

ВСТУП

В даний час сучасні технології збагачення сухих концентратів пред'являють до якості дисперсних матеріалів більш високі вимоги. Це відноситься як до форми застосовуваних заповнювачів, де бажана кубоподібна форма, так і стабільності та якості фракційного. Одним із основних шляхів задоволення даних потреб є використання відцентрово-ударного обладнання для отримання матеріалів з правильною кубоподібною формою зерна (ліщадність 2-7%) та для високоефективних процесів пневматичного фракціонування порошкоподібних матеріалів. Причому тенденція переходу на сухі технології, що складається в останні роки, свідчить про перспективність сухого фракціонування дисперсних матеріалів.

Серед методів сухої класифікації найперспективнішим є поділ матеріалів повітряному потоці. При цьому пневматична класифікація дозволяє реалізувати процес поділу порошкоподібних матеріалів у широкому діапазоні розмірів частинок (від міліметрів до мікронів). Причому в діапазоні граничних крупностей 10-160 мкм часто є практично безальтернативним способом поділу.

Повітряна класифікація займає важливе місце у технології переробки корисних копалин. Найбільш широке застосування вона отримала в схемах сухого подрібнення замість малоефективного грохотіння на тонких ситах, а також при знепиленні матеріалів, що містять значні кількості дрібних фракцій.

Як класифікація, так і знепилення здійснюється в апаратах, які називаються пилерозділювачами або сепараторами. У схемах розмелювання ефективність роботи сепараторів обумовлює не тільки якість готового продукту, а й економічність розмольних або знепилюючих установок. Технологічні параметри сепараторів порівняно повно вивчені, є певний досвід використання цих апаратів. Вивченість процесу повітряної класифікації дає змогу досягати оптимальних технологічних показників. Враховуючи органічний зв'язок питань якісної оцінки гранулометричного складу продуктів подрібнення, аеродинаміки зерен,

конструкцій сепараторів та їх технологічних показників, є доцільним розглянути їх в аспекті вимог практики.

Незважаючи на всю перспективність повітряної класифікації та на те, що збагачення корисних копалин шляхом повітряної сепарації як метод використовується вже кілька століть, широкого поширення це метод так і не отримав через невисокий рівень вилучення, що досягається в процесі повітряної сепарації. Незважаючи, застосування подібного обладнання до останнього часу було обмежене. Це було зумовлено тим, що рівень технічних показників класифікаторів, що випускаються різними виробниками, у ряді випадків не задовольняли вимогам різних технологій.

Більш того, успіхи, досягнуті за допомогою переробної установки з продуктивністю 200 м³/год, підтверджують, що за допомогою повітряної сепарації можна досягти високого ступеня вилучення і продуктивності. Водночас вода, яка у посушливих регіонах вкрай дефіцитна, не використовується.

Відцентрове обладнання, створене за новими технологіями, дають змогу високоефективно класифікувати сухі тонкодисперсні матеріали у повітряному потоці. Для сепарації порошкоподібних матеріалів випускаються різні типи високоефективних класифікаторів, зокрема динамічні повітряно-відцентрові класифікатори для поділу тонкодисперсних матеріалів, каскадно-гравітаційні класифікатори для отримання від двох до чотирьох продуктів одночасно.

Отже дослідження процесу роботи відцентрових грохотів сухого поділу сипких матеріалів та визначення їх раціональних параметрів є **актуальним науково-технічним завданням**.

Метою роботи є покращення режиму роботи відцентрових грохотів сухого поділу сипких матеріалів за рахунок обґрунтування раціональних експлуатаційних параметрів зони сепарації.

Об'єкт досліджень – процес сепарації тонкодисперсних матеріалів у відцентрових грохотах сухого поділу.

Предмет дослідження – параметри зони сепарації відцентрових грохотів сухого поділу.

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВІДЦЕНТРОВИХ ГРОХОТІВ

1.1. Аналіз відомих конструкцій грохотів сухого поділу для тонкодисперсних матеріалів

Принцип дії відцентрових грохотів-класифікаторів, що виготовляються, заснований на поділі вихідного порошкоподібного матеріалу на грубу і тонку фракції в протиточній зоні поділу, вихровий рух аеросуміші в якій генерується за рахунок обертання ротора (примусовий вихор). Така конструкція порівняно з повітряними сепараторами спірального типу, що використовують вільний вихор у зоні поділу, дозволяє реалізувати меншу граничну крупність, легше здійснювати її регулювання тонкодисперсної області, працювати при більш високих концентраціях матеріалу в повітряному потоці. Регулювання граничної крупності поділу у класифікаторі здійснюється зміною швидкості обертання ротора та витрати повітря. При необхідності розділяти порошкоподібні матеріали в діапазоні межі від сотень мікрон до міліметрів доцільно застосовувати повітряні гравітаційні класифікатори.

Розглянемо можливі принципи для пневматичної класифікації (повітряної сепарації).

Пневматична класифікація використовується, коли механічна класифікація є важкою. Найчастіше її застосовують для класифікації дрібних порошоків (менше 100 мкм). Процес проводять у полі сили тяжіння чи відцентрових сил [13, 14,16, 20].

Перший принцип - сепарація у псевдозрідженому шарі (рис 1.1).

Сепаратори псевдозрідженого шару мають прямокутний корпусом 1, розділеним газорозподільними ґратами 2. Корпус має прямокутну форму для того, щоб матеріал рухався без поздовжнього перемішування (ідеальне витіснення). Газорозподільні ґрати можуть бути горизонтальними або злегка нахиленими у бік вивантаження [13, 14,16, 20].

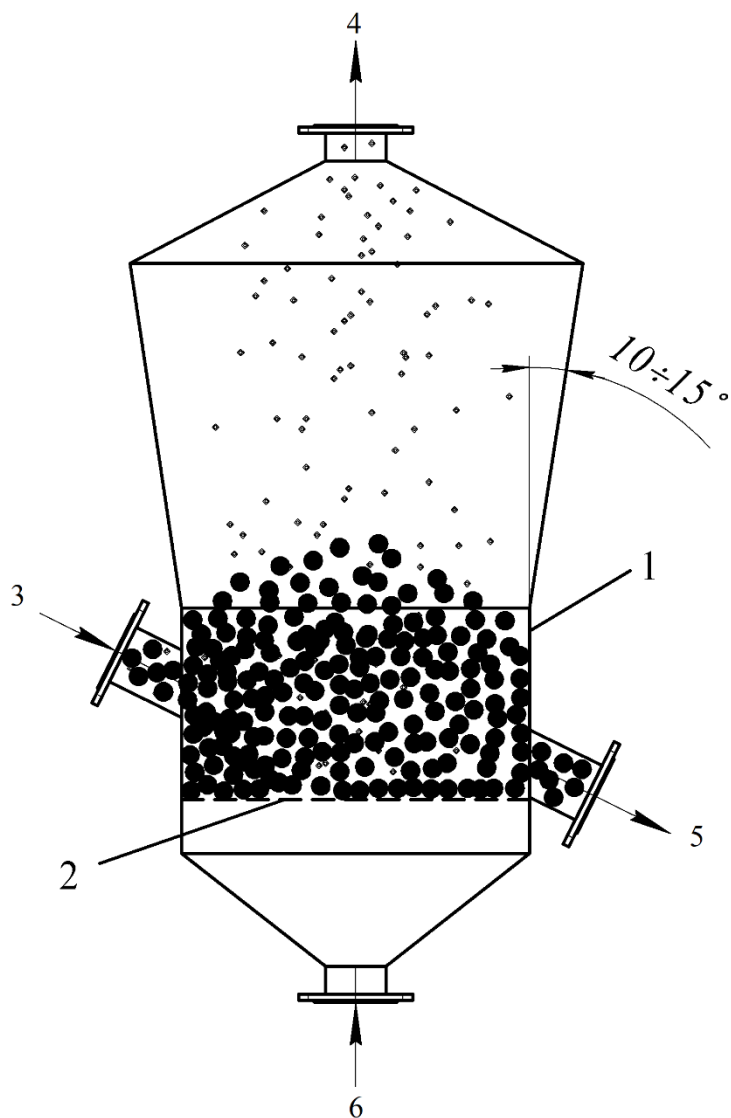


Рис. 1.1 - Схема сепаратора псевдозрідженого шару [13, 14,16, 20]: 1 – корпус; 2 – розподільні ґрати; 3- вихідний матеріал; 4 – дрібні фракції; 5 – крупні фракції; 6 - повітря

Для підвищення ефективності сепарації верхня частина апарату трохи розширена. З іншого боку, ці апарати поділяють кілька зон з допомогою секційних перегородок (6...8 штук). Такі перегородки поділяють злиплі і затримують великі частинки, а дрібні частинки відносяться з відпрацьованим повітрям і уловлюються в циклонах (1.2) [13, 14,16, 20].

Завдяки таким перегородкам ефективність сепарації зростає на 30...50%.

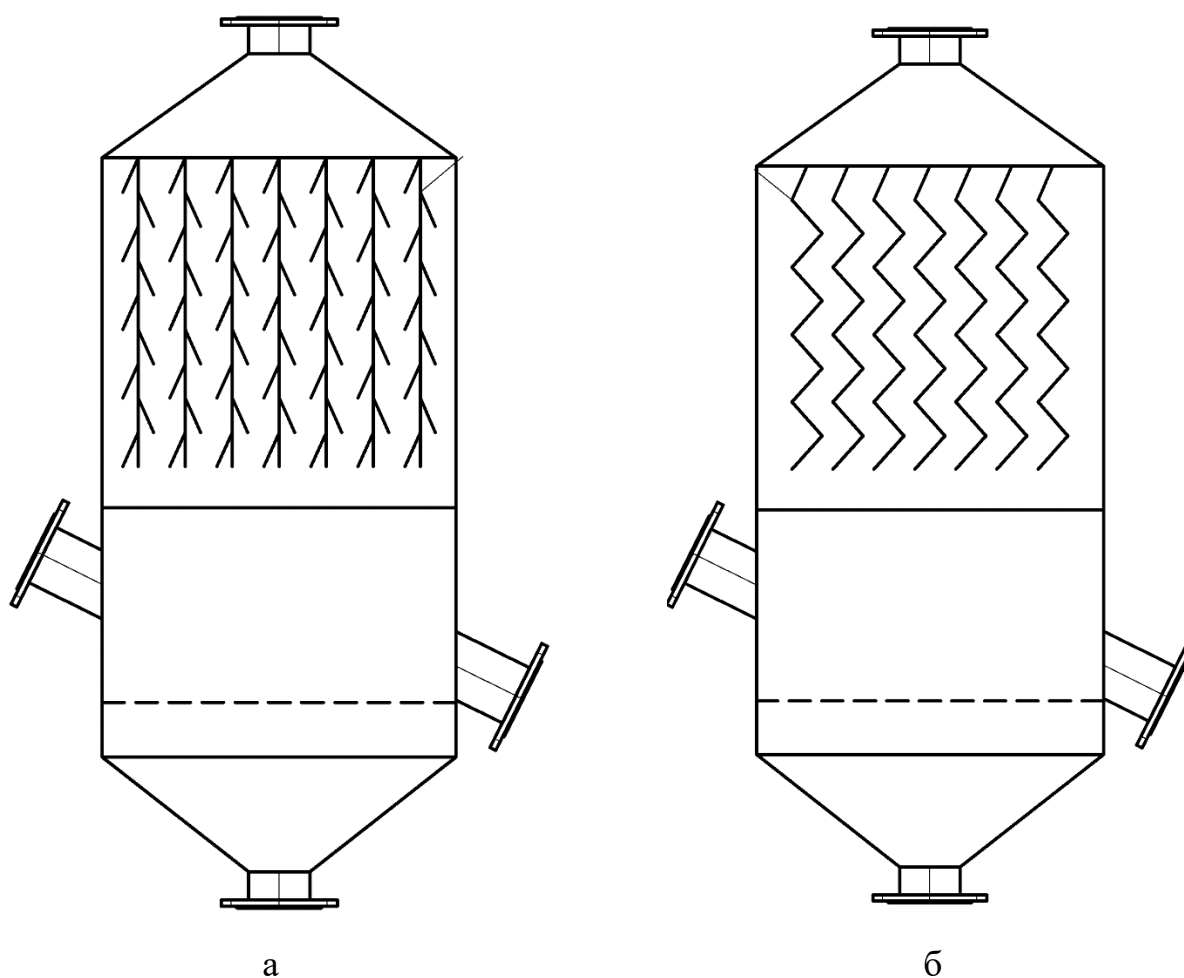


Рис. 1.2 - Розташування перегородок у сепараторі ПС [13, 14,16, 20]

Другий принцип - класифікатор з пересипними полицями.

Цей класифікатор є вертикальним апаратом із встановленими всередині похилими полицями (рис. 1.3). У полицях є отвори для проходу висхідного повітря [13, 14,16, 20].

Вихідний матеріал подається на верхню полицю, звідки під дією гравітаційних сил переміщається на нижчі полиці, що лежать.

Висхідний потік повітря, проходячи через перфоровані полиці і шар матеріалу, забирає з собою дрібні частинки (пил), а великі крупинки, що залишилися, скочуються вниз апарата. Таким чином відбувається поділ вихідного матеріалу на великі та дрібні фракції. Продуктивність даного класифікатора залежить від розміру апарату та витрати повітря, величина якого обмежена швидкістю винесення частинок [13, 14,16, 20].

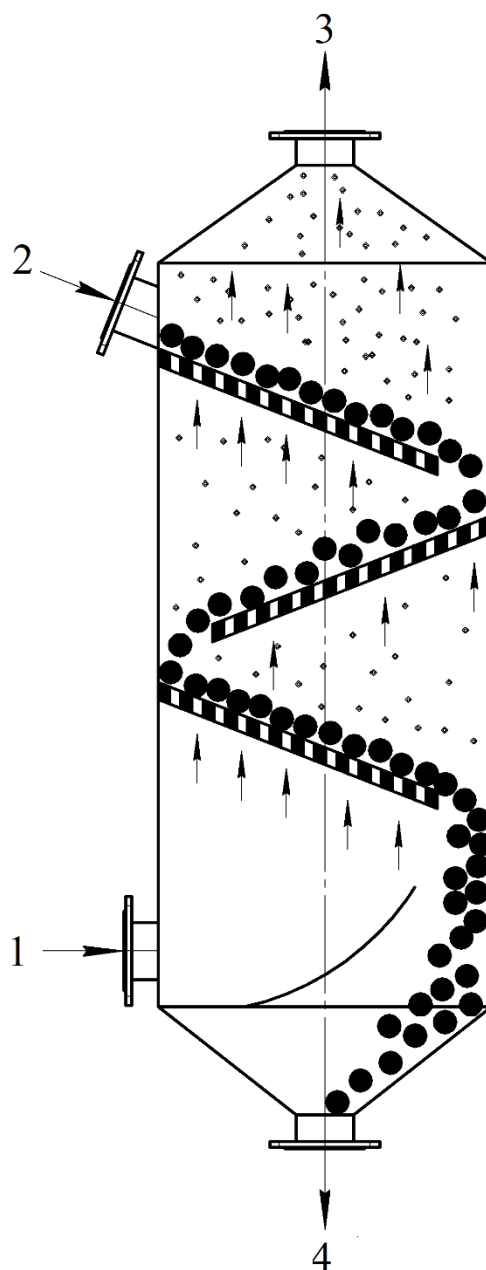


Рис. 1.3 - Схема класифікатора з пересипними полицями [13, 14,16, 20]: 1 – повітря; 2 – вихідний матеріал; 3 – пил; 4 – крупні фракції

Перевагами такого способу сепарації є висока ефективність завдяки багаторазовій протиточній сепарації.

Головний недолік - обмежена продуктивність [13, 14,16, 20].

Повітряний відцентровий динамічний класифікатор Титан ВЦК має динамічний принцип роботи, заснований на розділенні матеріалу в повітряному потоці, що обертається, швидкість обертання якого організується і стабілізується ротором, виконаним за схемою «білкове колесо» [18].

Для функціонування класифікатора необхідна повітряно-транспортна та аспіраційна системи. Для їх організації використовують транспортний вентилятор, циклони, рукавний фільтр або циклон для аспірації — очищення повітря перед викидом в атмосферу. Також необхідно організувати подачу вихідного матеріалу та відведення продуктів класифікації. Весь комплекс обладнання має встановлену потужність від 20 до 120 кВт [18].

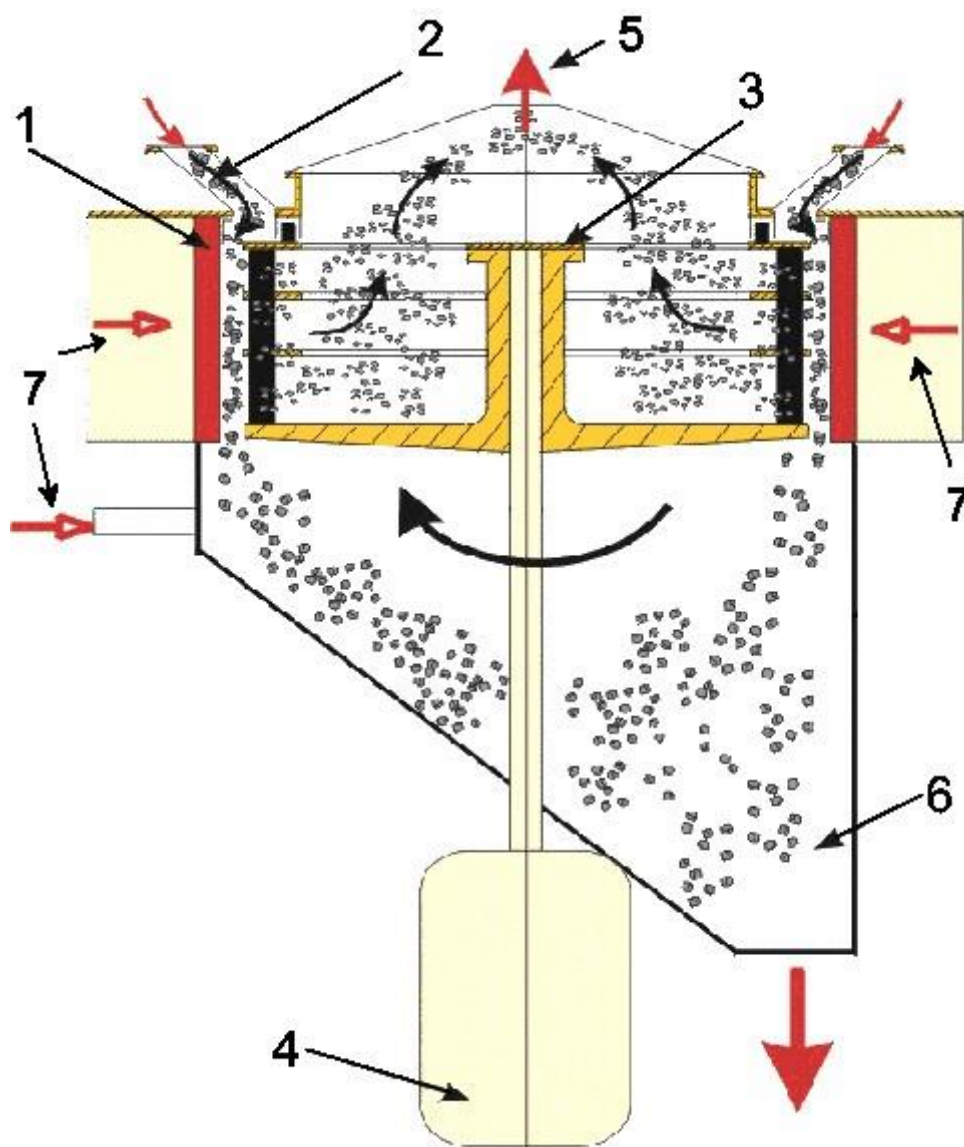


Рис 1.4 - Принципова схема класифікації у повітряному відцентровому динамічному класифікаторі Титан ВЦК [18]: 1 — напрямні лопатки; 2 — завантажувальні жолоби; 3 — ротор; 4 — електродвигун; 5 - вихідний патрубок тонкого продукту; 6 - вихідний патрубок грубого продукту; 7 — вхід технологічного повітря.

Застосовується у процесі сухого подрібнення для визначення досягнення матеріалом заданої крупності подрібнення видалення тонких та пилоподібних частинок (власне класифікація) [18].

Для застосування повітряного способу поділу матеріалу по крупності або щільності потрібно дотримання жорсткої умови збереження низької абсолютної вологості матеріалу до 1-2%, інакше зерна злипаються і не можуть бути розділені. З огляду на те, що у природному стані матеріали мають вологість 2-4 %, а водонасиченому 8 % і від, застосування повітряного класифікатора вимагає попередньої сушіння матеріалу. Останнє вимагає істотного збільшення витрат на переробку, що за відсутності за технологією вимоги сушіння матеріалу робить застосування повітряного класифікатора економічно витратним, але іншого способу з великою продуктивністю та високою ефективністю розділити тонкі матеріали не існує [18].

Поділ по крупності або щільності частинок відбувається в результаті одночасної дії відцентрових сил, що виникають при обертанні частинок в повітряному потоці, і сил аеродинамічного опору повітряного потоку, що транспортує частинки в центр класифікатора. Пилоповітряний потік, що обертається, формується ротором, що обертається. Ротор виконаний у вигляді "білкового колеса" [18].

Вихідний порошкоподібний матеріал подається до класифікатора у вигляді пилоповітряної суміші. Передбачено також завантаження вихідного сипучого матеріалу класифікатор через завантажувальні жолоби 2. Пилоповітряна суміш приводиться у обертальний рух за допомогою обертового ротора 3 і направляючих лопаток 1. Частки, що обертаються в повітряному потоці більше граничної крупності під дією відцентрових сил викидаються на периферію і вивантажуються з бункера 6 Частинки розміром менше граничної крупності захоплюються потоком повітря всередину ротора 3 і у вигляді пилоповітряної суміші виносяться з класифікатора через вихідний патруб [18].

Змінюючи швидкість обертання ротора можна змінювати величину поділу. Зміна витрати повітря через класифікатор дозволяє проводити додаткове регулювання граничної крупності [18].

- гранична крупність може змінюватися від 1 мкм до 60 мкм;
- продуктивність із завантаження - від 0,1 до 20 т/год;
- продуктивність за твердим матеріалом - до 25 т/год;
- продуктивність за повітрям — до 20 тис. м³/год;
- робочі межі поділу динамічного класифікатора - від 20 до 80 мкм;
- потужність приводу робочого колеса (для динамічного класифікатора) – до 15 кВт;
- габаритні розміри: довжина – до 3600 мм, ширина – до 3100 мм, висота – до 1730 мм;
- маса - до 3600 кг.

Існуючі млини видають як продукт розмелювання не готовий пил, а суміш дрібних порошків з деякою кількістю великих частинок розміром, що досягає іноді 3-5 мм. Завдання відділення великих частинок, що направляються як «повернення» до млина для додаткового подрібнення, виконують сепаратори (пилорозділювачі), які є органічною частиною розмольної системи. У молоткових, середньохідних і швидкохідно-бильних млинах сепаратори встановлюються безпосередньо на корпусі млина, від кульового барабанного млина сепаратори просторово відокремлені, розташовані на значній висоті і з'єднані з барабаном млина двома трубопроводами: підйомним, по якому в сепаратор надходить суміш подрібненого продукту з , і опускним, яким з сепаратора до вхідної горловини млина повертаються великі частинки. Відділення у сепараторах великих частинок відбувається за принципом повітряної сепарації під дією гравітаційних сил при падінні швидкості потоку або під дією відцентрових сил при повідомленні потоку криволінійного руху [15].

На рис. 1.5 представлений відцентровий сепаратор, що встановлюється за кульовим барабанним млином, що видає тонкий пил від 5 до 36%.

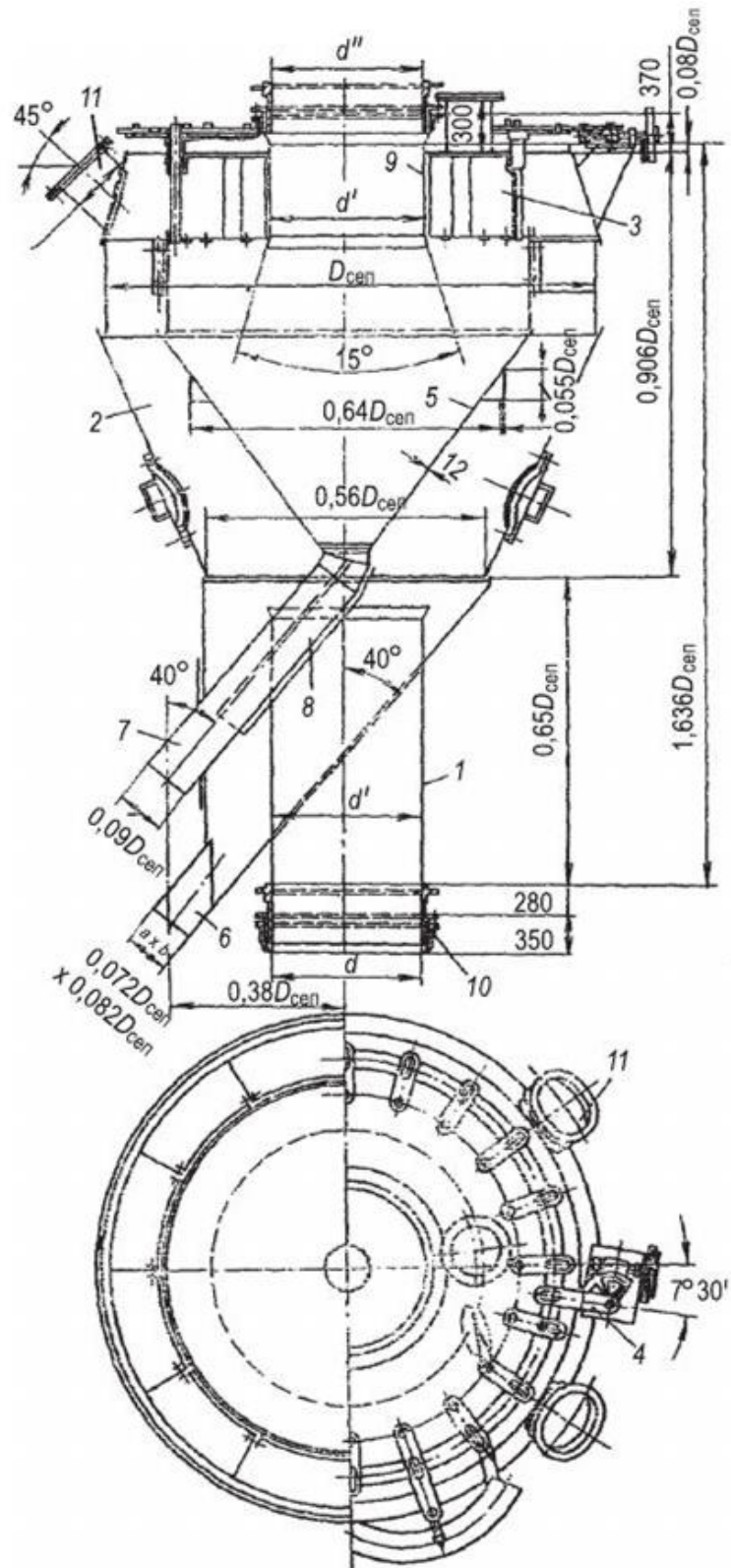


Рис. 1.5. Відцентровий повітряно-прохідний сепаратор для ШБМ [15]: 1 - вхідний патрубок; 2 - зовнішній конус; 3 - регулювальні лопатки; 4 - привід лопаток; 5 - внутрішній конус; 6 - нижня труба повернення; 7 верхня труба повернення; 8 - броньова плита; 9 вихідний патрубок; 10 - сальниковий компенсатор; 11 - вибуховий клапан

Аеросуміш із млина надходить у сепаратор зі швидкістю 14-18 м/с, що забезпечує підйом частинок розміром до 5-8 мм. При виході потоку зовнішній конус сепаратора швидкість знижується до 4-6 м/с, з потоку випадають великі частинки розміром більше 1-2 мм і по нижній трубі повернення направляються назад в млин [15].

Суміш транспортуючого агента з частинками, що залишилися, проходячи через тангенціально встановлені поворотні лопатки у внутрішній конус, закручується, і під дією відцентрових сил частинки пилу більше 0,1-0,2 мм випадають і осаджуються у внутрішньому конусі, а дрібний пил з повітрям 180° і відводиться із сепаратора через верхній центральний патрубок. У цьому повороті відбувається додаткова сепарація пилових частинок. Регулювання тонксті розділення здійснюється або зміною швидкості потоку за рахунок зміни загальної витрати повітря через млинову систему, або найчастіше зміною ступеня закручування потоку стулками сепаратора при постійній швидкості повітря [15].

На рис. 1.6 показаний відцентровий сепаратор, що встановлюється безпосередньо на корпусі молоткового або швидкохідно-білого млина, який застосовується при розмеліванні кам'яного вугілля. На відміну від сепаратора кульового барабанного млина пристрій для відведення повернення до млина розташований усередині корпусу сепаратора [15].

Інерційні сепаратори ВТІ (рис. 1.7) застосовуються на молоткових млинах середньої та великої потужності при розмелюванні бурого вугілля, сланців та фрезерного торфу для отримання грубого пилу. Регулювання тонксті поділу здійснюється зміною положення поворотного шибера, а межа регулювання 10-15%. Швидкість повітря в каналі сепаратора становить 4,5-7,5 м/с [15].

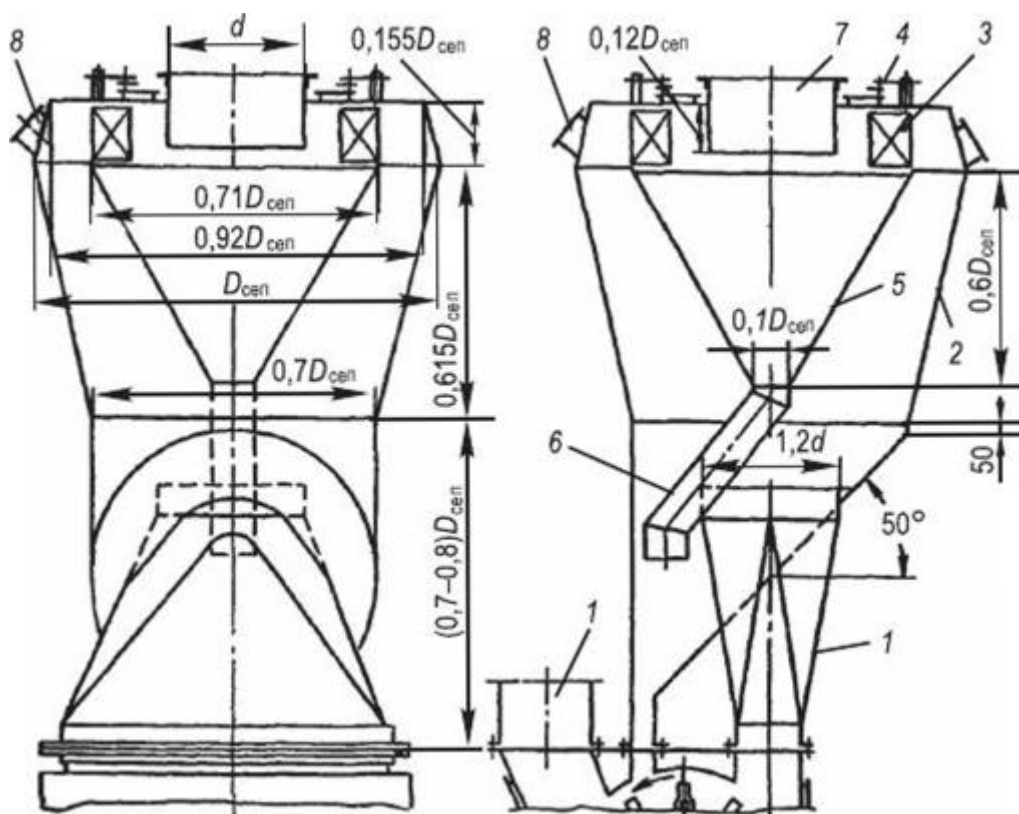


Рис. 1.6 - Відцентровий сепаратор для ММ [15]: 1 - Вхідний патрубков; 2 – зовнішній корпус; 3 – поворотні лопатки; 4 – привід поворотних лопаток; 5 - внутрішній конус; 6 - труба повернення; 7 вихідний патрубков; 8 - вибуховий клапан

Гравітаційні (шахтні) сепаратори (рис. 1.8) компонуються з молотковими млинами щодо невисокої продуктивності – менше 20 т/год підмосковного вугілля. Молоткові млини з шахтними сепараторами застосовуються для отримання грубого пилу при розмелюванні бурого вугілля, сланців і фрезерного торфу. Відділення пилу в них відбувається під дією гравітаційних сил: при швидкості потоку 1,5-3 м/с з шахти виносяться порошинки з максимально ним розміром 0,3-0,7 мм; більші випадають із потоку і повертаються в зону розмелювання млина [15].

Середня швидкість повітря в шахті для бурого вугілля становить 1,6-3,3 м/с, для сланців - 2,2-3,4 м/с. При розмелюванні фрезерного торфу швидкість приймається рівною 3,5-4,5 м/с. Регулювання тонкощі помелу досягається зміною швидкості в шахті за рахунок зміни кількості сушильного агента, що надходить до молоткового млина [15].

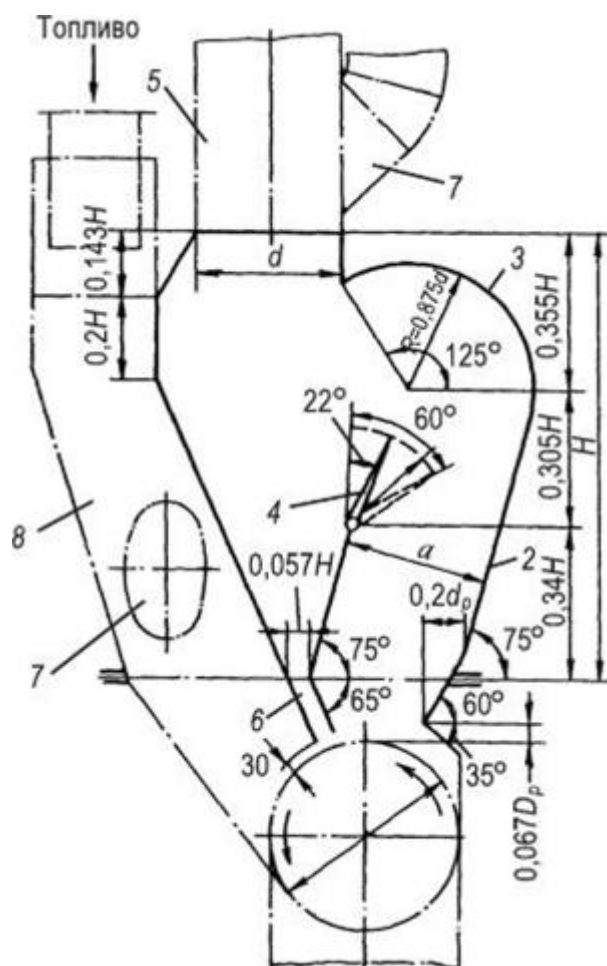


Рис. 1.7 - Інерційний сепаратор ВТ І [15]: 1 - вхідна частина сепаратора; 2 - корпус сепаратора; 3 - криволінійна верхня ділянка сепаратора; 4 - регулюючий шибер; 5- вихідний патрубок; 6 - тічка повернення; 7 - вибуховий клапан; 8 -течка основного палива

Гравітаційні (шахтні) сепаратори нині допускаються лише для установок продуктивністю менше 20 т/год, у яких розмотуються буре вугілля, сланці і фрезерний торф. Поясненням цього є те, що молоткові млини з гравітаційними (шахтними) сепараторами мають такі недоліки [15]:

- прямий зв'язок між кількістю пароповітряної суміші, що проходить через сепаратор, і тонкістю пилу призводить до того, що підвищення кількості пилоповітряної суміші тягне за собою укрупнення пилу і навпаки;
- швидкість пилоповітряної суміші в сепараторі повинна бути низькою, через що розміри гравітаційного (шахтного) сепаратора для відносно тонкого пилу ($L_0 < 20\%$) виходять дуже великими;

- сепаратори пилу (навіть для бурого вугілля та грубого пилу) > 40%) великих млинів продуктивністю понад 20 т/год виходять дуже громіздкими, що ускладнює створення простої та легкої конструкції достатньої міцності відповідно до умов вибухобезпеки установки.

