

Пропонується реалізація генетичного алгоритму для оптимізації параметрів технологічної системи. Розглядаються особливості формування хромосом структурних елементів технологічної системи, кодування фенотипу в генотип, побудова концептуальної схеми програми оптимізації параметрів технологічної системи

Ключові слова: хромосома, ген, фенотип, технологічна система

Предлагается реализация генетического алгоритма для оптимизации параметров технологической системы. Рассматриваются особенности формирования хромосом структурных элементов технологической системы, кодирования фенотипа в генотип, построение концептуальной схемы программы оптимизации параметров технологической системы

Ключевые слова: хромосома, ген, фенотип, технологическая система

Implementation of genetic algorithm for optimization of parameters of technological system is offered. Habits of forming of chromosomes of structural elements of technological system, coding of a phenotype in a genotype, construction of the conceptual scheme of the program of optimization of parameters of technological system are considered

Key words: chromosome, gene, phenotype, technological system

РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ДВУХУРОВНЕВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В.В. Фролов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Технология машиностроения и
металлорежущие станки»
Национальный технический университет «ХПИ»
ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002
Контактный тел.: 067-526-06-92
E-mail: vvicrof@rambler.ru

В технологической практике оптимизация параметров технологической системы решается с определенной долей компромисса между двумя показателями себестоимостью и производительностью, причем себестоимость, по возможности, должна быть минимальной, а производительность максимальной. Для такого рода задач используется многокритериальная оптимизация, в результате которой получается множество равновесных решений, удовлетворяющих заданным ограничениям [1-3]. Использование модели двухуровневой оптимизации позволяет снизить неопределенность выбора технологических решений и получить рациональное сочетание показателей производительности и себестоимости или энергоемкости.

Цель данной статьи заключается в разработке модели генетического алгоритма для двухуровневой параметрической оптимизации фрезерной операции по двум критериям – производительность и максимальное использование станков по мощности. При этом решаются задачи выбора элементов технологической

системы (станков, фрез), а также оптимального сочетания параметров обработки. Такие задачи являются дискретными по своей сути и решаются методами комбинаторно-оптимизационного проектирования. Одним из наиболее эффективных методов дискретной оптимизации является генетический алгоритм, который относится к эволюционным методам выбора проектных решений. При наличии математической модели двухуровневого программирования, для оптимизации технологической системы с использованием генетического алгоритма необходимо решить следующие задачи: разработать структуру хромосом верхнего и нижнего уровня; разработать алгоритмы прямого и обратного преобразования фенотипов в генотипы; предложить концептуальную схему программной реализации. Рассмотрим последовательно решение этих задач.

Модель оптимизации технологической системы в виде двухуровневого программирования, для случая торцового фрезерования представляется следующим образом:

$$\begin{cases} \min_{\bar{x}} \text{dist}N(\bar{x}, \bar{y}) \\ x_i \in X_i, i=1, n \\ G_j(\bar{x}) \leq 0, j=1, m \\ \max_{\bar{y}} Q(\bar{x}, \bar{y}) \\ y_l \in Y_l, l=1, p \\ g_k(\bar{x}, \bar{y}) \leq 0, k=1, f \end{cases} \quad (1)$$

где $\text{dist}N(\bar{x}, \bar{y})$ – целевая функция, определяющая неиспользованную мощность;

\bar{x} – управляющий вектор ведущего элемента, который, в данном случае, представлен следующими элементами: режущий инструмент, материал режущей части, стойкость инструмента, станок;

$$\bar{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} \quad (2)$$

n – размерность управляющего вектора, $n = 4$;

X_i – конечное множество допустимых решений каждого компонента вектора, мощность которого зависит от базы данных проектирующей системы;

m – количество ограничений на формирование управляющего вектора ведущего элемента;

$\max_{\bar{y}} Q(\bar{x}, \bar{y})$ – целевая функция ведомого элемента, оценивающая производительность конкретного сочетания параметров технологической системы, которая должна стремиться к максимуму;

\bar{y} – управляющий вектор ведомого элемента, который представлен подачей и частотой вращения шпинделя.

$$\bar{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

p – размерность управляющего вектора;

Y_l – множество допустимых решений, определяемое кинематическими возможностями станка;

f – количество ограничений ведомого элемента.

Задача – выбрать наиболее оптимальные сочетания параметров технологической системы из 146-ти торцовых фрез, 13-ти материалов режущей части фрезы, 7-и возможных периодов стойкости, 5-ти фрезерных станков, учиты-

вая, что каждый станок имеет заданный ряд подач и частот вращения.

