

Винахід відноситься до пристроїв для технологічних процесів, а саме до сепараторів для поділу твердих сумішей на фракції з допомогою електричного поля, створеного високою напругою, та до технологій відокремлення твердих частинок з використанням електростатичного ефекту.

Відомі на сьогоднішній день пристрої, в яких реалізовані механічні, з допомогою сит, пневматичні та вібраційні методи сепарації сипучих неорганічних та органічних сумішей, є енергоємними, а пристрої масогабаритними. Використання для сепарації сипучих сумішей електростатичних полів високої напруженості дозволяє зменшити розміри і масу сепараторів в кілька разів, а необхідну для їх роботи електроенергію знизити в десять і більше разів.

До сьогодні електросепаратори, в основному, використовуються в промисловості для збагачування різних руд, калійних солей і таке інше [1]. Найбільше застосування знаходять два методи: сепарація за провідністю речовини і трибоелектрична сепарація [2].

Відомий діелектричний сепаратор [3], який має робочий орган у вигляді циліндру з основною і допоміжною обмотками. При цьому витки допоміжної обмотки розміщені зверху основної і обидві обмотки з'єднані з різними виходами джерела напруги.

Недоліками такого сепаратору є те, що він не має достатньої універсальності для сепарації сумішей за провідністю, що не дозволяє поділити сипучі суміші на три фракції, включаючи пилоподібні частинки різного походження, не забезпечує, наприклад, відокремлення муки від висівок та частково подрібненого зерна.

Відомий також електричний сепаратор [4], який може бути застосованим для відокремлення бобів сої від різних домішок. Вихідна сипуча суміш подається на циліндричний електрод з діелектричним покриттям, що заземлюється і обертається. При цьому суміш заряджається з допомогою коронуючих електродів. Завдяки наведеним електричним силам, частинки меншої маси (некондиційні зерна домішки) прилипають до поверхні діелектричного покриття, а більш важкі і ціле зерно - падають у приймальний бункер. Частинки що прилипли обертаються до моменту, доки не будуть зняті скребком, або знімальним електродом.

Недоліками такого сепаратору є неможливість ефективного поділу сипучих сумішей більш ніж на дві фракції, значна електрична небезпечність, оскільки використовуються коронуючі електроди голчастого типу з прикладеною напругою близько 40кВ, неможливість сепарації сумішей з різною провідністю і за значенням провідності, а також неможливість використання в мукомольній промисловості для відокремлення муки від висівок та частково дробленого зерна з забезпеченням поділу суміші на вказані три фракції.

Сепаратор з використанням відмінностей в провідності частинок сипучих сумішей приведено в [2], має пристрій для подачі суміші, циліндричний електрод, що обертається, коронуючі електроди, нерухомий діелектричний циліндр, два приймальні бункери. Робота цього сепаратору [2] (мал.54.37, стор.255) базується на різниці в поведінці провідних частинок з різною провідністю на електроді, що знаходиться під високим потенціалом. Провідні частинки швидко одержують заряд, аналогічний знаку заряду електроду, відштовхуються від нього і летять в один приймальний бункер. Діелектричні частинки і частинки з високим електричним опором одержують заряд повільніше і, відповідно, утримуються на електроді довше і падають в інший приймальний бункер.

Недоліками такого сепаратору є те, що він не є універсальним і не може бути використаний для сепарації сумішей, частинки яких не відрізняються або мало відрізняються за провідністю, не дозволяє поділити сипучі суміші на три фракції, включаючи пилоподібні частинки різного походження, не забезпечує поділ на фракції сипучих сумішей органічного походження, наприклад, насіння, зерна, круп і інше, не забезпечує ефективного відокремлення муки від висівок та частково подрібненого зерна. Крім цього сепаратор має підвищену електричну небезпечність, як наслідок використання коронуючих електродів.

Найбільш близьким до запропонованого рішення за технічною суттю є електричний сепаратор з трибоелектричним методом зарядки частинок, який описано в книзі [5], рис.9-11.

Електричний сепаратор має пристрій для подачі сипучих сумішей, перший і другий циліндричні електроди розташовані горизонтально так, що кожний з них може обертатися навколо своєї горизонтальної осі, перше джерело високої напруги, перший і другий приймальні бункери, перший і другий рухомі контакти циліндричних електродів, загальну шину сепаратору, що з'єднана з заземленням.

