



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 61750

(13) C2

(51) МПК (2006)

B01J 8/00

B01J 8/18

F28D 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) РЕАКТОР КИПЛЯЧОГО ШАРУ

1

2

(21) 2003043251

(22) 11.04.2003

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Барський Вадим Давідович, Власов Геннадій
Олександрович, Чуїшев Віктор Михайлович(73) Барський Вадим Давідович, Власов Геннадій
Олександрович, Чуїшев Віктор Михайлович

(56) RU 2156161, 20.09.2000, C1

RU 2276183, 27.03.2005, C2

(57) 1. Реактор киплячого шару, який включає корпус, нижня частина якого виконана у вигляді тіла обертання, утвореного обертанням кривої навколо вертикальної осі, вхідний і вихідний патрубків для каталізаторів, засоби подачі матеріалу, що переробляється, засіб подачі газоподібного агента, засіб очищення, пристрій для виведення парогазових продуктів, який **відрізняється** тим, що нижня частина корпусу виконана у вигляді тіла обертання, утвореного обертанням навколо вертикальної осі кривої, що описується виразом:

$$r(x) = r_0 \left[\frac{P_H + \gamma \cdot H}{P_H + \gamma(H-x)} \right]^{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{P_H \cdot K_H}{\pi \cdot \gamma} \right)},$$

де:

 $r(x)$ - радіус реактора на висоті x (H), м; x - відстань від нижнього перерізу киплячого шару, м;

$$r_0 = \left[\frac{\pi \cdot (1+n)}{3600 \cdot \pi \cdot \pi_{T.M.} \cdot \gamma_0} \right]^{\frac{1}{2}},$$

 P_H - тиск над киплячим шаром, кПа; γ - ефективна щільність псевдозрідженого шару, кг/м³; ω - швидкість зріджувального агента в реакторі, м/с; Π - продуктивність по матеріалу, що переробляється, кг/година; n - співвідношення масових витрат твердого і/або газоподібного теплоносія і матеріалу, що переробляється; $\omega_{T.M.}$ - швидкість витікання твердого матеріалу з реактора, м/с; γ_0 - насипна щільність нерухомого шару часток твердого матеріалу, кг/м³; $K_H = \frac{\Pi \cdot V^F \tau}{3600 \cdot V \cdot (H)}$ - коефіцієнт питомого газовиділення внаслідок переробки початкового матеріалу; V^F - вихід парогазових продуктів конверсії початкового матеріалу, м³/кг сек; τ - час перебування матеріалу в реакторі, сек; $V(H)$ - об'єм киплячого шару висотою H , м³; H - висота киплячого шару, м.2. Реактор киплячого шару за п. 1, який **відрізняється** тим, що містить засоби подачі теплоносія, повітря і водяної пари.

Винахід відноситься до апаратів для проведення в киплячому шарі процесів з газовиділенням і може бути використаний в установках каталітичного крекінга нафтопродуктів у зваженому шарі або в процесах енерготехнологічної переробки бурого і неспікливих кам'яних вугіль.

Відома конструкція реактора для проведення процесів в киплячому шарі, яка включає корпус, нижня частина якого виконана у вигляді тіла обертання, описаного кривою навколо вертикальної осі, вхідного і вихідного патрубків каталізатора, пристрою для подачі додаткового аерируючого аген-

(13) C2

(11) 61750

(19) UA

та, пристрою для подачі матеріалу, що переробляється і пристрою для виведення парогазових продуктів [див. РЖ «Хімія», №14, с. 479].

Недоліком даної конструкції є те, що подача зріджувального агента призначається в нижню частину апарата. При такій подачі зріджувального агента утворюється фонтануючий шар, внаслідок чого виникають нерівномірні по висоті апарату швидкості зріджувального агента і формуються різні температурні зони. При цьому, в нижній частині апарату швидкості газу і температури високі, що потрібно для обробки великих фракцій матеріалу, а у верхній частині - швидкість газу і температура падають, що потрібно для обробки дрібних фракцій. Нерівномірна швидкість зріджувального агента і виникнення нерівномірних зон нагріву по висоті апарату приводить до підвищення температури в нижній частині реактора і швидкого винесення дрібних фракцій матеріалу, а також до незавершеності процесів теплообміну, що в кінцевому результаті знижує вихід продуктів термічної обробки.

Найбільш близьким до реактора, що заявляється є реактор киплячого шару [а.с. СССР №692154, МПК В01j 8/18, заявлене 05.08.75], вибраний як прототип, який включає корпус, нижня частина якого виконана у вигляді тіла обертання, описаного навколо вертикальної осі, вхідного і вихідного патрубків для каталізатора, пристрій для подачі матеріалу, що переробляється, пристрій подачі додаткового аеруючого агента, і пристрою для пілеочищення і виведення парогазових хімічних продуктів, при цьому форма кривої нижньої частини корпусу реактора описана виразом:

$$r = r_0 \cdot \left(1 - \frac{cH}{2U}\right)$$

де:

r - радіус реактора на висоті H , м;

r_0 - радіус реактора в точці виходу твердого продукту, м;

H - висота киплячого шару;

U - швидкість зріджувального агента, м/сек;

c - постійна, характеризуюча питоме об'ємне газовиділення з матеріалу, що обробляється, м³/сек, м³.

