



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45767 (13) A

(51) B 01F3/02, B01D3/30, B01F3/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) КОНТАКТНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ МАСООБМІННИХ АПАРАТІВ

1

2

(21) 2001064511

(22) 27.06.2001

(24) 15.04.2002

(46) 15.04.2002, Бюл. № 4, 2002 р.

(72) Летюк Євген Олександрович, Шапорев Валерій Павлович, Сливканич Володимир Семенович, Хоменко Геннадій Олександрович

(73) ДОЧІРНЯ КОМПАНІЯ "УКРГАЗВИДОБУВАННЯ" УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДНИХ ГАЗІВ (ФІЛІЯ)

(57) 1. Контактний пристрій для масообмінних апаратів, який містить вхідний патрубок з розташованими у ньому отворами для вводу рідини та завихрювачем, який складається з обтічника та лопаток для закручування потоків, сепаратор з патрубком виводу газу та отворами для виводу рідини, який відрізняється тим, що обтічник виконаний у вигляді тіла, яке має у поперечному перерізі форму замкнутої кривої з перемінним радіусом кривизни.

2. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 1, який відрізняється тим, що обтічник у поперечному перерізі має форму еліпса.

3. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 1, який відрізняється тим, що вхідний патрубок у поперечному перерізі має форму замкнутої кривої з перемінним радіусом кривизни.

4. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 3, який відрізняється тим, що вхідний патрубок у поперечному перерізі має форму еліпса.

5. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 1, який відрізняється тим, що обтічник завихрювача розташований ексцентрично по відношенню до поздовжньої осі вхідного патрубка.

6. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 1, який відрізняється тим, що великі осі елементів, які утворюються при поперечному перерізі обтічника та корпусу вхідного патрубка, розташовані під кутом по відношенню одна до одної.

7. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 1, який відрізняється тим, що елементи для закручування потоків виконані у вигляді гвинтоподібних поверхонь, які утворюють з обтічником та вхідним патрубком криволінійний канал, який постійно то звужується, то розширюється.

8. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 7, який відрізняється тим, що гвинтоподібна поверхня для закручення потоків розташована з перемінним кроком.

9. Контактний пристрій для масообмінних апаратів за п. 7, який відрізняється тим, що обтічник завихрювача має довжину, яка не менше половини кроку гвинтоподібної поверхні завихрювача.

Винахід відноситься до пристроїв, які здійснюють різні масо- та теплообмінні процеси, та може бути застосований у газовій, хімічній, нафтопереробній галузях промисловості, де потрібно здійснювати взаємодію газової фази з рідинною з послідовним виділенням рідини з газу.

Відомий вихоровий контактний елемент, в основі якого використовується принцип взаємодії закручених потоків. Такі елементи складені з пристрою, що закручує потоки і має центральний обтічник, до якого прикріплені нахилені лопатки, вхідного патрубка, розпилювача та сепаратора і пристроями для виводу газу та рідини (див. а. с. №345926 М кл. B01D3/20, бюл. №23 від 28.08.72).

Недоліком такого вихорового контактного елемента є те, що тепло- та масообмінні процеси

протікають з недостатньою інтенсивністю.

Відомий вихоровий контактний елемент, який складений з перфорованого у нижній частині вхідного патрубка, усередині якого розташовано завихрювач з нахиленими лопатками, а до верхньої частини вхідного патрубка прикріплено сепаратор з вихідними патрубками для газу та рідини, в якому з метою підвищення процесу масопередачі за рахунок додаткового роздроблення фаз розташовано додатковий вузол контактування потоків у вигляді встановленого в зоні перфорації вхідного патрубка прямих лопаток, орієнтованих уздовж центральної вісі пристрою (див. а. с. №1398882 М кл. 4 B01D3/20 Бюл. №20 від 30.05.88р.)

Установлення додаткових прямих лопаток, які орієнтовані уздовж центральної вісі пристрою за-

(13) A

(11) 45767

(19) UA

безпечує більш інтенсивне роздроблення контактуючих потоків, що у кінцевому рахунку приводить до більш інтенсивного протікання процесів масообміну, однак і в цьому пристрої швидкість протікання процесів масообміну усе ще недостатня. Це викликано тим, що газорідинний потік, який проходить крізь допоміжний (лопатки розташовані прямо уздовж центральної вісі пристрою) та основний (лопатки розташовані під нахилом) вузли контактування, на виході з останнього має форму вісисиметричного закрученого потоку. Для нього характерно рівність тангенціальних складових швидкостей як газових, так і рідинних часток по усьому периметру поперечного перетину патрубку. В результаті частки потоків, що взаємодіють, переміщуються уздовж гвинтової траєкторії із однією і тією ж швидкістю, не відстаючи та не випереджаючи одна одну. Це знижує величину поверхні контактування фаз та, у кінцевому рахунку, інтенсивність процесу масообміну.