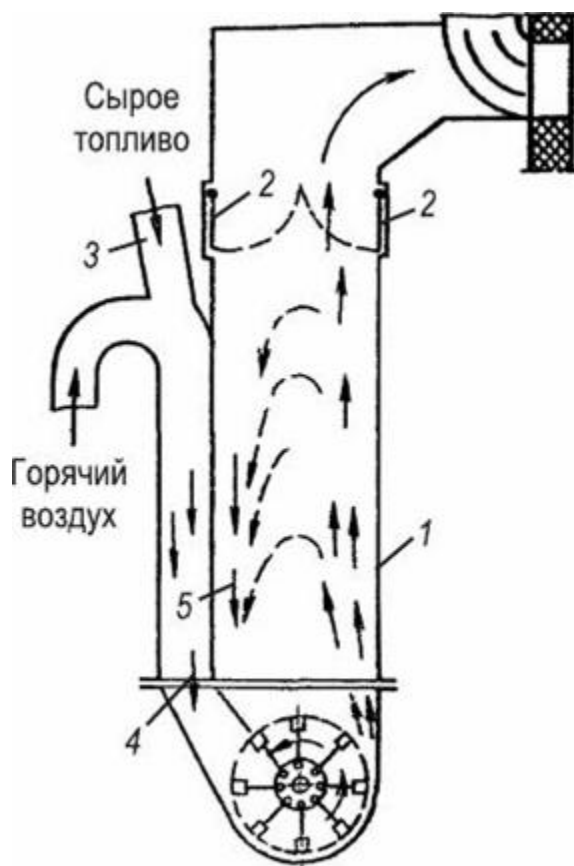


Рис. 1.8 - Гравітаційний сепаратор [15]: 1 - гравітаційна шахта; 2 - шибери; 3 - подача сирого палива; 4 - вхід підсушеного палива до млина; 5 - повернення великих частинок

Заміна гравітаційних сепараторів відцентровими або інерційними, при одночасному підвищенні вентиляції млина, дозволяє отримати більш тонкий пил при тій же продуктивності млина і потужності, що споживається електродвигуном млина. Повітряний опір сепараторів пилу інерційного та відцентрового типу вище гравітаційного відповідно на 147-196 та 196-392 Па. Більш широке застосування при розмелюванні бурого вугілля знайшли сепаратори пилу інерційного типу і

відцентрові сепаратори - при відносно тонкому розмелюванні кам'яного вугілля [15].

Сепаратори, що обертаються (рис. 1.9) встановлюються на корпусі середньохідних млинів.

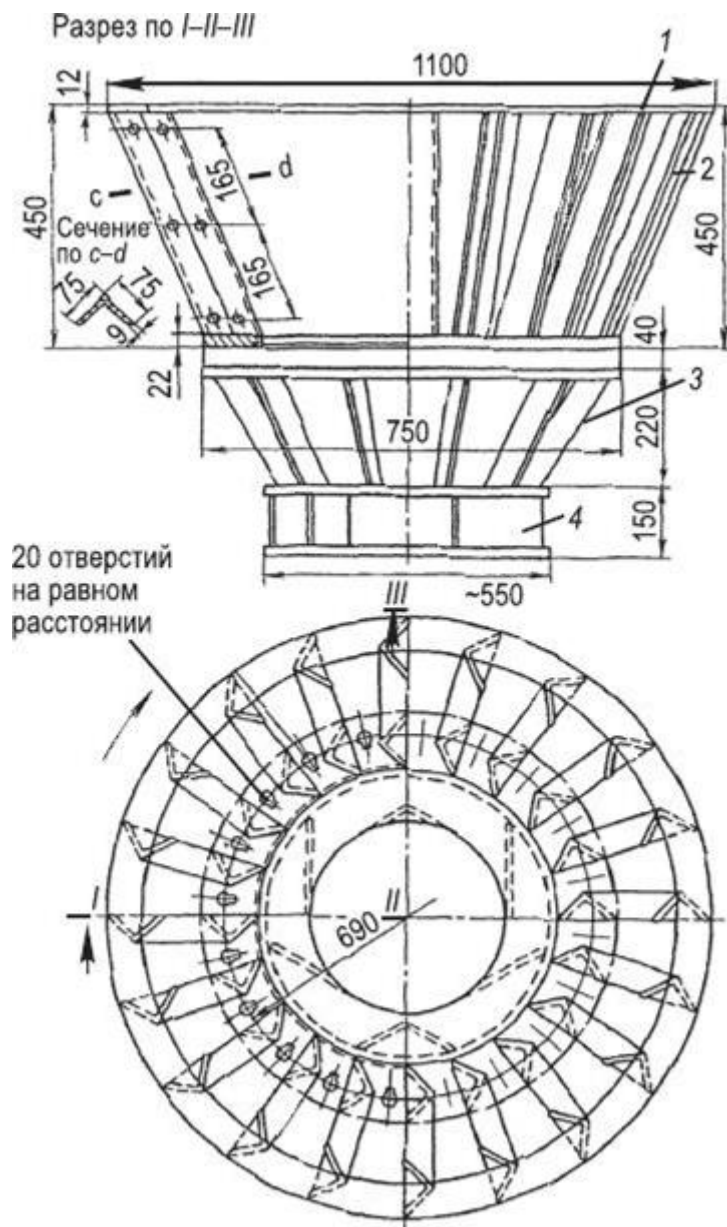


Рис 1.9 - Сепаратор, що обертається, для середньохідних млинів [15]: 1 - верхнє кільце каркаса; 2 - верхні відбійні куточки; 3 - нижні відбійні куточки; 4 - нижнє кільце каркасу

Обертання сепаратора походить від основного валу самого млина або від самостійного приводу. Основним елементом сепаратора, що обертається, є

«кошик», утворена з пластин (лопаток) або куточків, розташованих на конічному або циліндричному каркасі. Лопатки сепаратора, що обертаються зі швидкістю близько 5 м/с, відбивають великі частинки вугілля, які під впливом придбаної швидкості та відцентрової сили випадають із потоку до млина для додаткового розмелювання. Дрібні ж порошинки вільно проходять через лопатки і несуть з повітряним потоком вгору із сепаратора. Регулювання тонкощі помелу здійснюється в сепараторах з постійною частотою обертання зміною кута повороту лопаток (при зупиненому млині), а в сепараторах із самостійним приводом - зміною частоти обертання, при зниженні якої пил загрубується [15].

Сепаратори, що обертаються, характеризуються високим коефіцієнтом полідисперсності пилу, що видається (1,20 і вище), що є їх перевагою [15].

На невентильованих кульових барабанних млинах встановлюються механічні сепаратори (рис. 1.10) із замкнутим повітряним потоком, створюваним розташованим усередині сепаратора вентилятором із окремим приводом. Подрібнене вугілля надходить на тарілку, що обертається, з якої під дією відцентрових сил скидається і вдаряється об нерухоме конічне кільце. Відбиті останнім великі шматочки палива випадають униз і по розташованій збоку сепаратора трубі повернення прямують до млина. Дрібні порошинки підхоплюються повітрям, що циркулює по замкнутому контуру всередині сепаратора (на рис. 1.10 показано стрілками), і закручені в лопатках вентилятора, що обертається від того ж двигуна, що й тарілка, випадають на внутрішній поверхні конуса і по сповзають вниз. Далі пил центральною трубою прямує в пиловий бункер. Для запобігання влученню великих частинок із внутрішньої порожнини сепаратора у зовнішню служать відбійні лопатки. Вибором кута нахилу останніх визначаються ступінь закручування потоку, швидкість між лопатками і загальна витрата повітря, що циркулює, що визначає необхідну тонкість помелу [15].

У класифікаторі MS компанії «Хосокава» (Японія) продукт разом з повітрям подається на поділ до верхньої частини ротора, що обертається, з відбійними лопатками (рис. 1.11). Дрібні частинки просмоктуються через лопатки і виводяться разом із повітрям через патрубок 5. Для підвищення ефективності апарат подається

вторинний повітря: частина — у середню частину ротора, а частина — у нижню частину ротора, що запобігає потраплянню дрібних частинок у великий продукт [15].

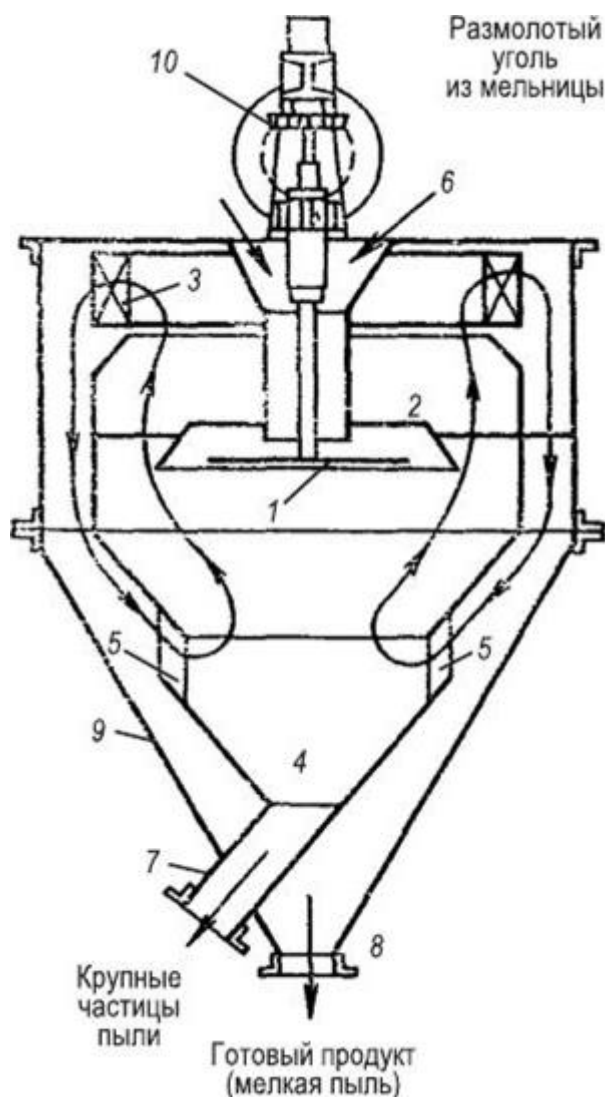


Рис. 1.10 - Механічний сепаратор із замкнутим повітряним потоком [15]: 1 — тарілка, що обертається; 2 - нерухоме конічне кільце; 3 - вентилятор усередині сепаратора; 4 - внутрішній конус; 5 - відбійні лопатки; 6 - надходження розмеленого вугілля; 7 - труба повернення; 8 - центральна труба виходу готового пилу; 9 - зовнішній конус сепаратора; 10- привід обертової тарілки

Класифікатори MS застосовуються для знепилювання порошків і гранул, видалення великих і домішкових частинок, а також для розділення матеріалів за щільністю і виробляються шести типорозмірів з відношенням діаметра до довжини $D/L = 700/1500-2800/700$ мм з частотами обертання ротора відповідно 230 -300 хв-

1. Для класифікації особливо тонких продуктів з граничним розміром менше 5 мкм частоту обертання ротора збільшують приблизно 2 рази. При цьому досягається ефективний поділ до $d_{91} = 2$ мкм, де d_{91} - розмір фракції, що виноситься у дрібний продукт на 97% [15].

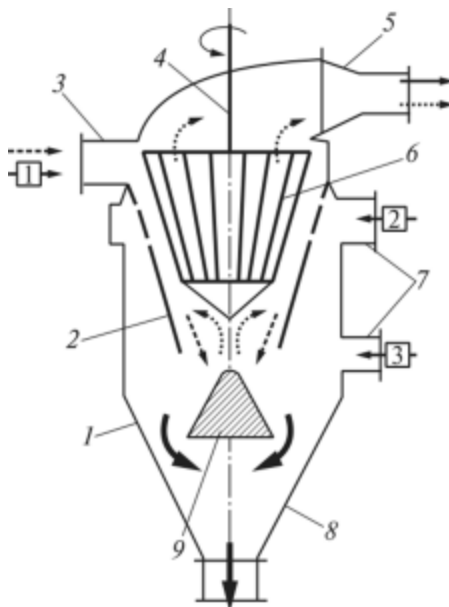


Рис. 1.11 - Класифікатор MS з вертикальним ротором, що обертається [15]: 1 - зовнішній корпус; 2 - внутрішній корпус; 3 - завантажувальний патрубок; 4 – вал; 5 - розвантажувальний патрубок дрібного продукту; 6 - класифікуючий ротор; 7 - патрубки вторинного повітря; 8 - розвантажувальний патрубок великого продукту; 9 - розподільний конус

Класифікатори для надтонкого поділу «Турбоплекс» АТР-GS та АТР-S/GS компанії «Альпіне» містять горизонтальний ротор зі сталі або кераміки, встановлений перпендикулярно до потоку газу з частинками (рис. 1.12). Класифікатор випускається з одним, трьома, чотирма та шістьма роторами та забезпечує діапазон крупності поділу $d_{97} = 4-200$ мкм. Частота обертання становить від 11500 хв-1 у малих типорозмірів (діаметр ротора 100 мм) до 1200 хв-1 у великих (діаметр ротора 1000 мм). Для керамічних роторів частота обертання дещо менша. При $d_{97} = 10$ мкм продуктивність за дрібним продуктом становить 45-2500 кг/год [19].

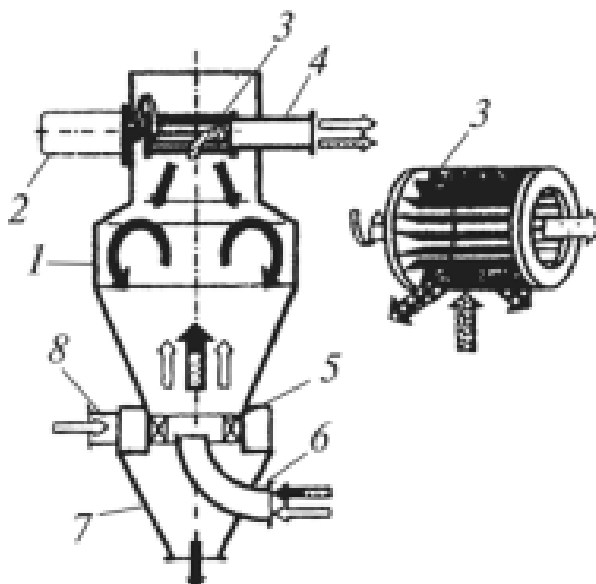


Рис. 1.12 - Схема відцентрового класифікатора «Турбоплекс» з горизонтальним ротором, що обертається [19]: 1 - корпус; 2 - привід; 3 - ротор; 4 - розвантажувальний патрубок дрібного продукту; 5- закручують лопатки; 6 - завантажувальний патрубок; 7 - патрубок вивантаження великого продукту; 8 - патрубок подачі повітря

Відцентрові сепаратори з нерухомою зоною сепарації представлені на рис. 1.13. Ці апарати характеризуються наявністю плоского або об'ємного обертового потоку. Пил надходить на сепарацію разом із повітрям у вигляді аерозуміші. Для рівномірного розподілу частинок у входному перерізі часто подають додаткове повітря [19].

Комбінація гравітаційного та відцентрового сепараторів застосовується у поєднанні з млином. Так, сепаратор Раймонда, Бабкок, сепаратор Бабкок-ТКЗ, ЦКТІ і ТКЗ-ВТІ (рис. 1.13, а) використовують у системах пилоприготування парогенераторів у поєднанні з кульовими барабанными та молотковими млинами для подрібнення широкої гами палив — від антрацитів до бурів. Аеросуміш через вхідний патрубок надходить у першу (гравітаційну) ступінь сепаратора, де через різке збільшення перерізу і падіння швидкості потоку частина великого пилу відокремлюється і по течії повернення (грубого продукту) повертається до млина.

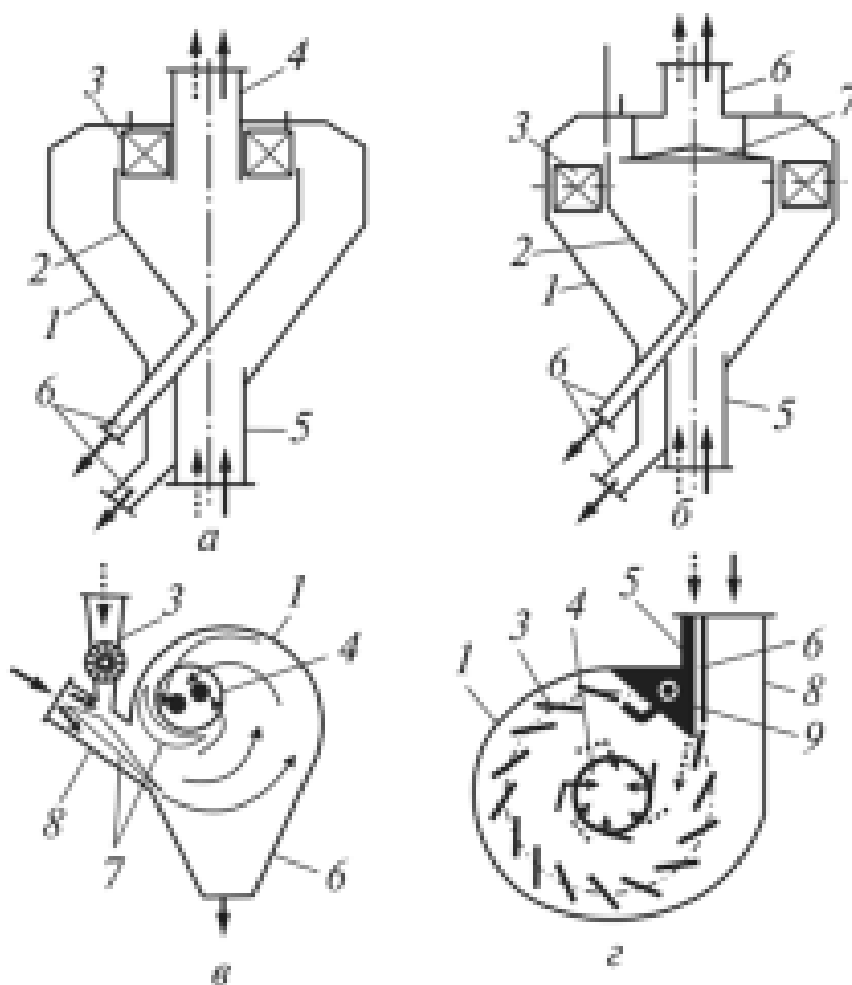


Рис. 1.13 - Схема класифікаторів із нерухомою зоною поділу [19]: а - ТКЗ-СТІ; б- ІДЕУ; в-ЄС компанії "Ларокс" (Фінляндія); г - "Мікроплекс": 1 - зовнішній конус; 2 - внутрішній конус; 3 - закручують лопатки; 4 - розвантажувальний патрубок дрібного продукту; 5 - завантажувальний патрубок; 6 - розвантажувальний патрубок грубого продукту; 7 аеродинамічна перегородка; 8 - патрубок подачі повітря; 9 - розвантажувальний шнек

Сепарація в першому ступені відбувається також за рахунок удару великих частинок про внутрішній конус. Пил, що залишився в потоці, транспортується по каналу між внутрішнім і зовнішнім конусами в другий (відцентровий) ступінь, де аеросуміш закручується діальним лопатковим апаратом із загальним приводом. Під дією відцентрових сил великі частинки відкидаються на периферію та потрапляють у нижню частину внутрішнього корпусу, дрібні частки виносяться повітрям у

вихлопну трубу. Кордон поділу регулюється зміною витрати повітря, кута повороту лопаткового апарату алоп, глибини занурення вихідної труби h [19].

Перед відцентровими апаратами (рис. 1.13 а, б) встановлюється гравітаційно-інерційний ступінь попереднього поділу. Продуктивність сепаратора за вихідним продуктом при $Dm = 2,6-4,7$ досягає 100 т/год, а за дрібним продуктом до 50 т/год з граничним розміром поділу 20-100 мкм [19].

У класифікаторі ТКЗ-ВТІ (рис. 1.13 а) матеріал подається разом з несучим газом у стані аерозуміші, що дозволяє їх експлуатувати в замкнутих циклах подрібнення з вентильованими млинами. Однак апарат має обмежену ефективність поділу, оскільки в відцентровій зоні поділ має циклонний характер.

У класифікаторі конструкції ІДЕУ (рис. 1.13, б) другий ступінь забезпечує підвищений відцентрово-протиточний поділ. У замкнутих схемах подрібнення залежно від тонкості помелу його продуктивність на 5—25 % вище, ніж класифікатор ТКЗ-ВТИ [19].

Відцентрові класифікатори з горизонтальною віссю зони поділу представлені на рис. 1.13 в, м. Класифікатор ЄС (Фінляндія) має всередині зони поділу спеціальні вставки, що містять вихрові потоки (рис. 1.13, в). При продуктивності тонкого продукту 3-10 т/год забезпечується межа поділу 30-100 мкм [19].

Класифікатор «Мікроплекс» (рис. 1.13, г) забезпечений вбудованим вентилятором, одна з торцевих стінок виконана обертається, а відведення великого уловленого продукту виробляється шнеком [19].

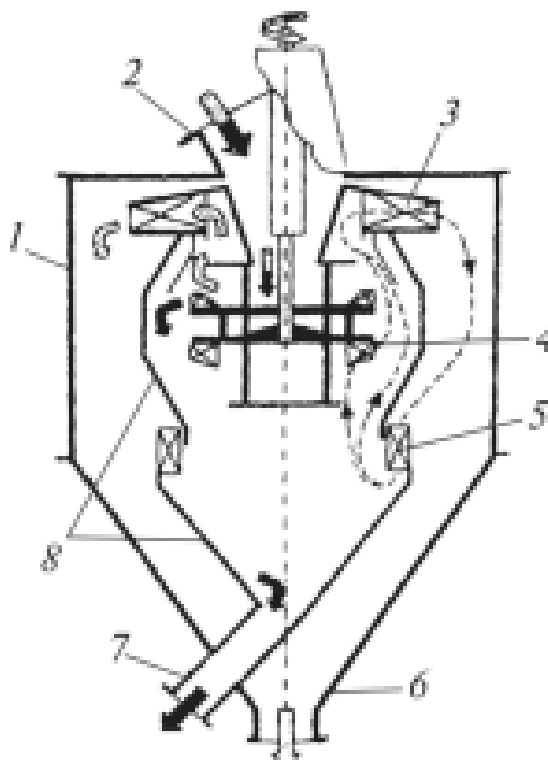
У ряді моделей відцентрових сепараторів встановлюють розподільні тарілки, що обертаються, що подають матеріал в зону сепарації. Ці сепаратори поділяються на апарати із внутрішньою циркуляцією сепаруючого повітря, із зовнішньою циркуляцією та прохідні. У всіх апаратів крильчатка вентилятора розташовується у верхній частині сепаратора і обертається разом із тарілкою [19].

Тут розподілений тарілкою вихідний матеріал потрапляє в потік закрученого повітря, що набігає, який забирає дрібні частинки, а великі частинки падають вниз у внутрішній конус для грубого продукту. У просторі між внутрішнім

та зовнішнім конусами повітря з тонким продуктом рухається зверху вниз і закручується крильчаткою. Тонкий продукт випадає з повітря на зовнішній конус. Очищене повітря через нижні жалюзі знову потрапляє у внутрішній конус, тобто, в зону сепарації і процес повторюється [19].

У сепараторах із зовнішньою циркуляцією знепилювання повітря здійснюється у кількох винесених циклонах невеликого діаметру. Викликаний цим додатковий опір долається зовнішнім вентилятором [19].

Сепаратор із внутрішньою циркуляцією представлений у класификаторі «Вінтоплекс» компанії «Альпіне» (рис. 1.14). Вихідний матеріал подається на розподільну тарілку, що обертається, і частинки рухаються до її периферії. Великі частинки падають униз, а дрібні класифікуються в конічному вихровому потоці над тарілкою, що створюється вбудованим вентилятором.



Мал. 1.14 - Циркуляційний класифікатор «Вінтоплекс» [19]: 1 - зовнішній конус; 2 - завантажувальний патрубок; 3- вбудований вентилятор; 4 - розподільна тарілка; 5 - закручують лопатки; 6 - розвантажувальний патрубок великого продукту; 7- розвантажувальний патрубок дрібного продукту; 8 - внутрішній конус

Параметри потоку змінюються в залежності від частоти обертання вентилятора та положення по висоті всієї роторної системи. Граничний розмір у класифікаторі становить 30-200 мкм [19].

Спіральні сепаратори «Мікроплекс» (Австрія) ефективні при малих та середніх продуктивностях, а за високих (концентрація сили $\rho > 1 \text{ кг/м}^3$) вона падає. У даному сепараторі при подачі запиленого потоку область поблизу осі обертання пил відкидається відцентровими силами потоку до внутрішньої стінки циліндра і прилипає до неї. При цьому великі частинки досягнуть стінки швидше за дрібні. В результаті відбувається не сепарація, а уловлювання пилу. При накладенні на вихор, що обертається, поздовжнього потоку частинки з різною швидкістю витання (з різною крупністю) осядуть на різних ділянках по висоті циліндра. Такий поділ на кілька вузьких фракцій сепарації відбувається за рахунок просторового вихору із джерелом. Регулювання розмірів частинок у кожній фракції можливе за рахунок зміни швидкості поздовжнього потоку v або при подачі матеріалу на розподільчий диск, що обертається [19].

1.2. Аналіз методів визначення параметрів відцентрових грохотів

Основними характеристиками будь-якого сепаратора, що визначають ефективність його роботи, є ККД та кратність циркуляції. Коефіцієнтом корисної дії сепаратора називається частка готового пилу, що видається сепаратором продукту розмелювання, що надходить у нього з млина. Під готовою фракцією розуміють пил із заданою тонкістю помелу, що характеризується залишком 7% [17].

Позначимо через $x_{\max}$ кількість готового пилу в 1 кг дробленого продукту, що надходить у сепаратор; внаслідок недостатньої досконалості сепаратор видає меншу кількість x готового пилу, оскільки $(x_{\max}-x)$ йде у повернення [17].

Тоді ККД сепаратора дорівнює [17]:

$$\eta_c = \frac{x}{x_{\max}}, \quad (1.1)$$

або, замінюючи проходи залишками, отримаємо [17]

$$\eta_{c(90)} = \frac{R_{90}^{B3} - R_{90}'}{R_{90}^{B3} - R_{90}''} \frac{100 - R_{90}''}{100 - R_{90}'}, \quad (1.2)$$

де $R_{90}', R_{90}'', R_{90}^{B3}$ - відповідно залишок на ситі 90 мкм проби пилу, взятого до сепаратора, після сепаратора та повернення.

Кратністю циркуляції $K_{ц}$ сепаратора називається відношення кількості надходить продукту розмелювання G_c' до кількості пилу G_c'' , що виходить з сепаратора [17]:

$$K_{ц} = \frac{G_c'}{G_c''} = \frac{G_c'' + G_c^{B3}}{G_c''} = 1 + \frac{G_c^{B3}}{G_c''}, \quad (1.3)$$

де G^{B3} - кількість повернення, т/год, або, замінюючи проходи залишками,

$$K_{ц} = \frac{R_{90}^{B3} - R_{90}''}{R_{90}^{B3} - R_{90}'}. \quad (1.4)$$

У міру підвищення тонкості помелу умови відділення дрібних фракцій готового пилу в сепараторі погіршуються, зростають кратність циркуляції та концентрація пилу в аеропотоці, при цьому знижується ККД сепаратора. Підвищення кратності циркуляції веде також збільшення опору системи [17].

Коефіцієнт корисної дії сепаратора повітряного прохідного типу і кратність циркуляції становлять відповідно 50% і 3,5-4 т/т для тонкого пилу; 80% і 1,6-2,2 т/т для пилу середньої тонкості помелу і 90-95% і 1,4-1,6 т/т для грубого пилу [17].

Іншими параметрами, що характеризують відцентрові сепаратори є [19]:

- граничний розмір (величина граничного зерна) $a_{гр}$,
- ефективність поділу,
- швидкісне число w/w_{Bin} .

Граничний розмір $a_{гр}$ - розміром частинок, ймовірність попадання яких як у грубий і тонкий продукти поділу однакова. Частинки розміром $a > a_{гр}$ потрапляють переважно в грубий продукт поділу, а розміром $a < a_{гр}$ - тонкий. При тривалому просіюванні сферичних частинок через сито з однаковими круглими отворами граничний діаметр зерна дорівнює діаметру отвору сита. При повітряній сепарації

$a_{гр}$ - це розмір частинок, винос яких в тонкий і грубий продукти дорівнює 50%. Через неправильну форму і різну щільність частинок матеріалу поділ відбувається за рахунок їх аеродинамічних властивостей, таких, як гідравлічний діаметр частинок і швидкості витання у повітрі [19].

Ефективність сепарації часто оцінюють за відхиленням фактичного процесу поділу від ідеального. Такою оцінкою є гострота сепарації [19]:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\delta_{65} / \delta_{35}} \quad (1.5)$$

де δ_{65} , δ_{35} - розміри частинок, що виносяться в грубий продукт відповідно на 65 і 35%. За ідеальної сепарації $\frac{1}{k} = 1$. За відсутності сепарації $\frac{1}{k} \rightarrow 0$, тобто із підвищенням ефективності показник $\frac{1}{k}$ збільшується.

Аналіз ефективності сепарації показав, що зі збільшенням продуктивності сепаратора за вихідним матеріалом ефективність сепарації знижується через підвищення концентрації пилу в зоні поділу. Існує критичне значення об'ємної концентрації $\mu_{кр}$, $\text{м}^3/\text{м}^3$, при якому, як правило, різко падає $\delta_{гр}$ [19].

Для повітряних сепараторів існує деяка гранична об'ємна продуктивність по вихідному продукту G_h , $\text{м}^3/\text{с}$, за якої зниження ефективності та граничного розміру є ще допустимим [19]:

$$G_1 = F \cdot w \cdot \mu_{кр} \quad (1.6)$$

де F - площа перерізу зони сепарації, м^2 ; w - визначальна швидкість, $\text{м}/\text{с}$.

Відомо, що критична концентрація вихідного пилу приблизно пропорційна кінцевій швидкості падіння частинок граничного розміру. Тоді рівняння (1.6) переписеться як [19]

$$G_1 \approx F \cdot \frac{w}{w_{sum}} \cdot w_{sum}^2 \quad (1.7)$$

Рівняння протиточної сепарації записується як [19]

$$\delta_{ep} \approx \text{const } w_{sum}^2 \quad (1.8)$$

Рівняння продуктивності має вигляд [19]

$$G_1^{np} = F \cdot \frac{w}{w_{вир}} \cdot \delta_{cp}^2 \quad (1.9)$$

Відцентрові сепаратори можуть бути виконані з зоною сепарації, що обертається, з нерухомою зоною сепарації і з тарілками, що обертаються. Вони поділяються по виду потоку (плоский, об'ємний), способу використання сепаруючого повітря (прохідні та циркуляційні), виду циркуляції повітря (внутрішня та зовнішня) та числу ступенів [19].

Відцентрові сепаратори з зоною сепарації, що обертається, використовують як масову силу відцентрову силу. У таких сепараторах нехтують силою тяжкості для розрахунку нормальних режимів. При цьому на характер руху часток сильно впливає коріолісова сила. Класифікація в них відбувається у закрученому вихровому потоці із центральним стоком (рис. 1.11). Сила аеродинамічного опору F_0 захоплює частинку центрального розвантажувального патрубку, відцентрова сила інерції F_m відкидає її до периферії [19].

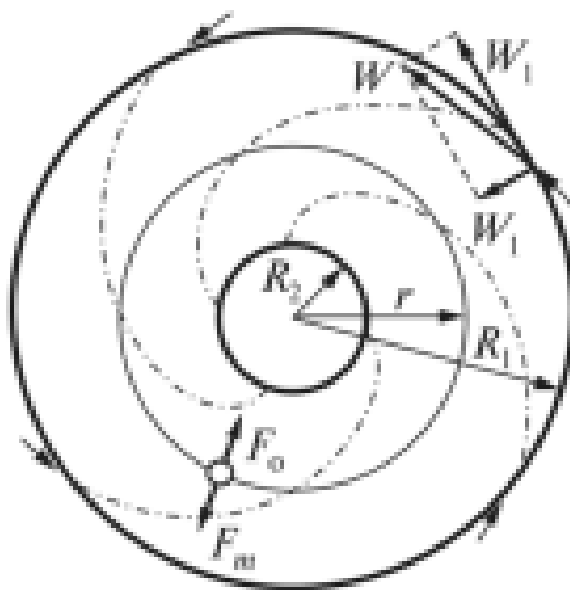


Рис 1.11 - Схема відцентрової зони класифікації [19]

Принцип рівноваги у відцентровому полі реалізовано у сепараторах, у яких зона сепарації має форму шайби (велике відношення діаметра до висоти) і утворюється плоскими стінками, що обертаються. Вихідний матеріал по напрямному каналу з периферії через канали нерухомих напрямних лопаток надходить у зону сепарації, де набуває форми «вихрового» стоку, оскільки лінії

струму мають форму логарифмічної спіралі. Тому сепаратори часто називають спіральними. Ефективність сепарації досягається за рахунок рівноваги, що встановлюється лише для зерен певного розміру. Великі частинки відкидаються на периферію зони сепарації, де відокремлюються ножем, захоплюються шнеком і видаляються в грубий продукт, а дрібний пил разом з повітрям відкидається через центральний стік і надходить у бункер тонкого продукту. Кордони поділу регулюються шляхом зміни кута установки напрямних лопаток, тобто. зміни відношення тангенціальної складової швидкості повітря u_τ до радіальної v_r . Для додаткового регулювання змінюють витрату повітря [19].

