

УДК 621.311

ИМИТАЦИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ CONTROL BUILDER F БЛОК «SC1_SIM»

И.Н. Волошин, А.Х. Тлеуов

Казахский агротехнический университет, г. Астана

Автоматизация систем автономного энерго-, теплоснабжения позволяет повысить точность поддержания технологических параметров на объекте управления, получить дополнительную экономию энергетических ресурсов, снизить эксплуатационные расходы, повысить теплопроизводительность системы. В ряде случаев она создает возможность для перевода рассматриваемых систем на работу в часы льготного тарифа электроэнергии, позволяет существенно снизить расходы на отопление и охлаждение помещений за счет рационального управления режимами аккумулирования тепла (холода), сокращения потерь энергии в окружающую среду и др.

Задачи автоматического управления системами солнечного теплоснабжения в общем виде можно сформулировать следующим образом:

–независимо от режима радиационных теплопоступлений должны поддерживаться требуемые значения регулируемых параметров (температуры воздуха в помещении, температура воды в системе горячего водоснабжения др.) на объекте теплопотребления;

–энергетические потери при преобразовании лучистой энергии в тепловую, при транспорте, и хранении произведенного тепла должны быть минимальными;

–работу гелиосистем необходимо организовывать таким образом, чтобы затраты топливно – энергетических ресурсов при производстве теплоты дублирующим источником, а также ущерб от загрязнения окружающей среды были сведены к минимуму;

–должна быть обеспечена защита солнечных коллекторов, а также других элементов гелиосистем от замерзания, перегрева и механических повреждений.

Свойства технологического процесса в системе автономного энерго-, теплоснабжения характеризуется такими физическими величинами, как давление, уровень, расход и температура теплоносителя. Параметры делятся на качественные (уровень или объем жидкости для гидравлической емкости, её давление, температура и т.д.) и количественные (приток теплоносителя в резервуар, расход теплоносителя). Параметры находятся в тесной функциональной связи и, изменяя один из них, можно управлять изменением второго. В общем виде в задачу управления технологическим процессом системы входит управление всеми простыми единичными цепями этого процесса и связывание их между собой.

Многообразные динамические воздействия на процессы, протекающих в автоматизируемых объектах системы, вызывается сравнительно небольшим числом фактором: непрерывных и дискретных. К первым относятся изменение давления, расхода, уровня, количества теплоты и т.д.; ко вторым – состояние исполнительных механизмов и оборудования.

Приведенные особенности работы систем показывает, что для оптимального управления недостаточно наличия квалифицированного обслуживающего персонала, а необходимо использование современных средств автоматического контроля и управления и имитирования.

Таким образом, одним из важных вопросов в области внедрения автоматики в системы автономного энерго-, теплоснабжения является моделирование процессов протекающих в данных системах с тем, чтобы выработать оптимальные решения для реализации задач управления.

Основным элементом системы автономного энерго-, теплоснабжения является солнечная нагревательная система – солнечный коллектор (приемник), в котором происходит поглощение солнечного излучения и передача энергии жидкости. Самые простые приемники содержат весь объем жидкости, которую необходимо нагреть. Приемники более сложной конструкции нагревают за определенное время только небольшое количество жидкости, которая, как правило, затем накапливается в отдельном резервуаре (баке - аккумуляторе).

Поток лучистой энергии $Q_{нов}$, Вт, поглощаемой поверхностью приемника, составляет

$$Q_{нов} = \tau_{нов} \alpha AKCЭ HT, \quad (1)$$

где $\tau_{нов}$ – коэффициент пропускания солнечного излучения коллектором;

α - поглощательная способность пластины коллектора по отношению к солнечному излучению;

A – площадь освещаемой поверхности коллектора, м²;

HT – дневной приход суммарной радиации на наклонную поверхность (облученность поверхности солнечного коллектора), Вт/м².

В процессе поглощения энергии, температура поверхности приемника повышается и становится существенно выше температуры окружающего воздуха. Это приводит к возникновению обратного теплового потока в окружающую среду, который можно определить

$$Q_{нов} = AKCЭ (T_i - T_a) / Rn \quad (2)$$

где T_i – температура приемной поверхности коллектора, К;

T_a – температура окружающего воздуха, К;

Rn – термическое сопротивление приемной поверхности коллектора, для типичных коллекторов.

Уравнение солнечного коллектора тогда можно представить:

$$Q_{КСЭ} = A_{КСЭ} [\tau_{нов} \alpha AKCЭ HT - (T_i - T_a) / Rn], \quad (3)$$

Однако не вся энергия, получаемая коллектором, передается воде, а только ее часть, характеризуемая коэффициентом перехода FR солнечной энергии, показывающим долю теплового потока $Q_{КСЭ}$, передаваемого жидкости,

$$Q_{ж} = FR Q_{КСЭ}, \quad (4)$$

Количество же тепла, требуемого для нагрева жидкости на определенную разницу температур $Q_{ж}$, Вт можно записать в виде:

$$Q_{ж} = L_{\rho c} (T_o - T_i), \quad (5)$$

где; T_o – конечная температура воды, К;
 T_i – начальная температура воды, К;
 ρ – плотность воды, равная 1000 кг/м³;
 c – теплоемкость воды, равная 4200 Дж/кг К;
 L – объемный расход воды, м³/с.

