



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91607 (13) C2
(51) МПК (2009)
B03C 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ СЛАБОМАГНІТНИХ РІДИННИХ АБО ПИЛОГАЗОВИХ ПРОДУКТІВ І МАГНІТНИЙ СЕПАРАТОР ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) а200812824
(22) 03.11.2008
(24) 10.08.2010
(46) 10.08.2010, Бюл.№ 15, 2010 р.
(72) ЛОЗІН АНДРІЙ АФОНІЙОВИЧ, АРСЕНЮК
ВІТАЛІЙ МИХАЙЛОВИЧ
(73) ЛОЗІН АНДРІЙ АФОНІЙОВИЧ
(56) SU 1801587 A1; 15.03.1993
JP 56053714 A; 13.05.1981
SU 1091942 A; 15.05.1984
RU 2299767 C1; 27.05.2007
RU 2300421 C1; 10.06.2007
SU 1692612 A1; 23.11.1991
SU 1088798 A; 30.04.1984
JP 5115717 A; 14.05.1993
DE 3314923 A1; 25.10.1984
(57) 1. Спосіб магнітної сепарації слабомагнітних рідинних або пилогазових продуктів, який включає живлення сепаратора продуктом, що підлягає сепарації, пропускання потоку цього продукту через поліградієнтну насадку фільтр-матриці, яка знаходиться під дією магнітного поля постійних магнітів, осадження магнітосприйнятливих частинок продукту на елементи поліградієнтної насадки фільтр-матриці, усунення дії магнітного поля на поліградієнтну насадку фільтр-матриці шляхом розривання магнітного зв'язку між постійними магнітами і поліградієнтною насадкою фільтр-матриці, яке здійснюють за допомогою повертання розміщеного всередині магнітної системи феромагнітного вала, очищення поліградієнтної насадки фільтр-матриці від осаджених на неї частинок і транспортування осаду цих частинок в дренаж шляхом продування або промивання поліградієнтної насадки фільтр-матриці відповідно потоком повітря або води, який **відрізняється** тим, що розривання магнітного зв'язку між постійними магнітами і поліградієнтною насадкою здійснюють електромагнітним екрануванням поліградієнтної насадки фільтр-матриці від дії на неї магнітного поля постійних магнітів шляхом обертання відносно постійних магнітів тонкостінного порожнистого феромагнітного циліндра, встановленого на феромагнітному валу між поліградієнтною насадкою і системою постійних магнітів.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при очищенні поліградієнтної насадки фільтр-матриці

2

її обертають разом з тонкостінним порожнистим феромагнітним циліндром, а потік продуваючого повітря або промиваючої води подають безпосередньо на приведену в рух поліградієнтну насадку фільтр-матриці.

3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що продукт, який підлягає сепарації, і потік продуваючого повітря або промиваючої води пропускають уздовж шарів поліградієнтної насадки фільтр-матриці, виконаної у вигляді плетеної або в'язаної, або просічної гнучкої сітки, намотаної в рулон на феромагнітний вал, величину обертів якого встановлюють як з умови обмеження проникнення магнітного поля в тіло циліндра, так і з умови отримання величини відцентрових сил і сил динамічного дисбалансу, достатніх для взаємного зсуву контактуючих між собою суміжних шарів гнучкої сітки, руйнування, розпушення і подрібнення осаду на сітці, а видалення подрібнених частинок осаду з об'єму поліградієнтної насадки фільтр-матриці в дренаж здійснюється як по вертикалі уздовж шарів гнучкої сітки рулона під дією сили тяжіння і тиском продуваючого повітря або промиваючої води, так і по горизонталі під дією відцентрової сили.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що продукт пропускають послідовно через декілька встановлених вертикально один над одним рулонів гнучкої сітки, виконаних з різними розмірами і формою комірок сітки.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що живлення сепаратора продуктом, що підлягає сепарації, здійснюють через акумулюючу ємність.

6. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що швидкість обертання феромагнітного вала сепаратора періодично змінюють.

7. Магнітний сепаратор, що містить розміщену в циліндричному корпусі і циліндричної форми поліградієнтну насадку фільтр-матриці, постійні магніти, які створюють в насадці магнітне поле, направлене по нормалі до осі насадки, пристрій для усунення дії на насадку магнітного поля, який включає встановлений з можливістю обертання феромагнітний вал, а також містить вхідні і вихідні патрубки, який **відрізняється** тим, що корпус сепаратора виконано феромагнітним, на внутрішній поверхні якого розміщено напівкільцеві радіально

(13) C2

(11) 91607

(19) UA

намагнічені постійні магніти з чергуванням їхньої полярності по колу циліндра, всередині яких співвісно з ними встановлено на феромагнітному валу поліградієнтну насадку і тонкостінний суцільний або з наскрізними отворами порожнистий феромагнітний циліндр, який займає проміжне положення між зовнішньою поверхнею поліградієнтної насадки і внутрішньою поверхнею постійних магнітів з зазорами відносно обох поверхонь.

