



(19) **UA** (11) **54 488** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **B 03C 7/08**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 99084648, 14.01.1998
(24) Дата начала действия патента: 17.03.2003
(30) Приоритет: 15.01.1997 US 08/782,306
(46) Дата публикации: 15.03.2003
(86) Заявка РСТ:
РСТ/US98/00745, 19980114

(72) Изобретатель:
Серулло Томас, US,
Боцман Чарльз Е., US,
Данн Томас М., US
(73) Патентовладелец:
СЕПАРЕЙШН ТЕКНОЛОДЖИЗ, ИНК., US

(54) ЛЕНТОЧНАЯ СЕПАРАТОРНАЯ СИСТЕМА С УЛУЧШЕННОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ ЛЕНТЫ

(57) Реферат:
В системе ленточного сепаратора, предназначенной для разделения составляющих смеси частичек, предложена конвейерная лента, имеющая направляющую отклоняющую поверхность, расположенную под острым углом по направлению движения ленты таким образом, чтобы задавать поперечный импульс составляющим смеси в направлении к продольной

осевой линии системы ленточного сепаратора.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2003, N 3, 15.03.2003. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

U A 5 4 4 8 8 C 2

U A 5 4 4 8 8 C 2



(19) **UA** (11) **54 488** (13) **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **B 03C 7/08**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
 UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
 PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

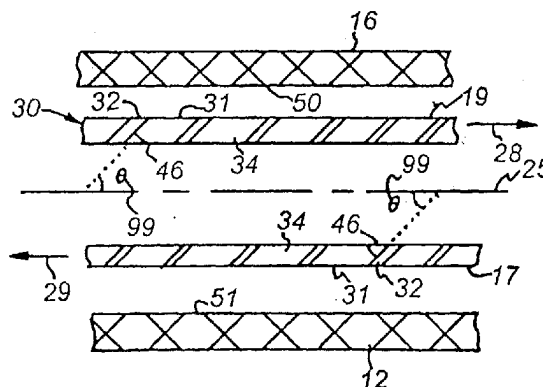
(21), (22) Application: 99084648, 14.01.1998
 (24) Effective date for property rights: 17.03.2003
 (30) Priority: 15.01.1997 US 08/782,306
 (46) Publication date: 15.03.2003
 (86) PCT application:
 PCT/US98/00745, 19980114

(72) Inventor:
 Cerulo Thomas, US,
 Bozman Charles E., US,
 Dunn Thomas M., US
 (73) Proprietor:
 SEPARATION TECHNOLOGIES, INC., US

(54) **BELT SEPARATOR SYSTEM WITH IMPROVED GEOMETRY OF BELT**

(57) Abstract:

In a belt separator system for separating constituents of a mixture of particles, the belt having a leading deflective surface at an acute angle to the direction of belt travel so as to impart a transverse momentum component to the constituent in a direction toward a longitudinal centerline of the belt separator system.



Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2003, N 3, 15.03.2003. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U A 5 4 4 8 8 C 2

U A 5 4 4 8 8 C 2



(19) **UA** (11) **54 488** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **B 03C 7/08**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
99084648, 14.01.1998

(24) Дата набуття чинності: 17.03.2003

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької
конвенції : 15.01.1997 US 08/782,306

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.03.2003

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору РСТ:
PCT/US98/00745, 19980114

(72) Винахідник(и):
Серулло Томас , US,
Боцман Чарльз Є. , US,
Данн Томас М. , US

(73) Власник(и):
СЕПАРЕЙШН ТЕКНОЛОДЖІЗ, ІНК., US

(54) СТРІЧКОВА СЕПАРАТОРНА СИСТЕМА З ПОКРАЩЕНОЮ ГЕОМЕТРІЄЮ СТРІЧКИ

(57) Реферат:

В системі стрічкового сепаратора, призначеній
для розділення складових суміші частинок,
запропонована конвеерна стрічка, що має
напряму відхильну поверхню, розташовану під

гострим кутом до напрямку руху стрічки таким
чином, щоб надавати поперечного імпульсу
складовим суміші у напрямку до поздовжньої
осьової лінії системи стрічкового сепаратора.

U A
5 4 4 8 8
C 2

U A
5 4 4 8 8
C 2

Опис винаходу

5 Даний винахід стосується в цілому стрічкового сепараторного пристрою, в якому використовується рухома стрічка для розділення сумішей частинок на основі зарядки частинок, а конкретніше, вдосконалення геометричної форми стрічки для надання поперечного імпульсу частинкам, що дозволяє підвищити продуктивність, вихід продукції і/або чистоту розділення.

10 Стрічкові сепараторні системи (ССС) використовуються для розділення на складові сумішей частинок на основі зарядки різних складових при контакт з поверхнею (тобто на основі електризації тертям). Б патенті США №3092277 розкритий електростатичний сепаратор 20. Електростатичний сепаратор 20 являє собою подовжений горизонтальний пристрій, що приймає на себе матеріал на одному кінці первинної конвеєрної стрічки 24 і переміщає частину матеріалу поперек стрічки з метою вивантаження, а решта матеріалу переміщається вздовж стрічки конвеєра з метою вивантаження. Несуча пластина 32 підтримує стрічку і утворює електрод.

15 Друга пластина електрода 37 змонтована над стрічкою. Коли між пластинами створюється електростатична напруга, стрічка утворює діелектричну поверхню між пластинами електрода. Під електростатичним впливом матеріал на стрічці стратифікується на шари, залежно від щільності і провідності, а також розміру частинок. Потік повітря, спрямований поперек стрічки, здуває небажані частинки з конвеєра на відвідну стрічку конвеєра 55. Потрібний матеріал залишається на стрічці 24 для горизонтального переміщення і подальшого вивантаження в лоток 62.

20 В патенті США №4451357 описана безкінечна сепараторна конвеєрна стрічка 14, яка має в основному трапецієподібний закритий канал. Електростатичний заряд виробляється поблизу сепараторної конвеєрної стрічки 14. Повітря, що подається, проходить вгору через стрічку, спричинюючи псевдозрідження гравію і забезпечуючи електростатичний заряд або потенціал поблизу стрічки 14, яка служить для притягування та утримання металевих складових суміші. Можна використовувати також зарядний генератор 110 для передачі статичного заряду на стрічку. Металеві складові утримуються стрічкою, а псевдозріджений гравій йде вниз через стрічку.

25 На фіг.1 показано систему стрічкового сепаратора 10, яку розкрито в патентах США №4839032 та 4874507, що згадані тут для інформації. Система стрічкового сепаратора 10 включає паралельні рознесені електроди 12 та 14/16, змонтовані в подовжньому напрямку вздовж подовжньої осьової лінії 25, а стрічка 18 рухається в подовжньому напрямку між рознесеними електродами. Стрічка утворює безперервну петлю, що пускається в рух парю торцевих роликів 11, 13. Суміш частинок завантажують на стрічку 18 в зоні подачі 26, між електродами 14 і 16. Стрічка 18 включає протиспрямовані сегменти стрічки 17 і 19, що рухаються в протилежних напрямках і призначені для переміщення складових суміші частинок вздовж електродів 12 і 14/16.