Для реализации математической модели 1 необходимо сформировать хромосомы. Определим хромосому каждого уровня на основе векторов 2 и 3. Гены – элементы вектора. Длина генов определяется диапазоном значений элементов вектора (см. рис. 1).

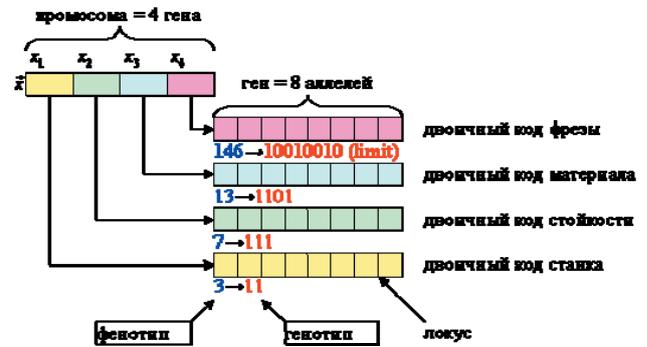


Рис. 1. Структура хромосомы верхнего уровня

Аналогичные рассуждения определяют хромосому нижнего уровня: хромосома состоит из двух генов; длина генов определяется максимальным количеством ступеней коробок скоростей или подач станка, в данном случае она равна пяти аллелям. При такой постановке задачи получается сложная система кодирования и декодирования конкретных состояний технологической системы, которая представляется в виде графа на рис. 2. По сути, получается своеобразный подбор параметров технологической системы с фиксированной структурой на основе некоторой оценочной функции. Конкретная совокупность объектов, составляющих технологическую систему, представлена отдельной особью в популяции, адаптация которой к внешней среде проживания оценивается системой

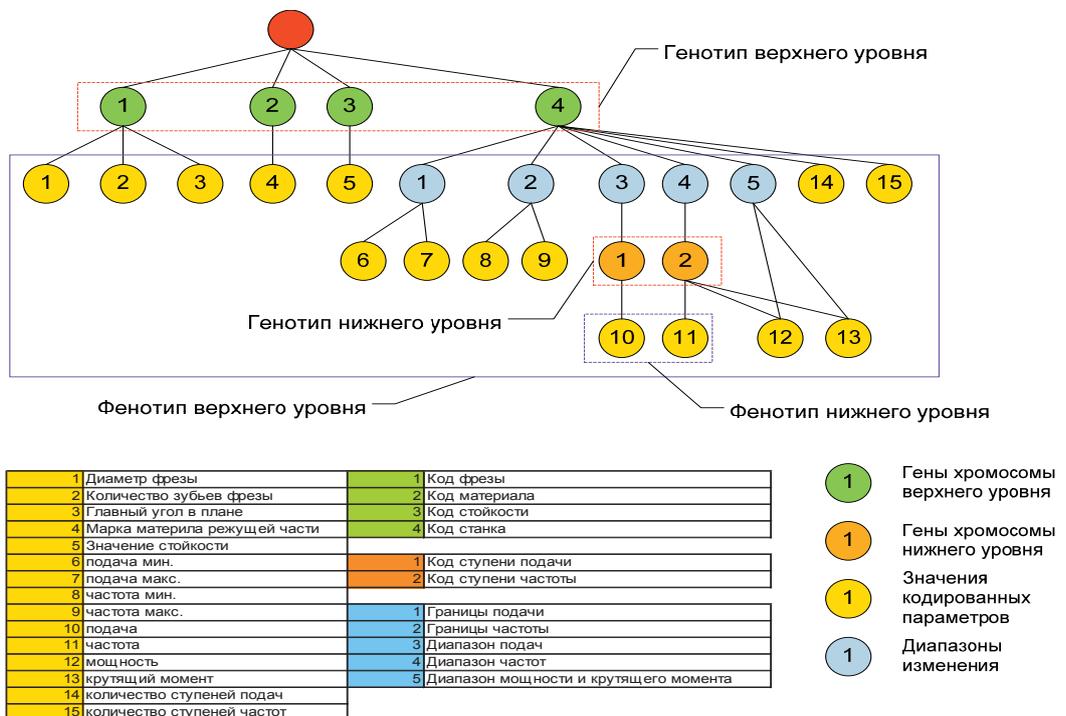


Рис. 2. Схема кодирования

функций фитнеса на двух уровнях. Наиболее приспособленные особи приживаются в производственной среде, остальные отмирают.