Конструкція даного реактора із заданою формою нижньої частини корпусу дозволяє підвищити вихід хімічного продукту і скоротити експлуатаційні витрати за рахунок зменшення витрати додаткового зріджувального агента.

Однак вихід хімічного продукту в такому реакторі залишається помітно нижче теоретично можливого. Це відбувається внаслідок того, що в реакторі не вдалося отримати киплячий шар достатньої стійкості, внаслідок чого виникають неоднорідності швидкості і температури в киплячому шарі, що приводить до появи ефекту фонтанування.

У основу винаходу поставлена задача створення такого реактора киплячого шару, в якому за рахунок оптимізації форми нижньої частини корпусу реактора і введення додаткового пристрою для подачі газоподібного теплоносія і повітря досягається отримання стійкого киплячого шару, що дозволяє збільшити вихід хімічного продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що у ві-

домому реакторі киплячого шару, що включає корпус, нижня частина якого виконана у вигляді тіла обертання, утвореного обертанням кривої навколо вертикальної осі, вхідний і вихідний патрубків для каталізаторів, засоби для подачі матеріалу, що переробляється, засіб подачі газоподібного агента, засіб очищення, пристрій для виведення парогазових продуктів, згідно з винаходом нижня частина корпусу виконана у вигляді тіла обертання, утвореного обертанням навколо вертикальної осі кривої, що описується виразом:

$$r(x) = r_0 \left[\frac{P_H + \gamma \cdot H}{P_H + \gamma(H-x)} \right]^{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{P_H \cdot K_H}{\omega \cdot \gamma} \right)},$$

де:

$r(x)$ - радіус реактора на висоті $x(H)$, м;

x - відстань від нижнього перетину киплячого шару, м;

$$r_0 = \left[\frac{P \cdot (1+n)}{3600 \cdot \pi \cdot \omega_{\text{т.м.}} \cdot \gamma_0} \right]^{\frac{1}{2}}$$

P_H - тиск над киплячим шаром, кПа;

γ - ефективна щільність псевдозріджувального шару, кг/м³;

ω - швидкість зріджувального агента в реакторі, м/з;

P - продуктивність по матеріалу, що переробляється, кг/година;

n - співвідношення масових витрат твердого і/або газоподібного теплоносія і матеріалу, що переробляється;

$\omega_{\text{т.м.}}$ - швидкість витікання твердого матеріалу з реактора, м/с;

γ_0 - насипна щільність нерухомого шару часток твердого матеріалу, кг/м³;

$$K_H = \frac{P \cdot V^r \tau}{3600 \cdot V \cdot (H)} - \text{коефіцієнт питомого газо-}$$

виділення внаслідок переробки початкового матеріалу;

V^r - вихід парогазових продуктів конверсії початкового матеріалу, м³/кг сек;

τ - час перебування матеріалу в реакторі, сек;

$V(H)$ - об'єм киплячого шару висотою H , м³;

H - висота киплячого шару, м.

Крім того, реактор додатково містить засоби подачі теплоносія, повітря та водяної пари.

Отримана внаслідок розрахунку по заданому виразу форма нижньої частини корпусу реактора є оптимальною і дозволяє отримати в зоні киплячого шару горизонтальний перетин, який так змінюється по висоті, що забезпечується постійна швидкість газу з урахуванням газовиділення нижніх шарів і вирівнювання температури і концентрації по всьому об'єму киплячого шару. Введення додаткового пристрою для подачі газоподібного теплоносія, повітря та водяної пари також сприяє забезпеченню постійної оптимальної швидкості протікання процесу по всьому об'єму киплячого шару і підтримки оптимальної температури. Відбувається рівномірне перемішування як твердих, так і газоподібних часток, тобто утвориться однорідний киплячий шар. У результаті формується стійкий кип-

лячий шар, завдяки чому виключається перегрів або переохолодження твердих часток, які могли б спричинити відхилення від оптимальних параметрів протікання ряду теплових, каталітичних і інших процесів, усувається можливість виникнення фонтанування, характерного при застосуванні корпусів з конічною формою. У результаті в процесі переробки нафтопродуктів або кам'яного вугілля отримують підвищений, близький до теоретичного, вихід хімічної продукції. Крім того, внаслідок хімічної реакції, додаткова подача газоподібного теплоносія, повітря і водяної пари дозволяє не тільки збільшити вихід хімічного продукту, але і отримати в залишку корисний продукт, наприклад вуглецевий сорбент або кокс для спеціальних цілей.

Суть винаходу пояснюється на кресленні, де на Фіг. представлений загальний вигляд заявлено-го реактора киплячого шару.

Реактор киплячого шару складається з корпусу 1 змінного перетину, верхня частина якого циліндрична, а нижня частина виконана у відповідності заявленим в формулі виразом.