Задачею винаходу являється інтенсифікація процесу масообміну за рахунок збільшення поверхні контактування.

Для вирішення поставленої задачі у відомому пристрої, що має вхідний патрубок, в якому усередині розташовано пристрій для закручення газорідинного потоку (обтічник та розпилювач рідини), а також сепаратор з патрубками виходу газу та рідини, стосовно винаходу, вхідний патрубок та обтічник пристрою, що закручує потоки, мають в поперечному перетині форму замкнутих кривих з перемінним радіусом кривизни, наприклад, еліпсів, великі діаметри яких розташовані під кутом один до одного, а у якості елементів, що закручують потоки, можуть бути не тільки нахилені лопатки, але й ж завихрювачі гвинтоподібного типу.

Другою відмінністю являється те, що обтічник елемента, що закручує потоки може бути розташовано ексцентрично по відношенню до центральної осі вхідного патрубка, а гвинтові поверхні елемента, що закручує потоки, виконуються багатозахідними та мають перемінний крок.

Виконання обтічника та вхідного патрубка у вигляді тіл, які мають в поперечному перетині форму еліпсів, призводить до того, що тангенціальні складові швидкостей часток потоків, що обертаються, непостійні по усьому поперечному перетину вхідного патрубка, а змінюються у кожній точці перетину, що у свою чергу приводить до того, що частки потоку будуть рухатися по гвинтовим еліптичним траєкторіям, постійно змінюючи свою швидкість то в більший в менший бік. Причому, прискорення та гальмування часток різної густини буде, згідно другого закону Ньютона,

$$a = \frac{1}{\rho} \frac{F}{V}$$

де F- сила, яка діє на частку газу або рідини;

a - прискорення частки;

V- об'єм частки;

$\rho$  - густина частки;

обернено пропорційно їх густинам. Із-за того, що густини газу та рідини можуть мати різницю у сотні та тисячі разів, то у стільки ж скоріше частки газу будуть змінювати свою швидкість, ніж частки рідини. При цьому буде здійснюватися інтенсивне

роздроблення часток, що у свою чергу приводить до збільшення поверхні фаз, що контактують, та збільшення інтенсивності масообміну.

На фіг.1 зображено загальний вигляд пристрою, у якого вхідний патрубок та обтічник завихрювача мають у поперечному перетині форму замкнутих кривих з перемінним радіусом кривизни, наприклад, еліпсів, а елементи, що закручують потоки, виконані у вигляді нахилених лопаток, на фіг.2 - поданий переріз А-А на фіг.1, де форму еліпса у поперечному перерізі має тільки корпус вхідного патрубка, на фіг.3 - поданий переріз А-А на фіг.1 де форму еліпса у поперечному перерізі мають корпус вхідного патрубка та обтічник завихрювача, на фіг.4 - вид збоку пристрою, у якого обтічник з елементами, що закручують потоки, у вигляді нахилених лопаток, розташований ексцентрично по відношенню до центральної осі вхідного патрубка, на фіг.5 - поданий перетин Б-Б на фіг.4, на фіг.6 - бічне зображення пристрою у якого елемент, що закручує потоки, виконаний у вигляді гвинтоподібної поверхні, на фіг.7 - вид збоку пристрою, у якого елемент, що закручує потоки, виконаний у вигляді багатозахідної гвинтоподібної поверхні з перемінним кроком.

$L \neq l$

де L - довжина довгого витка гвинтоподібної поверхні;

l - довжина короткого витка гвинтоподібної поверхні;

на фіг.8 - подано зображення схеми, яка показує як змінюється ширина каналів, по яким рухаються газорідинні потоки, на фіг.9 - поданий графік тангенціальних складових швидкостей часток газу та рідини при руху потоку у вхідному патрубку прототипу, на фіг.10 - поданий графік тангенціальних складових швидкостей часток газу та рідини при руху потоку у пропонованому пристрої.

