

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА АММИАКА

Москалюк Е.Н., группа АСУ-00а

Руководитель доц. Жукова Т.П.

Число исследований, ставящих целью решение задач оптимального управления процессом синтеза аммиака, в последние годы значительно возросло. Обобщение проведенных исследований показывает, что в действующих агрегатах наиболее целесообразно внедрение оптимального управления температурным режимом колонны синтеза аммиака.

Пусть имеется агрегат синтеза аммиака. Реакция в нем протекает с выделением тепла q . Весь процесс должен удовлетворять экстремальному температурному режиму $T_3(t)$ реакции на внутренней поверхности стенок реактора. Управление температурой реакции будем осуществлять регулировкой потока тепла $u(t)$ на внешней поверхности стенок. При этом процесс теплопередачи запишется в виде:

$$\frac{\partial T}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0, \quad (t, x) \in S = (t_a, t_b) \times (x_0, x_1), \quad (1)$$

$$\chi \frac{\partial T}{\partial x} = q, \quad x = x_0, \quad \chi \frac{\partial T}{\partial x} = u, \quad x = x_1, \quad T(t_a, x) = T_a(x), \quad x \in [x_0, x_1],$$

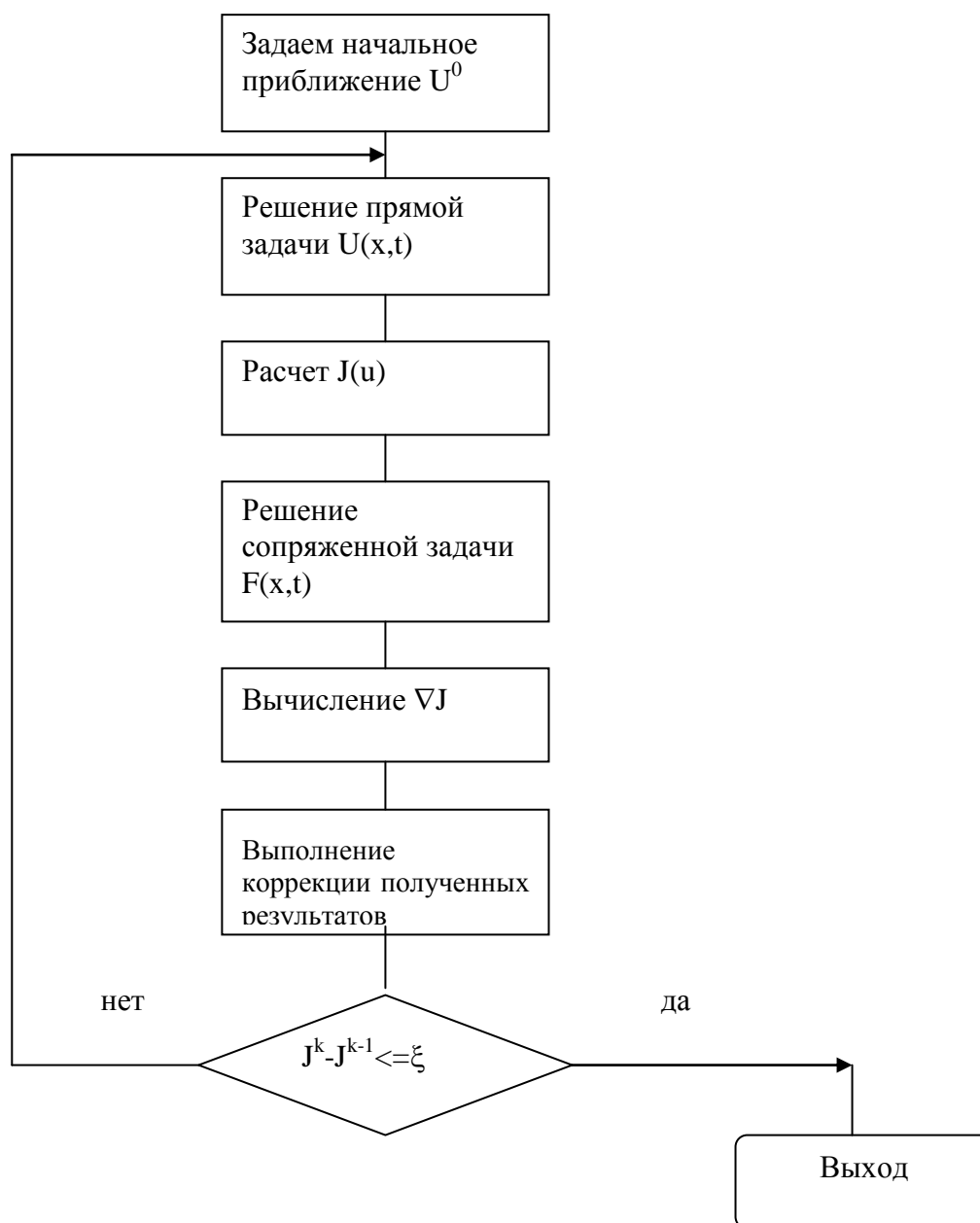
где a , χ - коэффициенты температуро- и теплопроводности соответственно, T_a - начальная температура стенок.