8. Магнітний сепаратор за п. 7, який **відрізняється** тим, що поліградієнтну насадку фільтр-матриці виконують із плетеної або в'язаної, або просічної гнучкої сітки, намотаної в рулон на феромагнітний вал.

9. Магнітний сепаратор за п. 8, який **відрізняється** тим, що поліградієнтну насадку фільтр-матриці виконують із декількох вертикально встановлених один над одним рулонів гнучкої сітки, виконаних з різними розмірами і формами комірок.

10. Магнітний сепаратор за п. 7, який **відрізняється** тим, що він містить акумулюючу ємність для продукту, що подають на сепарацію, яку встановлено на вході продукту в сепаратор.

11. Магнітний сепаратор за п. 7, який **відрізняється** тим, що він містить електропривід з регулюванням швидкості обертання вала сепаратора і можливістю періодичної зміни швидкості обертання поліградієнтної насадки.

Винахід відноситься до області магнітної сепарації слабомагнітних рідинних або пилогазових продуктів і може бути використаний в керамічній, енергетичній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Відомий спосіб магнітної сепарації рідинних або пилогазових продуктів з дрібнодисперсними слабомагнітними домішками, які підлягають магнітному осадженню на елементах поліградієнтної насадки фільтр-матриці (далі-поліградієнтна насадка ФМ), що знаходиться під дією магнітного поля постійних магнітів. Такий спосіб реалізується, наприклад, в магнітних сепараторах [1], [2], [3] і включає робочий режим і режим регенерації.

В робочому режимі сепараторів продукт пропускають через поліградієнтну насадку ФМ, на елементи якої під дією пондеomotorних магнітних сил відбувається осадження магнітосприйнятливих частинок.

Наступний за робочим режимом, режим регенерації сепаратора включає усунення дії на поліградієнтну насадку ФМ магнітного поля постійних магнітів, відокремлення осаджених частинок від елементів поліградієнтної насадки ФМ і їх подальше транспортування в дренаж потоком промиваючої води або продуваючого повітря.

Так, в магнітному сепараторі [1], де в якості поліградієнтної насадки ФМ використовують феромагнітні кульки, в точках магнітного контакту між якими і осаджуються магнітосприйнятливі частинки, усунення дії магнітного поля постійних магнітів в режимі регенерації сепаратора здійснюють простим лінійним переміщенням постійних магнітів відносно нерухомої поліградієнтної насадки ФМ на відстань достатнього послаблення магнітного поля в об'ємі поліградієнтної насадки ФМ. Для руйнування накопиченого осаду магнітосприйнятливих частинок в місці контакту сусідніх кульок ФМ, оболонку (корпус) в якому розміщена ФМ, піддають дії сил вібрації.

В магнітному сепараторі [2] в якості поліградієнтної насадки ФМ використовують просторово впорядковані високопористі пружини. В цьому сепараторі робочий режим нічим не відрізняється від робочого режиму сепаратора [1], а режим регенерації дещо відмінний в самому процесі руйнування

осаджених на елементах поліградієнтної насадки ФМ магнітосприйнятливих частинок. Таке руйнування здійснюють механічним пристроєм, при допомозі якого пружинисті елементи поліградієнтної насадки ФМ піддаються поздовжній імпульсній деформації.

Способам магнітної сепарації, які реалізуються в сепараторах [1] і [2], притаманні ряд суттєвих недоліків. Спільним недоліком цих способів є необхідність використання механізму для лінійного переміщення постійних магнітів, при їх віддалені від поліградієнтної насадки ФМ. Так як домінуючим приводом механізмів є електропривод з обертальним рухом, то для забезпечення лінійного переміщення постійних магнітів в систему привода треба додатково ввести механізм-перетворювач обертального руху в лінійний рух. Такі механізми-перетворювачі складні, дорого коштують і в випадку реалізації способів [1] і [2] громіздкі в зв'язку з необхідністю прикладання до постійних магнітів дуже великих механічних сил для подолання альтернативних магнітних сил, що притягують постійні магніти до поліградієнтної насадки ФМ. Крім того, для розміщення постійних магнітів в режимі регенерації сепараторів [1] і [2] необхідно додатково збільшити розміри корпусу сепаратора для їхнього розміщення. Значним недоліком способів [1] і [2] слід вважати також необхідність в процесі регенерації сепаратора використовувати ще один механічний пристрій для забезпечення вібрації поліградієнтної насадки ФМ з метою руйнування осаду магнітосприйнятливих частинок.

