

Using population algorithms to optimize the temperature regime of roasting phosphorite pellets

V. Bobkov¹, O. Bulygina^{1*}, E. Vereikina²

¹Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

²National Research University "MPEI", Moscow, Russia

* baguzova_ov@mail.ru

Abstract. The problem of rational energy resource use is especially acute for energy-intensive industries, which include high-temperature processing of mining chemical raw materials (for example, the production of phosphorite pellets from apatite-nepheline ore waste by drying and roasting). In this regard, the temperature modes of roasting conveyor machine should ensure not only the completion of the ongoing chemical-technological processes and the required product quality, but also energy and resource saving. Thus, there is an urgent scientific and practical task of optimizing charge heating modes based on the results of modeling heat and mass transfer processes occurring in various zones of the roasting conveyor machine. The impossibility of carrying out expensive full-scale experiments leads to the need to use computer simulation methods. Nonlinearity, large dimension of the search space, high computational complexity make it difficult to use traditional deterministic search methods. Under these conditions, the stochastic methods that deliberately introduce an element of randomness into the search algorithm show good results. Today, population algorithms based on modeling the collective behavior of living organisms and characterized by the ability to simultaneously process several options have become widespread. To solve the optimization problem, it is proposed to use a modified Cuckoo search algorithm (by introducing fuzzy elements), which provides a comprehensive account of a huge number of parameters set for each vacuum chamber of the roasting conveyor machine. The control of the chemical-energy-technological system for the processing of apatite-nepheline ores waste, taking into account the obtained data and based on the existing neural network model of the high-temperature process, will make it possible to minimize the amount of return and provide energy-saving conditions for the operation of roasting units.

Keywords: energy resource efficiency, phosphorite pellets, roasting conveyor machine, temperature regime, cuckoo search algorithm, fuzzy logic

For citation: Bobkov V., Bulygina O., Vereikina E. Using population algorithms to optimize the temperature regime of roasting phosphorite pellets. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.6, pp.94-101. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-6-94-101

Использование популяционных алгоритмов для оптимизации температурного режима обжига фосфоритовых окатышей

В. И. Бобков¹, О. В. Булыгина^{1*}, Е. К. Верейкина²

¹Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске, Смоленск, Россия

²ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия
*baguzova_ov@mail.ru

Аннотация. Проблема рационального использования энергоресурсов особенно остро стоит перед энергоемкими производствами, к которым относятся высокотемпературная обработка горно-химического сырья (например, производство фосфоритовых окатышей из отходов апатит-нефелиновых руд путем сушки и обжига). В этой связи температурные режимы функционирования обжиговой конвейерной машины должны обеспечивать не только завершенность протекающих в ней химико-технологических процессов и требуемое качество продукции, но и энергоресурсосбережение. Таким образом, возникает актуальная научно-практическая задача оптимизации режимов нагрева шихты на основе результатов моделирования тепло- и массообменных процессов, протекающих в различных зонах обжиговой конвейерной машины. Невозможность проведения дорогостоящих натуральных экспериментов приводит к необходимости использования методов компьютерного моделирования. Нелинейность, большая размерность поискового пространства, высокая вычислительная сложность затрудняют применение традиционных методов детерминированного поиска. В этих условиях хорошие результаты показывают стохастические методы, преднамеренно вводящие элемент случайности в поисковый алгоритм. Сегодня широкое распространение получили популяционные алгоритмы, основанные на моделировании коллективного поведения живых организмов и отличающиеся возможностью одновременной обработки нескольких вариантов. В качестве решения поставленной оптимизационной задачи предложено использование модифицированного алгоритма кукушкиного поиска (путем введения элементов нечеткости), которое обеспечивает комплексный учет огромного числа разнотипных параметров, задаваемых для каждой вакуум-камеры обжиговой конвейерной машины. Управление химико-энерготехнологической системой переработки отходов апатит-нефелиновых руд с учетом полученных данных и на основе имеющейся нейросетевой модели высокотемпературного процесса позволит максимально снизить количество возврата и обеспечить энергоресурсосберегающие условия функционирования обжиговых агрегатов.

Ключевые слова: энергоресурсоэффективность, фосфоритовые окатыши, обжиговая конвейерная машина, температурный режим, алгоритм кукушкиного поиска, нечеткая логика

Для цитирования: Бобков В.И., Булыгина О.В., Верейкина Е.К. Using population algorithms to optimize the temperature regime of roasting phosphorite pellets // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 6. С. 94–101. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-6-94-101