



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 57625

(13) C2

(51) 7 A01D75/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФЕРОМАГНІТНИХ СТОРОННІХ ТІЛ, ЗОКРЕМА ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

1

2

(21) 2001074563

(22) 03 07 2001

(24) 16 06 2003

(46) 16 06 2003, Бюл. № 6, 2003 р.

(72) Арсенюк Віталій Михайлович, Лозін Андрій  
Афонійович, Петрівський Ярослав Борисович, Ко-  
ляда Юрій Борисович, Малецький Анатолій Пав-  
лович(73) ПРИВАТНЕ МАЛЕ ПІДПРИЄМСТВО НАУКО-  
ВО-ВИРОБНИЧА ФІРМА "ПРОДЕКОЛОГІЯ"

(56) EP A3 0229991 29 07 1987

DE A1 4301611 28 07 1994

(57) 1 Пристрій для виявлення сторонніх феро-  
магнітних тіл, зокрема для захисту робочих органів  
збиральних машин, що містить систему створення  
магнітного поля незмінної полярності й  
інтенсивності по всій ширині потоку технологічного  
продукту, що включає один суцільний або складе-  
ний постійний магніт, охоплений однією або  
декількома вимірювальними котушками, включе-  
ними між собою послідовно і сполученими з елек-  
тронним блоком оцінки, який відрізняється тим,  
що постійні магніти намагнічені відносно площиниподілу їхньої полярності під кутом  $\alpha = 45^\circ \div 90^\circ$ ,  
при цьому вимірювальні котушки розташовані та-  
ким чином, що їхня площа знаходиться в пло-  
щині поділу полярності магнітів2 Пристрій по п 1, який відрізняється тим, що в  
торцевій зоні пристрою магнітне поле постійних  
магнітів екранується феромагнітними пластинами  
від взаємодії з феромагнітними деталями збира-  
льної машини3 Пристрій по п 1, який відрізняється тим, що  
частина магнітів з боку, протилежного зоні вияв-  
лення феромагнітних сторонніх тіл,  
вимірювальними котушками не охоплюється4 Пристрій по п 1, який відрізняється тим, що  
вимірювальні котушки розташовані на феромагніт-  
ній пластині, встановленій в площині розподілу  
полярності магнітів5 Пристрій по п 1, який відрізняється тим, що по  
всій його довжині магнітне поле магнітів екрану-  
ється пластинчастим екраном з боку, протилежного  
зоні виявлення феромагнітних сторонніх тіл

Винахід відноситься до пристроїв для вияв-  
лення феромагнітних сторонніх тіл, зокрема для  
захисту робочих органів збиральних машин, на-  
приклад, кормозбиральних комбайнів, польових  
подрібнювачів і т.п.

Відомі пристрої для виявлення феромагнітних  
сторонніх тіл, зокрема для захисту робочих органів  
збиральної машини, що містять систему створення  
магнітного поля по всій ширині потоку технологіч-  
ного продукту збиральної машини, що включає  
постійні магніти, встановлені в ряд перпендику-  
лярно потоку технологічного продукту, при цьому,  
принаймні, частина магнітів охоплена вимірюваль-  
ними котушками, сполученими між собою послідо-  
вно і під'єднаними до блоку оцінки [1] - [6]

Принцип дії таких пристроїв заснований на по-  
яві імпульсу ерс у приймальних котушках за ра-  
хунок зміни потокозчеплення магнітного поля ко-

тушок при русі феромагнітних тіл у просторі дії  
магнітного поля постійних магнітів

У відомих пристроях-аналогах [1], [2], [3] зміна  
полярності полюсів постійних магнітів збігається з  
напрямком руху потоку технологічного продукту  
(перпендикулярно до осі валу збиральної маши-  
ни)

При цьому, по всій ширині потоку продукту ве-  
личина вектора магнітної індукції на однакових  
відстанях від поверхні полюсів магнітів близька до  
постійної величини, а вектори магнітної індукції  
замикаються в площинах, перпендикулярних вал-  
ку. Така топологія магнітного поля системи постій-  
них магнітів дозволяє одержати максимально рів-  
номірну чутливість по всій ширині потоку продукту.  
Проте, при обмеженому (конструктивними мірку-  
ваннями) розмірі діаметра валка, усередині якого  
розташована магнітна система з вимірювальними

(13) C2

(11) 57625

(19) UA

катушками, обмежується відповідно і ширина одного полюса (або ширина двох різноимених полюсів, що чергуються) по напрямку прямування продукту. Так як ширина полюсів магнітів визначає ступінь загасання (зменшення) величини магнітної індукції в міру віддалення від поверхні полюсів (і валка), то і чутливість пристрою [1], [2], [3] по висоті прошарку продукту відповідно зменшується.

