматривает два режима - автоматический и ручной. При автоматическом режиме импульсы на включение подают датчики температуры и влажности воздуха, а также часовое реле, обеспечивающее периодическое проветривание помещения. Система работает аналогично рассмотренным ранее системам регулирования температуры и влажности. Неавтоматический режим предусмотрен главным образом для опробования и наладки оборудования. В этом режиме каждый из электродвигателей включается самостоятельно.

В качестве датчиков температуры и влажности применены ртутные термометр и психрометр с подвижными контактами, а для периодического проветривания - программный контактный часовой механизм.

Сушка сена принудительной вентиляцией все шире внедряется в сельском хозяйстве. Применение автоматизации улучшает условия сушки. Вентиляторы автоматически включаются при температуре +40 °С по сигналу датчика температуры, представляющего собой термометр сопротивления. Для определения влажности сена замеряют температуру поступающего и выходящего воздуха. При малой влажности эти температуры равны, что является сигналом для выключения вентиляторов. И наоборот, если температура выходящего воздуха меньше, чем входящего, значит, сено влажное и следует продолжить продувание его.

12.3 Автоматическое управление температурой в парнике с почвенно-воздушным обогревом

Самый распространенный способ автоматического управления температурой в парниках основан на периодическом включении и отключении нагревательных элементов при помощи магнитных пускателей. Электрическая схема управления режимом работы нагревательных элементов для одной группы, состоящей из четырех парников, показана на рисунке 12.3. Нагревательные элементы переводят с одного напряжения питания на другое (220 или 380 В) переключателями SA1 и SA2. Ручной режим задают, ставя тумблер SA3 в положение Р, автоматический — в положение А; отключенному состоянию нагревателей соответствует положение О. Для автоматического управления тепловым режимом в воздушном пространстве одного из четырех—шести последовательно соединенных парников устанавливают датчик температуры ВК.

В парниках только с почвенным обогревом на группу парников ставят один датчик температуры почвы. Его углубляют в почву парника на глубину около 0,1 м. Переключателем SA1 включают нагревательные элементы для обогрева воздуха, а переключателем SA2— элементы обогрева почвы. При низкой температуре регулятор температуры в автоматическом режиме работы контактами SK включает магнитный пускатель КМ одновременно с подачей напряжения 380/220 В. По мере повышения температуры до заданной контакты SK размыкаются, и пускатель КМ отключает нагревательные элементы.

Широко распространено комплектное оборудование КП-1, предназначенное для автоматического управления температурой воздуха и почвы в парниках с почвенным и воздушным электрообогревом. Это оборудование можно применять и в пленочных теплицах площадью до 0,5 га. Электрообогрев осуществляется от шести параллельно соединенных рядов стального неизолированного провода диаметром 6 мм, уложенного на глубине не менее 0,25 м в парнике с расстоянием между проводами 0,25 м. Для обогрева воздуха нагревательные провода монтируют на внутренних боковых стенках парника.

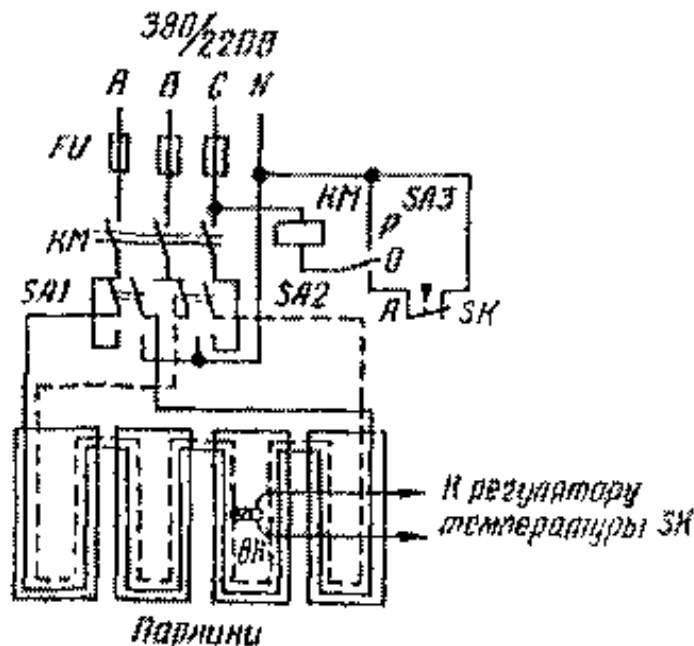


Рисунок 12.3 – Принципиальная электрическая схема управления температурой в парниках с почвенно-воздушным электрообогревом