30 Електричне поле створюється в поперечному напрямку між електродами 12 і 14/16 шляхом прикладання потенціалу на електрод 12, полярного потенціалу на електродах 14/16, наприклад, електрод 12 має позитивний потенціал, а електроди 14/16 мають негативний потенціал. Коли складові суміші частинок переміщаються вздовж електродів за допомогою стрічки 18, частинки заряджаються і піддаються дії сили, спрямованої поперечно до подовжньої осьової лінії 25 системи 10, внаслідок впливу електричного поля. Коли електрод 12 заряджений позитивно, а електроди 14/16 - негативно, електричне поле переміщає позитивно заряджені частинки до електродів 14/16, а негативно заряджені частинки рухаються до електроду 12. Врешті-решт кожна частинка переміщається до сектора вилучення продукту 24, і до сектора видалення відходів 22, залежно від знаку заряду конкретної частинки, а також від знаку заряду електродів.

35 Заряд, що його набувають частинки, визначає полярність електрода, до якого вони будуть притягатися і, таким чином, напрямком, в якому стрічка 18 буде переміщати частинки. Заряд залежить від відносної електронної спорідненості матеріалу - величини енергії, необхідної для вилучення електрона з поверхні частинки (тобто роботи виходу частинки). Коли дві частинки вступають в контакт, частинки з більш високою роботою виходу набувають електронів і стають негативно зарядженими, а частинки з більш низькою роботою виходу втрачають електрони і набувають позитивного заряду. Наприклад, частинки мінеральних окислів мають відносно високу роботу виходу, а вугілля має відносно низьку роботу виходу; таким чином, в процесі розділення цих двох видів частинок в системі 10 частинки вугілля стають позитивно зарядженими, а частинки окислів мінералів негативно зарядженими.

40 Як правило, коли система 10 застосовується для розділення окислів мінералів і вугілля, вона має таку структуру, що стрічка 18 рухається в напрямку проти годинникової стрілки, як показано на фіг.1. Електроди 14/16 (прилегли до сегменту стрічки 19) мають негативний потенціал, а електрод 12 (прилеглий до сегменту стрічки 17) має позитивний потенціал. При такому розташуванні позитивно заряджені частинки вугілля переміщаються до секції вилучення продукту 24 за допомогою секції стрічки 19, а негативно заряджені частинки окислів мінералів переміщаються до секції вилучення порожньої породи 22 за допомогою секції стрічки 17.

45 Стрічкова система 10 може діяти в трьох інших режимах, якщо змінити напрям руху стрічки і/або полярність електродів. В другому режимі стрічка 18 рухається по годинниковій стрічці, причому електрод 12 має позитивний потенціал, а електроди 14/16 мають негативний потенціал. В третьому режимі електрод 12 має негативний потенціал, а електроди 14/16 мають позитивний потенціал, та стрічка 18 рухається проти годинникової стрілки. В четвертому режимі електрод 12 має негативний потенціал, а електроди 14/16 мають позитивний потенціал, та стрічка 18 рухається по годинниковій стрічці. Як правило, для позитивно заряджених частинок продукту більш прийнятним є перший режим роботи, а для негативно заряджених частинок продукту більш прийнятним буде третій режим роботи.

Ще однією важливою ознакою електростатичного сепаратора стрічкового типу є здатність стрічки забезпечувати очищення електродів і, таким чином, запобігати налипанню шарів матеріалу на електродах. В цьому відношенні стрічка зазнає значного тертя в ході контакту з частинками, електродами і сегментом стрічки, що рухається в протилежному напрямку, та піддається значному витягуванню в поздовжньому напрямку (між торцевими роликками) в ході використання. Це веде до зносу стрічки, що з плином часу починає негативно впливати на якість розділення.

Ці дві дії стрічки, а саме: перенос матеріалу і очищення електродів - дуже важливі для якості розділення. Коли електроди не несуть заряду, геометрія системи 10 в основному симетрична відносно осьової лінії 25, оскільки стрічка 18 створює симетричний потік, що йде паралельно до електродів і між ними. Однак, коли електроди мають заряд протилежних знаків, як описано вище, система 10 стає асиметричною. Далі, зарядка компонентів суміші частинок теж створює асиметрію. Саме ці два види асиметрії ведуть до електростатичного розділення компонентів, що мають різні заряди.

Зазвичай вважається, що симетричні дії, тобто дії, що впливають на частинки незалежно від їх електростатичного заряду, не дають асиметричних результатів, таких як покращене розділення. Однак несподівано було виявлено авторами даного винаходу, що те, що можна вважати симетричним зарядом, справляє значну позитивну дію на якість розділення.

Згідно з цим винаходом запропонована система стрічкового сепаратора для розділення складових суміші частинок. В одному варіанті втілення винаходу система включає паралельні рознесені перший і другий електроди, розташовані на протилежних боках поздовжньої осьової лінії, які створюють електричне поле між електродами. Стрічка з сегментами стрічки, що рухаються в протилежні боки, може рухатися в поздовжньому напрямку між першим і другим електродами і має напрямну відхильну поверхню. Відхильна поверхня контактує з складовими суміші частинок і надає поперечний імпульс складовим суміші у напрямку до поздовжньої осьової лінії.

В одному варіанті втілення винаходу напрямна відхильна поверхня утворює частину практично відкритої стрічки конвеєра, яка рухається в поздовжньому напрямку між електродами і контактує з частинками в сепараторній системі. Напрямна поверхня утворює практично гострий кут відносно напрямку руху стрічки, наприклад, кут в діапазоні від 10 до 60°, більш прийнятне від 15 до 45°. Було виявлено, що стабільність системи протягом тривалого часу істотно покращується, так що не спостерігається значного погіршення виходу і чистоти розділення після роботи системи впродовж тривалого часу.

Запропоновано також спосіб розділення складових суміші частинок за допомогою системи стрічкового сепаратора, причому зазначений спосіб включає в себе етап контактування складових суміші з напрямною відхильною поверхнею з метою надання поперечного імпульсу складовим суміші в напрямку поздовжньої осьової лінії системи.

Ці та інші ознаки і переваги даного винаходу будуть більш ясні з подальшого докладного опису.

Фіг.1 являє собою бокову проекцію в перерізі, на якій зображено загальну конфігурацію відомої системи стрічкового сепаратора.

Фіг.2 являє собою збільшену частину перерізу системи стрічкового роздільника відповідно до фіг.1, в якому використовується стрічка вдосконаленої геометричної форми згідно з цим винаходом.

