

Спосіб проведення масообмінних процесів у псевдозрідженому шарі та пристрій для його здійснення.

Винахід належить до технології обробки зернистих матеріалів у псевдозрідженому шарі. Може бути застосованим у хімічній, металургійній і других галузях промисловості для проведення процесів синтезу, висушування, прокалки гартування, тощо.

Відомі способи проведення масообмінних процесів у псевдозрідженому шарі, що містять технологічні операції завантажування суміші зернистого матеріалу і газу-реагента у вертикальну камеру реактора, утримування там цієї суміші у псевдозрідженому стані з одночасним створенням умов для здійснення потрібної масообмінної реакції, наприклад з нагріванням чи охолодженням.

Таким, наприклад, є спосіб і пристрій за патентом [1]. За цим патентом псевдозріджений шар і циркуляцію твердих частин створюють потоком газу-реагента. Тут тільки зернистий матеріал рухається замкненими потоками - вгору та вниз усередині камери реактора, а газ-реагент проходить крізь цю камеру реактора, він створює псевдозріджений шар та підтримує масообмінну реакцію.

Камера реактора має елементи для теплообміну, а також впускний і випускний патрубки. Особливістю цих способу та пристрою є те, що тут не передбачено можливостей проводити масообмінні реакції зі сталою кількістю газу-реагента в замкненому об'ємі камери реактора. Газ-реагент завжди має домішки інших газів, які бувають хімічно більш активними, ніж основна складова, вони призводять до зменшення якості продукції масообмінного процесу. Тому масообмінну реакцію з порцією зернистого матеріалу доцільно вести в закритому об'ємі камери реактора, щоб не дати можливості попадати до цієї камери додатковим порціям домішок разом з газом-реагентом. При цьому газ-реагент використовується неекономно, а для нагрівання його, щоб підтримувати нормальний масообмін, витрачається багато зайвої теплової енергії.

Відомі також спосіб і пристрій за патентом [2]. За цим патентом псевдозріджений шар створюють також проточним газом-реагентом, а камера реактора має вертикальну циліндричну форму, щоб підтримувати масообмінний процес в потрібному режимі.

Способи і пристрої за обома цими патентами не мають внутрішнього збудника псевдозрідженого шару, вони ґрунтуються на використанні енергії потоку псевдозріджуючого газу-реагента.

Відомий пристрій за патентом [3]. Пристрій цей має вертикальну камеру реактора за формою зрізаного конуса, у якого менша основа слугує дном цієї камери реактора. На дні встановлена турбінка - колесо з радіально-горизонтальними лопатями. Під дією динамічного напору, що створюється псевдозріджуючим агентом, який подається знизу, турбінка крутиться. Вона створює газову подушку і утримує шар псевдозрідженого зернистого матеріалу над собою.

Відомий також пристрій за патентом [4]. Цей пристрій для здійснення масообмінних процесів у псевдозрідженому стані має вертикальну циліндричну камеру реактора з впускним і випускним патрубками, вентиляторне колесо з радіально-горизонтальними лопатями усередині на дні цієї камери. Вентиляторне колесо закріплено на вертикальному валу, що проходить крізь дно камери реактора, він встановлений на підшипниках і має свій привод.

Особливістю цього пристрою, як і всіх трьох попередніх, є те, що дія його ґрунтується на підтримці безперервного потоку газу-реагента крізь камеру реактора з небажаними наслідками, які притаманні [1].

Ціллю способу і пристрою є створення умов для проведення масообмінних процесів в замкненому об'ємі камери реактора без подачі псевдозріджуючого газу ззовні в цю камеру під час реагування, а також можливість створення такого режиму усередині камери реактора, при якому псевдозріджений зернистий матеріал знаходиться над вентиляторним колесом і не контактує з його лопатями.

Вирішення цієї задачі дозволить:

обмежити доступ забруднюючих домішків газу-реагента в камеру реактора, а тому покращити якість масообмінної реакції і отриманої продукції;

проводити масообмінну реакцію в широкому діапазоні співвідношення зернистої маси і маси газу-реагента;

заощаджувати газ-реагент за рахунок більш повного його використання під час масообміну;

підвищити тепловий коефіцієнт корисної дії пристрою за рахунок циркуляції в закритій камері реактора;

збільшити строк служби вентиляторного колеса через те, що його лопаті під час екзотермічної реакції не будуть контактувати з розпеченими частками зернистого матеріалу.

