

В.П.Надутьй, д-р техн. наук,
В.В.Чельшкіна, канд. техн. наук,
О.А. Усов, канд. техн. наук
(ИГТМ НАН України)

РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В МАГНИТНЫХ ГИДРОКОНЦЕНТРАТОРАХ

Викладено розрахунки об'ємних магнітних полів створених конструкціями з лінійною геометрією і різною магнітною орієнтацією елементів (пліток постійних феррїто-барїєвих магнітів з напругою до 40 кА/м). Рекомендована однойменна NN магнітна орієнтація елементів. Такі магнітні поля створюються в апаратах МГК (магнітних гідроконцентраторах), які використовуються в технології збагачення залізних руд

THE CALCULATION OF MAGNETIC FIELDS FOR MAGNETIC HYDROCONCENTRATORS

Here are provided the calculations of three-dimensional magnetic fields, which are produced by the constructions with linear geometry and various magnetic orientations of elements (ferrite - barium constant magnets plates with intensity up to 40 kA / m). Single-polar magnetic orientation of the elements is recommended. Such magnetic fields are produced in MGK apparatus (magnetic hydroconcentrators) using for iron-ore dressing technology

Магнитная система из плоско-параллельных магнитных пластин может быть использована для организации сепарационных процессов в горизонтальных потоках железорудной пульпы. Это предположение апробировано в устройствах МГК - магнитных гидроконцентраторах, предназначенных для повышения показателей промпродукта. Институтом разработаны и испытаны на Лебединском и Полтавском ГОКах пять типов МГК, из которых три включены в технологию обогащения [1, 2].

Из потока промпродукта МГК выделяет в слив бедную грубую фракцию, ее самотеком направляют в голову процесса на доработку. В песках МГК достигается повышение содержания тонких классов и железа (до 1%). Назначение МГК определило конфигурацию его магнитной системы, состоящей из параллельных пластин, с двух сторон оклеенных плитками постоянных магнитов (напряженностью до 40 кА/м) и ориентированных длинными ребрами в направлении скорости движения потока пульпы (рис.1).

Стенки корпуса аппарата пересекают основной магнитный поток под прямым углом. Поэтому, их влияние на распределение поля существенно и должно учитываться в расчете. Использование метода отображения источников [3,4] позволяет получить очевидную эквивалентную магнитную схему в виде бесконечного числа рядов пластин бесконечной длины l , расчет которой не представляет каких-либо затруднений. Вместе с тем, простая расчетная схема позволяет выявить общие закономерности влияния ориентации магнитных плиток на параметры магнитного поля всей системы, что важно для конструирования более сложных магнитных систем.

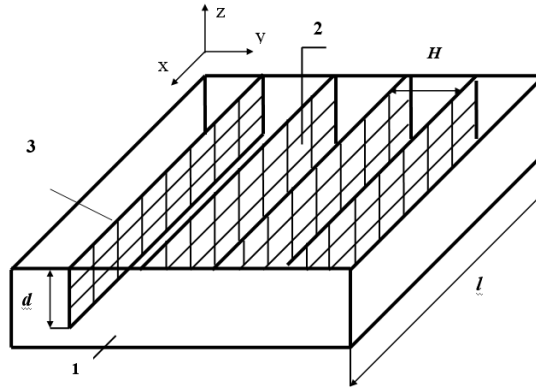


Рис.1- Магнитная система МГК из параллельных магнитных пластин
 1- корпус (ванна) аппарата; 2- магнитная плитка (постоянный феррито-бариевый магнит, напряженностью до 40 кА/м); 3-магнитная пластина с двусторонним расположением магнитных плиток.

Компоненты напряженности поля имеют вид (1.1):

$$\left\{ \begin{aligned}
 ZS(z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, n, m, f, H) &= H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, 0.7) + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, -0.7)(-1)^n + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, -H + 0.7)(-1)^m \cdot f + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, -H - 0.7)(-1)^{n+m} \cdot f + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, H + 0.7)(-1)^m + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, H - 0.7)(-1)^{n+m} + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, 2 \cdot H + 0.7) \cdot f + \\
 &+ H_z (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, 2 \cdot H - 0.7)(-1)^n \cdot f \\
 YS(z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, n, m, f, H) &= H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, 0.7) + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, -0.7)(-1)^n + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, -H + 0.7)(-1)^m \cdot f + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, -H - 0.7)(-1)^{n+m} \cdot f + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, H + 0.7)(-1)^m + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, H - 0.7)(-1)^{n+m} + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, 2 \cdot H + 0.7) \cdot f + \\
 &+ H_y (6.4 \cdot 9, z, y, x_0, z_0, x_k, z_k, 2 \cdot H - 0.7)(-1)^n \cdot f
 \end{aligned} \right. \quad (1.1)$$

Здесь в качестве геометрических характеристик контура эквивалентной рамки с током берутся размеры магнитной пластины, плитки считаются уло-

