

УДК 51-7:004.92:519.6

Е. В. Перинская

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Донецкий национальный технический университет»
83001, г. Донецк, ул. Артема, 58

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА К ИССЛЕДОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ КОНВЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

E. V. Perinskaya

State Educational Institution of Higher Professional Education «Donetsk National Technical University»
83001, c. Donetsk, Artyoma str., 58

APPLICATION OF THE METHOD OF COMPUTATIONAL EXPERIMENT TO INVESTIGATION OF PARAMETERS OF CONVECTIVE PROCESSES

О. В. Перінська

Державна освітня установа вищої професійної освіти «Донецький національний
технічний університет»
83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТУ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНВЕКТИВНИХ ПРОЦЕСІВ

В статье рассматривается задача исследования параметров процесса принудительного воздействия на многокомпонентные смеси в ограниченном пространстве специализированного аппарата конвективного типа с применением метода вычислительного эксперимента. Аппараты предназначены для получения ферритового порошка, используемого в электронной технике. На основании результатов эксперимента разработаны рекомендации по совершенствованию параметров оборудования с целью повышения качества конечного продукта.

Ключевые слова: процесс, технология, вычислительный эксперимент, параметры, алгоритм.

The article deals with the problem of studying the parameters of the process of forced action on multicomponent mixtures in a limited space of a specialized convective-type apparatus using the method of computational experiment. The devices are designed to produce ferrite powder used in electronic engineering. Based on the results of the experiment, recommendations were developed for improving the parameters of equipment in order to improve the quality of the final product.

Key words: process, technology, computational experiment, parameters, algorithm.

У статті розглядається задача дослідження параметрів процесу примусового впливу на багатоконпонентні суміші в обмеженому просторі спеціалізованого апарату конвективного типу з застосуванням методу обчислювального експерименту. Апарати призначені для отримання ферритового порошку, використовуваного в електронній техніці. На підставі результатів експерименту розроблено рекомендації щодо вдосконалення параметрів обладнання з метою підвищення якості кінцевого продукту.

Ключові слова: процес, технологія, обчислювальний експеримент, параметри, алгоритм.

Введение

Технология изготовления ряда необходимых материалов предусматривает их получение из влажных неоднородных субстанций, перемешиваемых в процессе производства.

На многих предприятиях в составе технологического оборудования эксплуатируются машины и аппараты, содержащие узлы конвективного типа, а именно устройства, осуществляющие перемешивание неоднородных материалов, состоящих из жидкой и твердой фазы (технологические линии химических производств, предприятия строительных материалов, технологические процессы обогащения полезных ископаемых и т.п.). При этом качество конечного продукта во многом зависит от эффективности работы конвективных узлов [1]. В частности, конструкцией ряда электронных приборов предусмотрено применение узлов, основанных на изделиях из марганец-цинковых ферритовых порошков.

Актуальность работы. Применяемый в настоящее время реактор – осадитель не позволяет получать осадки с хорошо воспроизводимыми свойствами без его реконструкции, т.к. в реакторе не достигается необходимая степень однородности компонентов в осадке, происходит залегание твердой фазы на днище, наблюдается налипание осадков на стенках. Реконструкция аппарата требует соответствующего обоснования, что вызывает необходимость теоретических и экспериментальных исследований.

Одним из эффективных методов решения рассматриваемых задач является метод математического моделирования, позволяющий получить с помощью компьютера достаточно широкий набор данных о реконструируемом объекте без проведения долговременных и дорогостоящих натурных исследований [1], [2].

Развитием традиционного метода математического моделирования, основанного на численном решении краевых задач для уравнений математической физики, является метод вычислительного эксперимента, позволяющий исследовать «точечные» характеристики процесса [3-5].

В данной статье рассматривается решение задачи модификации параметров процесса на основании результатов вычислительного эксперимента.

В этой связи тема работы является актуальной.

Цель работы – обоснование направления модификации параметров процесса конвективного воздействия на неоднородные смеси реагентов для обеспечения повышения качества получаемых смесей как сырья для дальнейшего производства ферритовых материалов.

