



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108056** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)

G01F 1/00
G01F 1/56 (2006.01)
G01N 27/00
G01F 1/58 (2006.01)
G01N 27/07 (2006.01)
G01N 23/00
G01N 9/00
G01N 15/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2014 07454</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.07.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.03.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.11.2014, Бюл.№ 22</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.03.2015, Бюл.№ 5</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шинкар Андрій Олександрович (UA), Шерстюк Ростислав Володимирович (UA), Мордовін Дмитро Миколайович (UA), Чечуга Юрій Миколайович (UA), Юсупов Олег Сулейманович (UA), Грищенко Василь Костянтинович (UA), Романчук Володимир Петрович (UA), Міклашевич Олександр Сергійович (UA), Старих Леонід Миколайович (UA), Шинкар Максим Андрійович (UA), Шерстюк Андрій Ростиславович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АТЗТ КОМПАНІЯ "САТУРН ДЕЙТА ІНТЕРНЕТШЕНЛ", вул. Борщагівська, 125, м. Київ, 03056 (UA)</p> <p>(74) Представник: Кривенко Юрій Юрійович, реєстр. №255</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 23105 U1, 20.05.2002 SU 1603231 A1, 30.10.1990 GB 2130728 A, 06.06.1984 LV 11067 A, 20.02.1996 RU 2011136430 A, 10.03.2013 RU 2273829 C2, 10.04.2006 RU 2004112713 A, 25.10.2005 JP 2005138724 A, 02.06.2005 SU 622499 A1, 05.09.1978 UA 79679 U, 24.04.2013 UA 51543 U, 26.07.2010 WO 2010054886 A1, 20.05.2010</p>
--	---

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ГУСТИНИ ФЕРОМАГНІТНИХ СУСПЕНЗІЙ

UA 108056 C2

(57) Реферат:

Винахід належить до гірничо-переробної промисловості й може бути використаний для контролю густини суспензії, що містить феромагнітні частки, які представлені різними з'єднаннями заліза й інших металів, фізико-механічні властивості яких визначають імовірність взаємодії з магнітним полем. Спосіб включає взаємодію феромагнітних часток з електромагнітним полем індуктивного датчика, встановлення величини густини феромагнітної суспензії, фіксацію отриманих даних апаратними пристроями з наступною передачею до споживача. Технічний результат, що досягається даним винаходом є забезпечення можливості одержання стійкого сигналу про фактичну густину суспензії, динамічну зміну її величини в режимі реального часу в ємності будь-якої конструкції, спрощення та прискорення процесу калібрування на місці експлуатації і використання в автоматизованих системах.

Винахід належить до гірничо-переробної промисловості й може бути використаний для контролю густини суспензії, що містить феромагнітні частки, які представлені різними з'єднаннями заліза й інших металів, фізико-механічні властивості яких визначають імовірність взаємодії з магнітним полем. Спосіб призначений для використання при розробках технологічного контрольно-вимірювального устаткування, що застосовується для оперативного виміру густини суспензії, яка містить феромагнітні частки. Спосіб призначений для контролю густини суспензії в системі автоматичного керування технологічними процесами в ланцюзі збагачувальних апаратів, де співвідношення твердої й рідкої фаз визначає безпосередній вплив на якісні показники збагачувального процесу й відповідно, одержання високоякісного концентрату для металургійної промисловості.

Спосіб може бути реалізований при виготовленні приладів, що забезпечують визначення розрахункової густини суспензії, безпосередньо в технологічному устаткуванні, що є складовою частиною технологічного процесу гідравлічного збагачення, наприклад, залізних руд. При цьому пристрій дозволяє встановити величину густини як у технологічному каналі дешламатора або гідроциклоні, так і в технологічному пульпопроводі, по якому суспензія переміщується від одного технологічного апарата до іншого.

Спосіб реалізується в системах керування для оперативного контролю густини суспензії й тим самим змінює її параметрів залежно від застосовуваного устаткування, технологічного режиму і стадії технологічного процесу, оперативно встановлювати величину густини суспензії й у режимі реального часу змінювати співвідношення твердої й рідкої фаз із мінімальним запізнюванням, що негативно впливає на якість товарного продукту.