В способі, що пропонується, який включає завантажування суміші зернистого матеріалу і газу-реагента у вертикальну камеру реактора, утримування там цієї суміші у псевдозрідженому стані з одночасним створенням умов, наприклад нагріванням чи охолодженням, для здійснення потрібної масообмінної реакції, процес реагування підтримують без додаткового доступу і газу-реагента, а в камері реактора псевдозрідженому шару надають вихорову циркуляцію з потоками, що направлені спіральню вверх уздовж стіни камери реактора та униз по центру уздовж її центральної геометричної вісі, при цьому вихорову циркуляцію псевдозрідженому шару в камері реактора надають з допомогою вентиляторного колеса.

В пристрої, що пропонується, який має вертикальну камеру реактора з впускним і випускним патрубками, вентиляторне колесо з радіально-горизонтальними лопатями усередині на дні цієї камери, до лопатів вказаного вентиляторного колеса спіднизу приєднано диск, а зверху шайбу, центральний отвір котрої співпадає з геометричною віссю вентиляторного колеса.

До складу заявки входять 6 фігур на 3-х аркушах:

на фіг.1 - загальний вигляд пристрою (в розрізі)

на фіг.2 - вентиляторне колесо пристрою (в розрізі)

на фіг.3 - вентиляторне колесо (вид зверху)

на фіг.4, 5 і 6 - фотознімки реальної картини поведінки псевдозріджуючого шару при трьох різних швидкостях обертів вентиляторного колеса.

Реалізація способу, що пропонується, буде пояснена нижче, разом з поясненням роботи пристрою. Пристрій для здійснення масообмінних процесів у псевдозрідженому шарі має станину 1, на ній закріплено вертикальну камеру реактора 2, що має кришку 3 і дно 4. До кришки 3 приєднано впускний 5 і випускний 6 патрубки. Патрубки 5 і 6 мають вентилялі 7 і 8, якщо вони закриті, то камера стає герметичною. Камера 2 має форму циліндра (на кресленнях не показано), або зрізаного конуса (фіг. 1), де менша основа є дно 4. Над дном 4 на валу 9 встановлено вентиляторне колесо 10, яке складається з маточини 11 (фіг. 2, фіг. 3), комплекту лопатів 12, диска 13 та шайби 14. Диск 13 по усьому периметру відбортований уверх, він нагадує форму сковороди. Маточина 11, лопаті 12, диск 13 та шайба 14 з'єднані між собою (наприклад заварені) в суцільну деталь - вентиляторне колесо 10. Маточина 11 напресована на кінець вала 9 зі шпонкою 15 і закріплена конусним наконечником 16. З'єднання маточини 11 з валом 9 також може бути шліцьовим (на кресленнях не показано). Центр отвору шайби 13 співпадає з геометричною віссю вала 9 і наконечника 16. Горизонтальні диск 13 і шайба 14 разом з лопатями 12 створюють канали 17 (фіг. 3) для пропуску газу-реагенту, де отвір в шайбі 14 є вхідним отвором 18 цих каналів, а зазор між шайбою 14 і диском 13 по їх периметру є вихідним отвором 19. Площа вихідного отвору 19 значно менша від площі вхідного отвору 18. До камери 2 прикріплено корпус 20, крізь нього проходить вал 9, Корпус 20 виготовлено з термоізоляційного, термостійкого матеріалу. Вал встановлено на підшипники 21. Для вала 9 в корпусі 20 є ущільнювачі 22. До зовнішнього кінця вала 9 приєднано привод, щоб крутити вентиляторне - колесо 10. За конструкцією привод може бути електричним чи механічним, він обов'язково повинен мати регулятор числа обертів. На кресленнях (фіг. 1) зображено привод, що має електродвигун 23, блок 24 для регулювання числа обертів його вала. Вал електродвигуна 23 кінематично з'єднаний з валом 9 шківми 25 і 26 та пасом 27.

Камера охоплена нагрівачем 28. Він також може мати охолоджувач 29. Вал 9 в собі має поздовжні канали для можливості його охолодження шляхом примусової циркуляції рідкого чи газоподібного холодоагента (цих каналів і насоса для прокачування холодоагента на кресленнях не показано).

Щоб провести масообмінну операцію, спочатку в камері реактора 2 створюють високу ступінь вакууму шляхом викачування через патрубок 6 і вентиль 8 повітря чи залишків реагентів від попередньої масообмінної операції. Щоб зменшити залишок цього продукту в камері реактора, доцільно впустити туди той газ-реагент, котрий буде застосованим в запланованій масообмінній операції (реакції) і повторно відкачати цю порцію і газу-реагента разом з залишком від першої відкачки.