Основное содержание работы

В работах [1-3] представлены результаты математического моделирования процессов функционирования реактора на базе детерминированных моделей.

Рассмотрим задачу с точки зрения использования метода вычислительного эксперимента. На рис. 1 показана условная схема реактора.

Критерии оценки эффективности воздействия в зависимости от технологических параметров. Выбор критериев оценки повышения эффективности при модификации параметров производится в соответствии с основным требованием: повышение равномерности распределения перемешиваемой массы в рабочем объеме аппарата.

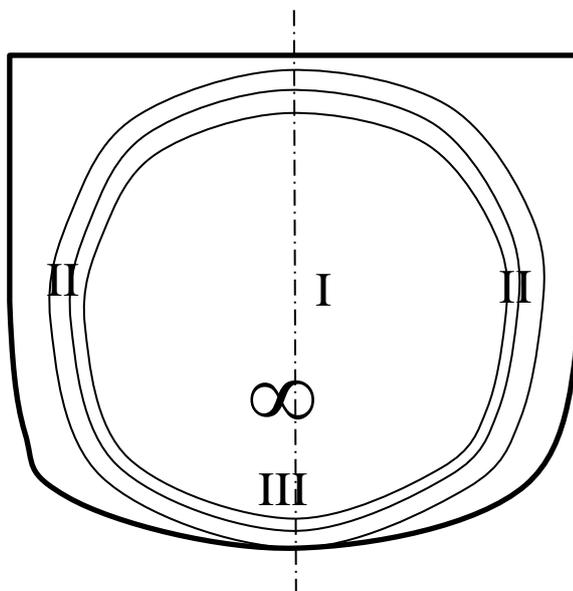


Рисунок 1 – Условная схема распределения концентрации

Выделим в сечении аппарата 3 характерные зоны (рис. 1):

- I – зона активного перемешивания;
- II – зона «пристеночного залипания»;
- III – зона «придонного залегания».

Наиболее эффективные результаты работы конвективного аппарата соответствуют максимально возможному размеру зоны I.

Особенностью технологического процесса обработки материалов в неоднородной среде является случайная природа времени пребывания частиц в рабочей зоне, обусловленная хаотическими движениями и соударением частиц.

В работах В. Н. Ткаченко [1], [5], обобщающих теоретические результаты ряда авторов, предложен метод вычислительного эксперимента для исследования стохастических параметров процесса воздействия на материалы в конвективном процессе. Применение данного метода дает дополнительные возможности идентификации математических моделей процессов перемешивания сыпучих материалов.

Время обработки материала является одним из важнейших технологических параметров, которое определяет степень завершенности технологического процесса и производительность. Для разработки методов теоретической оценки степени завершенности рассматриваемых физико-химических процессов необходимо иметь адекватное математическое описание структуры смеси по возрасту частиц, которое может быть выполнено в теоретико-вероятностных терминах на основе законов распределения. Время пребывания частицы в слое определяется расходной скоростью материала (детерминированная составляющая) и диффузией, обусловленной продольным перемешиванием частиц (стохастическая составляющая).

В режиме идеального вытеснения все частицы имеют одинаковое время пребывания в зоне, равное $\tau = M / G$, где M – количество материала, одновременно находящегося в зоне, а G – расход материала в единицу времени. Однако, для кипящего слоя в силу интенсивного перемешивания частиц, эта формула дает только величину среднего времени пребывания материала в слое. Спектр времени пребывания частиц зависит от конструктивных особенностей и размеров реакционной зоны. Если в слое поддерживается режим идеального перемешивания, то функция распределения представляется в виде экспоненциального закона

$$P(\tau) = \exp(-1/\tau) / \tau.$$

Рассматривается реактор длиной L , работающий по непрерывному циклу в стационарном режиме (т.е. расходная скорость и движения материала постоянна). Частицы, покидающие реактор, характеризуются величиной τ времени пребывания в слое. Необходимо определить плотность распределения частиц $\rho(L, \tau)$ по времени пребывания в реакторе. Расчет $\rho(L, \tau)$, осуществляется в результате вычислительного эксперимента, в соответствии с которым моделируется поведение меченых частиц, поступающих в слой в начальный момент времени в виде импульсной подачи. Условия эксперимента следующие:

- предполагается, что масса меченых частиц является достаточно малой величиной относительно слоя в целом, и поведение меченых частиц идентично поведению частиц слоя;
- импульсный характер ввода частиц не нарушает стационарного режима работы реактора.

