

Винахід відноситься до пристроїв для вилучення феромагнітних частинок з сипучих і високов'язких середовищ і може бути використаний в гірничовидобувній, енергетичній, металургійній, керамічній, скляній промисловості для збагачення сипучих технологічних матеріалів.

Відомий магнітний сепаратор, який складається з барабана, що обертається, під яким розміщена нерухома магнітна система, а також підживлювач і бункери магнітних і немагнітних матеріалів [1].

Сепаратори такої конструкції характеризуються низьким коефіцієнтом розділення очищуваного матеріалу, тому що використання однотипних магнітів не дозволяє створити умови для ефективного розділення матеріалу на магнітні і немагнітні частинки.

Найбільш близьким до пропонуємого технічного рішення є магнітний сепаратор, включаючий барабан, що обертається, нерухому магнітну систему з постійних магнітів, розміщену під барабаном, підживлювач, розділювач [2] (прототип).

Умови магнітного розділення, які визначаються конструкцією пристрою і, в першу чергу, магнітною системою пристрою-прототипу такі, що не дозволяють забезпечити високу ефективність відокремлення магнітосприйнятливих частинок з загального потоку немагнітного матеріалу. Це обумовлено тим, що використання однотипних магнітів з постійним значенням індукції магнітного поля в напрямку обертання барабана сприяє постійній фіксації феромагнітних дисперсних частинок на барабані. Разом з тим частинки, які хаотично розподілені по об'єму матеріалу при наближенні до поверхні барабана (під дією магнітного поля) захоплюють гранули немагнітного матеріалу і "затискають" їх, утворюючи конгломерати з магнітних і немагнітних частинок, що являється причиною зменшення коефіцієнта розділення і невиправдано збільшує втрати технологічної сировини, з якої вилучаються магнітосприйнятливі домішки.

Утворення на поверхні робочого барабана конгломерата з немагнітних і магнітних частинок, які мають великий магнітний опір, призводить до того, що віддалені магнітні частинки, рухаючись з потоком очищуваного середовища, не можуть бути притягнуті до поверхні барабана із-за слабкої магнітосилової дії з сторони магнітної системи, що знаходиться під барабаном.

Крім того на магнітні частинки, які знаходяться в сировині діє сила тяжіння, яка, як відомо, направлена вниз, а магнітна сила - в протилежну сторону - вверх, що призводить до зниження ефективності очистки.

Традиційною практикою розв'язку цієї проблеми, при використанні пристроїв, аналогічних прототипу, є збільшення кількості стадій сепарації. При цьому для досягнення максимальної ефективності об'єм частково очищеного сипучого матеріалу необхідно піддати додатковим стадіям сепарації з поверненням немагнітної фракції (технологічної сировини). Це призводить до зниження економічної ефективності при використанні відомих магнітних сепараторів, а сама технологія стає складною. Тому практична реалізація обмежується однією стадією сепарації з невисоким коефіцієнтом розділення.

В основу винаходу поставлено задачу в сепараторі магнітну систему виготовити таким чином, щоб з однієї сторони ефективно затримувати магнітні частинки, що знаходяться в сепаруємому середовищі, а з другої - відділяти немагнітні частинки від магнітних, тобто ефективно здійснювати дефлокуляцію частинок.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що в магнітному сепараторі, який містить барабан, що обертається, нерухому магнітну систему з постійних магнітів, розміщену під барабаном, підживлювач, розділювач, шляхом виконання магнітної системи у вигляді окремих секторів, виготовлених з однотипних блоків магнітів з постійним значенням індукції магнітного поля кожного блоку в секторі, при цьому значення індукції магнітного поля блоків, що знаходяться в різних секторах, зменшується в напрямку обертання барабана.

Поставлена задача досягається також, коли зменшення індукції магнітного поля блоків реалізується за рахунок використання різних матеріалів постійних магнітів, що знаходяться в різних секторах.

