



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65346 (13) U
(51) МПК
C10G 45/06 (2006.01)
C10G 45/08 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАТАЛІТИЧНИЙ РЕАКТОР СИСТЕМИ ГАЗ-РІДИНА

1

(21) u201101525

(22) 10.02.2011

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл.№ 23, 2011 р.

(72) ПІКАШОВ ВЯЧЕСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ, ВЕЛИКОДНИЙ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ТРОЦЕНКО ЛАРИСА МИКОЛАЇВНА

(73) ІНСТИТУТ ГАЗУ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) 1. Каталітичний реактор системи газ-рідина, який містить вертикальний циліндричний корпус, заповнений каталітичною насадкою і закритий зверху верхньою кришкою з підвідним трубопроводом, а знизу - подібною нижньою кришкою з відвідним трубопроводом, який **відрізняється** тим, що підвідний трубопровід виконано у вигляді дугоподібної труби з горизонтальним і вертикальним відрізками, в торці вертикального відрізка встановлено дископодібну заглушку з рівномірно виконаними по всій поверхні отворами, в яких встановле-

2

ні подавальні патрубки з розташованими під кутом нижніми їх кінцями, а верхня поверхня торців патрубків по периметру виконана з зубцями, над якими встановлено розподільний купол, нижній край якого розташований нижче вертикальних зрізів патрубків, причому труба для підводу водню розміщена співвісно з вертикальним відрізком підвідної труби.

2. Каталітичний реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що нижні кінці підвідних патрубків виконано під кутом нахилу до осі корпусу

$$\alpha = \arctg(D - d) \cdot i / n \cdot H,$$

де D - внутрішній діаметр циліндра реактора;

d - внутрішній діаметр купола;

i - номер патрубка, рахуючи від центральної осі;

n - кількість патрубків, встановлених по діаметру перерізу;

H - відстань по вертикалі від перехрестя осей вертикальної і похилої частини патрубків до поверхні насадки.

Корисна модель належить до обробки нафтопродуктів у присутності сполук з воднем на каталізаторі з алюмінієм, кобальтом, молібденом. Каталітичний реактор може бути використаний в хімічній, нафтопереробній, нафтохімічній і інших галузях промисловості.

Відомий реактор з псевдозрідженим (киплячим) шаром системи газ-рідина, який виконаний із вертикального циліндра, закритого зверху і знизу кришками (Псевдоожигение. Под редакцией И.Д.Девидсона и Д.Харрисона, Химия, 1974, с. 658, мал. XVIII-1). Нижню частину циліндра перекрито решіткою. До нижньої кришки підключено водопровід для подачі рідини. Над решіткою розташовано колектор з отворами, який підключено до газопроводу, що розташований збоку циліндра. Об'єм циліндра над решіткою заповнено каталітичною насадкою у вигляді куль, або близької до куль форми. До верхньої кришки підключено відвідний газопровід, а збоку у верхній частині циліндра встановлено патрубків для підводу рідини.

Відомий реактор має високу інтенсивність процесів реакції, але частки каталізатора стира-

ються від тертя одна об одну і в результаті зменшуються в об'ємі. Особливо це неприпустимо, коли як насадок використовують частки з нанесеним на них шаром дорогоцінного каталізатора.

Найбільш близьким до запропонованого каталітичного реактора є каталітичний реактор установки гідроочистки твердого парафіну від гасу, сірководню, масел, ароматики і інших домішок з метою отримання парафіну для харчової промисловості (Переверзев А.Н. и др. Производство парафинов, М.:Химия, 1973, с. 209-210). Відомий реактор включає вертикальний циліндричний корпус, закритий верхньою і нижньою кришками. До верхньої кришки підключено трубопровід для подачі рідкого парафіну і водню з горизонтальним та вертикальним відрізками. Всередині реактор заповнено каталітичною насадкою. Реактор є одним з ланок загальної схеми установки гідроочистки парафіну. При роботі установки в реактор через верхній підвідний трубопровід подають парафін, нагрітий в печі до рідкого стану з температурою 300 - 325 °C і водень під тиском 4,0 МПа (40 кг/см²). Парафін подають із вертикального відрізка підвідного тру-

(13) U

(11) 65346

(19) UA

бопроводу на поверхню насадки і він стікає вниз, пронизуючи всю її висоту. Водень, що також проходить через насадку, вступає в реакцію з парафіном на поверхні каталізатора.