В сепараторі [3], який також можна розглядати як аналог запропонованому, робочий режим нічим не відрізняється від розглянутого робочого режиму магнітної сепарації в сепараторах [1] і [2]. Що стосується режиму регенерації сепаратора [3], то в цьому режимі сепаратора взагалі не передбачається процес магнітного руйнування осіливших на елементи поліградієнтної насадки ФМ магнітосприйнятливих частинок, що безумовно погіршує ефективність процесу регенерації. Процес регенерації в сепараторі [3] теж здійснюється при ослабленні дії магнітного поля постійних магнітів на поліградієнтну насадку ФМ. При цьому постійні магніти, які розміщені всередині ФМ, не відділя-

ються від неї. Магнітну систему з постійних магнітів виконують з двох однакових половин, і в режимі регенерації магнітне поле в об'ємі поліградієнтної насадки ФМ сильно послаблюється за рахунок незначного осьового переміщення однієї половини магнітної системи відносно другої. При такому переміщенні магнітна система сепаратора [3] частково переходить в режим короткого замикання, чим суттєво зменшується величина робочого магнітного потоку в об'ємі поліградієнтної насадки ФМ. В цьому режимі роботи магнітної системи поліградієнтна насадка ФМ знаходиться під дією значної величини магнітного потоку розсіяння, що відповідно зменшує ефективність регенерації сепаратора [3].

Відомий також спосіб магнітної сепарації в магнітному сепараторі [4], який приймається в якості прототипу запропонованому винаходу. Вибір саме цього прототипу обумовлюється способом усунення дії в сепараторі [4] магнітного поля постійних магнітів на поліградієнтну насадку ФМ.

Спосіб магнітної сепарації, який здійснюється в сепараторі-прототипі, включає пропускання слабomagнітних рідинних або пилогазових продуктів через просторово впорядковану поліградієнтну насадку ФМ, яка знаходиться під дією магнітного поля постійних магнітів. Поліградієнтна насадка ФМ виконана з феромагнітних стрижнів установлених співвісно з корпусом сепаратора. Потік продукту і магнітний потік взаємно перпендикулярні. Магнітний потік збуджений постійними магнітами вводиться в об'єм поліградієнтної насадки ФМ через феромагнітний магнітопровід. Під дією магнітних сил магнітосприйнятливі частинки осаджуються між магнітоконтakтуючими стрижнями. Для здійснення регенерації поліградієнтної насадки ФМ припиняють подавання продукту в сепаратор [4] і зменшують дію магнітного поля на поліградієнтну насадку ФМ. Для цього постійні магніти, які закріплені на феромагнітному валі обертанням валу проводять в обертний рух і повертають на 90° постійні магніти. При цьому між постійними магнітами і магнітоприводом послаблюється магнітне поле і суттєво зменшується магнітний потік, який замикається через поліградієнтну насадку ФМ. Повністю усунути дію магнітного поля на поліградієнтну насадку ФМ в сепараторі-прототипі неможливо, так як магнітний потік може замикатися і через повітря (потік розсіяння) і тому промивання або продування поліградієнтної насадки ФМ буде здійснюватись при наявності значної величини магнітного поля. Так як механічна дія на сепаратор-прототип обмежується зміною положення постійних магнітів і при цьому не передбачається - використання механічних сил для інтенсифікації руйнування осаду на елементах поліградієнтної насадки ФМ, ефективність регенерації цього сепаратора буде низькою, що являється недоліком сепаратора-прототипа.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу магнітної сепарації слабomagнітних рідинних або пилогазових продуктів і сепаратора для його здійснення шляхом спрощення конструкції сепаратора за рахунок використання в ньому в режимі регенерації електромагнітного еко-

рування поліградієнтної насадки ФМ від дії на неї магнітного поля постійних магнітів і одночасної інтенсифікації самого процесу регенерації за рахунок додаткового механічного руйнування осаду на елементах поліградієнтної насадки ФМ дією на них відцентрових і вібраційних сил.

Поставлена задача досягається в способі магнітної сепарації слабomagнітних рідинних або пилогазових продуктів, який включає живлення сепаратора продуктом, що підлягає сепарації, пропускання потоку цього продукту через багатшарову просторово впорядковану поліградієнтну насадку фільтр-матриці, яка знаходиться під дією магнітного поля постійних магнітів, осадження магнітосприйнятливих частинок продукту на елементи полі градієнтної насадки фільтр-матриці, усунення дії магнітного поля на поліградієнтну насадку фільтр-матриці шляхом розривання магнітного зв'язку між постійними магнітами і поліградієнтною насадкою фільтр-матриці, яке здійснюють за допомогою повертання розміщеного всередині магнітної системи феромагнітного валу, очищення поліградієнтної насадки фільтр-матриці від осаджених на неї частинок і транспортування осаду цих частинок в дренаж шляхом продування або промивання поліградієнтної насадки фільтр-матриці відповідно потоком повітря або води, в якому згідно винаходу розривання магнітного зв'язку між постійними магнітами і поліградієнтною насадкою фільтр-матриці здійснюють електромагнітним екрануванням поліградієнтної насадки фільтр-матриці від дії на неї магнітного поля постійних магнітів шляхом обертання відносно постійних магнітів тонкостінного порожнистого феромагнітного циліндра розміщеного між поліградієнтною насадкою і системою постійних магнітів.

