

уменьшении $\frac{\delta}{\lambda}$. На основе этого был проведен анализ эффективности отопления сооружений с теплоаккумулирующей стенкой из материала с различной теплопроводностью, но с одинаковой плотностью и теплоемкостью. В этом случае для соблюдения подобия или условия одинакового запаздывания тепловой волны, чтобы максимум повышения температуры внутренней поверхности теплоаккумулирующей стенки приходился на определенное время суток, необходимо соблюдать равенство безразмерного времени или критерия Фурье. Это требование относится к долгосрочным усредненным значениям при изменении температуры в стенке в течение суток.

В заключение можно сделать вывод, что, оказывается, выгодно использовать для теплоаккумулирующей стенки более теплопроводный материал. В этом случае уменьшается внешний коэффициент теплопередачи и средняя температура наружной поверхности стенки, что снижает потери в окружающую среду. Здесь, мы рассмотрели один из вариантов использования солнечной энергии для использования в системах теплоснабжения зданий и сооружений. В перспективе при обогреве сельскохозяйственных сооружений органическое топливо может быть заменено нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии.

Литература

1. Авезов, Р. Р. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения / Р. Р. Авезов, А. Ю. Орлов. – Ташкент : Фан. – 1988. – 288 с.
2. Авезова, Н. Р., Садыков, Ж. Д. // Гелиотехника. – 2012. – № 1. – С. 47–53.
3. Андерсон, Б. Солнечная энергия (основы строительного проектирования) / Б. Андерсон. – М. : Стройиздат, 1982. – 376 с.
4. Васильев, Л. Л. Теплофизические свойства плохих проводников тепла / Л. Л. Васильев, Ю. Е. Фрайман. – Минск : Наука и техника, 1967. – 176 с.
5. Даффи, Дж. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. А. Даффи, У. А. Бекман. – М. : Мир. 1977. – 420 с.
6. Садыков, Ж. Д., Ким, В. Д., Садыков, Ж. Ж. // Гелиотехника. – 2003. – № 3. – С. 57–61.

УДК 662.997

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫМ РЕЖИМОМ ГЕЛИОТЕПЛИЦЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРА

И. М. Файзуллаев, С. М. Шамуратова

*Каршинский инженерно-экономический институт
Республика Узбекистан*

Научные руководители: Т. А. Файзиев, Ж. Д. Садыков

На основе аналитического способа разработана математическая модель процесса тепло-и массообмена в гелиотеплицах-сушилках в режиме теплиц. Показана возможность аппроксимации сложных передаточных функций более простыми, удобными для практических целей. Полученная система дифференциальных уравнений вполне описывает теплообменные процессы в гелиотеплице и аккумуляторах тепла. Время запаздывания регулируемой величины в аккумуляторах тепла из-за незначительности по сравнению с временем переходных процессов не учитывается.

Ключевые слова: солнечная установка, температура, математическая модель, тепло-и массообмен, аккумулятор тепла.

AUTOMATIC CONTROL OF THE TEMPERATURE AND HUMIDITY REGIME OF THE SOLAR GREENHOUSE USING A HEAT ACCUMULATOR

I. M. Faizullaev, S. M. Shamuratova

Karshi Institute of Engineering and Economics, Republic of Uzbekistan

Science supervisors: T. A. Faiziev, J. D. Sadikov

Based on the analytical method, a mathematical model of the heat and mass transfer process in solar heat dryers in the greenhouse mode has been developed. The possibility of approximating complex transfer functions by simpler, convenient for practical purposes is shown. The resulting system of differential equations fully describes the heat exchange processes in the solar cell and heat accumulators. The delay time of the adjustable value in heat accumulators is not taken into account due to its insignificance compared to the time of transients.

Keywords: solar installation, temperature, mathematical model, heat and mass transfer, heat accumulator.

