

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМООБРАБОТКОЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ В НАЧАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ

В.Н. Глухов

В технологическом процессе неопределенность стремится к увеличению издержки, которую управляющее устройство пытается снизить. Один из подходов к решению задачи состоит в получении статистического описания неопределенности и выборе управления для уменьшения издержки. Предлагается другой подход, заключающийся в том, что по измерениям начального состояния на входе подсистемы термообработки можно сделать выводы о принадлежности начального состояния к некоторому подмножеству пространственных состояний. Цель состоит в выборе управления, основанного на этом измерении, которое уменьшает максимальную величину издержки для любого возможного начального состояния в подмножестве.

Так, если Q – множество возможных величин для неопределенности, Ω_u – множество допустимых вариантов управления, $J(u(\cdot), q)$ – функциональная издержка, то в задачу входит нахождение $u^*(\cdot) \in \Omega_u$, удовлетворяющего всем $u(\cdot) \in \Omega_u$

$$\sup_{q \in Q} J(u^*(\cdot), q) < \sup_{q \in Q} J(u(\cdot), q). \quad (1)$$

Первое достаточное условие применимо, если функциональная издержка имеет седловую точку. Но часто этого не бывает, и поэтому можно воспользоваться вторым достаточным условием, при отсутствии решения с седловой точкой. В этом случае задача неопределенности начального со-

стояния превращается в задачу с известным начальным состоянием, но с неопределенными уравнениями состояния.

Таким образом, результат применим так же к задачам, в которых математическая модель содержит неопределенность в уравнении, описывающем состояние объекта. Этих двух условий достаточно для предложения методики контроля минимакса.

Начальное измерение пространства состояний на входе подсистемы термообработки можно поделить на две области, в одной из которых существует решение по седловой точке, т. е. $J(u^0(\cdot), q)$, удовлетворяющее

$$J(u^0(\cdot), q) < J(u^0(\cdot), q^0) < J(u(\cdot), q^0), \quad (2)$$

где для измеренного начального состояния x_{0m} в другой области решения по седловой точке нет.

Алгоритм для нахождения минимаксного управления заключается в следующем:

- автоматическая классификация технологических ситуаций по типу возмущений на входе подсистемы термообработки с учетом характера их воздействия на показатель качества изделий;

- установление принадлежности текущего значения компонент вектора контролируемых возмущений (технологических ситуаций) к одному из классов гиперповерхностей;

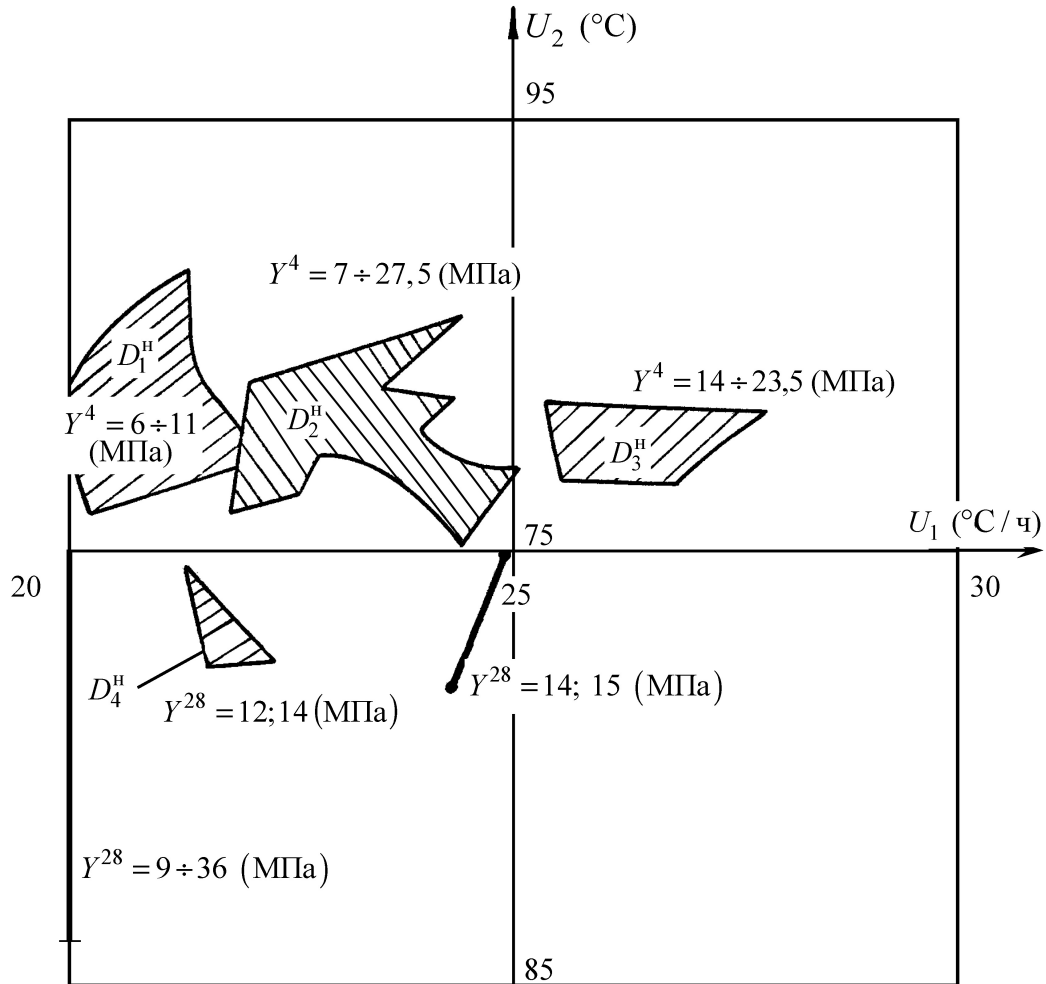
- формирование управляющих воздействий в подсистеме термообработки в зависимости от возмущений, действующих на ее входе. Этот алгоритм выполняется вторым уровнем в системе.