Аеродинамічний класифікатор або грохот поділяє вихідний тонкодисперсний матеріал з гранскладом $R_1(\delta)$ на велику $R_2(\delta)$ та дрібну $R_3(\delta)$ фракції. У цьому $R(\delta)$ — крива повних залишків. Основною характеристикою процесу є крива поділу $\varphi(\delta)$, або $s(k)$, що показує частку вузької фракції, що виноситься в цільовий продукт, залежно від її розміру (див. рис. 1.12 а) [19].

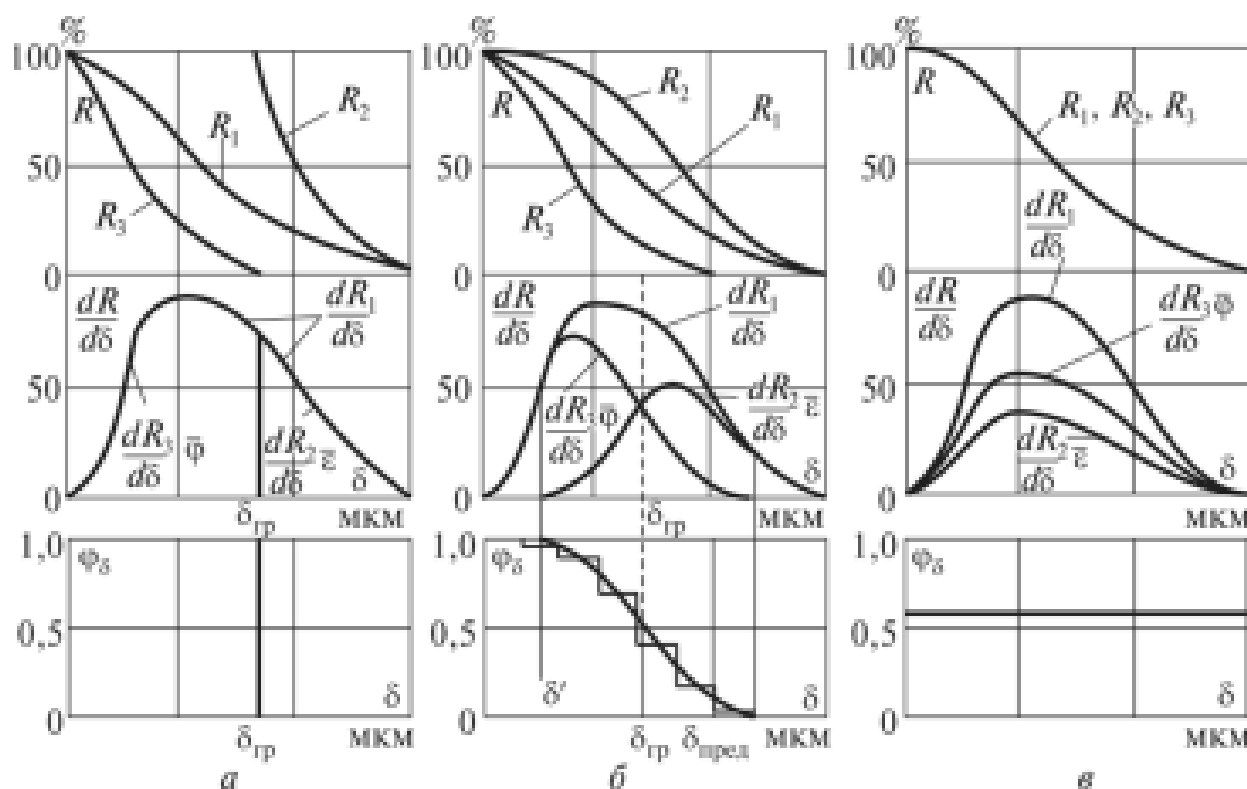


Рис. 1.12 - Характерні криві поділу [19]: а – ідеальна сепарація; б – реальний процес; в - ідеальний поділ

Один із головних показників процесу - граничний розмір поділу (кордон поділу) $\delta_{гр}$, що визначається з умови $\varphi(\delta_{гр}) = 0,5$. Відхилення від кривої поділу, що відповідає ідеальному процесу по тій же межі, оцінюється локальними та інтегральними показниками. Найбільш поширеним локальним показником є гострота поділу $k = \delta_{75}/\delta_{25}$, де характерні розміри частинок визначають з умов $\varphi(\delta_{75}) = 0,75$ та $\varphi(\delta_{25}) = 0,25$. До інтегральних характеристик належать такі [19]:

- ККД класифікатора

$$\eta = \frac{1}{\delta_{гр}} \int_0^{\delta_{гр}} \varphi(\delta) d\delta = \frac{S_{01_{пр}}}{S_{01_{тр}}}; \quad (1.10)$$

- ступінь проскоку великих частинок

$$\delta = \frac{1}{\delta_{гр}} \int_{\delta_{гр}}^{\delta_{max}} \varphi(\delta) d\delta = \frac{S_{png}}{S_{01_{тр}}}; \quad (1.11)$$

- площа помилок Майєра

$$S_{max} = (1 - \eta) + \varepsilon, \quad (1.12)$$

де $\delta_{01_{пр}}$, $\delta_{01_{тр}}$, δ_{png} - площі фігур на рис. 1.12 а, обмежених лінією $\delta_{гр}$; δ_{max} - максимальний розмір частинок, що виносяться в тонкий продукт.

При ідеальній класифікації $k = 1$, $\eta = 1$, $\varepsilon = 0$ і $S_{max} = 0$. Однак ці показники характеризують лише криву поділу. Перетворення складу при класифікації характеризується [19]:

- повний вихід дрібного продукту

$$\bar{\varphi} = \int_0^1 \varphi(\delta) dR_1; \quad (1.13)$$

- гранулометричний склад дрібної фракції

$$R_3(\delta) = \frac{1}{\bar{\varphi}} \int_0^{R_1(\delta)} \varphi(\delta) dR_1; \quad (1.14)$$

- гранулометричний склад великої фракції

$$R_2(\delta) = \frac{1}{1-\overline{\varphi}} \int_0^{R_1(\delta)} [1-\varphi(\delta)] dR_1. \quad (1.15)$$

У відцентрових сепараторах (рис 1.13) використовується криволінійна траєкторія руху газів, коли потік вводиться по дотичній до стінок циліндричного апарату і виводиться центральною трубою [17].

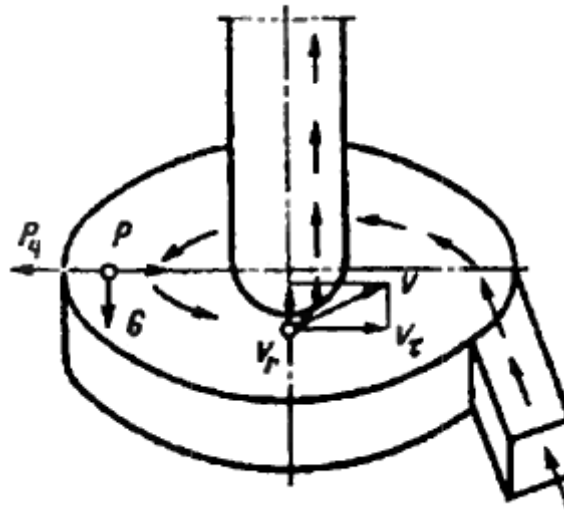


Рис. 1.13 - Схема протиточно-цінтробіжна поділу частинок [17]

У цьому випадку траєкторія потоку газу з частинками матеріалу близька до архімедової спіралі, для якої дотична складова швидкості $v_t = \text{const}$ і добуток радіальної складової швидкості на радіус R розташування точки $v_R = \text{const}$, що розглядається $v_R R = \text{const}$. При цьому на частинку діють сила P тиску газу, спрямована по радіусу до центру, відцентрова сила інерції $P_{\text{ц}}$ спрямувана по радіусу до периферії, і сила тяжіння. Дрібні частинки, для яких $P > P_{\text{ц}}$ виносяться потоком до центру, утворюючи тонкий продукт, а великі, для яких $P < P_{\text{ц}}$ рухаються до периферії камери. Умови рівноваги частинок граничного розміру $P_{\text{ц}} = P$ або [17]

$$\frac{\rho_m \cdot \pi \cdot d^3 \cdot v_t^2}{6 \cdot R} = \frac{c \cdot k_{\phi} \cdot \rho_g \cdot v_R^2 \cdot \pi \cdot d^2}{8}$$

звідки діаметр частинки, яким проходить межа поділу, дорівнює [17]

$$d = \frac{3 \cdot c \cdot k_{\phi} \cdot \rho_g \cdot v_R^2 \cdot R}{4 \cdot \rho_m \cdot v_t^2}$$

де c – коефіцієнт аеродинамічного опору кулястої частинки; k_f – коефіцієнт форми частки (для кулястої форми $k_f = 1$; для пірамідальної - $k_f = 1,5$; для довгастої - $k_f = 1,76$); R - радіус ; ρ_v - щільність газу, кг/м^3 ; ρ_m – щільність часток, кг/м^3 ; v_R - радіальна складова швидкості; v_τ - дотична складова швидкості.

1.3. Мета, об'єкт, предмет, завдання та методи дослідження

Метою роботи є покращення режиму роботи відцентрових грохотів сухого поділу сипких матеріалів за рахунок обґрунтування раціональних експлуатаційних параметрів зони сепарації.

Об'єкт досліджень – процес сепарації тонкодисперсних матеріалів у відцентрових грохотах сухого поділу.

Предмет дослідження – параметри зони сепарації відцентрових грохотів сухого поділу.

Завдання дослідження

1. Аналіз шляхів покращення конструкції відцентрового грохоту
2. Порівняльне дослідження перспективних конструкцій відцентрових грохотів;
3. Визначення раціональних параметрів режиму роботи відцентрового грохоту;
4. Розробка рекомендацій щодо роботи відцентрового грохоту.

2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВІДЦЕНТРОВИХ ГРОХОТІВ

2.1. Загальна методика досліджень

Задля досягнення поставленої мети з є покращення режиму роботи відцентрових грохотів сухого поділу сипких матеріалів за рахунок обґрунтування раціональних експлуатаційних параметрів зони сепарації планується проведення наступних досліджень.

На першому етапі проводиться аналіз існуючих конструкцій відцентрових грохотів на основі літературно-патентних джерел з метою визначення конструкцій, які забезпечують найефективніший поділ тонкодисперсних матеріалів.

На другому етапі проводиться порівняльне дослідження обраних конструкцій на основі комп'ютерних моделей. При цьому для кожної моделі підбираються східні умови вхідного потоку повітря та визначається ефективність поділу.

На наступному етапі для обраної моделі обираються робочі параметри процесу поділу, що забезпечують максимальну ефективність поділу. Для цього застосовується симплекс-метод оптимізації.

Наприкінці розробляються рекомендації щодо конструкції та робочих режимів відцентрового грохоту.

2.2. Аналіз шляхів удосконалення конструкцій відцентрових грохотів-сепараторів

Мета винаходу [1] - підвищення ефективності гуркотіння тонкодисперсних матеріалів та зручності обслуговування гуркоту.

Поставлена мета досягається тим, що гуркіт, що включає корпус, розташоване в корпусі кінчне сито, патрубки вивантаження надгратного і подрешетного продуктів повідомлені, відповідно, з нижньою частиною сита і корпусу, пульповод у вигляді труби, закріпленої у верхній частині корпусу співвісно, розподільні патрубки з однаковим напрямком вихідних торців,

повідомлені з пульповодом і розташовані на ньому діаметрально, забезпечений циліндричним колектором для подачі пульпи і повідомленими з ним додатковими розподільними патрубками, причому колектор встановлений коаксіально в пульповоді і закріплений до його днища, додаткові з основними, а вихідні торці додаткових патрубків звернені у бік, протилежний вихідним торцям основних.

Сито виконано з секцій трапецієподібної форми, закріплених у нижній частині за допомогою розташованого всередині сита фіксатора у вигляді порожнистого зрізаного конуса із зовнішньою бічною поверхнею з еластичного матеріалу, встановленого з можливістю переміщення у вертикальній площині, кожна секція у верхній частині закріплена за допомогою затискачів у вигляді пластин з еластичним покриттям, встановленим з можливістю переміщення у вертикальній площині та зміни кута нахилу, крім цього гуркіт забезпечений пневматичними високочастотними вібраторами, кожен з яких встановлений на корпусі під секцією сита з можливістю взаємодії з останньою.

Пропонована конструкція гуркоту дозволить підвищити ефективність гуркотіння тонкодисперсних матеріалів та зручність його обслуговування.

Установка на пульповоді паралельно з кожним розподільним патрубком додаткового спареного з ним розподільного патрубка, випускний кінець якого повернутий у протилежний бік дозволяє при подачі пульпи на один або інший ряд розподільних патрубків міняти на 180° напрям потоку відносно поздовжньо розташованих колосників. Періодична зміна напрямку потоку в міру зносу кромek колосників з однієї або іншої сторін дозволяє уникнути надмірного збільшення ширини щілини і провалу під ґратний продукт некондиційних великих зерен. При цьому значно збільшується термін служби секцій конічного сита, оскільки через рівномірне зношування колосників з обох сторін не відбувається значного збільшення ширини щілини і не потрібна часта заміна секцій сит. Зазначені конструктивні особливості гуркоту дозволяють підвищити ефективність процесу грохочення і зменшити витрати на технічне обслуговування сит.

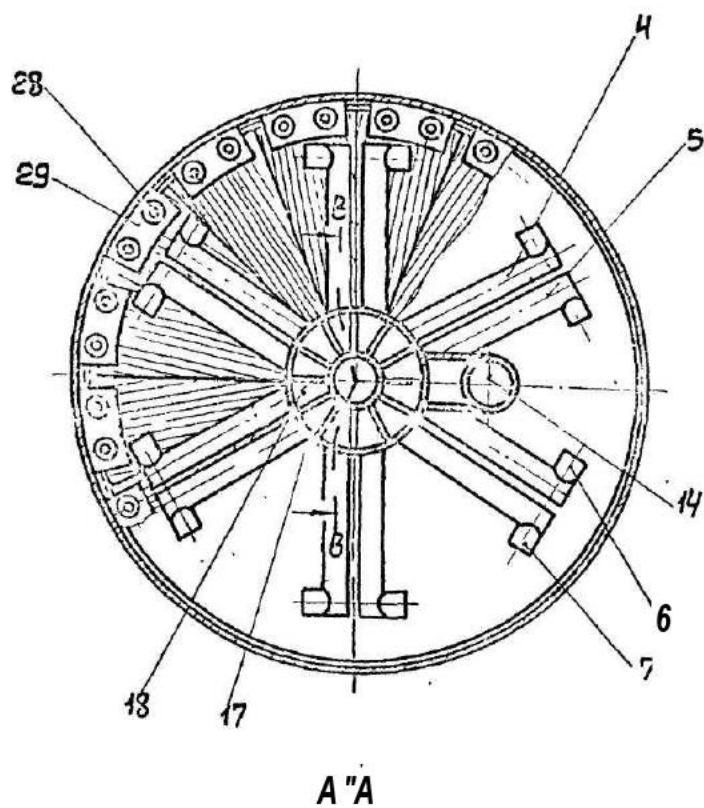
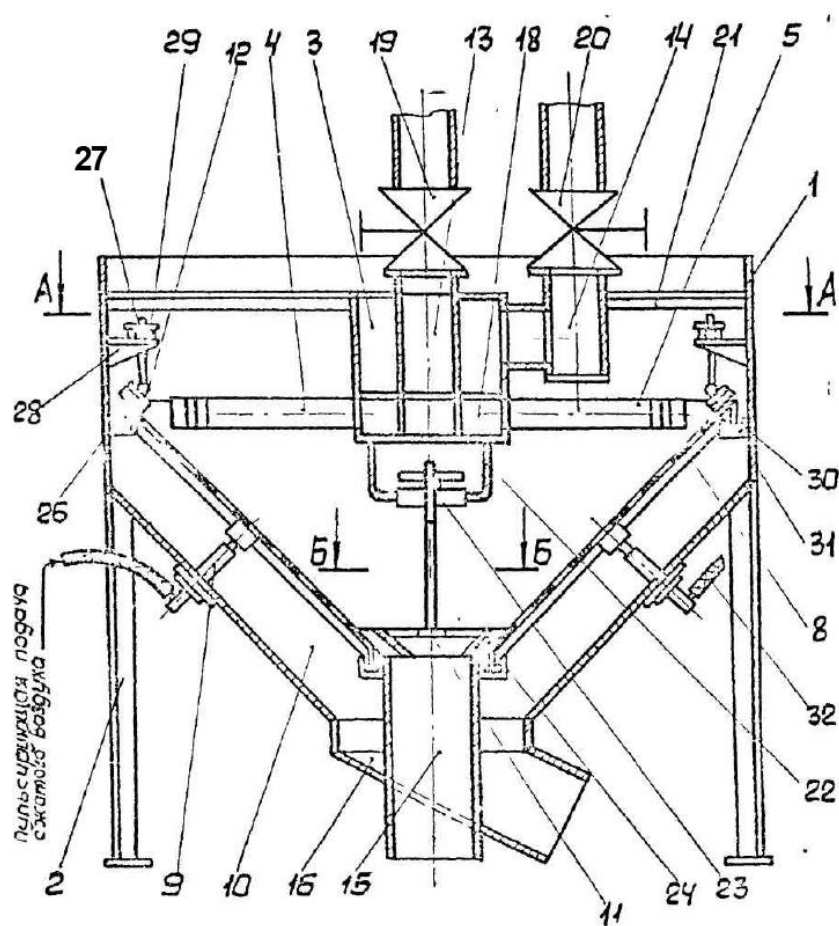
Постачання кожної трапецієподібної секції індивідуальним пневматичним високочастотним вібратором дозволяє за рахунок простукування всіх ділянок

конічної поверхні, що просіває, ис-І чити забивку отворів зернами, розірвати плівку води на робочій поверхні і, таким чином, значно інтенсифікувати процес грохочення.

Установка по осі гуркоту фіксатора у вигляді усіченого конуса, бічна поверхня якого покрита еластичним матеріалом, дозволяє притиснути одночасно всі секції сит при зміщенні фіксатора вниз. При цьому виключається наявність безлічі кріпильних елементів для притиснення нижніх кінців кожної секції поверхні, що просіває. Покриття бічної поверхні конуса дозволяє при притисканні конуса до кінців сит у вигляді піраміди надійніше закріпити сита за рахунок деформації еластичного матеріалу та збільшення площі його контакту з робочою поверхнею сит. Крім того, еластичне покриття фіксатора зменшує ударні руйнівні сили при простукуванні сита високочастотним вібратором. Можливість усунення фіксатора по вертикалі дозволяє оперативно, без великих трудовитрат, здійснювати встановлення та демонтаж секцій сит. Крім того, від ступеня притискання фіксатора та деформації на ньому еластичного покриття регулюється амплітуда коливань сита при його простукуванні високочастотним вібратором, від якої залежить ефективність грохочення.

Установка над верхнім кінцем кожної секції двох затискачів у вигляді пластин, покритих знизу еластичним матеріалом і виконаних з можливістю зміщення по вертикалі та зміни кута нахилу дозволяє надійно закріпити верхні кінці секції сита і в поєднанні з кріпленням нижнього кінця сита фіксатором виключає "випадання" сита з напрямних та не-| передбачена зміна його нахилу в одній із площин.

Зміна ступеня деформації покриттів на пластинах при можливому зміщенні по вертикалі дозволяє регулювати амплітуду коливань сита при його простукуванні високочастотним вібратором, а можливість зміни кута нахилу пластин дозволяє вибрати необхідне їх положення, щоб пластини надійно всією площиною були притиснуті до робочої поверхні верхнього кінця сита.



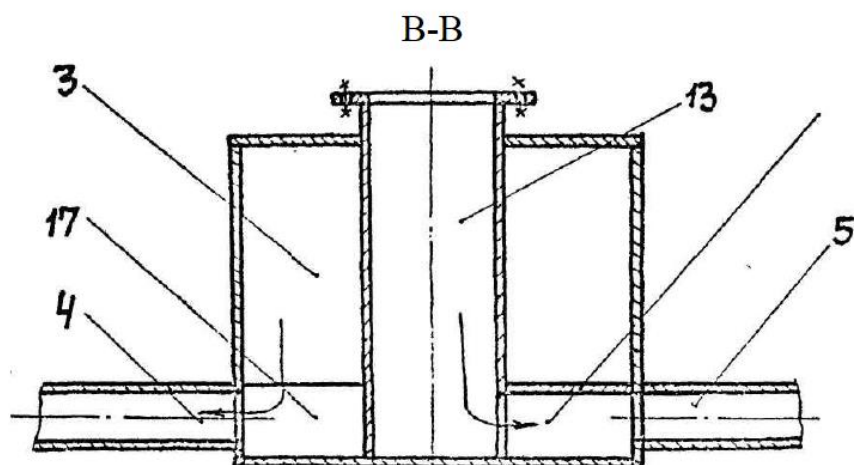


Рис 2.1 – До патенту [1]

Конусний гуркіт для тонкозернистих матеріалів складається з корпусу 1, закріпленого на опорних стійках 2, пульповоду 3 у вигляді центральної труби з рядом діаметрально розташованих спарених розподільчих основних 4 і додаткових 5 патрубків, вихідні торці яких 6 і 7 спрямовані в протилежні сторони, конічного сита, набраного з секцій трапецієподібної форми 8 з поздовжнім розташуванням колосників у напрямку від великої до меншої основи трапеції, пневматичних високочастотних вібраторів 9, встановлених по одному під кожною секцією сита 8 з можливістю взаємодії з останньою в піддоні 10, фіксатора 11 і затискачів у вигляді пластин 1 секцій сит 8, циліндричного колектора 13 і підвідного патрубка 14 для забезпечення подачі вихідної пульпи, вихідного патрубка 15 для решітного продукту і вивідного патрубка 16 для підгратного продукту, виконаного у вигляді спірального спуску. Циліндричний колектор 13 встановлений коаксіально в пульповоді 3 і жорстко закріплений його днище. Між циліндричним колектором 13 і пульповодом 3 розташовані чергуються ізольовані один від одного відкриті 17 і закриті канали 18, сполучені з одного боку відповідно з пульповодом 3 і циліндричним колектором 13, з іншого - з'єднані з розподільними патрубками 4 і 5. На 1. патрубку 14, з'єднаних з пульповодом 3, розташовані засувки відповідно 19 і 20. За допомогою зв'язків 21 пульповод 3 жорстко кріпиться до корпусу 1. До днища пульповода 3 жорстко кріпиться на зв'язках 22 регулювальний гвинтовий пристрій 23, конуса, бічна поверхня якого покрита еластичним матеріалом 24. У

фіксаторі 11 розташовані вікна 25 для проходження через них надрешітного продукту

Верхній кінець кожної секції трапецієподібного сита 8 закріплений зверху двома затискачами у вигляді пластин 12, покритих знизу еластичним матеріалом 26 і виконаних з можливістю переміщення за допомогою регульовального вінтрвого пристрою 27, закріпленого на кронштейні вклон 22. захили на нахил 22. По внутрішній бічній поверхні корпусу 1 і 5 зовнішньої поверхні вивідного патрубку 15 закріплений швелер 30 з еластичною прокладкою 31, яку встановлюються верхній і нижній кінці секцій сит. Аналогічним чином, на еластичні прокладки 10 у кожному радіально розташованому швелери встановлюються дві бічні грані суміжно розташованих секцій сит. Зміцнення секцій сит 8 по їхньому периметру на 15 еластичних прокладках виключає попадання великих зерен у підгратовий продукт.

Робота конусного гуркоту для тонкозернистих матеріалів здійснюється наступним чином.

При відкритій 19 і закритій 20 засувках вихідна пульпа надходить в циліндричний колектор 13, а потім у сполучені з ним закриті канали 18, а з них на розподільні патрубки 5. Через ізо-| гнуті вихідні торці 7 розподільчих патрубків 5 пульпа тангенціально подається на секції 8 конічного сита, закручується на ньому і по спіралі, перетинаючи поздовжньо розташовані щілини, переміщується до фіксатора 11. При цьому кожна секція 8 конічного сита періодично повітря по гнучкому патрубку 32 на пневматичний високочастотний вібратор 9. Простукування поверхні, що просіває, сприяє очищенню щілин від застряглих зерен, розриває на малих отворах (щілинах) стійку плівку води, що утворюється за рахунок великих сил поверхневого натягу рідини і перекриває отвори.

Вихідна пульпа тонким шаром рівномірно розподіляється по довжині кола більшої верхньої основи конічного сита. На початкових ділянках конічного сита виділяється основна маса підрешітного продукту, а в міру переміщення надгратного продукту по спіралі здійснюється остаточна його доведення. Гранична крупність поділу зерен вихідного продукту становить приблизно половину розміру

щілини між колосниками. Можливі відхилення щодо граничної крупності поділу залежить від навантаження і швидкості потоку пульпи. Чим більший тиск, під яким подається вихідна пульпа, тим сильніше швидкість потоку, і на поверхні, що просіває, створюється обертове кільце пульпи, шари якого зміщуються до вивідному патрубку 15. Подрешетний продукт надходить у піддон 10 і потім евакуюється з нього по вивідному спіральному патрубку 16. Надрештний продукт надходить через отвори 25 фіксатора 11 у вивідний пат- 5 рубок 15. У міру зносу з одного боку робочої кромки колосників збільшення ширини щілини між колосниками і провалу в подрешетний продукт некондиційних по крупності 10 зерен передбачається зміна напрямку потоку пульпи, що надходить на поверхню, що просіває, яке здійснюється наступним чином. Вручну або за наявності приводу на засувках ав- 15 томатично по дистанційному зв'язку закривається засувка 19 і відкривається засувка 20. Таким чином припиняється подача пульпи в циліндричний колектор 13, і починається її надходження через під- 20 провідний патрубок 14 в порожнину пульпо по відкритих каналах 17 пульпа надходить на розподільні патрубки 4, вихідні торці яких 6 спрямовані в протилежний бік порівняно 25 з вихідними торцями 7 розподільного патрубка 5. При таких умовах потік пульпи рухається по поверхні, що просіває, в протилежному на 180° напрямі і відбувається протилежної робочої кромки колосників.

Таким чином, періодично змінюючи напрямок потоку через 120-150 год досягається рівномірний знос робочої поверхні колосників.

Через 120-150 год здійснюється поворот сита на 180° при експлуатації гуркоту з плоскою прямокутною формою поверхні, що просіває типу ГПГ-0,75 на 40 Дніпровському ГЗК, щоб досягти рівномірного зносу поперечно розташованих колосників (Копія відліку про НДР, М., Всесоюзний науково- технічний інформаційний центр, 1983 р., инв номер Б 45 909851. перфор.мапа 31254, с.11).

Під час простукування секцій сит 8 вони здійснюють коливальний рух, амплітуда якого залежить від релаксаційних властивостей еластичних матеріалів, за- 50 кріплених на фіксаторі 11, пластинах затискачів 12, швелерах 30 і ступеня динамічного впливу на початкові та кінцеві ділянки секцій можливості

переміщення по вертикалі пластин затискачів 12 і фіксатора 11 за допомогою регулювальних гвинтів пристроїв відповідно 27 і 23. Цими ж регулювальними пристроями здійснюється надійне кріплення секцій сит 8 експлуатації гуркотів для тонкого гуркотіння з прямокутною плоскою (ГПГ-0,75) або криволінійною ("Репіфайн") формою поверхні, що просіває.

Можливість зміщення по вертикалі пластин затискачів і фіксатора, забезпечених еластичними покриттями, можливість зміни кута нахилу пластин дозволяє не тільки надійно закріпити секції сит, але і регулювати амплітуду коливань сит, що виникають під час роботи високочастотного пневматичного вібратора. Такі елементи регулювання динамічного впливу на кінці секцій сит, затиснутих з двох сторін еластичними прокладками, дозволяють вибрати раціональний режим грохочення, при якому досягається висока ефективність грохочення.

Метою винаходу [2] є підтримання оптимального режиму сепарування.

Це досягається тим, що сепаратор забезпечений системою автоматичного регулювання швидкості обертання розподільчої тарілки, що включає послідовно з'єднані між собою датчик тиску. фрикційним варіатором за допомогою регулюючого органу, з показчиком його положення.

Датчик виконаний у вигляді встановленого на розподільчій тарілці пружного диска з тягою, вільний кінець якого з'єднаний з регулятором.

Він складається з встановленого в кожусі 1 обертового конічного решета 2, розподільної тарілки 3, аспіраційної колонки 4 і двигуна приводу тарілки з фрикційним варіатором 3, Кожух забезпечений течками 6, 7 для виведення з сепаратора сходять з решета і просіюється лопатками 8. Система автоматичного регулювання швидкості обертання розподільчої тарілки виконана з послідовно з'єднаних між собою датчика тиску 9 сипучої суміші, регулятора 10 з задатчиком 11, перемикача управління 12 з дистанційним ключем 13 і виконавчого механізму 14 з пусковим пристроєм 15. Виконавчий механізм з'єднаний з фрикційним варіатором за допомогою гвинта 16, з показчиком положення 17.

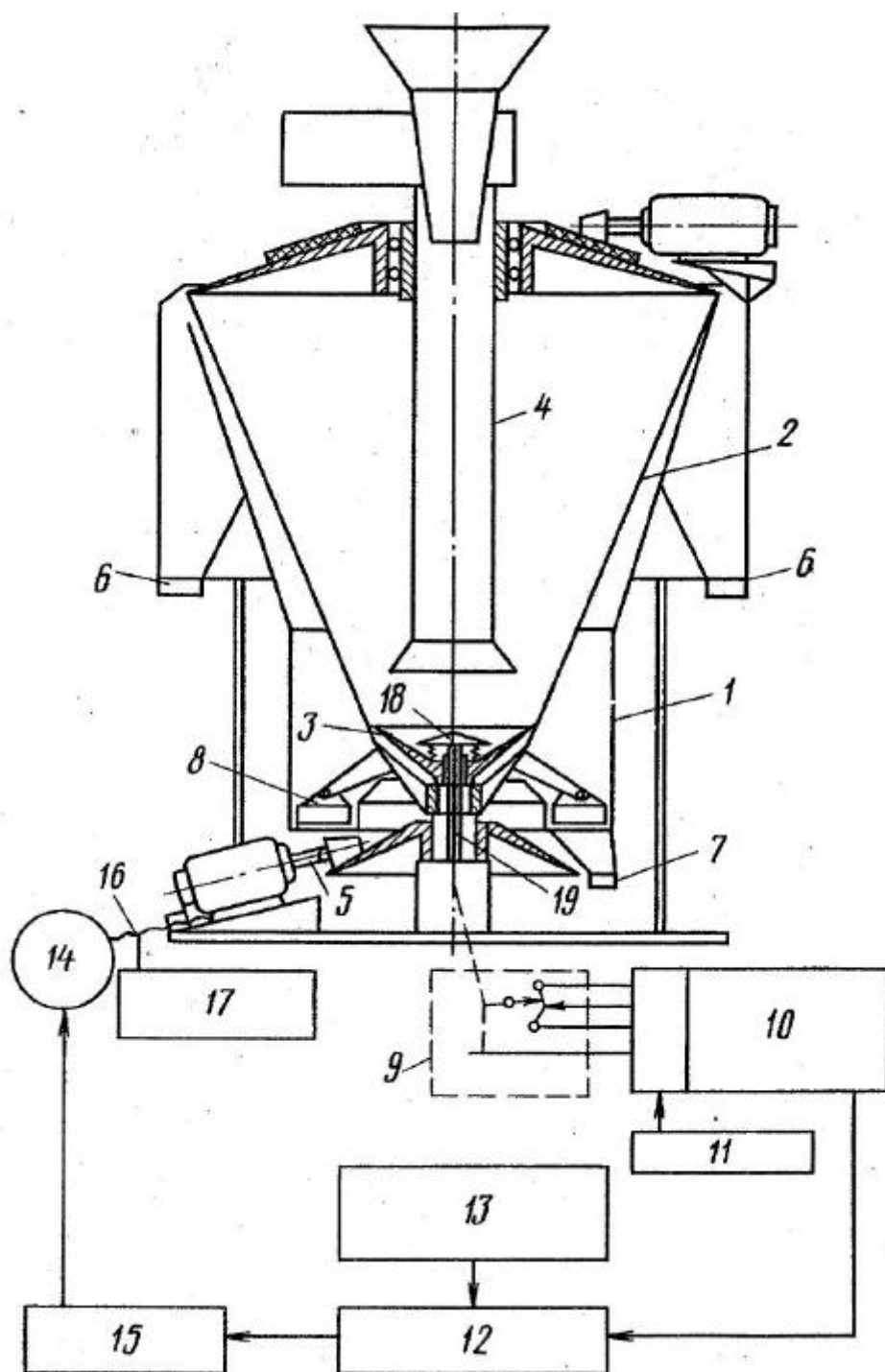


Рис 2.2 – До патенту [2]

Датчик виконаний у вигляді встановленого на розподільчій тарілці пружного диска 18 з тягою 19, вільний кінець якої з'єднаний з регулятором.

Автоматичне регулювання швидкості обертання розподільчої тарілки здійснюється в такий спосіб.

При збільшенні коефіцієнта тертя) ковзання суміші, що сепарується швидкість її руху вгору по поверхні решета 2 уповільнюється і вона накопичується в нижній його; частини.

При цьому збільшується тиск суміші на розподільну тарілку 3, а отже, і на диск 18 датчика. Сигнал від датчика, пропорційний тиску суміші,

І надходить у регулятор 10. У вимірювальному блоці регулятора сигнал порівнюється із заданою величиною, що встановлюється за допомогою задатчика 11, причому задана величина відповідає оптимальному режиму сепарування. Посилений сигнал розбалансу впливає на пусковий пристрій виконавчого механізму 14, який за допомогою гвинта 16 переміщує двигун приводу розподільної тарілки, що призводить до зміни швидкості обертання і відновлення процесу поділу.

Ручне регулювання швидкості обертання тарілки здійснюється за допомогою перемикача керування 12 та дистанційного ключа 13.

Мета винаходу [3] - зниження вибухонебезпечності сепаратора.

Поставлений ланцюг досягається тим, що відцентровий сепаратор забезпечений розташованими у верхній частині внутрішнього корпусу і встановленим коаксіально і з зазорами відносно один одного конічними обичайками, кут конусності яких не менше кута природного укусу матеріалу, що розділяється, при цьому нижні основи обичайок розташовані в одній горизонтальній площині, а висота конусів зменшується до периферії.

Сепаратор складається з коаксіально розташованих циліндричних корпусів 1 і 2. Їх верхні частини 3 і 4 утворюють зону 5 сепарації. Причому знизу зона 5 обмежена верхніми основами коаксіально розташованих конічних обечайок 3, встановлених з зазорами, кут конусності яких не менше кута природного укусу матеріалу, що розділяється. Нижні основи конічних обичайок 3 розташовані в одній горизонтальній площині, а їх висота зменшується до периферії і вибирається такий, що діаметр верхньої основи будь-якої обичайки не більше діаметра нижньої основи наступної меншої обичайки. Між корпусами 1 і 2 розташований закручувач потоку 6 з поворотними лопатками, розміщеними по всьому периметру корпусів.