женными без зазоров, компоненты поля берутся в точках, расположенных на плоскости $x=l/2$. Магнитная ориентация противоположных граней пластины определяется индексом n , ориентация граней соседних пластин - индексом m , количество учитываемых пластин - индексом f . Все эти индексы могут принимать значения 0, 1, . . . Для упрощения анализа ориентация плиток на одной плоскости пластины принята однополярной. Это позволяет выяснить влияние более значимого фактора - взаимной ориентации магнитной полярности поверхностей пластин, по сравнению с ориентацией магнитных плиток в пределах одной поверхности пластин. Компоненты напряженности поля получены в размерности $[1/м]$, для определения численных значений, данные нужно умножить на $\mu_0 I_{\text{экв}}$, (где $I_{\text{экв}} = \text{const}$ для одинаковых плиток из одного материала). Компоненты магнитной силы F_i определяли по компонентам напряженности поля H_i по известной формуле $F_i = m\mu_0\chi * H_i \text{grad}H_i$ [4]. Величину магнитных сил оценивали по отношению к гравитационной силе, действующей на частицу той же массы m .

Распределение компонент напряженности поля (при разной ориентации магнитных поверхностей пластин) в зазоре шириной 0,25м иллюстрирует рис.2.

Анализ показывает, что компоненты напряженности поля имеют ярко выраженные экстремумы на стыках боковых граней пластин. Характер распределения поля в плоскости (y,z) , перпендикулярной двум соседним пластинам магнитной системы, следующий:

- при SN ориентации пластин распределение поперечной или нормальной (Y-компоненты) – симметрично, а вертикальной (Z-компоненты) - антисимметрично. Первое стимулирует процессы “зарастания” зазора магнетитом, а второе делает неустойчивым положение частицы при ее вертикальном смещении в зазоре.

- для NN (SS) ориентации – нормальная компонента антисимметрична вдоль y и симметрична вдоль z , вертикальная же симметрична вдоль y и антисимметрична вдоль z .

Таким образом, при одноименной полярности пластин любое положение частицы в зазоре должно быть неустойчивым.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что для магнитных систем в виде плоско-параллельных вертикальных магнитных пластин, соосных с потоком пульпы, нормальная компонента поля функционально обеспечивает формирование “магнетитовой сетки” между соседними пластинами, а вертикальная компонента поля является рабочей для формирования сепарационных процессов при расслоении пульпы в вертикальной плоскости между пластинами.

Анализ зависимостей рис.2 при магнитной ориентации смежных граней соседних пластин N-S показывает, что вертикальная компонента напряженности антисимметрична относительно осей $y=H/2$; $z=d/2$, а при ориентации N-N – симметрична относительно оси $y=d/2$ и антисимметрична относительно оси

$z=H/2$. Величина вертикальной компоненты во втором случае примерно вдвое ниже.