Відомий спосіб радіоізотопного виміру густини суспензії на збагачувальних фабриках, що забезпечують одержання концентрату корисної копалини для металургійної промисловості. Суть способу полягає в тому, що у встановленому місці ємності технологічного устаткування, заповненого суспензією або в трубопроводі розміщують джерело іонізуючого випромінювання малої потужності. Джерело має бути спрямованої дії з мінімальним розсіюванням, що призводить до значної погрішності при виконанні вимірів. На одній осі з потоком іонізуючого випромінювання розташовують детектор, що фіксує величину випромінювання з урахуванням його поглинання потоком суспензії. Тарування приладу здійснюється на суспензії, що має заданий вміст феромагнітних часток. Після тарування в діапазоні робочої густини суспензії здійснюють виміри її густини в процесі технологічного процесу. Зміна густини перетворюється в інформаційний, а потім - у керуючий сигнал на виконавчі органи технологічного устаткування, призначеного для підтримки заданої густини суспензії, яка повинна бути оптимальною для успішного протікання процесу збагачення залежно від стадії технологічного процесу [Патент Росії на корисну модель № 23105].

Недоліком відомого способу є те, що процес виміру суспензії обмежений конструктивними особливостями застосовуваного технологічного устаткування. Особливістю виміру густини суспензії за допомогою радіоізотопного методу є те, що конструкція устаткування повинна передбачати те, що джерело іонізуючого випромінювання перебуває в строго певному місці, а на заданій відстані повинен бути розміщений датчик, що сприймає випромінювання й дає поточну інформацію про густину технологічної рідини.

Таке розташування джерела й детектора визначає складності для оперативної інформації, а значить не дозволяє максимально можливо забезпечити інформативності процесу збагачення руди й отримання високоякісного концентрату.

Реалізація способу практично не можливо без значної погрішності в отриманих результатах при розміщенні всередині технологічних ємностей саме там, де необхідний оперативний технологічний контроль густини суспензії та при необхідності - реагування системи керування при зміні величини густини в ту або іншу сторону.

Крім технологічних труднощів спосіб вимагає підвищення мір забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу та розробки заходів, які передбачають запобігання негативного впливу іонізуючого випромінювання на персонал.

Все це визначає збільшення собівартості збагачувального процесу й, відповідно, товарного продукту, реалізованою збагачувальним комплексом.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраним як прототип, є спосіб визначення параметрів потоку суспензії, що містить феромагнітні частки [АС СРСР № 1603231].

Спосіб включає взаємодію феромагнітних часток, що містяться у суспензії, з електромагнітним полем індуктивного датчика, встановлення величини густини феромагнітної суспензії, виходячи зі ступеня зміни електромагнітного поля котушки індуктивності індуктивного датчика, фіксацію отриманих даних апаратними пристроями з наступною передачею,

наприклад, на засоби візуалізації, зберігання або як керуючі команди для технологічного устаткування.

Відповідно до відомого способу, вимір густини датчика є непрямим за рахунок того, що визначення густини здійснюється не безпосередньо індуктивним датчиком, а за рахунок зміни положення поплавка залежно від густини середовища, в якій він розміщений. Зміна положення поплавка призводить до зміни положення його складової частини, що пов'язана з індуктивним датчиком, і до зміни індуктивності котушки. По величині зміни індуктивності котушки судять про густину суспензії після відповідних перерахунків.

Недоліком відомого способу є те, що:

- густина суспензії визначається без обліку фактичної наявності в ній феромагнітних часток;
- спосіб не передбачає визначення густини суспензії, виходячи з концентрації в ній феромагнітних часток, з урахуванням стадії збагачення вихідної сировини;

- спосіб не дозволяє отримати оперативну інформацію про густину суспензії для ефективного керування технологічним процесом збагачення залізорудної або іншої сировини;

- спосіб при реалізації в пристрої має значну погрішність в одержанні фактичних результатів густини й не може бути використаний в системах автоматичного керування технологією збагачення сировини, що містить феромагнітні частки;

- спосіб складно реалізується через високу інерційність, що особливо негативно позначається при збагаченні вихідної сировини, фізико-механічні властивості якої динамічно змінюються;

- спосіб може бути використаний тільки в стаціонарних умовах як джерело інформації про густину середовища, що надходить на певну стадію збагачення;

- існують конструктивні обмеження при реалізації способу у вигляді пристрою через складність монтажу в технологічних ємностях збагачувальних агрегатів.

