

Кашкарёв А.А., к.т.н., доцент, Диордиев А.А., аспирант
Таврический государственный агротехнологический
университет, г. Мелитополь, Украина

УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ В ТЕПЛИЦЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: Аэрозоль, теплица, микроклимат, температура

Аннотация. Предложен электротехнологический комплекс для охлаждения каркасных теплиц. Принцип действия основан на работе центробежного генератора электроаэрозоля. Обозначены задачи дальнейших исследований.

Сегодня тепличное хозяйство малых предприятий и домохозяйств требует внедрения современных технологий, которые позволят снизить потери энергетических ресурсов и повысить эффективность технологического процесса [3]. Одной из таких технологий является туманообразование в теплицах, которое используется для полива растений и саженцев, охлаждения теплиц, управление тепловой инерцией теплиц.

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 ($4,18 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$) 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 мкм [4], в результате чего достигается эффект быстрого испарения и повышается эффективность работы системы. Предел испарения влаги в теплице ограничивается точкой росы при данной температуре – влажность воздуха 100% [1].

Необходимую массу распыливаемой жидкости можно определить по выражению

$$m_e = \Delta d \cdot V_e \frac{346}{273 + t_e} \cdot \frac{p}{99,3}, \quad (1)$$

где Δd – разность влагосодержания воздуха, кг/кг;

p – атмосферное давление, кПа;

t_e – температура воздуха, °С;

V_e – 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 каплей, кг/м³;

ρ_{∞} – плотность пара на бесконечно большом расстоянии от капли, кг/м³.

Уменьшение радиуса одиночной капли в процессе испарения описывается формулой Максвелла

$$r^2 = r_0^2 - \frac{2D}{\rho_{ж}} (\rho_0 - \rho_{\infty}) t_{исп} \rightarrow 0, \quad (3)$$

где r_0 – начальный радиус капли, м;

ρ_0 – концентрация пара у поверхности капли, кг/м³;

ρ_{∞} – 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 центробежного генератора электроаэрозоля (рис. 2) [1]. Представленные характеристики показывают возможность управляемого охлаждения теплицы.

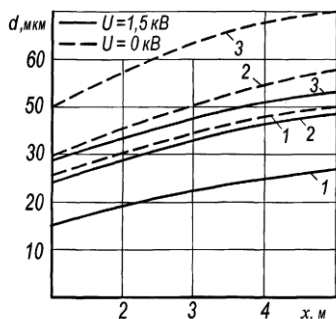


Рис. 2. Зависимость диаметра d капли для увлажнения воздуха от расстояния до генератора аэрозоля x : 1 – $t_b=15^\circ\text{C}$; 2 – $t_b=20^\circ\text{C}$; 3 – $t_b=25^\circ\text{C}$;

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

За счет использования электротехнологий возможно увеличить эффективность охлаждения.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекомцев П. Л. Электроаэрозольные технологии в сельском хозяйственном производстве [Текст]: 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 [Текст]: 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>