Для моделирования процесса изменения концентрации меченых частиц в рабочей зоне используется математическая модель диффузии частиц в конвективном потоке [5]. Уравнения моделируемого процесса имеют вид:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v \frac{\partial C}{\partial X}, \quad (1)$$

$$D \frac{\partial C(0, \tau)}{\partial X} = vC, \quad (2)$$

$$\frac{\partial C(L, \tau)}{\partial X} = 0, \quad (3)$$

$$C(0, X) = C_0(X), \quad (4)$$

где $C(x, \tau)$ – безразмерная концентрация частиц в точке x , в момент времени τ ;

D – коэффициент диффузии частиц в слое;

v – расходная скорость потока;

$C_0(X)$ – начальная концентрация меченых частиц.

Уравнение (1) описывает изменение концентрации частиц в результате диффузии и переносного движения слоя. Граничные условия по Дан-квартсу (2), (3) определяют материальные балансы на концах зоны. Начальное условие (4) задает распределение концентрации частиц в момент поступления в реактор. Вычислительный эксперимент состоит в следующем. Моделируется импульсное поступление меченых частиц в слой, общее количество которых принимается равным 1. Для этого определяется концентрация меченых частиц в начальном условии, затем по уравнениям (1)–(3) определяется концентрация меченых частиц в слое в следующий момент времени $\tau + d\tau$. На выходе из реактора на каждом шаге по времени фиксируется концентрация меченых частиц и текущее время. Процесс расчета повторяется до полного выхода меченых частиц из реактора. Результатом моделирования диффузионного процесса является функция $C(L, \tau)$, с помощью которой определяется доля q меченых частиц, покинувших реактор в момент времени $\tau + d\tau$:

$$q(\tau) = vC(L, \tau)d\tau.$$

Величина $q(\tau)$ определяет также вероятность того, что время пребывания частиц принимает значение, принадлежащее интервалу $[\tau, \tau + d\tau]$. Тогда величина $vC(L, \tau)$ является плотностью вероятности времени пребывания, т.е.

$$\rho(L, \tau) = vC(L, \tau).$$

На основе предложенной процедуры вычислительного эксперимента можно моделировать практически любые процессы движения частиц от идеального вытеснения до идеального смешения при различных способах загрузки материала в реактор. В результате вычислительного эксперимента можно получить полную информацию о вероятностных характеристиках времени пребывания частиц: численную оценку функции плотности распределения $\rho(\tau)$, представляемую в виде массивов чисел, начальные и центральные моменты случайной величины.

Вычисление показателей плотности распределения частиц по времени пребывания в псевдооживленном слое.

Для реализации математической модели (1) – (4) на ЭВМ могут быть использованы конечно-разностные методы с явной или неявной схемой аппроксимации и их модификации [5]. С помощью метода расщепления модель (1) – (4) может быть представлена элементарными физическими процессами (диффузией и переносом массы), для расчета которых накоплен значительный опыт. Простейшей для реализации на ЭВМ является явная схема, в соответствии с которой краевая задача представляется в виде следующей конечно-разностной:

$$\frac{C_{j+1}^L - C_j^L}{h_x} = D \frac{C_j^{L+1} - 2C_j^L + C_j^{L-1}}{h_x^2} - v \frac{C_j^L - C_j^{L-1}}{h_x}. \quad (5)$$

Равномерность обработки достаточно полно определяется наличием зон II, III и степенью преобладания площади зоны I в проектной области воздействия. В связи с этим для оценки качества обработки выбраны:

v – коэффициент относительной величины зон низкой активности

$$v = \frac{S_H}{S_{ПП}} \cdot 100, \% , \quad (6)$$

где S_H – площадь зон II, III (зоны низкой активности);

$S_{ПП}$ – площадь проектной зоны воздействия.