Задачею винаходу є удосконалення способу контролю густини феромагнітної суспензії за рахунок того, що фіксацію густини суспензії здійснюють на основі взаємодії середовища, що містить феромагнітні частки, з електромагнітним полем індуктивної котушки. Особливістю способу є те, що формування вихідного сигналу, що живить котушку індуктивності, здійснюють безпосередньо в датчику, що мінімізує втрати струму, та, відповідно, і показання приладу є максимально коректними. Спосіб передбачає перетворення сигналу адекватного для автоматизованої системи керування технологічним процесом за допомогою окремого обчислювального модуля, наявність якого дозволяє передати його точне значення до прийомного пристрою для виконання керуючих команд.

Істотним є те, що спосіб передбачає формування стійкого сигналу, позбавленого впливу зовнішніх перешкод, безпосередньо в робочому датчику, але й посилення отриманого сигналу від робочого елемента датчика - вимірювальною мосту й індуктивної котушки. У способі вирішуються всі необхідні завдання з передачі в обчислювальний модуль сигналів, що характеризують густину суспензії, параметри яких повністю позбавлені впливів, що негативно позначаються на можливості отримання адекватного сигналу, необхідного для керуючих команд виконавчим вузлом і механізмам.

Спосіб реалізується за рахунок функціонування двох систем, одна з яких являє собою датчик, що сприймає взаємодію чутливого елемента феромагнітних часток із двофазним середовищем, друге - забезпечує перетворення аналогового сигналу в цифровий, що відповідає фактичній густини суспензії.

Технічний результат від реалізації способу полягає в тому, що:

- забезпечується можливість отримання стійкого сигналу про фактичну густину суспензії й зміну її величини в режимі реального часу в ємності будь-якої конструкції, наприклад, дешламаторі, пульпопроводі;

- спосіб може бути реалізований стосовно до нового обладнання або устаткування, що модернізується в процесі експлуатації на галузевих гірничозбагачувальних комбінатах;

- спосіб може використовуватися в складі автоматичних систем керування технологічними процесами збагачення корисних копалин, забезпечуючи можливість отримання інформації про густину суспензії для подачі керуючих команд виконавчим механізмам;

- реалізація способу може бути повністю автоматизована й не вимагає втручання людини;

- спосіб дозволяє отримати достовірну оперативну інформацію про густину суспензії, ідо містить феромагнітні частки, з мінімальним запізнюванням при спонтанній зміні її фізико-механічних властивостей;

- спосіб може бути реалізований на базі будь-якого сучасного апаратного забезпечення, що дозволяє одержати інформацію про пульпу в умовах агресивного впливу середовища;

- при реалізації способу забезпечується високий рівень адаптивності до зміни фізико-механічних властивостей суспензії й компонентів твердої складової в її складі;

- стосовно до пристрою, що реалізує спосіб, мінімізуються витрати часу на калібрування вимірювального датчика;

5 - у відповідності зі способом, сформовані сигнали усередині датчика й обчислювального модуля, а також сигнали прямого-зворотного зв'язку між ними, мають високий рівень стійкості незалежно від відстані між ними, а також прийомними пристроями системи автоматичного керування;

10 - спосіб успішно реалізується в широкому діапазоні густини феромагнітної суспензії, що становить 1250-2500 г/л.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що спосіб контролю густини феромагнітних суспензій включає взаємодію феромагнітних часток, що містяться у суспензії, з електромагнітним полем індуктивного датчика, встановлення величини густини феромагнітної суспензії, виходячи зі ступеня зміни електромагнітного поля котушки індуктивності індуктивного датчика, фіксацію отриманих даних апаратними пристроями з наступною передачею, наприклад, на засоби візуалізації, зберігання або як керуючі команди для технологічного устаткування.

