



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 77575

(13) C2

(51) МПК (2006)  
B01D 45/12МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СЕПАРАТОР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ

1

2

(21) а200502463

(22) 18.03.2005

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Головченко Володимир Геннадійович, Купко  
Анатолій Васильович, Харламова Марина Георгіїв-  
вна(73) ДОЧІРНЄ ПІДПРИЄМСТВО "НАУКОВО-  
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ НАФТОГАЗОВОЇ ПРО-  
МИСЛОВОСТІ" НАЦІОНАЛЬНОЇ АКЦІОНЕРНОЇ  
КОМПАНІЇ "НАФТОГАЗ УКРАЇНИ"

(56) SU 886934, 07.12.1981

SU 1604395 A1, 07.11.1990

GB 913361, 19.12.1962

US 4200443, 29.04.1980

Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки  
газа и конденсата. - М.: Недра, 1999. - С. 310-311.Киселев В.М. и др. Разработка, изготовление и  
внедрение высокоэффективного газосепаратора  
на первой ступени сепарации Юльевского нефте-  
газового промысла // Питання розвитку газової  
промисловості України. - Харків: УкрНДІгаз, 2002. -  
Вип. XXX. - С.128.

(57) 1. Сепаратор для очищення газу, який містить  
обладнаний вузлом входу та вихідними патрубками  
вертикальний циліндричний корпус, в якому  
розміщена з'єднана зі зливним патрубком сепара-  
ційна тарілка, на якій встановлені відцентрові се-  
параційні елементи, кожен з яких містить вхідний  
патрубок, обладнаний осьовим завихрювачем, та  
сепараційний патрубок, на якому закріплений ди-  
фузор, який **відрізняється** тим, що у вузлі входу  
коаксіально встановлений конфузор, сполучений з  
патрубком, який прилягає до внутрішньої стінки  
циліндричного корпусу, в циліндричному корпусі  
встановлена принаймні одна додаткова сепара-  
ційна тарілка з відцентровими сепараційними  
елементами, вхідні отвори вхідних патрубків від-  
центрових сепараційних елементів направлені  
назустріч закрученому потоку газорідної суміші

та виконані під кутом  $30\pm 70^\circ$  відносно їх повздож-  
ної осі, а принаймні над однією сепараційною  
тарілкою встановлений конфузор, причому його  
нижня кромка охоплює дифузори відцентрових  
сепараційних елементів, а його верхня кромка  
охоплює вхідні отвори вхідних патрубків відцент-  
рових сепараційних елементів, встановлених на  
розташованій вище сепараційній тарілці.

2. Сепаратор для очищення газу за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що кількість відцентрових сепара-  
ційних елементів на кожній додатковій сепара-  
ційній тарілці вибирають з діапазону  $0,7\pm 0,85$  від їх  
кількості на розташованій нижче сепараційній та-  
рілці.

3. Сепаратор для очищення газу за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що кількість відцентрових сепара-  
ційних елементів на кожній відцентровій тарілці  
однакова, а діаметри вхідних та сепараційних пат-  
рубків відцентрових сепараційних елементів кож-  
ної додаткової сепараційної тарілки дорівнюють  
 $0,7\pm 0,85$  від діаметрів вхідних та сепараційних  
патрубків відцентрових сепараційних елементів,  
що встановлені на розташованій нижче сепарацій-  
ній тарілці.

4. Сепаратор для очищення газу за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що в кожному відцентровому се-  
параційному елементі менший діаметр дифузора  
дорівнює діаметру вхідного патрубка, а більший  
діаметр дифузора дорівнює діаметру сепараційно-  
го патрубка.

5. Сепаратор для очищення газу за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що дифузори відцентрових сепара-  
ційних елементів виконані з радіально-  
скругленою твірною стінок.

6. Сепаратор для очищення газу за п. 1, який **від-  
різняється** тим, що частина патрубка вузла входу,  
який прилягає до внутрішньої стінки циліндричного  
корпусу, виконана з утворенням вертикального  
овального перерізу.