Вихідний суміш рухаючись по похилій площині пристрою для подачі суміші заряджається і потрапляє в електричне поле між двома циліндричними електродами. Оскільки вони заряджені, то траєкторії частинок будуть різними. Позитивно заряджені частинки будуть відхилятися до першого циліндричного електроду, який з'єднано з першим джерелом високої напруги негативної полярності, а негативно заряджені частинки - до другого, з'єднаного з загальною шиною. Відповідно ці частинки будуть потрапляти в перший і другий приймальні бункери.

Недоліками цього сепаратору є його недостатня універсальність, обумовлена неможливістю поділу на фракції сипучих сумішей з високою і різною провідністю, неможливість поділу суміші на три фракції, включаючи пилоподібні частинки різного походження, наприклад, відокремлення муки від висівок та частково подрібненого зерна, а також висока ймовірність електричного пробоя між металевими циліндричними електродами.

В основу винаходу покладено завдання створення електричного сепаратору сипучих сумішей, в якому розширено перелік сепаруємих сумішей, забезпечується поділ сумішей на три фракції, який має високу електро- і пожежну безпечність, а також підвищену універсальність з можливістю сепарації сумішей органічного і неорганічного походження з відокремленням пилоподібної фракції. При цьому суміші можуть складатися як із речовин з різною провідністю, так і діелектричних речовин.

В пункті 2 формули винаходу поставлене завдання створення електричного сепаратору сипучих сумішей з більш глибоким і якісним поділом сумішей на фракції.

Поставлене завдання вирішується тим, що в електричному сепараторі сипучих сумішей, який має пристрій для подачі сипучих сумішей, перший і другий циліндричні електроди розташовані горизонтально так, що кожний з них може обертатися навколо своєї горизонтальної осі, перше джерело високої напруги, перший і другий приймальні бункери, перший і другий рухомі контакти циліндричних електродів, загальну шину

сепаратору, що з'єднана з заземленням, відповідно з винаходом в сепаратор додатково введено друге джерело високої напруги, діелектричне покриття другого циліндричного електроду, перший і другий скребки, розподілений рухомий контакт, третій приймальний бункер, при цьому пристрій для подачі сумішей вихідним кінцем розташований над першим циліндричним електродом, перший і другий циліндричні електроди вповнюються з можливістю обертання за стрілкою годинника, перший скребок розташований уздовж горизонтальної твірної лінії на поверхні першого циліндричного електроду з боку, протилежного розміщенню другого циліндричного електроду, другий скребок розташований уздовж горизонтальної твірної лінії на поверхні діелектричного покриття другого циліндричного електроду з боку, протилежного розміщенню першого циліндричного електроду, розподілений рухомий контакт розташований уздовж горизонтальної твірної лінії на діелектричному покритті другого циліндричного електроду нижче від другого скребка в напрямку, обертання циліндричного електроду, розподілений рухомий контакт приєднано до загальної шини сепаратору, -перше джерело високої напруги через перший рухомий контакт приєднано до першого циліндричного електроду, друге джерело високої напруги через другий рухомий контакт приєднано до другого циліндричного електроду, при цьому перше і друге джерело високої напруги мають протилежну полярність, перший приймальний бункер розташований під першим скребком, другий приймальний бункер розташований під другим скребком, третій приймальний бункер розташований під проміжком між першим і другим циліндричними електродами.

Відповідно до п.2 формули винаходу в електричній сепаратор сипучих сумішей за п.1 формули додатково введено N - перших і N - других циліндричних електродів, N - перших і N - других скребків, N - перших і N - других рухомих контактів, N- розосереджених рухомих контактів, при цьому кожна із слідуючих пар циліндричних електродів розташована нижче від першої пари і кожної попередньої пари циліндричних електродів так, що перший циліндричний електрод кожної слідуючої пари циліндричних електродів розташований під проміжком між першим і другим циліндричними електродами кожної попередньої пари електродів, перший приймальний бункер розташований під N+1 - першими скребками, другий приймальний бункер розташований під N+1 - другими скребками, третій приймальний бункер розташований під останнім проміжком між N+1 - першим і N+1-другим циліндричними електродами.