Датчики устанавливают в одном из парников, расположенных в центре каждого участка: в почве на глубине 0,1 м - датчик температуры почвы, а на боковой стенке парника - датчик температуры воздуха. Электрообогревательные элементы подключают к понижающему трансформатору типа ТМОБ-63. Для питания четырех таких трансформаторов устанавливают электрическую подстанцию мощностью не менее 250 кВт*А

Понижающие трансформаторы в режиме начального обогрева парника включают по схеме «звезда - звезда», а в режиме длительного обогрева - по схеме «звезда - треугольник». Трехфазное линейное напряжение на вторичной стороне можно устанавливать переключением ответвлений трансформатора: в первом режиме 125, 103 и 85 В, а во втором - 70, 60 и 49 В.

Принципиальная электрическая схема комплекта оборудования с одним понижающим трансформатором изображена на рисунке 6.7. Оборудование может работать в ручном режиме при установке универсального переключателя

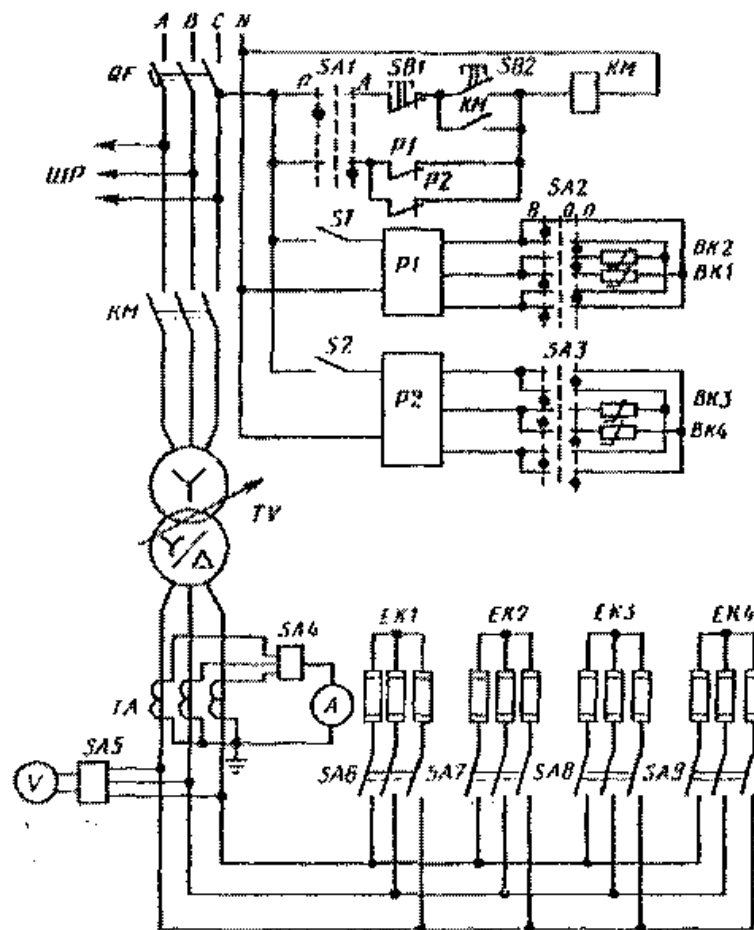


Рисунок 12.4 - Принципиальная электрическая схема комплекта оборудования типа КП-1

Автоматическое управление осуществляется при помощи логометров P1 и P2, выполняющих одновременно функции регулятора и измерительного прибора для визуального контроля фактической температуры почвы и воздуха в парниках. В измерительные цепи логометров включены по мостовой схеме термометры сопротивления типа ТСМ, служащие датчиками температуры почвы ВК2, ВК4 и воздуха ВК1, ВК3.