У відомому реакторі рідкий парафін подають вниз із трубопроводу на середину поверхні каталізатора, а водень - через поверхню і об'єм. Далі вже на глибині насадки парафін поступово займає весь його переріз, контактує з воднем і на каталізаторі здійснюють очистку парафіну. Таким чином, більша частина об'єму каталізатора (верхня і середня) працює тільки частково. Все це призводить до зменшення ефективності роботи установки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення каталітичного реактора системи газ-рідина, в якому в результаті установки у підвідному трубопроводі дископодібної заглушки з патрубками здійснюється рівномірний розподіл потоків по всій поверхні, тобто по всьому об'єму каталізатора, і за рахунок цього забезпечується суттєве збільшення робочого об'єму каталізатора і ефективності його роботи в цілому.

Поставлену задачу вирішено завдяки тому, що в каталітичному реакторі системи газ-рідина, який містить вертикальний циліндричний корпус, заповнений каталітичною насадкою і закритий зверху верхньою кришкою з підвідним трубопроводом, а знизу - подібною нижньою кришкою з відвідним трубопроводом, згідно з корисною моделлю, підвідний трубопровід виконано у вигляді дугоподібної труби з горизонтальним і вертикальним відрізками, в торці вертикального відрізка встановлено дископодібну заглушку з рівномірно виконаними по всій поверхні отворами, в яких встановлені подавальні патрубки з розташованими під кутом нижніми їх кінцями, а верхня поверхня торців патрубків по периметру виконана з зубцями, над якими встановлено розподільний купол, нижній край якого розташований нижче вертикальних зрізів патрубків, причому труба для підводу водню розміщена співвісно з вертикальним відрізком підвідної труби.

Додатковою відмінністю є те, що нижні кінці підвідних патрубків виконано під кутом нахилу до осі корпусу

$$\alpha = \arctg (D - d) \cdot i / n \cdot H;$$

де D - внутрішній діаметр циліндра реактора;

d - внутрішній діаметр купола;

i - номер патрубка, рахуючи від центральної осі;

n - кількість патрубків, встановлених по діаметру диска перерізу;

H - відстань по вертикалі від перехрестя осей вертикальної і похилої частини патрубків до поверхні насадки.

Сукупність відмінних ознак дозволяє вирішити поставлену задачу завдяки тому, що встановлена на кінці вертикального відрізка підвідного трубопроводу дископодібна заглушка з патрубками, які проходять крізь неї, і з розташованим над нею куполом, створюють гідравлічний затвор, і рідина, яка стікає вниз по вертикальному відрізу трубопроводу, рівномірно розподіляється по всіх патрубках, кожен з яких в залежності від розташування і кута нахилу його нижнього кінця направлений на певну ділянку поверхні каталітичної насадки і охо-

плює рівномірно всю поверхню насадки каталізатора і тим самим рівномірно зрошує її, а водень, який протікає у верхній частині горизонтального відрізу трубопроводу на повороті (переході) у вертикальний відрізок, потрапляє під купол через його вертикальну трубу і також рівномірно розподіляється по патрубках і поверхні насадки, розпливаючи при цьому рідину.

На фіг. 1 представлено повздовжній розріз вертикальної частини запропонованого каталітичного реактора системи газ-рідина, на фіг. 2 - поперечний його розріз по AA, на фіг. 3 - повздовжній розріз по діаметру ББ (фіг. 2) верхньої половини каталітичного реактора, на фіг. 4 зображено спрощений до одного патрубка повздовжній розріз вертикальної частини запропонованого реактора.