Исходя из вышеперечисленного уравнение теплового баланса коллектора можно записать в виде:

$$\begin{aligned} F_{R} A_{КСЭ} (\tau_{нов} \alpha HT - (T_i - T_a) / Rn) &= L\rho c (T_o - T_i); \\ F_{R} A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) HT - (T_i - T_a) / Rn) &= L\rho c (T_o - T_i); \\ F_{R} A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) HT - U_L (T_i - T_a)) &= L\rho c (T_o - T_i), \end{aligned} \quad (6)$$

где; $(\tau_{нов} \alpha)$ – оптический КПД коллектора;
 U_L – полный коэффициент тепловых потерь коллектора, Вт/м²·С⁰

Из уравнения баланса солнечного коллектора определяются все основные характеристики.

Вычислим среднемесячную удельную теплопроизводительность КСЭ для условий ясного неба:

$$Q_{КСЭ(ясн)} = F_{R} A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) H_{T(ясн)} - U_L (T_i - T_a)), \quad (7)$$

среднемесячную удельную теплопроизводительность КСЭ для условий средней облачности:

$$Q_{КСЭ(ср.обл.)} = F_{R} A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) H_{T(ясн)} - U_L (T_i - T_a)), \quad (8)$$

Определим формулу расхода жидкости (L) через тепловой коллектор по формуле теплового баланса коллектора (1.6):

$$\begin{aligned} F_{R} A_{КСЭ} ((\tau_{нов} \alpha) H_T - U_L (T_i - T_a)) &= L\rho c (T_o - T_i), \\ Q_{КСЭ(ср.обл.)} &= L\rho c (T_o - T_i), \\ Q_{КСЭ(ср.обл.)} &= L\rho c \cdot T_o - L\rho c \cdot T_i, \\ -L\rho c \cdot T_o &= L\rho c \cdot T_i - Q_{КСЭ(ср.обл.)}, \\ -T_o &= T_i - \frac{Q_{\hat{E}\hat{N}\hat{Y}(\hat{n}\hat{o}.i\hat{a}\hat{e})}}{L\rho c}, \quad T_o = T_i + \frac{F_{R} A_{\hat{E}\hat{N}\hat{Y}}((\tau_{i\hat{a}}\alpha)\hat{I}_{\hat{o}} - U_L(T_i - T_a))}{L\rho c}, \\ T_o &= T_i + \frac{F_{R} A_{\hat{E}\hat{N}\hat{Y}}((\tau_{i\hat{a}}\alpha)\hat{I}_{\hat{o}} - U_L(T_i - T_a))}{L\rho c}, \end{aligned} \quad (9)$$

В случае отсутствия расхода теплоносителя через коллектор, его состояние будет характеризоваться как **равновесное**, а температура в тепловом коллекторе будет иметь равновесное значение T_r . Знание этой температуры имеет важное значение практическое значение как при конструировании СВН, так и при проектировании солнечных устано-

вок, так как, с одной стороны, определяет требуемые пределы термостойкости тепловой изоляции, с другой - возможные термические деформации СВН.

Определим переменные используемые в блоке симуляции солнечного коллектора «SC1_SIM»

H_t – дневной приход суммарной радиации на наклонную поверхность (облученность поверхности солнечного коллектора), МДж;

T_i – температура приемной поверхности коллектора, $^{\circ}\text{C}$;

T_a – температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$L1$ – объемный расход жидкости через коллектор, $\text{м}^3/\text{с}$;

$L2$ – объемный расход жидкости через коллектор, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q – среднемесячная удельная теплопроизводительность КСЭ для условий средней облачности или ясных условий облачности;

T_o – температура жидкости на выходе солнечного коллектора КСЭ, $^{\circ}\text{C}$;

F_r – коэффициент отвода тепла из коллектора;

A – площадь поглощающей панели КСЭ, м^2 ;

τ_a – оптический КПД коллектора;

U_L – полный коэффициент тепловых потерь коллектора, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$;

ρ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – теплоемкость жидкости, $\text{Дж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

На основании формул:

$$Q_{\text{КСЭ(ясн)}} = F_R A_{\text{КСЭ}} ((\tau_{\text{нов}} \alpha) H_{T(\text{ясн})} - U_L (T_i - T_a)), \quad (10)$$

$$Q_{\text{КСЭ(ср.обл.)}} = F_R A_{\text{КСЭ}} ((\tau_{\text{нов}} \alpha) H_{T(\text{ясн})} - U_L (T_i - T_a)), \quad (11)$$

$$T_o = T_i + \frac{F_R A_{\text{КСЭ}} ((\tau_{\text{нов}} \alpha) H_{T(\text{ясн})} - U_L (T_i - T_a))}{L \rho c}, \quad (12)$$