Поставлена задача може бути реалізована шляхом зменшення значення індукції магнітного поля блоків, які знаходяться в різних секторах, за рахунок зміни їх об'єму.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що зменшення об'єму магнітних блоків реалізується за рахунок зменшення площі полюсів блоків, що знаходяться в різних секторах, наприклад, за рахунок зменшення габаритного розміру полюса, орієнтованого в напрямку обертання барабана.

Поставлена задача досягається шляхом додаткового забезпечення блоків магнітної системи полюсними наконечниками з феромагнітного матеріалу, а в просторі між ними розміщені вставки з матеріалу, що має діамантні властивості.

Поставлена задача може бути реалізована шляхом виготовлення полюсних наконечників блоків магнітної системи складовими, що містять елементи з різною магнітною проникністю.

За рахунок виконання магнітної системи у вигляді окремих секторів, які складаються з однотипних блоків магнітів з постійним значенням індукції магнітного поля кожного блоку в секторі, значення індукції магнітного поля блоків, які знаходяться в різних секторах, зменшується в напрямку обертання барабана, при цьому досягається покращення режиму перемішування (втрушування) матеріалу, розміщеному на поверхні барабана за рахунок магнітної силової дії з сторони магнітної системи першого сектора на магнітосприйнятливі частини. В результаті проходження очищуваного матеріалу через зони з різною індукцією магнітного поля, яку генерують магнітні блоки відповідних секторів, в поєднанні з обертанням барабана і траєкторією подачі сипучого середовища, частинки матеріалу набувають коливного руху, за рахунок якого відбувається витіснення немагнітних частинок в протилежну сторону від поверхні барабана. Крім того, ущільнення (притискання) магнітних частинок на поверхні барабана, за рахунок витіснення ними немагнітного матеріалу, призводить до збільшення силової дії магнітного поля на загальний потік матеріалу, що поступає на сепарацію, так як магнітні частини, орієнтовані в зонах полюсом магнітних блоків виконують роль магнітопровода.

Результатом вказаних факторів являється зменшення немагнітних частинок, які відводяться разом з магнітними, так як виключається їх "затискання" останніми, а також більш повне вилучення магнітних частинок з всього об'єму очищуваного матеріалу за рахунок більш високих питомих силових характеристик магнітного поля в об'ємі матеріалу. Таким чином, збільшується коефіцієнт відділення магнітних частинок з середовища, яке подається на сепарацію.

Необхідні умови розділення, які забезпечують ефективний "захват" магнітних частинок і витіснення немагнітних частинок досягаються шляхом створення зон з різною індукцією магнітного поля, яка зменшується в напрямку обертання барабана. Зони створюються за рахунок виконання магнітної системи у вигляді секторів, які складаються з однотипних блоків магнітів з постійним значенням індукції магнітного поля кожного блока сектора.

При цьому значення індукції магнітного поля блоків, які знаходяться в різних секторах, можуть зменшуватись за рахунок використання різних матеріалів, з яких виготовляються постійні магніти, що знаходяться в різних секторах. Наприклад, при трьохсекторному виготовленні магнітної системи блоки магнітів першого сектора можуть містити магніти з Nd-Fe-B (неодим - залізо - бор; $B_r=14200\text{Гс}$), другий сектор - Sm-Co (сомарій - кобальт; $B_r=10500\text{Гс}$), третій - кераміка з Fe-B (залізо - бор; $B_r=4000\text{Гс}$).

Необхідна зміна (зменшення) значення індукції магнітного поля блоків, що знаходяться в різних секторах, може бути досягнута за рахунок зміни їх об'єму. Блоки в кожному з секторів є складовими, тому їх об'єм може змінюватись від максимального в першому секторі до мінімального в останньому секторі, в залежності від характеристики матеріалу, що надходить на сепарацію. Можливе також використання однотипних магнітів в блоках кожного з секторів.