Фіг.3А являє собою вид зверху частини нової стрічки відповідно до цього винаходу.

Фіг.3В являє собою вид в перерві вздовж лінії 3В-3В відповідно до фіг.3А.

Фіг.4 являє собою збільшений частковий вид у перерізі, аналогічний фіг.2, де показане відхилення сегментів стрічки, які рухаються в протилежних напрямках.

Фіг.5 являє собою схему, що ілюструє порівняння геометричної форми відомої стрічки з стрічкою відповідно до цього винаходу.

Фіг.6 являє собою графік, на якому подано вміст забруднювачів у продукті, одержаному в результаті розділення, залежно від сумарної маси суміші, яка пройшла обробку, причому проводиться порівняння між результатами, отриманими для стрічки з відхильною поверхнею згідно з цим винаходом, і для стрічки без цієї поверхні.

Фіг.7 являє собою графік, на якому подано вміст забруднювачів в продукті, отриманому в результаті розділення, залежно від швидкості руху стрічки, причому зазор між електродами становить 0,380 дюймів (9,652мм), причому проводиться порівняння між результатами, отриманими для стрічки з відхильною поверхнею відповідно до цього винаходу, і для стрічки без цієї поверхні.

Фіг.8 являє собою графік, на якому подано вміст забруднювачів в продукті, отриманому в результаті розділення, залежно від швидкості руху стрічки, причому зазор між електродами становить 0,420 дюймів (10,668мм), причому проводиться порівняння між результатами, отриманими для стрічки з відхильною поверхнею відповідно до цього винаходу, і для стрічки без цієї поверхні.

Даний винахід ставить за мету створити вдосконалену стрічку, яка застосовується в процесі електростатичного розділення, причому зазначена стрічка має певну геометричну форму, що забезпечує одну чи кілька з таких характеристик:

підвищену стабільність процесу з плином часу;

понижену чутливість робочих характеристик процесу до швидкості стрічки і розмірів зазору між електродами;

більш високий вихід продукту більшої чистоти.

Надалі в тексті характеристики процесу будуть визначені за одним чи кількома з таких параметрів:

вихід: частка потрібного компонента в потоці, що подається, яку добуто з потоку продукту;

чистота: відсоток потрібної складової в потоці багатокомпонентного продукту;

пропускна здатність: маса або вага за годину багатоконпонентного потоку, що подається, який надходить в сепаратор.

Ці параметри є взаємозв'язаними у даному тексті.

В триоб'єктричному розділенні, про який говорилося вище, район між електродами являє собою район, де суміші, що подаються, поділяються на складові. Як правило один чи кілька компонентів суміші, що подається, вилучається з продукту (зменшується за кількістю) і збагачується (збільшується кількісно) у потоці відходів, що відводиться. Зазор між електродами може справляти вплив на точність розділення, вихід і пропускну здатність. Електростатичне поле між електродами у вольтх на міл (25,4мкм) зазору є основною силою, що спричинює розділення. Однак існують практичні обмеження щодо того, наскільки високу напругу можна створювати між електродами. В результаті, у той час, як більш широкий зазор дозволяє забезпечити більш високу пропускну здатність, інтенсивність електричного поля падає, коли цей зазор розширяють (при постійній напрузі між електродами), і тому на практиці існують обмеження, які визначають, наскільки можна збільшити ширину зазору.

Стрічка відіграє роль скребкового конвеєра частинок. Потенційний ліміт пропускної здатності залежить від швидкості стрічки, ширини зазору і захоплення псевдозріджених частинок стрічкою. При більших зазорах частинки повинні перетинати район від поверхні електрода до поздовжньої осьової лінії системи, щоб потрапити в потрібний потік (матеріалу, що подається, або матеріалу, що відводиться). Швидкість, з якою частинки можуть переміщатися через цей район, обмежена їх електричною рухливістю (та їх масою). Чим більший зазор, тим все більша кількість частинок не може перетинати цю відстань до того, як їх конвеєром доставлять не в той бункер. В результаті якість розділення знижується.

Однак згідно з цим винаходом запропонована стрічка, яка сприяє переносу частинок до поздовжньої осьової лінії. Це дозволяє використовувати більш широкі зазори між електродами, що веде до збільшення пропускної спроможності.

Важливим параметром для застосовуваних в промисловості систем конвеєрного розділення є строк служби конвеєрної стрічки. Ідеально в процесі повинна використовуватися довговічна стрічка, яка протягом всього періоду її використання дозволяє здійснити обробку потоку матеріалу, що подається, без втручання людини, забезпечує гарну якість і швидкість розділення впродовж цього періоду, витримує найрізноманітніші матеріали, присутні в потоці матеріалів, що подаються, і може забезпечувати обробку дуже великих кількостей матеріалів, що подаються, - і, таким чином, забезпечує дуже низькі витрати на стрічку в перерахунок на тону матеріалу, що обробляється. Таких цілей дуже важко було добитися за допомогою відомих конвеєрних стрічок.

Стрічки виготовляли з найрізноманітніших матеріалів, використовуючи різноманітні способи. Як правило, відомі стрічки складалися з тканин, з'єднаних в нескінченну стрічку за допомогою склеювання, термозварювання або інших способів. Такі стрічки звичайно можна використовувати для руху як в один бік, так і в зворотний бік.

Характеристики відомих конвеєрних стрічок мали ряд обмежень, включаючи:

короткий строк служби стрічки внаслідок абразивного зносу;

зниження здатності стрічки здійснювати розділення з плином часу (тобто "нестабільність процесу")

неспроможність здійснювати обробку різних типів матеріалів, що подаються.

Наприклад, значний промисловий інтерес представляє процес відділення незгорілого вугілля від леткого попелу (побічний продукт енергетики). В зв'язку з цим "важкий" матеріал, що подається, може містити дуже високий відсоток незгорілого вугілля в попелі: такий матеріал, що подається, вимагав застосування дуже маленького зазору між електродами, дуже низької швидкості подачі матеріалу, більш високої напруги на електродах, або поєднання цих параметрів. В багатьох випадках, коли здійснюється переробка такого матеріалу, що подається, в результаті мають низький вихід продукту, і сам процес є неекономічним. Якщо збільшити швидкість стрічки в ході обробки такого "важкого" матеріалу, може підвищитися знос стрічки і скоротитися термін її служби.

Всі ці проблеми обмежували використання відомих сепараторних систем. При використанні відомих стрічок втручання оператора було необхідним періодично або навіть часто (тобто потрібно було регулювати зазор між електродами, швидкість стрічки, швидкість подачі матеріалу, робочу напругу тощо), щоб підтримувати якість розділення. Однак дуже бажано здійснювати розділення в автоматичному режимі без втручання оператора, оскільки це дозволить скоротити трудовитрати або використовувати малокваліфіковану робочу силу, що в свою чергу, знизить виробничі витрати.