Коэффициент вариации относительного прироста концентрации прореагировавших компонентов, определяемого по величине концентрации в каждой точке:

$$V_R = \frac{\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\Delta C_i - \Delta \bar{C})^2}}{\Delta \bar{C}} \cdot 100, \% , \quad (7)$$

где ΔC_i и $\Delta \bar{C}$ – значения прироста концентрации соответственно в i -й точке и среднее по обрабатываемой зоне,

$$\Delta C_i = \frac{\Delta C_{расч.i}}{\Delta C_{max}}, \quad (8)$$

где $\Delta C_{расч.i}$ – прирост концентрации в i -й точке по результатам моделирования;

ΔC_{max} – максимальный прирост концентрации.

Для оценки эффективности воздействия в зависимости от модификации параметров будем пользоваться величинами, определяющими:

а) относительное уменьшение площади зон низкой активности

$$\mathcal{E}_s = \frac{S_{H.O} - S_{H.K}}{S_{H.O}} \cdot 100, \% \quad (9)$$

где $S_{H.O}$ и $S_{H.K}$ – площади зон низкой активности соответственно при начальном значении параметра и конечном (модифицированном) значении;

б) уменьшение коэффициента вариации относительного прироста:

$$\mathcal{E}_v = \frac{V_R^0}{V_R^k}, \quad (10)$$

где V_R^0, V_R^k – коэффициенты вариации соответственно для начального и конечного (модифицированного) значения параметра.

Исследование эффективности процесса в зависимости от параметров технологической схемы. Влияние скорости вращения лопасти

Зададим положение лопасти на расстоянии четверти высоты от днища и проведем моделирование для скоростей 0,5; 0,7; 0,9.

Используя критерии (6) – (10), проведём сравнительные оценки эффективности для разных значений скорости вращения конвективного элемента.

Результаты компьютерных экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Изменение равномерности распределения концентрации при наращивании скорости вращения лопасти

| № варианта | Исходное распределение | | Равномерность распределения | | | | Эффективность процесса | |
|----------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------|------------|-------------|------------------------|-----------------|
| | | | ω_0 | | ω_k | | | |
| | $V_R, \%$ | S_H, M^2 | $v, \%$ | $V_R^0, \%$ | $v, \%$ | $V_R^k, \%$ | $\mathcal{E}_s, \%$ | \mathcal{E}_v |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 42,3 | 42 | 13,3 | 48,4 | 4,3 | 26,5 | 67,6 | 1,8 |
| 2 | 50,3 | 16 | 16,6 | 60,9 | 7,2 | 28,9 | 56,5 | 2,1 |
| 3 | 70,6 | 80 | 17,8 | 62,3 | 6,9 | 30,2 | 60,2 | 2,1 |
| 4 | 76,3 | 12 | 14,8 | 59,6 | 5,5 | 32,5 | 62,7 | 1,8 |
| 5 | 81,8 | 20 | 18,1 | 63,2 | 6,6 | 34,4 | 63,5 | 1,8 |
| 6 | 82,6 | 64 | 19,1 | 56,5 | 7,3 | 33,8 | 61,8 | 1,6 |
| 7 | 86,1 | 60 | 17,4 | 60,0 | 7,9 | 35,8 | 54,6 | 1,7 |
| 8 | 96,5 | 64 | 19,6 | 66,3 | 8,4 | 34,2 | 57,1 | 1,9 |
| 9 | 108,6 | 80 | 22,6 | 70,3 | 11,8 | 45,0 | 47,7 | 1,6 |
| 10 | 112,3 | 40 | 23,7 | 64,1 | 9,7 | 31,6 | 59,0 | 2,0 |
| Среднее | | | 18,3 | 60,6 | 7,6 | 34,4 | 58,5 | 1,8 |

Зададим скорость 0,7 и рассмотрим различные положения вдоль вертикальной оси. Используя критерии (6) – (10), проведём сравнительные оценки эффективности для разных вариантов расположения лопасти относительно днища h_x .