Включають привод 23, з допомогою блоку регулювання 24 встановлюють ту швидкість обертів вентиляторного колеса 10, котра відповідає технології запланованої масообмінної операції і зразу через патрубок 5 і вентиль 7 в камеру реактора 2 впускають потрібну кількість суміші зернистого матеріалу і газу-реагента з необхідним співвідношенням їх об'ємів, або мас. Якщо процес масообміну повинен супроводжуватись нагріванням, чи охолодженням, чи почерговим нагріванням і охолодженням, то відповідно задіюють нагрівач 28 і охолоджувач 29. Процес масообміну ведуть при герметично закритих вентилях 7 і 8.

Вентиляторне колесо 10 працює як насос, через вхідний отвір 18 в центрі воно усмоктує газ-реагент, а через вихідний отвір 19 з напором виганяє його. За рахунок того, що вихідний отвір 19 є щільнішим і за площею вона значно менша від площі вхідного отвору 18, швидкість струменів газу-реагенту всіх каналів 17 значно вища від швидкості при його усмоктуванні. Газ-реагент вилітає з колеса 10 по дотичній прямій, досягає стінки камери реактора 2 і по інерції сковає по ній круговою траєкторією. За рахунок того, що з колеса 10, що крутиться, постійно дує газ-реагент, то кожна наступна його порція відтісняє попередню порцію і змушує газ рухатись по спіралі уверх. Створюється вихоровий рух з високим тиском біля стінки камери реактора 2 і низьким тиском в центрі колеса 10 і по геометричній віді камери реактора 2. Порції газу, що досягають верха камери реактора 2, впираючись в кришку 3, відтісняються наступними порціями до її центру, а всередині вихору ці порції газу-реагенту, продовжуючи рухатись по круговій траєкторії, вже рухаються униз в напрямку до вхідного отвору 18 колеса 10. На газ і на зернисту фракцію, що міститься у ньому діють відцентрові сили. Ці сили прямопропорціональні швидкості руху суміші по круговій траєкторії, а також масам складових цієї суміші. Так як зернисті часточки псевдозрідженого шару важчі від рівних їм за об'ємом часточок газу-реагента, то на них діють більші відцентрові сили і часточки відтісняються цими силами до стінки камери реактора 2, потрапляючи у висхідні потоки, починають рухатись уверх. В результаті до колеса 10 долітає переважно чистий газ-реагент, а зерниста фракція суміші попадає в потік газу, що дує з колеса 10 і рухається спіралью уверх. Таким чином весь час масообмінної операції газ-реагент циркулює в камері реактора, а псевдозріджений шар утримується над колесом 10. Кінетична енергія псевдозрідженого шару в камері 2 передається практично через чистий газ-реагент. На фіг.1 одинарними стрілками спрощено показаний напрямок руху чистого газу-реагенту, а двоєними стрілками - рух псевдозрідженого шару.

Рух псевдозрідженого газу-реагенту і зернистої фракції в камері 2 показаний з точки зору їх ламінарного руху, як рух результуючий, без турбулентних складових. А в дійсності за рахунок взаємодії струменів газу, що дують з колеса 10, між собою, між ними і камерою реактора 2, між шарами газу-реагента в напрямку від краю до середини цієї камери виникають дрібні, але багаточисельні складові турбулентного руху всередині вихорового циркулюючого руху, вони спричиняють інтенсивний в усьому об'ємі внутрішній рух псевдозрідженого шару, перешкоджають зернистому матеріалові згрігуватись.

Тривалість масообміну і температура реагуючих компонентів залежать від самих компонентів псевдозрідженого шару і бажаного результату реакції.

Наприклад, процес азотування порошку титану чи цирконію протікає при температурі порядку 1350°C протягом 20-30 хвилин. А процес азотування порошку алюмінію - при температурі порядку 600°C.

При закінченні операції масообміну псевдозріджений шар через випускний патрубок 6 і вентиль 8 випускають, щоб відділити зернисту фракцію, а в камеру 2 впустити нову порцію реагентів для наступної масообмінної операції. Видалення реагентів з камери реактора 2 і подачу їх нових порцій виконують вентиляторним колесом 10.

Залишок газу-реагенту від попередньої операції може бути використаним для обробки нової порції зернистого матеріалу.

Так як процес псевдозрідження проходить в замкненому об'ємі, то втрати теплової енергії мінімізуються, відсутні фактори, що зумовлюють видалення зернин з камери реактора, а тому забезпечується однаковий час перебування різних за розмірами зернин в цій камері реактора.