Мостовая схема уравнивается при заданной температуре. Если фактическая температура ниже заданной, то замыкаются контакты P1 или P2 и включаются магнитным пускателем КМ трансформатор TV и электронагревательные элементы. При повышении температуры до заданной размыкаются контакты P1 и P2, а магнитный пускатель КМ отключает электропитание. Переключателями SA1, SA2 и рубильниками SA6, SA9 включают обогрев почвы

или воздуха. К штепсельному разъему ШР подключают электрифицированные механизмы для обработки почвы и ухода за растениями. Силу тока и значение напряжения во всех фазах контролируют с помощью амперметра и вольтметра с переключателями SA4 и SA5. Точность регулирования температуры составляет 1,5 °С.

12.4 Технологические основы автоматизации полива и подкормки растений

Задача системы управления поливом - поддержание влажности почвы в определенных пределах. В некоторых случаях одну и ту же систему используют для полива почвы и увлажнения воздуха. С точки зрения эффективности наилучшими системами полива являются струйные и капельные. В то же время наибольшее распространение получили стационарные дождевальные системы, использующие распылители дефлекторного типа, к которым вода подается через специальный вентиль. В связи с ограниченной мощностью источника водоснабжения одновременный полив всех теплиц блока невозможен, и поэтому автомат полива должен действовать по определенной программе. Эта программа запускается по команде оператора или от измерительных преобразователей влажности воздуха.

С технологической точки зрения требуемое количество воды нужно подавать в несколько приемов. Заданную кратность полива также устанавливает оператор.

В некоторых конструкциях автоматов полива при поступлении информации о понижении относительной влажности воздуха в одной из теплиц блока программа полива прерывается и система переключается на увлажнение воздуха в той теплице, из которой поступил сигнал. По окончании цикла увлажнения автомат возвращается к выполнению прерываемой программы полива.

Команда на повторное увлажнение воздуха в теплице может выполняться как через заданный интервал времени, так и через интервал, зависящий от уровня

освещенности (чем выше освещенность, тем меньше интервал). Программа полива (увлажнения) должна автоматически прерываться при уменьшении расхода воды на полив, при аварийном повышении температуры поливной воды, а также при снижении уровня естественной освещенности (обычно до 2 лк).

Главный недостаток рассмотренных технологий заключается в ручном задании норм полива.

Возможный вариант нормированного полива - использование вычислительного устройства, реализующего алгоритм расчета нормы полива в зависимости от ряда факторов: продолжительности предполивного периода и теплоты от солнечного излучения, поступившей в теплицу, влажности почвы на момент начала полива; плотности посадки растений и средней плотности листовой поверхности; влажности окружающего воздуха и т. д.

В овощеводстве в сооружениях защищенного грунта минеральные удобрения, как правило, вносят в растворенном виде вместе с поливной водой. Концентрированный раствор минеральных удобрений приготавливают в накопительном баке, а затем насосы-дозаторы перекачивают его в магистраль поливной воды. Количество концентрированного раствора минеральных удобрений определяется положением специального клапана.

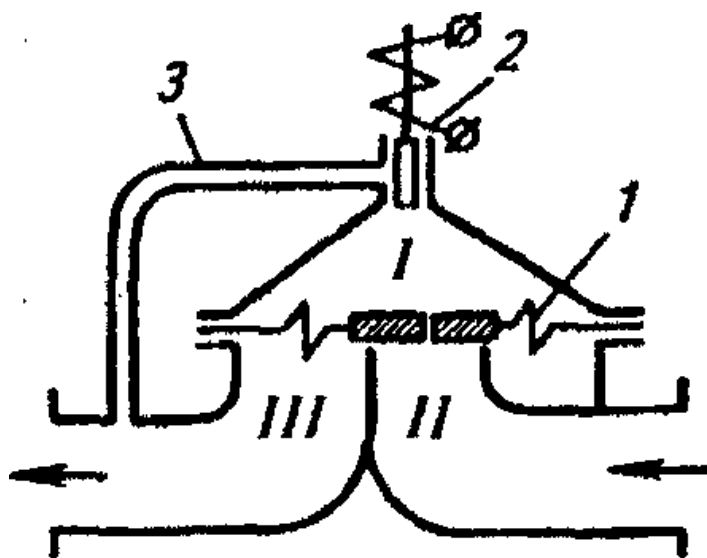


Рисунок 12.5 - Технологическая схема мембранного вентиля с электромагнитным приводом;