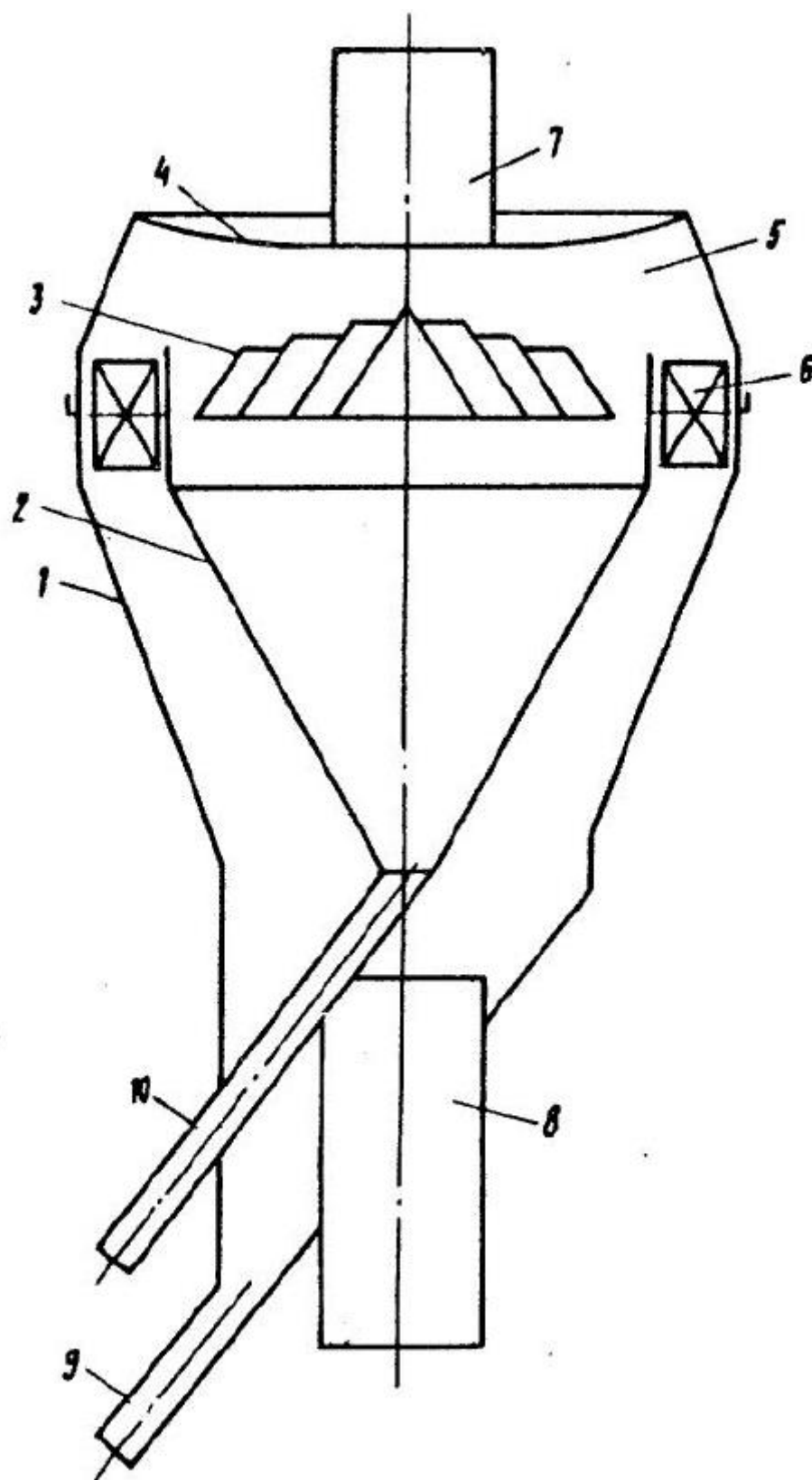


Рис 2.3 – До патенту [3]

У верхній частині зовнішнього корпусу закріплений 1 патрубок 7 для відведення дрібного пилу. У нижній частині сепаратора розташовані патрубок 8 для підведення вихідного продукту і 9 течі і 10 для відведення грубого пилу.

Сепаратор працює в такий спосіб.

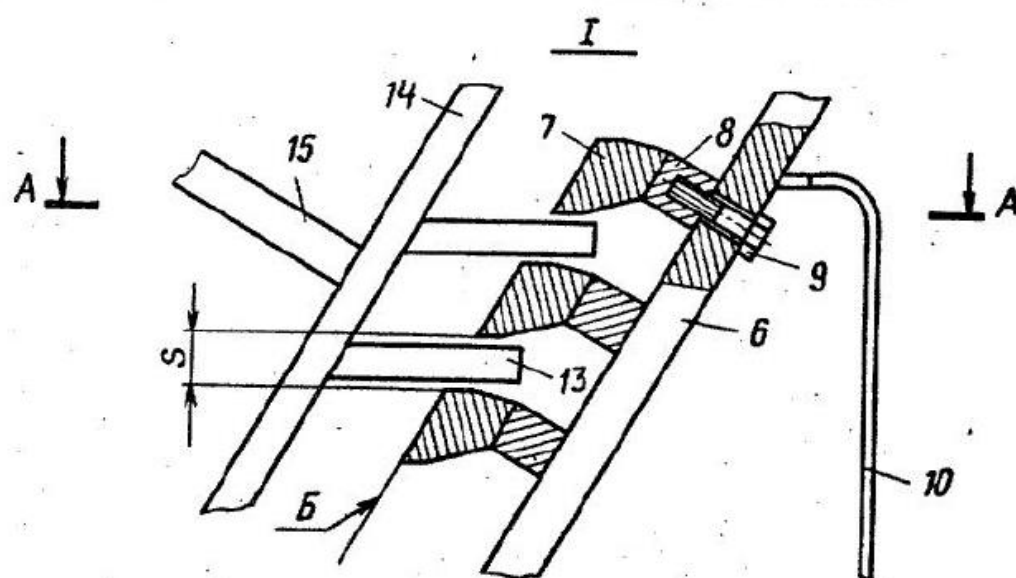
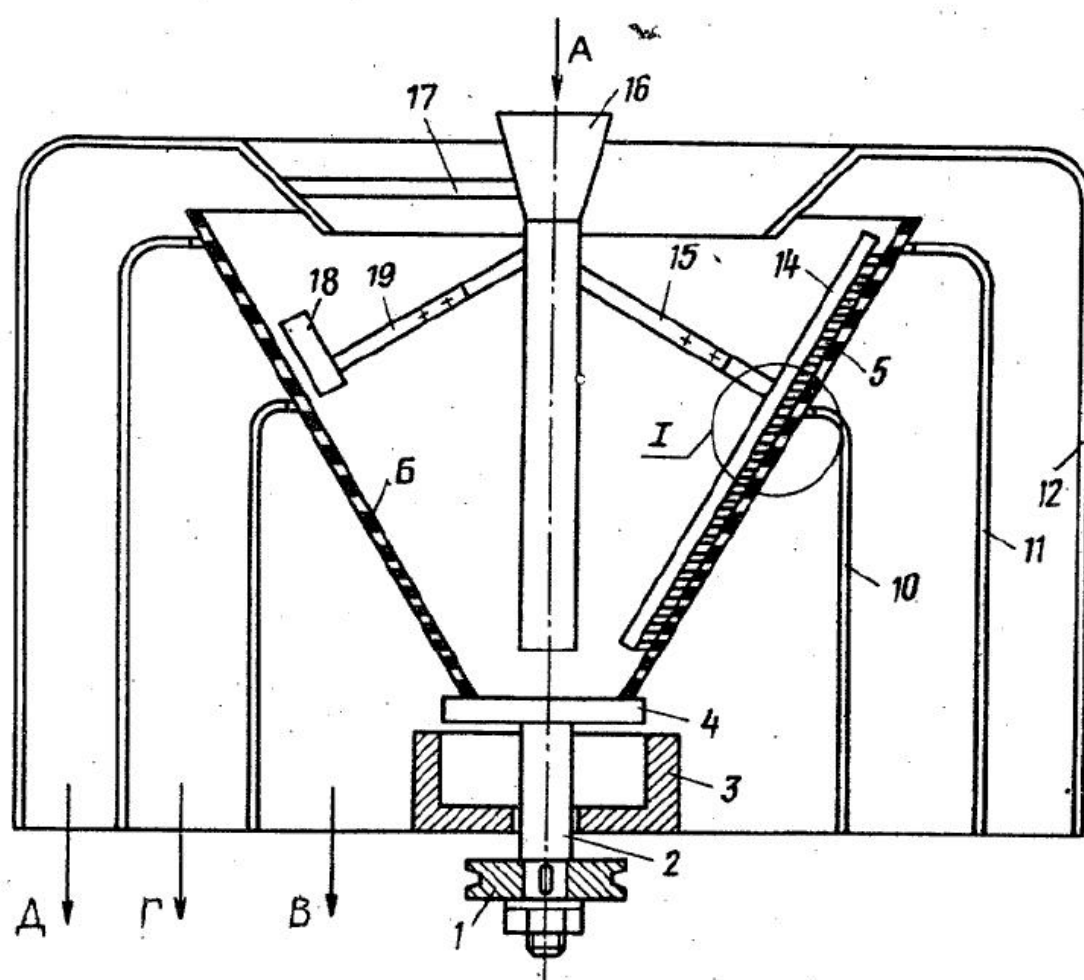
Через вхідний патрубок 8 пилогазова суміш надходить у простір між корпусами 1 і 2, зване гравітаційною сходинкою, де під дією сили тяжіння великі частинки виділяються з потоку і далі потрапляють у тічку 9 повернення. Решта більш дрібних частинок надходить у канали між поворотними лопатками 6, які закручують потік до необхідної величини, регульованої кутом повороту лопаток. У зоні 5 поділ, суміші на дрібні та великі частинки. Дрібні частинки пилу разом з газом надходять у патрубок 7, а великі під дією відцентрової сили в основному виділяються на внутрішню стінку зовнішнього корпусу і зсипаються в тічку 9 повернення, а деяка частина (приблизно 25-30%) випадає на конічні обичайки 3 і безперешкодно. у внутрішній конус, що закінчується течкою 10 повернення.

Винахід дозволяє унеможливити відкладення на кришці пилу, ті. забезпечити вибухобезпечність пристрою.

Метою винаходу [4] є підвищення продуктивності класифікації.

Відцентровий класифікатор включає клинопасовий шків I, одягнений на вал 2, який розташований у станині 3 центрифуги. Верхня частина валу 2 розширена і має форму фланця 4, якого прикріплюється за допомогою болтів або клинів кільцевої ротор 5.

Ротор 5 має форму зрізаного конуса, що розширюється вгору. Така форма створюється завдяки тому, що стрижні 6, що утворюють каркас ротора у вигляді конічного колеса, розташовуються утворюючим конуса. Нижні кінці стрижнів приєднані за допомогою болтів або клинів до фланця 4. До стрижнів 6 приєднані суцільні кільця 7 за допомогою бобишок 8'. Приєднання досягається за допомогою болтів 9, що загвинчуються в тіло бобишок 8 через отвори в стрижнях 6. Кількість стрижнів 6 вибирається конструктивно в залежності від розмірів ротора.



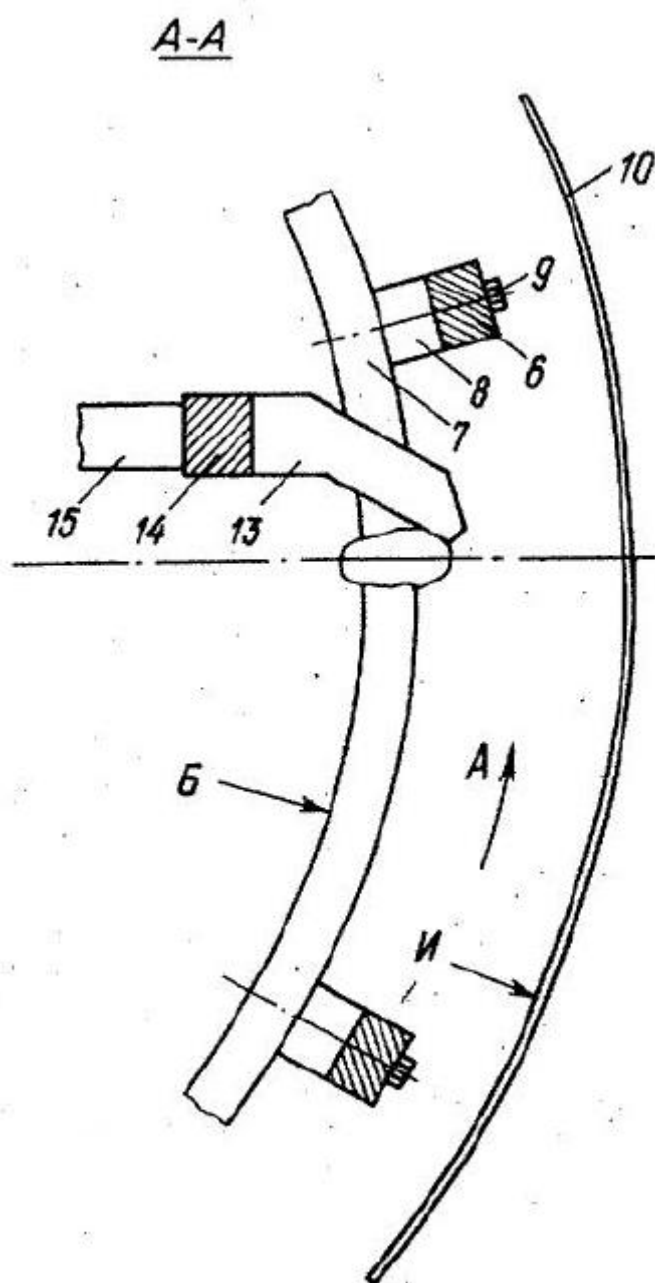


Рис 2.4 – До патенту [4]

Величина зазору між кільцями 7 визначається величиною шматка, що підлягає просіюванню через цей зазор (класифицирующую щілину). Кількість кілець 7 на роторі залежить від величини продуктивності центрифуги та фракційного складу класифікуючої суміші (кусового матеріалу). Ротор 5 має внизу щілини меншої висоти ніж зверху. Кожухи 10, 11 і 12 розташовані співвісно з ротором 5 і закріплені на станині 3 або рамі, на якій встановлюється станина.

На станині 3 встановлений очищувач у вигляді ряду паралельно розташованих між кільцями стрижнів 13, кожен з яких нахилений по відношенню до кільця 7 горизонтальній площині у бік, протилежну обертанню ротора 5.

Стрижні 13 закріплені в державці 14 таким чином, що кожен зуб входить в зазор між кільцями 7 з деяким просвітом. Державка 14 за допомогою кронштейна 15 болтами кріпиться до завантажувального жолоба 16, який розташований по осі ротора кріпиться 5 до зовнішнього кожуха 12 за допомогою кронштейна 17 рами класифікатора. Очищувачі розташовані між кільцями 7.

Інший ніж 18 кріпиться до жолоба 16 за допомогою кронштейна 19 болтами.

При цьому між ножем і поверхнею Б ротора встановлюється зазор такої величини, який визначає межу крупності матеріалу, що класифікується.

Класифікатор працює наступним

За допомогою кліноременної передачі обертають шків 1, вал 2, пов'язаний зі шківом шпонкою, і разом з валом 2 ротор 5. Матеріал, що підлягає класифікації по крупності, опускаючись по жолобу вниз, потрапляє на фланець 4 де під дією відцентрової сили, що виникає при обертанні валу та ротора, шматки матеріалу відкидаються на внутрішню робочу поверхню Б ротора і далі піднімаються по ній вгору. Шматки матеріалу з меншим розміром, ніж висота щілини, проштовхуються в ці щілини дією відцентрової сили, так як, перебуваючи на поверхні Б, матеріал обертається разом з ротором 5.

Складова відцентрової сили, спрямована вздовж поверхні Б, піднімає по ротору матеріал 5, і він просівається через щілини ротора. Якщо якась частина шматків, що підлягали класифікації, не просіялася, то, наткнувшись при підйомі вгору ніж 18, вона відкидається їм вниз, і ці шматки повторно класифікуються. Шматки з розміром, більшим за межі класифікації, піднімаються до верху ротора і падають вниз за стрілкою Д між зовнішнім і середнім кожухом. Дрібна фракція просівається через щілини в нижній частині ротора, ударяється об поверхню кожуха 10 і падає вниз за стрілкою В. Середня фракція просівається через щілини у верхній частині ротора і падає вниз за стрілкою Г. Матеріал, що пройшов

класифікацію і віддалений з ротора за стрілками, Г і Д, За допомогою напрямних лотків подається на конвеєр, що транспортує, і складається окремо по фракціях.

Значна частина шматкового матеріалу має неправильну форму, що є причиною великої ймовірності застрягання шматків у щілинах ротора. Однак ймовірність забивання щілин у даному пристрої менше, так як класифікуючий отвір має вигляд безперервної щілини і при обертанні ротора шматок, що застряг в щілини, натикається на очисник 13 і викидається з щілини в порожнину ротора. Це зберігає щілини безперервно відкритими для класифікації, тобто. класифікатор має вищий ступінь працездатності.

Винахід [5] відноситься до пристроїв для розподілу сипких матеріалів, зокрема для очищення зерна від великих домішок.

Мета винаходу - покращення якості сепарування та підвищення надійності сепаратора в роботі шляхом виключення попадання на циліндричне решето великих домішок та сторонніх предметів, що знаходяться в зерновому матеріалі.

Відцентрово-решітний сепаратор з вертикальною віссю обертання включає обертову завантажувальну горловину 1, конічну обичайку 2, всередині яке розміщені живильник 3 і конічне ділильне решето 4, прикріплене верхньою основою до обертової завантажувальної горловини 1, циліндричне решето 5, і притиснуту до нього пружинами 7 зовнішню. щітку 3. Конічна обичайка 2 своєю нижньою основою нерухомо з'єднана з циліндричним: решетом 5, а верхнім - з завантажувальною горловиною 1. Усередині циліндричного решета 5 співвісно з ним встановлений пластинчастий барабан 9 з кільцевою щіткою 10. Пластинчастий барабан 9 жорстко 11, а циліндричне решето 5 своєю нижньою основою пов'язано з хрестовинами 12 і приводиться у обертальний рух через втулку 13 і редуктор 14.

Редуктор 14 забезпечує різницю швидкостей обертання циліндричного решета 5 і пластинчастого барабана 9. Барабан 9 обертається приблизно в два рази. На внутрішній поверхні пластинчастого барабана 9 закріплено циліндричне колосове решето, діаметр якого більший за діаметр отворів циліндричного решета.

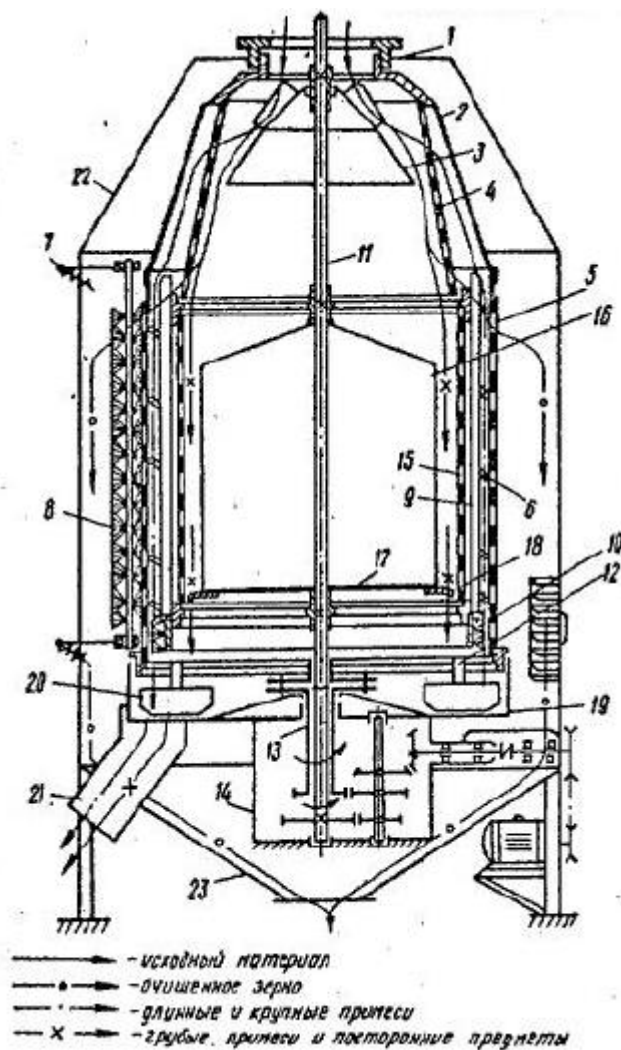


Рис 2.5 – До патенту [5]

Конічне ділильне решето 4 своєю нижньою основою встановлено безпосередньо над циліндричним колосовим решетом Т5, що сприяє вільному руху сходової фракції на циліндричне колосове решето 15. причому нижня основа конічного ділительного решета 5 входить з радіальним зазором всередину пластинчастого барабана 9. Обмежувальний барабан 16 у нижній частині закінчується диском 17 з еластичним кільцем 18, яке, відгинаючи, пропускає сторонні предмети. Для збору домішок є циліндрична обичайка 19. Прикріплені до хрестовин скребки 20 викидають домішки і сторонні предмети з обичайки і ті, своєю чергою, 21 вилотку виводяться з сепаратора. Сепаратор укладений у кожух 22 з конічною збіркою 23 для виведення очищеного зерна в нижній частині.

Відцентрово-решітний сепаратор має наступним чином.

Зернова суміш, що містить грубі, великі і довгі домішки, надходить через обертovu завантажувальну горловину 1 на живильник 3, відкидається під дією відцентрових сил, подається на внутрішню поверхню конічного розподільчого решета 4 і далі рухається вниз, при цьому зерна просіюються через отвори. Конічне ділильне решето 4 поділяє зерновий матеріал на дві фракції. Більшість довгих домішок затримується, затримуються також грубі, великі домішки і сторонні предмети, що знаходяться в зерновому матеріалі. Схід з ділильної решітки 4 надходить на внутрішню поверхню! циліндричного колосового решета 15, а прохід - в простір між барабаном 9 і циліндричним решетом 5. Завдяки попередньому розшарування зернової суміші довгі домішки вступають в контакт з циліндричним решетом 5 значно пізніше, шлях їх ковзання по решеті, а отже, і ймовірність проходження через отвори решета зменшується, що підвищує як пропускну здатність, а й якість очищення. Сторонні предмети йдуть сходом з колосового циліндра решета 15 і через еластичне кільце 18 потрапляють в циліндричну обічайку 19. Решето і барабан обертаються в один бік, але з різними швидкостями. У кільцевому шарі матеріалу між циліндричним решетом 5 та пластинами барабана 9 відбувається відносно ковзання елементарних концентричних шарів. Ці шари утворюють загальний активний шар, в якому під дією сил тертя частинки зернової суміші спрямовано орієнтуються, встановлюючись своєю довжиною по дотичних до поверхні циліндричного решета. Довгі частинки під дією тертя в активному шарі укладаються "плашмя" на циліндричне решето. Ковзання зернової суміші щодо поверхні решета дає можливість зернам короткої фракції проходити через отвори решета, цьому сприяють і відцентрові сили. Очищене зерно, що пройшло крізь отвори циліндричного решета, надходить у конічний збірник 23 і виводиться йе машини. Довгі домішки залишаються на поверхні циліндричного решета і спіраллю 6 безперервно транспортуються з-під кільцевого шару матеріалу в осьовому напрямку через кільцевий зазор між циліндричним решетом і кільцевою щіткою 10 в ци-. ліндричну обічайку, звідки 20 скребками викидаються в лоток 21 разом з сторонніми предметами і грубими домішками.

Винахід [6] відноситься до збагачення корисних копалин для поділу матеріалу по крупності і може бути використане в нерудній, вугільній та інших галузях народного господарства.

Метою винаходу є підвищення якості розсіву матеріалу.

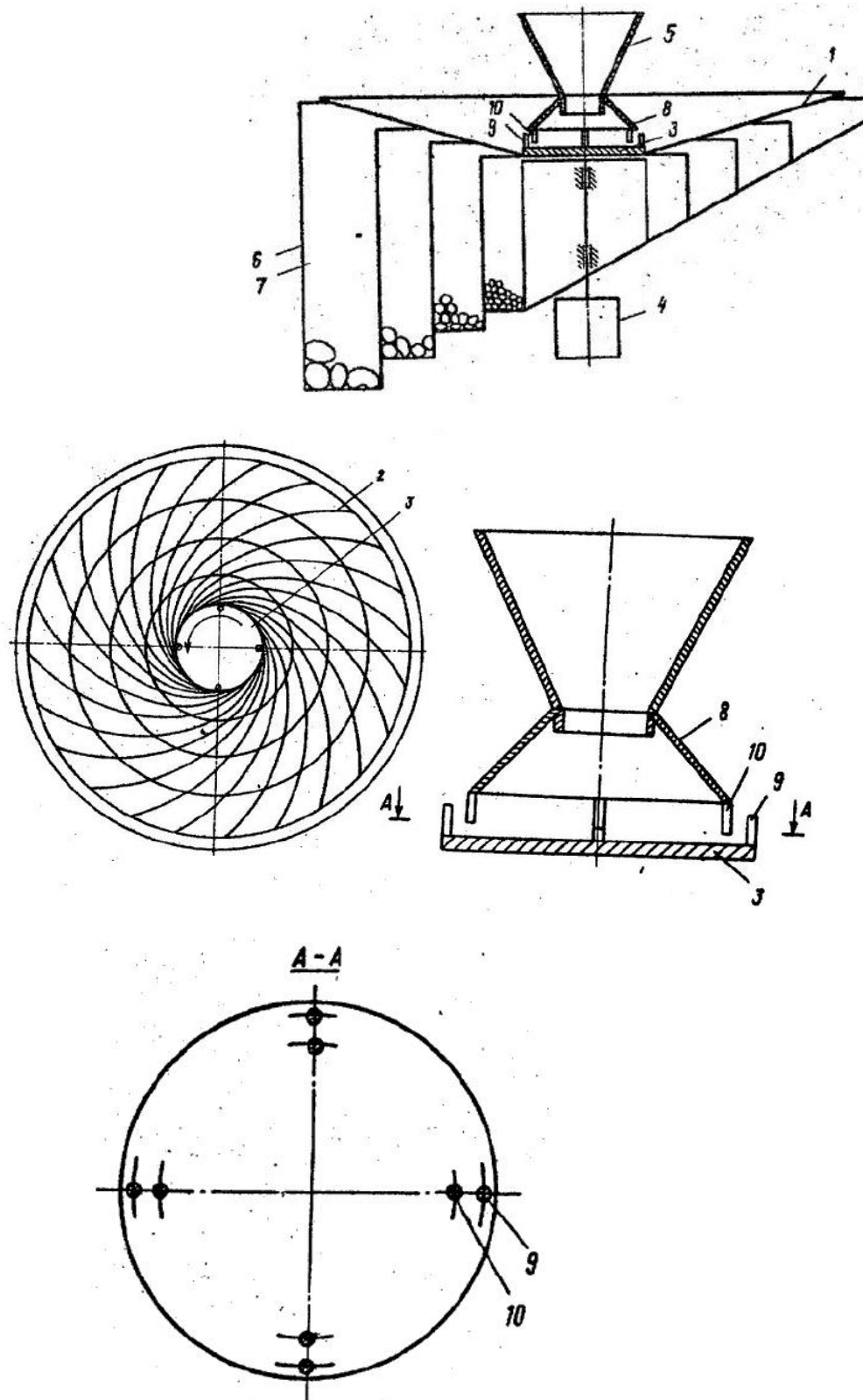


Рис 2.6 – До патенту [6]

Відцентровий гуркіт містить робочий орган 1 у вигляді зрізаного конуса з колосниками, виконаними і вигляді логарифмічних спіралей 2, і розкидає майданчиком 3, що приводиться в обертання за допомогою приводу 4, завантажувальний 5 й приймальний пристрій 6 у вигляді концентрично розташованих один в іншому циліндрів 7, що відображає 8, встановлений над розкидаючим майданчиком 3, розпушувачі 9, які розташовані на раз брасывзюющей майданчику 3, і розпушувачі 10, розташовані на конусі, що відбиває 8. Причому розпушувачі 9 і 10 розташовані на концентричних окружностях і виконані у вигляді вертикально встановлених стрижнів.

Гуркіт працює наступним чином.

Кусковий матеріал із завантажувального пристрою направляється в центр і обертання майданчика, що розкидає, 3 і під дією відцентрової сили спрямовується в щілини між колосниками. Оскільки колосники виконані у вигляді логарифмічних спіралей, то шматки матеріалу, переміщуючись по поверхні робочого органу по траєкторії, близькій до радіальної, при опти її.ої швидкості його обертання, постійно знаходяться в міжколосієвому просторі не перескакують через колосники 2. Цим забезпечується плавне переміщення матеріалу від центру під невеликим кутом вгору до периферії та його ефективний поділ. Дрібніша фракція виділяється в перших від осі обертання циліндрах 7, а більша направляється в периферійні циліндри.

Просіююча поверхня, в даному випадку, утворена колосниками 2 і торцями концентрично розташованих один в одному циліндрів 7. При цьому розмір комірки поверхні, що просіває, збільшується від центру до периферії робочого органу.

Шматки матеріалу, відбиті від розкидаючого майданчика і від .взаємних зіткнень з іншими шматками в момент завантаження, повертаються конусом, що відбиває, знову на розкидальний майданчик і надалі розподіляються по класах. При завантаженні злежалися матеріалів розпушувачі 9 розкидаючого майданчика, повертаючись щодо нерухомих розпушувачів 10 відбиває конуса, розпушують масу, що злежалася, і сприяють сегрегації і ефективному поділу матеріалу.

Винахід [7] відноситься до сільського господарства, переважно для поділу

сипких матеріалів крупно. Мета винаходу – підвищення продуктивності.

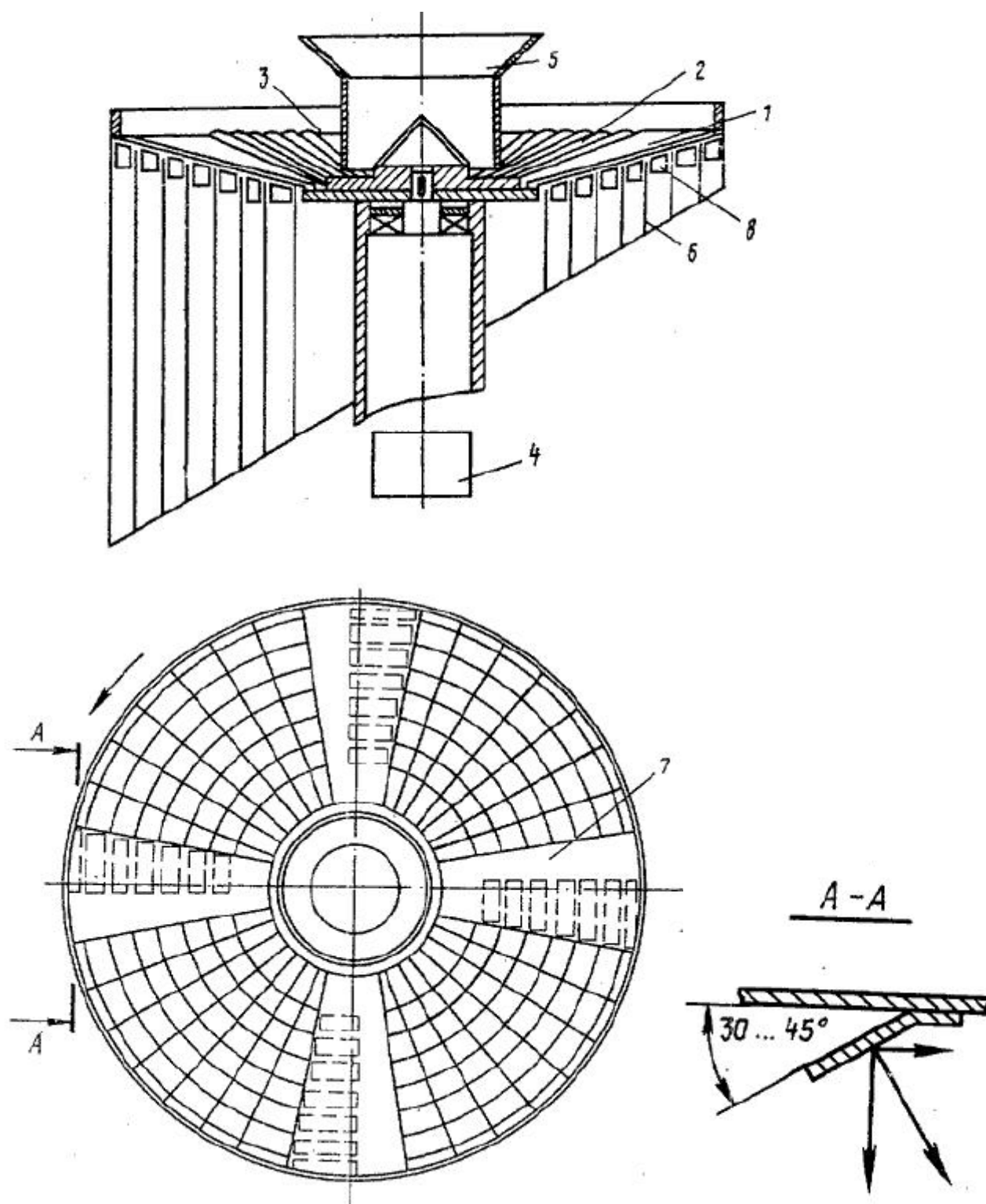


Рис 2.7. – До патенту [7]

Відцентровий гуркіт включає робочий Орган у вигляді усіченого конуса 1 з радіально розташованими колосниками 2. У середній частині конуса 1

.розташована розкидаюча площадка 3. Обертання конуса 2 повідомляється приводом 4. У верхній частині конуса 1 знаходиться завантажувальний пристрій 5 для. Цриємники 6 продуктів поділу виконані у вигляді конієнтрічно розташованих щодо осі циліндрів. Між колосників 2 рівномірно по колу встановлені секторні пластини 7, на яких на нижній поверхні під гострим кутом в напрямку робочого обертання закріплені завихрителі 8.

Відцентровий гуркіт працює в такий спосіб.

Вихідний матеріал у вигляді суміші насіння через завантажувальний пристрій 5 надходить на розкидальний майданчик 3 і під дією відцентрової сили рівномірно розподіляється по колосникам 2. Щілини між колосниками збільшуються від центру до периферії. Спочатку між колосниками проходять у приймач 7 найдрібніші зерна, далі все більші, а з колосників сходять зерна, що не пройшли між колосниками.

За допомогою обертання конуса 1 секторними пластинами 7 з завихрювачами 8 створюється ефект розрідження і між колосників швидше проходять зерна відповідної крупності, що сприяє підвищенню продуктивності пропонованого гуркоту в порівнянні з відомими без зниження якості поділу.