Відповідно з винаходом, у вимірювальному датчику за допомогою цифро-аналогового перетворювача і фільтра нижніх частот формують сигнал, який подають на вимірювальний міст із вимірювальною індуктивною котушкою. Сигнали на виході з вимірювального мосту з індуктивною котушкою, після її взаємодії з феромагнітними частками суспензії, передають на диференціальний підсилювач. За допомогою диференціального підсилювача встановлюють величину розбалансу мосту. Встановлений різницевий сигнал від розбалансу мосту датчика за допомогою аналого-цифрового перетворювача перетворюють у цифровий код, пропорційний вмісту магнітного заліза в суспензії, що передають в обчислювальний модуль. Виконують при цьому гальванічну розв'язку сигналів між обчислювальною системою автоматичної системи управління технологічними процесами й датчиком, виходячи з результатів калібрування пристрою по густині суспензії відповідно до наявності в ній феромагнітних часток. Цифровий код датчика подають у мікроконтролер обчислювального модуля й встановлюють значення густини по магнітному залізу відповідно до каліброваної характеристики. Калібровану характеристику налаштовують введенням даних від інтерфейсу пристрою, за допомогою якого візуалізують значення густини суспензії. Дані від мікроконтролера обчислювального модуля передають через універсальний перетворювач інтерфейсу, яким формують аналоговий або цифровий, або цифровий та аналоговий сигнали. Сигнали передають або приймають з автоматичної системи управління як керуючі команди технологічному устаткуванню для зміни співвідношення твердої й рідкої фаз феромагнітної суспензії.

Спосіб реалізується таким чином.

Заявлений спосіб дозволяє здійснювати оперативний контроль густини суспензії, що містить феромагнітні частки. Основним показником, який характеризує густину суспензії, є концентрація феромагнітних часток у твердій фазі, що дозволяє вибрати оптимальний експлуатаційний режим роботи технологічного устаткування незалежно від стадії збагачувального процесу.

45 Основою реалізації способу є взаємодія двофазного середовища, що містить феромагнітні частки, з вимірювальним датчиком, у якому розташована індуктивна котушка, що включена в одне із плечей вимірювального моста, індуктивність якої змінюється пропорційно концентрації феромагнітних часток у суспензії, що впливають її електромагнітне поле.

Вимір густини феромагнітної суспензії здійснюють у будь-якій технологічній ємності, незалежно від швидкості руху рідкого середовища.

50 Робочим інструментом, що реалізує спосіб, є вимірювальний датчик, у якому формують вихідний, наприклад, ступінчастий синусоїдальний сигнал, що має високу стійкість при впливі на нього технологічних і фонових перешкод.

Сформований сигнал очищується від гармонік і фонових перешкод, які характерні для роботи цифро-аналогового перетворювача.

Очищений сигнал подають у вимірювальний елемент датчика, що являє собою вимірювальний міст, в одне із плечей якого включена вимірювальна індуктивна котушка.

55 Датчик занурений у феромагнітну суспензію, тому частки твердої фази впливають на магнітне поле індуктивної котушки, тобто па її індуктивність. Величина зміни індуктивності пропорційна концентрації феромагнітних часток у суспензії та, відповідно, її густини.

60 Динамічна зміна індуктивності котушки змінює баланс мосту, у який вона включена. Індуктивність котушки і баланс мосту змінюється пропорційно концентрації феромагнітних часток суспензії.

Сигнали, що змінені під дією феромагнітних часток дуже слабкі, тому вони підсилюються. Для цієї мети може служити диференціальний підсилювач.

У диференціальному підсилювачі не тільки підсилюють сигнал, рівень якого буде достатній для подальших перетворень, але й встановлюють величину розбалансу вимірювального моста.

5 Виходячи зі встановлених і зафіксованих величин, визначають різницевий результуючий сигнал.

Різницевий результуючий сигнал є аналоговим і не може служити керуючою командою для обчислювального комплексу автоматизованої системи керування, тому цей сигнал перетворюють у цифровий код.

10 Утворення цифрового коду здійснюється за допомогою аналогово-цифрового перетворювача, причому числове значення коду відповідає певній густині феромагнітної суспензії, отриманої шляхом попереднього еталонування різних зразків, які використовуються як базові, стосовно до певного гину руди і її фізико-механічних властивостей.

Отриманий код, відповідаючи фактичному значенню густини феромагнітної суспензії, 15 направляють в обчислювальний модуль, що виконують у вигляді відособленого блока, що встановлюють поза технологічним устаткуванням.

В обчислювальному модулі виконують гальванічну розв'язку сигналів між обчислювальною системою автоматичної системи керування технологічними процесами й датчиком. У дійсному способі гальванічна розв'язка забезпечує можливість передачі сигналу та захисту устаткування 20 від пошкодження електричною напругою. Для забезпечення гальванічної розв'язки можна використати трансформатор або оптрон.