1-мембрана; 2- электромагнит; 3- канал сброса воды из надмембранной полости

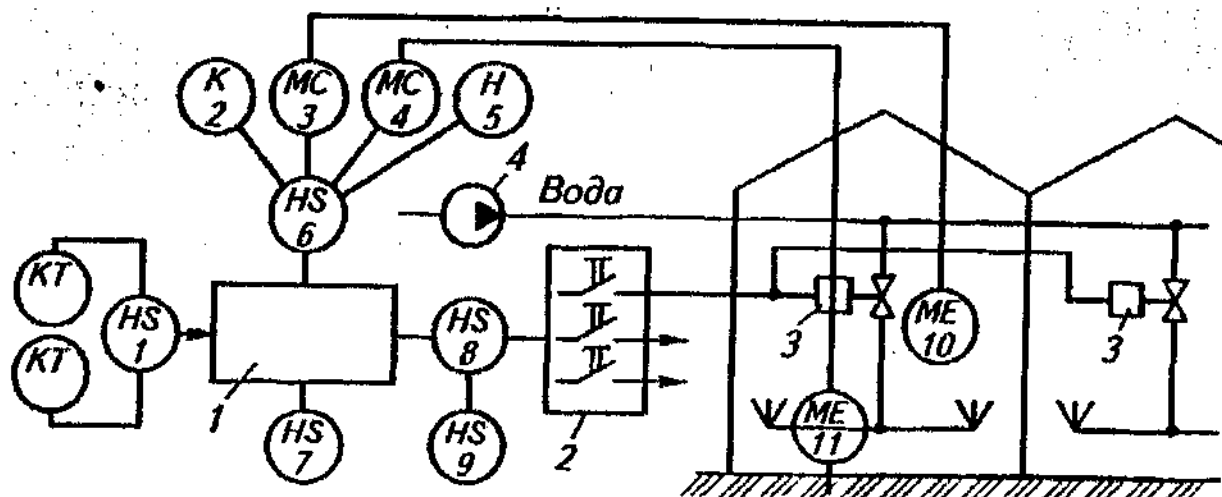


Рисунок 12.6 - Функциональная схема САУ влажностью воздуха:

- 1 - обогнающее устройство; 2- переключатель набора программы полива;
3- мембранный вентиль; 4 - насос поливной воды

Систему подкормки растений минеральными удобрениями вводят в работу вручную или автоматически одновременно с включением системы полива, но только в том случае, если заданная кратность полива больше единицы. Этим гарантируется промывка системы полива после окончания подкормки.

Одна из основных характеристик растворов минеральных удобрений - показатель кислотности рН, характеризующий протекание кислотно-щелочной реакции в гидропонной теплице. Теоретически рН может изменяться в диапазоне 0... 14. При $\text{pH} < 7$ реакцию считают кислой, при $\text{pH} > 7$ - щелочной.

Характер реакции питательного раствора оказывает сложное и разностороннее влияние на рост и развитие растений. При этом в разные периоды роста растений требуется различное значение рН. При $\text{pH} < 4$ рост большинства растений затормаживается из-за снижения усвоения растением катионов минеральных веществ из почвы. При $\text{pH} > 8$ рост растений также резко снижается из-за того, что многие минеральные вещества осаждаются на поверхности корней и затрудняют дыхание и питание растений.

Для каждого вида растения существует свое оптимальное значение рН, которое для большинства находится в пределах 5...7 рН. В процессе роста рас-

чений pH тепличной почвы изменяется, поэтому значением pH питательного раствора необходимо управлять.

Интенсивность фотосинтеза зависит от концентрации диоксида углерода. В ночные часы концентрация CO_2 возрастает до 0,05 %, а в дневные часы падает до 0,01 %. В случае увеличения концентрации CO_2 в атмосфере теплицы с 0,03 до 0,15 % скорость фотосинтеза возрастает на 10...20 %. Очевидно, что требуемая по агротехническим нормам концентрация CO_2 может быть достигнута только в результате применения специальных систем подкормки, т. е. за счет искусственной подачи CO_2 в теплицу. Расчетная подача CO_2 зависит от объема теплицы и в среднем составляет 50...70 кг/ч на 1 га.