Винахід [8] відноситься до пристроїв для поділу на фракції полідисперсних порошкоподібних матеріалів, може бути використане у промисловості будівельних матеріалів, хімічній технології, енергетиці та інших галузях.

Мета винаходу - підвищення ефективності поділу схильних до агломерації матеріалів шляхом механічного руйнування агломератів перед виведенням матеріалу в грубий продукт.

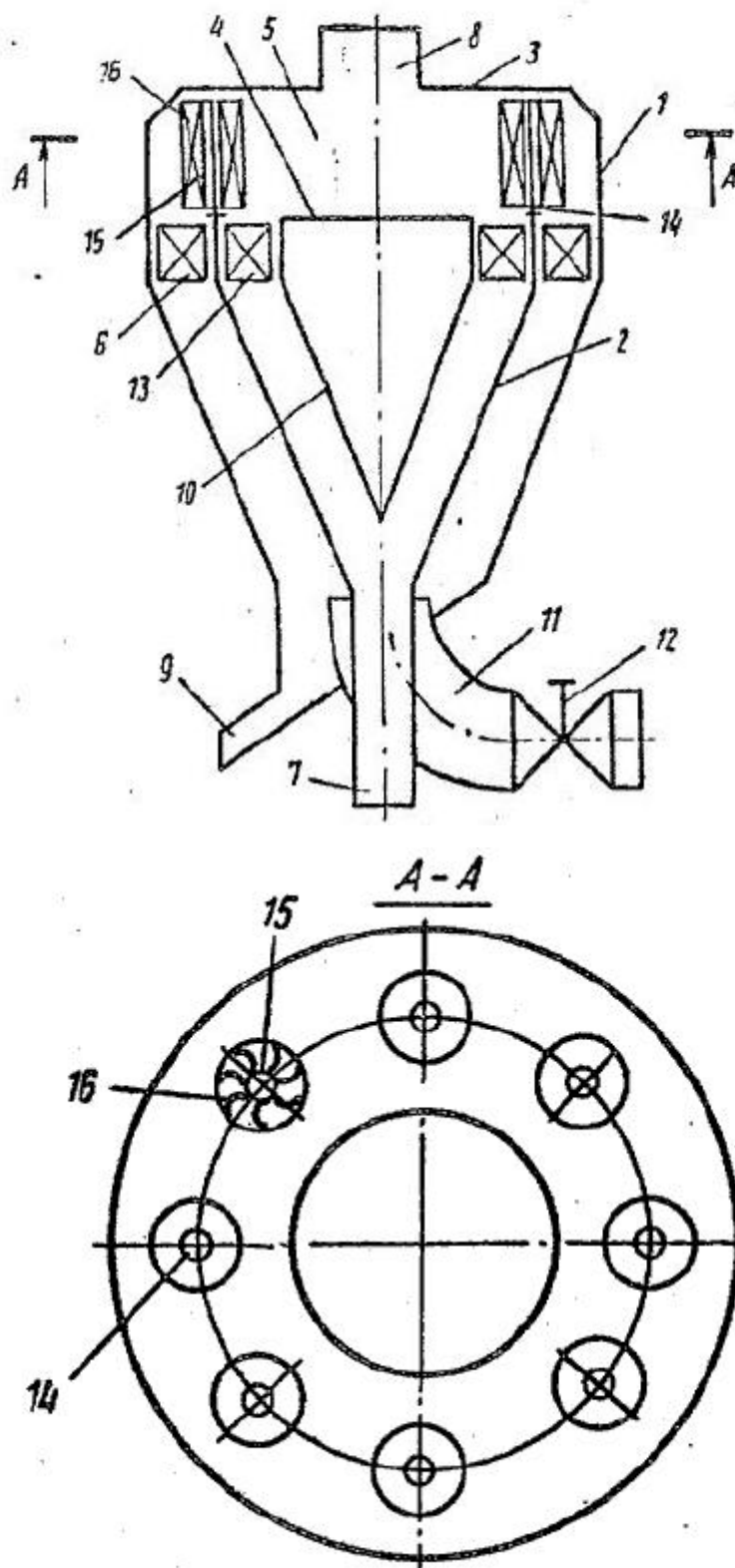


Рис 2.8 – До патенту [8]

Сепаратор, складається з встановлених коаксіально зовнішнього 1 я внутрішнього 2 циліндричних корпусів з кришками 3 і 4, що утворюють плоску Центробіжно-протиточну зону 5 поділу, закручувача 6 з поворотними лопатками,

патрубка 7 підведення вихідного матеріалу разом з первинним . тонкого продукту разом з повітрям, тічки 9 відведення грубого продукту, обтічника 10, патрубка 11 підведення вторинного повітря з шиббером 12, додаткового закручувача 13 і встановлених на кромці внутрішнього корпусу 2 вертикальних осей 14 з розміщеними на них роторами 15.

Сепаратор працює в такий спосіб.

Вихідний матеріал разом з повітрям подається через патрубок 7 в зазор між обтічником 10 і внутрішнім корпусом 2, проходить через закручувач 13 і надходить в зону 5 поділу, утворену між кришками 3 і 4, Вторинний повітря, витрата якого регулюється шиббером 12, подається через патрубок 1 в зазор між внутрішнім 2 і зовнішнім корпусами 1, закручується закручувачем б і надходить в зону 5 поділу з її периферіїд приводячи в обертання ротори 15 з радіальними вигнутими лопатями 16, розміщені на осях 14, В відцентровий-но-протиточній зоні 5 крупності: великі частинки під дією переважаючих відцентрових сил інерцій рухаються до периферії, а дрібні під дією переважаючих сил захоплення газовим потоком - до осі сепаратора, причому до периферії відкидаються і агломерати з дрібних частинок.

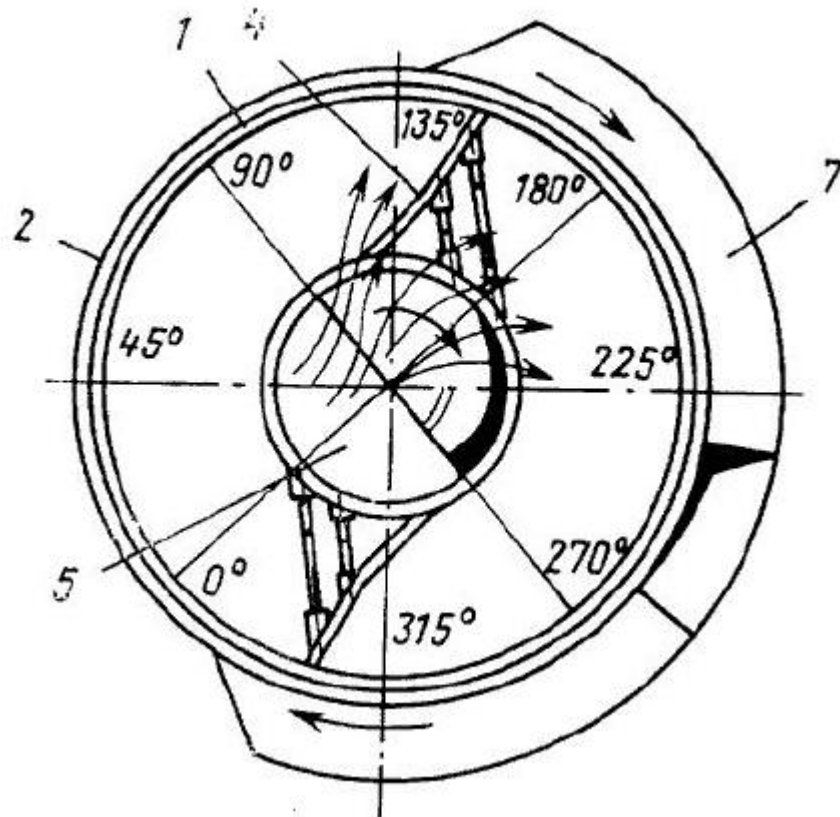
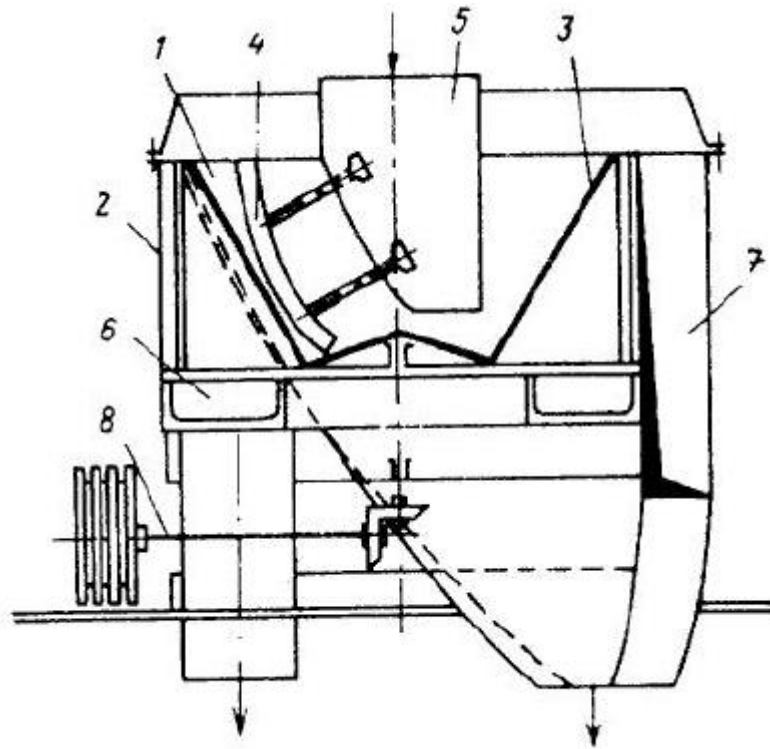
Досягнувши обертаються на осях 14 роторів 15 з радіальними вигнутими лопатями 16 великі частинки і агло-мерати з дрібних частинок ударяються о . лопаті 16, При цьому агломерати дрібних частинок руйнуються і потоком вторинного газу повертаються в зону розділення 5, після чого виносяться через патрубок 8 разом з повітрям. Великі частинки при ударі лопаті 16 не руйнуються, виводяться в зазор меаду корпусами 1 і 2 і далі через течку 9 в грубий продукт.

Таким чином, у відцентровому повітряно-прохідному сепараторі досягається підвищення ефективності поділу схильних до агломерації матеріалів шляхом руйнування агломератів перед виведенням у грубий продукт і повернення дрібних частинок, що їх складали, в зону поділу.

Винахід [9] відноситься до гірничої промислової зокрема до пристроїв поділу матеріалів та крупності, забезпечених очищувачами поверхні, що просіває і використовуються в області збагачення корисних копалин.

Мета винаходу - покращення якості продуктів розсіву вугілля за рахунок

зниження його подрібнення.



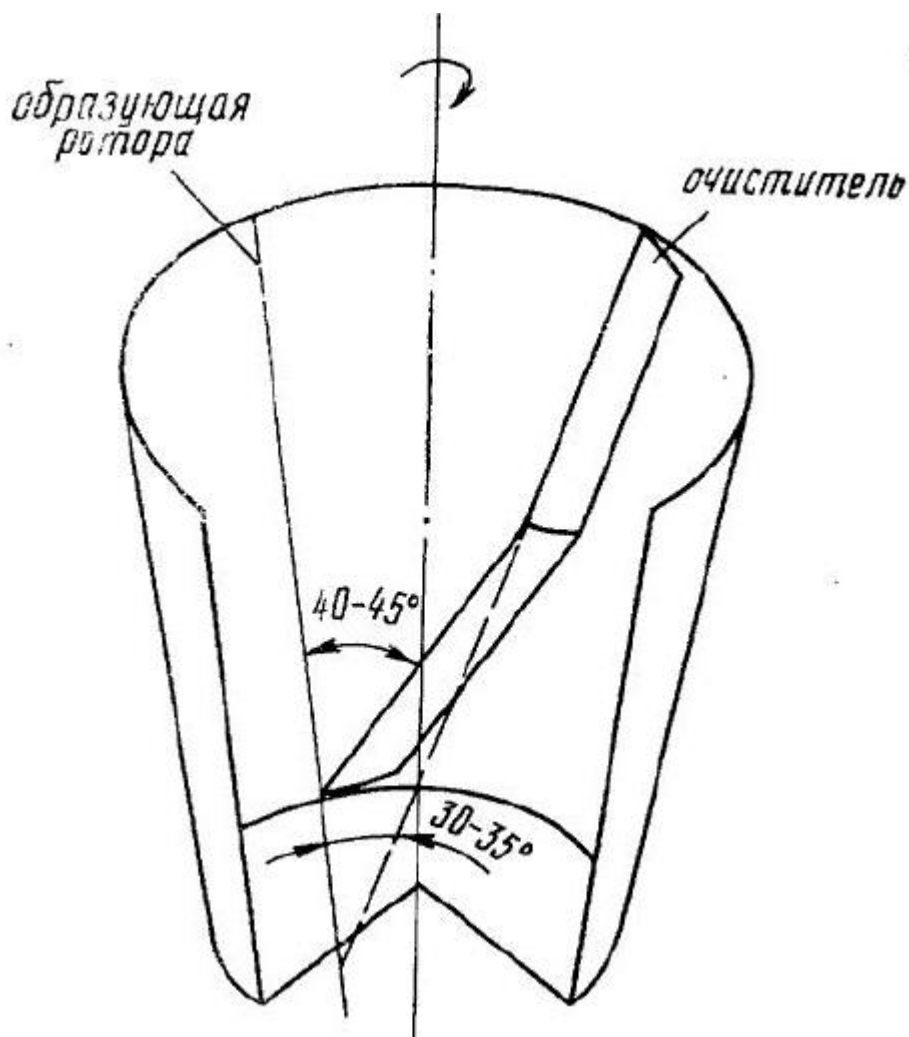


Рис 2.9 – До патенту [9]

Відцентровий класифікатор включає конічний ротор 1, встановлений всередині корпусу 2. Ротор 1 має конічну поверхню, що просіває 3, вздовж всієї висоти якої з зазором встановлені плоскі ножові очищувачі 4 виконані вигнутими в середній частині по їх висоті. Кут нахилу ножових очищувачів 4 до утворює ротора у верхній частині становить 30—35', а нижньої — 40—45'. По осі ротора встановлений завантажувальний жолоб 5, а в нижній частині корпусу 2 встановлено кільцеве скребковий пристрій 6. З зовнішньої сторони класифікатора встановлено пристосування для розвантаження надрешітного продукту, виконане у вигляді спірального жолоба 7. Обертання ротору 1 передається через конічну і клиноремennу.

Класифікатор працює в такий спосіб

Вихідний матеріал безперервно надходить у завантажувальний жолоб 5 з

похилим днищем, направляючим матеріал в зону, обмежену спіральним жолобом 7. Конічне днище ротора 1 відкидає матеріал до основи конічної поверхні, що просіває 3. Під дією відцентрових сил матеріал переміщається але просіює поверхні 3 1. При цьому частинки матеріалу розміром менше розміру граничного зерна поділу приходять через отвори поверхні, що просіває 3, потрапляють в кільцеве скребковий пристрій 6 і вивантажуються в заданій точці, через жолоб.

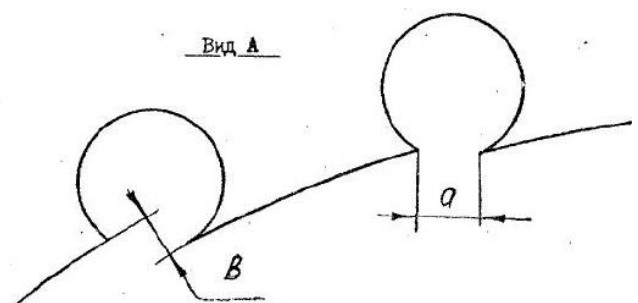
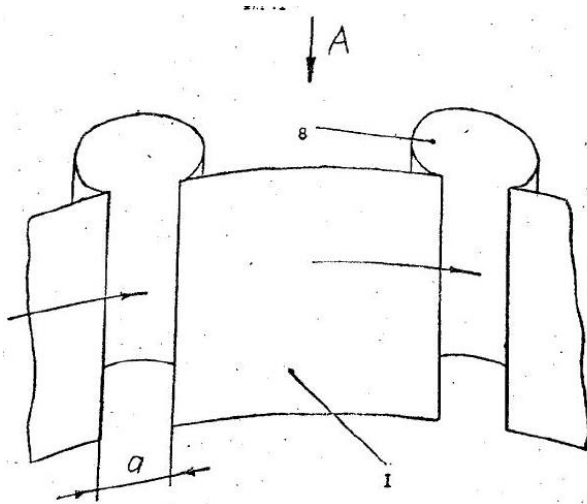
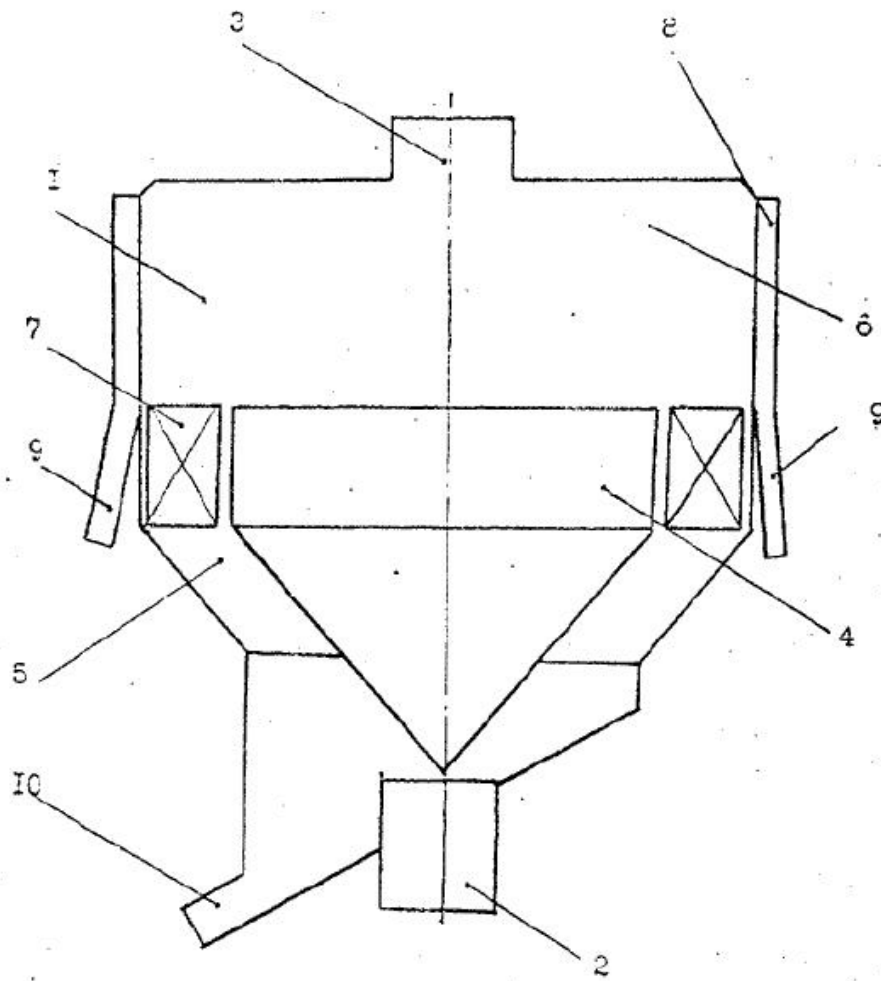
Частинки матеріалу розміром більше граничного зерна поділу рухаються, в основному, вздовж очищувачів 4 і вивантажуються через верхню кромку ротора 1 в спіральний жолоб 7. Нижня частина очищувача 4 встановлена під кутом 40-45 ° до утворювальної ротора, зменшує кут зустрічей. ріалу з поверхнею очищувачів до 30-35, чим погашається швидкість, надана ворота тулимося ротором 1, і запобігається з чельченні матеріалу від удару.

У верхній частині очищувача, що має кут установки 30-35 °. матеріал рухається вздовж площини очисників. При цьому скорочується

Винахід [10] відноситься до пристроїв для поділу полідисперсних порошкоподібних матеріалів і може бути використане як у промисловості будівельних матеріалів при виробництві цементу, так і в гірничо-рудній при подрібненні руд в енергетичній помолі вугілля.

Метою винаходу є підвищення ефективності сепарації.

Відцентровий повітряно-прохідний сепаратор містить циліндроконічний корпус 1. На протилежних торцях корпусу 1 розташовані патрубок 2 подачі вихідного матеріалу з повітрям і відводу патрубок 3 готового продукту. У внутрішній частині корпусу 1 встановлений циліндроконічний обтічник 4 так, що з корпусом 1 утворює сферичну порожнину 5 для введення вихідного матеріалу камеру 6 сепарування. По ходу пилоповітряного потоку в циліндричній частині корпусу 1 встановлений закручувач потоку 7 з поворотними лопатками. встановленими по всьому периметру між обтічником 4 і корпусом 1.



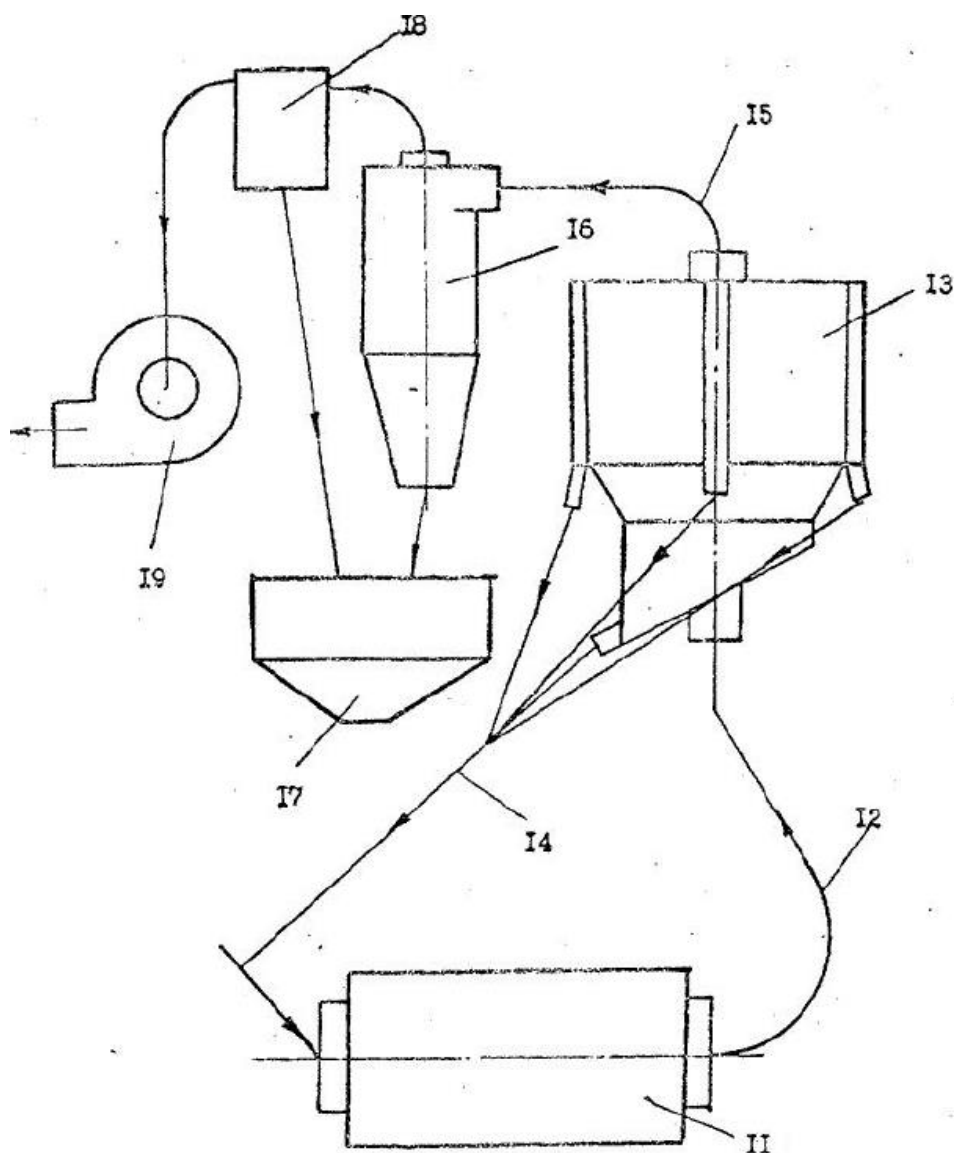


Рис 2.10 – До патенту [10]

Над закручувачем потоком 7 в корпусі 1 розташовані канали 3 для виведення з потоку грубої фракції, які мають щілинні отвори, виконані вздовж утворюють циліндричної частини корпусу 1. Канали 8 в нижній частині сепаратора переходять в автономне трубопроводи 9, які у свою чергу, з'єднуючись між собою, потім утворюють загальний трубопровід.

У нижній частині корпусу розташований 1 патрубок 10 відведення грубої фракції.

Сепаратор працює в такий спосіб. Пилогазовий потік через патрубок 2 спрямовується до закручувача потоку 7, який тангенційно спрямовує потік у зону сепарування. Великі фракції відцентровою силою відкидаються до внутрішньої

стілки корпусу 1 і потрапляють у щілини каналу 8, звідки трубопроводом 9 - назад в млин. Наявність каналів 8 не дозволяє перемішуватися грубого продукту і висхідного вихідного. Це значно підвищує ефективність сепарації. Готовий продукт виноситься у патрубок 3.

Як видно з креслення, циліндрична частина корпусу виконана з порожнистими виступами, розташованими з його зовнішньої сторони і повідомленими з порожниною корпусу 1 за допомогою щілинних отворів, виконаних уздовж утворюють циліндричної частини, причому кромки щілинних отворів кожного виступу в радіальному напрямку ступінчасто зміщені відносно один одного на відстань $B = (5-6) \cdot 10^{-3}$ діаметрів периферійних каналів. Ширина щілинного отвору $a = (10-12) \cdot 10^{-3}$ діаметрам периферійних каналів. Це дозволяє вловлювати частинки граничного розміру $d = (0,1-0,2) B$ і $d = (0,05-0,1) a$.

Подрібнений в млині 11 матеріал по трубопроводу 12 повітрям подається в сепаратор 13. звідки крупка по трубопроводу 14 направляється на помел в млин 11. а готовий продукт виноситься по трубопроводу 15 в осадові циклони 16. Обложений готовий продукт транспортується на склад готового 17 продукт. Виведений з циклонів 16 повітря очищається у фільтрі 18 і направляється у вентилятор 19. Уловлений у фільтрі 18 продукт надходить на склад 17 готового продукту.

Використання пропонованого сепаратора в технології замкнутого подрібнення забезпечує досягнення наступних технічних та економічних показників: підвищення продуктивності готового продукту на 15-20%, зниження питомої витрати електроенергії на 17-22%.

Мета винаходу [11] - підвищення продуктивності апарату та ефективності процесу грохочення.

Поставлена мета досягається тим, що в ротаційно-імовірнісному гуркоті, що включає корпус, вертикальний вал із закріпленими на ньому стрижневими поверхнями, що просіюють, виконаними у вигляді дисків, що складаються з концентрично розташованих кілець, течок збору продукту поділу, завантажувальний пристрій і розвантажувальні патрубки, на вертикальному валу

закріплена додаткова збоча поверхня, виконана у вигляді усіченого конуса, утвореного радіально-розкладеними стрижнями і закінчується конусоподібним ковпаком, а під стрижнями кільця, що просіває, найбільшого діаметра додатково встановлені спіральні розподільні елементи.

Таким чином, в ротаційно-імовірнісному гуркоті за допомогою установки додаткової поверхні, що просіває, можливо початковий вихідний матеріал, розділивши на два потоки, подати в різні точки основної поверхні, що просіває: дрібний матеріал в початок, великий матеріал в середину. Це зменшить час перебування на основній поверхні, що просіває найбільші частинки. Поділ основної поверхні, що просіває на ряд кільцевих ділянок з різною кількістю і кроком розташування стрижнів, дозволяє повніше використовувати площу поверхні, що просіває, зробити апарат більш компактним, більш продуктивним.

Закріплення під стрижнями основної поверхні, що просіває спіралеподібних елементів дозволяє зменшити попадання в подрешетний продукт великих плоских частинок класифікованого матеріалу.

Частинки класифікованого матеріалу рухаються по поверхні, що просіває від місця подачі до периферії під дією відцентрової сили. Ступінчаста форма профілю основної поверхні, що просіває, дозволяє найбільшим частинкам при ударі про стрижні очиститися від налиплих дрібнодисперсних частинок.

Різна кількість і крок розташування стрижнів у різних кільцевих ділянках основної поверхні, що просіває, дозволяє врахувати відмінність відцентрових сил, що діють на частинки класифікованого матеріалу, що знаходиться на них. Ширина щілини поверхні, що просіває, збільшується від центру до периферії поверхні, що просіває, що дозволяє також уникнути забивання матеріалом.

Ротаційно-імовірнісний гуркіт включає завантажувальний пристрій 1, конусоподібний ковпак 2, додаткову робочу поверхню, що просіває 3, закріплену на основній поверхні, що просіває 4, має в центральній частині такий же конусоподібний ковпак 5, ролюкоопори 6, вертикальний вал 7, конічні шестерні 8, мотор- 9. Гуркіт забезпечений течками збору великого продукту 10 з розвантажувальними патрубками 11 і течкою збору дрібного продукту 12 з

розвантажувальним патрубком 13.

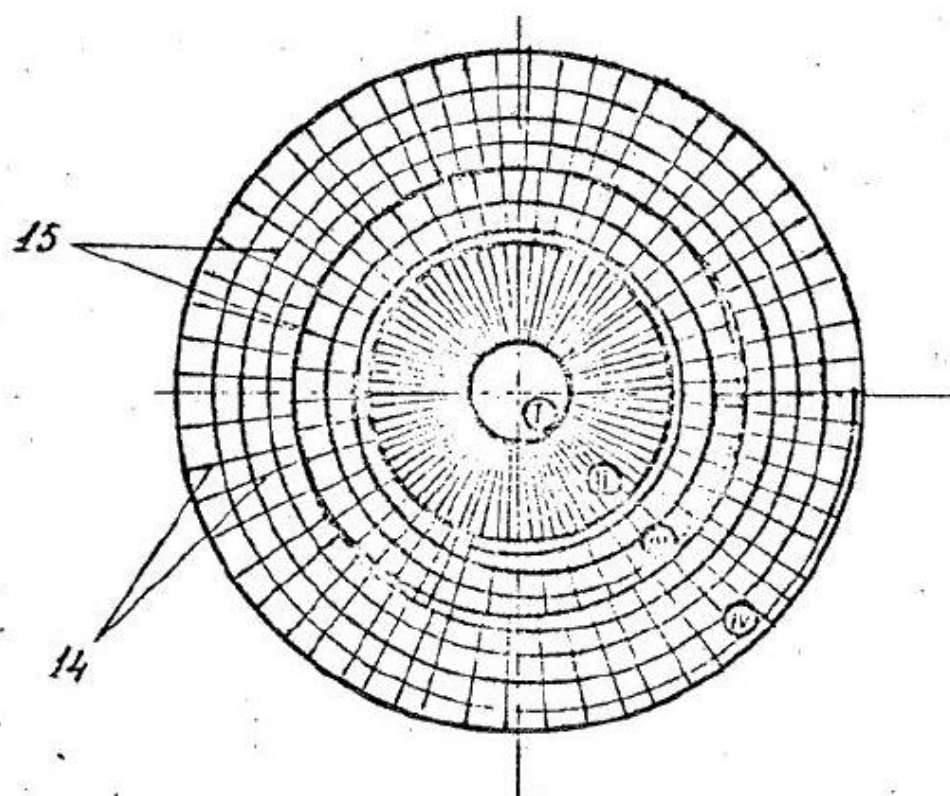
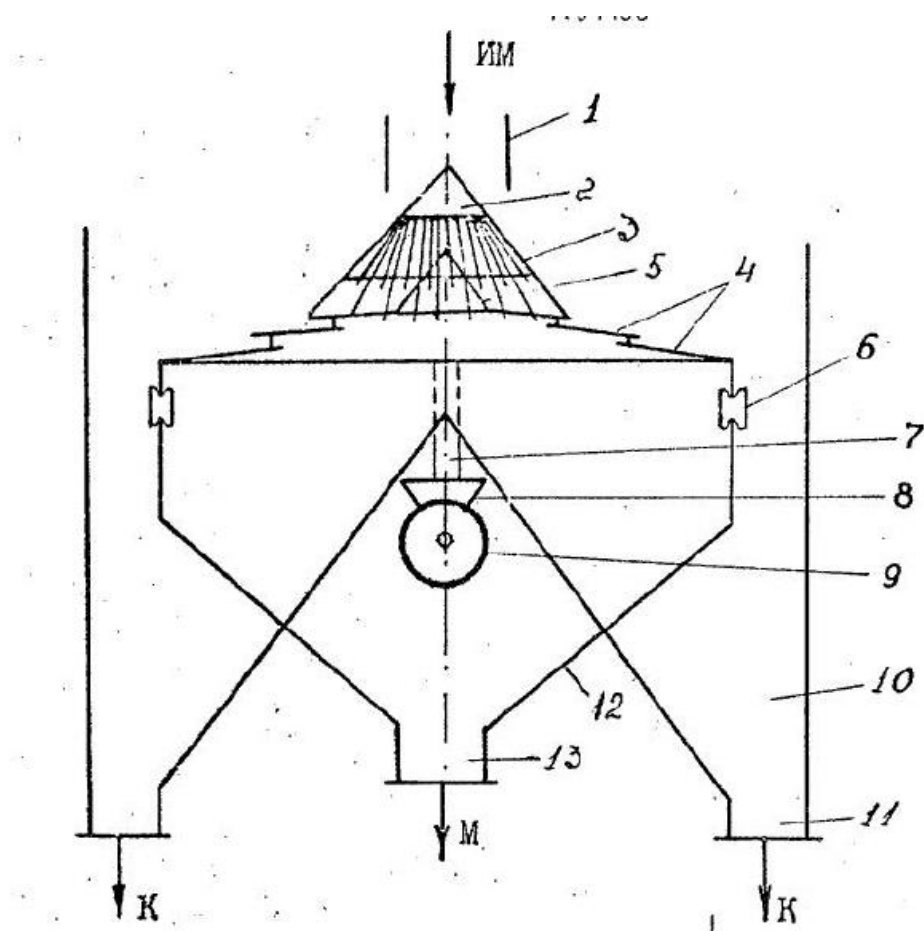


Рис 2.11 – До патенту [11]

Основна поверхня, що просіває, розділена на ряд кільцевих ділянок I, II, III, IV. Центральна ділянка I закрита конусоподібним ковпаком 5. Кільцеві ділянки II, III, IV виконані з набору радіально розташованих стрижнів 14, під якими закріплені спіралеподібні розподільні елементи 15 у вигляді дроту або смуги.