Винахід відноситься до апаратів, які  
призначені для відокремлення рідини від газового  
потoku, уловлення аерозольних, дрібнодисперсних

і твердих часток із газового потоку в полі дії  
відцентрових сил, і може бути використаний в  
газовій, нафтовій, хімічній, машинобудівній та

(13) C2

(11) 77575

(19) UA

харчовій промисловості, на інших підприємствах, де є необхідність відділення газу від рідини, дрібнодисперсних рідких та твердих часток при коливаннях навантажень апаратів в широкому діапазоні.

Відомий сепаратор для очищення газу, який містить обладнаний вузлом входу та вихідними патрубками вертикальний циліндричний корпус, в якому розміщена з'єднана зі зливним патрубком сепараційна тарілка, на якій встановлені відцентрові сепараційні елементи, кожен з яких містить вхідний патрубок, обладнаний осьовим завихрювачем, та сепараційний патрубок, на якому закріплений дифузор [Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1999, с. 311, рис. 7.12 б]. Відомий сепаратор також обладнаний захисним листом, який встановлений нижче вузла входу з кільцевим зазором із циліндричним корпусом сепаратора, а вузол входу містить сітчасту насадку.

Недоліком відомого сепаратора є його високий гідравлічний опір при збільшенні навантаження по газу, що різко знижує ефективність сепарації. Другим недоліком є низька надійність конструкції вузла входу внаслідок забиття сітчастої насадки з наступним її проривом, що призводить до частих зупинок сепаратора для проведення ремонту.

Найбільш близьким до запропонованого технічного рішення є сепаратор для очищення газу, який містить обладнаний вузлом входу та вихідними патрубками вертикальний циліндричний корпус, в якому розміщена з'єднана зі зливним патрубком сепараційна тарілка, на якій встановлені відцентрові сепараційні елементи, кожен з яких містить вхідний патрубок, обладнаний осьовим завихрювачем, та сепараційний патрубок, на якому закріплений дифузор [Киселёв В.М. и др. Разработка, изготовление и внедрение высокоэффективного газосепаратора на первой ступени сепарации Юльевского нефтегазового промысла // Питання розвитку газової промисловості України. - Харків: Укрндігаз, 2002. - Вип. XXX, с. 128].

Недоліком відомого пристрою є низька ефективність роботи сепараційних елементів внаслідок турбулізації газорідної суміші в корпусі сепаратора та здрібнення крапель рідини з утворенням туману. Ще одним недоліком відомого пристрою є обмеженість діапазону навантажень сепараційних елементів по газовій та рідинній фазах. При збільшенні навантаження вище розрахункового, частина рідинної плівки зривається з внутрішньої поверхні сепараційних елементів, при зменшенні - зменшується окружна швидкість газорідної суміші в робочій порожнині сепараційних елементів і, відповідно, зменшується відцентрова сила, яка притискує краплі рідини до внутрішньої поверхні сепараційних елементів. Внаслідок цього частина рідинної фази виноситься з сепараційних елементів та надходить до патрубка виходу очищеного газу.

Наведені аналоги неможливо використовувати на невеликих родовищах газу, тривалість розробки яких невелика. Особливістю розробки таких родовищ є значна швидкість зміни тиску та кількості газу, що видобувається, від великих значень до низьких. Це призводить до необхідності часті

заміни сепараторів на нові, що збільшує собівартість видобутого газу.

Задачею технічного рішення є підвищення ефективності очищення газу та збільшення робочого діапазону навантаження сепаратора.

Задача досягається тим, що у відомому сепараторі який містить обладнаний вузлом входу та вихідними патрубками вертикальний циліндричний корпус, в якому розміщена з'єднана зі зливним патрубком сепараційна тарілка, на якій встановлені відцентрові сепараційні елементи, кожен з яких містить вхідний патрубок, обладнаний осьовим завихрювачем, та сепараційний патрубок, на якому закріплений дифузор, згідно з винаходом у вузлі входу коаксіально встановлений конфузор сполучений з патрубком, який прилягає до внутрішньої стінки циліндричного корпусу, в циліндричному корпусі встановлена принаймні одна додаткова сепараційна тарілка з відцентровими сепараційними елементами, вхідні отвори вхідних патрубків відцентрових сепараційних елементів направлені назустріч закрученому потоку газорідної суміші та виконані під кутом  $30 \div 70^\circ$  відносно їх повздожньої осі, а принаймні над однією сепараційною тарілкою встановлений конфузор, причому його нижня кромка охоплює дифузори відцентрових сепараційних елементів, а його верхня кромка охоплює вхідні отвори вхідних патрубків відцентрових сепараційних елементів встановлених на розташованій вище сепараційній тарілці.

