

УДК 629.735.33

И.С.Назойкина

Студент факультета

Компьютерных информационных

технологий и автоматики Донецкого

национального технического университета

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ В АВТОКЛАВЕ

В статье приведена математическая модель процесса стерилизации в автоклаве и ее реализация в Matlab.

Ключевые слова: модель; стерилизация; автоклав.

I.S.Nazoykina

Student, Donetsk National

Technical University

MATHEMATICAL MODEL OF PROCESS STERILIZATION IN AUTOCLAVE

The article presents the model of process sterilization in autoclave and realization in Matlab

Keywords: model; sterilization; autoclave.

Составление математической модели процесса стерилизации обладает рядом особенностей. Так уравнение теплового баланса составляют на основании закона сохранения энергии, в соответствии с которым количество теплоты, введенное в систему, равно количеству выделившийся теплоты.

Тепловой поток от воды к стерилизуемым банкам можно определить, используя следующие соотношения (1.1):

$$Q_6 = \alpha f(Q_B - Q_6) \quad (1.1)$$

Автоклав описывается математической моделью, входными переменными являются – расход $G_6(t)$ и температура $T_6(t)$ греющей воды, температура окружающей среды $T_{окр}(t)$ и масса загружаемых консервов в автоклав $M_k(t)$, а выходными – температура воды $T_6^a(t)$ и консервов $T_k^a(t)$ внутри автоклава:

$$V_a c_6 \frac{dT_6^a}{dt} = G_6 c_6 (T_6 - T_6^a) + \alpha_1 F_k (T_k^a - T_6^a) + k_m F_a (T_{окр} - T_6^a), \quad (1.2)$$

$$(m_6 c_6 + m_k c_k) \frac{dT_k^a}{dt} = q_{зоп} r_k - \alpha_2 F_k (T_6^a - T_k^a), \quad (1.3)$$

где c_6, c_k – теплоемкость воды и консервов, кДж/(м³°С);

$\alpha_{1,2}$ – коэффициенты теплоотдачи, Вт/(м²°С);

F_a – поверхность теплообмена автоклава с окружающей средой, м²;

F_k – поверхность теплообмена консервов с водой, м²;

M_k – масса консервов, кг;

ρ_k – плотность консервов, кг/м³;

$q_{нар}$ – массовый расход пара при полностью открытом регулирующем органе;

r_k – удельная теплота парообразования;

V_a – объем автоклава, м³.

В автоклаве происходит охлаждение консервов, которые нагреваются в процессе стерилизации. Максимальная температура горячей воды, поступающей в автоклав 60 °С, а минимальная температура охлажденной воды 17 °С. Средняя температура горячей воды 55 °С, а охлажденной - 19 °С.

Реализуем в пакете Simulink уравнение (1.2) (рис.1.1).