У пристроях-аналогах [4], [5], [6] збільшення зони чутливості по висоті потоку технологічного продукту в порівнянні з пристроями [1], [2], [3] досягається за рахунок збільшення ширини полюсів постійних магнітів, полярність яких чергується по осі валу, тобто вектори магнітної індукції замикаються переважно перпендикулярно напрямку потоку продукту. Так як звичайно довжина валу набагато більше його діаметра, то тим самим стає можливим збільшити ширину полюсів магнітів і відповідно збільшити чутливість пристрою по висоті прошарку продукту. Проте, така система магнітів, збільшуючи висоту "викиду" магнітного поля над поверхнею валу, неминує при цьому, поперше, посилює взаємодію магнітів із феромагнітними конструктивними деталями кормозбиральних машин (що вносить додаткові завади у вимірювальні катушки), а по-друге, принципово обумовлює нерівномірність розміру магнітної індукції по осі валу і відповідної нерівномірності чутливості пристрою по цій самій осі. Для зменшення взаємодії магнітів із феромагнітними деталями, розташованими в торцях валу, частина полюса постійних магнітів у торці валу не охоплюється вимірювальними катушками [5], чим неминує зменшується як використання самих магнітів, так і чутливість пристрою в зонах прямування продукту близьких до торців валу.

Найбільш близьким по технічній суті з усіх перелічених пристроїв-аналогів [1–6] є пристрій 1, що і приймається в якості прототипу.

Магнітна система прототипу [1] складається з двох рядів постійних магнітів полярності N-S, що чергуються в напрямку руху продукту і розташованих уздовж осі валка збиральної машини. При обмежених розмірах діаметру валу обмежується і відстань між магнітними осями полюсів різної полярності, обумовлена довжиною хорди валка уздовж поверхні полюсів, звернених до потоку продукту, що рухається. Збільшення відстані між полюсами N-S потребує відповідного збільшення довжини хорди, а збільшення довжини хорди обумовлює віддалення поверхні полюсів від поверхні валка і, отже, збільшення відстані від поверхні магнітів до виявляємих феромагнітних тіл, що рухаються.

Таким чином, інтенсивність магнітного поля системи постійних магнітів прототипу у міру віддалення від поверхні різко зменшується в зв'язку з обмеженою відстанню між полюсами N-S, а значить, відповідно, обмежується і чутливість пристрою до виявлення сторонніх феромагнітних тіл по висоті прошарку продукту.

В основу винаходу поставлено задачу створення такого пристрою для виявлення феромагнітних сторонніх тіл, зокрема для захисту робочих органів збиральних машин, який забезпечує збільшення чутливості по висоті прошарку потоку

технологічного продукту при заданих розмірах магнітної системи, при одночасному досягненні рівномірної чутливості по всій ширині продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для виявлення феромагнітних сторонніх тіл, зокрема для захисту робочих органів збиральних машин, що містить систему створення магнітного поля незмінної полярності та інтенсивності по всій ширині потоку технологічного продукту, що включає один суцільний або складений постійний магніт, охоплений однією або декількома катушками, включеними між собою послідовно і сполученими з електронним блоком оцінки, постійні магніти намагнічені відносно площини розділення їхньої полярності під кутом  $\alpha = 45^\circ \div 90^\circ$ , а вимірювальні катушки розташовані таким чином, що їхня площа знаходиться в площині розділення полярності магнітів.

В торцевій зоні пристрою магнітне поле постійних магнітів екранується феромагнітними пластинами від взаємодії з магнітними деталями збиральної машини.

Частина магнітів з боку, протилежного зоні виявлення феромагнітних сторонніх тіл пристрою, вимірювальними катушками не охоплюється.

Вимірювальні катушки розташовані на феромагнітній пластині, встановленій в площині поділу полярності магнітів.

По всій довжині пристрою магнітне поле магнітів екранується пластинчастим екраном з боку, протилежного зоні виявлення феромагнітних сторонніх тіл.

Внаслідок використання у пристрої згідно винаходу постійних магнітів, які намагнічені відносно площини поділу їхньої полярності під кутом  $\alpha = 45^\circ \div 90^\circ$ , при розташуванні катушок таким чином, що їхня площа знаходиться в площині поділу полярності магнітів істотно збільшується відстань між різноименими полюсами магнітів при тих же заданих (обмежених) конструктивними міркуваннями розмірах магнітної системи пристрою. Так, у запропонованому пристрої відстань між однойменними полюсами (N-S) магнітної системи по шляху замикання їх магнітних силових ліній значно більше від такої ж відстані в прототипі, що дозволяє відповідно збільшити висоту "викиду" магнітного поля в зоні виявлення феромагнітних сторонніх тіл, а значить і збільшити чутливість пристрою до виявлення феромагнітних тіл по висоті прошарку при зберіганні рівномірної чутливості пристрою по всій ширині потоку продукту.

У пристрої згідно винаходу частина магнітів з боку, протилежного зоні виявлення феромагнітних сторонніх тіл, вимірювальними катушками може не охоплюватися, чим зменшується внесення завад у вимірювальну катушку феромагнітними тілами, що рухаються у недетектованому просторі. Феромагнітні пластини, встановлені у торцевій зоні пристрою і з боку, протилежного зоні виявлення феромагнітних сторонніх тіл, послаблюють наведення ерс завад, що сприяє збільшенню чутливості пристрою.