Каталітичний реактор містить вертикальний циліндричний корпус 1 з встановленою верхньою кришкою 2, до якої приєднано підвідний трубопровід, виконаний з вертикального 3 та горизонтального 4 відрізків, з'єднаних дугою 5. Знизу до корпусу приєднано нижню кришку з відвідним трубопроводом (на фігурах не показано). Циліндричний корпус наповнено каталітичною насадкою 6. На нижньому кінці вертикального відрізка трубопроводу 3 встановлено дископодібну заглушку 7 з отворами по всій поверхні, в яких встановлено подавальні патрубки 8. Зріз верхніх кінців патрубків виконано у вигляді зубців по всьому колу, а нижні кінці виконано похилими по відношенню до вертикалі в залежності від відстані від центру. Над патрубками розташовано циліндричний розподільний купол 9, до якого співвісно приєднана труба для подачі водню 10, верхній край якої розташований біля дуги 5 підвідного трубопроводу. Нижній край купола розташовано нижче рівня зубчатих патрубків.

Кут нахилу визначено, виходячи із геометричної побудови на фіг. 3. При цьому поверхню реактора розбивали на рівномірні кільцеві ділянки, кількість яких дорівнює кількості патрубків по внутрішньому діаметру купола n . Потім подовжували осі нахилених частин патрубків до кожної кільцевої ділянки (площина перерізу). Кут нахилу, наприклад, патрубка № 3 α_3 буде (центральный патрубок рахуємо як нульовий):

$$\alpha_3 = \arctg S/H, (1)$$

де S - відстань між віссю вертикальної частини патрубка і подовженою віссю похилої частини патрубка в проекції на площину поверхні насадки;

H - відстань по вертикалі від перехрестя осей вертикальної і похилої частини патрубків до поверхні насадки.

З фіг. 3 видно, що

$$S = S^1 - C, (2)$$

а

$$S^1 = D/n \cdot 3 (3)$$

аналогічно

$$C_3 = d/n \cdot 3 (4)$$

де d - внутрішній діаметр купола;

C_3 - відстань між віссю патрубка 3 і віссю апората.

Підставимо (4) і (3) в рівняння (2) і отримаємо:
 $S = D/n \cdot 3 - d/n \cdot 3 = (D-d)/3n.$

Тоді

$$\alpha = \arctg (D - d) 3/n \cdot H.$$

Таким чином, для і-того патрубку

$$\alpha = \arctg (D - d) i/n \cdot H.$$

Ця математична формула діє, якщо патрубки розташовані рівномірно по перерізу купола, а вертикальний трубопровід і купол розташовані співвісно з циліндричним корпусом.

По наведеній формулі можна розрахувати кут нахилу кожного патрубка, похибка визначення буде залежати від рівномірності розташування патрубків по перерізу дископодібної заглушки.

Каталітичний реактор працює таким чином. В горизонтальний відрізок 4 підвідного трубопроводу згідно зі схемою роботи установки подають газорідний потік, причому, оскільки рідина має більшу густину, ніж газ, вона заповнює нижчу частину горизонтального відрізка 4, а газ - верхню. Рідина на повороті дуги 5 під дією сил тяжіння змінює напрям і стікає вниз по вертикальному відрізку 3, протікає по кільцю між вертикальним відрізком 3 і розподільним куполом 9, заповнює простір над заглушкою 7 і між верхніми частинами патрубків 8, надходить крізь зубчаті зрізи всередину патрубків, а витікає через них на поверхню насадка 6. Завдяки тому, що патрубки розташовані на одному рівні рідину рівномірно розподіляють між всіма патрубками. Зріз патрубків 8 у вигляді зубців дозволяє рівномірно розподіляти рідину по внутрішній поверхні кожного з патрубків. Газ з верхньої частини

горизонтального відрізка 4 надходить в трубу для підводу водню 10, потім під розподільний купол 9 і витікає через патрубки 8 разом з рідиною. Потік газу на виході кожного із патрубків змішують з рідиною і газорідну суміш направляють по осі похилої частини патрубків на певну ділянку поверхні каталізатора.