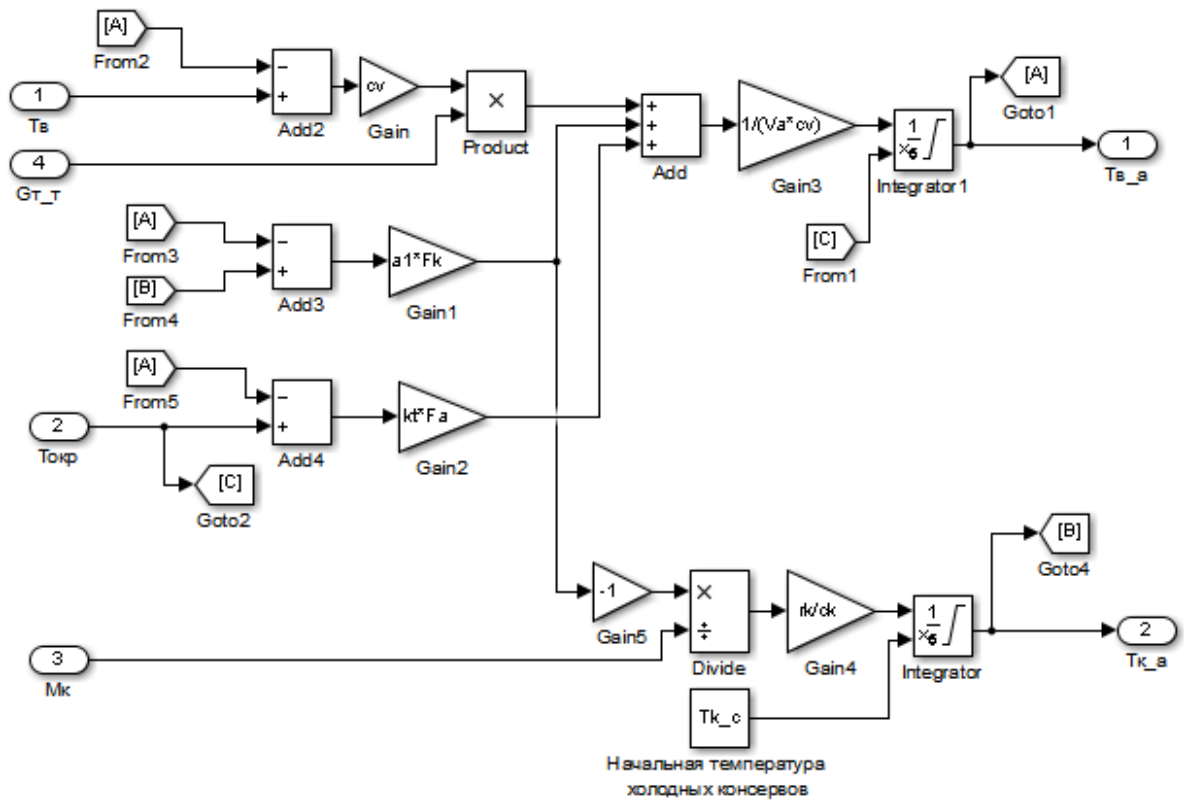


Рисунок 1.1 - Схема моделирования автоклава в Simulink

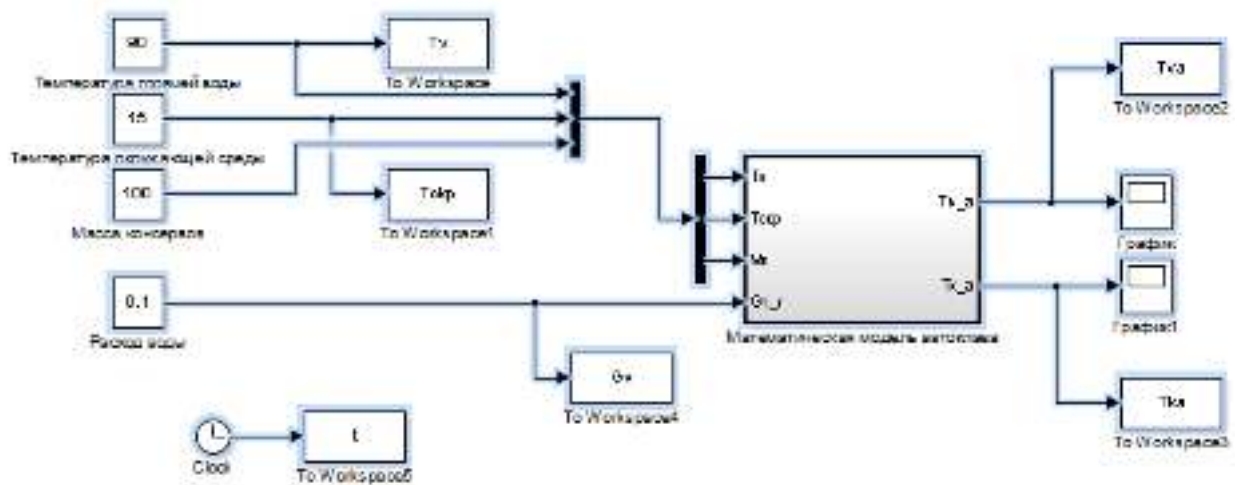


Рисунок 1.2 – Автоклав как объект управления

Получим графики переходных процессов, описывающих зависимости заданных, регулируемых и выходных величин от времени.