Построим алгоритм расчета данной формулы на языке FBD как показано на рисунке Рисунок 1.1

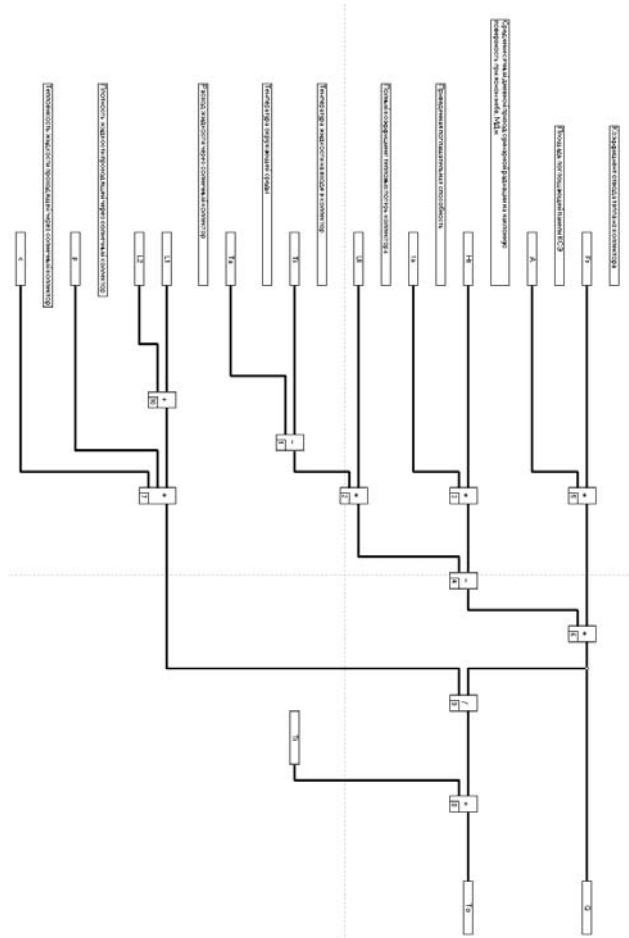


Рисунок 1.1

Вид функционального пользовательского блока имитации работы солнечного коллектора «SC1_SIM» после преобразования имеет вид показанный на рисунке 1.3. Данный блок имеет пять аналоговых входа и два аналоговых выхода, обозначение которых представлено в таблице 1.1

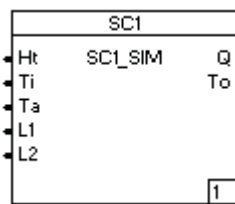


Рисунок 1.2

Таблица 1.1

№	Вход	Обозначение	Выход	Обозначение
1	Ht	Дневной приход суммарной радиации МДж;	Q	Среднемесячная удельная теплопроизводительность КСЭ, Вт;
2	Ti	Температура приемной поверхности коллектора, С°;		
3	Ta	Температура окружающего воздуха, С°;	To	Температура жидкости на выходе солнечного коллектора КСЭ, С°;
4	L1	Объемный расход жидкости через коллектор, м³/с;		
5	L2	Объемный расход жидкости через коллектор, м³/с;		

Функциональный блок «SC1_SIM» показанный на рисунке 1.2 позволяет имитировать работу солнечных коллекторов различных типов, в среде «Control Builder F», с учетом расхода воды через солнечный коллектор. Данный блок входит состав комплекса имитации работы систем автономного энерго-, теплоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свободно расширяемая система управления Freelance 2000 Описание системы, АВВ Automation.
2. EngineerIT, Control Builder F, Инструкции по инжинирингу, Процессовая станция АС 800F.
3. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р. Р. Авезов. М. А., Барский - Зорин И.М., Васильева и др.; Под ред. Э.В.Спрнацкого и С. А. Чистовича. - М.: Стройиздат, 1990. - 328с.:ил.
4. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно – практическое пособие. – М.: Инфа – инженерия, 2008. – 928стр., 12 ил.

Түйіндеме

Берілген жұмыста автономды жылу энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің элементтерінің симуляциясы мен жобалау сұрақтары қарастырылған. Оның ішінде «Control Builder F» математикалық моделі қолданылған күн коллекторының симуляциялау жұмысы қарастырылған. осыған ұқсас құрастыруларды дайындауық қажеттімгі көрсетілген және соның арқасында виртуалды жүйемен сол жұмыстың ұқсастыруы өнеркәсіпке еңгізілуі қарастырылған.

Resume

In given work are considered questions of the designing and imitations system element autonomous heat of the energy provision. In particular happens to the example to imitations of the functioning(working) the solar collector in ambience of the development “ Control Builder F” with use his(its) mathematical model. It is described urgency and need of the undertaking the similar developments, in effect of the possibility of the building of the virtual systems and imitations of their work before introduction in production.