Ефективність виконання зрізів патрубків у вигляді зубців по колу була доведена експериментально на моделі з одним патрубком (див. фіг. 4), зовнішній діаметр якого становив 40 мм, а товщина стінки - 3,5 мм. як рідину використовували воду. Патрубок 1 виконано в дні скляного стакана 2 з діаметром 150 мм і висотою 200 мм, причому, він виступав в його середину на 50 мм і вниз на 120 мм. Стик герметизували за допомогою спеціального водостійкого клею. Над патрубком було встановлено скляний купол 3, через який спостерігали за потоками води. Купол мав діаметр 120 мм, висоту 150 мм і нижній край його розташували на 10 мм вище дна стакана. Воду наливали зверху у циліндр за допомогою трубки 4, що розміщена між стаканом і куполом, а повітря через трубку 5. Досліди проводили спочатку на патрубку з рівним зрізом, а потім із зубчатим і з різними витратами води і повітря. Трубу, стакан і купол встановлювали строго вертикально.

Дані дослідів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники входу води з рівною поверхнею зрізу і з зубчатою

№ п/п	Поверхня вхідного зрізу патрубка	Витрати води л/хв.	Візуальні показники входу води в трубу
1.	Рівна	4	Нерівномірно по периметру
2.	-«-	8	-«-
3.	-«-	12	По повній поверхні, але нерівномірно
4.	Зубчата	4	По повній поверхні рівномірно
5.	-«-	8	-«-
6.	-«-	12	-«-

Таким чином, виходячи із даних таблиці, експериментально доведено, що зріз труби з зубцями має перевагу над рівним зрізом.

Випробовування запропонованого та відомого каталітичних реакторів було проведено на установці гідроочистки твердого парафіну для харчових цілей. Відому установку (аналог) було запроектовано і побудовано згідно з відомою схемою (Переверзев А.Н. и др. Производство парафинов. М.:Химия, 1973, с. 209-210). Установка працює на одному із нафтопереробних заводів України. Досліди спочатку було проведено на відомому реакторі, а потім на запропонованому реакторі. Твер-

дий парафін спочатку нагрівали до рідкого стану разом з воднем у вертикальній печі до температури 315 °С під тиском 4,0 МПа, а потім розплавлений парафін з воднем подавали в реактор, який був заповнений алюмокобальтмолібденовим каталізатором. Внутрішній діаметр реактора - 1,4 м, висота циліндричної частини - 5 м. Після проходження крізь насадок реактора суміш направляли на апарати очистки парафіну, згідно зі схемою роботи установки.

Результати порівняльних дослідів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняльні характеристики ступеня очистки парафіну у аналогу та запропонованому реакторі

№ п/п	Тип реактору	Домішки в парафіні до очистки		Домішки в парафіні після очистки	
1.	Аналог	Масла	1,5÷2,0	Масла	0,3÷0,5
		Гас	5,0÷8,0	Гас	0,7÷0,15
		Бензопірен	0,1÷0,15	Бензопірен	0,05÷0,07
		Ароматичні	0,4÷0,5	Ароматичні	0,25÷0,3
		Інші домішки	0,6÷0,8	Інші домішки	0,2÷0,3
2.	Запропонований реактор	Масла		Масла	0,00
		Гас		Гас	0,00
		Бензопірен		Бензопірен	0,00
		Ароматичні		Ароматичні	0,01
		Інші домішки		Інші домішки	0,01

З таблиці 2 видно, що згідно з промисловими дослідженнями запропонована конструкція каталітичного реактора на прикладі очистки парафіну для харчових цілей дозволяє домогтися ефективної очистки парафіну за один цикл в порівнянні з аналогом. Запропонована конструкція каталітичного реактора може бути використана і в інших ана-

логічних процесах газ-рідина, в заповнених насадкою вертикальних апаратах.

Таким чином, запропонований каталітичний реактор дозволяє здійснювати рівномірний розподіл потоків по всьому об'єму каталізатора, при цьому забезпечується збільшення робочого об'єму каталізатора і підвищення ефективності його роботи.