Вихоровий контактний елемент складається з вхідного патрубка 1 та сепараційної камери 2, яка має патрубок 3 для виводу газу та прикріплюється до вхідного патрубка 1 за допомогою пластин 4, які утворюють отвори 5 для виводу відсепарованої рідини. У вхідному патрубку 1 розташовані отвори 6 для вводу рідини, що диспергується у газовій потік, та завихрювач, який складається з обтічника 7, до якого прикріплені нахилені лопатки 8 або, замість них, гвинтоподібні поверхні 9, які можуть бути розташовані з перемінним кроком.

Обтічник 7 завихрювача виконано у вигляді тіла, яке має у поперечному перерізі форму замкнутої кривої з перемінним радіусом кривизни, наприклад, еліпса. Крім того, він може бути розташований ексцентрично по відношенню до центральної осі вхідного патрубка, корпус якого теж може бути виконаний у вигляді еліпса, а великі осі еліпсів розташовані під кутом по відношенню одна до одної. Довжина обтічника 7 має протяжність від лопаток 8 до верхньої кромки вхідного патрубка 1.

Газорідинний потік у вхідному патрубку буде рухатися по каналу з перемінним перерізом, який постійно то звужується, то розширюється. Спочатку він буде рухатися по каналу, що звужується, який обмежений площинами 10-11 та 12-13, а потім по каналу, що розширюється, який обмежений

площинами 12-13 та 14-15. Після цього потік буде рухатися по каналах, що знову звужується та розширюється, які обмежені площинами 14-15 та 16-17.

Тангенціальні складові швидкостей руху часток газорідинного потоку у прототипі охарактеризовані прямими лініями 18 і 19, які зображені на графіку, де по осі ординат розташовані значення тангенціальних складових швидкостей часток, а по осі абсцис - протяг траєкторії руху часток потоку.

Тангенціальні складові швидкостей руху часток газорідинного потоку у пропонованому пристрої охарактеризовані лініями 20 і 21, які мають вид синусоїд з різною амплітудою та зображені на графіку, де по осі ординат розташовані значення тангенціальних складових швидкостей часток, а по осі абсцис - протяг траєкторії руху часток потоку.

Працює вихровий контактний елемент наступним чином. Газ поступає у вхідний патрубок 1 знизу, а рідина, що диспергується у потік, крізь отвори 5. Газ підхоплює рідину і газорідинна суміш направляється у міжлопаточні канали пристрою, що закручує потоки. Так як обтічник завихрювача 7 має у поперечному перетині форму еліпса, то міжлопаточні канали завихрювача, у відмінності від відомих вихрових контактних елементів, мають не постійну площину, а перемінну. Таким чином, газорідинна суміш буде рухатися у пристрої по каналах, які мають перемінну ширину. Так, на фіг.8 на ділянці від перетину 10-11 до 12-13 газорідинна суміш буде рухатися по каналу, ширина якого зменшується (по конфузору), а на ділянці від перетину 12-13 до 14-15 по каналу, ширина якого буде збільшуватися (по дифузору). У зв'язку з цим частки потоку на ділянці 10-11 – 12-13 будуть прискорюватися, а на ділянці 14-15 – 16-17 будуть гальмуватися. По другому закону Ньютона, як було сказано вище, прискорення потоків, що взаємодіють, буде обернено пропорційно їх густинам, а густина газу відрізняється від густини рідини у сотні та тисячі разів, значить, у стільки ж разів буде відрізнятися і швидкість часток газу та рідини. Це приводить до підвищення інтенсивності масообміну.

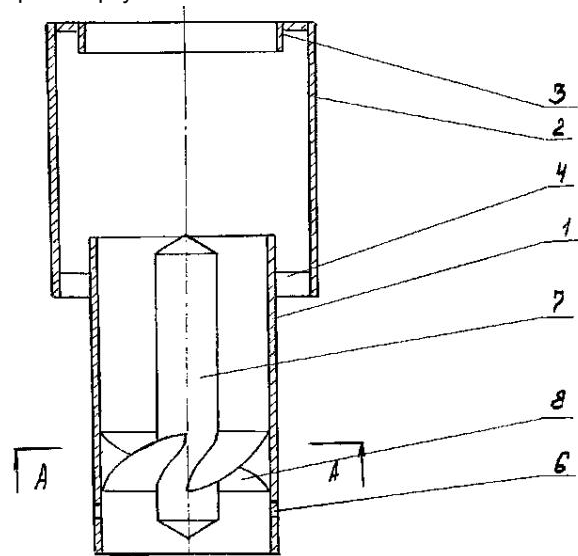
Вищевказаний процес руху часток по каналу з шириною, що змінюється, у поперечному перетині буде здійснюватися багаторазово, доки потік рухатиметься по вхідному патрубку 1. Потім, після виходу з вхідного патрубка 1, частки потоку рухаються у сепараційну камеру 5, де під дією відцентрових сил більш важкі частки рідини відкидаються у периферійну зону сепараційної камери 5 і стікають у кільцевий зазор між камерою 5 та вхідним патрубком 1, а газ виходить через вихідний патрубок 6.