Даний винахід пропонує конвеєрну стрічку з потрібними геометричними характеристиками, призначену для вирішення названих вище проблем. В цілому стрічка забезпечує більш ефективне розділення, що веде до підвищення чистоти продукту при більш високому виході. Винахід може забезпечити також більш високу стабільність процесу, тобто збереження якості розділення з плином часу. Винахід забезпечує також понижений знос стрічки і більш довгий термін її служби. Винахід забезпечує меншу залежність процесу від зазору між електродами і від швидкості стрічки. Окрім цього винахід забезпечує обробку матеріалів при більш широкому зазорі між електродами, що дозволяє прискорити обробку і знизити витрати на обробку тони матеріалу для машини даного розміру.

Потрібні геометричні характеристики конвеєрних стрічок в даному тексті називаються "напрявні відхильні поверхні", зазначена геометрична форма стосується елементів стрічки і не пов'язана з напрямком руху стрічки. Названі поверхні мають середній поперечний компонент відносно напрямку руху стрічки, і тому в даному тексті для зручності вони називаються "поперечними" елементами. Такі елементи лежать під гострим кутом до площини стрічки. При нульовому куті напрямна поверхня розташовується в площині стрічки. При куті 90° напрямна поверхня розташовується перпендикулярно відносно площини стрічки. При кутах між цими

значеннями напрямна поверхня нахилена до напрямку руху стрічки.

Найрізноманітніші конфігурації стрічок можуть забезпечувати напрямні відхильні поверхні. Однак спільним для них є здатність спрямовувати частинки від поверхонь електродів у напрямку до ділянки, що знаходиться між сегментами стрічки, які рухаються в протилежних напрямках. Всі вони надають поперечну швидкість, тобто у напрямку, перпендикулярному до площини електродів. Для порівняння, відомі конвеєрні стрічки змушували частинки рухатися паралельно напрямку руху стрічки.

Стрічки з напрямними відхильними поверхнями не забезпечують однакових робочих характеристик, якщо стрічку змушують рухатися в протилежних напрямках. Конкретно, стрічки з напрямними відхильними поверхнями забезпечують набагато більшу продуктивність, коли напрямні поверхні "націлені" у напрямку руху стрічки, а робочі характеристики стрічки, що рухається в протилежному напрямку, не підвищуються, або, як правило, вони дорівнюють робочим характеристикам відомих конвеєрних стрічок. Можна провести аналогію із снігоочисником, який краще працює лише коли враховуються конфігурація і напрям руху напрямної поверхні відносно поверхні, яку очищають.

Стрічки з напрямними відхильними поверхнями можуть підвищувати робочі характеристики розділення з низки причин; серед них такі:

відбувається вискрібання поверхонь електродів, їх очищення, завдяки чому підвищується ефективність електричного поля, що діє на частинки між електродами;

створюються гідродинамічні зусилля, коли стрічка рухається з високою швидкістю; ці зусилля прикладаються до частинок, які проходять через сепаратор так, що частинки рухаються від поверхонь електродів до ділянки, що знаходиться між сегментами стрічки, які рухаються в протилежних напрямках, де електростатичне розділення здійснюється найбільш ефективно;

створюється гідродинамічне зусилля при високій швидкості руху стрічки, що змушує два сегменти стрічки, які рухаються в протилежних напрямках, поділяти ("відхилитися") від осьової лінії системи, що зменшує частоту їх взаємних контактів.

На фіг.2 зображено збільшений фрагмент системи стрічкового сепаратора, аналогічної системі за фіг.1, яка, проте, використовує нову стрічку 30 відповідно до цього винаходу. Вид зверху частини стрічки подано на фіг.3А, а вид у перерізі, що показує напрямні відхильні поверхні, наведено на фіг.3В.

Конкретно, верхній сегмент стрічки 19 рухається праворуч (у напрямку стрілки 28) поруч з верхнім електродом 16. Стрічка має верхню поверхню 31, яка, хоча і показана на відстані від поверхні верхнього електрода 50, часто контактує з поверхнею 50. Аналогічно, нижній сегмент стрічки 17 рухається в напрямку стрілки 29, поруч з нижнім електродом 12. І знову, нижня поверхня 31 сегменту стрічки 17 часто контактує з поверхнею 51 електрода 12.

На фіг.3А подано вид згори верхньої поверхні 31 частини стрічки, яка буде входити в контакт з поверхнями електродів 50 і 51. Стрічка має форму в основному прямокутної відкритої решітки або квадратної матриці з паралельними рознесеними сегментами 31, які йдуть практично поперечно стрічці і до рознесених сегментів 33, що перетинаються з ними. Квадратні отвори 34 являють собою проміжки між сегментами 31 і 33, що перетинаються, вони дозволяють частинкам рухатися через стрічку в напрямку поздовжньої осьової лінії 25 системи. Сегменти 31 обмежують напрямний відхильний край 46 відповідно до цього винаходу, який, як показано на фіг.2, утворює по суті гострий кут θ (під номером 99) відносно поздовжньої осьової лінії 25, у напрямку руху стрічки (показано стрілками 28 або 29). Саме ці поверхні 46 служать для очищення поверхонь електродів 50 і 51 та надають поперечний імпульс частинкам в напрямку осьової лінії 25.

На фіг.3Б показаний конкретний сегмент стрічки 31 в перерізі, причому напрямна відхильна поверхня 46 йде від самої нижньої точки 47 до самої верхньої точки 48, а короткими лініями вздовж напрямної відхильної поверхні 46 показаний імпульс сили, що передається частинкам (контактуючою) напрямною поверхнею 46. За напрямною поверхнею 46 йде поверхня 44. Незважаючи на те, що кут напрямної поверхні 46 відносно напрямку руху стрічки (28 на фіг.3В) змінюється вздовж довжини поверхні 46, все ж наявна сумарна поперечна складова сили, показана стрілкою 42 поперек напрямку руху стрічки 28. Це буде докладніше описано нижче з посиланням на фіг.5.

На фіг.4 показані описані вище гідродинамічні сили, які змушують сегменти стрічки, що рухаються в протилежних напрямках, поділятися або відхилитися від поздовжньої осьової лінії 25, що знижує частоту контактів між сегментами стрічки, і, таким чином, зменшує знос. Фіг.4 аналогічна фіг.2, але тут показано, що між парами торцевих валків 52 і 53 верхній та нижній сегменти стрічки 19, 17 відхилляються від осьової лінії 25 до поверхонь електродів 50 і 51.

