

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕПЛИЦ

Назаренко І. П., Діордієв В. Т., Діордієв О. О., Кашкар'єв А. О.

Таврический государственный агротехнологический университет (г. Мелитополь)

Предложен электротехнологический комплекс для охлаждения теплиц на основе центробежного генератора электроаэрозоля.

Постановка проблемы. Сегодня тепличное хозяйство Украины требует внедрения высоких технологий. Что позволит снизить потери энергетических ресурсов и повысить эффективность технологического процесса [3]. Одной из таких технологий является туманообразование в теплицах:

- использование туманообразователей для полива растений и саженцев;
- охлаждения теплиц, эффективность туманообразователя повышается с использованием вентиляции;
- управление влажностью, так как есть периоды роста растения, во время которых необходимо увеличить процент влажности среды;
- управление тепловой инерцией теплицы

Также туманообразующие системы нашли в Украине своё применение для выращивания грибов. Системы успешно справляются с регулировкой температуры и относительной влажности помещений.

Анализ последних исследований и публикаций. На данный момент чаще всего используют пластиковые форсунки и фитинги для туманообразователя в теплицах, но это больше связано с размерами самой теплицы (в больших теплицах ставят более 1 системы или уже используют изделия из металла, которые способны выдержать большее давление в системе) и себестоимостью оборудования. Очень важно правильно подобрать форсунки нужного диаметра, чтобы не залить растения в теплице и при этом добиться охлаждения с незначительным поливом.

В комплект базового тепличного туманообразователя входит (рис. 1) [3]: туман-машина, насос с двигателем и таймером, латунные форсунки из нержавеющей стали с системой антикапля, пластиковые фитинги (включая стартовый и концевой), латунь, труба, многофункциональный таймер, шланг подачи.

В теплицах особую роль играет фильтрация воды. Нужно понимать, что качество воды сказывается на эксплуатационных свойствах насоса. Для надежной работы туман машины выбор системы фильтрации воды для туманообразователя важен.

Данные системы очень гибкие в проектировании и монтаже, систему туманообразования можно спроектировать и установить практически на любом объекте, и если начальные условия со временем меняются, система может легко трансформироваться под новые условия, при необходимости туманообразующие конструкции и оборудование можно легко демонтировать и перенести в другое место установки. В системе не используются хладагенты типа аммиака или фреона, их заменила обычная вода, таким образом, чем чище воду мы подадим, тем экологичнее систему мы получим на выходе. Основные недостатки связаны

с эксплуатацией и требованиями к качеству воды, крепости линий связи и состоянию насоса.

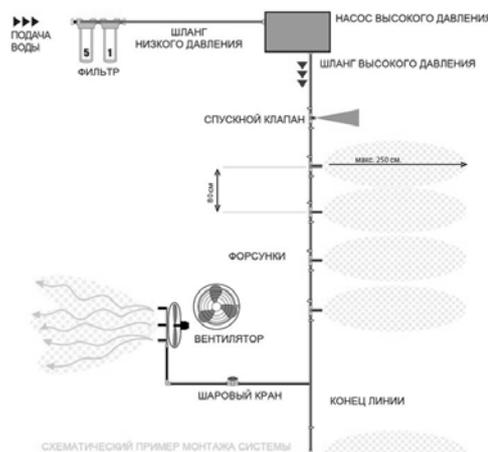


Рисунок 1 – Базовая схема туманообразователя

Постановка задания. Рассмотреть способ туманообразования с помощью центробежных генераторов электроаэрозоля.

Основные материалы исследования. Как и в большинстве охлаждающих систем, в принципе действия системы туманообразования лежит процесс испарения жидкости (в данном случае воды), т.е. при испарении вода переходит из жидкого состояния в газообразное, при этом из окружающего пространства отбирается необходимое для нагрева ($4,18 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$) и испарения ($2,256 \text{ кДж}/\text{кг}$) количество тепловой энергии - понижается температура окружающей среды. Но поскольку у воды одно из самых высоких в природе значений коэффициента теплоемкости фазового перехода, для оптимальной работы системы рекомендовано измельчать воду до размера капли от 3 до 7 микрон [4], в результате чего достигается эффект быстрого испарения и повышается эффективность работы системы. Процесс испарения воды, лежащий в принципе работы систем туманообразования, сильно зависит от температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха, давления окружающей среды, т.е. чем суше и жарче тем выше эффективность системы. Туманообразующие системы увлажняют пересушенный жаркий воздух, снижают его температуру и запыленность. Таким образом, системы туманообразования нужно рассматривать не как обычную систему охлаждения, а в большей степени как систему создания и поддержания комфортного микроклимата.