Всі перераховані нові ознаки сепаратору є суттєвими для розв'язання поставленого завдання винаходу. Наприклад, за п.1 формули винаходу друге джерело високої напруги необхідно для забезпечення високої ефективності поділу сипучих сумішей на фракції і для виділення третьої фракції. Діелектричне покриття другого електроду також необхідне для поділу на фракції діелектричних сумішей, для виділення третьої фракції, а також воно виконує роль бар'єру, що запобігає електричному пробію проміжку між першим і другим циліндричними електродами. Перший і другий скребки забезпечують зняття двох виділених пилоподібних фракцій з циліндричних електродів. Розподілений рухомий контакт забезпечує зняття зарядів, що переносяться частинками суміші на поверхню діелектричного покриття, запобігає зростанню заряду і напруги на діелектричному покритті до величин, що можуть викликати розряд на другий циліндричний електрод, пробиття і втрату діелектричних властивостей покриття. В результаті втрати діелектричного бар'єру, може відбуватися електричне перекриття проміжку між першим і другим циліндричними електродами, що рівноцінно втраті працездатності сепаратору. Третій приймальний бункер забезпечує накопичування третьої фракції відсипарованої суміші. Розташування виходу пристрою для подачі сипучих сумішей над першим циліндричним електродом забезпечує працездатність сепаратору, виділення пилоподібної фракції на першому електроді. Обертання першого і другого циліндричного електродів за стрілкою годинника забезпечує високу ефективність відокремлення сипучих сумішей за масою, оскільки циліндричні електроди в точках найменшої відстані між ними обертаються назустріч один до другого і легші частинки, які поступово електричними силами переносяться з першого циліндричного електроду на другий при їх обертанні, після переносу залишаються на другому електроді, оскільки після перельоту, внаслідок обертання електродів, будуть знаходитись в електричному полі меншої напруженості, а значить під дією менших електричних сил. Розташування першого скребка уздовж горизонтальної твірної лінії на поверхні першого циліндричного електроду з боку, протилежного області розміщення другого циліндричного електроду, і першого приймального бункера під нею, дозволяє знімати пилоподібні частинки фракції по всій довжині першого циліндричного електроду. Розташування другого скребка уздовж горизонтальної твірної лінії на поверхні діелектричного покриття другого циліндричного електроду з боку, протилежного розміщенню першого циліндричного і другого приймального бункера під нею, дозволяє знімати частинки другої фракції по всій довжині другого циліндричного електроду. Розташування розподіленого рухомого контакту уздовж горизонтальної твірної лінії на діелектричному покритті другого циліндричного електроду нижче від другого скребка в напрямі обертання циліндричного електроду, і приєднання його до загальної шини, забезпечує зняття заряду, що накопичується, а цим самим дозволяє підтримувати нормальний режим роботи сепаратору. Приєднання першого і другого циліндричного електродів відповідно до першого і другого джерела, що мають протилежну полярність, дозволяє виділяти три фракції із вихідної суміші і регулювати силу утримання відповідної фракції на циліндричному електроді. Розміщення третього приймального бункера під проміжком між першим і другим циліндричними електродами, дозволяє збирати фракцію більших частинок, які не утримались на першому і другому циліндричних електродах.

Суттєвим для розв'язання поставленого завдання винаходу є також всі відмінні ознаки за пунктом 2 формули винаходу. Без додаткового введення в сепаратор N - перших і N - других циліндричних електродів, N - перших і N - других скребків, N - перших і N - других рухомих контактів, N - розподілених рухомих контактів і розташування при цьому кожної пари із наступних пар циліндричних електродів нижче від першої пари і кожної попередньої пари циліндричних електродів так, що перший циліндричний електрод кожної наступної пари циліндричних електродів розташований під проміжком між першим і другим циліндричними електродами кожної попередньої пари електродів, і розташування першого приймального бункера під N+1 - першими скребками, другого приймального бункера під N+1 - другими скребками, а третього приймального бункера під проміжком між N+1 - першим і N+1 - другим циліндричними електродами, неможливо було б фракцію з найбільш

масивними частинками після першої операції поділу додатково  $N$  - раз пропускати через систему циліндричних електродів без додаткових транспортних операцій і, за рахунок цього, економічно і швидко з більш глибоким Ступенем відокремлення, і тим самим з більшою якістю поділяти суміш на фракції.