Зменшення об'єму магнітних блоків може бути досягнуто шляхом зменшення площі полюсних площин блоків, що знаходяться в різних секторах, наприклад, за рахунок зменшення габаритного розміру полюса, орієнтованого в напрямку обертання барабана. Цим рішенням одночасно досягається також і зміна відстані між полюсами, в результаті чого збільшується кількість зон на одиницю робочої довжини барабана, в яких затримані магнітосприйнятливі частинки проходять перемагнічування і здійснюють переміщення відносно поверхні барабана, тобто вони знаходяться поблизу його поверхні в псевдорідкому стані.

За рахунок додаткового забезпечення блоків магнітної системи полюсними наконечниками з феромагнітного матеріалу, в просторі між якими знаходяться вставки з матеріалу, що має діамагнітні властивості, досягається оптимальне фокусування магнітного потоку від кожного сектора магнітної системи в просторі над барабаном. В цьому випадку використовується також співвідношення не тільки матеріалів, розміщених в указаних областях відносно блоків магнітної системи, але і форма поверхні феромагнітних наконечників.

На фіг.1 зображена принципова схема робочого органа сепаратора, з використанням магнітних блоків з різними матеріалами постійних магнітів і, відповідно, різних значень індукції магнітного поля B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 .

На фіг.2 зображена схема робочого органа сепаратора зі зміною об'ємів блоків постійних магнітів в кожному з секторів ($h_1>h_2>h_3$).

На фіг.3 зображений робочий орган сепаратора, в якому об'єм блоків змінюється за рахунок зведення магнітного полюса ($b_1>b_2$).

Магнітний сепаратор складається з барабана 1, що обертається, секторів нерухомої магнітної системи 2, які включають однотипні блоки 3, зібрані з окремих магнітів 4, блоки комплектуються полюсними наконечниками 5, підживлювача 6, розділювача 7, зону прийому очищеного середовища 8 і зону збору магнітних частинок (домішок) 9.

Магнітний сепаратор працює таким чином. Сипучий матеріал (кварцовий пісок, доломіт, шамот, залізна руда та інше) подається в підживлювач 6, а з нього на барабан 1. Сектора 2 нерухомої магнітної системи відділені від сепаруємого матеріалу барабаном 1. Блоки постійних магнітів 3 генерують неоднорідне магнітне поле, яке пронизує матеріал, що сепарується і який рухається по поверхні барабана. Під дією сил магнітної взаємодії частинки магнітосприйнятливого матеріалу з очищуемого середовища притискаються до поверхні барабана 1. За рахунок виконання магнітної системи у вигляді окремих секторів з зменшенням магнітної індукції в напрямку обертання барабана, феромагнітні частинки при своєму русі по поверхні барабана здійснюють коливання в напрямку наближення кожної з феромагнітних частинок до поверхні барабана 1. За рахунок цього покращується режим перемішування матеріалу, розміщеного на поверхні барабана, і відбувається витиснення немагнітних частинок зі створеного конгломерата при обертанні барабана 1 і проходження матеріалу через зони неоднорідного магнітного поля секторів 2.

Розподільник 7 направляє матеріал, очищений від феромагнітних домішок в зону 8, а феромагнітні домішки - в зону 9.

Магнітний сепаратор відрізняється тим, що конструктивно створені зони намагнічування за рахунок окремих секторів з високим значенням силового фактора ($H \cdot \text{grad}H$), в яких індукція поля (B) блоків секторів змінюється в послідовності $B_1>B_2>B_3>B_4>B_5 \dots$ (фіг.1).