Гуркіт працює наступним чином. Вихідний матеріал (ІМ) через завантажувальне кільце 1 подається на конусоподібний ковпак 2, що обертається, і самопливом зсипається на обертову додаткову робочу поверхню 2. Найбільш великі частинки з додаткової 50 робочої поверхні 3 зсипаються в середню частину основної просіюючої поверхні 4, де під дією відцентрової периферії і потрапляють у течку великого продукту 10. Подрешетний продукт додаткової поверхні, що просіює, потрапляє на обертовий конусоподібний ковпак 5 і під дією відцентрової сили рухається по всій довжині основної просіюючої поверхні 4. Під час свого руху по основній поверхні, що просіває, частинки матеріалу, що мають крупність достатню для ймовірного проходження крізь задані отвори (щілини), під дією гравітаційної сили просіваються через поверхню, що обертається, що просіває. швидкості, ймовірність проходження частинок заданої крупності близька за значенням.

Чим більша різниця між окружною швидкістю поверхні, що просіває в даній точці і тангенціальної складової швидкості частинки, тим менша ймовірність просіювання, за інших основних умов.

Крупність частинок матеріалу, що просіваються через поверхню, що обертається залежить від відносної, швидкості частинок і стрижнів V , ширини щілини між стрижнями I , діаметра стрижнів r_c і може бути визначена з формули:

$$I = V \sqrt{\frac{d_0 + D_c}{g}} + \frac{1}{2} (d - D_c)$$

де d_0 - крупність шматка матеріалу, що потрапляє в підгратний продукт, м.

Як видно з формули (1), при зміні числа оборотів поверхні, що просіває n , змінюється і межа поділу Y_0 , що є безперечною перевагою апарату.

Подрешетний продукт (М) вивантажується безперервно через патрубок 13. надрешетний продукт (К) вивантажується з апарату також безперервно, через

патрубки 11.

Мінімально необхідна кількість оборотів поверхні, що просіває, що забезпечує рух матеріалу по ній. не залежить від маси частинок, а залежить, тільки від точки подачі матеріалу на поверхню, що просіває g і від коефіцієнта тертя матеріалу про стержні kt :

$$n \geq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{k_n \cdot g}{r}}, \text{ об/мин.}$$

Велика частота обертання поверхні, що просіває, дає меншу межу поділу і навпаки.

Процес поділу на гуркоті здійснюється з постійною частотою обертання поверхні, що просіває, і на ньому можна точно розділити матеріал на два класи крупності.

Необхідність встановлення додаткових елементів на гуркоті з метою підвищення продуктивності та ефективності його. виникає лише зі збільшенням масштабів апарата.

Розбиття поверхні, що просіває на ряд кільцевих ділянок з різною кількістю і кроком розташування стрижнів дозволяє, збільшивши їх діаметр, посилити жорсткість конструкції поверхні, що просіває, зменшити щілину між стрижнями і отже число оборотів поверхні, що просіває, збільшити робочу площу просіюючої поверхні, отже продуктивність апарату.

Діаметр поверхні, що просіває випробуваного авторами гуркоту становив 0,8 м, діаметр стрижнів 4 мм. мінімальна відстань між стрижнями 1 мм, максимальна - 15 мм, кут їх нахилу до горизонталі 4° , Діаметр основи конусоподібного ковпака 0,3 м. Установка додаткової поверхні, що просіває на гуркоті таких компактних розмірів на думку авторів є недоцільною, т.к. довжина поверхні, що просіває, складає всього 0,25 м.

Винахід [12] відноситься до пристроїв для поділу сипучих матеріалів на фракції і може бути використане в азбестовій промисловості для вилучення азбестового волокна з проміжних продуктів збагачення, а також може знайти застосування для фракціонування та збагачення сипучих матеріалів у хімічній,

будівельній галузях промисловості.

Мета винаходу - підвищення ефективності поділу.

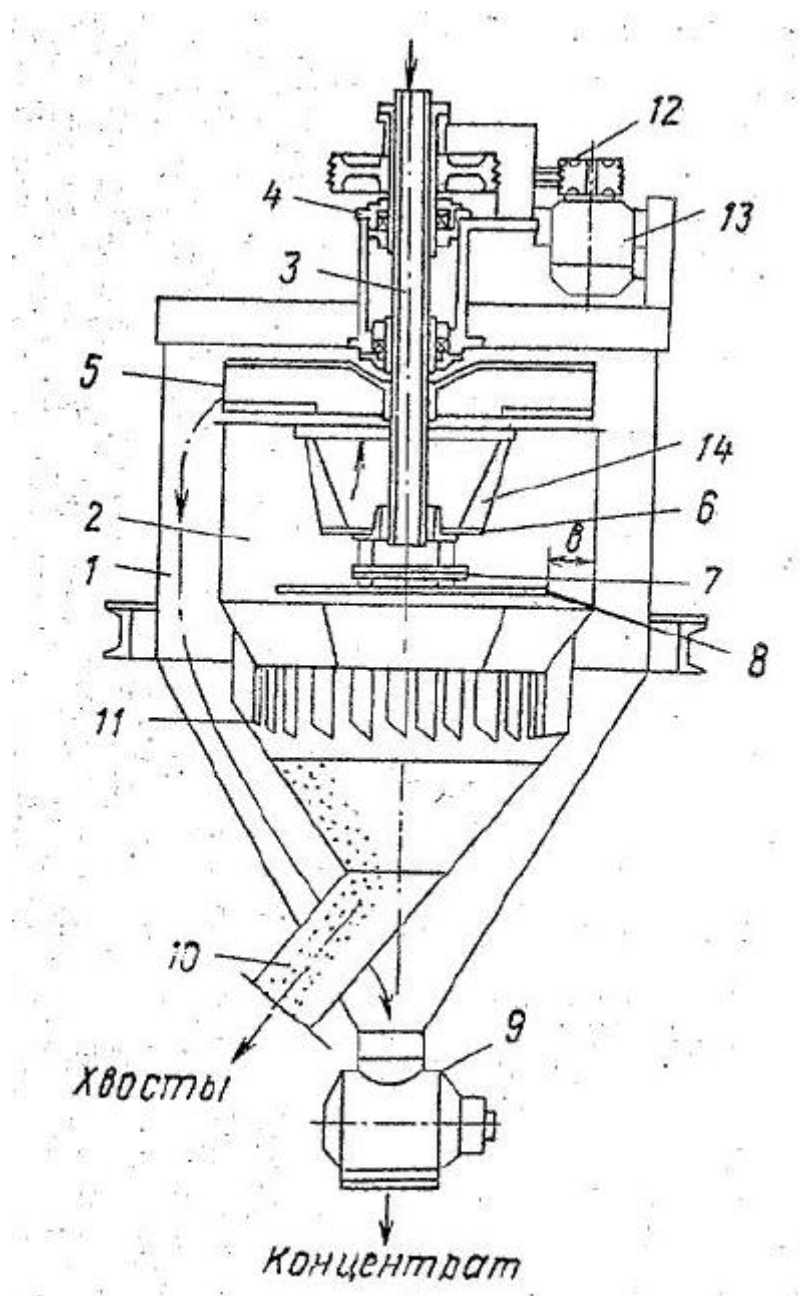


Рис 2.12 – До патенту [12]

Відцентровий повітряний сепаратор містить зовнішній циліндроконічний корпус 1, внутрішній циліндроконічний корпус 2, завантажувальний пристрій 3, ротор 4, на якому закріплені послідовно зверху вниз вентиляторне колесо 5, сепаруючий орган 6, розкидальний диск 7 і додатковий диск-екран 8, розвантажувальні пристосування для легкої і важкої фракцій, відповідно 9 і 10, жалюзійну решітку 11. Ротор 3 12 з приводом 13. Сепаруючий орган 6 виконаний

у вигляді турбінки з Лопатками 14, консольно закріпленими на диску-основі сепаруючого органу 6. Додатковий диск-екран 8 розміщений під диском, що розкидає 7. Діаметр додаткового диска-екрану 8 становить не менше 0. внутрішнього корпусу 2. Додатковий диск-екран 8 розміщений нижче диска 7, що розкидає, на відстані H , величина якого за даними експериментів становить від 100 до 150 мм.

Сепаратор працює наступним чином.

Від приводу 13 ротор 4 приводиться у обертання. Вентиляторне колесо 5 створює в сепараторі висхідний потік повітря. Вихідний матеріал, наприклад, а.сбестосо-тримає продукт. Надходить через завантажувальний пристрій 3 на диск, що розкидає 7. з якого під дією відцентрових сил віялом розкидається по периферії циліндричної частини внутрішнього корпусу 2. Повітряний потік надходить у внутрішній простір корпусу 2 Через жалюзійну решітку 11 в кільцевій канал між додатковим диском-екран стінкою корпусу 2 де набуває необхідну швидкість за рахунок чого відбувається ефективно захоплення повітряним потоком легкої фракції (азбестового волокна). Необхідну швидкість повітряний потік набуває при проходженні кільцевого каналу за рахунок звуження, утвореного диском-екраном 8 і циліндричною стінкою корпусу 2. Завдяки подальшому розширенню потоку повітря в зоні розкидаючого диска 7 віяло матеріалу продувається повітряним потоком, при цьому максимально виноситься легка фракція дрібні породні частинки) вгору, в зону сепаруючого органу 6. а основна маса великих породних частинок, які відцентровою силою притискаються до стінок корпусу 2 і по них скочуються до розвантажувального пристосування 10. У зоні сепаруючого органу 6 відбувається переміщення легкої фракції -, щого диска 7. Під впливом лопаток 14 сепаруючого органу 6 і впливом центробежних сил породні частинки відбиваються і притискаються до циліндричної стінки корпусу 2. по якій переміщуються до розвантажувального пристрою 10. Найкращі умови для поділу матеріалу створюються тоді, коли траєкторія польоту розкидаючого диска 7 йде плавно низхідним гілкам параболи, коли швидкість польоту частинок матеріалу близька до швидкості вільного падіння. Така умова створюється при діаметрі диска, що

розкидає, 7 меншим в 3-5 разів діаметра додаткового диска екрана 8. розміщеного під ним. Додатковий диск-екран не бере участі у розкиданні матеріалу.

З метою визначення оптимальних співвідношень діаметра диска-екрана і циліндричної частини внутрішнього конуса були проведені досліді з поділу, азбестовмісного матеріалу в сепараторі з діаметром (Д) циліндричної частини внутрішнього корпусу рівним 2100 мм. При цьому диск-екран виконаний змінним із різними діаметрами. Результати дослідів наведено нижче у таблиці 1.

Як видно з таблиці, найкращі показники отримані при співвідношенні діаметрів диска-екрана та циліндричної частини внутрішнього корпусу, що дорівнює 0.7-0.9.

Запропонована конструкція сепаратора дозволяє підвищити ефективність поділу за рахунок оптимального поєднання швидкості повітряного потоку в каналі між стінками внутрішнього корпусу і додатковим диском-екраном і швидкості потоку матеріалу, що створюється розкидальним диском.

2.3. Методика дослідження раціональних схем відцентрових грохотів-сепараторів

Метою дослідження є вибір схеми грохота-сепаратора для сухого поділу тонкодисперсних матеріалів, що має підвищену ефективність розділення.

Пошук раціональної конструкції починається з найпростішого грохота-циклона, до якого поступово, на основі проведеного аналізу шляхів удосконалення конструкцій, додаються певні елементи, що покращують (а можливо і погіршують) процес розділення.

У реальних умовах роботи сепараторів точний поділ частинок за заданим розміром неможливий, оскільки неможливо забезпечити ідеально стабільний режим їхньої роботи. Швидкість руху частинок безперервно коливається через зміну концентрації частинок, їх розмірів, флюктуацій витрати повітря, його напору та ін. Внаслідок цього дрібний клас (фракція) забруднюється великими частинками, а великий – дрібними [17].

У якості критерію роботоспроможності конструкції використовується Ефективність сортування [17]:

$$E = (m/m_0)100$$

де m і m_0 маса дрібного продукту відповідно після сепаратора і у вихідному матеріалі.

Засміченість продукту [17]:

$$K_3 = (m_1 - m_2)/m_1$$

де m_1 і m_2 - маса проби продукту відповідно після сепаратора та після відсіву дрібної фракції.

У виробничих умовах ефективність поділу становить 67-80%, а засміченість 60-70%.

Поділ будемо проводити для двох фракцій матеріалу: 1мм і 0,078 мм.

Визначимо критичну швидкість потоку повітря для цих часток, користуючись [17].

Вихідні дані

Динамічна в'язкість повітря, Па·с	$\mu := 18.27 \cdot 10^{-6}$
Щільність повітря, кг/м ³	$\rho_v := 1.25$
Щільність часток, кг/м ³	$\rho_p := 3600$
Розмір часток, м	$d := 0.001$
Концентрація часток у повітрі, м ³ /кг	$g1 := \frac{0.001}{0.2} = 5 \times 10^{-3}$

Розрахунок критичної швидкості витання

- залежність 1

$$v1 := 0.153 \cdot \frac{(9.8)^{0.714} \cdot d^{1.143} \cdot (\rho_p - \rho_v)^{0.714}}{\mu^{0.429} \cdot \rho_v^{0.286}} = 10.175$$

- залежність 2

$$v2 := \frac{d^2 \cdot 9.8 \cdot \rho_p^{4.75} \cdot (\rho_p - \rho_v) \cdot g1^{4.75}}{18 \cdot \mu \cdot (\rho_p \cdot g1 + 1)^{4.75} + 0.6 \cdot \sqrt{d^3 \cdot 9.8 \cdot \rho_v \cdot \rho_p^{4.75} \cdot (\rho_p - \rho_v) \cdot g1^{4.75} \cdot (\rho_p \cdot g1 + 1)^{4.75}}} = 7.118$$

- залежність 1

$$v3 := \frac{-27.27 \cdot \mu + \sqrt{(27.27 \cdot \mu)^2 + \frac{3.03 \cdot d^3 \cdot 9.8 \cdot \rho_v \cdot \rho_p^{4.75} \cdot (\rho_p - \rho_v) \cdot g1^{4.75}}{(\rho_p \cdot g1 + 1)^{4.75}}}}{d \cdot \rho_v} = 7.743$$

Вихідні дані

Динамічна в'язкість повітря, Па·с	$\mu := 18.27 \cdot 10^{-6}$
Щільність повітря, кг/м ³	$\rho_v := 1.25$
Щільність часток, кг/м ³	$\rho_p := 3600$
Розмір часток, м	$d := 0.00078$
Концентрація часток у повітрі, м ³ /кг	$g1 := \frac{0.001}{0.2} = 5 \times 10^{-3}$

Розрахунок критичної швидкості витання

- залежність 1

$$v1 := 0.153 \cdot \frac{(9.8)^{0.714} \cdot d^{1.143} \cdot (\rho_p - \rho_v)^{0.714}}{\mu^{0.429} \cdot \rho_v^{0.286}} = 7.659$$

- залежність 2

$$v2 := \frac{d^2 \cdot 9.8 \cdot \rho_p^{4.75} \cdot (\rho_p - \rho_v) \cdot g1^{4.75}}{18 \cdot \mu \cdot (\rho_p \cdot g1 + 1)^{4.75} + 0.6 \cdot \sqrt{d^3 \cdot 9.8 \cdot \rho_v \cdot \rho_p^{4.75} \cdot (\rho_p - \rho_v) \cdot g1^{4.75} \cdot (\rho_p \cdot g1 + 1)^{4.75}}} = 6.052$$

- залежність 1

$$v3 := \frac{-27.27 \cdot \mu + \sqrt{(27.27 \cdot \mu)^2 + \frac{3.03 \cdot d^3 \cdot 9.8 \cdot \rho_v \cdot \rho_p^{4.75} \cdot (\rho_p - \rho_v) \cdot g1^{4.75}}{(\rho_p \cdot g1 + 1)^{4.75}}}}{d \cdot \rho_v} = 6.689$$

З проведеного розрахунку очевидна складність поділу – критичні швидкості для часток обох розмірів знаходять дуже близько.

Перша схема відцентрового грохоту-сепаратору є спрощена схема циклону-пилевловлювача.

Для кожної моделі приймаємо віхдну витрату повітря таку, щоб забезпечити швидкість повітря близьку до критичної у межах 10-15м/с.

Схема 1. (рис 2.14) класичний циклон. Корпус Містить циліндричну та конічну частини, тангенційну подачу повітряно-пилової суміші. Розвантаження вгору та вниз. Корпус всередині не має жодний додаткових каналів та площин. Подібна схема використовується у циклонах-пилоуловлювачах у системах

очищення повітря.

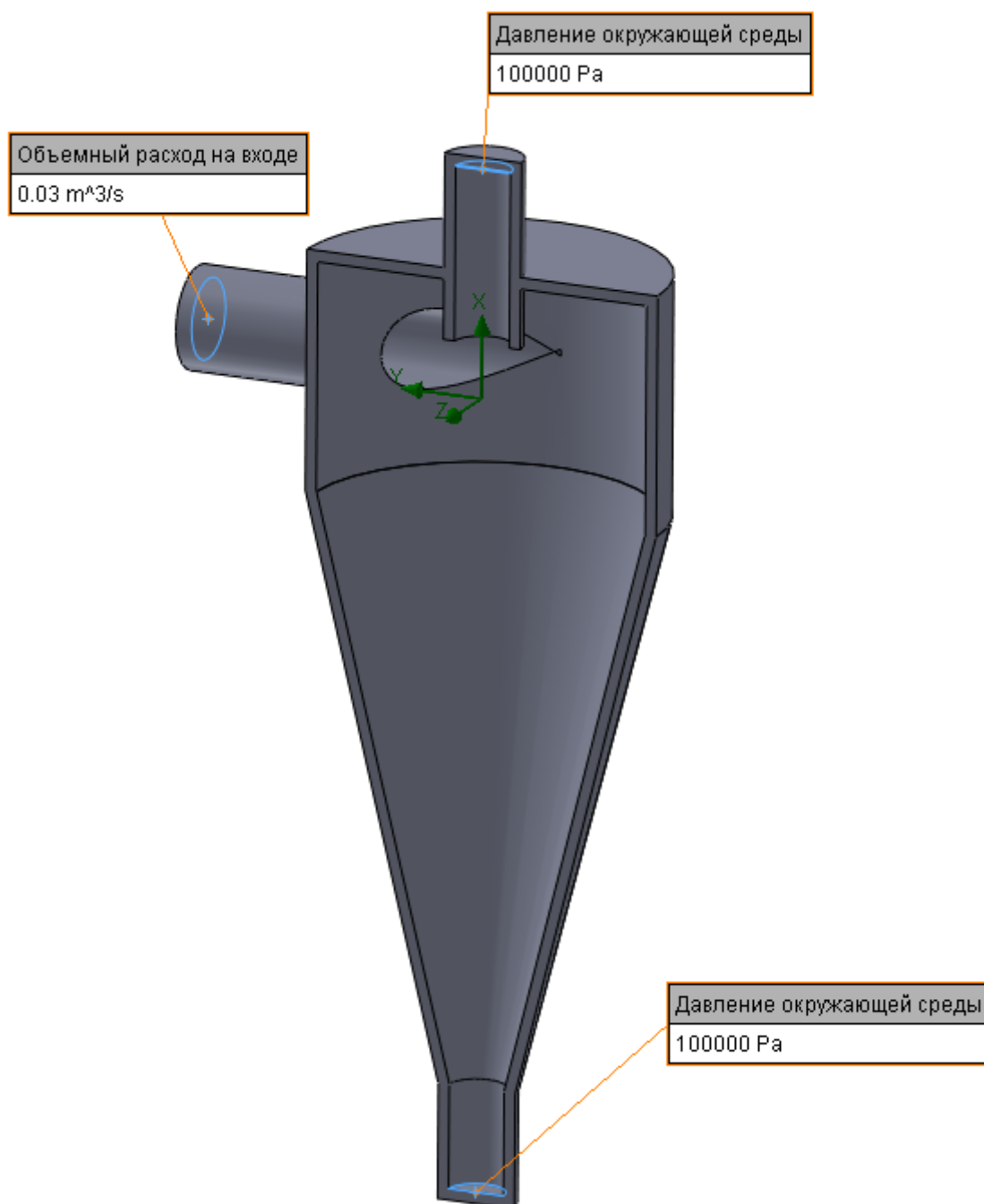


Рис 2.14 – Схема 1

Схема 2. (рис 2.15) циклон із зворотнім завихрювачем, що додатково має відсікати крупні частинки. Конструкція повністю аналогічна попередній за винятком зворотно спрямованого завихрювача на розвантажуваному патрубку.

Саме протилежне спрямування створює додатковий опір на шляху повітря та сприяє відсіюванню крупних фракцій.

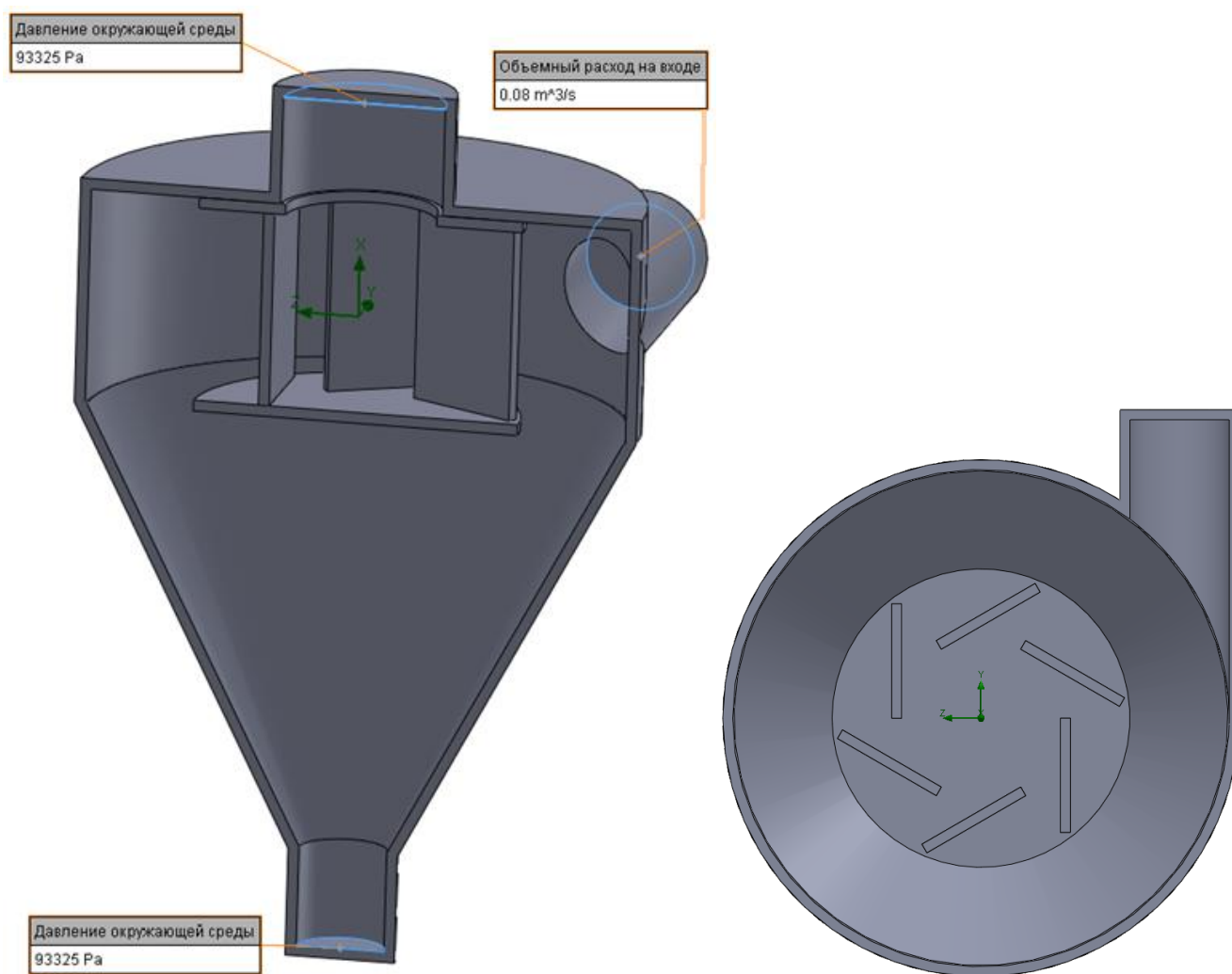


Рис 2.15 – Схема 2

Схема 3 (рис 2.16). Циклон с нижним развантажением. Такая конструкция имеет нижнее развантажение как крупной, так и мелкой фракции. Для развантажения мелкой фракции предусмотрены окна.

Схема 4 (рис 2.17). Грохот-сепаратор с нижней подачей. Для создания вращательного движения предусмотрено ряд лопатей, которые создают завихрение потока воздуха. Такая схема имеет три развантажувальных патрубка.

Схема 5 (рис 2.18). Схема аналогична предыдущей. Единственной особенностью является тангенциальная подача потока воздуха с пылью.

Схема 6 (рис 2.19). Схема аналогична предыдущей. Единственной особенностью является то, что тангенциальная подача потока воздуха с пылью направлена под углом 15 град. вверх.

Схема 7 (рис 2.20). Схема аналогична предыдущей. Единственной особенностью является отсутствие лопатей, которые завихряют поток воздуха в верхней части корпуса.

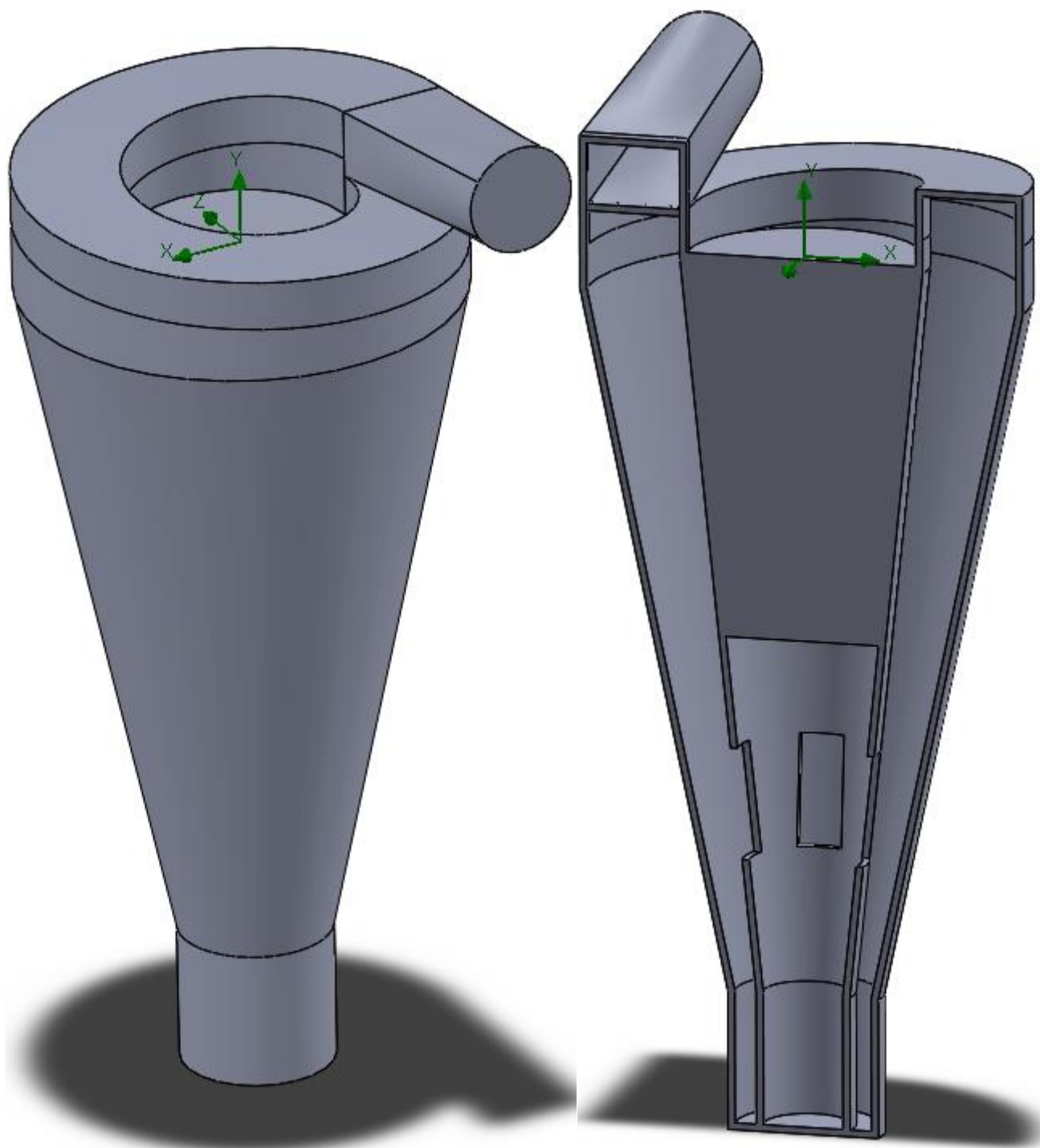


Рис 2.16 – Схема 3.

Кожна із зазначених схем аналізується з точки зору протікання повітря (ліній току), карти швидкостей та окремо розглядається рух часток діаметром 1 мм та 0,078 мм.

Граничні умови втікання потоку для кожної схеми підбираються так, щоб основна частина повітря рухалось зі швидкістю 6-10 м/с.

