

Библиографические ссылки

1. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект. – М. : Академия, 2008. – 176 с.
2. Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 359 с.
3. Звегинцев В. А. Предложение и его отношение к языку и речи. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 309 с.
4. Lozhkin A. About definition of singular transformation by N. V. Efimov // Geometry, topology, algebra and number theory, applications : Abstracts of International conference dedicated to the 120th anniversary of B. N. Delone. – М. : Steklov mathemati-

cal institute of RAS ; Lomonosov Moscow State University, 2010. – P. 160–162. – URL: <http://delone120.mi.ras.ru/delone120abstracts.pdf>

5. Ложкин А. Г. Симметрия как единое свойство пространства и живого организма // Труды. – 2010. – № 3(13). – С. 23–32. – URL: http://geoksc.apatity.ru/print/files/z_13.pdf

6. Ложкин А. Г. Метод формализации семантических отношений в языке машиностроительного чертежа // Проектирование и изготовление металлопластмассовых конструкций. – Ижевск : Изд-во ИМИ ; УдГУ, 1983. – С. 81–86.

A. G. Lozhkin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University

Production of Knowledge with Use of Automorphism

The current state of knowledge production is briefly outlined. A definition of knowledge symmetry is provided on the base of table of binary automorphisms of Euclidean plane. The rules, examples and difficulties of knowledge automorphism usage are briefly described.

Key words: artificial intelligence, automorphism, level of study, mathematical linguistics, Boolean algebra.

УДК 681.5.08, 681.518.2, 519.876

Д. К. Жиров, аспирант, Институт прикладной механики УрО РАН, Ижевск

Г. А. Благодатский, аспирант, Ижевский государственный технический университет

В. А. Денисов, доктор технических наук, профессор, Институт прикладной механики УрО РАН, Ижевск

АСУ ПРОЦЕССОМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЕЕ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПО КРИТЕРИЮ КАЧЕСТВА КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА

Предложена система автоматического регулирования процесса механоактивации многокомпонентных структурно неопределенных материалов с использованием способа для определения гранулометрического распределения частиц в потоке вещества. Система построена на основе метода иерархического анализа процесса механоактивации с применением экспертного подхода. Система автоматического регулирования процесса измельчения с обратной связью по гранулометрическому составу позволяет получать конечный продукт с заданными свойствами, повысить надежность работы механизмов в линии, исключить аварийные режимы работы, повысить срок службы агрегатов линии, снизить затраты электроэнергии на единицу продукции.

Ключевые слова: гранулометрический состав, сепаратор, схема автоматики, многоступенчатая мельница, частица, иерархический анализ, системный анализ, МАИ.

Существует много известных технологий, которые послужили основой для попыток обеспечения постоянной информации о гранулометрическом распределении частиц в потоке вещества. Полный анализ известных методов гранулометрического контроля частиц в потоке был представлен в работах [1, 2].

Динамическая нагрузка в отличие от статической, позволяет в большей степени уплотнить материал [3]. В зависимости от влажности и размеров частиц многие многокомпонентные материалы способны к налипанию. Таким образом, при переработке многокомпонентных неоднородных материалов нужно учитывать, что его свойства – объемная масса, размер частиц, твердость, влажность – меняются с течением времени в зависимости от изменяющихся постоянно внешних условий и стадий процесса измельчения.

На рис. 1 представлено устройство непрерывного действия, относительно простое и недорогое, обеспечивающее гранулометрическое распределение частиц независимо от колебаний в концентрации, в режиме расхода и совершенно независимо от состава частиц. Способ и устройство очень легко могут быть приспособлены для контроля за операциями при переработке различных материалов.

В устройстве, показанном на рис. 1, по ленточному транспортеру 1 подается материал в многоступенчатую мельницу 4 [4], где частицы проходят несколько этапов нагружения. После каждой ступени при помощи электростатического сепаратора 10 происходит вывод готового продукта из зоны измельчения. Более подробно конструкция электростатического сепаратора описана в работе [5]. Мельница

имеет n -е количество выходных отверстий в зависимости от требуемого количества различных фракций, на которое нужно разделить продукт переработки.

Каждая фракция поступает в соответствующую ей накопительную камеру 13, имеющую на нижнем конце выпускной клапан (вентиль) 14.