Таким чином кожна із ознак необхідна, а всі разом достатні для розв'язання завдання винаходу.

Відмінні ознаки, що стосуються додатково введених елементів частково відомі із різних областей техніки. Але такі, як використання в електричних сепараторах двох скребків одночасно не відомо, не відомо також і використання розподіленого контакту для нейтралізації принесених зарядів з поверхні діелектричного покриття другого циліндричного електроду, не відомо і виконання першого і другого циліндричних електродів з можливістю обертання за стрілкою годинника.

При цьому зв'язки між елементами в відмінній частині формули є відмінними ознаками, і в своїй більшості невідомими. Так невідомо розміщення першого скребка уздовж горизонтальної твірної лінії на поверхні першого циліндричного електроду, невідомо розташування другого скребка уздовж горизонтальної твірної лінії на поверхні діелектричного покриття другого циліндричного електроду з боку, протилежному розміщенню першого циліндричного електроду. Невідомо також і розміщення розподіленого рухомого контакту уздовж горизонтальної твірної лінії на діелектричному покритті другого циліндричного електроду нижче від другого скребка в напрямі обертання циліндричного електроду, невідомо приєднання розосередженого рухомого контакту до загальної шини сепаратору, яка в свою чергу заземлюється. Невідомо приєднання другого джерела високої напруги через другий рухомий контакт до другого циліндричного електроду. Невідоме також одночасне приєднання першого і другого циліндричних електродів до джерел протилежної полярності, наприклад, першого - до джерела негативної полярності, другого - до джерела позитивної полярності. На нашу думку, невідомо також і варіант розміщення приймальних бункерів, як запропоновано: перший приймальний бункер - під першим скребком, другий приймальний бункер - під другим скребком, третій приймальний бункер - під проміжком між першим і другим циліндричними електродами.

Відносно відмінних ознак за пунктом 2 формули, то вони всі є невідомими, так як є розвитком відмінних і нових ознак за пунктом 1 формули винаходу.

Технічне протиріччя в явному вигляді, що долається винаходом, є недостатня універсальність відомих сепараторів і неможливість поділу сумішей більш ніж на дві фракції. Це потребувало використання сепараторів різної конструкції: сепараторів для поділу сумішей за різною провідністю і сепараторів сумішей діелектричних речовин для поділу їх за діелектричною проникністю. В запропонованому сепараторі це протиріччя знято, в ньому можливий поділ сипучих сумішей як за провідністю, так і за діелектричною провідністю. При цьому сипучі суміші можуть бути як органічного, так і неорганічного походження.

Друге протиріччя що переборюється - це неможливість поділу сипучих сумішей на три фракції, з виділенням пилоподібної фракції, наприклад, для відокремлення муки від висівок та частково побитого і цілого зерна.

Третє протиріччя - це необхідність відмови від використання коронуючих електродів для запобігання електричних розрядів і збільшення цим електро- і пожежної безпечності сепаратору, наприклад, при використанні в мучній або харчовій промисловості.

Суть винаходу пояснюється кресленням. На Фіг.1 показано загальний вигляд сепаратору сипучих сумішей відповідно до п.1 формули винаходу, на Фіг.2 - сепаратор за п.2 формули винаходу, при заданому числі додаткових пар циліндричних електродів  $N=2$ .

Сепаратор включає (Фіг.1): 1 - пристрій для подачі сипучої суміші, 2 - перший і 3 - другий циліндричні електроди, 4 - діелектричне покриття другого циліндричного електроду, 5 - перше джерело високої напруги, 6 - друге джерело високої напруги, 7 - перший і 8 - другий рухомі контакти циліндричних електродів, 9 - перший, 10 - другий і 11 - третій приймальні бункери, 12 - перший і 13 - другий скребки, 14 - розподілений рухомий контакт, 15 - загальну шину сепаратору, що заземлюється.

Додатково введені відповідно до п.2 формули винаходу елементи на Фіг.2 показано позиціями, що й однойменні їм елементи на Фіг.1.

Запропонований електричний сепаратор сипучих сумішей працює слідує таким чином. Спочатку розглянемо випадок сепарації сипучої суміші із діелектричних частинок.

