

Даний винахід стосується процесів і пристрою для проведення реакції в трубчастих реакторах газоподібних реагентів з високою швидкістю потоку, що містять подрібнену тверду фазу, і, більш конкретно, проведення реакції в трубчастому реакторі при високій температурі кисню і газоподібного тетрахлориду титана з високою швидкістю потоку, які можуть містити або підхоплювати домішки у вигляді твердих часток для утворення діоксиду титана.

В реакціях, що проводяться в трубчастих реакторах, де газоподібні реагенти з високою швидкістю потоку нагнітаються в реактори, можуть зустрічатися проблеми, пов'язані з неповним змішуванням і сильною ерозією бічних стінок реакторів через присутність в реагентах домішок у вигляді твердих часток. Неповне змішування може привести до результатів реакції нижче необхідних, а ерозія спричиняє забруднення продуктів, що виробляються матеріалами, утворюючими реактори, а також значно скорочує термін служби реактора. Наприклад, при виробництві діоксиду титана, газоподібні реагенти являють собою нагрітий кисень і нагрітий газоподібний тетрахлорид титана, які об'єднуються в трубчастому реакторі з високими швидкостями потоків. У реакторі відбувається реакція окислення при високій температурі, утворюючи при цьому тверді частки діоксиду титана. Іноді потоки як кисню, так і газоподібного тетрахлориду титана, що використовуються в реакції, містять або підхоплюють домішки у вигляді твердих часток, які стикаються з поверхнями пристрою реактора. Такі домішки у вигляді твердих часток попадають в газові потоки внаслідок проходження газових потоків через технологічне обладнання і розташовану вище по потоку систему трубопроводів реактора. Технологічне обладнання і система трубопроводів можуть містити окалину у вигляді твердих часток, тверді частки з псевдозріжджених шарів, зварювальний шлак у вигляді часток і т. п. Точно також, для очищення діоксиду титана, що осідає на стінках реактора, в реактор часто вводиться очищаюче середовище у вигляді твердих часток, типу піску. Очищаюче середовище іноді знаходить свій шлях в різні розташовані вище по потоку частини реактора, і деяка частина середовища підхоплюється і переноситься потоками газоподібних реагентів. Наприклад, якщо очищаюче середовище вводиться в пристрій реактора, коли потік кисню або тетрахлориду титана перекритий, очищаюче середовище може виходити з реактора в пристрій введення кисню або тетрахлориду титана, наприклад, в накопичувальні камери, сполучені з реактором.

При спробах розв'язання згаданих вище проблем раніше використовували великі накопичувальні камери, розташовані вище по потоку від точок нагнітання в реактор газоподібних реагентів через невеликі зазори, щоб вловлювати домішки у великих накопичувальних камерах. Використання цих невеликих зазорів для утримання домішок у вигляді часток приводить до великих перепадів тиску, які спричиняють хороше змішування газів в реакторі, але великі перепади тиску в газоподібних реагентах вимагають їх герметизації, яка є вельми дорогою.

Для того, щоб функціонувати з більш низькими перепадами тиску газоподібних реагентів, газоподібні реагенти, крім того, нагніталися по дотичній в невеликі кільцеподібні накопичувальні камери, які розподіляли їх по двом або більше щілинам, через які газоподібні реагенти радіально проходили в реактор. Однак, за допомогою цього способу і пристрою домішки у вигляді твердих часток, що переносяться або що підхоплюються газоподібними реагентами, можуть бути захоплені в кільцеподібних накопичувальних камерах, що приводить до швидкого руйнування накопичувальних камер. Такий підхід також не є повністю задовільним.

Таким чином, необхідно створити поліпшений спосіб і пристрій для реакції газоподібних реагентів в трубчастих реакторах, які приводять до низьких перепадів тиску в пристроях реактора, більш рівномірному розподілу газоподібних реагентів і кращому змішуванню газоподібних реагентів без надмірної ерозії, зумовленої присутністю твердих часток.

Даний винахід стосується нового пристрою для проведення реакції в трубчастому реакторі газоподібного реагенту (або реагентів) з високою швидкістю потоку, що містять, або підхоплюють тверді частки, в якому у відповідності до першого варіанту здійснення підлягаючій нагнітання газоподібний реагент завихрюється в першій кільцеподібній накопичувальній камері, за якою слідує друга кільцеподібна накопичувальна камера більшого діаметру. Потім газоподібний реагент, що завихрюється, вводиться в реактор за допомогою двох або більше радіальних щілин на виході другої накопичувальної камери так, що тверді частки переносяться з газоподібним реагентом через центр реактора, а не захоплюються в першій або другій накопичувальних камерах. При виробництві діоксиду титана, описаний вище перший варіант здійснення є особливо переважним для нагнітання в реактор нагрітого кисню з високими швидкостями потоку.