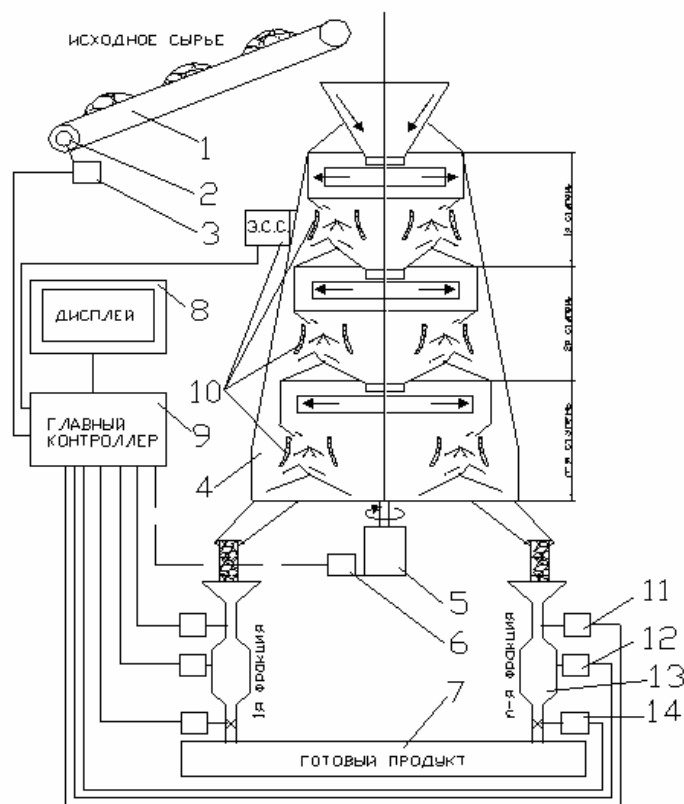


Рис. 1. Схема автоматического регулирования процессом механоактивации многокомпонентных структурно неопределенных материалов с использованием способа для определения гранулометрического распределения частиц в потоке вещества: 1 – транспортер ленточный; 2 – электропривод ленточного транспортера; 3 – частотный преобразователь электропривода ленточного транспортера; 4 – многоступенчатая мельница; 5 – электропривод мельницы; 6 – частотный преобразователь электропривода мельницы; 7 – контейнер с готовым продуктом; 8 – дисплей; 9 – главный контроллер; 10 – электростатический сепаратор, установленный в корпусе мельницы; 11 – датчик заполнения бункера; 12 – счетчик времени; 13 – бункер; 14 – разгрузочная задвижка

Ниже предложен метод, позволяющий оценить качество получаемого продукта в процессе его производства по схеме, приведенной на рис. 1.

Параметры процесса механоактивации, влияющие на качество конечного продукта, показаны в виде иерархии на рис. 2.

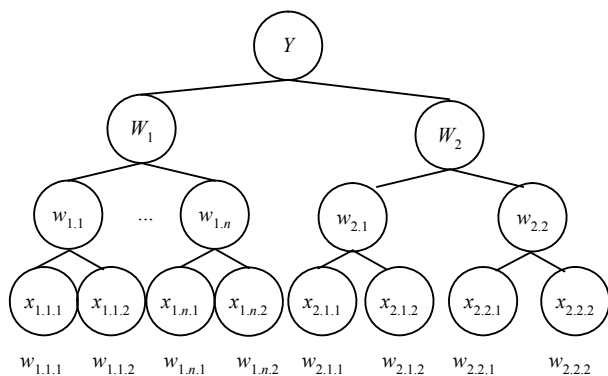


Рис. 2. Математическая модель построения показателя качества получаемой продукции

Математическая модель представляет собой трехуровневую иерархическую систему показателей, где W_1 – влияние сепарирующего устройства (в нашем случае рассматриваем n электростатических сепараторов (10)) на качество конечного продукта; W_2 – влияние измельчающего устройства на качество конечного продукта; $w_{1.1}$ – влияние первого электростатического сепаратора; $w_{1.n}$ – влияние n -го электростатического сепаратора; $w_{2.1}$ – влияние нормированной частоты вращения ротора электродвигателя транспортера, изменяемой при помощи частотного преобразователя; $w_{2.2}$ – влияние нормированной частоты вращения ротора электродвигателя мельницы на вышестоящие уровни иерархии. Влияние показателей $x_{1.1.1}$ – нормированная напряженность на коронирующих электродах первого электростатического сепаратора до оптимальной; $x_{1.1.2}$ – нормированная напряженность на коронирующих электродах первого электростатического сепаратора выше оптимальной; $x_{1.n.1}$ – нормированная напряженность на коронирующих электродах n -го электростатического се-