Створення умов масообміну, що не дозволяють реагуючому зернистому матеріалові взаємодіяти з вентиляторним колесом 10, збільшує термін його експлуатації. Запропоновані спосіб і пристрій дають можливість провадити масообмінні процеси в широкому діапазоні пористості псевдозрідженого шару. Цей спосіб і пристрій придатні як для використання в промислових цілях, так і в науково-дослідних. Наприклад, якщо камеру реактора 2 виконати прозорою, а пористість псевдозрідженого шару зробити близькою до 100% (з однією, або декількома часточками зернистого матеріалу), то створюється можливість візуально спостерігати закономірність руху цієї єдиної, або групи зернинок.

На фігурах 4, 5 і 6 приведені фотознімки, на яких видно, що зі збільшенням числа обертів вентиляторного колеса 10 псевдозріджений шар все більше віддаляється від нього.

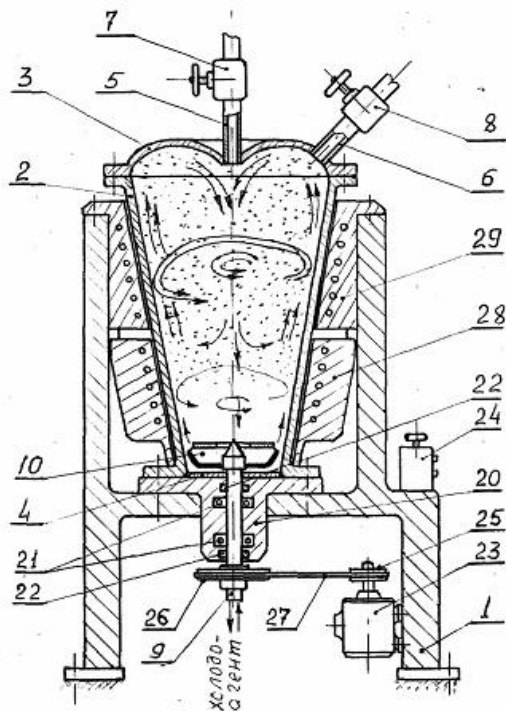
Джерела інформації, що взяті до уваги при експертизі

1. Патент України № 2070, Кл. В01j 8/24, виданий фірмі Фінляндії, опублікований ПВ, бюлет. №1 2000р. "Спосіб циркуляції твердого матеріалу в реакторі з псевдозрідженим шаром та пристрій для його здійснення.

2. Патент Японії №5-7060 Кл. В01j 8/24, виданий фірмі США, опублікований РЖ11-05-95, 1995р. "Способ и установка для одновременной регенерации и охлаждения тонко дисперсного материала в псевдооживленном слое. (Прототип способу).

3. Авторское свидетельство СССР №7229993. Кл. В01j 8/24, заявлено 1984г.(для служебного использования) "Вращающееся газораспределительное устройство".

4. Авторское свидетельство СССР №722564 Кл² В 01j 8/16. видане підприємству Чехословаччини, опубліковано в Бюл. №11; 1980р. (Прототип пристрою).



Фиг. 1

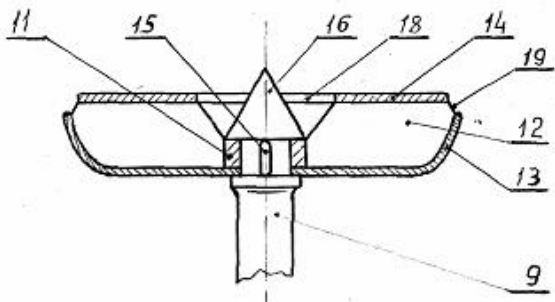


Fig. 2

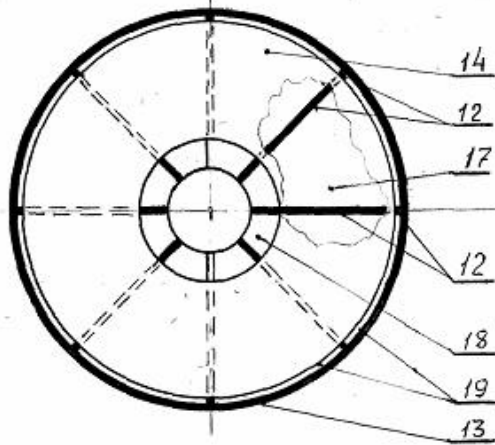


Fig. 3

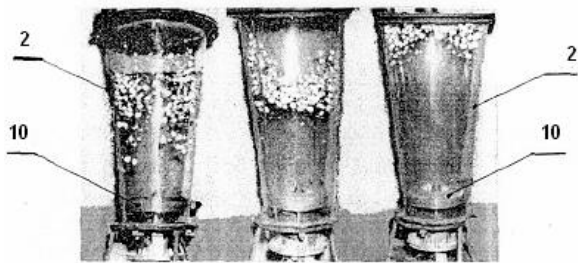


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6