При очищенні поліградієнтної насадки фільтр-матриці її обертають разом з тонкостінним порожнистим феромагнітним циліндром, а потік продувального повітря або промиваючої води подають безпосередньо на приведену в рух поліградієнтну насадку фільтр-матриці.

Продукт, який підлягає сепарації, і потік продувального повітря або промиваючої води пропускають уздовж шарів поліградієнтної насадки фільтр-матриці виконаної у вигляді плетеної, в'язаної або просічної гнучкої сітки, намотаної в рулон на феромагнітний вал, величину обертів якого встановлюють як з умови обмеження проникнення магнітного поля в тіло циліндра, так і з умови отримання величини відцентрових сил і сил динамічного дисбалансу, достатніх для взаємного зсуву контактуючих між собою суміжних шарів гнучкої сітки, руйнування, розпушення і подрібнення осаду на сітці, а видалення подрібнених частинок осаду з об'єму поліградієнтної насадки фільтр-матриці в дренаж здійснюється як по вертикалі уздовж шарів рулона гнучкої сітки рулона під дією сили тяжіння і тиском продувального повітря або промиваючої води, так і по горизонталі під дією відцентрової сили.

Продукт пропускають послідовно через декілька встановлених вертикально один над другим рулонів гнучкої сітки виконаних з різними розмірами і формою комірок сітки.

Живлення сепаратора продуктом, що підлягає сепарації, здійснюють через акумулюючу ємність.

Швидкість обертання феромагнітного валу сепаратора періодично змінюють.

Поставлена задача досягається також в магнітному сепараторі, що включає розміщену в циліндричному корпусі і циліндричної форми багатошарову просторово впорядковану поліградієнтну насадку фільтр-матриці, постійні магніти, які створюють в поліградієнтній насадці магнітне поле направлене по нормалі до осі поліградієнтної насадки, магнітопроводи, пристрій для усунення дії на поліградієнтну насадку магнітного поля, який включає встановлений з можливістю обертання феромагнітний вал, вхідні і вихідні патрубки, в якому згідно винаходу, корпус сепаратора виконують феромагнітним, на внутрішній поверхні якого розміщують напівкільцеві радіально намагнічені постійні магніти з чергуванням їхньої полярності по колу циліндра, всередині яких співвісно з ними встановлюють на феромагнітному валу поліградієнтну насадку і тонкостінний суцільний або з наскрізними отворами порожнистий феромагнітний циліндр, який займає проміжне положення між зовнішньою поверхнею поліградієнтної насадки і внутрішньою поверхнею постійних магнітів з незначними зазорами відносно обох поверхонь.

Поліградієнтну насадку фільтр-матриці виконують із плетеної, в'язаної або просічної гнучкої сітки, намотаної в рулон на феромагнітний вал.

Поліградієнтну насадку фільтр-матриці виконують із декількох вертикально встановлених один над другим рулонів гнучкої сітки виконаних з різними розмірами і формами комірок.

Сепаратор доповнюють акумулюючою ємністю для продукту, що подають на сепарацію, яку встановлюють на вході продукту в сепаратор.

Сепаратор оснащують електроприводом з регулюванням швидкості обертання вала сепаратора і можливістю періодичної зміни швидкості обертання поліградієнтної насадки.

Причинно-наслідковий зв'язок між суттєвими ознаками запропонованого винаходу і позитивним ефектом, який цими ознаками досягається, наступний.

В сепараторі-прототипі усунення дії магнітного поля постійних магнітів в режимі регенерації сепаратора здійснюється взаємним механічним переміщенням в просторі постійних магнітів відносно об'єму, котрий займає поліградієнтна насадка ФМ. В запропонованому винаході цю саму технологічну операцію здійснюють завдяки використанню іншого фізичного принципу - принципу електромагнітного екранування [5], [6], [7]. Цей принцип в його конкретному використанні в запропонованому сепараторі полягає в тому, що при обертанні феромагнітного порожнистого циліндра відносно нерухомих постійних магнітів, полярність яких змінюється в напрямку обертання циліндра, магнітне поле в тілі циліндра ослаблюється (затухає) і при певній товщині циліндра, всередині циліндра, поле практично зникає. Глибина проникнення магнітного поля в тіло циліндра залежить від швидкості обертання циліндра, електричної провідності і магнітної проникливості матеріала, з якого вигото-

влений циліндр. Глибину проникнення магнітного поля в запропонованому сепараторі можна обмежити одним сантиметром. Таким чином, при певних обертах порожнистого феромагнітного циліндра навіть з товщиною стінки в декілька міліметрів, розміщена всередині циліндра поліградієнтна насадка ФМ може бути частково або повністю усунута від дії магнітного поля постійних магнітів.