У другому варіанті здійснення винаходу газоподібний реагент з високою швидкістю потоку, який може містити тверді частки, завихрюється в кільцеподібній накопичувальній камері, що включає сильфон для уловлювання твердих часток. Одержаний в результаті газоподібний реагент по суті без твердих часток вводиться в реактор за допомогою двох або більше радіальних щілин. Накопичувальна камера факультативно забезпечується трубопроводом, що проходить від внутрішньої частини сильфона до внутрішньої частини однієї з щілин, завдяки чому різниця тиску газу між сильфоном і щілиною забезпечує переміщення твердих часток, захоплених в сильфоні, по трубопроводу в реактор. Радіальні щілини переважно мають нахил в напрямі вниз по потоку для забезпечення рівномірного розподілу і вирівнювання потоку газоподібного реагенту і твердих часток (якщо вони є) через центр реактора і, внаслідок цього, запобігають неповному змішуванню і ерозії по периферії реактора. При виробництві діоксиду титана, цей другий варіант здійснення є особливо переважним для нагнітання в реактор нагрітого тетрахлориду титана з високими швидкостями потоку, і отже в зв'язку з цим, в особливо переважному пристрої можна використовувати і перший варіант здійснення (для введення кисню), і другий варіант здійснення (для введення тетрахлориду титана).

Далі подається посилання на креслення, на яких:

на фіг.1 показаний вигляд зверху пристрою нагнітання газоподібного реагенту, що містить тверді частки згідно з даним винаходом, приєднаного до трубчастого реактора.

На фіг.2 показаний вигляд збоку в поперечному розрізі по лінії 2-2 на фіг.1.

На фіг.3 показаний вигляд в поперечному розрізі по лінії 3-3 на фіг.2.

На фіг.4 показаний вигляд в поперечному розрізі по лінії 4-4 на фіг.1.

На фіг.5 показаний вигляд збоку в поперечному розрізі по лінії 5-5 на фіг.1.

На фіг.6 показаний вигляд в поперечному розрізі по лінії 6-6 на фіг.5.

На фіг.7 показаний вигляд в поперечному розрізі по лінії 7-7 на фіг.5.

На фіг.1-6 креслень показаний переважний пристрій згідно з даним винаходом для нагнітання в трубчастий реактор нагрітого кисню і нагрітого тетрахлориду титана з високими швидкостями потоку для утворення діоксиду титана відповідно до відомого процесу. Термін "з високими швидкостями потоків" означає швидкості потоків в діапазоні від 11 до 85 стандартних кубічних метрів (400-3000 стандартних кубічних футів) або вище на хвилину.

Пристрій на фіг.1, загалом позначений посилальною позицією 10, складається з першого пристрою 12 введення газоподібного реагенту і другого пристрою 14 введення газоподібного реагенту, які обидва призначені для введення газоподібних реагентів з високими швидкостями потоків, що містять тверді частки, в трубчастий реактор 19, який може мати будь-яку відому конструкцію реактора, включаючи такі конструкції, які охолоджуються водою або іншим теплообмінним середовищем, і такі, які не охолоджуються або утворені з пористого середовища, але не обмежуючись ними. Пристрої 12 і 14 в більш загальному сенсі можна використовувати для нагнітання в трубчастий реактор будь-якого газоподібного реагенту з високою швидкістю потоку, який містить або може містити тверді частки. У пристрої для виробництва діоксиду титана, зокрема, показаного на фіг.1-4, пристрій 12 введення газоподібного реагенту є переважним для введення в реактор 19 потоку нагрітого кисню. Показаний на фіг.1 і 5-7 пристрій 14 введення газоподібного реагенту є переважним для введення в реактор 19 потоку високо корозійного нагрітого газоподібного тетрахлориду титана.

При роботі як пристрій 12, так і пристрій 14 вводять газоподібні реагенти з високими швидкостями потоків, які можуть містити тверді частки, в трубчастий реактор 19, з низькими перепадами тиску, з рівномірним розподілом і хорошим змішуванням газоподібних потоків реагенту в реакторі і без надмірної ерозії накопичувальної камери або реактора, зумовленої присутністю твердих часток, що переносяться газоподібними реагентами.

