

## ВИСОКОГРАДІЄНТНА ФЕРОМАГНІТНА НАСАДКА

Винахід відноситься до області одержання фільтрів для очищення робочих середовищ у магнітному полі та може використовуватись для очищення води в харчовій промисловості, де необхідне тонке очищення рідини як від феромагнітних так і неферомагнітних домішок.

Відомо магнітний сепаратор для відділення феромагнітних частинок, який включає корпус, із вхідним і вихідним патрубками, розташованими по вертикальній осі, який намагнічує систему, і феромагнітну насадку, розміщену пошарово усередині корпусу, із розмірами гранул, що зменшуються від шару до шару (А.В.Сандуляк, Н.В.Яцков, В.И.Геращенко, О.Ю.Корхов. Магнітний сепаратор для отделения ферромагнитных частиц от текучей среды. А.с. СССР № 1181714, кл.В 03 С 1/00; Опубл. 30.09.85. Бюл.№36)

Недоліком цього сепаратора є те, що кількість уловлених домішок нерівномірно розподіляється по довжині насадки, тобто насадка має багато шарів комірок, що призводить до великої втрати напору і до великої матеріалоємності, яка необхідна для забезпечення грязеемності та тонкості очищення.

Відомий елемент, що фільтрує, (А.с.№ 1768232, кл.У 01 D35/06, 39/00; Опубл. 15.10.92. Бюл. №38) для магнітних фільтрів із зовнішнім джерелом магнітного поля, що містить допоміжний матеріал із розподіленими в ньому дрібнодисперсними феромагнітними частками.

Цей фільтруючий елемент має такий же недолік, що і приведений вище аналог.

В основу винаходу поставлена задача створення високоградієнтних феромагнітних насадок підвищеної продуктивності та ефективності процесу очищення, яка вирішить одну з проблем, яка стоїть при розробці конструкцій магнітних фільтрів із високоградієнтних феромагнітних насадок, у яких не

створюється більш заповнених домішками зон на “вході” у фільтр, чим на “виході” шляхом розроблення засобів формування насадок, які дозволяють формувати насадки для магнітних фільтрів із необхідними для конкретних умов очищення вимогами і можливостями по пропускній спроможності, тонкості очищення, грязеемності фільтра, магнітній сприйнятливості домішок, що уловлюються, величини зовнішнього магнітного поля і т.д.

Поставлена задача вирішується тим, що співвідношення між розмірами елементарних комірок  $(i - 1)$ -го й  $i$  –го шарів:

$$A_{0i}^2 = A_{0i-1}^2(1 - p_{i-1})$$

де  $A_{0i}$  - розмір елементарної комірки квадратної ґратки феромагнітних кульок в  $i$  –ому шарі високоградієнтної феромагнітної насадки.

$$i = 1 \dots n$$

$$n = \text{trunc} \left[ \frac{P}{p_1} \right] - \text{кількість шарів,}$$

$P$  - необхідна тонкість очищення на виході з фільтру.

$$\text{де } p_i = \frac{p_{i-1}}{1 - p_{i-1}},$$

$p_i$  - можливість захоплення домішок, окремо взятим шаром квадратної ґратки феромагнітних кульок.

$$p_1 = \frac{\pi Z_{II}^2}{A_{01}^2};$$

$Z_{II}$  –максимальний радіус перетину зони уловлювання парамагнітних домішок сферичною ВГФН площиною, що перпендикулярна швидкості рідини та зовнішньому магнітному полю.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом буде такий.

Пропонується розрахунок залежності розміру елементарної комірки квадратної ґратки окремих елементів високоградієнтної феромагнітної насадки від номера шару з метою забезпечити рівномірне заповнення такої високоградієнтної феромагнітної насадки домішками в процесі роботи фільтру.