В робочому режимі сепаратора феромагнітний циліндр нерухомий і постійні магніти відповідно нерухомі відносно феромагнітного циліндра і розміщеної в його середині поліградієнтної насадки ФМ. Циліндр, як феромагнетик, пропускає через свою тонку стінку магнітний потік в об'єм поліградієнтної насадки ФМ. При цьому, в залежності від товщини стінки циліндра відбувається в більшій або в меншій мірі магнітне шунтування поліградієнтної насадки ФМ, яке обмежується магнітним насиченням стінки циліндра. Чим більший діаметр циліндра (значить і ширина полюсів постійних магнітів), тим слабше проявляється ефект шунтування поліградієнтної насадки ФМ. Для зменшення магнітного опору магнітному потоку, що замикається через поліградієнтну насадку ФМ, і забезпечення його замикання в напрямку нормалі до поверхні контакту між сусідніми шарами поліградієнтної насадки ФМ приводний вал треба виконувати феромагнітним гак, як тіло вала виконує також і функцію магнітопроводу.

Корпус сепаратора, до якого притулені постійні магніти, теж виконують феромагнітним, як ділянку магнітного кола сепаратора.

Використання в запропонованому способі магнітної сепарації принципу електромагнітного екранування поліградієнтної насадки ФМ, дозволяє в сепараторі, в якому реалізується цей спосіб, усунути дію магнітного поля постійних магнітів на поліградієнтну насадку ФМ при взаємно незмінному в просторі положенню об'єму, що займає поліградієнтна насадка ФМ і об'єму, що займають постійні магніти. Це дає можливість зменшити об'єм сепаратора і відповідно його розміри і масу.

Запропоноване в винаході використання в якості поліградієнтної насадки намотаної в рулон на феромагнітний вал гнучкої плетеної, в'язаної або просічної сітки дозволяє отримати додатковий позитивний ефект. Особливість сітчастої намотаної в рулон поліградієнтної насадки ФМ полягає в тому, що зберігаючи просторово впорядковану структуру (форму, розміри і взаємне положення комірок сітки) в нерухомому положенні (тобто в робочому режимі сепаратора), при приведенні її в обертотний рух в режимі регенерації внаслідок незначної жорсткості рулона в цілому, відбувається в невеликих межах деформація цього рулона. Деформація рулона відбувається як під дією відцентрових сил (F_v), так і під дією сил (F_d) динамічного дисбалансу сітчастого рулона відносно його осі обертання.

Відцентрові сили (F_v) "розтягують" сітку рулона в радіальному напрямку внаслідок чого відбувається взаємне незначне переміщення між суміжними шарами сітки, що супроводжується механічним розриванням встановлених в робочому режимі сепаратора механічних і магнітних кон-

тактів між суміжними шарами сітки. Розривання контактів призводить до відповідного руйнування осаду магнітосприйнятливих частинок зосереджених саме в зонах цих контактів. Так як намотати сітку в рулон на вал практично неможливо з співпаданням осі центра мас рулона з віссю обертання вала, то при обертанні вала на поліградієнтну насадку ФМ діють інтенсивні сили динамічного дисбалансу, які "розтрушують" сітчасту поліградієнтну насадку ФМ відділяючи осад від поверхні самої сітки. Слід відмітити, що і відцентрові сили і сили динамічного дисбалансу відривають з поверхні сітки осаджені на неї частинки незалежно від їхніх магнітних властивостей. Тобто, поверхня сітки при обертанні рулона буде очищатися як від магнітосприйнятливих частинок так і від немагнітосприйнятливих частинок, які можуть осідати на поверхню сітки в робочому режимі сепаратора, наприклад, під дією сил адгезії. В реальних умовах реалізації запропонованого сепаратора виникаючі відцентрові сили набагато перевищують сили тяжіння, які діють на частинки осаду і сили тиску (F_t) промиваючої води або продуваючого повітря. Так, наприклад, на рулоні діаметром $d=0,3\text{ м}$ і обертах рулона $n=600$ об/хв питома відцентрова сила (F_v) дорівнює:

$$F_v = V^2/R \text{ [Н/кг]} = 10^2/0,15 = 666 \text{ Н/кг} \sim 67 F_g,$$

де $V = \pi d n / 60 = \pi \cdot 0,3 \cdot 600 / 60 = 10 \text{ м/с}$ - лінійна швидкість,