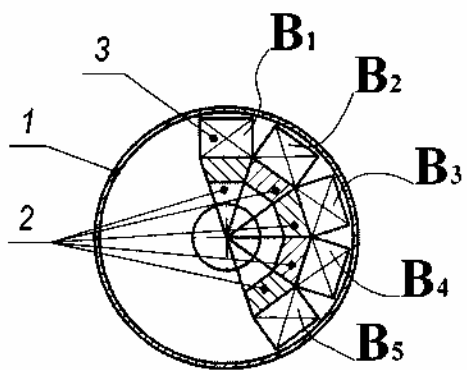
Запропоноване технічне рішення відрізняється також комбінацією використання форми поверхні і матеріалів з різними магнітними характеристиками. Відомо, що лінії магнітної індукції змінюють свою траєкторію при переході через розділяючі їх поверхні. При цьому спостерігається заломлення ліній, які підкоряються відомому співвідношенню: $\text{tg}\beta_1 / \text{tg}\beta_2 = \mu_1 / \mu_2$ (β_1, β_2 - кути, утворені силовою лінією з нормаллю до межі розділу; μ_1, μ_2 - магнітні проникності матеріалів). В цьому випадку, змінюючи геометрію поверхні полюсного наконечника 5 (фіг.3), або виконуючи його складовим з матеріалів з різною магнітною сприйнятливістю, ми досягаємо ефекту регулювання магнітного потоку (фокусування-розсіювання) в певному об'ємі сепаруємого середовища в залежності від його характеристик, за рахунок чого досягається топологія магнітного поля з необхідними силовими характеристиками.

В магнітному сепараторі, що пропонується, більш ефективно використовується енергія магнітного поля, а його конструктивні особливості дозволяють підвищити коефіцієнт відділення магнітних частинок від сепаруємого матеріалу. Тому використання пропонуємого сепаратора більш ефективно як по технічному ефекту, так і по економічним показникам.

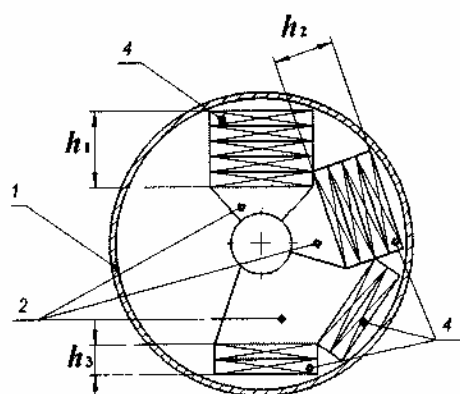
Використана література.

1. Вельский А.А., Деркач В.Г. Барабанный магнитный сепаратор. В03С01/10 А.С. №142965 Опубл. в Б.И. №23, 1961г.

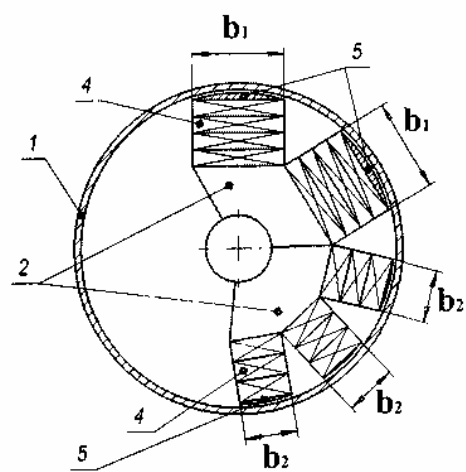
2. Кармазин В.П., Попков Е.А. Магнитный барабанный сепаратор. В03С1/00 А.С. №185779 Опубл. в Б.И. №18, 1966г. (прототип).



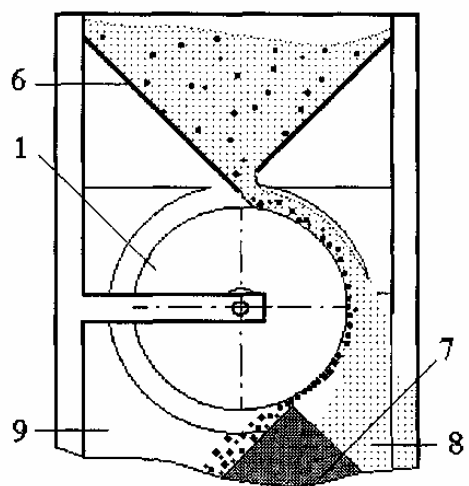
Мал.1



Мал.2



Мал.3



Мал.4.