Якщо на “вході” у фільтр за одиницю часу надходить маса забруднень  $m_0$ , то неважко розрахувати грязеємність  $\Delta m_1$  першого і  $\Delta m_2$  другого шарів квадратної ґратки феромагнітних кульок. На фіг.1 наведено графік залежності відстані між феромагнітними кульками, які уловлюють, для забезпечення рівномірного завантаження високоградієнтної феромагнітної насадки домішками по всій її довжині:

$$\Delta m_1 = m_0 \Delta t p_1 \quad (1)$$

$$\Delta m_2 = m_0 \Delta t p_2 (1 - p_1) \quad (2)$$

де  $\Delta t$  - тривалість одного циклу роботи магнітного фільтру

$$p_1 = \frac{\pi Z_{II}^2}{A_{01}^2}; \quad p_2 = \frac{\pi Z_{II}^2}{A_{02}^2} \quad (2 \text{ а, б})$$

$p_1, p_2$  - можливості захоплення домішок 1-им і 2-им окремо узятим шаром. Прирівнюючи (1) і (2), отримуємо

$$p_2 = \frac{p_1}{1 - p_1}$$

Маса забруднень, уловлених третім шаром, очевидно, дорівнює:

$$\Delta m_3 = m_0 \Delta t (1 - p_1)(1 - p_2) \quad (3)$$

Прирівнюючи (1) і (3) одержуємо:

$$p_3 = \frac{p_2}{1 - p_2}$$

Для  $i$ -го шару маємо

$$\Delta m_i = m_0 \Delta t p_i (1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_{i-1}) \quad (4)$$

прирівнюючи (1) і (4) у припущенні що

$$p_i = \frac{P_{i-1}}{1 - p_{i-1}} \quad (5)$$

одержуємо тотожність.

Методом математичної індукції неважко показати, що  $p_i$  у виді (5) забезпечує рівність

$$\Delta m_1 = \Delta m_2 = \Delta m_3 = \dots = \Delta m_i = \Delta m_{i+1} = \Delta m_n$$

$$\text{де } n = \text{trunc} \left[ \frac{P}{p_1} \right] \text{ - кількість шарів,} \quad (6)$$

де  $P$  - необхідна тонкість очищення на виході з фільтру.

Таким чином, забезпечується необхідна однорідність грязеемності по всій довжині високоградієнтної феромагнітної насадки.

Грязеемність такої високоградієнтної феромагнітної насадки за цикл роботи:

$$\Delta m = m_0 \Delta t p_1 n \quad (7)$$

$$\text{де } m_0 \Delta t p_1 = \Delta m_{\max} \quad (8)$$

де  $\Delta m_{\max}$  - максимально можлива грязеемність першого шару.

Використовуючи співвідношення (2(а,б)), (5) отримуємо

$$p_1 = \frac{S_{II}}{A_{01}^2} \quad p_2 = \frac{S_{II}}{A_{02}^2} = \frac{p_1}{1 - p_1} = \frac{S_{II}}{A_{01}^2 \left( 1 - \frac{S_{II}}{A_{01}^2} \right)}$$

$$\text{Відкіля } A_{02}^2 = A_{01}^2 \left( 1 - \frac{S_{II}}{A_{01}^2} \right) \quad (9)$$

Аналогічно виводиться рекурентне співвідношення між розмірами елементарних комірок  $(i - 1)$ -го й  $i$ -го шарів:

$$A_{0i}^2 = A_{0i-1}^2(1 - p_{i-1}) \quad (10)$$

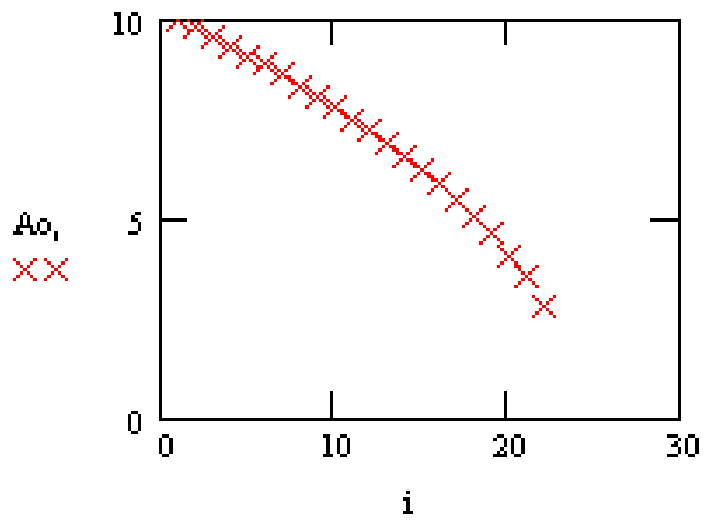
Наприклад, при радіусі домішок  $b = 2$  мкм, радіусі кульок, які уловлюють  $a = 100$  мкм, відстані між кульками, які уловлюють, на вході у високоградієнтну феромагнітну насадку  $A_{01} = 1$  мм, в'язкості води  $\eta = 0.01$ , домішках ніодима з магнітною сприйнятливістю  $\chi = 29 \cdot 10^{-6}$ , швидкості рідини  $V_0 = 3$  см/с, магнітному полі, утворюваному магнітною системою фільтру  $H_0 = 7000$  Э, намагніченості феромагнітних кульок, які уловлюють  $V = 1750$ , необхідної тонкості очищення на виході з високоградієнтної феромагнітної насадки  $P = 0.95$ , одержуємо такі графіки залежностей відстані між феромагнітними кульками, які уловлюють, розраховані по формулах (9), (10) у залежності від номера шару (фіг.1) для забезпечення рівномірного завантаження високоградієнтної феромагнітної насадки домішками по всій її довжині. У даному випадку потрібно 22 шари, щоб тонкість очищення на виході була більше або дорівнювала  $P$ . На фіг. 2 приведений порівняльний аналіз ефективності роботи звичайної високоградієнтної феромагнітної насадки, що складає з тих же феромагнітних кульок, розташованих на відстанях  $A_{01}$  у всіх шарах (крива 2), і високоградієнтної феромагнітної насадки, сформованої відповідно до формул (9), (10) (крива 1) для тих же параметрів системи. У випадку звичайної високоградієнтної феромагнітної насадки необхідно 67 шарів для забезпечення тієї ж тонкості очищення і грязеемності

Заст.проректора з наукової работ

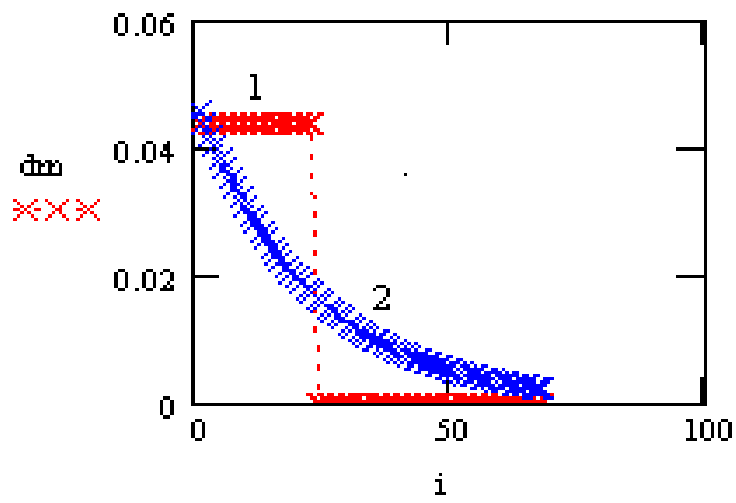
та міжнародних зв'язків

Л.М. Хомічак

## ВИСОКОГРАДІЄНТНА ФЕРОМАГНІТНА НАСАДКА



Фиг.1



Фиг.2.