$$R = d/2 = 0,15 \text{ м},$$

$$F_g = 9,8 \text{ Н/Кг} - \text{сила тяжіння.}$$

Траєкторія руху відокремлених від сітки частинки буде визначатися, як силами тяжіння (F_g) і силами тиску (F_t), які діють по вертикалі, так і відцентровими силами (F_v) які діють по радіусу рулона в напрямку внутрішньої поверхні феромагнітного циліндра. Таким чином, при значних відцентрових силах ($F_v \gg F_g$) в процесі обертання поліградієнтної насадки ФМ в запропонованому винаході можна отримати додаткове очищення поверхні гнучкої сітки ФМ від осаду будь-якої природи. При радіальному переміщенні частинок зруйнованого осаду під дією відцентрових сил ці частинки можуть досягати поверхні феромагнітного циліндра і, надалі, при незначних швидкостях обертання вала (або при його повній зупинці) видалятися з цієї поверхні в дренаж потоком продуваючого повітря або промиваючої води.

Використання регульованого по швидкості автоматизованого електропривода вала сепаратора дає можливість змінювати швидкість його обертання в широких межах. Цим досягається як зміна деформації сітчастої поліградієнтної насадки ФМ і покращення руйнування осаду з поверхні сітки так і формування траєкторії частинок осаду внаслідок зміни величини відцентрових сил, які діють на ці частинки. При необхідності можливо в режимі регенерації фільтра приводний вал приводити в рух циклічно: обертання-зупинка-обертання, що теж підвищує ефективність регенерації. Якщо магнітосприйнятливі частинки продукту, що підлягає сепарації, сильно відрізняються своїми розмірами і магнітними властивостями доцільно, як це запропоновано в винаході, виконувати поліградієнтну насадку ФМ з декількох установлених один над

одним рулонів гнучкої сітки виконаних з різними розмірами і формою комірок сітки. Кожний наступний рулон повинен виконуватися з меншими розмірами (або і іншою формою) комірок. Тоді в процесі осадження домішок на верхніх сітчастих рулонах будуть осаджуватися частинки більших розмірів і більшої магнітосприйнятливості, а на нижніх рулонах буде відбуватися більш тонка фільтрація найбільш дрібних частинок з найгіршими магнітними властивостями. При дуже дрібних розмірах комірок сіток додатково може також відбуватися процес осадження немагнітних частинок згрудкованих між собою за рахунок магнітної флокуляції магнітосприйнятливих частинок, їх грудкування з защемленням між ними немагнітних частинок, а також за рахунок сил адгезії і дії молекулярних сил та чисто механічної фільтрації продукту при його русі через шар дрібнокоміркової сітки. При технологічній необхідності неперервного руху продукту в магнітний сепаратор незалежно від режиму роботи сепаратора в цьому випадку в запропонованому винаході пропонується живлення сепаратора здійснювати через акумулюючу ємність для продукту, що поступає на сепаратор. В таку ємність продукт поступає неперервно, а із самої ємності цей продукт подається на поліградієнтну насадку ФМ переривчасто в залежності від того, в якому режимі працює сепаратор: в робочому режимі чи в режимі регенерації.

На фіг. 1 зображено поздовжній (вертикальний) переріз сепаратора.

На фіг.2 зображено поперечний переріз сепаратора.

На фіг.3 зображено розгортку тонкостінного циліндра.

На фіг.4 зображено сепаратор з акумулюючою ємністю.

Запропонований сепаратор (фіг.1. фіг.2) включає радіально намагнічені напівкільцеві постійні магніти 1 встановлені з чергуванням їхньої полярності по колу циліндра. Як видно з фіг. 1 і фіг.2, магнітна система виконана дво полюсною. В принципі магнітна система може виконуватися і багатополюсною. Постійні магніти 1 закріплені всередині кільцевого корпусу 2, який одночасно являє собою зовнішній магнітопровід магнітної системи сепаратора.

Поліградієнтна насадка ФМ 3 може бути виконана з гнучкої сітки (плетеної, в'язаної або просічної). Гнучка сітка намотана в рулон на приводний феромагнітний вал-4. Так як вал 4 феромагнітний, то він одночасно виконує функцію магнітопроводу. Між зовнішньою циліндричною поверхнею поліградієнтної насадки ФМ 3 і внутрішньою поверхнею постійних магнітів 1 встановлений співвісно з ними тонкостінний порожнистий феромагнітний циліндр 5, який закріплений на валу 4 і може ним приводитись в обертотний рух. Циліндр 5 може виконуватися суцільним або з наскрізними отворами 9 (фіг.3).