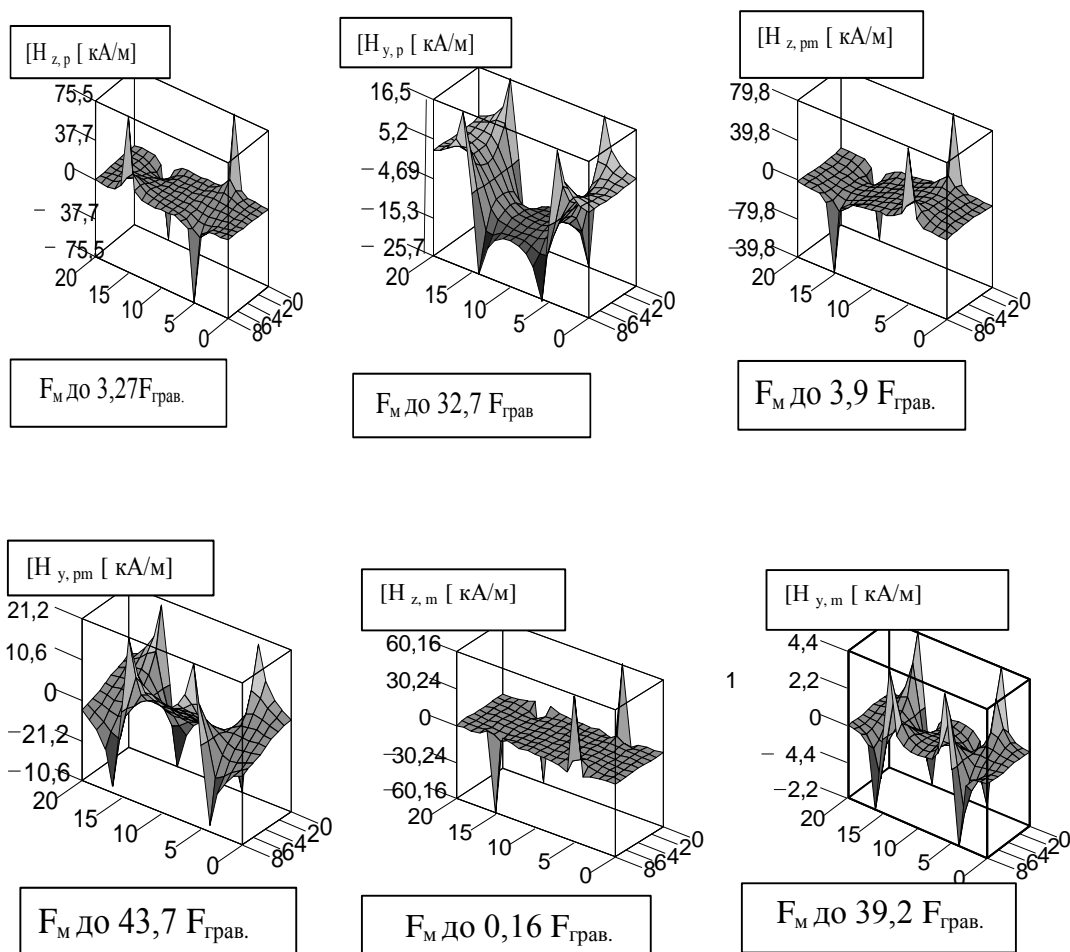


Рис.2 - Напряженность поля в магнитной системе из 8 параллельных пластин, расположенных на расстоянии 25 см с двухсторонним размещением (4×18) плиток на каждой стороне пластины: магнитная ориентация в зазоре: p, pm - разнополярная, m - однополярная

Процессы зарастания зазора между пластинами частицами магнетита регулирует величина и характер распределения поперечной Y -компоненты поля. Отметим, что при ориентации пластин в зазоре N-S поперечная компонента симметрична относительно осей $y=H/2$; $z=d/2$. Это означает, что поперечная компонента поля имеет одинаковое направление по всему пространству между двумя магнитными пластинами. Поэтому толщина слоя налипших на пластины частиц имеет тенденцию к непрерывному увеличению и, при определенных условиях, может привести к полному зарастанию рабочего пространства между пластинами.

Этой тенденции не наблюдается для ориентации смежных поверхностей соседних пластин N-N. Здесь поперечная Y -компонента напряженности антисимметрична относительно плоскости $y=d/2$, что исключает полное зарастание пространства между пластинами, так как поперечные магнитные силы, действующие на частицу в плоскости $y=H/2$, направлены в противоположные сто-

роны. По сравнению с NN-NN ориентацией пластин при NS-NS и NS-SN полярностях рабочие вертикальные компоненты увеличиваются в 2 раза, однако, при этом горизонтальные компоненты, ”ответственные“ за зарастание зазора магнетитом, увеличиваются примерно в 6 раз.

Таким образом, анализ пространственного распределения компонент напряженности поля магнитной системы МГК позволяет сделать вывод о том, что для уменьшения вероятности зарастания пространства между пластинами целесообразно применять одноименную магнитную ориентацию на гранях пластины N-N.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магнитно-гидравлические аппараты в технологии обогащения железных руд / В.П. Надутый, О. Г. Чельшкіна, К.С. Охрименко, И.А. Темников // Міжнар. наук.-техніч. конф. «Сталій розвиток гірничо-металургійної промисловості». - Кривий Ріг, 18-22 травня 2004 : сб. наук. пр./ Кривий Ріг, 2004.- том 2.-С. 45-48.- Бібліогр.: с.48.
2. Пат. 64100 Україна, МКИ В 03 с 1/00. Магнітний спосіб одержання залізорудного концентрату з низьким вмістом кремнезему / В.П. Надутый, В.В. Чолишкіна, О.О. Усов.; заявник і патентовласник – ІГТМ НАН України.- № 20021210729 ; заявл. 28.12.2002 ; опубл. 15.09.2003, Бюл. № 9.-3 с. : 1 рис.
3. Построение математической модели к расчету магнитного поля разнесенных пластин и решеток на постоянных магнитах / В.А. Зенин // Геотехническая механика: сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины.- Днепропетровск, 1998.- Вып.7. – С.45– 49.
4. Тозони О.В. Математические модели для расчета электрических и магнитных полей.-Киев: Наукова думка, 1964.-304с.

УДК 621.926.2

В.В. Плахотник, канд.техн.наук,
Е.В. Федоскина (НГУ)

ДИНАМИКА ДРОБИЛКИ В РЕЖИМЕ ВИБРОУДАРНОГО ДРОБЛЕНИЯ

Розглянуто рух вібраційної системи із однією ударною парою протягом усього часового інтервалу, включаючи фазу удару. При розв'язанні задач використовувався метод припасування

DYNAMICS OF CRUSHER IS IN MODE VIBROSHOCK CRUSHING

Motion of the oscillation system is considered with one shock pair during all of period of work, including a phase a blow. For the decision of tasks the method of fitting was used

Одним из направлений ресурсосберегающих технологий является избирательное дробление, обеспечиваемое посредством дозирования виброударного нагружения материала в вибрационной щековой дробилке. Такая дробилка представляет собой систему, в которой реализуется два режима – безударный (контакт между рабочими поверхностями щек отсутствует) и ударный (щеки контактируют между собой непосредственно или через прослойку материала). Оба режима имеют место в процессе дробления материала при неравномерной его подаче в камеру дробления, существенном различии физико-механических