В іншому варіанті виконання кількість відцентрових сепараційних елементів на кожній сепараційній тарілці становить  $0,7 \div 0,85$  від їх кількості на розташованій нижче сепараційній тарілці.

В наступному варіанті виконання кількість відцентрових сепараційних елементів на кожній сепараційній тарілці однакова, а діаметри вхідних та сепараційних патрубків відцентрових сепараційних елементів однієї сепараційної тарілки дорівнюють  $0,7 \div 0,85$  від діаметрів вхідних та сепараційних патрубків відцентрових сепараційних елементів, що встановлені на розташованій нижче сепараційній тарілці.

В наступному варіанті виконання в кожному відцентровому сепараційному елементі менший діаметр дифузора дорівнює діаметру вхідного патрубка, а більший діаметр дифузора дорівнює діаметру сепараційного патрубка.

В наступному варіанті виконання дифузори відцентрових сепараційних елементів виконані з радіально-зкругленою утворюючою стінок.

В наступному варіанті виконання частина патрубка вузла входу, який прилягає до внутрішньої стінки циліндричного корпусу, виконана з утворенням вертикального овального перерізу.

Технічним результатом винаходу є підвищення ефективності роботи сепараційних елементів шляхом усунення турбулізації газорідної суміші в корпусі сепаратора та здрібнення крапель рідини з утворенням туману внаслідок використання у вузлі входу коаксіально встановленого конфузора сполученого з патрубком, який прилягає до внутрішньої стінки

циліндричного корпусу, що дає можливість тангенційно подавати газорідинну суміш в корпус сепаратора. Крім того стає можливим розширення з  $7 \div 10\%$  до  $30 \div 40\%$  діапазону навантажень по газовій і рідинній фазам із збереженням цієї характеристики в пробковому режимі надходження рідинної фази за рахунок організації багатоступеневої сепарації в полі відцентрових сил. Відбувається зниження гідралічного опору сепаратора внаслідок виконання вхідних отворів вхідних патрубків відцентрових сепараційних елементів направленими назустріч закрученому потоку газорідинної суміші та встановлення конфузоров сепараційних тарілок безпосередньо над сепараційними елементами.

На Фіг.1 наведена схема сепаратора; на Фіг.2 - переріз А-А Фіг.1 (вузол входу); на Фіг.3 - переріз Б-Б Фіг.2; на Фіг.4 - відцентрові сепараційні елементи; на Фіг.5 - переріз Г-Г Фіг.4 (отвір вхідного патрубка сепараційного елемента); на Фіг.6 - відцентровий сепараційний елемент з дифузоре з радіально-зкруженою утворюючою стінок; на Фіг.7 - переріз Д-Д Фіг.1 (схематичне зображення сепараційної тарілки з розміщеними на ній сепараційними елементами, стрілками показаний напрямок руху газорідинної суміші).