Як показано на фіг.1-4, пристрій 12 складається з циліндричної камери 16 нагнітання газоподібного реагенту, що має кільцеподібний отвір 17 навколо її периферії і фланцеві з'єднання 18 і 20, сполучені з її переднім і заднім кінцями 19 і 21, відповідно. До фланця 18 прикріплений закриваючий фланець 22. Трубопровід 24 ущільнюючим образом сполучений через фланець 22 і проходить в циліндричну камеру 16 нагнітання. Трубопровід 24 встановлений коаксіально з циліндричною камерою 16 нагнітання, а другий трубопровід 26 (який також ущільнюючим образом сполучений через фланець 22), коаксіально розташований навколо трубопроводу 24. Впускний фланець 28 сполучений з трубопроводом 24, а фланцеве впускне з'єднання 30 приєднане до трубопроводу 26. Як показано на фіг.1, коли пристрій 12 введення газоподібного реагенту використовується з реактором, що охолоджується водою, для виробництва діоксиду титана, джерело допоміжного палива, наприклад, метану, пропану або толуолу, приєднане до впускного з'єднання 30 трубопроводу 26, а джерело очищаючого середовища реактора приєднане до впускного з'єднання 28 трубопроводу 24. Допоміжне паливо використовується для забезпечення додаткового тепла і стабілізування реакції окислення в реакторі 19. Паливо окислюється до діоксиду вуглецю і води, і утворена вода підтримує рутилізацію, яка поліпшує характеристики діоксиду титана, що виробляється. Очищаюче середовище реактора, яким може бути пісок, кам'яна сіль, агломерований діоксид титана, стислий діоксид титана або аналогічна речовина, нагнітається в пристрій реактора, щоб очистити діоксид титана з стінок реактора, які охолоджуються. У цьому відношенні, коли діоксид титана утворюється в реакторі, частина його осаджується на стінках дільниць реактора, які охолоджуються, наприклад, частини реактора, що охолоджується водою або іншим способом. Якщо його не видаляти, діоксид титана буде безперервно наростати і істотно заважати процесу охолодження. Таким чином, треба безперервно вводити в реактор очищаюче середовище.

Камера 16 нагнітання також включає пару водяних охолоджуючих сорочок 32 і 34 для охолодження стінок камери нагнітання. Крім того, всередині циліндричної камери 16 нагнітання газоподібного реагенту між кільцеподібним отвором 17 в камері нагнітання і її переднім кінцем 19 розташований кільцеподібний тепловий екран 35. Тепловий екран 35 можна приварювати до трубопроводу 26, і він передбачений для екранування передньої кінцевої дільниці циліндричної камери 16 нагнітання газоподібного реагенту від тепла, що проводиться нагрітим газоподібним реагентом (нагрітим киснем), що вводиться через кільцеподібний отвір 17. Дефлектор 37 прикріплений до передньої кінцевої дільниці 39 трубопроводу 26 для відхилення потоку нагрітого кисню, що вводиться в камеру 16 нагнітання за допомогою отвору 17 і для забезпечення рівномірного розподілу кисню.

Передбачена перша кільцеподібна накопичувальна камера 36, що має кільцеподібну зовнішню стінку 38, бічну сторону 40, ущільнюючим образом прикріплена до зовнішньої частини камери 16 нагнітання газоподібного реагенту, і кільцеподібний бічний впускний отвір 42. Як найкраще показано на фіг.4, перша кільцеподібна накопичувальна камера 36 також включає тангенціальний впускний отвір 44 для прийому потоку нагрітого кисню з високою швидкістю потоку, який може містити тверді частки, і забезпечення завихрення цього потоку всередині накопичувальної камери 36.

Друга кільцеподібна накопичувальна камера 46, що має кільцеподібну зовнішню стінку 47 і бічні сторони 48 і 50, також ущільнюючим образом прикріплена до зовнішньої частини камери 16 нагнітання. Бічна сторона 50 другої накопичувальної камери 46 прикріплена до зовнішньої стінки 38 першої накопичувальної камери 36, і друга накопичувальна камера 46 включає кільцеподібний бічний впускний отвір 52, який суміщений з кільцеподібним бічним впускним отвором 42 першої накопичувальної камери 36. Як показано на кресленнях, друга накопичувальна камера 46 має більший діаметр, ніж перша накопичувальна камера 36, і друга накопичувальна камера 46 перекриває кільцеподібний отвір 17 по периферії камери 16 нагнітання.