Зміна тангенціальних складових швидкостей часток газу та рідини у прототипі та у пропонованому пристрої при їх руху у вхідному патрубку 1 після виходу з завихрювача показано на графіках.

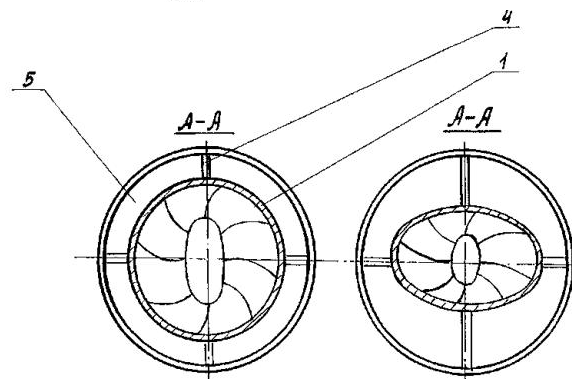
Як видно, у прототипі тангенціальні складові швидкостей часток газу і рідини по усьому протязі їх руху однакові, тобто частки рухаються з постійною швидкістю без змішування (по аналогії з законом руху твердого тіла). У той же час, у запропонованому пристрої, швидкості часток як газу так і рідини постійно змінюються, причому прискорення часток газу та рідини у кожній точці буде не однакове.

Виконання обтічника завихрювача та корпуса вхідного патрубка у вигляді тіл, які у поперечному перерізі мають форму еліпса, вирішує задачу інтенсифікації процесу масообміну за рахунок збільшення поверхні контактування.

Даний винахід може бути застосований у різних тепло- та масообмінних процесах. У газовій галузі контактний вихровий елемент може бути використаний у підготовці природного газу до транспорту та споживанню.