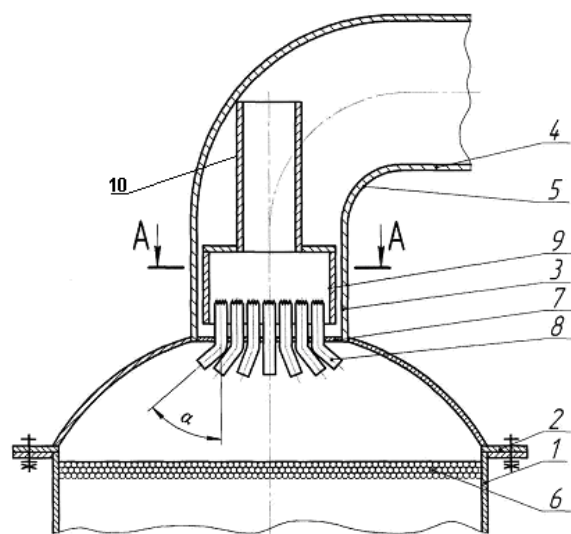


Fig. 1

Вид А-А

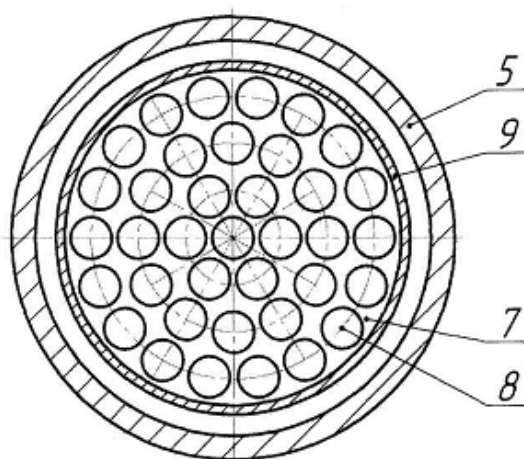
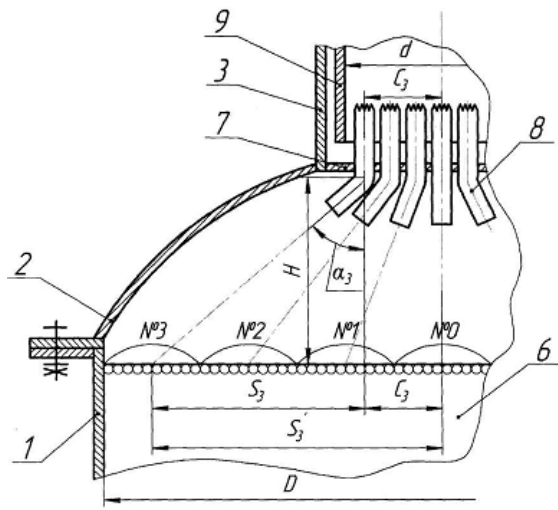
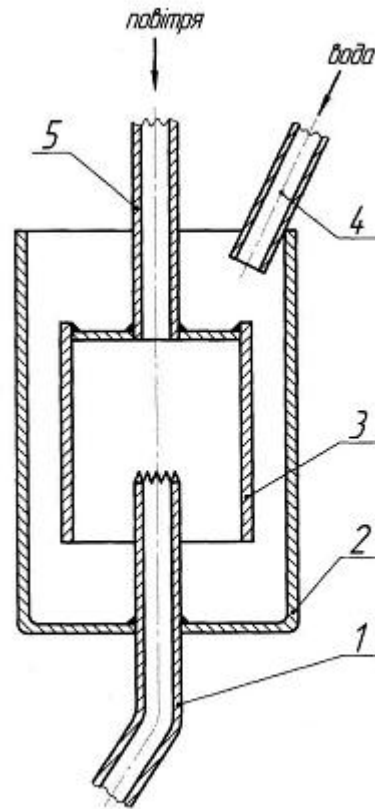


Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4