Кільцеподібна щілина 54 утворена всередині другої накопичувальної камери 46 поруч з її бічною стороною 48 за допомогою кільцеподібної пластини 56, яка ущільнюючим образом прикріплена до зовнішньої частини камери 16 нагнітання і проходить до дільниці близько до зовнішньої стінки 47 другої накопичувальної камери 46. Кільцеподібна щілина 54, утворена бічною стороною 48 другої накопичувальної камери 46 і кільцеподібною пластиною 56, ущільнюючим образом прикріплена по всьому кільцеподібному отвору 17 в камері 16 нагнітання. Таким чином, нагрітий кисень з високою швидкістю потоку, який може містити тверді частки, що направляється в тангенціальний впускний отвір 44 першої накопичувальної камери 36, примушується до завихрення всередині першої накопичувальної камери 36, з подальшим завихренням в більшій другій накопичувальній камері 46, і виходу з другої накопичувальної камери 46 за допомогою кільцеподібної щілини 54 у внутрішню частину камери 16 нагнітання. Оскільки потік нагрітого кисню спочатку завихрюється всередині меншої накопичувальної камери 36 і потім розширюється і завихрюється в накопичувальній камері 46, тверді частки, що містяться в потоку, переміщуються відцентровою силою до зовнішніх стінок 38 і 47 накопичувальних камер 36 і 46, і потім проходять разом з нагрітим киснем через щілину 54 у внутрішню частину камери 16 нагнітання, так, що тверді частки не захоплюються всередині накопичувальних камер 36 і 46. Як легко можуть зрозуміти фахівці в даній області техніки, коли тверді частки захоплюються всередині накопичувальної камери, в якій завихрюється газовий потік високої швидкості, тверді частки руйнують матеріал, утворюючий накопичувальну камеру, і прорізаються через нього протягом дуже короткого періоду часу. Як найкраще показано на фіг.2, зовнішня стінка 47 накопичувальної камери 46 нахилена назовні у напрямі до її бічної сторони 48, щоб сприяти переміщенню твердих часток в щілину 54.

Як краще показано на фіг.3, кільцеподібна щілина 54 включає множину прикріплених в ній розташованих на відстані одна від одної лопаток 58, які в отворі 54 утворюють множину радіальних щілин 59 (фіг.3). Функція радіальних щілин 59 полягає в запобіганні завихренню нагрітого потоку кисню і однорідному розподілі потоку нагрітого потоку кисню і однорідному розподілі течії потоку нагрітого кисню і твердих часток, що переноситься з ним, в центр камери 16 нагнітання і через нього. Дефлектор 37, прикріплений до внутрішньої кінцевої дільниці 39 трубопроводу 26, призначений для придання потоку нагрітого кисню рівномірного розподілу і однорідного протікання через центр камери 16 нагнітання, пристрій 14 введення газоподібного тетрахлориду титана в реактор 19, внаслідок чого запобігаючи виникненню неповного змішування і ерозії.

Таким чином, процес, що проводиться в пристрої 12, в основному містить етапи завихрення газоподібного реагенту, що підлягає введенню в реактор 19, в першій кільцеподібній накопичувальній камері 36, за якою слідує друга кільцеподібна накопичувальна камера 46 більшого діаметра. Газоподібний реагент, який завихрюється, і тверді частки, що переносяться разом з ним, вводяться в реактор 19 за допомогою радіальних щілин 59 і камери 16 нагнітання. Тобто, газоподібний реагент і тверді частки проходять через радіальні щілини 59 в камеру 16 нагнітання і потім в реактор 19, і тверді частки не захоплюються в першій або другій накопичувальних камерах. Радіальні щілини 59 і дефлектор 37, розташований всередині камери 16 нагнітання, примушують газоподібний реагент і тверді частки проходити в камеру 16 нагнітання і через неї таким чином, що газоподібний реагент і тверді частки однорідно проходять через центри камери 16 нагнітання і реактора 19, внаслідок чого запобігаючи там неповному змішуванню і ерозії. Як було згадано, коли пристрій 12 використовується в процесі створення діоксиду титана, газоподібний реагент, що вводиться в реактор 19 за допомогою пристрою 12, переважно являє собою заздалегідь нагрітий кисень, тобто, кисень, заздалегідь нагрітий до температури в діапазоні від, 540 градусів Цельсія до 980 градусів Цельсія (1000°F-1800°F), переважно від 830 градусів Цельсія до 980 градусів Цельсія (1500°F-1800°F). Крім того, в камеру 16 нагнітання і реактор 19 переважно вводиться допоміжне паливо за допомогою трубопроводу 26, а очищаюче середовище для очищення стінок реактора вводиться в камеру 16 нагнітання і реактор 19 по трубопроводу 24. Точно також, до нагрітого кисню, що вводиться в реактор 19, можна додавати хлорид калію, хлорид цезію або аналогічну речовину для управління розмірами часток діоксиду титана, що виробляється.