В настоящее время применение новых инновационных технологий и методов создает возможность для поиска оптимальных условий проектирования сложных теплотехнических объектов и процессов. Создание и реализация эффективных систем автоматического управления и регулирования динамической характеристики гелиотеплицы требуют решения вопроса разработки математической модели процесса тепло- и массообмена, происходящего в сооружении как объекта автоматического управления. Несмотря на существенное развитие методов моделирования и управления сложными теплотехническими объектами, к настоящему времени они не нашли широкого применения. Известно, что гелиотеплица является сложным объектом с распределенными параметрами, в котором одновременно протекают теплообменные и массообменные процессы [1].

Определение динамических характеристик объекта может быть достигнуто либо экспериментальным, либо аналитическим методом. В данной работе выбрали аналитический метод. Аналитический метод позволяет получить динамические характеристики разработанной, но еще не построенной гелиотеплицы, а поэтому можно конструировать регулятор микроклимата одновременно с проектированием сооружения.

Динамические характеристики гелиотеплиц будем находить в форме передаточных функций. Подобная задача впервые применительно к гелиотеплице была решена в [2]. Однако в этой работе во-первых, не учитывается такой важный параметр микроклимата как влажность, во-вторых для упрощения вывода и понижения порядка степени дифференциального уравнения, описывающего теплообменные процессы гелиотеплицы, рассматривается как двухемкостный объект регулирования температуры.

Для температурного режима получим процессы изменения температуры, не зависящие друг от друга, для которых находятся передаточные функции. Во многих практических расчетах энергетического режима гелиотеплиц теплоаккумулирующими способностями светопрозрачного ограждения пренебрегают из-за его незначительности по сравнению с другими емкостями сооружения. Поэтому при составлении дифференциального уравнения гелиотеплицы в целом составляем уравнения теплообмена. При этом учитываем следующие факторы: поступление тепла за счет радиации; тепловыделение почвы; теплотери через светопрозрачные ограждения; теплотери с рециркулируемым воздухом; затраты тепла на испарение влаги с почвы и растительности.

Передаточная функция температуры по каналу регулирования:

$$W_{\theta_F}(P) = \frac{\tau_{21}^6 P^6 + \tau_{22}^5 P^5 + \tau_{23}^4 P^4 + \tau_{24}^3 P^3 + \tau_{25}^2 P^2 + \tau_{26} P + K_{0P}}{T_{01}^7 P^7 + T_{02}^6 P^6 + T_{03}^5 P^5 + T_{04}^4 P^4 + T_{05}^3 P^3 + T_{06}^2 P^2 + T_{07} P + K_C}. \quad (1)$$

Передаточная функция температуры по каналу наружной температуры на входе – температура внутреннего воздуха на выходе:

$$W_{\theta_H}(P) = \frac{\tau_{01}^6 P^6 + \tau_{02}^5 P^5 + \tau_{03}^4 P^4 + \tau_{04}^3 P^3 + \tau_{05}^2 P^2 + \tau_{06} P + K_{H1}}{T_{01}^7 P^7 + T_{02}^6 P^6 + T_{03}^5 P^5 + T_{04}^4 P^4 + T_{05}^3 P^3 + T_{06}^2 P^2 + T_{07} P + K_C}. \quad (2)$$

Передаточная функция температуры по каналу солнечной радиации на входе – температура внутреннего воздуха на выходе:

$$W_q(P) = \frac{\tau_{11}^6 P^6 + \tau_{12}^5 P^5 + \tau_{13}^4 P^4 + \tau_{14}^3 P^3 + \tau_{15}^2 P^2 + \tau_{16} P + K_q}{T_{01}^7 P^7 + T_{02}^6 P^6 + T_{03}^5 P^5 + T_{04}^4 P^4 + T_{05}^3 P^3 + T_{06}^2 P^2 + T_{07} P + K_C}, \quad (3)$$

где $T_{01}, T_{02}, T_{03}, T_{04}, T_{05}, T_{06}, T_{07}, K_C, \tau_{01}, \tau_{02}, \tau_{03}, \tau_{04}, \tau_{05}, \tau_{06}, \tau_{11}, \tau_{12}, \tau_{13}, \tau_{14}, \tau_{15}, \tau_{16}, K_q, \tau_{22}, \tau_{23}, \tau_{24}, \tau_{25}$ и τ_{26} определяются однозначно через теплофизические и конструктивные параметры воздуха сооружения и аккумуляторов тепла. Аналитические выражения для их определения приведены в работах [1, 2].