Суть винаходу пояснюється рисунками, на яких зображено:

на фіг 1 - схематичний розріз нижнього подаючого валка польового подрібнювача з вмонтова-

ним пристроєм для виявлення феромагнітних сторонніх тіл,

на фіг 2 - рисунок системи створення магнітного поля при використанні однієї вимірювальної котушки, що охоплює весь магніт,

на фіг 3 - рисунок системи створення магнітного поля при використанні двох вимірювальних котушок, з'єднаних послідовно,

на фіг 4 - випадок розміщення вимірювальної котушки на магнітопроводі, що з'єднує складений магніт в одне ціле,

на фіг 5 - варіант магнітної системи, де частина магніту з протилежного від зони виявлення сторонніх тіл боку котушками не охоплюється,

на фіг 6 - схематичний розріз валка з вмонтованим пристроєм для виявлення сторонніх феромагнітних тіл і магнітним екраном по всій довжині пристрою з протилежного від зони виявлення боку,

на фіг 7 - рисунок системи створення магнітного поля з магнітними екранами по торцях,

на фіг 8 - діаграма розпізнавання  $M$  по ширині  $B$  системи створення магнітного поля відповідно ширині  $E$  подачі технологічного продукту

Пристрій для виявлення феромагнітних сторонніх тіл, що включає магнітну систему 1, охоплену вимірювальною котушкою 2, закріплюється за допомогою кронштейну 3 на валі 4 всередині нижнього подаючого валка 5, виготовленого з немагнітної нержавіючої сталі або пластмаси. Система створення магнітного поля може бути охоплена однією або кількома (в окремому випадку - двома) вимірювальними котушками (фіг. 2 і 3). Вимірювальна котушка 2 може також розміщуватися на магнітопроводі 8 у вигляді тонкої феромагнітної пластини, що з'єднує складений магніт в єдине ціле (фіг 4). Магніт 1 може охоплюватись вимірювальною котушкою частково з боку зони виявлення сторонніх феромагнітних тіл за рахунок відокремлення частини магніту 9, чим зменшується внесення завад у вимірювальну котушку елементами збиральної машини (фіг 5). Послаблення  $e \cdot r \cdot c$  завад досягається також встановленням магнітних екранів 10 і 11 вздовж валу 4 і по торцях магнітної системи відповідно (фіг 6, 7).

Працює пристрій наступним чином. При появі стороннього феромагнітного предмету в зоні дії системи створення магнітного поля, у вимірювальних котушках 2 за рахунок зміни потокозчеплення виникає імпульс  $e \cdot r \cdot c$ , величина якого залежить від відстані стороннього феромагнітного тіла від котушок, від маси і форми цього тіла. Одержаний

сигнал поступає в блок оцінки, який видає команду на зупинку подачі системи польового подрібнювача. Рівномірність магнітного поля по ширині подачі технологічного продукту дозволяє отримати рівномірний профіль розпізнавання 12 (фіг 8) по відношенню, до аналога [6] (діаграма 14), а збільшення відстані між полюсами дозволяє підвищити чутливість пристрою по відношенню до прототипу (діаграма 13 фіг 8).

Для доказу переваги магнітної системи запропонованого пристрою в порівнянні з магнітною системою прототипу [1] була розрахована картина магнітного поля магнітних систем, що з'єднуються. Картина магнітного поля розрахована по комп'ютерній програмі "ELCUT" і зображена величиною і напрямком вектора магнітної індукції, при цьому кольоровість зображення магнітного поля вказує на величину вектора магнітної індукції. На фіг 9 зображена картина магнітного поля прототипу, а на фіг 10 - запропонованого пристрою. Розміри і магнітний матеріал магнітів однакові. Як видно із зіставлення картини магнітних полів по фіг 9 і фіг 10, намагнічування постійних магнітів по фіг 9 переважно "радіальне" стосовно поверхні валка пристрою, а намагнічування постійних магнітів по фіг 10 переважно "тангенціальне".

Запропоноване в заявці намагнічування постійних магнітів пристрою під кутом  $\alpha = 45^\circ + 90^\circ$  (на фіг 10 кут прийнятий рівним  $\alpha = 45^\circ$ ) і "тангенціальний" напрямок осі N-S відносно поверхні валка забезпечує (обумовлює) значно більшу величину вектора магнітної індукції (фіг 10) у порівнянні з величиною вектора магнітної індукції магнітного поля прототипу (фіг 9), особливо при зіставленні величини магнітної індукції на максимальних відстанях від поверхні валка, тобто в зоні мінімальної чутливості процесу розпізнавання (детектування) феромагнітних тіл, що рухаються над поверхнею валка. Таким чином, чутливість запропонованого пристрою вища, ніж чутливість прототипу при тих же (заданих) розмірах діаметра валка і розмірах магнітної системи пристроїв, що з'єднуються.

Список використаних матеріалів

- 1 Патент США 3 889 249,
- 2 Патент США 3 896 608,
- 3 Патент ЕР 0666021,
- 4 Патент ЕР 0988782,
- 5 Патент України 5751,
- 6 Патент України 26843