На фіг.1 і 5-7, показаний пристрій 14 для введення в реактор 19 газоподібного реагенту з високою швидкістю потоку (нагрітого тетрахлориду титана), який містить або може містити тверді частки. Як краще показано на фіг.5, пристрій 14 включає циліндричну камеру 60 нагнітання газоподібного реагенту, що має передній кінець 61 і задній кінець 65, пристосований для з'єднання ущільнюючим образом з розташованим вище по потоку кінцем трубчастого реактора 19 за допомогою секції 23 конічної проміжної труби (фіг.1), і що має кільцеподібний отвір 69, утворений в ній по її периферії. Як повинне бути зрозуміло фахівцям в даній області техніки, пристрій 14 може бути виконаний з різних матеріалів, які мають необхідну ізоляцію, корозійну стійкість і інші характеристики. У формі, що ілюструється на кресленнях для використання в пристрої для утворення діоксиду титана, камера 60 нагнітання складається переважно з циліндричного елемента 63 стінки, виконаного з теплоізоляційного вогнетривкого матеріалу, циліндричного елемента 64, виконаного з стійкого до корозії металевого матеріалу і циліндричного елемента 66, виконаного з стійкого

до корозії матеріалу карбиду кремнію. Кільцеподібний отвір 69 переважно розташований під кутом у напрямі до заднього кінця 65 камери 60 нагнітання, як показано на фіг.5, і кільцеподібний отвір 69 включає множину розташованих в ньому рознесених на відстань одна від одної лопаток 68 (фіг.6), які утворюють там множину радіальних щілин 62. Радіальні щілини 62 і кільцеподібний отвір 69 проходять під кутом для запобігання проникненню в них кисню, утворення в щілинах оксидів, які можуть приводити до закупорювання, і забезпечення рівномірного розподілу в камері 60 нагнітання. Лопатки 68 можуть бути виконані в циліндричному елементі 66 за одне ціле, як показано на кресленнях. Точно так само, коли для забезпечення додаткового тепла використовується допоміжне паливо, як описано вище, циліндричний елемент 63 стінки, секція 67 трубопроводу, секція 23 конічної проміжної труби (фіг.1) і реактор 19 (фіг.1) всі охолоджуються водою (не показано), для запобігання їх пошкодженню внаслідок пов'язаних з цим високих температур.

Кільцеподібна накопичувальна камера 70, що має зовнішню стінку 72 і бічні сторони 74 і 76, утворені з металу типу сталі, ущільнюючим образом прикріплена до зовнішньої частини циліндричної камери 60 нагнітання газоподібного реагенту. Внутрішня частина кільцеподібної накопичувальної камери 70 облицьована стійким до корозії матеріалом 78 карбиду кремнію, а прокладковий матеріал 80 розташований між стійким до корозії матеріалом 78 і зовнішньою стінкою 72 і бічними сторонами 74 і 76. Як повинне бути зрозуміло, в пристрої 14 можна використовувати ізоляційні і стійкі до корозії матеріали або технології, відмінні від описаних вище.

Як найкраще показано на фіг.7, до накопичувальної камери 70 примикає тангенціальний впускний отвір 82 для прийому потоку нагрітого газоподібного тетрахлориду титана з високою швидкістю потоку, який містить або може містити тверді частки. Тангенціальний впускний отвір 82 примушує потік газоподібного тетрахлориду титана завихрюватися всередині накопичувальної камери 70. У накопичувальній камері 70 нижче за течією від її тангенціального впускного отвору 82 утворений тангенціальний сильфон 84 для уловлювання твердих часток, що переносяться з потоком газоподібного тетрахлориду титана. Сильфон 84 включає знімний глухий фланець 85 для періодичного видалення з сильфону 84 твердих часток. Таким чином, потік газоподібного тетрахлориду титана, що містить тверді частки, завихрюється всередині накопичувальної камери 70, тверді частки захоплюються в сильфоні 84, і потік газоподібного тетрахлориду титана, що виходить в результаті, по суті без твердих часток, проходить в камеру 60 нагнітання за допомогою радіальних щілин 62 і отвору 69.