На фіг.2 показаний шлях, по якому замикається магнітний потік Φ при нерухомому циліндрі 5, тобто в робочому режимі сепаратора. Магнітний потік Φ з північного полюса N напівкільцевого постійного магніта 1 замикається в радіальному напрямку через повітряний проміжок δ_2 , стінку

циліндра 5, повітряний проміжок δ_1 , сітчасту поліградієнтну насадку ФМ 3, вал 4, знову через поліградієнтну насадку ФМ 3, повітряний проміжок δ_1 стінку циліндра 5. повітряний проміжок δ_2 , південний полюс S магніта 1 і надалі потік Φ розгалужується на дві рівні частини ($\Phi/2$), які замикаються по корпусу 2 на південний полюс S протилежного магніта. Так як гнучка сітка фільтр-матриці 3 намотана шарами на вал 4 в вигляді циліндричного рулона, а магнітне поле має радіальний напрямок, то тим самим магнітне поле діє по нормалі до поверхні контактуючих між собою суміжних шарів сітки.

Вал 4 закріплюють вертикально в підшипникових вузлах 6 (фіг. 1) з можливістю його обертання під дією електропривода. При необхідності підшипникові вузли 6 можуть виконуватися герметичними. Поліградієнтну насадку ФМ 3 встановлюють між перфорованими наскрізними отворами дисками або спицями з втулками 7, які жорстко зв'язані з циліндром 5.

Для захисту від потоку продукту, повітря або води постійних магнітів 1 і корпусу 2 сепаратор оснащений немагнітним кожухом 8. Сепаратор облаштовують двома системами трубопроводів, через які в сепаратор подають і виводять потік продукту Q_1 що сепарується, і потік повітря або води Q_2 при регенерації сепаратора.

На корпусі 2, при необхідності, може бути встановлена акумулююча ємність 10 (фіг.4) для продукту, що сепарується. Переривання подачі потоку продукту Q_1 в сепаратор з ємності 10 здійснюють засувкою 11.

Запропонований спосіб реалізується при роботі сепаратора таким чином.

В робочому режимі сепаратора при нерухомотому феромагнітному валі 4 (фіг. 1) через систему трубопроводів в корпус сепаратора 2 подають (самопливом або під тиском) потік продукту Q_1 , який через перфорований диск або спиці з втулкою 7 попадає на верхню поверхню поліградієнтної насадки ФМ 3. Під дією гравітаційної сили (або додатково і під тиском) потік Q_1 продукту протікає або продувається переважно уздовж поверхонь суміжних шарів гнучкої сітки фільтр - матриці 3. Оскільки поліградієнтна насадка ФМ 3 знаходиться під дією магнітного поля постійних магнітів 1 в точках магнітного контакту суміжних шарів сітки виникає концентрація магнітного поля, що приводить до виникнення магнітних сил поля F_m які направлені саме в точки вказаних контактів. Під дією сил F_m магнітосприйнятливі частинки притягуються б зону контактів і вилучаючись з потоку продукту осідають в цих зонах.

Чим більша висота рулона гнучкої сітки ФМ 3 і чим менші розміри комірок цієї сітки, тим більша ймовірність осадження з потоку продукту на стінку магнітосприйнятливих частинок. В принципі на поверхню сітки можуть осаджуватись і немагнітні домішки, як внаслідок заземлення частинок нема-

гнітних домішок між магнітосприйнятливими частинками продукту, так і внаслідок дії сил адгезії, молекулярних сил і тощо.

Для переведення сепаратора з робочого режиму в режим регенерації припиняють подавання і виведення продукту Q_1 закриттям відповідних засувок трубопроводів і приводять в обертотворний рух циліндр 5 і разом з ним поліградієнтну насадку ФМ 3. В сітці циліндра 5 внаслідок його обертання відносно нерухомих постійних магнітів 1 відбувається процес затухання магнітного поля в середині циліндра 5, а значить і в поліградієнтну насадку ФМ 3. Одночасно внаслідок дії відцентрових сил і сил динамічною дисбалансу розриваються контакти між суміжними шарами гнучкої сітки ФМ 3 і руйнується осад.

Під дією відцентрових сил частинки зруйнованого осаду переміщуються в напрямку циліндра 5, а під дією сил тяжіння переміщуються вниз уздовж рулона гнучкої сітки ФМ 3. При подаванні на поліградієнтну насадку ФМ 3 під тиском продуваючого повітря або промиваючої води прискорюється вертикальне переміщення частинок осаду і виведення їх з об'єму поліградієнтної насадки ФМ 3 в дренаж через нижню площину рулона і через повітряний проміжок δ_1 . Якщо циліндр 5 виконують перфорованим з наскрізними радіальними щілинами 9 (фіг.3), то частинки осаду через ці щілини можуть проходити стінку циліндра 5 і попадати в проміжок δ_2 . Так як кожух 8 (фіг. 1) нерухомий, то попадаючи на його поверхню частинки гальмуються, і під дією сил тяжіння опадають вниз.