Сепаратор складається з вертикального циліндричного корпусу 1, що розділений сепараційними тарілками 2, 3, 4 на камери 5, 6, 7, 8. У вузлі входу 9 (див. Фіг.2), який нормально приєднаний до нижньої камери 5, коаксіально встановлений конфузоре 10 з патрубком 11, частина якого прилягає до внутрішньої стінки корпусу 1. Патрубок 11 має вертикальний овальний переріз (див. Фіг.3). На сепараційній тарілці 2 закріплені відцентрові сепараційні елементи 12, а на сепараційних тарілках 3, 4 - відцентрові сепараційні елементи 13. Відцентрові сепараційні елементи 12 та 13 мають однакову конструкцію (див. Фіг.4) та складаються з вхідного патрубка 14, осьового завихрювача 15, сепараційного патрубка 16, шайби 17 і дифузора 18 з прямою або з радіально-зкруженою утворюючою стінок (див. Фіг.6). Нижній край з меншим діаметром дифузора 18 подовжений нижче шайби 17. Менший діаметр дифузора 18 дорівнює діаметру вхідного патрубка 14, а більший - діаметру сепараційного патрубка 16. Відмінність конструкції елементів 12 та 13 полягає в тому, що вхідний отвір 19 вхідного патрубка 14 сепараційного елемента 12 виконано під кутом  $30 \div 70^\circ$  відносно повздовжньої осі патрубка 14. А вхідні отвори 19 вхідних патрубків 14 відцентрових сепараційних елементів 13 виконані перпендикулярно до повздовжньої осі патрубка 14. Вхідні отвори 19 вхідних патрубків 14 відцентрових сепараційних елементів 12 направлені назустріч закрученому потоку газу (див. Фіг.5 та 7). Кількість відцентрових сепараційних елементів 13 сепараційної тарілки 3 дорівнює  $0,7 \div 0,85$  від кількості відцентрових сепараційних елементів 12 на розташованій нижче сепараційній тарілці 2, а кількість відцентрових сепараційних елементів 13 сепараційної тарілки 4 дорівнює  $0,7 \div 0,85$  від кількості відцентрових сепараційних елементів 13 на розташованій нижче сепараційній тарілці 3.

Можливий варіант виконання сепаратора в якому кількість відцентрових сепараційних елементів 12, 13 на сепараційних тарілках 2, 3, 4 однакова, а діаметри вхідних патрубків 14 та сепараційних патрубків 16 відцентрових сепараційних елементів 13 сепараційної тарілки 3 дорівнюють  $0,7 \div 0,85$  від діаметрів відповідних патрубків відцентрових сепараційних елементів 12 сепараційної тарілки 2, а діаметри вхідних патрубків 14 та сепараційних патрубків 16 відцентрових сепараційних елементів 13 сепараційної тарілки 4 дорівнюють  $0,7 \div 0,85$  від діаметрів відповідних патрубків відцентрових сепараційних елементів 13 сепараційної тарілки 3.

Сепараційні тарілки 2, 3, 4 обладнані зливними патрубками 20, 21, 22 відповідно. До нижніх поверхонь тарілок 3, 4 прикріплені конфузори 23, 24 відповідно. Коаксіально до корпусу 1 прикріплений конфузоре 25. На вході конфузоров 24, 25 розташовані дифузори 18 відцентрових сепараційних елементів 13. На вході конфузора 23 розташовані дифузори 18 відцентрових сепараційних елементів 12. Верхні кромки конфузоров 23, 24 охоплюють вхідні отвори 19 вхідних патрубків 14 відцентрових сепараційних елементів 13 сепараційних тарілок 3, 4 відповідно. Конфузоре 25 сполучений з вихідним патрубком 26 для виведення очищеного газу, який встановлений на зовнішній поверхні корпусу 1. В нижній частині корпусу 1 розташований вихідний патрубок 27 для виведення відсепарованої рідини. Над патрубком 27 всередині корпусу 1 змонтовано захисний лист 28, який утворює з корпусом 1 кільцеву горизонтальну щілину.

Сепаратор працює наступним чином.