Конкретно, як відомо і повідомлялося в публікаціях, майже для всіх матеріалів в цілому характерно, що знос при контакті пластика з пластиком (тобто пластиковий сегмент стрічки 19 стирається о пластиковий сегмент стрічки 17) відбувається набагато швидше, ніж знос при контакті пластика з іншим матеріалом, наприклад, пластиковий сегмент стрічки 19 буде повільніше стиратись при контакті з матеріалом, з якого виготовлено електрод 16. Для систем стрічкових сепараторів конфігурація стрічки у вигляді безкінечної петлі обов'язково призводить до ситуацій, коли витирання пластика о пластик, якщо такий контакт відбувається, призводить до більш швидкого зносу, ніж знос, який виникає при контакті стрічки з електродом. З фізики зносу відомо, що знос залежить від тиску продукту і швидкості ковзання. Зокрема, залежно від механізму зносу швидкість зносу даного матеріалу може залежати від: $R^a V^b$, де R являє собою тиск, а V - відносна швидкість двох ковзних матеріалів. Показники степеня a і b , один чи обидва, залежать від режиму зносу.

Таким чином, внаслідок надлишкового контакту пластикової стрічки з пластиковою стрічкою в системі стрічкового сепаратора, може набагато збільшуватись швидкість зносу і скорочуватися строк служби стрічки.

Завдяки тому, що геометрична форма стрічки відповідно до цього винаходу дозволяє здійснювати протиспрямований рух сегментів стрічки в процесі використання так, що вони рухаються один від одного, стрічка зазнає меншого зносу при контакті пластика з пластиком і тому термін її служби збільшується.

Існують різні способи експериментальної перевірки переваг стрічки відповідно до цього винаходу, яка має певну геометричну форму, включаючи такі:

один спосіб полягає в тому, що виготовляють систему стрічкового сепаратора з постійною швидкістю потоку матеріалу, що подається, при постійній швидкості подачі, потім змінюють типи стрічок і вибирають, в якій системі розділення відбувається точніше, і вихід продукту вищий в результаті обробки матеріалу;

другий спосіб полягає в тому, що вимірюють якість розділення протягом строку служби даної стрічки, і визначають, чи погіршується вихід або якість розділення з плином часу, або вони залишаються на одному рівні;

третій спосіб полягає в тому, що спостерігають за чистотою електродів, порівнюючи, яка стрічка при своєму русі більш ефективно зчищає частинки з поверхні, що тягне за собою підвищення якості розділення;

четвертий спосіб передбачає визначення потрібної чистоти продукту розділення для процесу з певною стрічкою, потім монтування іншої стрічки, щоб встановити, чи спостерігається підвищення швидкості обробки матеріалу;

п'ятий спосіб передбачає встановлення максимальної кількості забруднення (яке необхідно усунути) в даному матеріалі, що подається, здійснення обробки такого матеріалу за допомогою наявної стрічки так, щоб добитися певної чистоти продукту, зміну стрічки, і потім визначення того, чи можна використовувати матеріал, що подається, з більш високим рівнем забруднення;

шостий спосіб полягає в тому, щоб виміряти строк служби стрічки (за умови, що точність розділення, вихід і пропускна здатність приблизно однакові).

Графіки, подані на фіг.6 - 8 і розкриті в наведених нижче прикладах, показують, як вдосконалена геометрична форма стрічки - відповідно до цього винаходу забезпечує зазначені переваги.

Приклад 1

Стрічка відповідно до цього винаходу забезпечує значно більш стабільну роботу електростатичного сепараторного пристрою стрічкового типу в лабораторних умовах, порівняно з ізотропними стрічками відомих типів. На фіг.6 показаний графік вмісту забруднення в продукті, отриманому в результаті серії випробувань, проведених з використанням чотирьох різних стрічок. Кожен символ представляє результати аналізу продукту, здійсненого в ході одного випробування. На осях відкладені сукупна маса матеріалу, який піддали обробці, і вміст забруднення в очищеному продукті. Випробування проводилися на дослідній сепараторній установці таким чином, щоб якомога точніше змодельовати реальні робочі умови на повномасштабній сепараторній установці. Чотири лінії показують сукупну тенденцію рівня чистоти продукту, по мірі її зміни впродовж часу.

Схематичне зображення в перерізі двох протиспрямованих сегментів стрічки 97/98, які рухаються в протилежних напрямках між верхнім і нижнім електродами 95/96 подане на фіг.5E, причому напрямну (контактну) поверхню заштриховано. Перерізи чотирьох стрічок A, B, C і D, які піддалися випробуванням, показані, відповідно на фіг.5B - 5D. Стрічки A та C являють собою дві стрічки з одного і того самого матеріалу, які, проте, діють в різних робочих умовах. Аналогічно, стрічки B і D виготовлені з одного матеріалу, але діють в різних робочих умовах. Геометрична форма стрічок A, B та C аналогічна в тому, що напрямні поверхні в основному скруглені і утворюють тупий кут прямої поверхні в напрямку руху стрічки. Стрічка D, навпаки, утворює відхилену напрямну поверхню, що відхиляє частинки від ділянки поблизу електродів до центральної частини роздільника.

Чотири лінії на фіг.6 ясно показують істотні відмінності між різними стрічками. Стрічки (A - C) з тупокутовою прямою поверхнею характеризуються істотним погіршенням якості розділення з плином часу. Стрічка D, з прямою поверхнею під гострим кутом, не характеризується таким погіршенням якості розділення, і навіть показує деяке покращення, незважаючи на те, що розкид даних ускладнює інтерпретацію такого покращення. Відсутність погіршення якості розділення є очевидним і підтримується приблизно протягом 50 випробувань, які відображено на цьому графіку.

Випробування здійснювали при ретельній підготовці окремих зразків легкого попелу з одного джерела, які збрали водночас і зберігали в контрольованих умовах до проведення випробувань. Зразки готували індивідуально і зважували перед випробуваннями. Випробування проводили на дослідній сепараторній установці, причому особливу увагу звертали на підтримання однакової швидкості подачі, швидкості стрічки, напруги на електродах і інших параметрів в межах робочих допусків для різних випробувань. Випробування проводили досвідчені оператори, які провели сотні аналогічних випробувань. Отримані зразки піддали аналізу та провели перевірку надійності результатів. Відмінності між вдосконаленою стрічкою D та іншими стрічками виявляються цілком помітними і не є властивостями, привнесеними в ході експериментів.

Приклад 2.

Залежність ефективності розділення від зазору між електродами

На фіг.7 - 8 показані результати ряду випробувань, в яких використовувались стрічки відповідно до цього винаходу (стрічка D) і відомі стрічки (стрічка A), і ці результати показують ряд покращень стабільності процесу. На фіг.7 порівнюються результати численних випробувань стрічок відповідно до цього винаходу з відомими стрічками при зазорі між електродами 0,380 дюймів (9,652мм). Лінії на графіку враховує стандартне відхилення плюс/мінус 1 від середніх показників чистоти продукту при різних швидкостях.