Базовая схема генетического алгоритма должна быть преобразована, таким образом, чтобы обеспечить считывание и переработку информации. Кодирование и декодирование информации согласно графу (см. рис. 2) выполняется специальными функциями, mgranica, mcodeval, mbasedde, granica, codeval, basedde на рис. 3.

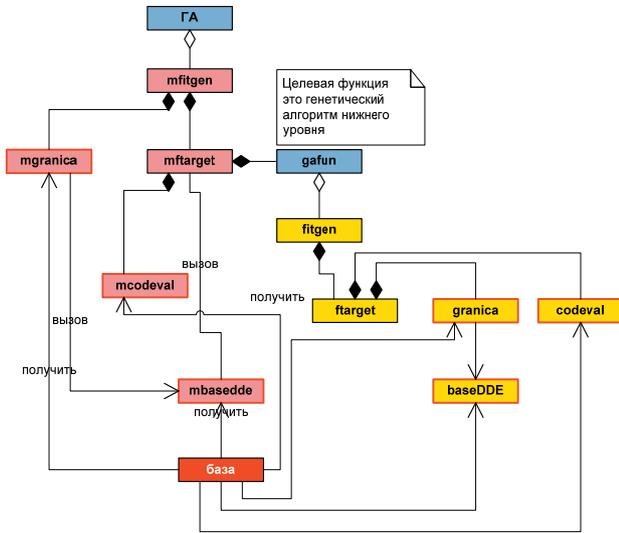


Рис. 3. Концептуальная схема программы оптимизации параметров технологической системы

На рис. 3 изображены только специальные функции, которые добавлены к стандартному алгоритму, исходя из требований задачи оптимизации. Вся программа реализована в системе MatLab.

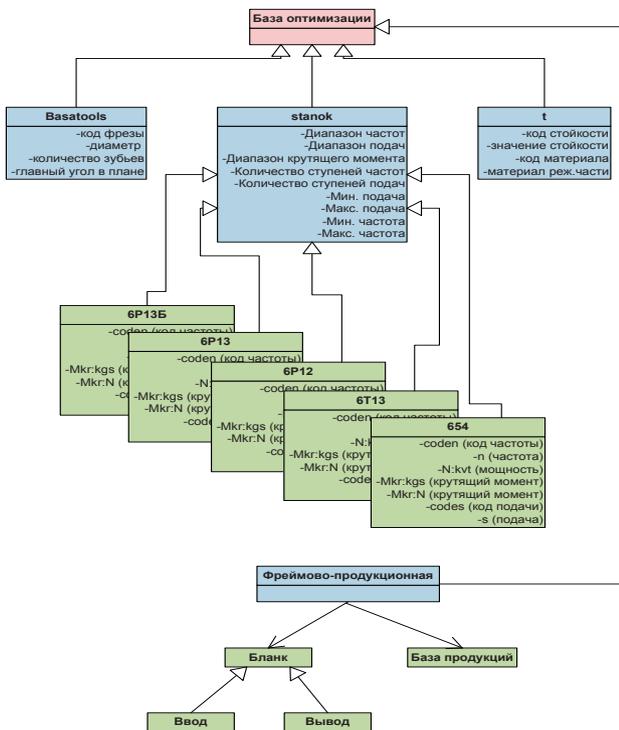


Рис. 4. Структура базы данных

Модули mbaseDDE, baseDDE обеспечивают связь с базой данных, выполненной в виде нескольких книг Excel, на основе ActiveX технологии. Модули mgranica, granica вычисляют значения технических ограничений задачи оптимизации, и возвращают 0, когда система ограничений не выполняется, в противном случае возвращается 1. Функция gafun реализована в виде отдельной программы, обеспечивающей все необходимые расчеты для нижнего уровня оптимизации. Здесь происходит оптимизация технологической системы по максимуму производительности при выбранных на верхнем уровне структурных элементах. Структура базы данных изображена на схеме 4.

Вывод

Моделирование на реальных данных (см. рис. 5) показывает, что целевая функция верхнего уровня (см. рис. 6) имеет области, где не выполняются технические ограничения, и, следовательно, она не определена.