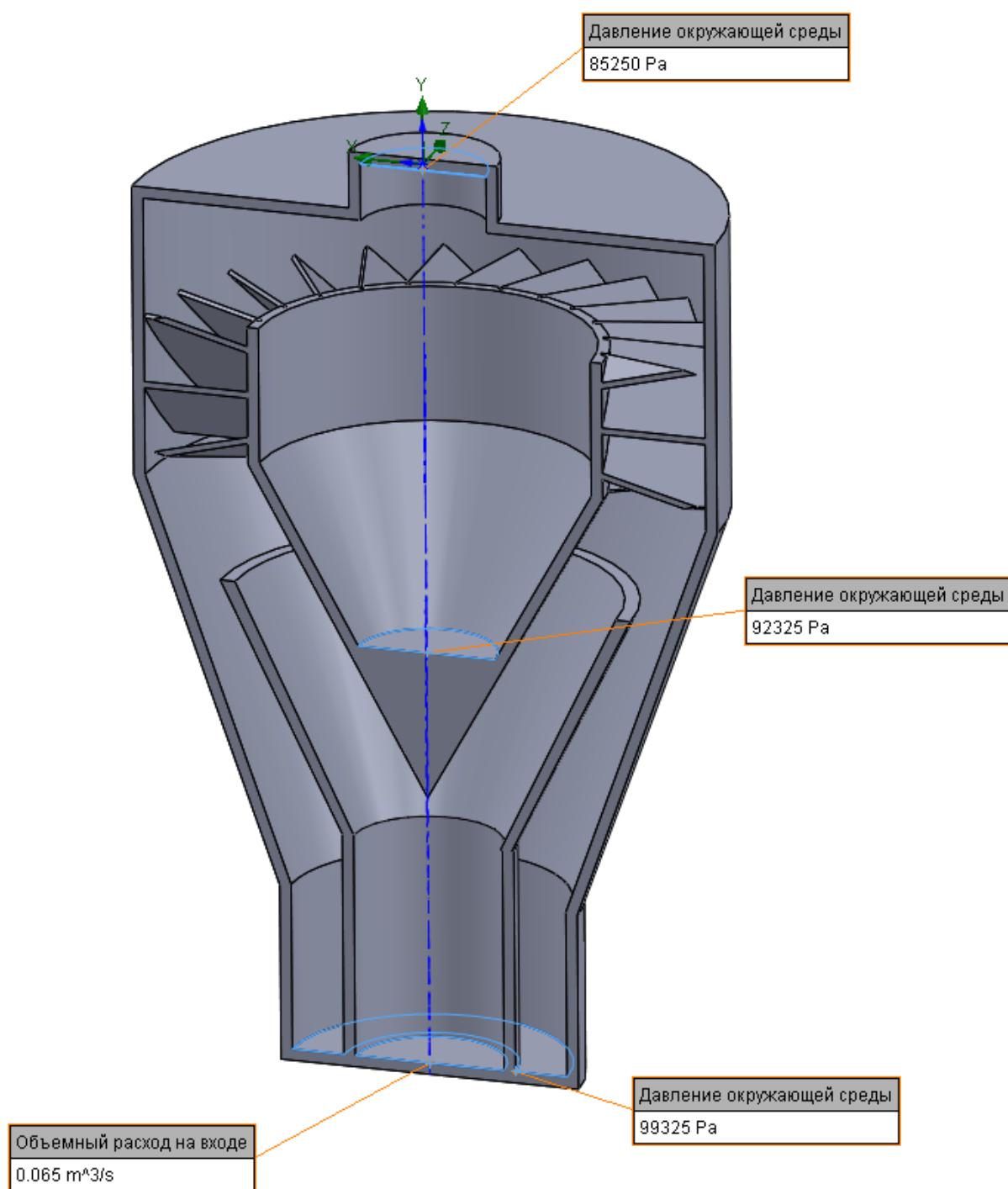


Рис 2.17 – Схема 4

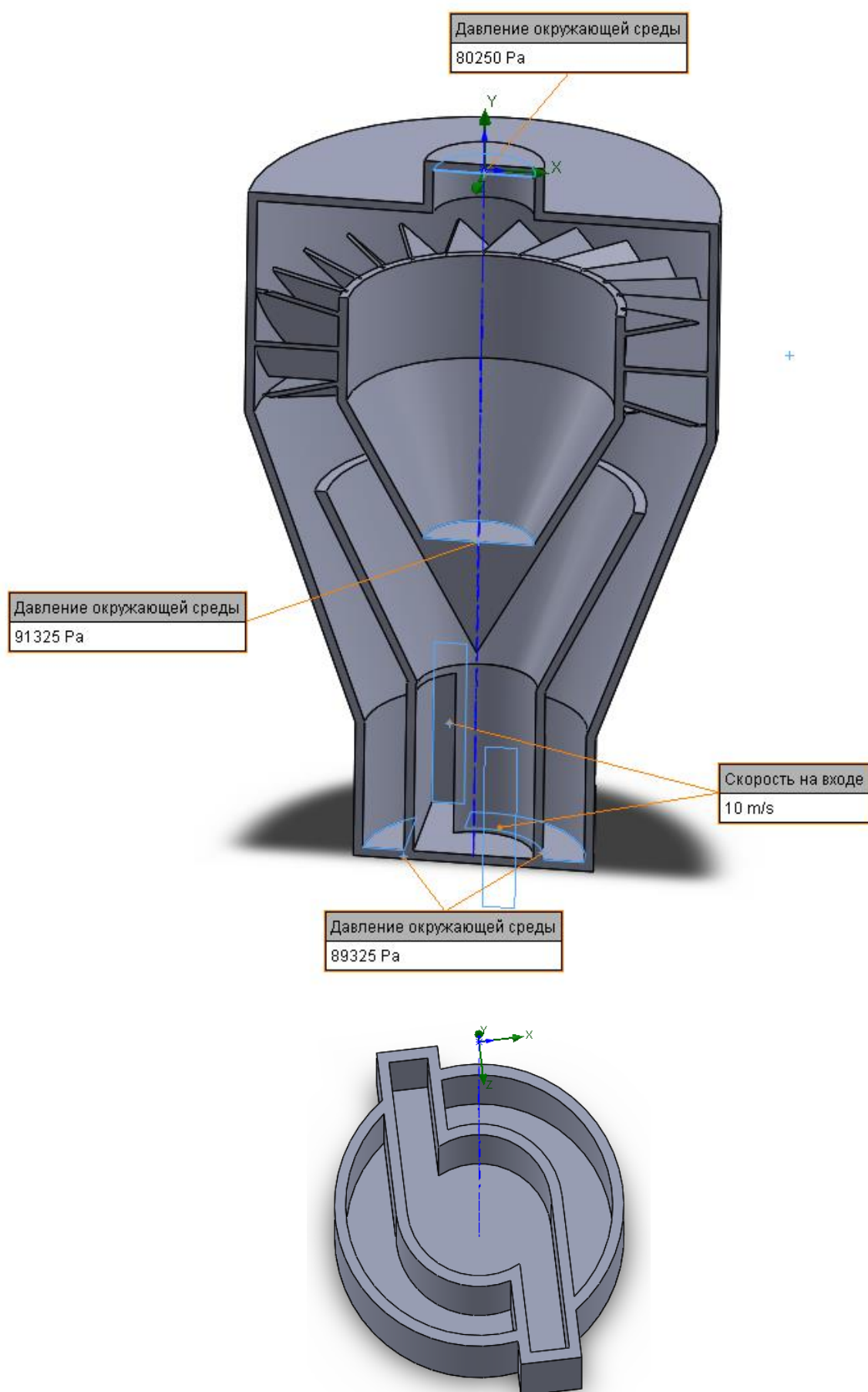


Рис 2.18 – Схема 5

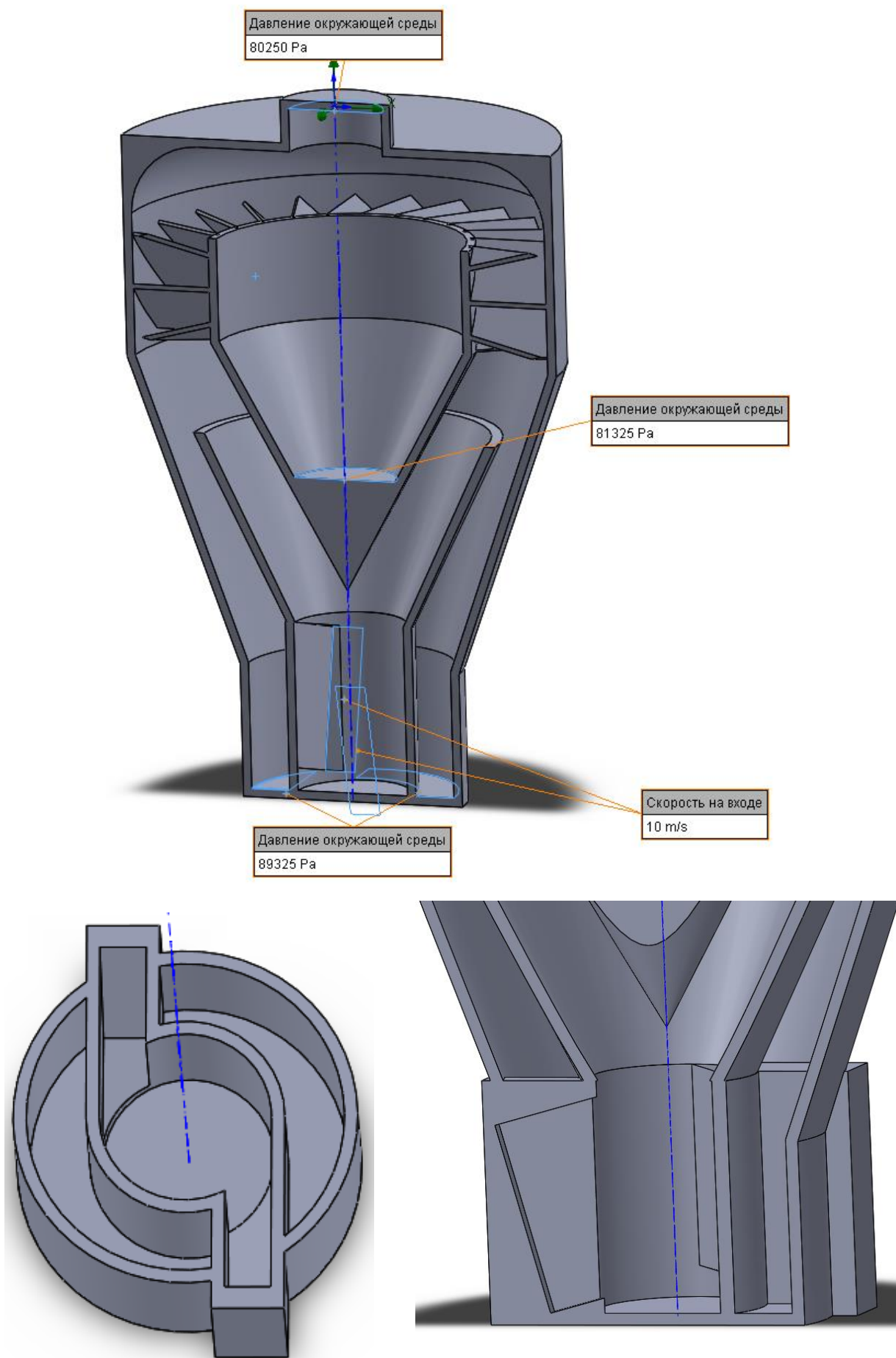


Рис 2.19 – Схема 6

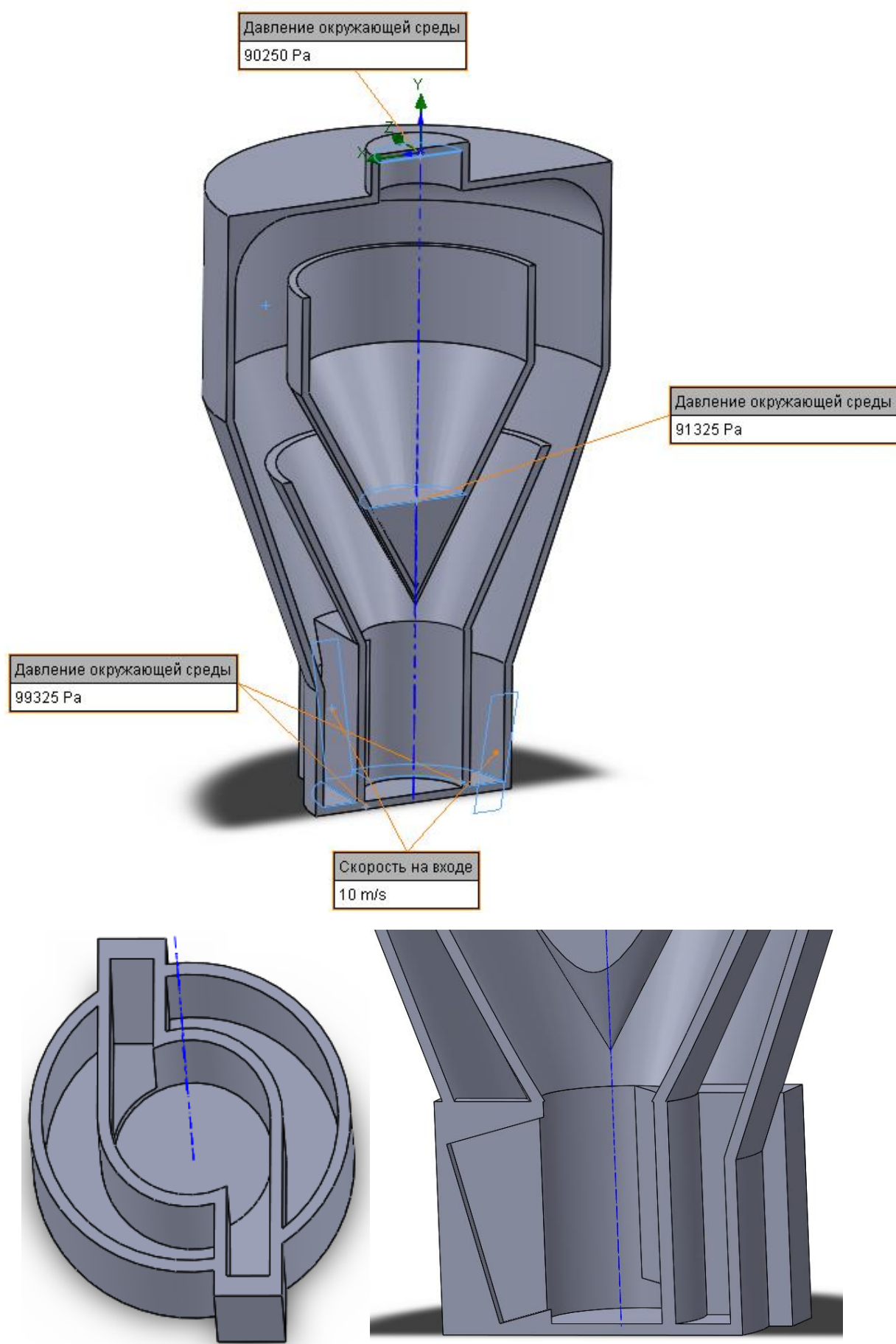


Рис 2.20 – Схема 7

2.4. Методика планування проведення дослідження з визначення раціональних параметрів відцентрового грохота

Метою дослідження є визначення параметрів найкращої конструктивної схеми відцентрового грохоту, які забезпечують найкраще розділення матеріалу, що складається з часток діаметром 1 мм і 0,078 мм.

Задля визначення оптимальних умов протікання процесу сепарації тонкодисперсних матеріалів використаємо симплекс-метод.

Симплексом називається правильний багатогранник, що має $n + 1$ вершину, де n -число факторів, що впливають на процес. Так, наприклад, якщо чинників два, то симплексом є правильний трикутник.

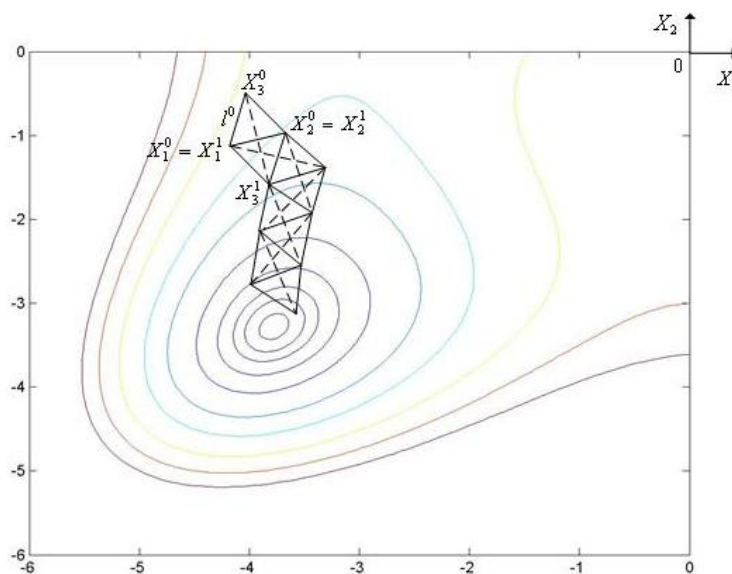


Рис.2.21 - Оптимізація за симплекс-методом

Сутність симплексного методу оптимізації ілюструє рис. 2.00. Початкова серія дослідів відповідає вершинам вихідного симплекса (точки 1, 2 і 3). Умови цих перших дослідів беруться з області значень факторів, відповідних найбільш сприятливим з відомих режимів процесу, що оптимізується. Порівнюючи між собою результати дослідів в точках 1, 2 і 3, знаходять серед них самий «поганий», з точки зору обраного критерію оптимальності. Нехай, наприклад, самим

«невдалим» виявився дослід в точці 1. Цей дослід виключають з розгляду, а замість нього до складу симплекса вводять дослід в точці 4, яка симетрична точці 1 щодо протилежного боку трикутника, що з'єднує точки 2 і 3.

Далі порівнюють між собою результати дослідів у вершинах нового симплекса, відкидають самий «невдалий» з них і переносять відповідну вершину симплекса в точку 5. Потім розглянута процедура повторюється протягом всього процесу оптимізації.

Якщо екстремум критерію оптимальності досягнуто, то подальший рух симплекса припиняється. Це означає, що новий крок повертає дослідника в попередню точку факторного простору.

Слід мати на увазі, що симплекс-метод, так само як і інші методи оптимізації, є локальним методом пошуку екстремуму. Якщо існує декілька екстремумів критерію оптимальності, то цей метод дозволяє знайти той з них, який розташований ближче до точок вихідного симплекса. Тому, якщо є підозра про існування декількох екстремумів критерію оптимальності, потрібно здійснити їх пошук, кожен раз починаючи оптимізацію з новою області факторного простору. Потім слід порівняти між собою знайдені оптимальні умови і з усіх варіантів обрати найкращий.

При оптимізації необхідно брати до уваги обмеження, накладені на фактори і функції відгуку.

Важливо відзначити, що при користуванні симплекс-методом не обов'язково дублювати досліді. Справа в тому, що похибка в окремому досліді може тільки трохи сповільнити оптимізацію. Якщо ж наступні досліді виконуються добре, то рух до оптимуму триває.

Матриця дослідів вихідного симплекса в кодованих змінних наведена в табл.2.1.

Величини, що входять в цю таблицю, розраховуються наступним чином:

$$k_i = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot i \cdot (i+1)}} \quad (2.1)$$

$$R = i \cdot k_i \quad (2.2)$$

де i - номер фактора в матриці планування.

Символом 0 позначені координати центру плану, тобто основний рівень.

Таблиця 2.1. - Матриця вихідного симплекса

Номер дослідів	X_1	X_2	...	X_{n-1}	X_n	Функція відгуку
1	k_1	k_2	...	k_{n-1}	k_n	Y_1
2	$-R_1$	k_2	...	k_{n-1}	k_n	Y_2
3	0	$-R_2$	...	k_{n-1}	k_n	Y_3
...	...	...	...	...	...	...
$n-1$	0	0	...	k_{n-1}	k_n	Y_{n-1}
n	0	0	...	$-R_{n-1}$	k_n	Y_n
$n+1$	0	0	...	0	$-R_n$	Y_{n+1}

Досліди, представлені в табл. 2.1, відповідають вершинам симплекса, сторона якого дорівнює одиниці, а центр співпадає з початком координат (в кодованих змінних).

Результати розрахунків, виконаних на підставі табл. 2.1 і формул (2.1) і (2.2) .приведени в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Умови початкової серії дослідів для 3х факторів

Номер дослідів	X_1	X_2	X_3
1	0,5	0,289	0,204
2	-0,5	0,289	0,204
3	0	-0,578	0,204
4	0	0	-0,612

Очевидно, найбільшу кількість дослідів доводиться ставити на початку експерименту. Потім на кожному кроці оптимізації виконується тільки один дослід.

Умови кожного нового досліджу розраховуються за формулою:

$$x_i = \frac{2}{n} \cdot \left(\sum_{j=1}^{n+1} x_{ji} - x_i^* \right) - x_i^* \quad (2.3)$$

де n -число факторів в матриці планування; j - номер досвіду; i -номер фактора; x_i^* - значення i -го фактора в самому «невдалому» досвіді попереднього симплекса.

Необхідно за допомогою симплекс-метода оптимізувати вихід цільового продукту u , на який впливають три чинники:

- Подача повітря, $\text{м}^3/\text{с}$;
- Тиск у кільцевому патрубку розвантаження, Па;
- Тиск у центральному патрубку розвантаження, Па.

Оберемо основні рівні та кроки варіювання і запишемо їх у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Значення урвней факторов и шагів варьирования

Фактор	Основной рівень, X_0	Крок варіювання, h
x_2 ($\text{м}^3/\text{с}$)	0,005	0,001
x_2 (Па)	101325	500
x_3 (Па).	101325	500

Функції відгуку: Y_1 - ефективність сортування.

Висновки до розділу 2

1. Розроблено загальну методику подальшого дослідження, що дозволяє досягти поставленої мети роботи;
2. У результаті проведено аналізу шляхів удосконалення конструкції відцентрових грохотів визначено 7 конструктивних схем;
3. Розроблено методику проведення порівняльних досліджень обраних перспективних схем відцентрових грохотів.

4. Розроблено методику застосування симплекс-методу оптимізації робочих параметрів найкращої конструкції відцентрового грохоту.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВІДЦЕНТРОВИХ ГРОХОТІВ

3.1. Дослідження раціональних схем відцентрових грохотів-сепараторів

Згідно з розробленою методикою проводиться дослідження 7 конструкційних схем відцентрових грохотів.

Схема 1. (рис 3.1-3.2) Класичний циклон.

Для схеми характерний рівномірний і однаковий розподіл швидкостей. При цьому поділ на фракції не дуже чіткий. Монотонне обертання потоку повітря з частинками не дозволяє ефективно розділяти частинки матеріалу, що вимагають близьких умов.

Схема 2. (рис 3.3-3.4) Циклон із зворотнім завихрювачем.

Збивання монотонного протікання потоку повітря в області розвантаження тонкої фракції додатково чинить перешкоди проникненню крупних частинок, локально зменшуючи швидкість та відсіюючи крупний матеріал.

Схема 3 (рис 3.5-3.6). Циклон з нижнім розвантаженням.

Достатньо не вдала конструкція, оскільки у нижній частині циклона особливо підвищується швидкість потоку повітря, що призводить до перемішування крупних та дрібних часток.

Схема 4 (рис 3.7-3.8). Грохот-сепаратор з нижньою осьовою подачею та лопатями для завихорення.

Досить складна схема грохота-сепаратора містить декілька зон розвантаження. Лопаті створюють завихорення потоку повітря, що завихорюються та рухається відцентрово. Проблема виникає при розвантаженні крупних часток, що не можуть спуститися вниз.

Схема 5 (рис 3.9-3.10). Грохот-сепаратор з нижньою тангенційною подачею та лопатями для завихорення.

Завдяки тангенційній подачі суміші, обертальний рух створюється відразу і відразу розпочинається розподіл частинок за крупністю. Але у нижній циліндричній частині корпусу в наслідок низької висхідної швидкості потоку крупні частинки не піднімаються вгору.

Схема 6 (рис 3.11-3.12). Грохот-сепаратор з нижньою тангенційною подачею, спрямованою вгору під кутом 15 град, та лопатями для завихорення.

Завдяки тангенційній подачі, спрямованій вгору, значно покращився рух крупних частинок. У нижній частині корпусу не має більше застійної зони.

Схема 7 (рис 3.13-3.14). Грохот-сепаратор з нижньою тангенційною подачею, спрямованою вгору під кутом 15 град, без лопатей для завихорення.

Спрощення такої схеми та відмова від лопатей викликано тим, що потік уже має обертальний рух те потребує додаткового закручування. Таке спрощення призвело більш монотонного потоку і погіршення відсіювання крупних часток.

Числові результати наведені у табл 3.1 та на рис 3.15

Таблиця 3.1 – Результатпорівняльного дослідження

Схема	Ефективність сортування	Засміченість продукту
1	67	59
2	68	61
3	64	58
4	69	65
5	70	67
6	82	72
7	74	68

З представлених результатів видно, що найкращою є схема 6.