Результаты компьютерных экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Изменение равномерности распределения концентрации при изменении положения лопасти

| № варианта | Равномерность распределения | | | | Эффективность процесса | | | |
|------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| | h_x^0 | | h_x^k | | h_x^0 | | h_x^k | |
| | $\nu, \%$ | $V_R^0, \%$ | $\nu, \%$ | $V_R^k, \%$ | $\mathcal{E}_S, \%$ | $\mathcal{E}_V, \%$ | $\mathcal{E}_S, \%$ | \mathcal{E}_V |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 4,2 | 27,3 | 3,0 | 24,3 | 68,4 | 1,8 | 77,5 | 2,0 |
| 2 | 4,8 | 31,2 | 2,2 | 25,7 | 71,0 | 1,9 | 86,7 | 2,4 |
| 3 | 5,1 | 30,5 | 2,3 | 24,8 | 71,3 | 2,0 | 87,0 | 2,5 |
| 4 | 3,4 | 25,1 | 2,6 | 22,2 | 77,1 | 2,4 | 82,4 | 2,7 |
| 5 | 4,3 | 30,2 | 2,9 | 25,3 | 76,2 | 2,1 | 84,0 | 2,5 |
| 6 | 6,3 | 30,6 | 4,6 | 28,1 | 67,0 | 1,8 | 75,8 | 2,0 |
| 7 | 4,5 | 31,4 | 4,1 | 26,2 | 74,1 | 1,9 | 76,4 | 2,3 |
| 8 | 4,4 | 33,0 | 2,3 | 28,0 | 77,4 | 2,0 | 88,4 | 2,3 |
| 9 | 8,5 | 42,6 | 4,2 | 35,8 | 62,3 | 1,6 | 81,4 | 2,0 |
| 10 | 8,1 | 40,1 | 3,8 | 31,3 | 65,7 | 1,6 | 83,9 | 2,0 |
| Ср. знач. | 5,4 | 32,2 | 3,2 | 27,1 | 70,5 | 1,9 | 82,6 | 2,2 |

Выводы

Решена задача обоснования направления модификации параметров процесса конвективного воздействия на неоднородные материалы с применением метода вычислительного эксперимента. Предложенные модели и методы их реализации позволяют проводить численное моделирование процессов и решать задачи совершенствования как конструктивных, так и технологических параметров.

Показано, что обоснованные методы модификации параметров оборудования способствуют повышению эффективности процесса и качества получаемых материалов. К достоинствам данного метода следует отнести возможность широкой вариации параметров без проведения физических и натурных экспериментов, что удешевляет и ускоряет процесс проектирования новой аппаратуры.

Список литературы

1. Математическое моделирование процессов обогащения полезных ископаемых: монография [Текст] / [В. Н. Павлыш, Е. И. Назимко, А. Н. Корчевский, и др.] ; под общ. ред. проф. В. Н. Павлыша и проф. Е. И. Назимко. – Донецк : ВИК, 2014. – 463 с.
2. Павлыш В. Н. Математическое моделирование процессов функционирования специализированных аппаратов конвективного типа [Текст] / В. Н. Павлыш, Е. В. Перинская // Международный рецензируемый научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2015. – № 1(15). – Донецк : ГУ ИПИИ, 2015. – С. 89–98.
3. Перинская Е. В. Математическое моделирование процессов функционирования специализированных аппаратов конвективного типа [Текст] / Е. В. Перинская // Международный рецензируемый научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2020. – № 4(19) – С. 30–45.
4. Математическое моделирование и анализ параметров устройства вихревой пароконденсации в прямоточной системе обессоливания шахтных вод [Текст] / Павлыш В. Н., Доценко Г. В., Овсянников В. П., Малеев В. Б. // Международный рецензируемый научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2020. – № 4(19). – С. 30–45..
5. Ткаченко В. Н. Численный анализ вероятностных характеристик температурных процессов обработки материала в псевдооживленном слое [Текст] / В. Н. Ткаченко // Инженерно-физический журнал. – 1997. – Т. 70. – С. 924–929.
6. Павлыш В. Н. Модификация характеристик аппаратного обеспечения системы управления процессом увлажнения угольного пласта [Текст] / В. Н. Павлыш, Л. А. Лазебная // // Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров: сб. трудов IX Международной научно-методической конференции (Сухум с 01 – 09 октября 2016 г.) – Донецк : МСМ, 2016. – С. 183–187.

