

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА СЕПАРАЦИЯ С ПОМОЩТА НА ИНТЕНЗИВНИ ИМПУЛСНИ МАГНИТНИ ПОЛЕТА

Снежана Стоянова¹, Ромео Александров²

¹ Университет "Проф. д-р Асен Златаров" – Бургас 8010 България

² Минно-Геоложки Университет "Св. Иван Рилски" – София 1700 България

РЕЗЮМЕ. Изследва се възможността за сепарация на смеси от прахообразни вещества в зависимост от магнитната им проницаемост, която малко се различава от магнитната проницаемост на празното пространство. За целта се използват магнитни полета с много голяма интензивност и малка продължителност, така че създадените от тях импулси на силата са достатъчно ефективни. Дава се принципно описание на електромагнитната система, която създава такива полета и се разглежда конкретен пример, който показва възможностите на предлагания подход.

POSSIBILITIES FOR SEPARATION USING A INTENSIVE PULSE MAGNETIC FIELDS

Snezhana Stoyanova¹, Romeo Alexandrov²

¹ Burgas "Prof. Assen Zlatarov" University Prof. Jakimov str. 1, 8010 Burgas, Bulgaria

² University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" – 1700 Sofia Bulgaria

ABSTRACT. It is examined the possibility of separation mixtures of powders, depending on their magnetic permeability, which differs slightly from that one of the free space. On this purpose are used magnetic fields with very high intensity and short duration, so that the created by them momentums should be sufficiently effective. It is given an electromagnetic system description of principle that creates such fields and is taken into consideration a practical case that shows the possibilities of the proposed approach.

Постановка на проблема

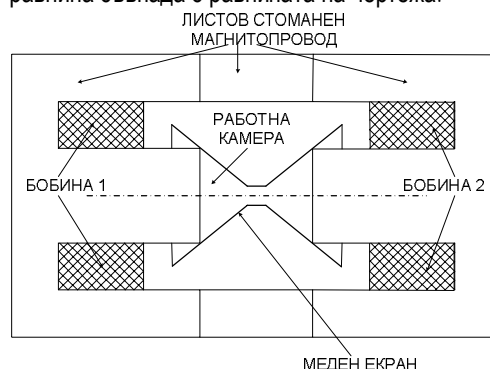
Процесите на магнитната и електрическата сепарация използват основно електромагнитните свойства на веществата, но също така и други техни физични или физикохимични свойства. Това са, например, плътност, размер и форма на частиците, повърхностните свойства и т.н. За разделяне на една магнитна фракция от друга, трябва да има противоположни сили, като активните трябва да са по-големи от пасивните сили.

Известно е, че процесите на магнитна сепарация се разделят основно на две групи: сепарация на частици със силномагнитни свойства и на такива със слабомагнитни свойства. Главната особеност при магнитната сепарация на слабомагнитни частици е незначителното магнитно взаимодействие на частиците в работната зона. Трудности възникват в случаите, когато магнитната проницаемост на отделяното вещество се различават малко от магнитната константа μ_0 . В този случай магнитната сила има много малка стойност и работата на сепаратора е неефективна. Това налага повишаване на големината на магнитната индукция B , а също и на вектора $\text{grad } B$, т.е. налага се използването на високо градиентни и интензивни магнитни полета. Един от начините за създаване на достатъчно високи стойности на B и $\text{grad } B$ е използването на импулсно магнитно поле в сепаратор със специална

геометрия на работната камера снабдена с концентриращ, електропроводящ екран

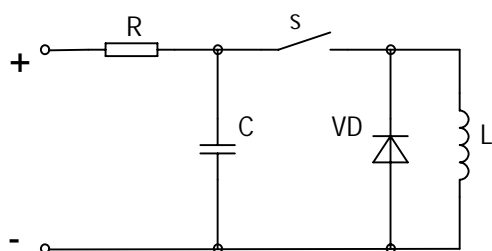
Принципно описание на системата за създаване на периодично, интензивно магнитно поле

На фиг. 1 е показана опростена схема на устройство за създаване на краткотрайно, интензивно магнитно поле с периодичен характер. Силовите линии при импулсен режим се концентрират чрез медния екран. За да не се допусне затварянето през екрана на противодействащи токови контури той е съставен от две еднакви части, разделени с изолационно покритие. Разделителната равнина съвпада с равнината на чертежа.



