

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МИНИМИЗАЦИИ НОРМ КОНЕЧНОГО СОСТОЯНИЯ В СОСТАВНЫХ СИСТЕМАХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ И ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Копылов Д. Е., Аргучинцев А. В.

Ключевые слова: составные системы, каскадные системы, гиперболические уравнения, оптимальное управление, обратные задачи

Моделирование составных систем, описываемых гиперболическими уравнениями в частных производных и обыкновенными дифференциальными уравнениями, представляет актуальную проблему в задачах параметрической идентификации технологических процессов. В работе исследована задача восстановления граничных параметров ректификационных колонн [4], сформулированная как проблема оптимального управления с квадратичным функционалом качества:

$$J(u) = \int_S (x(s, t_1) - x^1(s))^2 ds + \int_S (y(s, t_1) - y^1(s))^2 ds \rightarrow \min_{u \in U};$$

$$\frac{\partial x}{\partial t} - c_1 \frac{\partial x}{\partial s} = B_{11}x + B_{12}y + b_1,$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} + c_2 \frac{\partial y}{\partial s} = B_{21}x + B_{22}y + b_2;$$

$$\frac{dx(s_1, t)}{dt} = g_1(t) \cdot (y(s_1, t) - x(s_1, t)),$$

$$\frac{dy(s_0, t)}{dt} = u(t) \cdot (x(s_0, t) - y(s_0, t));$$

$$x(s, t_0) = x^0(s), y(s, t_0) = y^0(s);$$

$$(s, t) \in S \times T, S = [s_0, s_1], T = [t_0, t_1].$$

Здесь x, y – неизвестные функции, $B_{ij}(s, t), b_i(s, t), g_1(t), x^0(s), y^0(s), x^1(s), y^1(s), c_i$ – заданные функции и параметры, $u = u(t) \in U$ – управление.

Для систем данного типа задача поиска решения является нетривиальной. Решение было получено численным методом

характеристик. Подробное описание метода представлено в источнике [3].

Для решения задачи оптимального управления составной системой были адаптированы два классических алгоритма из [1]:

1. Линеаризованный принцип максимума;
2. Итерационный метод на основе принципа максимума.

Алгоритмы подробно описаны в [2].

Для реализации решения составной системы и задачи оптимального управления были разработаны специализированные программы для ЭВМ.

Перспективные направления дальнейших исследований включают адаптацию разработанных алгоритмов к другим составным системам, а также модификацию существующих и разработку новых методов.

Список литературы

1. Васильев О.В. Лекции по методам оптимизации. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. 1994 г. – 344 с. ил.
2. Arguchintsev A., Kopylov D. Numerical optimization of separation processes in a distillation column // *Cybernetics and Physics*. 2024. Vol. 13, N. 3. – P. 241-247. DOI: 10.35470/2226-4116-2024-13-3-241-247.
3. Arguchintsev A., Kopylov D. Numerical solution of the initial-boundary value problem describing separation processes in a distillation column // *Cybernetics and Physics*. 2023. Vol. 12, N. 3. P. 169-173. DOI: 10.35470/2226-4116-2023-12-3-169-173.
4. Demidenko N. Optimal control of thermal-engineering processes in tube furnace // *Chem. Petrol. Eng.* 2006. Val. 142. P. 128–130.