7. Павлыш В. Н. Совершенствование системы управления процессом гидравлического воздействия на угольный пласт в режиме фильтрации [Текст] / В. Н. Павлыш, Л. А. Лазебная, Г. И. Турчанин / Машиностроение и техносфера XXI века : сб. трудов XXIII международной научно-технической конференции (г. Севастополь 12 – 18 сентября 2016 г.). – Донецк : МСМ, 2016. – Т. 2. – С. 64–67.
8. Павлыш В. Н. Редукция краевой задачи моделирования процесса получения сопутствующих материалов при обогащении полезных ископаемых к системе критериальных зависимостей [Текст] / В. Н. Павлыш, Е. В. Перинская // Машиностроение и техносфера XXI века : сборник трудов XXIII международной научно-технической конференции (г. Севастополь 12 – 18 сентября 2016 г.) – Донецк: МСМ, 2016. – Т. 2. – С. 68–71.

References

1. Pavlysh V.N., Nazimko E.I., Korchevsky A.N., Perinskaya E.V., Serafimova L.I., Golikov A.S. *Matematicheskoye modelirovaniye protsessov obogashcheniya poleznykh iskopayemykh: monografiya* [Mathematical modeling of mineral processing processes: monograph]; under total. ed. prof. Pavlysha V.N. and prof. Nazimko E.I.; Donetsk, VIK, 2014, 463 p.
2. Pavlysh V.N., Perinskaya E.V. Matematicheskoye modelirovaniye protsessov funktsionirovaniya spetsializirovannykh apparatov konvektivnogo tipa [Mathematical modeling of the functioning processes of specialized convective-type devices]. *Mezhdunarodnyy retsenziruyemyy nauchno-teoreticheskiy zhurnal «Problemy iskusstvennogo intellekta»* [International peer-reviewed scientific and theoretical journal "Problems of Artificial Intelligence"], 2015, No. 1 (15), Donetsk, GU IPII, 2015, p. 89-98.
3. Perinskaya E.V. Matematicheskoye modelirovaniye protsessov funktsionirovaniya spetsializirovannykh apparatov konvektivnogo tipa [Mathematical modeling of the processes of functioning of specialized convective-type devices] // *Mezhdunarodnyy retsenziruyemyy nauchno-teoreticheskiy zhurnal «Problemy iskusstvennogo intellekta»* [international peer-reviewed scientific and theoretical journal "Problems of Artificial Intelligence"], 2020, No. 4 (19), pp. 30-45 .
4. Pavlysh V.N., Dotsenko G.V., Ovsyannikov V.P., Maleev V.B. Matematicheskoye modelirovaniye i analiz parametrov ustroystva vikhrevoy parokondensatsii v pryamotochnoy sisteme obessolivaniya shakhtnykh vod [Mathematical modeling and analysis of the parameters of a vortex steam condensation device in a once-through mine water demineralization system]. *Mezhdunarodnyy retsenziruyemyy nauchno-teoreticheskiy zhurnal «Problemy iskusstvennogo intellekta»* [International peer-reviewed scientific and theoretical journal "Problems of Artificial Intelligence"], 2020, No. 4 (19), pp. 30-45
5. Tkachenko V.N. Chislennyy analiz veroyatnostnykh kharakteristik temperaturnykh protsessov obra-botki materiala v psevdoozhizhennom sloye [Numerical analysis of probabilistic characteristics of temperature processes of material processing in a fluidized bed]. *Inzhenerno-fizicheskiy zhurnal* [Engineering Physics Journal], 1997, T. 70, S. 924-929.
6. Pavlysh V.N., Lazebnaya L.A. Modifikatsiya kharakteristik apparatnogo obespecheniya sistemy upravleniya protsessom uvlazhneniya ugol'nogo plasta [Modification of the characteristics of the hardware of the control system for the process of moistening a coal seam]. *Sovremennyye problemy tekhnosfery i podgotovki inzhenernykh kadrov: sb. trudov IX Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii (Sukhum s 01 – 09 oktyabrya 2016 g.)* [Modern problems of the technosphere and training of engineering personnel., Proceedings of the IX International Scientific and Methodological Conference in the city of Sukhum from 01 – 09 October 2016], Donetsk, MSM, 2016, p.183-187.
7. Pavlysh V.N., Lazebnaya L.A., Turchanin G.I. Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya protsessom gidravlicheskogo vozdeystviya na ugol'nyy plast v rezhime fil'tratsii [Improving the control system of the process of hydraulic impact on a coal seam in filtration mode]. *Mashinostroyeniye i tekhnosfera XXI veka : sb. trudov XXIII mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (g. Sevastopol' 12 – 18 sentyabrya 2016 g.)* [Mechanical engineering and technosphere of the XXI century. Proceedings of the XXIII international scientific and technical conference in Sevastopol, September 12-18, 2016], Donetsk: MSM, 2016, Vol. 2, p. 64-67.
8. Pavlysh V.N., Perinskaya E.V. Reduktsiya krayevoy zadachi modelirovaniya protsessa polucheniya soputstvuyushchikh materialov pri obogashchenii poleznykh iskopayemykh k sisteme kriterial'nykh zavisimostey [Reduction of the boundary value problem of modeling the process of obtaining accompanying materials during the enrichment of minerals to the system of criterion dependencies]. *Mashinostroyeniye i tekhnosfera XXI veka : sbornik trudov XXIII mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (g. Sevastopol' 12 – 18 sentyabrya 2016 g.)* [Mechanical engineering and technosphere of the XXI century // Proceedings of the XXIII international scientific and technical conference in Sevastopol, September 12-18, 2016], Donetsk, MSM, 2016, T. 2, p. 68-71.