Фіг.1



Фіг.2

Фіг.3

45767

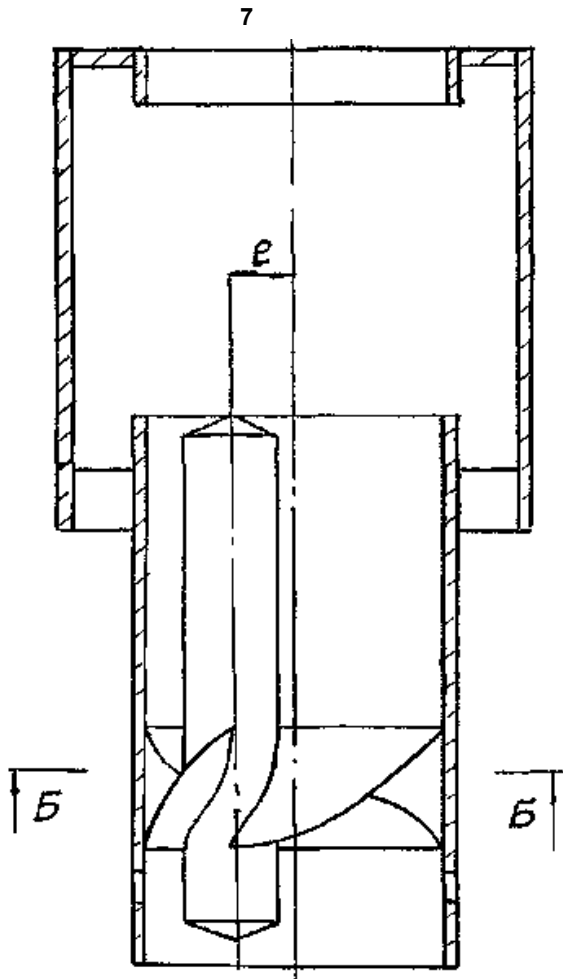


Fig. 4

Б-Б

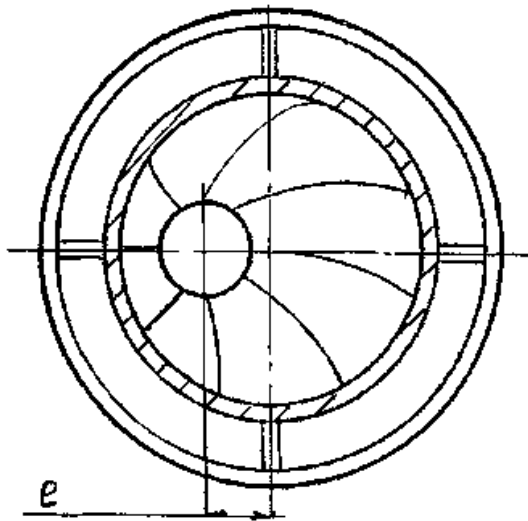


Fig. 5

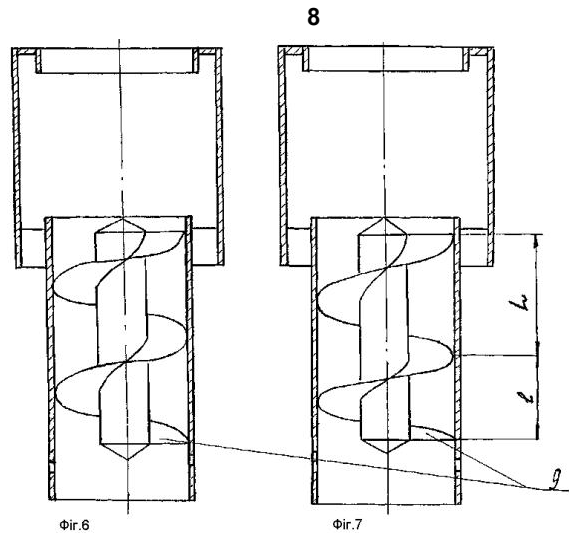


Fig. 6

Fig. 7

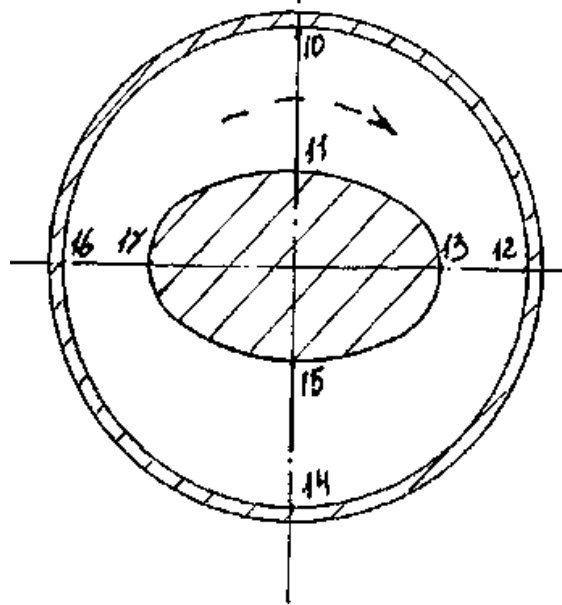


Fig. 8

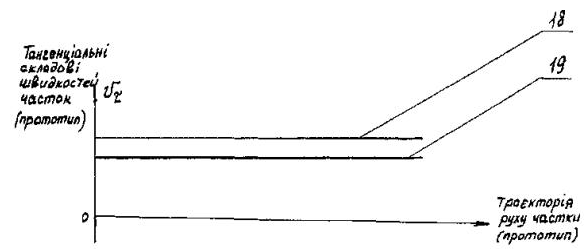


Fig. 9

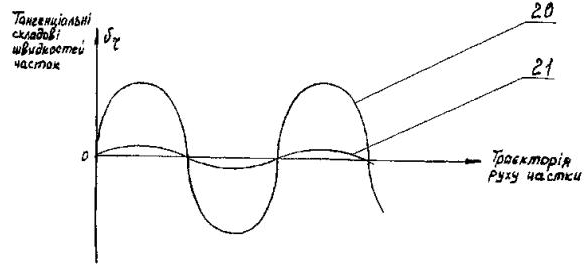


Fig. 10

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
(044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»  
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
(044) 216 – 32 – 71