

УРОВНИ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАЗЛИЧНЫЕ СТРАТЕГИИ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА В ТРОПИЧЕСКОЙ ОРАНЖЕРЕЕ

Коломоец Э.А. студ.; Хорхордин А.В., проф., к.т.н., доц.
(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)

Концепция автоматизированной системы управления в тропической оранжерее аналогична промышленной, однако существует ряд ограничений и проблем, которые отличают способы и методы поддержания микроклимата в такой теплице.

В целом автоматизация в тропической среде теплиц включает автоматизацию климат-контроля (контроль температуры воздуха, циркуляции воздуха, влажность воздуха), автоматизацию контроля уровня света и управления зашториванием, автоматизацию контроля двуокси углерода (СО₂), орошения, химической обработки и управления питательными веществами.

Специальные датчики должны иметь необходимый класс защиты и обладать достаточно высоким показателем наработки на отказ, что позволит минимизировать вмешательство в их работу. Также в них должны быть заложены алгоритмы адаптации к различным ситуациям, возникающим на всех этапах роста растений, учитывающие микроклиматические переменные, требования к урожаю, географические и природные факторы, что делает автоматизацию тропической теплицы отличной от промышленной.

Алгоритм управления микроклиматом оранжереи сводится к постоянному наблюдению за фактическими параметрами и сравнению их с заданными. Управляемые параметры окружающей среды задаются или изменяются с помощью предварительно определенного алгоритма управления, запрограммированных приводов, таких как вентиляторы, кулеры, система туманообразования, система освещения и распылители СО₂. Это должно быть сделано интегрированным способом, так что, например, СО₂ не вводится, когда система вентиляции включена. Аналогичным образом, охлаждение и вентиляция должны быть тщательно синхронизированы для контроля температуры и влажности.

Обычно среди автоматизированных систем управления теплицами и оранжереями выделяют три уровня контроля, а именно: уровень оборудования, функциональный уровень и уровень системы.

Уровень оборудования связан с управлением отдельными приводами и устройствами, которые управляют конкретным оборудованием, например, двигателями, которые управляют вентиляционными отверстиями, вентиляторами, насосами и т. д. Функциональный уровень относится ко всему оборудованию, отвечающему за конкретную функцию.

Поскольку на работу каждого отдельного устройства могут влиять помехи, вносимые окружающей средой и другим оборудованием, необходимо объединить их в единую систему, что требует наличия внутреннего контроля (уровень системы). Эта задача выполняется контроллерами, которые могут одновременно отслеживать каждый аспект процесса. Хороший алгоритм управления теплицей должен прогнозировать потенциальные изменения в системе и применять надлежащие управляющие воздействия до того, как возникнут недопустимые отклонения в системе.

К примеру, снижение температуры вне теплицы или увеличение скорости ветра также является возмущающим воздействием, которое приведет к уменьшению внутренней температуры и изменению относительной влажности парникового климата.

В этой ситуации может использоваться опережающее или прогнозирующее управление, в котором учитывается предсказание поведения объекта управления на различные типы входных воздействий для заданного набора условий. Обратная связь в таких системах управления используется для корректировки неточностей, связанных с внешними

помехами и неточностью математической модели объекта управления. Регулятор полагается на эмпирическую модель процесса для того, чтобы предсказать дальнейшее его поведение, основываясь на предыдущих значениях переменных состояния. Например, датчики измеряют наружную температуру воздуха и система автоматически осуществляет контроль температуры до того, как произойдет большое отклонение от заданного значения.

В простом управлении с обратной связью решение основано на различиях между фактическими измерениями и желаемыми, поэтому ожидается, что отклонение произойдет до того, как контроллер сможет дать какой-либо ответ. Следовательно, результирующий выходной сигнал будет недостаточным, для быстрого изменения и настройки параметров. Учитывая вышеописанное, этот метод может быть использован в ситуациях, которые не требуют высокой точности.

В пропорциональном управлении реакция системы подается пропорционально тому, насколько далеко от заданного находится измеренное значение.

В интегральном управлении реакция системы подается пропорционально времени, за которое переменная отклонилась от ее заданного значения. Если ошибка обратной связи мала, но она занимает некоторое время, интегральное управление вызывает увеличение скорости реакции. Интегральное управление обычно используется совместно с пропорциональным, чтобы обеспечить двойной метод возврата отклоненного состояния к заданной точке, генерируя отклик, как ответ на степень отклонения, так и на величину времени, в течение которого произошло отклонение. Если скорость изменения измеренной переменной является быстрой, управление может использоваться с пропорциональным и интегральным вычислением, чтобы сократить время, необходимое для исправления отклонения управления, однако это редко требуется для тепличного оборудования из-за различных запаздываний процессов.

Шаговое управление используется для распределения управляющих воздействий в несколько незаметных шагов. В тропической оранжерее, например, желательнее обеспечить более чем одну ступень вентиляции, используя несколько вентиляторов, так что, если температура повышается выше точки комфорта, например, 23°C , контроллер запускает первый вентилятор. На втором этапе, если температура выше 25°C , соответственно запускается другой вентилятор и т. д.