RESUME

E. V. Perinskaya

Application of the Method of Computational Experiment to Investigation of Parameters of Convective Processes

The construction of many electron devices includes elements with ferromaterial ties. Present used apparatus has not satisfied parameters. The reconstruction of apparatus must be theoretical and experimental grounded. The most effective method of investigation is mathematical modeling.

The article is devoted to elaboration of determined three level mathematical models for computer modeling of process of obtaining ferromaterials in convective type apparatus. The proposed mathematical models are based on the equations of particular derivatives. The ending conditions are formed according to geometrical parameters and technological properties. The computer realizing made by ending-difference approximation.

The proposed models and methods of their realizing allow us to provide numerical modeling of processes and find solution of problem of perfection as constructive both technological parameters. The preference of this method is possibility of wide variation of parameters without natural experiments and not require material resources.

The development of method of mathematical modeling for optimization of parameters of convective apparatus allows us to reduce the material and terminal resources during projecting of new types apparatus. Compared with the method of nature experiment results may be obtained by short time.

РЕЗЮМЕ

Е. В. Перинская

Применение метода вычислительного эксперимента к исследованию параметров конвективных процессов

Конструкции ряда электронных приборов включают элементы, состоящие из ферритовых материалов. Применяемые для их получения аппараты не обладают удовлетворительными параметрами. Реконструкция аппарата требует теоретического и экспериментального обоснования. Одним из эффективных методов исследований является метод вычислительного эксперимента.

Данная статья посвящена решению задачи обоснования направлений модификации параметров процесса конвективного воздействия на многокомпонентные смеси с применением метода вычислительного эксперимента. Выполнена численная реализация метода применительно к проблеме совершенствования параметров оборудования с целью повышения качества конечного продукта.

Предложенный метод позволяет проводить численное моделирование процессов и решать задачи совершенствования как конструктивных, так и технологических параметров. К достоинствам данного метода следует отнести возможность широкой вариации параметров без натуральных экспериментов дополнительных материальных ресурсов.

Развитие методов математического моделирования для решения задач оптимизации параметров конвективных аппаратов удешевляет и ускоряет процесс проектирования новой аппаратуры. Показано, что обоснованные методы модификации параметров оборудования способствуют повышению эффективности процесса и качества получаемых материалов.

Статья поступила в редакцию 23.04.2021.