На первом этапе статистическая информация обрабатывается по алгоритмам таксономии, что позволяет представить все множество технологических ситуаций на входе подсистемы термообработки в виде отдельных таксонов. В результате расчета на ЭВМ получено несколько таксонов (см. рисунок).

В блоке классификации автоматически классифицируются количественные признаки x_j ($j = \overline{1, n}$) на классы по числу градаций показателя качества. Для объективной классификации статистической совокупности технологических ситуаций в подсистеме сырьевого передела на классы предлагается использовать самообучающийся алгоритм таксономии [1]. Алгоритм основан на представлении технологических параметров (признаков) n -мерных объектов точками в n -мерном пространстве. Каждая n -мерная точка x_j ($j = \overline{1, n}$) (где n – значения технологических параметров) определяет некоторую технологическую ситуацию, т. е. состояние объекта. Совокупность таких точек разделяется на классы в зависимости от значения определенных мер близости между n -мерными точками. Для этого исходное множество L_0 точек преобразуется в такое множество L_v , в котором все точки, принадлежащие к одному таксону (классу) приобретают одинаковую массу

$$\lambda_{(v+1)k} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \vec{B}_{(v)ik}, \quad (3)$$

где $\vec{B}_{(v)ik}$ – вероятность принадлежности i -й точки к таксону K .



Подмножества (таксоны) инвариантных управлений по целевым функциям [2] при соотношении параметров сырьевого передела на основных уровнях

Границы областей выделенных таксонов описываются предикатными уравнениями, используя гиперсферу

$$\left(R^2 - \|\vec{x} - \vec{x}_{ц}\|^2 \right) \geq 0, \quad (4)$$

где $x_{ц}$ – центры таксонов.

Применяя методику [1], получаем

$$S_2 \left[\left(R_{1k}^2 - \|\vec{x} - \vec{x}_{1ц} A_k\|^2 \right) v_1 \left(R_{2k}^2 - \|\vec{x} - \vec{x}_{2ц} A_k\|^2 \right) \right] \times \\ \times v_1 v_2 \left(R_{3k}^2 - \|\vec{x} - \vec{x}_{3ц}\|^2 v_1 \dots \right), \quad (5)$$

где v_1 – символ; R – дизъюнкции;

$$S_2 [P_j^+(\bar{x})] = \begin{cases} 1, & \text{если } P_j^*(x) \geq 0 \\ 0, & \text{если } P_j^*(x) \leq 0 \end{cases} \quad (6)$$

где $P_j^*(x)$ – двухзначный предикат (функция, которая определена на любом множестве, а значение принимает только на множестве $0,1$); S – предикатный символ.

Таким образом, на ЭВМ реализуется автоматическое построение структурно-аналитических выражений в форме предикатных уравнений $P_j^*(\bar{x})$, описывающих некоторые гиперповерхности, которые аппроксимируют в пространстве признаков \bar{x}_j ($j = \overline{1, n}$) границы областей выделенных классов. С помощью алгоритма таксономии объединяются в группы (классы) множество состояний объекта управления, обладающих некоторой общностью свойств, что соответствует классификации технологических ситуаций по характеру и степени воздействия возмущений со стороны «внешней среды» (сырьевой передел) на подсистему термообработки. Распознающее устройство (ЭВМ) распознает технологические ситуации на входе подсистемы термообработки путем установления принадлежности текущей технологической ситуации к одному из классов. Результат распознавания определяется номером предиката $P_j^*(\bar{x})$, истинного в испытываемой точке. По значению истинного предиката данного класса блок формирования управления формирует управляющий сигнал по алгоритму оптимизации [3–6].

Библиографический список

1. Моркун, В.С. Двухуровневая система управления многостадийным процессом обогащения / В.С. Моркун., В.Е. Момот, В.П. Хорольский // Механизация и автоматизация производства. – 1981. – № 6.
2. Стрилец, Г.И. Оптимизация состава бетона в условиях нормального твердения и тепловой обработки с применением математического моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.И. Стрилец. – Ровно: УИНВХ, 1978.
3. Глухов, В.Н. Адаптивное управление процессом термообработки / В.Н. Глухов // Материалы координационного совещания по проблемам адаптации и XI семинара по адаптивным системам / ИПУ АН СССР. – Фрунзе, 1982.
4. Глухов, В.Н. Адаптивное управление термообработкой изделий по критерию параметрической нечувствительности / В.Н. Глухов // Новые методы контроля качества и исследования строительных материалов и изделий. – Челябинск: УралНИИСтромпроект, 1983.
5. Глухов, В.Н. Алгоритм определения параметров настройки технологического процесса по критерию параметрической нечувствительности / В.Н. Глухов // Использование промышленных отходов в производстве строительных материалов. – Челябинск: УралНИИСтромпроект, 1984.

6. Глухов, В.Н. Алгоритмическая структура АСУТП и модельные представления подсистемы термообработки как стохастического объекта управления / В.Н. Глухов // Материалы и конструкции для сборного строительства тепловых агрегатов. – Челябинск: УралНИИСтромпроект, 1982.