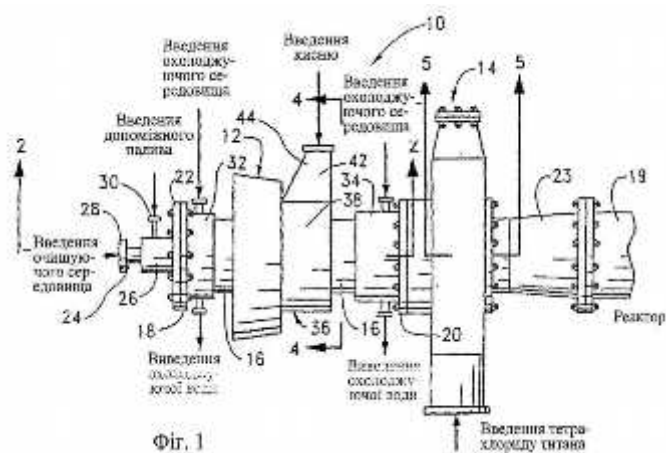
Як найкраще показано на фіг.7, всередині накопичувальної камери 70 факультативно може бути прикріплений трубопровід 86, який має один кінець 88, що проходить в сильфон 84, і інший кінець 90, що проходить в радіальну щілину 62. Перепад тиску газу між сильфоном 84 і радіальною щілиною 62 примушує тверді частки, захоплені в сильфоні 84, переміщуватися разом з частиною потоку газоподібного тетрахлориду титана по трубопроводу 86 в камеру 60 нагнітання і реактор 19.

Рознесені на відстань одна від одної лопатки 68, розташовані в кільцеподібній щілині 69, які формують радіальні щілини 62, примушують потік газоподібного тетрахлориду титана призупиняти або зупиняти завихрення і рівномірно розподілятися в камері 60 нагнітання таким чином, що газовий потік і тверді частки (якщо вони є) протікають через центр камери 60 нагнітання і реактора 19, внаслідок чого запобігаючи тим самим неповному змішуванню і ерозії.

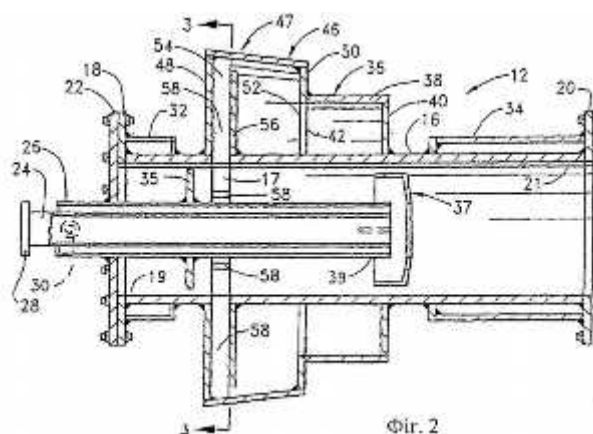
Таким чином, процес, що виконується в пристрої 14, в основному містить завихрення газоподібного реагенту, який може містити або підхоплювати тверді частки, в кільцеподібній накопичувальній камері 70, що включає сильфон 84 для уловлювання твердих часток. Газоподібний реагент, який завихрюється, що виходить в результаті, по суті без твердих часток проходить в камеру 60 нагнітання через радіальні щілини 62 і кільцеподібний отвір 69. Захоплені в сильфоні 84 тверді частки можна періодично витягувати звідти вручну, або їх можна витягувати безперервно за допомогою трубопроводу 86 і спрямовувати в щілину 62. Як було згадано вище, функція множини радіальних щілин 62 полягає в тому, щоб спричинити рівномірний розподіл газоподібного реагенту і твердих часток (якщо вони є) в камері 60 нагнітання, і вирівнювати проходження газоподібного реагенту і твердих часток через центр камери 60 нагнітання.