Полученные передаточные функции по каналам управления и возмущения в инженерном отношении являются громоздкими для использования практических целей. Поэтому по результатам экспериментальных разгонных характеристик объекта управления передаточные функции по основным и перекрестным каналам аппроксимировали следующими передаточными функциями используя методы, приведенные в работе [2, 3]:

$$W_{11}(p) = W_{\theta_F}(P) = \frac{T_2 P + 1}{T_0^2 P^2 + T_1 P + 1}; \quad (4)$$

$$W_{22}(p) = W_{X_F}(P) = \frac{\alpha(1 - T_3 P)}{T_0^2 P^2 + T_1 P + 1}; \quad (5)$$

$$W_{21}(p) = \frac{b_1}{(C_1 P + 1)(C_2 P + 1)}; \quad (6)$$

$$W_{12}(p) = \frac{b_2}{(T_0^2 P^2 + T_1 P + 1)}. \quad (7)$$

Для конкретной [2] гелиотеплицы получены следующие значения коэффициентов передаточных функций:

$$T_0^2 = 151; T_1 = 10,22; T_2 = 4,37; \alpha = 1,54; T_{01}^2 = 1152; T_{11} = 108; T_3 = 141,6; \\ b_1 = 0,5; C_1 = 96; C_2 = 12; b_2 = 1,54; T_0^2 = 151; T_{12} = 29,52.$$

Данный метод позволяет получить динамические характеристики при проектировании и автоматическом регулировании гелиотеплицы, а также является важным преимуществом при практическом использовании.

Л и т р а т у р а

1. Байрамов, Р. Б. Микроклимат теплиц на солнечном обогреве / Р. Б. Байрамов, Л. Б. Рыбакова. – Ашхабад, 1983. – 85 с.
2. Хайриддинов, Б. Э. Математическая модель блочной гелиотеплицы-сушилки с подпочвенным аккумулятором тепла / Б. Э. Хайриддинов, С. М. Исаев, М. У. Аширбаев // Гелиотехника. – 1990. – № 5. – С. 80–83.
3. Симою, М. П. Определение коэффициентов передаточных функций линеаризованных звеньев систем регулирования / М. П. Симою // Автоматика и телемеханика. – 1957. – № 6.

УДК 621.315/.316

**ВНЕДРЕНИЕ РЕКЛОУЗЕРА НА ОТХОДЯЩУЮ
ЛИНИЮ ВЛ №1897 ПОДСТАНЦИИ «БАРДИНО»**

С. С. Хазанов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. Н. Савкова

Окупаемость внедрения реклоузеров в линии электропередачи 10 кВ – проблема современной энергетики. В данном примере поднята тема окупаемости реклоузера при разных количествах отключений линии электропередачи.

Ключевые слова: реклоузер, чистый дисконтированный доход, линия электропередачи, количество отключений линии электропередачи.

**IMPLEMENTATION OF A RECLOSER ON THE OUTPUT
LINE OF OHL №1897 OF THE «BARDINO» SUBSTATION**

S. S. Khazanov

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Science supervisor T. N. Savkova

The payback of implementing reclosers in 10 kV power lines is a problem of modern energy, this report raises the topic of the payback of a recloser with different numbers of power line outages.

Keywords: recloser, net present value, power line, number of disconnected power lines.

Реклоузер – это надежное и довольно простое в эксплуатации устройство, позволяющее отключать токи короткого замыкания за минимальное время, при этом за такое же время восстанавливать электроснабжение на не поврежденных участках.

Основной экономический эффект от применения децентрализованной автоматизации распределительной сети на базе реклоузеров – снижение ущерба сетевой компании от недоотпуска электроэнергии потребителям. К техническому эффекту следует отнести снижения простоя установленной мощности трансформаторов и повышение надежности электроснабжения потребителей.