Степень отклонения температуры $T(t, x_0)$ реакции от заданной экстремальной температуры будем оценивать функционалом

$$J(u) = \int_{t_a}^{t_b} (T - T_3)^2 dt. \quad (2)$$

Задача оптимального управления данным реактором синтеза аммиака формулируется следующим образом. Необходимо найти поток тепла $u(t)$, доставляющий минимум функционалу J .

Таким образом, можно представить общий укрупненный алгоритм поставленной задачи оптимизации:



Следуя градиентному подходу к задачам оптимизации систем с распределенными параметрами может быть найден градиент функционала (2):

$$\nabla J = -\chi f, \quad t \in (t_a, t_b), \quad x = x_1, \quad (3)$$

где $f(t, x)$ – множитель Лагранжа, удовлетворяющий сопряженной задаче:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + a^2 \frac{f^2 T}{\partial x^2} = 0, \quad (t, x) \in S, \quad (4)$$

$$\chi \frac{\partial f}{\partial x} = (T - T_0)^2, \quad x = x_0, \quad \frac{\partial f}{\partial x} = 0, \quad x = x_1, \quad f(t, x) = 0, \quad x \in [x_0, x_1].$$

На основе градиента (3) организуется направленная итерационная коррекция управления:

$$u^{k+1} = u^k - \alpha^k \nabla J^k, \quad (5)$$

где k – номер итерации, α – параметр шага градиентного спуска.

$$\alpha(t)^k = 0.2 U^0(t) / \nabla J^k(t). \quad (6)$$

Общая структура подсистемы оптимального управления химическим реактором состоит из следующих элементов. В первую очередь это термодары, которые расположены в колонне синтеза аммиака. Следующее важное условие – использование не одного подогревателя газа, а ровно столько, сколько полок имеет колонна синтеза. В каждом подогревателе газа будет устанавливаться своя температура и в каждую полку блока синтеза будет подаваться газ определенной температуры. Это связано с технологией синтеза аммиака, т.к. на входе в колонну синтеза циркуляционный газ поступает с одной температурой, а проходя вверх и участвуя в реакции синтеза, постепенно нагревается. Поэтому температура в разных точках колонны синтеза будет различной. Таким образом, для обеспечения оптимального температурного режима газ, байпасный газ должен быть различной температуры.

Использование нескольких подогревателей газа объясняется следующим. Допустим, что используется один подогреватель, тогда необходимо весь процесс разбивать во времени. Поскольку весь процесс быстро меняется, то по истечении даже небольшого промежутка времени данные будут уже неактуальными. Именно поэтому необходимо обеспечить подачу газа во все полки синтеза одновременно.

Таким образом, рассмотрена задача оптимизации процесса синтеза аммиака, а именно задача оптимальным управлением температурным режимом в колонне синтеза химического реактора. Описывается постановка задачи.

Предлагается алгоритм решения поставленной задачи, приводится решение каждого из пунктов с помощью различных методов.

Производство аммиака характеризуется крупнотоннажностью с выпуском валовой продукции на несколько млн. гривен в год. Поэтому даже незначительные улучшения в ведении технологических процессов дают значительный экономический эффект и обеспечивают быструю окупаемость затрат, связанных с совершенствованием системы управления.

Перечень ссылок

1. Володин Н.А., Толстых В.К. О применении градиентного метода оптимизации к задаче теплового управления реактором. //Журн. Автоматика, 1993 г., №1, с. 40-44.
2. Кузнецов Л.Д., Дмитренко Л.М., Рабина П.Д., Соколинский Ю.А. Синтез аммиака. М.: Химия, 1982 г.
3. Демидович Б.П., Марон И.А. Численные методы анализа. М.: Наука, 1967 г.
4. Огурцов А.П., Недопекин Ф.В., Толстых В.К., Володин Н.А. Прямая оптимизация теплофизических процессов. – Донецк: Изд. "Юго-Восток", 1997 г.