Также существуют самонастраивающиеся контроллеры, где внутренние параметры настраиваются для минимизации ошибок в управляемой системе и максимальной эффективности. Этот метод обычно используется в сочетании с искусственным интеллектом, таким как нечеткая логика и генетический алгоритм.

Основные параметры тропической оранжереи.

Наиболее существенными переменными в тепличной среде, которые влияют на жизнь растения, являются свет, температура (температура воздуха и корневой зоны), влажность воздуха и прикорневой зоны.

В тепличном состоянии воздух вокруг растений слишком жаркий и влажный, транспирация на поверхности листа неэффективна, а корневая и стеблевая системы не смогут обеспечить достаточную воду для листьев. Поэтому для снижения влияния этих негативных воздействий требуется система охлаждения. Следует учесть, что при парниковых затенениях количество солнечной радиации и интенсивность света, достигающих растений, ограничены, создавая разницу между температурой воздуха внутри и вне теплицы. Затенение также значительно снижает температуру поверхности листа.

Как естественная, так и механическая вентиляция может использоваться в тропической оранжерее как метод снижения температуры воздуха, только если температура наружного воздуха меньше, чем внутри. Вентиляция также контролирует влажность, которая имеет решающее значение для тропической оранжереи, а именно, потребления растениями питательных веществ и воды, снижения риска заболеваний и улучшения роста растений.

Естественная вентиляция происходит при нормальном движении воздуха из-за разницы давления или температуры между пространством внутри и снаружи помещения.

Механическая вентиляция - это контролируемый обмен окружающего растения воздуха с кондиционированной атмосферой в теплице. Следовательно, вентиляция изменяет температуру и содержание CO₂, которые необходимы для хорошего роста любых культур. Если относительная влажность наружного воздуха меньше, чем внутреннего, что наблюдается в тропической оранжерее, вентиляция удаляет влажный воздух изнутри и заменяет его сухим наружным воздухом. К основным типам механической вентиляции можно отнести вытяжную и вентиляцию с рециркуляцией воздуха.

Принцип действия механизма вытяжной вентиляции заключается в следующем: в теплице устанавливается реле, и при повышении температуры оно срабатывает и запускает вытяжной вентилятор. Он будет создавать небольшое разрежение, и высасывать из сооружения нагретый воздух, а на его место будет поступать свежий, через естественные неплотности в конструкции или же естественную вентиляцию.

При использовании вытяжного способа вентиляции целесообразно также предусмотреть приточную вентиляцию. В таком случае вентилятор будет загонять в сооружение прохладный воздух и намного быстрее понижать температуру и влажность в оранжерее.

Еще одним из эффективных способов вентиляции является рециркуляция воздуха. Правильный выбор рециркуляции уменьшает случаи болезней и улучшает активность растения. Воздух, циркулирующий в оранжерее, проходит к полу, создавая постоянный оптимальный воздушный ток. В результате этого для растений создается оптимальный климат, и в то же время растения находятся на безопасном расстоянии от вентиляторов.

В теплицах преимущественно используются несколько технологий увлажнения: прямое испарительное охлаждение и системы туманообразования.

Прямые испарительные охладители представляют собой устройство, использующее парокомпрессионный цикл или цикл абсорбционного охлаждения. В его основе лежит использование большой удельной теплоты испарения воды. Температура сухого воздуха может быть существенно снижена с помощью фазового перехода жидкой воды в пар, и этот процесс требует значительно меньше энергии, чем компрессионное охлаждение. В очень сухом климате испарительное охлаждение имеет также то преимущество, что при кондиционировании воздуха увеличивает его влажность, что является важным аспектом тропической оранжереи. Недостатком такого способа, является то что устройство требует постоянного источника воды, и в процессе эксплуатации постоянно её потребляет.

Системы туманообразования осуществляют распыление воды через форсунки, к которым подводятся по отдельным трубопроводам вода и сжатый воздух. Вода распыляется в виде мельчайших капель диаметром 6,8 микрон, легко абсорбируемых воздухом. К недостаткам данного типа увлажнителей относится сравнительно большая длина свободного пробега образуемых мельчайших капель воды, распространяющих поток сжатого воздуха, совпадающий по направлению с потоком распыляемой воды. Кроме того, данный тип увлажнителей требует наличия на объекте существующей системы сжатого воздуха, либо установки компрессора, способного выдавать необходимый напор и производительность.

Перечень ссылок

1. Кошкин, Д. Исследование динамических характеристик системы управления микроклиматом теплицы / Д. Кошкин. – Николаев : Motrol, 2011. – 189 с.
2. Witrant, E Mining ventilation control [Электронный ресурс] / E. Witrant. – Режим доступа: http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/~e.witrant/classes/13_MVC_Sogamoso.pdf
3. Тушбулатов, А. Система автоматизированного управления теплицей / А. Тушбулатов, А. Эрматов. – 1989. – 624 с.