паратора до оптимальной; $x_{1,n,2}$ – нормированная напряженность на коронирующих электродах n -го электростатического сепаратора выше оптимальной; $x_{2,1,1}$ – частота вращения ротора электродвигателя транспортера до оптимальной; $x_{2,1,2}$ – частота вращения ротора электродвигателя транспортера выше оптимальной; $x_{2,2,1}$ – частота вращения ротора электродвигателя мельницы до оптимальной; $x_{2,2,2}$ – частота вращения ротора электродвигателя мельницы выше оптимальной, определяется весами $w_{1,1,1}$, $w_{1,1,2}$, $w_{1,2,1}$, $w_{1,2,2}$, ... $w_{1,n,1}$, $w_{1,n,2}$, $w_{2,1,1}$, $w_{2,1,2}$, $w_{2,2,1}$, $w_{2,2,2}$ соответственно. Качество конечного продукта определяется в соответствии с предложенной моделью по следующей формуле:

$$Y = \sum_{i=1}^n ((x_{1,i,1}w_{1,i,1} + x_{1,i,2}w_{1,i,2})w_{1,i})W_1 + ((x_{2,1,1}w_{2,1,1} + x_{2,1,2}w_{2,1,2})w_{2,1} + (x_{2,2,1}w_{2,2,1} + x_{2,2,2}w_{2,2,2})w_{2,2})W_2. \quad (1)$$

Веса W_1 , W_2 , $w_{1,1,1}$, ..., $w_{1,n,1}$, $w_{2,1,1}$, $w_{2,2,1}$, $w_{1,1,2}$, $w_{1,2,2}$, ..., $w_{1,n,2}$, $w_{2,1,2}$, $w_{2,2,2}$ определяются аналогично способу, предложенному в [6], и равны, соответственно, $W_1 = 0,4$; $W_2 = 0,6$; $w_{1,1,1} = 1$; $w_{1,i,2} = 0,3$; $w_{1,i} = 1/n$; $w_{2,1,1} = 1$; $w_{2,1,2} = 0,4$; $w_{2,2,1} = 1$; $w_{2,2,2} = 0,1$; $w_{2,1} = 0,1$; $w_{2,2} = 0,9$. Подставляя веса в (1), получим:

$$Y = \sum_{i=1}^n ((x_{1,i,1} + x_{1,i,2}0,3)1/n)0,4 + ((x_{2,1,1} + x_{2,1,2}0,4)0,1 + (x_{2,2,1} + x_{2,2,2}0,1)0,9)0,6. \quad (2)$$

Модель (1–2) – это модель расчета показателя качества получаемой продукции в сравнении с эталонной продукцией. Данная модель разработана для предложенной на рис. 1 системы автоматического регулирования процесса механоактивации многокомпонентных структурно неопределенных материалов с использованием способа для определения гра-

нулометрического распределения частиц в потоке вещества.

Таким образом, применение модели, полученной с применением метода анализа иерархий [7], в совокупности с предложенной АСУ процесса механоактивации позволяет:

- 1) получать конечный продукт с требуемым гранулометрическим составом независимо от качества исходного сырья;
- 2) изменять в случае необходимости в процессе работы гранулометрический состав конечного продукта;
- 3) повысить надежность работы механизмов в линии, исключить аварийные режимы работы и повысить срок службы агрегатов линии;
- 4) снизить затраты электроэнергии на единицу продукции при высоком качестве конечного продукта.

Библиографические ссылки

1. Jodding W. Continuous control of Particle Size // Engineering and Mining Journal. – 1970. – Vol. 165. – No. 7. – P. 82.
2. Japple S. B. Particle size analysis and analysers // Chemical engineering. – 1968. – Vol. 122. – No. 1. – P. 36.
3. Пугачев А. В. Контроль и автоматизация переработки сыпучих материалов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 152 с.: ил.
4. Денисов В. А. Повышение эффективности процесса измельчения зерновых компонентов комбикормов: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1992. – 420 с.
5. Денисов В. А., Жиров Д. К. Моделирование процесса классификации частиц в электростатических сепараторах // Физическая химия и мезоскопия. – 2010. – Т. 12. – № 1.
6. Благодатский Г. А., Горохов М. М., Казанцев Д. И. Создание математической модели анализа структуры аккредитационных показателей вуза с применением метода анализа иерархий // Вестник ИжГТУ. – 2010. – № 2(46). – С. 115–118.
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

D. K. Zhirov, Postgraduate Student, Institute of Applied Mechanics UB RAS, Izhevsk

G. A. Blagodatsky, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University

V. A. Denisov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Applied Mechanics UB RAS, Izhevsk

Automatic Control System of Multi-Component Materials Processing and Its Operations Analysis by Final Product Quality Criterion

An automatic control system of structure-indefinite multi-components materials processing by using particle granulometric definition method in a substance flow is proposed. The system is built on the basis of mechanical activation hierarchy analysis with use of the expert approach. The milling process system with granulometric feedback allows obtaining end-product with required characteristics, increasing machinery reliability, excluding emergency operation, increasing lifetime of the line units, and reducing electric power consumption per unit.

Key words: grain-size composition, separator, automatic control circuit, multi-step mill, particle, hierarchy analysis, Saati method.