Расчет режимов резания на обработку плоскостей торцовыми фрезами

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	
Обрабатываемая поверхность	
Глубина резания	2
Обрабатываемый материал	Сталь 20
Твердость обрабатываемого материала	2000
Фактическая ширина фрезерования	100
Шероховатость обработанной поверхности	6.30
Инструмент	
Диаметр фрезы	160
Период стойкости режущей части фрезы	60
Число зубьев фрезы	10
Главный угол в плане	45
Материал режущей части фрезы	T14K8
Способ крепления пластины	МЕХАНИЧЕСКИЙ
Схема установки фрезы	СИММЕТРИЧНАЯ
Особенности технологии	
Стадия обработки	ПОЛУЧИСТОВАЯ
Наличие охлаждения	ДА
Жесткость системы	НОРМАЛЬНАЯ
Тип силы PZ или PY	PZ
Состояние поверхности	ПОКОРКЕ

Рис. 5. Бланк ввода/вывода информации фреймово-производственной базы режимов резания

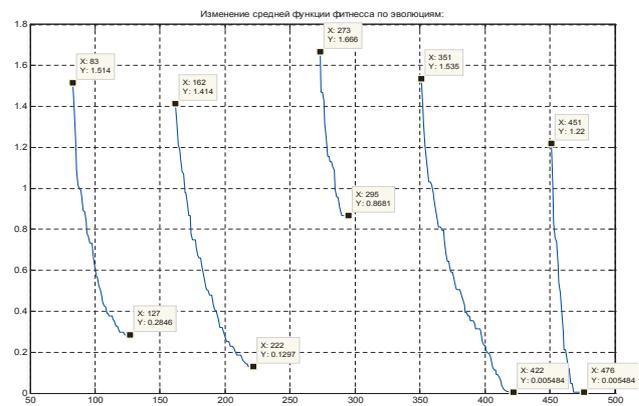


Рис. 6. Изменение целевой функции верхнего уровня в зависимости от количества эволюций

Существующие методы дискретной оптимизации будут останавливаться, и выдавать значение функции

на границе этой области (в данном примере это будет при $X=127$). Генетический алгоритм за счет фиксированного количества эволюций проходит все области, и определяет наиболее оптимальный результат при $X=476$ (см. рис. 6).

Литература

1. Проектирование организационно-технологических структур производственных систем механической об-

работки / А.В. Насретдинов, И.Н. Пац, Е.В. Мешков. – Ленинград: Политехника, 1991. – 255с.

2. К.Г. Свифт, Дж. Д. Букер Выбор процесса. От разработки до производства. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2006. – 400 с.
3. В.А. Овчинников Алгоритмизация комбинаторно-оптимизационных задач при проектировании ЭВМ и систем. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 288с.

Описано попередні експерименти, способи автоматизованого і ручного управління установкою для випалу фосфогіпсу у висхідному потоці теплоносія

Ключові слова: експериментальна установка, управління, вимірник-регулятор, частотний перетворювач

Описаны предварительные эксперименты, способы автоматизированного и ручного управления установкой для обжига фосфогипса в восходящем потоке теплоносителя

Ключевые слова: экспериментальная установка, автоматизированное управление, измеритель-регулятор, частотный преобразователь

Preliminary experiments, ways automated and a hand control by installation for roasting of fosfogipsa in an ascending stream of the heat-carrier are described

Key words: experimental setting, automated management, device-regulator, frequency transformer

УДК 658.52.011.56+666.91

ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В. А. Токарев

Кандидат технических наук, доцент*
Контактный тел.: 067-28-18-300

А. А. Серягина

Аспирант*
Контактный тел.: 099-730-09-70

*Кафедра автоматизации производственных процессов
Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры
ул. Сумская, 40, г. Харьков, Украина, 61000

В настоящее время предложена и проходит испытания новая энергосберегающая технология непрерывного производства гипсового вяжущего, направленная на переработку отходов химической промышленности – фосфогипса, что связано с решением проблемы экологии [1]. Переработка фосфогипса является трудоемкой задачей. Максимальная производительность и качество гипсового вяжущего по новой технологии возможны только при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом. Построение автоматизированной системы управления процессом, реализуемому на данной установке, является актуальной задачей.

Для проведения экспериментальных исследований создана установка для обжига гипса в восходящем

потоке теплоносителя. В данной установке дегидратор, в которой осуществляется термическая обработка материала, представляет собой металлическую трубу с внутренним диаметром 120 мм покрытый теплоизоляцией.

Прогрев установки осуществляется теплоносителем («чистым» газовым потоком) с помощью теплогенератора (топки). При этом теплоноситель осуществляет движение в системе благодаря работе центробежного вентилятора. Суммарная мощность топки составляет 20 кВт.

Для управления установкой обжига гипса создан экспериментальный шкаф управления [2], в котором для регулирования температуры применяются два двухканальных измерителя-регулятора серии ОВЕН