Сипуча суміш з виходу пристрою 1 для подачі суміші, подається на перший 2 циліндричний електрод, що обертається за годинниковою стрілкою. В результаті контакту з електродом 2 і знаходження в електричному полі, частинки суміші на своїй поверхні накопичують іони і тим самим заряджаються зарядом одного знаку з потенціалом електроду 2, наприклад, негативним. При обертанні циліндричного електроду 2, вони наближаються до другого циліндричного електроду 3, що має діелектричне покриття 4, і попадають в електричне поле, що створюється між електродами 2 і 3 внаслідок приєднання їх до першого 5 і другого 6 джерел високої напруги через рухомі контакти - перший 7 і другий 8, відповідно. При цьому пилоподібні частинки діелектричної речовини електричними силами і силами адгезії утримуються на першому циліндричному електроді 2 (вони утворюють першу фракцію суміші), а більш важкі і масивні переносяться на поверхню діелектричного покриття 4, яким покрито циліндричний електрод 3 (вони утворюють другу фракцію суміші). Електричними силами частинки другої фракції утримуються на поверхні діелектричного покриття 4, оскільки потенціал другого циліндричного електроду 3 буде протилежним заряду частинок. При своєму обертанні електроди 2 і 3 виносять частинки першої і другої фракцій в область над приймальними бункерами 9 і 10, де частинки будуть зняті першим 12 і другим 13 скребками і падають в бункери 9 і 10 відповідно. Більш масивні частинки суміші, що не можуть електричними силами утриматися на циліндричних електродах 2 і 3, падають між ними в третій приймальний бункер 11. Ці частинки утворюють третю фракцію суміші, що сепарується. Розташований на поверхні діелектричного покриття 4 після другого скребка 13, в напрямі обертання електроду 3, розподілений рухомий контакт 14, внаслідок приєднання до заземленої шини 15 сепаратору, забезпечує знімання розподіленого заряду, що приноситься і може накопичуватись на діелектричному покритті 4. Це дозволяє зберігати працездатність сепаратору в процесі його роботи і запобігає електричному пробію діелектричного покриття 4.

Розглянемо випадок сепарації сипучих сумішей речовин з різною провідністю. При цьому суміш з виходу пристрою 1 для подання суміші направляється на циліндричний електрод 2 і одержує від нього заряди з різною швидкістю в залежності від провідності: ті частинки, що мають високу провідність заряджаються швидше; ті частинки, що мають малу провідність заряджаються повільніше. При обертанні першого електроду 2, пилоподібні частинки, які мають низьку провідність, електричними силами і силами адгезії утримуються на електроді 2 довше і досягають першого скребка 12, якою знімаються і падають в перший приймальний бункер 9. Ці частинки утворюють першу фракцію сепаруємої суміші. Частинки суміші, які швидко набирають заряд, відштовхуються від циліндричного електроду 2, оскільки мають з ним заряд одного знаку, і попадають в поле другого циліндричного електроду 3, притягуються до нього і утримуються на діелектричному покритті 4, так як в силу його (покриття) непровідності не можуть втратити свій заряд, протилежний заряду другого циліндричного електроду 3. При обертанні циліндричного електроду 3, ці частинки переносяться на ньому від першого електроду 2, знімаються другим скребком 13 і падають в другий приймальний бункер 10. Таким чином виділяється друга фракція сепаруємої суміші. Аналогічно випадку сепарації суміші діелектричних речовин, більш масивні частинки речовини, що не можуть електричними силами утриматися на циліндричних електродах 2 і 3, падають між електродами в третій приймальний бункер 11. Ці частинки утворюють третю фракцію суміші, що сепарується. Розташований на поверхні діелектричного покриття 4 після другого скребка 13 розподілений рухомий контакт 14, внаслідок свого приєднання до заземленої загальної шини 15 сепаратору, забезпечує зняття розподіленого заряду, що накопичується на діелектричному покритті 4. Також як і в першому випадку, це дозволяє зберігати працездатність сепаратору в процесі його роботи і запобігає електричному пробію діелектричного покриття 4.