Як було також згадано, коли пристрій 14 використовується в способі виробництва діоксиду титана, газоподібним реагентом, що вводиться в реактор 19 за допомогою пристрою 14, переважно є газоподібний тетрахлорид титана, тобто, заздалегідь нагрітий до температури в діапазоні від 175 градусів Цельсія до 980 градусів Цельсія (350°F-1800°F), переважно від 400 градусів Цельсія до 590 градусів Цельсія (750°F-1100°F). Як повинне бути зрозуміло, до нагрітого тетрахлориду титана можна додавати хлорид алюмінію, щоб посилити рутилізацію діоксиду титана, що виробляється і зробити його більш міцним.

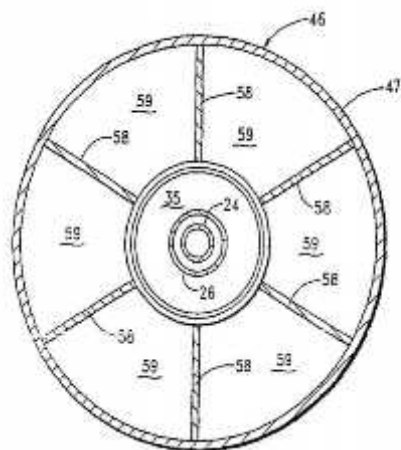
Виробництво діоксиду титана в трубчастому реакторі 19 звичайно виконується при тиску, що складає щонайменше приблизно 0,14 кг/кв.см (вимірюваному) (2 psig (фунти на квадратний дюйм)), і температурі, рівній щонайменше приблизно 1200 градусів Цельсія (2200°F). Крім того, температурами потоків кисню і тетрахлориду титана управляють так, щоб температура складового потоку перед реакцією знаходилася в діапазоні від 480 градусів Цельсія (900°F) до 980 градусів Цельсія (1800°F), переважно складала приблизно 790 градусів Цельсія (1450°F).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

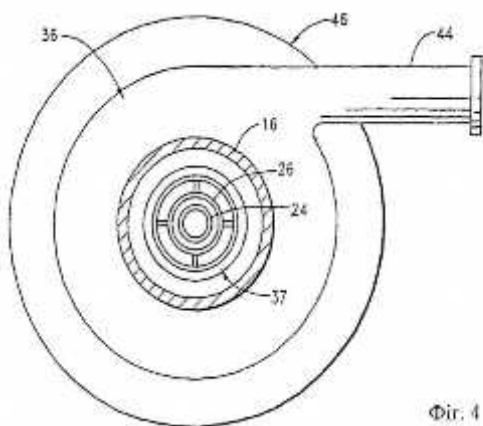


Fig. 4

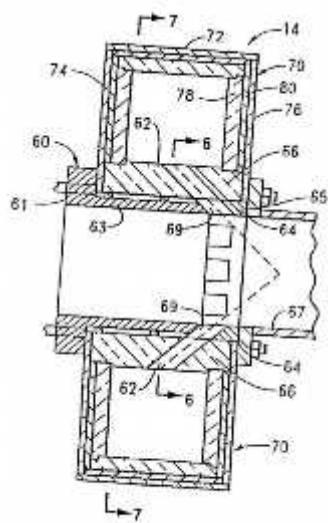


Fig. 5

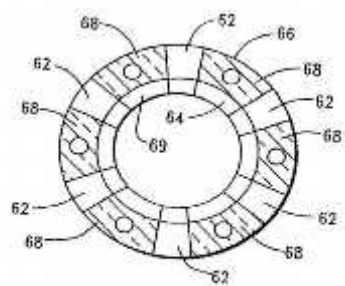


Fig. 6

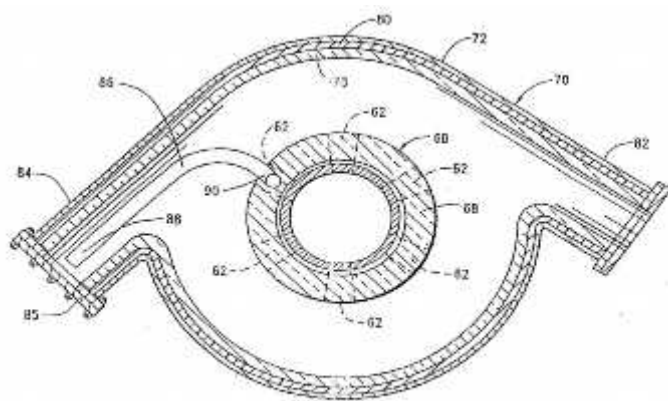


Fig. 7