На фіг.8 проводиться порівняння сумарних результатів 12 випробувань двох стрічок при зазорі між електродами 0,420 дюймів (10,668мм). Лінії на графіку проведені з урахуванням трьох верхніх і трьох нижніх точок для кожного з двох типів стрічок. На основі названих результатів можна зробити ряд висновків:

1. При використанні вдосконаленої стрічки D чистота продукту менше залежить від швидкості стрічки.
2. При використанні вдосконаленої стрічки D чистота продукту менше залежить від відстані між електродами.
3. Ряд параметрів, не відбитих на графіку, є змінними і є джерелом деякої змінності робочих характеристик, які зафіксували під час окремих прогонів. Очевидно, що змінність результатів набагато менша при використанні вдосконаленої стрічки D, ніж при використанні стрічки A. Інші змінні параметри, які справляють менший вплив на результати, включають швидкість подачі, вологу, розташування точки подачі, зазор між стрічкою та електродом, забруднення стрічок, і кількість забруднень, присутніх в матеріалі, що подається.

4. Стрічки відповідно до цього винаходу забезпечують меншу змінність робочих характеристик, зумовлену відомими і невідомими параметрами.

Стрічки відповідно до цього винаходу демонструють підвищення стабільності процесу щодо по суті всіх вимірних змінних параметрів. Проте, існують і невідомі фактори, які впливають на розділення, і складається враження, що зменшення розкиду робочих характеристик при використанні вдосконаленої стрічки D ґрунтується на меншій залежності від змінних параметрів, що не піддаються контролю.

Слід відзначити, що при використанні будь-якої стрічки, вона зношується, і зазор між стрічкою та електродом змінюється. По мірі того, як цей зазор змінюється, бажано, щоб робочі характеристики сепаратора залишалися незмінними. Стрічки відповідно до цього винаходу демонструють більш високу стабільність процесу за наявності зносу стрічки, порівняно з відомими стрічками.

Дані, що використовувалися у цьому прикладі, отримані при відділенні незгорілого вуглецю від легкого попелу. Підвищення ефективності процесу було настільки високим по величезному числу різних параметрів, що є всі засновки очікувати підвищеної стабільності процесу при будь-яких видах розділення, включаючи відділення забруднення від мінералів, таких як відділення нерозчинних в кислотах мінералів від карбонатів, забарвлених мінералів від карбонатів і талька, попелу і сірковмісних мінералів від вугілля, залізовмісних мінералів від сировини, що йде на виготовлення скла, для вилучення лугу з сировини для виготовлення цементу, відділення залізовмісних мінералів від вихідних продуктів для кераміки, пшеничного борошна від висівків тощо.

Приклад 3

Наведена нижче таблиця демонструє робочі характеристики двох типів стрічок, змонтованих на промисловому сепараторі/ що застосовується для відділення легкого попелу з продуктивністю близько 20 тон на годину. Зазначені показники являють собою середні величини, отримані протягом тривалої роботи багатьох стрічок обох типів. Як і раніше, стрічка A являє собою відому стрічку, а стрічка D являє собою стрічку відповідно до цього винаходу. Відразу видно, що стрічка D забезпечує більш ефективне розділення. При подачі попелу з високими втратами при спалюванні (показник незгорілого вуглецю) стрічка відповідно до цього винаходу забезпечує більш чистий продукт (менша кількість вуглецю), більш концентровані відходи (більша кількість вуглецю) і більш високий вихід (більше продукту). Таке підвищення робочих характеристик виявляється в ряді аспектів робочих характеристик сепаратора. Ця таблиця демонструє покращенні робочі характеристики нової стрічки при тривалому використанні. Дана серія випробувань відбиває результати переробки багатьох тисяч тон попелу.

Типова обробка легкого попелу					
	Кількість стрічок	Коефіцієнт втрат при згорянні для матеріалу, що подається	Коефіцієнт втрат при згорянні для попелу	Коефіцієнт втрат при згорянні для вуглецю	Вихід
Стрічка A	25	5,88	1,46	16,61	70%
Стрічка D	26	7,13	1,22	31,88	80%

Стрічка відповідно до цього винаходу може застосовуватися в будь-якому конвеєрі чи транспортувальному пристрої з напрямними відхильними поверхнями, які контактують з частинками, що піддаються розділенню. Стрічка повинна мати отвори, крізь які можуть проходити частинки, і вона повинна виготовлятися з практично неелектропровідного матеріалу, такого як пластик, тканина, гума тощо. Стрічка може бути виготовлена у вигляді тканини, або методом формування або екструзування.

Стрічка може виготовлятися з окремих компонентів, що відбирають по індивідуальним властивостям. Наприклад, поздовжні елементи можна виготовити з матеріалу з потрібною міцністю на розтяг і опором повзучості, а поперечні напрямні відхильні елементи можуть виготовлятися з матеріалу, який має потрібну зносостійкість і стабільність під впливом викликаючого ерозію контакту з потоком частинок. Розтяжними елементами можуть бути тканини, покриті арамідом або поліефіром для підвищення опору витиранню. Поперечні елементи можуть виготовлятися з поліетилену з надвисокою молекулярною масою, який має високу стійкість до ерозії, яка спричинюється частинками.

Напрявні відхильні поверхні можуть бути відносно жорсткими і недеформованими. В альтернативному варіанті напрямні відхильні поверхні можуть деформуватися при певних швидкостях стрічки, в результаті чого одержують потрібну геометричну форму стрічки в процесі використання. Так, стрічка може і не мати потрібної геометричної форми в стані спокою, тобто в момент монтажу на установці.

Далі, не кожен поперечний елемент повинен мати потрібну геометричну форму з напрямними відхильними поверхнями.

Результати експериментів показують, що незважаючи на те, що стрічки потрібної геометричної форми

зазнають значного зносу в процесі використання в системах стрічкових сепараторів, інколи навіть сильного зносу, потрібний гострий кут, під яким розташовуються напрямні відхильні поверхні зберігається під час всього періоду використання стрічки.

Вважається, що стрічки відповідно до цього винаходу дадуть змогу вдосконалити процеси розділення з використанням конвеєрної стрічки, які застосовують інші принципи розділення, як описано в патенті США №4874507 (що згадується тут для інформації), включаючи електрофоретичне розділення рідин, магнітне розділення частинок, розділення частинок зусиллям зрушення тощо.

Незважаючи на те, що в даному описі розкриті конкретні варіанти втілення винаходу, фахівці можуть удатися до різних модифікацій і вдосконалень, що будуть входити в рамки винаходу.

Формула винаходу

1. Система стрічкового сепаратора для розділення складових суміші частинок, яка включає перший електрод (16) і другий електрод (12), які розташовані на протилежних боках від поздовжньої осьової лінії (25) і створюють між собою електричне поле, стрічку (30), проникну для складових суміші частинок, і призначену для пересування складових суміші частинок, що мають подібну середню здатність піддаватися впливу електричного поля, у відповідних протилежно спрямованих потоках вздовж поздовжнього напрямку між першим і другим електродами, яка відрізняється тим, що стрічка (30) у множині позицій на ній має напрямні елементи з відхильною поверхнею (46), яка контактує з частинками, що складають суміш, і надає їм поперечного імпульсу у напрямку, поперечному поздовжньому руху стрічки і до поздовжньої осьової лінії (25) сепаратора.

2. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що напрямну відхильну поверхню виготовлено з зносостійкого неелектропровідного матеріалу.

3. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що напрямну відхильну поверхню виготовлено з матеріалу, який включає в себе продукти полімеризації принаймні одного олефінового мономера.

4. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що напрямну відхильну поверхню виготовлено з матеріалу, який включає в себе продукти полімеризації, з групи, що складається з фторполімерів та поліамідів.

5. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що в будь-якій точці кожна напрямна відхильна поверхня утворює кут (99) відносно напрямку руху стрічки, що становить 10-60°.

6. Система за п. 5, яка відрізняється тим, що вказаний кут дорівнює 15-45°.

7. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що в будь-якій точці кожна напрямна відхильна поверхня утворює кут відносно напрямку руху стрічки, який вибирають так, щоб зменшити контакт між протиспрямованими сегментами (19) і (17) стрічки.

8. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що в будь-якій точці кожна напрямна відхильна поверхня утворює кут відносно напрямку руху стрічки, який вибирають так, щоб отримати одну чи більше з таких характеристик: максимальна пропускна здатність системи стрічкового сепаратора, максимальна технологічність системи стрічкового сепаратора впродовж часу, максимальна здатність розділяти конкретну суміш частинок.

9. Система за п. 1, яка відрізняється тим, що суміш частинок, що розділяється, вибирається з групи: вуглець і легкий попіл, нерозчинні в кислотах мінерали і карбонати, забарвлені мінерали та карбонати і тальк, попіл та сірковмісні мінерали і вугілля, залізовмісні мінерали і сировина для виготовлення скла, луг і сировина для виготовлення цементу, залізовмісні мінерали і вихідні матеріали для кераміки, пшеничне борошно і висівки.

10. Система за п. 7, яка відрізняється тим, що протиспрямовані сегменти стрічки відхильються від поздовжньої осьової лінії.

11. Спосіб розділення суміші частинок в камері розділення, яка має поздовжній розмір такий, що перевищує відстань між поверхнями пари протилежних електродів (50 і 51), між якими створюється електричне поле, при якому суміш частинок переміщують конвеєром двома потоками у протилежних напрямках між протилежними поверхнями електродів, при цьому суміш вздовж поздовжнього розміру механічно пересувається конвеєрним елементом (30), що є проникним для суміші частинок, який відрізняється тим, що суміші частинок надають компонент швидкості в напрямку, поперечному напрямку конвеєрного елемента (30) і до поздовжньої осьової лінії (25) конвеєра, між поверхнями протилежних електродів за допомогою відхильних поверхонь (46), розташованих у ряді позицій на конвеєрному елементі.

12. Спосіб за п. 11, який відрізняється тим, що конвеєрний елемент є безкінечною стрічкою, що має структуру відкритої решітки

13. Спосіб за п. 11, який відрізняється тим, що кожна напрямна відхильна поверхня виступає відносно конвеєрного елемента так, що примикає до однієї з поверхонь електродів, і в будь-якій точці кожна напрямна відхильна поверхня утворює гострий кут (99) відносно прилеглої поверхні електрода.

14. Спосіб за п. 13, який відрізняється тим, що перпендикулярна складова швидкості спрямована від прилеглої поверхні електрода.

15. Спосіб за п. 11, який відрізняється тим, що конвеєрний елемент в процесі надання перпендикулярної складової швидкості суміші частинок зазнає силу протидії, яка змушує конвеєрний елемент зштовхуватися з прилеглою поверхнею електрода.

16. Спосіб за п. 15, який відрізняється тим, що сила протидії достатня для того, щоб відвернути контакт між різними сегментами конвеєрного елемента, які рухаються в протилежних напрямках між поверхнями протилежних електродів.

17. Спосіб за п. 13, який відрізняється тим, що кут становить 10-60°
18. Спосіб за п. 13, який відрізняється тим, що кут становить 15-45°.
19. Спосіб за п. 11, який відрізняється тим, що конвеєрний елемент включає протиспрямовані сегменти (17 і 19), які рухаються в протилежних напрямках.
20. Спосіб за п. 19, який відрізняється тим, що протиспрямовані сегменти відхиляються від поздовжньої осьової лінії (25) між протилежними сегментами конвеєрного елемента.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

U A

5 4 4 8 9

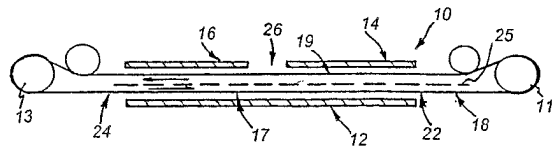
C 2

C 2

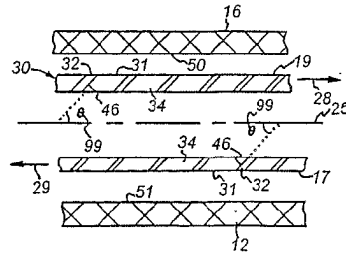
8 8

5 4 4 8

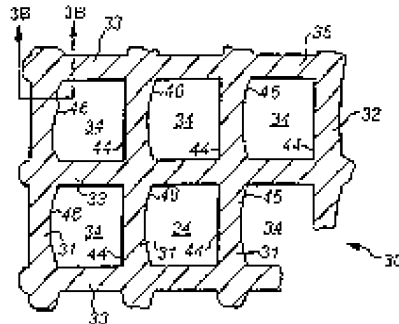
U A



(Відоме технічне рішення)