Тривалість робочого режиму і режиму регенерації сепаратора визначають експериментально для сепарації конкретних продуктів.

Реалізація запропонованого сепаратора відкриває шлях до нетрадиційних конструктивних рішень щодо поліградієнтних сепараторів і підвищення ефективності способу магнітної сепарації рідинних або пилогазових продуктів за рахунок інтенсифікації процесу регенерації поліградієнтних насадок ФМ магнітних сепараторів.

Джерела інформації:

1. Патент RU № 2299767 CI публ. 27.05.2007р. Бюл. №15
2. Патент RU № 2300421 CI публ. 10.06.2007р. Бюл. № 16
3. Авторське свідоцтво SU № 1692612 A1 публ. 23.11.1991р. Бюл. №43
4. Авторське свідоцтво SU № 1088798 A публ. 30.04.1984р. Бюл. №16
5. Л.Р.Нейман, П.Л.Калантаров Теоретические основы электротехники. Москва, Госэнергоиздат 1959г., стр. 198
6. Й.Ламмеранер, М.Штафль Вихревые токи. Москва, Энергия, 1967г., стр.190. 35
7. Н.Е.Вишневский, Н.П.Глуханов, И.С.Ковалев Машины и сепараторы с герметичным электроприводом. Ленинград, Машиностроение, 1977г., стр.22.

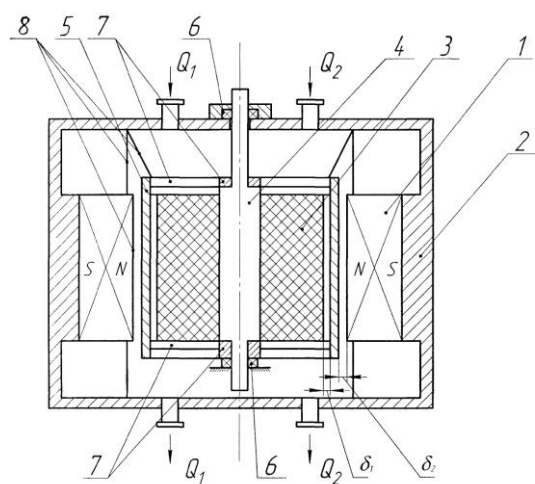


Fig. 1

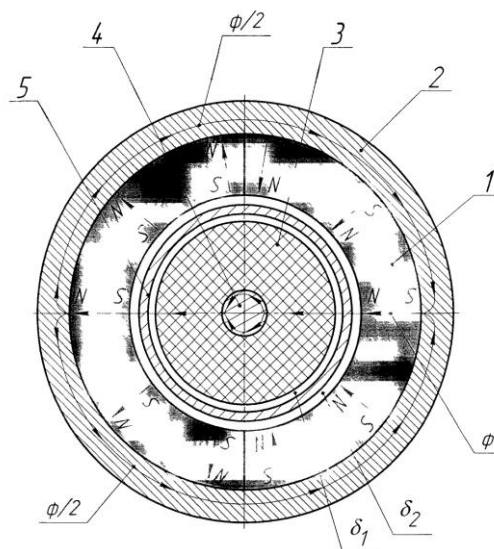


Fig. 2

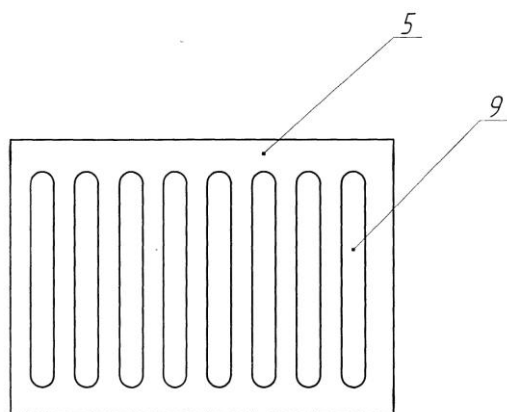


Fig. 3

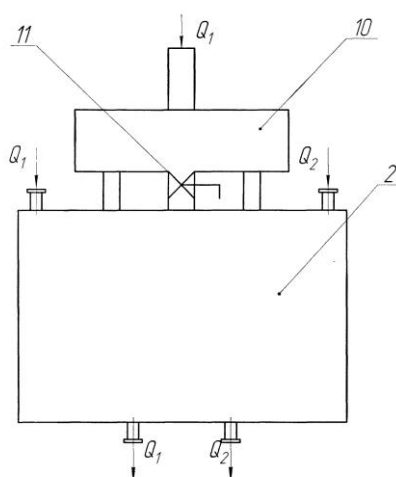


Fig. 4