У нижній частині корпусу реактора 1 розташовані штуцер 2 для виведення відпрацьованого каталізатора, штуцер 3 для подачі газоподібного конвертуючого агента і штуцера 4 для введення газоподібного теплоносія, повітря і водяної пари.

У середній частині корпусу реактора 1 розміщений пристрій 5 для введення регенованого каталізатора і пристрій 6 для подачі сировини, який розташований у верхній межі киплячого шару.

Для виведення парогазової суміші в даху реактора змонтований очисний циклон 7 з відводячим патрубком 8.

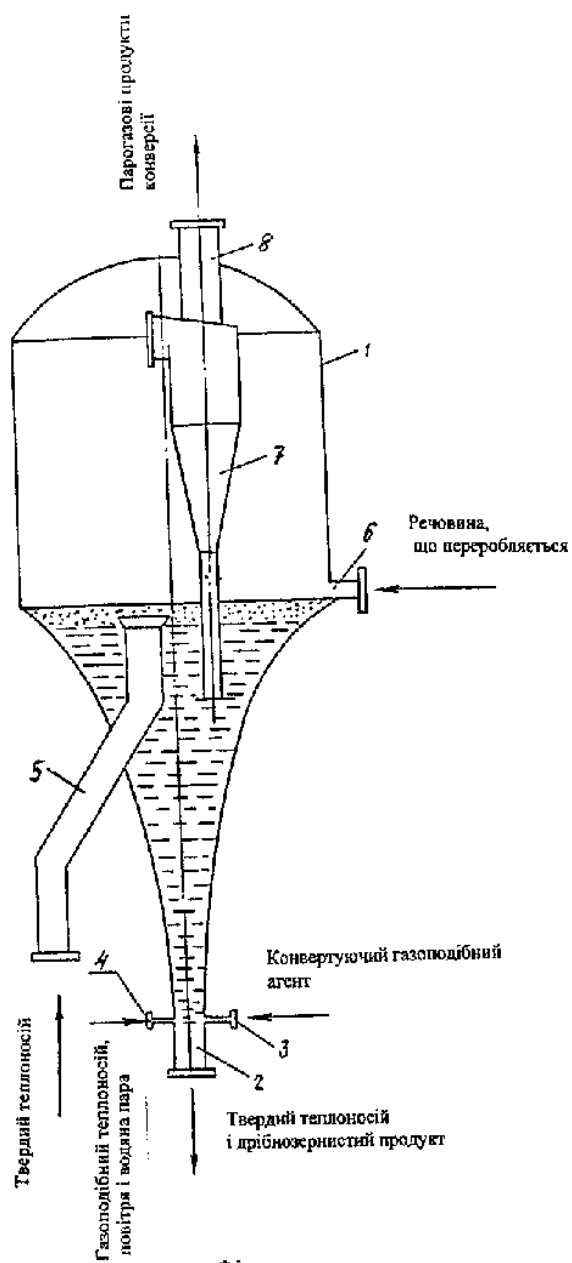
Реактор киплячого шару працює таким чином.

Через пристрій для введення регенованого каталізатора 5 з регенератора коксонагрівача (не показаний) в реактор подають твердий теплоносіє - дрібнозернистий буровугільний кокс з температурою 650-850°C. Одночасно через пристрій 6 (на-

приклад, шнековим живильником) в реактор подають нагріте до 150-250°C буре вугілля, заздалегідь підсушене і подрібнене до фракцій розміром 3-5мм. У нижню частину реактора через штуцер 3 вводять конвертуючий газоподібний агент, а через штуцер 4 подають газоподібний теплоносіє, повітря і водяну пару в нижньому перетині. Суміш теплоносія з дрібнозернистим продуктом (наприклад, вугіллям), а також корисний продукт, що утворився, наприклад вуглецевий сорбент, виводять через штуцер 2.

У робочій зоні реактора, в якій розташований киплячий шар, здійснюється процес крекінга сировини або випал коксу. Над киплячим шаром розташована сепараційна зона, в якій від газового потоку відокремлюються найбільш великі частки каталізатора, винесені з шару. Більш дрібні частки, швидкість винесення яких рівна або менше швидкості газу над шаром, несуться потоком газу в очисний циклон 7. Парогазові хімічні продукти, обчищені від часток каталізатора в очисному циклоні 7, виводяться через відводячий патрубок 8. Відокремлені в очисному циклоні 7 частки каталізатора повертаються в киплячий шар. Швидкість парогазових продуктів в живому перетині реактора становить 0,6-0,8сек, що є оптимальним для протікання процесу. Постійна с, що характеризує кількість парогазових продуктів, що виділяються, в одиниці об'єму киплячого шару для температури 550°C, становить 0,1925 1/сек.

Таким чином, установка дозволяє провести процес крекінга із збільшенням виходу хімічного продукту і отриманням додаткового корисного продукту завдяки створенню стійкого киплячого шару, що досягається оптимальною формою нижньої частини корпусу реактора, розрахованою згідно із запропонованим математичним виразом, і введення додаткового пристрою подачі газоподібного теплоносія, повітря і водяної пари.



Фіг.