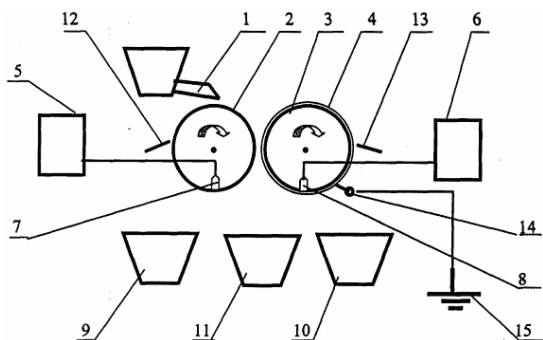
При сепарації деяких речовин дрібні і пилоподібні частинки речовини можуть прилипати до більших частинок і попадати разом з ними в третю фракцію сепаруємої суміші. Для більш повного і гарантованого відокремлення першої і другої фракцій сипучих речовин і сумішей необхідно додатково N разів пропускати третю фракцію через N перших 2 і N других 3 циліндричних електродів, що і дозволяє з високою ефективністю зробити винахід за п.2 формули. При цьому розміщення кожної із слідує N пар циліндричних електродів нижче від першої пари і кожної попередньої пари циліндричних електродів так, що перший циліндричний електрод кожної наступної пари розташований під проміжком між першим і другим циліндричними електродами кожної попередньої пари електродів, а розташування першого приймального бункера під N+1 - першими скребками, другого приймального бункера - під N+1 - другими скребками, третього приймального бункера - під проміжком між N+1 - першим і N+1 - другим циліндричними електродами, дозволяє третю фракцію пропустити через систему циліндричних електродів без додаткових транспортних операцій і, за рахунок цього, економічно і з більшою якістю сепарувати суміш на фракції.

Робота запропонованого електричного сепаратору сипучих сумішей була перевірена на діючому макеті. Було проведено сепарацію великої кількості різних сипучих сумішей як органічного, так і неорганічного походження, включаючи відокремлення муки з різних сумішей. У всіх проведених дослідках запропонований електричний Сепаратор підтвердив свою універсальність і забезпечив виділення трьох фракцій сипучих сумішей з більшою ефективністю, ніж сепаратори відомих конструкцій.

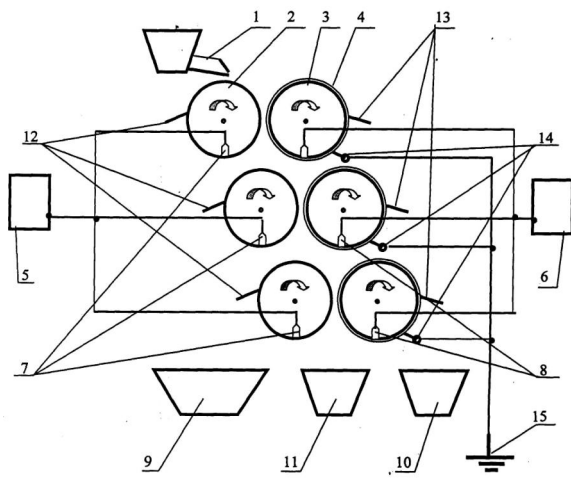
Таким чином, техніко-економічна ефективність запропонованого електричного сепаратору сипучих сумішей забезпечується його універсальністю і використанням для сепарації різних сумішей органічного і неорганічного походження, як речовин з різною провідністю, так і діелектричних речовин, поділ суміші на три фракції, включаючи виділення пилоподібної фракції, наприклад, для відокремлення муки від висівків та частково дробленого зерна, а також збільшенням електробезпеки і пожежобезпеки за рахунок виключення можливості розряду між циліндричними електродами, один з яких має діелектричне покриття.

Джерела інформації:

1. Олофинский Н.Ф. "Электрические методы обогащения", М.: Недра, 1970г.
2. "Электротехнический справочник", В 3т. Т.3: В 2кн. Кн.2. Использование электрической энергии / - 7-е изд. испр. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 616с.
3. А. с. СРСР №1532081, В03С7/02, запат №4388522/23-03 від 03.03.88р.
4. Morar,R., Munteanu,L., Iuga,A. et al. Apparatus for. Cleaning and Sorting vegetable Seeds. Romanian Patent 96493 / Yalid from Jan. 19. 1987.
5. Верещагин И.П., Левитов В.И. и др. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. - М. "Энергия", 1974, стр.422-424.



Фиг. 1



Фиг. 2