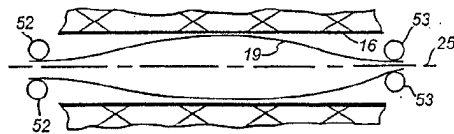
Фиг. 1 Фиг.2



Фиг. 3А



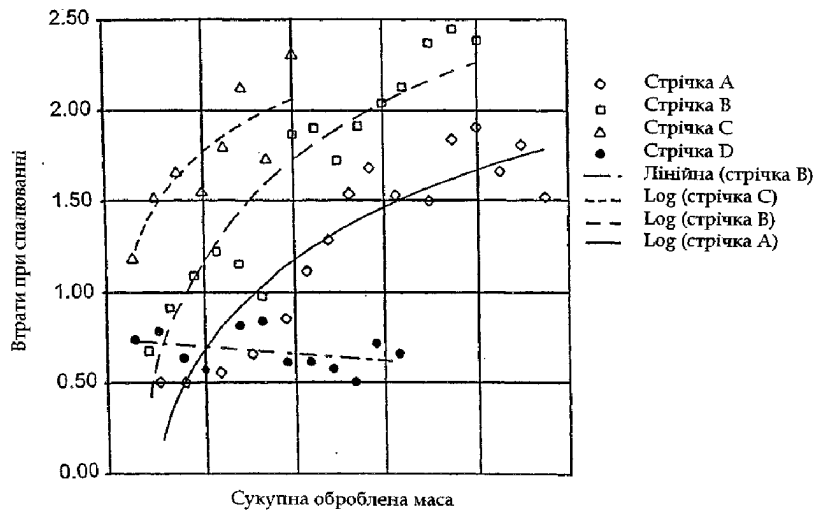
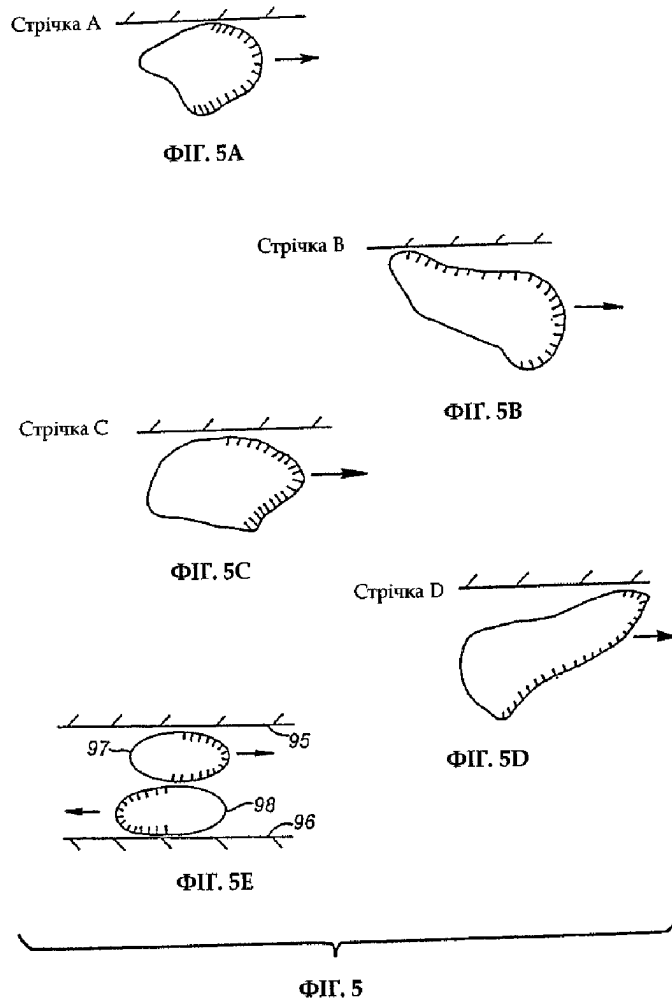
Фиг. 3В



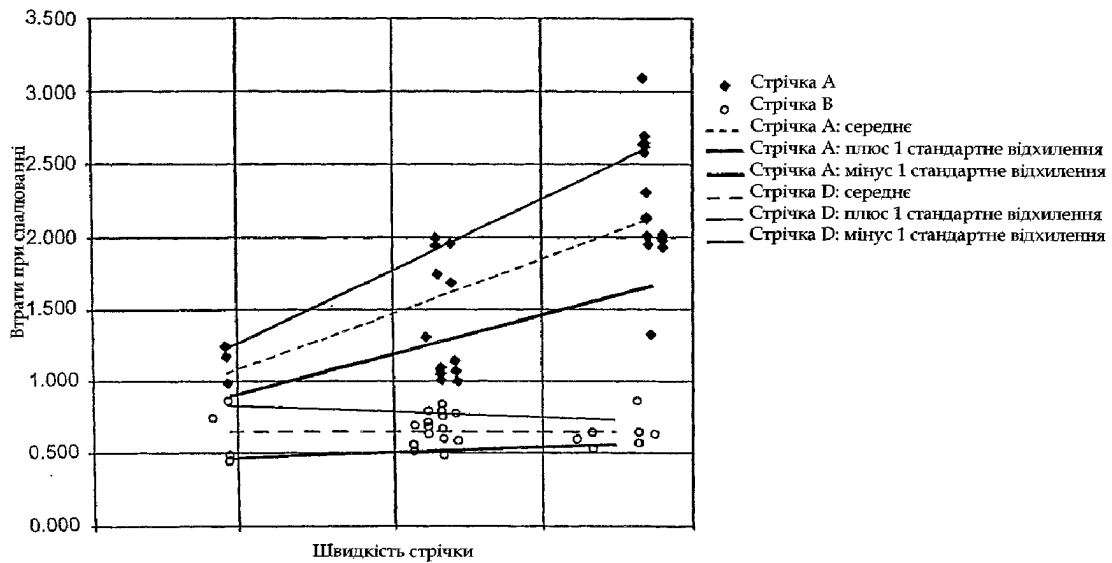
Фиг. 4

U A 5 4 4 8 9 C 2

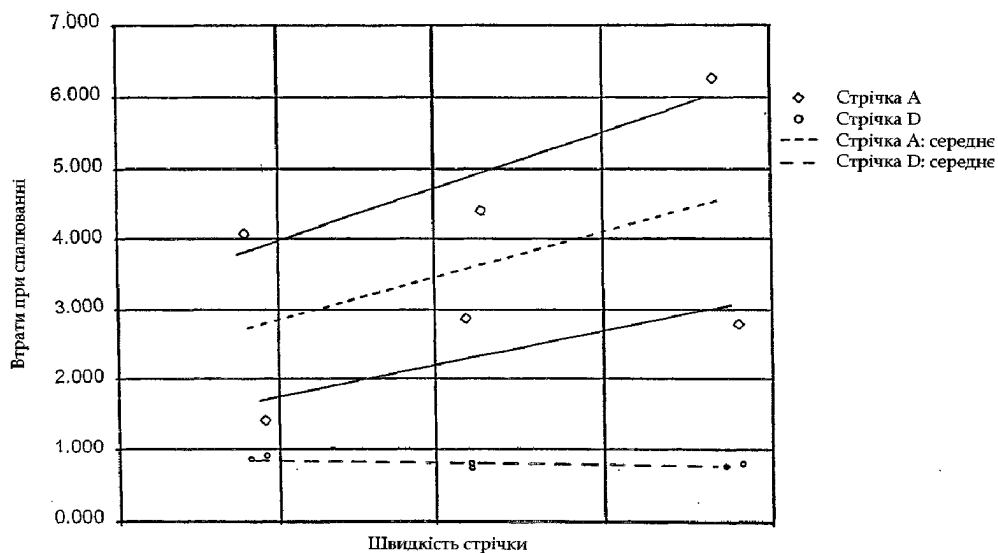
U A 5 4 4 8 8 C 2



Фіг. 6



Фіг. 7



Фіг. 8

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2003, N 3, 15.03.2003. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.