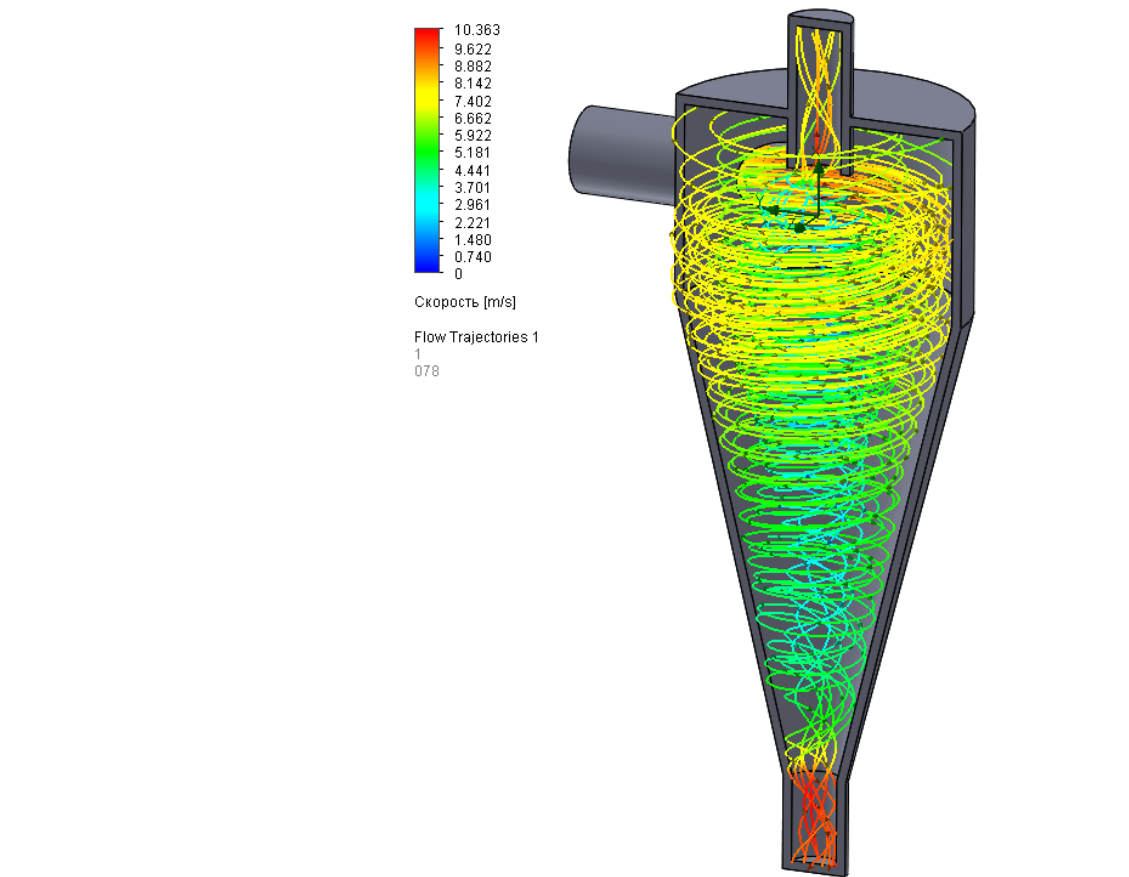


Рис 3.1 – Лінії потоку для схеми 1

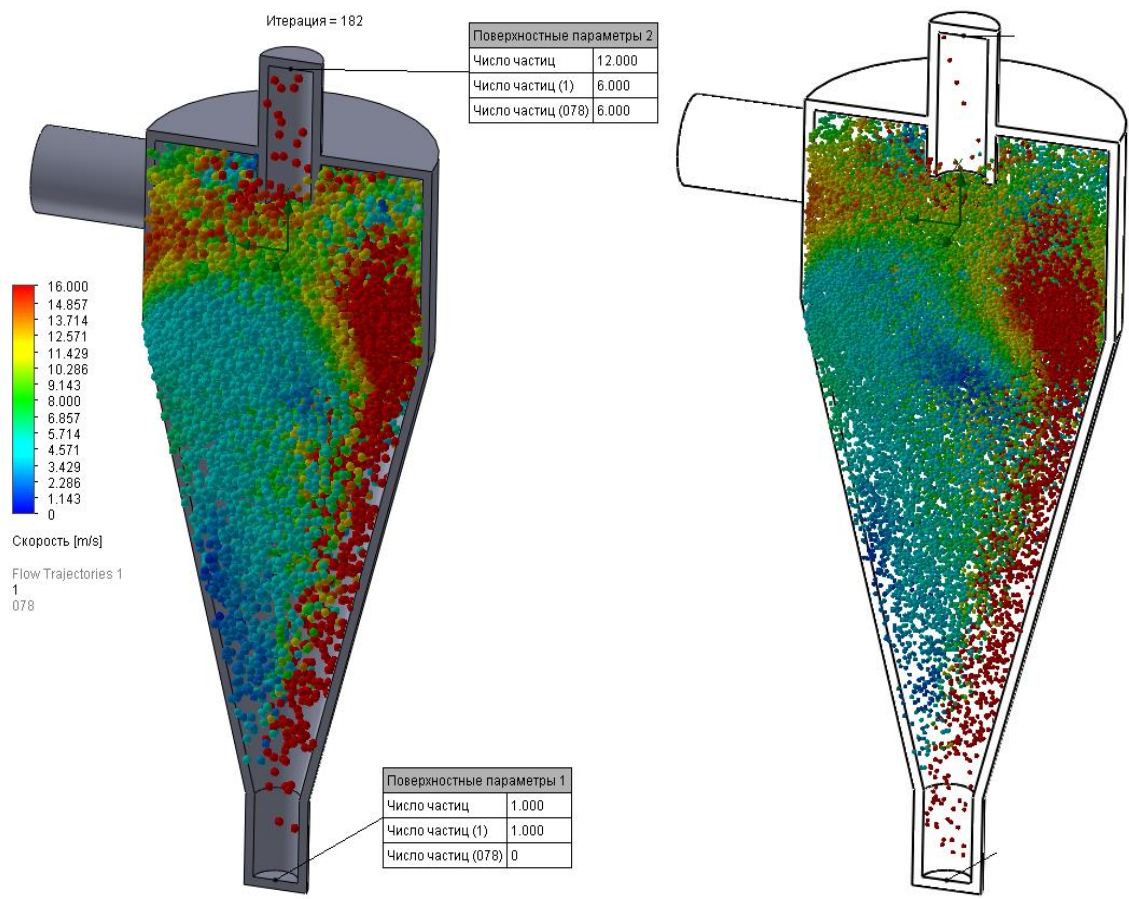


Рис 3.2 – Розподіл частинок для схеми 1

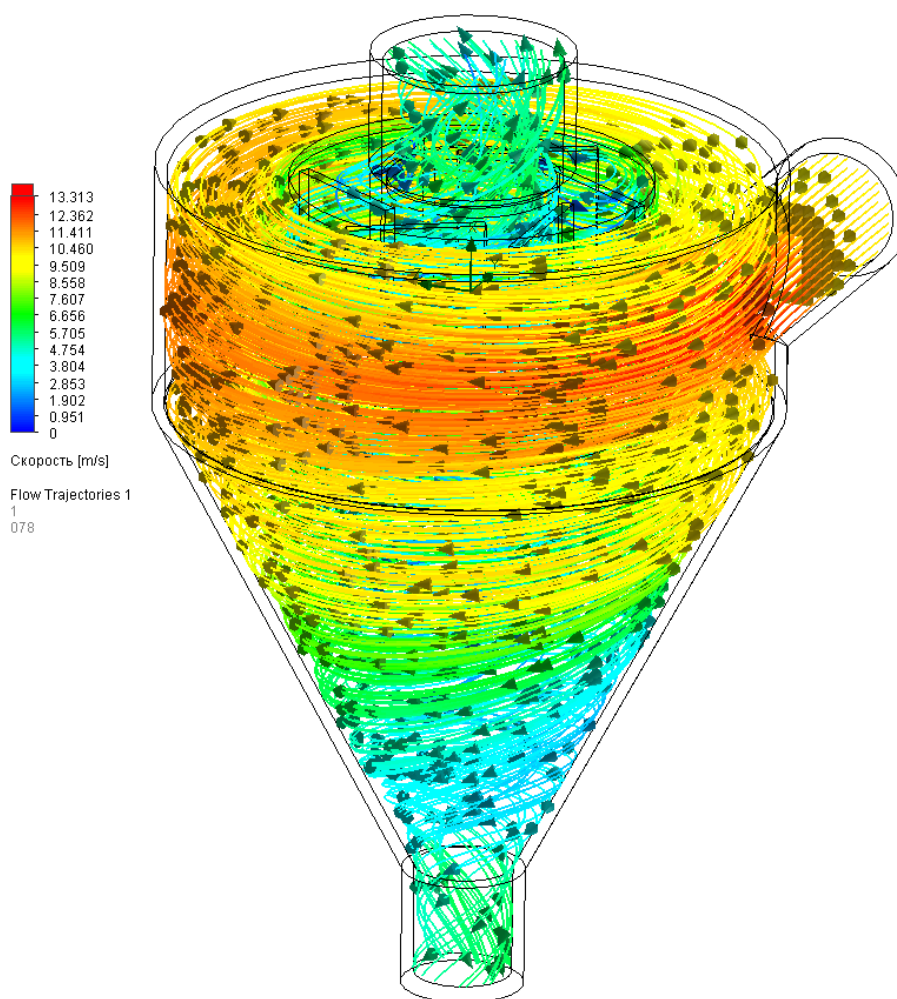


Рис 3.3 – Лінії потоку для схеми 2

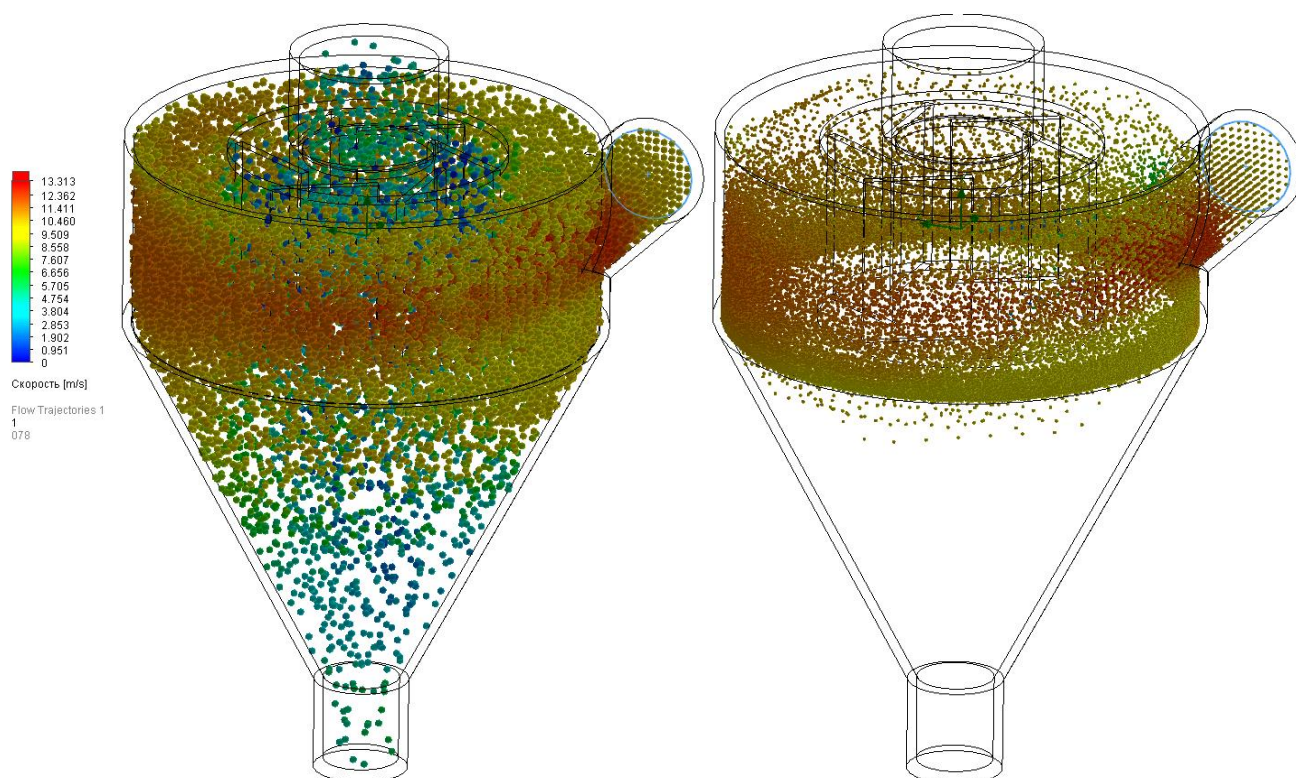


Рис 3.4 – Розподіл частинок для схеми 2

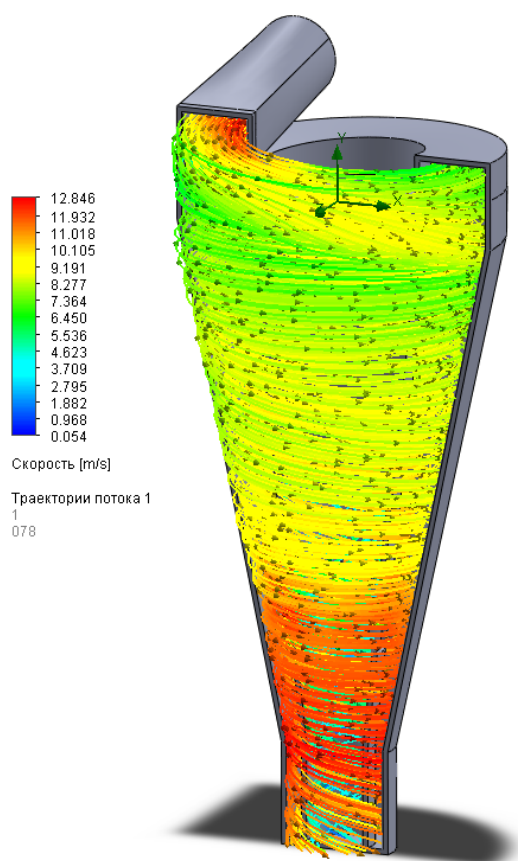


Рис 3.5 – Лінії потоку для схеми 3

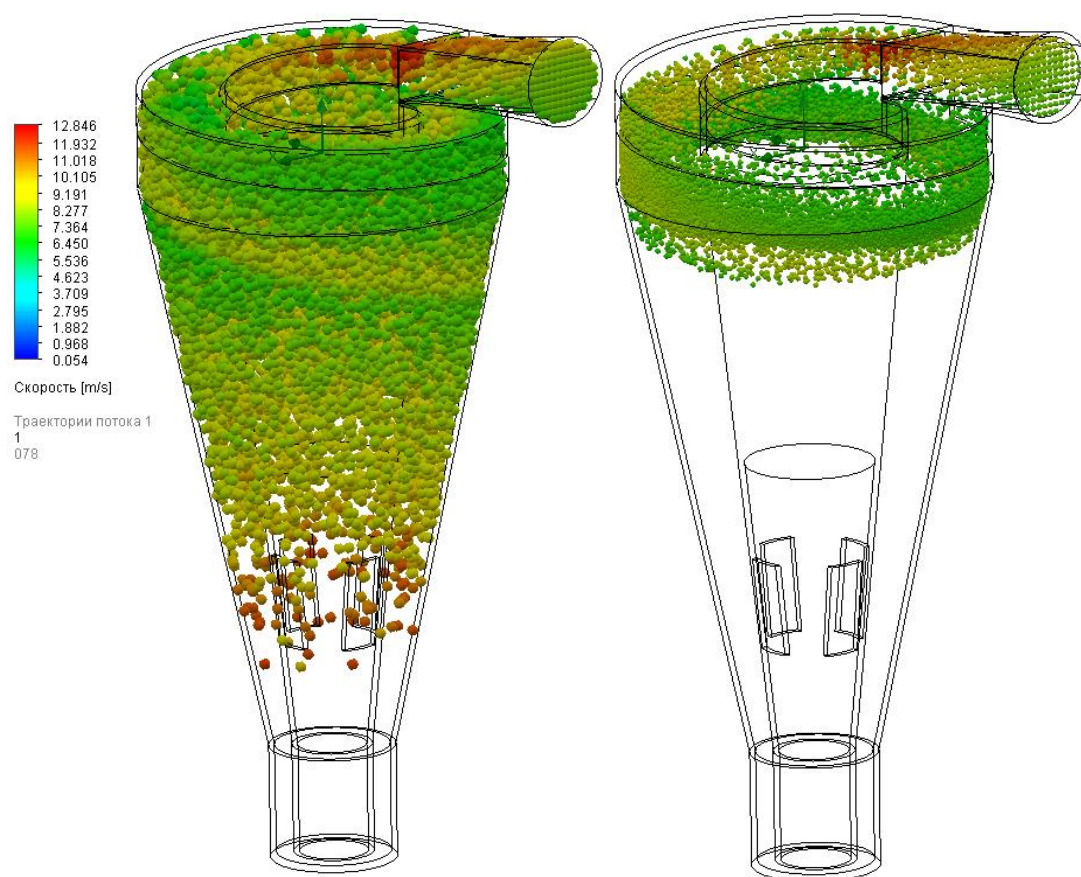


Рис 3.6 – Розподіл частинок для схеми 3

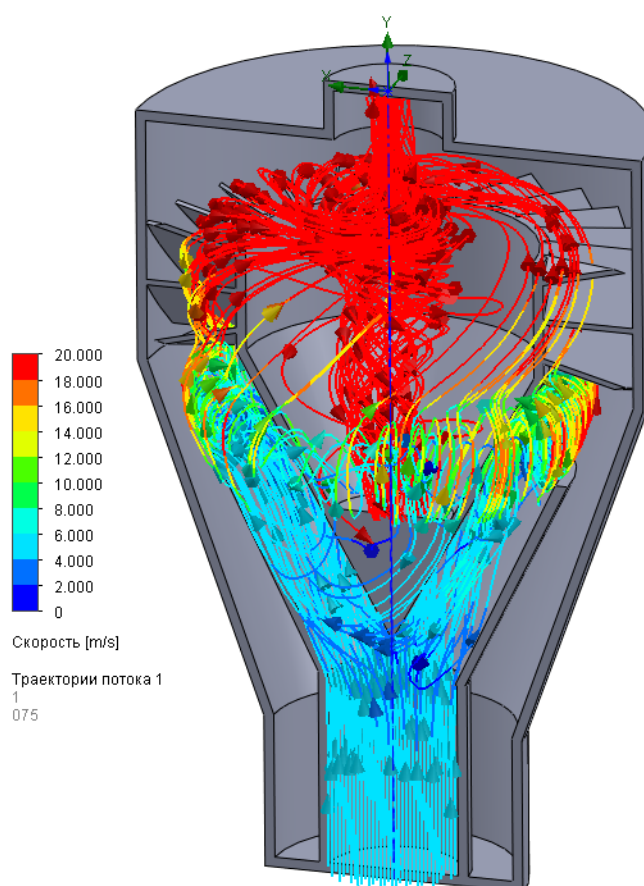


Рис 3.7 – Лінії потоку для схеми 4

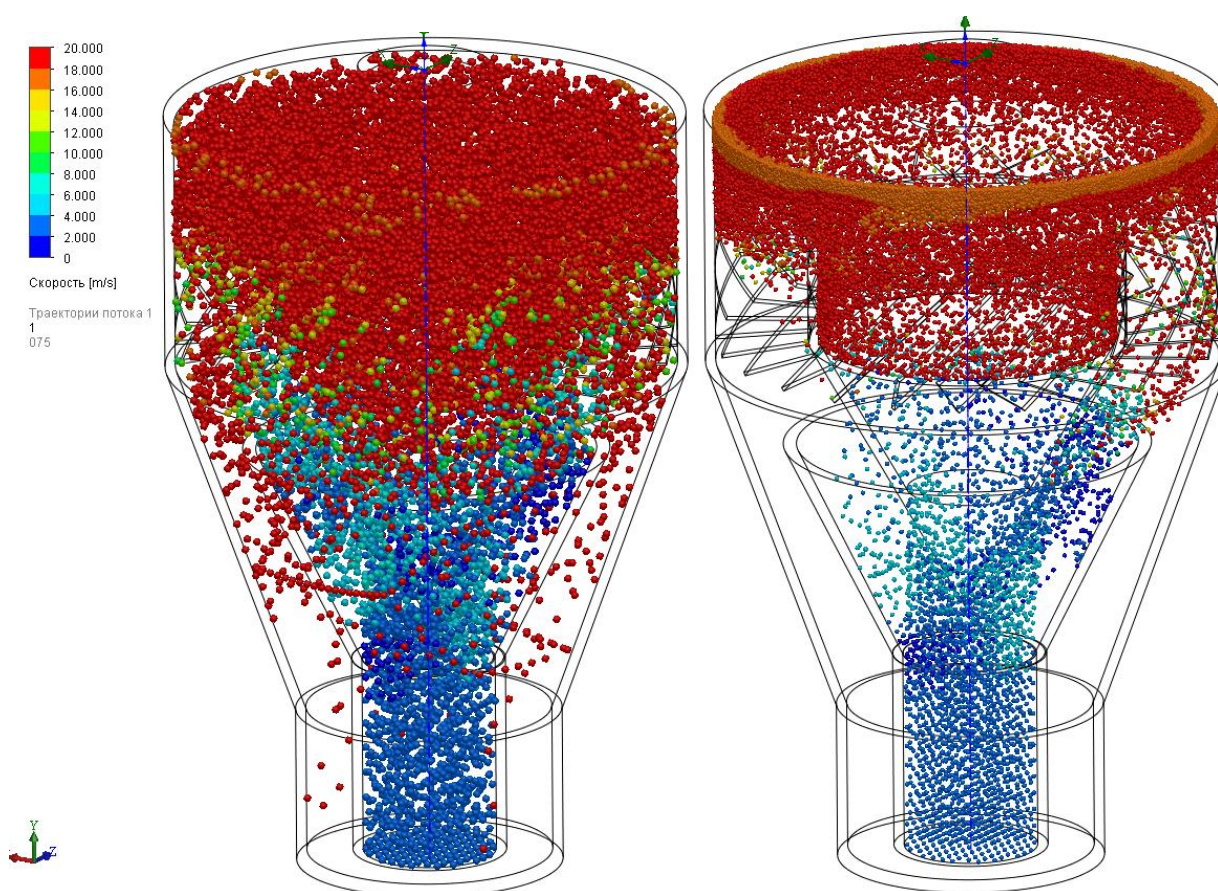


Рис 3.8 – Розподіл частинок для схеми 4

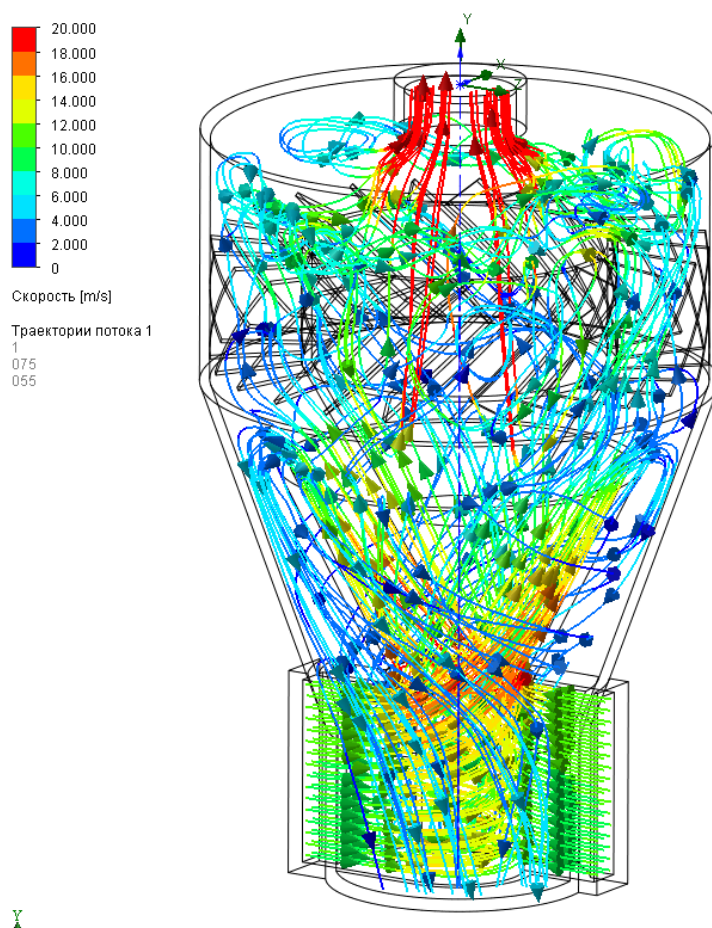


Рис 3.9 – Лінії потоку схеми 5

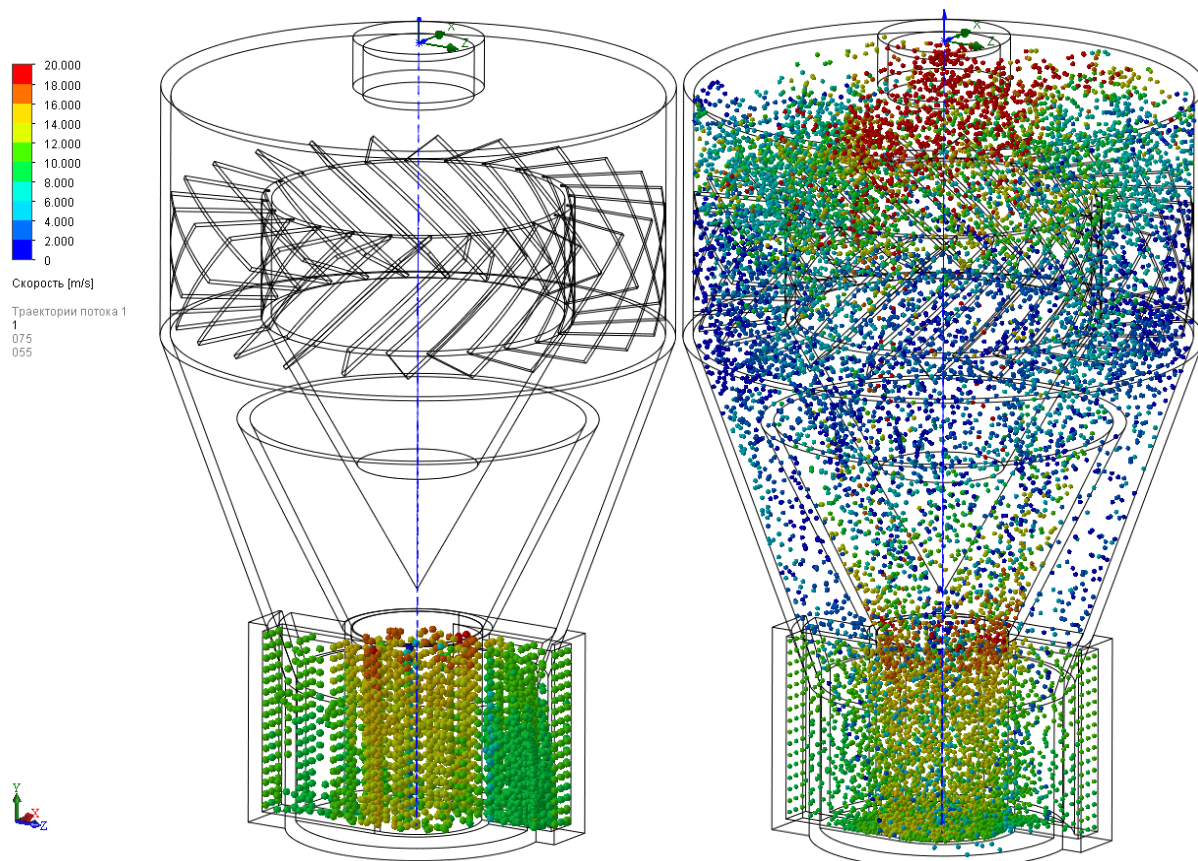


Рис 3.10 – Розподіл частинок схеми 5

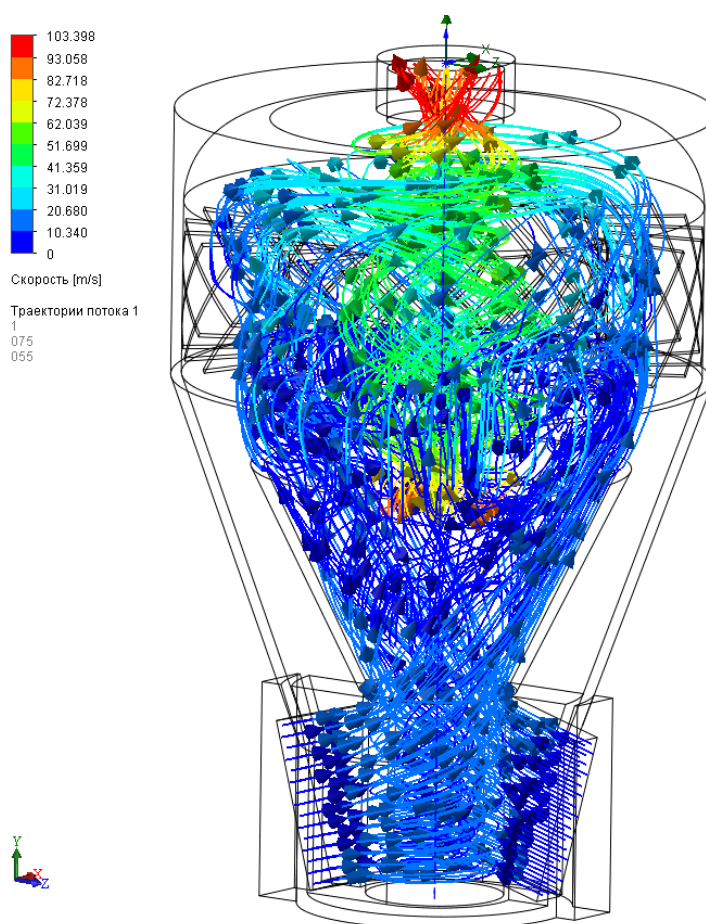


Рис 3.11 – Лінії потоку для схеми 6

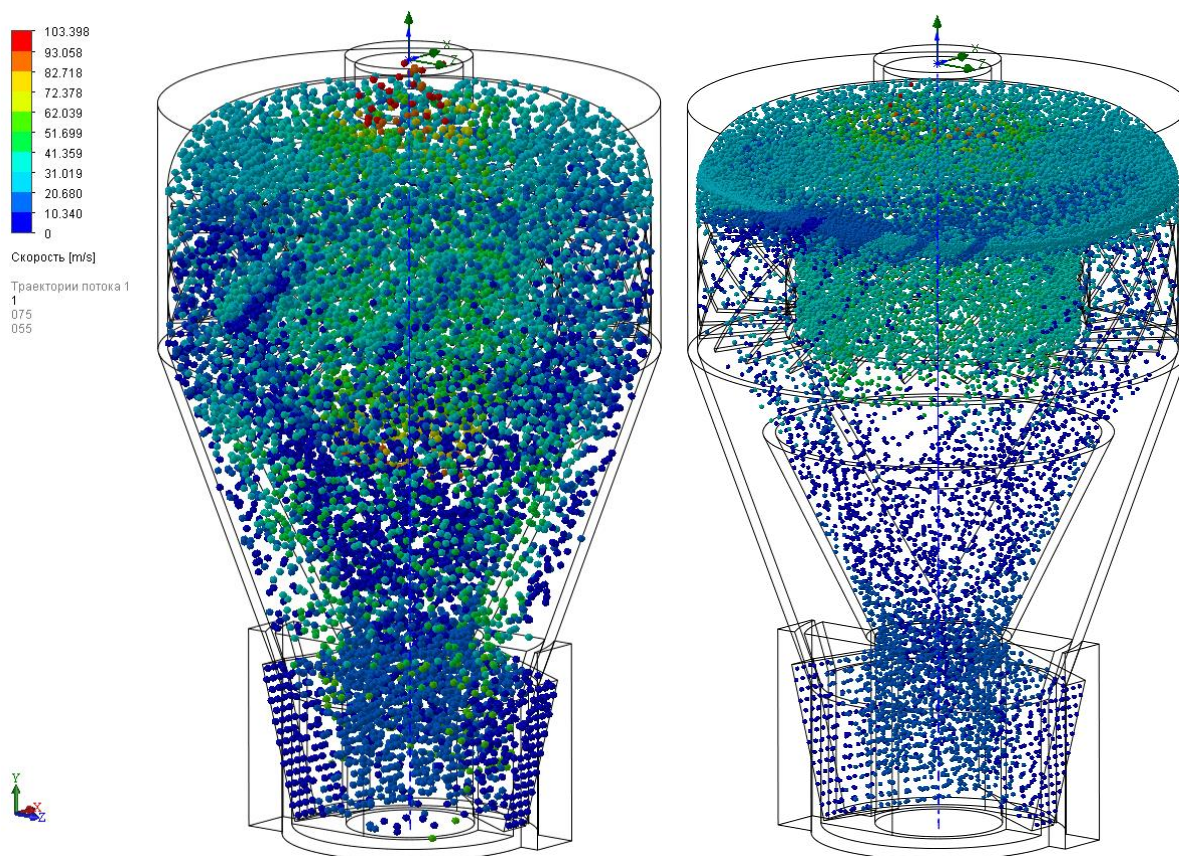


Рис 3.11 – Розподіл частинок для схеми 6

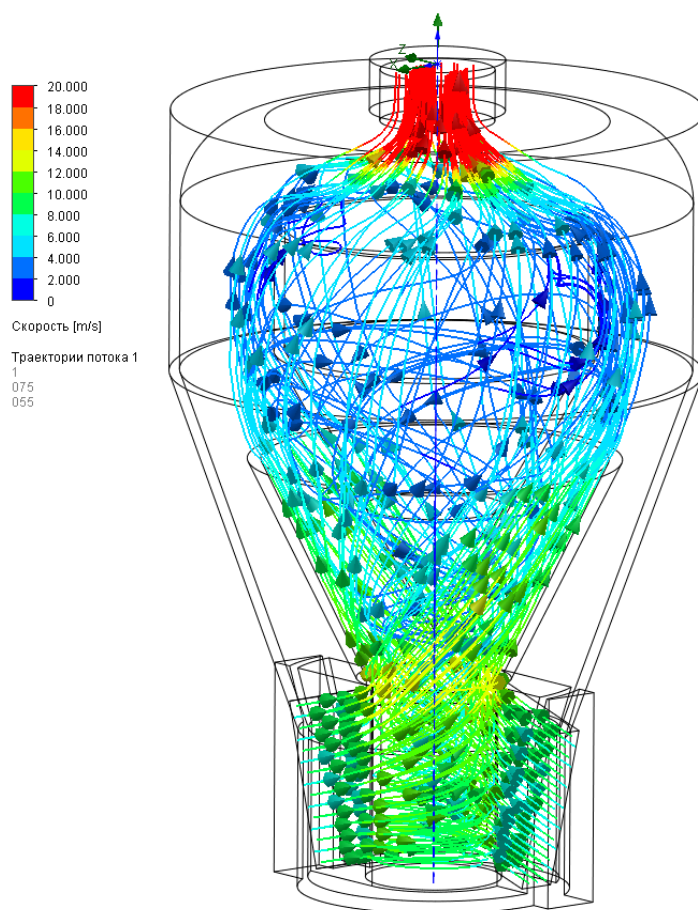


Рис 3.12 – Лінії потоку для схеми 7

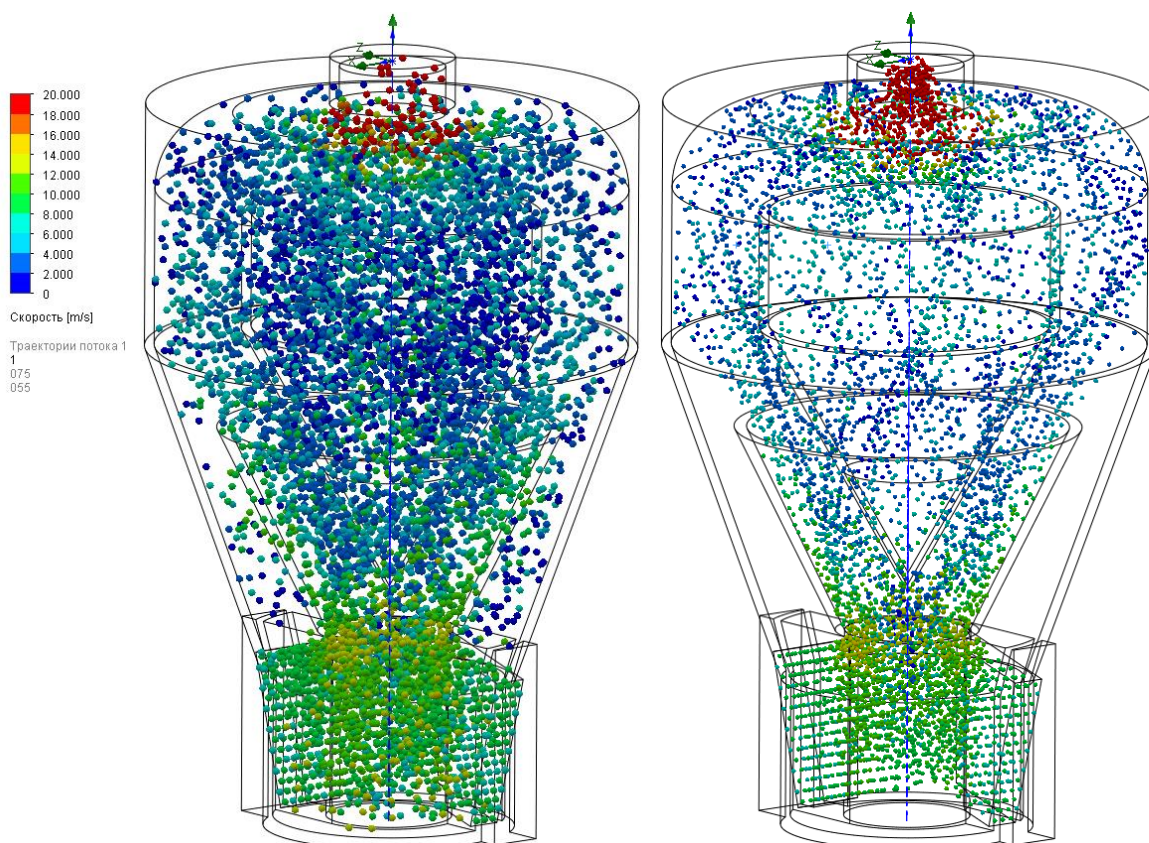


Рис 3.13 – Розподіл частинок для схеми 7

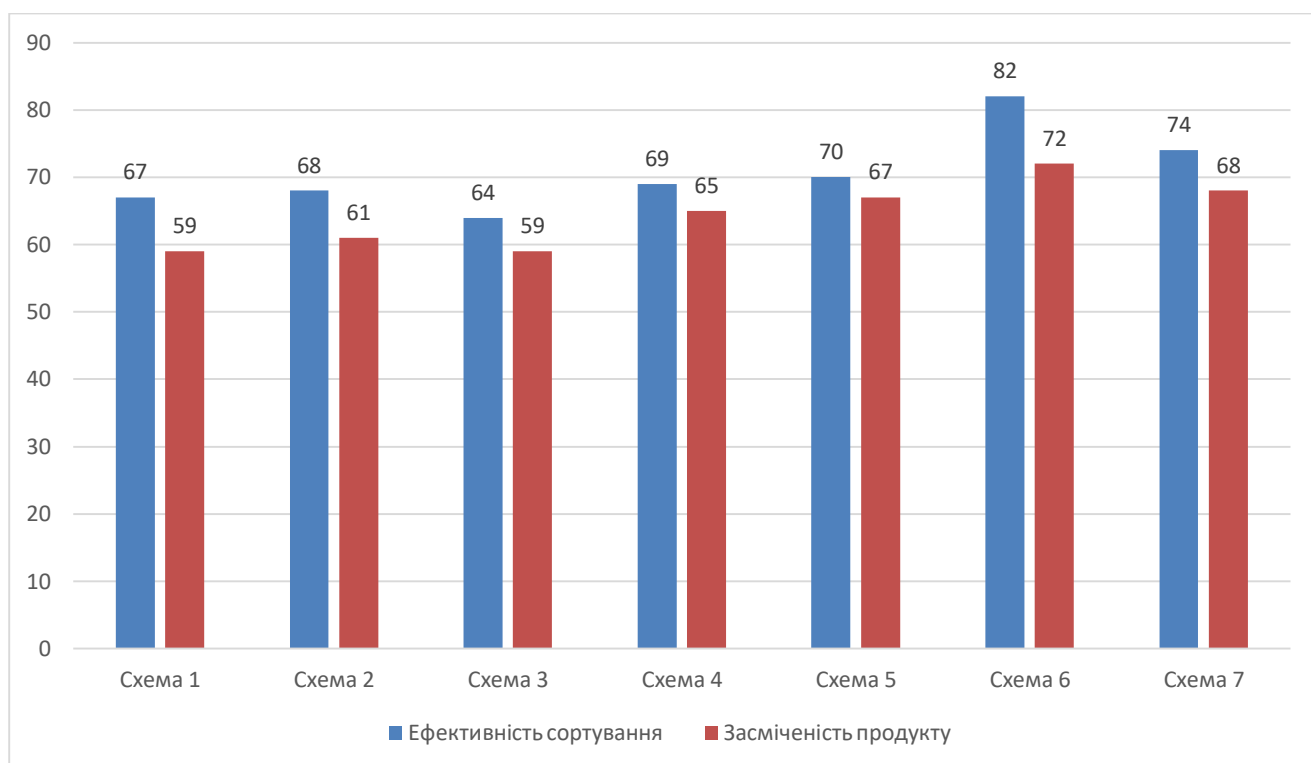


Рис 3.14 – Результати порівняльного дослідження

3.2. Визначення раціональних режимних параметрів відцентрових грохотів-сепараторів

Проводимо дослідження з визначення оптимальних параметрів обраної найкращої схеми 6.

За допомогою спланованого експерименту проводимо дослідження.

Користуючись формулой (2.1) и табл. 2.1, визначимо умови проведення перших чотирьох дослідів:

- перший дослід

$$X_{11} = X_{10} + h_1 k_1 = 0.005 + 0.001 \cdot 0.5 = 0.0055$$

$$X_{21} = X_{20} + h_2 k_2 = 101325 + 500 \cdot 0.289 = 101469.5$$

$$X_{31} = X_{30} + h_3 k_3 = 101325 + 500 \cdot 0.204 = 101427$$

- другий дослід

$$X_{12} = X_{10} + h_1 (-R_1) = 0.005 + 0.001 \cdot (-0.5) = 0.0045$$

$$X_{22} = X_{20} + h_2 k_2 = 101325 + 500 \cdot 0.289 = 101469.5$$

$$X_{32} = X_{30} + h_3 k_3 = 101325 + 500 \cdot 0.204 = 101427$$

- третій дослід

$$X_{13} = X_{10} + h_1 \cdot 0 = 0.005 + 0.001 \cdot 0 = 0.005$$

$$X_{23} = X_{20} + h_2 (-R_2) = 101325 + 500 (-0.578) = 101036$$

$$X_{33} = X_{30} + h_3 k_3 = 101325 + 500 \cdot 0.204 = 101427$$

- четвертий дослід

$$X_{14} = X_{10} + h_1 \cdot 0 = 0.005 + 0.001 \cdot 0 = 0.005$$

$$X_{24} = X_{20} + h_2 \cdot 0 = 101325 + 500 \cdot 0 = 101325$$

$$X_{34} = X_{30} + h_3 (-R_3) = 101325 + 500 (-0.612) = 101019$$

Таблиця 3.1 – Умови початкових дослідів

Номер дослідів	X ₁		X ₂		X ₃	
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.
1	0,5	0.0055	0,289	101469.5	0,204	101427
2	-0,5	0.0045	0,289	101469.5	0,204	101427
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427
4	0	0,005	0	101325	-0,612	101019

Наступним етапом є порівняння результатів дослідів (значень функцій відгуку). Визначається самий «поганий» дослід, який потрібно виключити. За формулою (2.3) обраховується значення кожного фактору для нового дослідів.

Далі процедура оптимізації продовжується аналогічно.

Таблиця 3.2 – Перший цикл проведення експерименту

Номер дослідів	X ₁		X ₂		X ₃		Y ₁
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.	
1	0,5	0.0055	0,289	101469.5	0,204	101427	75
2	-0,5	0.0045	0,289	101469.5	0,204	101427	67
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427	79
4	0	0,005	0	101325	-0,612	101019	65

Найгіршим є результат дослідів №4 (хоча дослід №2 також показав не дуже добрі результати), оскільки при цьому нічого майже не розвантажується. Визначаємо умови для дослідів 5:

$$X_{15} = \frac{2}{3}(0.0055 + 0.0045 + 0.005) - 0.005 = 0.005$$

$$X_{25} = \frac{2}{3}(101469.5 + 101469.5 + 101036) - 101325 = 101325$$

$$X_{15} = \frac{2}{3}(101427 + 101427 + 101427) - 101019 = 101835$$

Таблиця 3.3 – Другий цикл проведення експерименту

Номер досліджу	X ₁		X ₂		X ₃		Y1
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.	
1	0,5	0.0055	0,289	101469.5	0,204	1	75
2	-0,5	0.0045	0,289	101469.5	0,204	101427	67
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427	79
4	0	0,005	0	101325	-0,612	101019	65
5		0,005		101325		101835	78

Найгіршим є результат досліджу №2, оскільки при цьому нічого майже не розвантажується. Визначаємо умови для досліджу 6:

$$X_{16} = \frac{2}{3}(0.0055 + 0.005 + 0.005) - 0.0045 = 0.00583$$

$$X_{26} = \frac{2}{3}(101469.5 + 101036 + 101325) - 101469.5 = 101084$$

$$X_{16} = \frac{2}{3}(101427 + 101427 + 101835) - 101427 = 101699$$

Таблиця 3.4 – Третій цикл проведення експерименту

Номер досліджу	X ₁		X ₂		X ₃		Y1
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.	
1	0,5	0.0055	0,289	101469.5	0,204	1	75
2	-0,5	0.0045	0,289	101469.5	0,204	101427	67
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427	79
5		0,005		101325		101835	78
6		0,00583		101084		101699	76

Найгіршим є результат досліджу №1, оскільки при цьому нічого майже не розвантажується. Визначаємо умови для досліджу 7:

$$X_{17} = \frac{2}{3}(0.005 + 0.005 + 0.00583) - 0.0055 = 0.00505$$

$$X_{27} = \frac{2}{3}(101084 + 101036 + 101325) - 101469.5 = 100827$$

$$X_{17} = \frac{2}{3}(101427 + 101699 + 101835) - 101427 = 101880$$

Таблиця 3.5 – Четвертий цикл проведення експерименту

Номер досліджу	X ₁		X ₂		X ₃		Y1
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.	
1	0,5	0.0055	0,289	101469.5	0,204	1	75
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427	79
5		0,005		101325		101835	78
6		0,00583		101084		101699	76
7		0,00505		100827		101880	77

Найгіршим є результат досліджу №6. Визначаємо умови для досліджу 8:

$$X_{18} = \frac{2}{3}(0.005 + 0.005 + 0.00505) - 0.00583 = 0.0042$$

$$X_{28} = \frac{2}{3}(101087 + 101036 + 101325) - 101084 = 101214$$

$$X_{18} = \frac{2}{3}(101427 + 101880 + 101835) - 101699 = 101548$$

Таблиця 3.6 – П'ятий цикл проведення експерименту

Номер досліджу	X ₁		X ₂		X ₃		Y1
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.	
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427	79
5		0,005		101325		101835	78
6		0,00583		101084		101699	76
7		0,00505		100827		101880	77
8		0,0042		101214		101548	78

Найгіршим є результат досліджу №7. Визначаємо умови для досліджу 9:

$$X_{19} = \frac{2}{3}(0.005 + 0.005 + 0.0042) - 0.00505 = 0.0044$$

$$X_{29} = \frac{2}{3}(101214 + 101036 + 101325) - 100827 = 101556$$

$$X_{19} = \frac{2}{3}(101427 + 101548 + 101835) - 101880 = 101327$$

Таблиця 3.6 – П'ятий цикл проведення експерименту

Номер досліджу	X ₁		X ₂		X ₃		Y ₁
	код	Знач.	код	Знач.	код	Знач.	
3	0	0,005	-0,578	101036	0,204	101427	79
5		0,005		101325		101835	78
7		0,00505		100827		101880	77
8		0,0042		101214		101548	78
9		0,0044		101548		101327	76

Результат 9 досліджу гірший ніж, 7 дослід, отже пошук завершуємо.

Таким чином встановлено параметри режиму роботи схеми 6, що забезпечують максимальну ефективність сортування, а саме подача 0,005 м³/с, тиск у кільцевому патрубку розвантаження 101036 Па, тиск у центральному патрубку розвантаження 101427 Па.

Висновки до розділу 3

1. Згідно розробленій методику проведено порівняльне дослідження та визначена найефективніша конструкція віцентровго грохоту.
2. Встановлено, що найефективнішою є схема відцентрового гохоту з нижньою тангенційною подачею потоку повітря з пилом спрямовано під кутом 15 град. у гору. Для створення відцентрового руху передбачено ряд лопатей, що створюють завихрення потоку повітря.
3. Згідно розробленій методики проведено дослідження за допомогою симплекс-методу та визначено оптимальні робочі параметри відцентрового грохоту.
4. Встановлено параметри режиму роботи відцентрового грохоту, що забезпечують максимальну ефективність сортування, а саме подача 0,005 м³/с, тиск у кільцевому патрубку розвантаження 101036 Па, тиск у центральному патрубку розвантаження 101427 Па.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розв'язано актуальне науково-технічне завдання, що полягає в покращенні режиму роботи відцентрових грохотів сухого поділу сипких матеріалів за рахунок визначення їх раціональних параметрів.

1. З У результаті проведено аналізу шляхів удосконалення конструкції відцентрових грохотів визначено 7 конструктивних схем;
2. Встановлено, що найефективнішою є схема відцентрового грохоту з нижньою тангенційною подачею потоку повітря з пилом спрямовано під кутом 15 град. у гору. Для створення відцентрового руху передбачено ряд лопатей, що створюють завихрення потоку повітря.
3. Встановлено параметри режиму роботи відцентрового грохоту, що забезпечують максимальну ефективність сортування, а саме подача 0,005 м³/с, тиск у кільцевому патрубку розвантаження 101036 Па, тиск у центральному патрубку розвантаження 101427 Па.