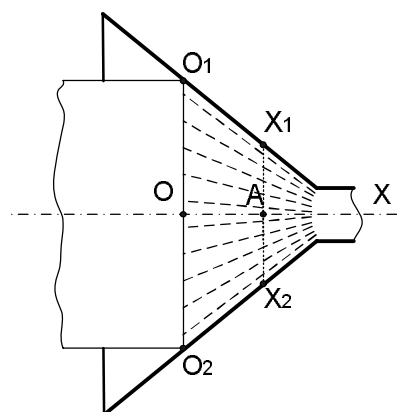
Фиг. 1

За създаване на магнитното поле, през двете бобини свързани съпосочно, периодично се разрежда кондензатор, съгласно фиг. 2.



Фиг.2

Поради високата проводимост на двете части на екрана за кратък интервал от време, 2 до 3 ms от началото на разряда целият магнитен поток от средното бедро на стоманения магнитопровод се свива многократно и минава през най-тясната част от пътя си, разположена в средата на камерата (фиг. 1). През този кратък интервал магнитното поле в зоната около работната камера има приблизително вида, показан на фиг. 3.



Фиг. 3

Лесно е да се установи, че например в т. А са в сила следните зависимости:

$$B_x = \frac{S_0}{S_x} B_0, \quad (1)$$

където B_0 е магнитната индукция в средното бедро на стоманения магнитопровод например в сечение $O_1 O_2$, B_x е магнитната индукция в сечение $X_1 X_2$, а S_0 и S_x са лицата на фигурите, образувани от съответните сечения с магнитния поток.

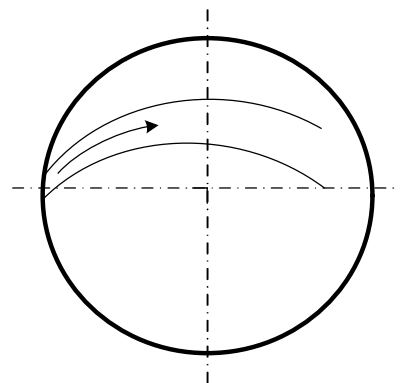
$$|\text{grad}B| = \frac{B_x - B_0}{OX} \quad (2)$$

Големината на силата, с която полето действа върху частица с обем V , обемна магнитна възприемчивост k и разположена в точка X се определя от израза

$$F_m = k \frac{V}{\mu_0} B \text{grad}B, \quad N, \quad (3)$$

Примерна възможност за сепарация

На фиг. 4 е показан друг поглед към работната камера от фиг. 3, а именно по посока на оста OX . По пневматичен път в камерата се вдухва праховъздушен поток от неферомагнитни частици с различна магнитна възприемчивост. Граничните му контури са показани в две параболични криви. Върху всяка частица действа сила, съгласно формула (3).



Фиг. 4

Посоката на тази сила е перпендикулярна на равнината на фиг.4, за парамагнитните вещества е насочена към наблюдателя и в противоположна посока – за диамагнитните. Тази сила придава допълнителна скорост v на частицата, насочена по посока на силата, която я създава. Импулсното действие на силата е обвързано със закона за равенство между импулса на силата и количеството на движението. В сила е зависимостта:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot v, \quad (4)$$

където m е масата на частицата.

От тук и във връзка с (3) се получава:

$$v = \frac{B |\text{grad}B| \Delta t}{\mu_0 \delta} k, \quad (5)$$

където δ е масата на веществото в единица обем.

Под действие на тази скорост частицата излиза от потока и попада на събирателна повърхност, като мястото на попадане зависи от големината на скоростта v . Трябва да се отбележи, че големината на скоростта не зависи от обема. Поради това частиците от един материал попадат на едно определено място.

Числен пример

Нека сепариращата камера създава параметри на полето:

$$B = 15 T, \quad |\text{grad}B| = 500 \frac{T}{m}, \quad \Delta t = 2 ms$$

Сепариращото вещество има характеристики.

$$k = 0,001, \delta = 3000 \frac{kg}{m^3}$$

За създадената хоризонтална сила, която отклонява частиците от общия поток се получава скорост $v = 4 \frac{m}{s}$, което е напълно достатъчно за получаване на ефективна сепарация.

Заклучение

От направените теоретични изследвания се вижда, че създаваното интензивно магнитно поле е подходящо за сепарация на парамагнитни и диамагнитни вещества. Като начало, при използване на електромагнитни системи с

малки размери и малка стойност тази сепарация може да се използва при разделяне на проби за лабораторен анализ.

Литература

- Бозорт Р. 1956. Ферромагнетизм.- М., Иностранная литература.
- Ковачев, К., Г. Клисуранов. 1987. Обогащаване на полезни изкопаеми. С., ДИ "Техника", 378 с.
- Стоянова, С. и др., 2012. Механични проблеми при създаване на интензивни импулсни магнитни полета. Годишник на Университет "Проф. д-р Асен Златаров" – Бургас.