Предел испарения влаги в теплице ограничивается точкой росы при данной температуре – влажность воздуха 100% [1]. Необходимую массу распыливаемой жидкости можно определить по выражению:

$$m_g = \Delta d \cdot V_g \frac{346}{273 + t_g} \cdot \frac{p}{99,3}, \quad (1)$$

где Δd – разность влагосодержания воздуха, кг/кг;
 p – атмосферное давление, кПа;
 t_g – температура воздуха, °С;
 V_g – объем воздуха, м³.

Простейший случай испарения сферической капли [1], неподвижной по отношению к бесконечно протяженной однородной среде рассмотрел Максвелл Д.

$$I = 4\pi \cdot r \cdot D \frac{M}{RT} (\rho_{нас} - \rho_{\infty}), \quad (2)$$

где D – коэффициент взаимной диффузии паров вещества и молекул среды, м²/с;
 M – молярная масса испаряющегося вещества в газообразном состоянии, кг/моль;
 r – радиус капли, м;
 R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);
 T – температура диффундирующего газа, К;
 $\rho_{нас}$ – плотность насыщенного пара над поверхностью капли, кг/м³;
 ρ_{∞} – плотность пара на бесконечно большом расстоянии от капли, кг/м³.

Уменьшение радиуса одиночной капли в процессе испарения описывается формулой Максвелла

$$r^2 = r_0^2 - \frac{2D}{\rho_{ж}} (c_0 - c_{\infty}) t_{исп} \rightarrow 0, \quad (3)$$

где r_0 – начальный радиус капли, м;
 c_0 – концентрация насыщенного пара у поверхности капли, кг/м³;
 $\rho_{ж}$ – концентрация пара в окружающей среде, кг/м³.

В работах Лекомцева П. Л. было рассмотрено увлажнение воздуха и получены характеристики испарения капель в зависимости от расстояния от центрального генератора электроаэрозоля (рис. 2) [1]. Представленные характеристики показывают возможность управляемого охлаждения теплицы.

Выводы. Предложена технология управляемого охлаждения теплицы, которая менее требовательна к качеству воды.

За счет использования электротехнологий возможно увеличить эффективность охлаждения.

Представленные формулы и закономерности являются основой для обоснования режима работы электротехнологического комплекса в теплице.

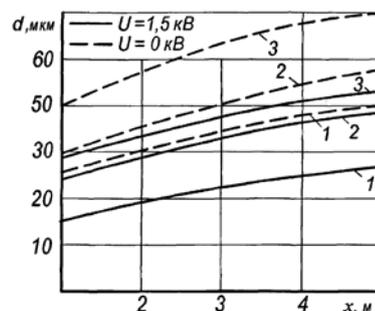


Рисунок 2 – Зависимость диаметра d капли для увлажнения воздуха от расстояния до генератора аэрозоля x : 1 – $t_g=15^\circ\text{C}$; 2 – $t_g=20^\circ\text{C}$; 3 – $t_g=25^\circ\text{C}$

Дальнейшие исследования будут направлены на формализацию системы автоматического управления и определения режимов работы в условиях динамически изменяющихся температурных полей.

Список использованных источников

1. Лекомцев П. Л. Электроаэрозольные технологии в сельском хозяйственном производстве: дис. ... доктора техн. наук : 05.20.02 / Лекомцев Петр Леонидович. – М., 2006. – 314 с.
2. Новіков Г. В. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи електротехнологічного комплексу аерозольної обробки насіння зернових: дис. ... кандидата техн. наук: 05.09.03 / Новіков Геннадій Володимирович. – Мелітополь. – 2016. – 185 с.
3. Официальный сайт компании Rain&Fog. Туманообразование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.poliv-tuman.com.ua/904-2/>
4. Система туманообразования для теплиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fogfresh.com.ua/agriculture.htm>

Анотація

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЕПЛИЦЬ ПРИВАТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Назаренко І. П., Діордієв В. Т., Діордієв О. О.,
Кашкарьов А. О.

Запропоновано електротехнологічний комплекс для охолодження теплиць на основі відцентрового генератора електроаерозолю.

Abstract

ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEX FOR COOLING GREENHOUSE

I. Nazarenko, V. Diordiev, A. Diordiev, O. Kashkarov

Electrotechnological is provided complex for cooling greenhouses based on a centrifugal aerosol generator, which is charged in the electric field.