Після виконання гальванічної розв'язки, цифровий код датчика подають у мікроконтролер обчислювального модуля. У мікроконтролері обчислювального модуля дані, що отримані від датчика, приводяться до значень густини по магнітному залізу по каліброваній характеристиці 25 та передаються за допомогою універсального перетворювача інтерфейсу в автоматизовану системою управління технологічним процесом.

Інтерфейс пристрою містить індикатор, що надає можливість візуалізації результату вимірювання значення густини суспензії, та кнопки управління, що дозволяють встановити дані густини для калібрування приладу. Інтерфейс пристрою надає можливість вводу даних в 30 мікроконтролер обчислювального модуля для калібрування з урахуванням типу технологічного обладнання, при цьому забезпечує нетрудомістке й точне калібрування приладу, виходячи із густини сировини, з якою взаємодіє датчик, безпосередньо на місці експлуатації в режимі реального часу, а не в лабораторних умовах. Калібрування пристрою відбувається по густині суспензії відповідно до наявності в ній феромагнітних часток.

35 Універсальний перетворювач інтерфейсу виконаний з можливістю формування аналогового або цифрового, або одночасно цифрового та аналогового сигналів та передачі їх в автоматизовану систему управління технологічним процесом або приймання сигналів від АСУ ТП. Цифровий інтерфейс дозволяє передати значення густини в комп'ютер автоматизованої системи управління технологічним процесом або прийняти сигнали від АСУ ТП. Аналоговий 40 інтерфейс дозволяє перетворити оброблене значення густини в аналоговий нормований сигнал для управління механізмами обладнання АСУ ТП.

Ці дані є основою для формування керуючих команд для технологічного обладнання по зміні густини суспензії за рахунок зміни співвідношення твердої й рідкої фаз. Зміна густини суспензії 45 дозволяє, з урахуванням стадії збагачення, забезпечити максимальне видобування корисного компонента для ефективного одержання рудного концентрату.

Виконання команд здійснюється після їхньої передачі в автоматичну систему керування технологічного обладнання, що змінює співвідношення твердої й рідкої фаз феромагнітної суспензії.

Експерименти й дослідно-промислові випробування заявленого способу показали його 50 високу ефективність по оперативному визначенню густини феромагнітної суспензії в режимі реального часу. Спосіб забезпечує можливість оптимізації технологічного процесу й одержання рудного концентрату. Пристрій може бути успішно реалізований на гірничозбагачувальних комбінатах, де здійснюється збагачення руди, що містить феромагнітні частки.

55 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб контролю густини феромагнітних суспензій, де вимірюють величину зміни електромагнітного поля індуктивного датчика, яка виникає в результаті взаємодії феромагнітних часток, що містяться у суспензії, з електромагнітним полем датчика, передають отримані дані 60 на засоби візуалізації, зберігання або використовують їх для створення керуючих команд для

технологічного устаткування, який **відрізняється** тим, що у вимірювальному датчику за допомогою цифро-аналогового перетворювача і фільтра нижніх частот формують сигнал, який подають на вимірювальний міст із індуктивною котушкою, з виходу вимірювального мосту з індуктивною котушкою, після її взаємодії з феромагнітними частками суспензії, сигнал передають на диференціальний підсилювач, встановлюють величину розбалансу мосту, після чого встановлений різницевий сигнал від розбалансу мосту за допомогою аналого-цифрового перетворювача перетворюють у цифровий код, пропорційний вмісту феромагнітних часток в суспензії, при цьому виконують гальванічну розв'язку сигналів між обчислювальною системою автоматичної системи управління технологічними процесами й датчиком, за результатами калібрування пристрою по густині суспензії відповідно до наявності в ній феромагнітних часток, цифровий код подають у мікроконтролер обчислювального модуля, при цьому встановлюють значення густини суспензії з феромагнітними частками відповідно до каліброваної характеристики, яку налаштовують шляхом введенням даних від інтерфейсу пристрою, за допомогою якого візуалізують значення густини суспензії, при цьому дані мікроконтролера обчислювального модуля передають через універсальний перетворювач інтерфейсу, формують аналоговий або цифровий, або цифровий та аналоговий сигнали одночасно та передають їх або приймають з автоматичної системи управління у вигляді керуючих команд технологічному устаткуванню для зміни співвідношення твердої й рідкої фаз феромагнітної суспензії.

20

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601