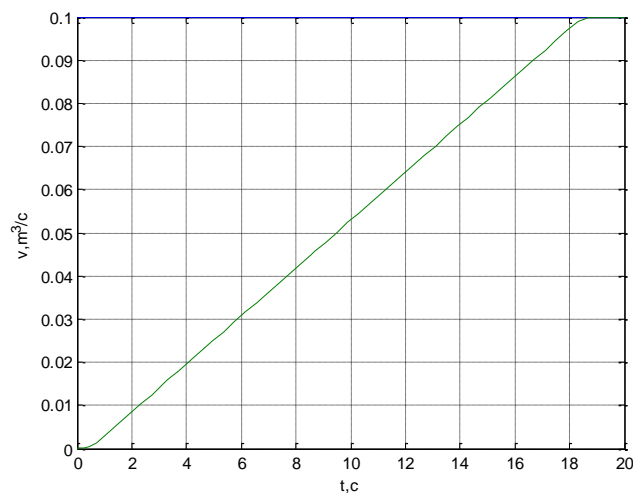


Рисунок 1.3 - График зависимости скорости подачи воды от времени

На графике, представленном на (рис. 1.3) изображено изменение скорости подачи воды по времени от 0 до заданного значения $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Нагрев консервов (рис. 1.4) происходит по принципу - плавно без скачков. Кривая переходного процесса подтверждает правильность построения модели. Консервы не могут нагреться больше температуры воды в автоклаве. Время нагрева консервов в автоклаве с начальной температуры равна температуре окружающей среды до температуры, при которой происходит процесс стерилизации, составляет 1 минуту.

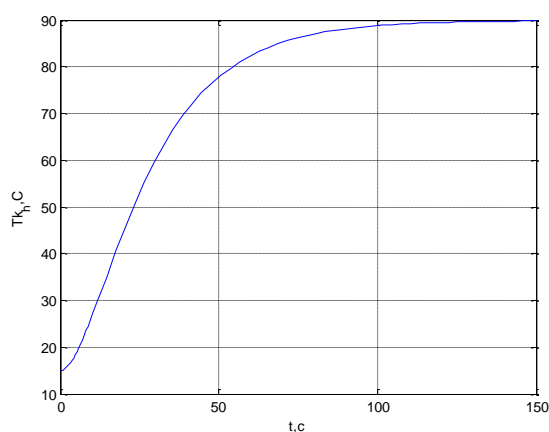


Рисунок 1.5 - График зависимости нагрева консервов от времени

График на (рис.1.6) показывает плавное охлаждение консервов на последнем этапе стерилизации.

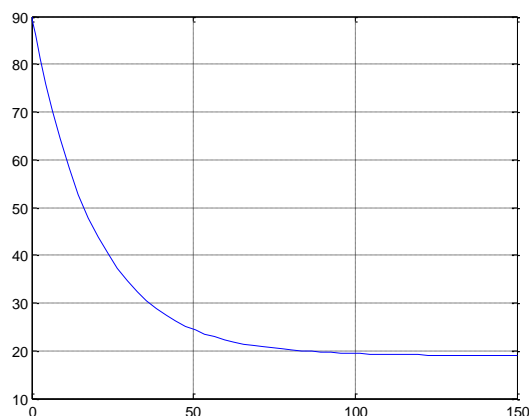


Рисунок 1.6 – График зависимости температура консервов на этапе охлаждения от времени

Построена модель автоклава, обеспечивающая равномерное повышение, поддержание и снижение температуры во всем рабочем пространстве автоклава.

Составлена система дифференциальных уравнений, которая имеет неизвестные параметры – коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.

Анализ результатов моделирования подтверждает соответствие качественного поведения модели основным характеристикам исследуемого технологического процесса.

Библиографический список

1. Власов А.В. Повышение эффективности стерилизации консервов паром в автоклавах. Автореф. дис. канд. техн. наук. Мурманск, МГТУ, 20 с., 2010.
2. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB . – СПб: Питер, 2005.