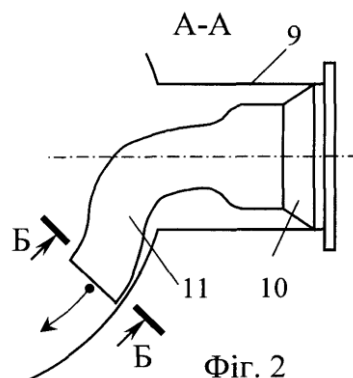
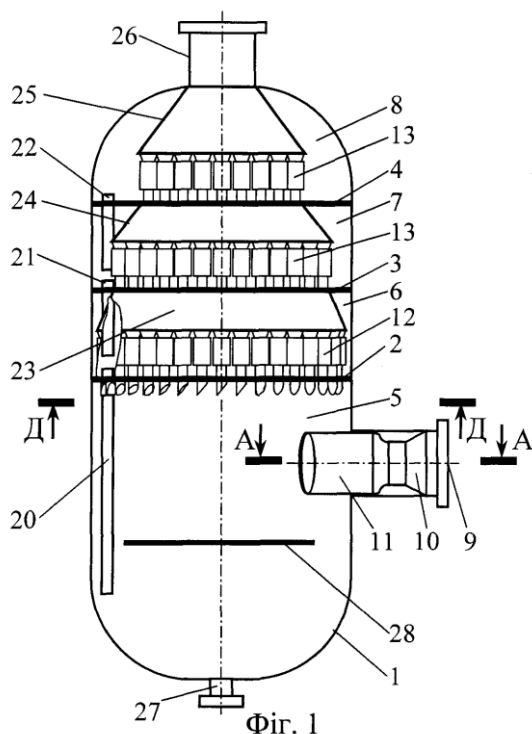
Газорідинну суміш подають в сепаратор через вузол входу 9, розташований в середній частині нижньої камери 5. Конфузоре 10 та патрубок 11, закручують потік газорідинної суміші вздовж стінки корпусу 1. Овальний переріз патрубка 11 сприяє рівномірному розподілу газорідинної суміші по внутрішній поверхні стінки корпусу 1, що суттєво зменшує ступінь турбулізації. Таким чином в потоці газорідинної суміші з'являється відцентрова сила. Краплі рідини відкидаються відцентровою силою на стінки корпусу 1 сепаратора та під дією гравітаційних сил по спіралі, що направлена вниз, стікають через кільцеву щілину між захисним листом 28 і корпусом 1 до нижньої частини корпусу 1. Мілко дисперсна крапельна рідина, яка не затрималась на корпусі 1, разом з потоком газу по спіралі, направлений вгору, потрапляє до сепараційної тарілки 2 і захоплюється вхідними отворами 19 відцентрових сепараційних елементів 12. Вхідні отвори 19 сепараційних елементів 12 направлені назустріч закрученому потоку газорідинної суміші і зменшують втрати напору газу в вхідних патрубках 14 відцентрових сепараційних елементів 12. У вхідному патрубку 14 газ закручується осьовим завихрювачем 15, крапельна рідина відцентровою силою відкидається на стінку вхідного патрубка 14, де коагулюється з утворенням рідинної плівки. Рідинна плівка рухаючись по спіралі вгору, переливається через край вхідного патрубка 14 на його зовнішню поверхню. Частина рідини

зривається з краю вхідного патрубку 14 і під дією відцентрової сили потрапляє на внутрішню поверхню сепараційного патрубка 16. Під дією гравітаційної сили рідина з внутрішньої поверхні сепараційного патрубка 16 і зовнішньої поверхні вхідного патрубка 14 стікає на сепараційну тарілку 2. Газ після патрубків 14 і 16 виходить з відцентрових сепараційних елементів 12 через дифузор 18 і потрапляє в камеру 6. Використання дифузора 18 з радіально-зкругленою утворюючою стінок зменшує гідравлічний опір відцентрових сепараційних елементів.

Сепараційний патрубок 16, шайба 17 і дифузор 18 з подовженими нижніми кромками утворюють сепараційну камеру, яка запобігає виносу рідини з відцентрових сепараційних елементів 12. Після відцентрових сепараційних елементів 12 газ з залишками мілкодисперсної рідини конфузorzом 23 направляється до сепараційної камери 7 і потрапляє у відцентрові сепараційні елементи 13 сепараційної тарілки 3. Сепарація рідини та газу в сепараційних елементах 13 відбувається аналогічно сепарації в

сепараційних елементах 12. Далі за допомогою конфузора 24 газ з залишками рідини подається до сепараційної камери 8, де проходить сепарацію в сепараційних елементах 13 тарілки 4. Очищений газовий потік конфузorzом 25 та вихідним патрубком 26 виводиться з сепаратора.

Конфузори 23, 24, 25 запобігають утворенню застійних зон в камерах 6, 7, 8 відповідно, що зменшує втрати напору. Внаслідок зменшення кількості сепараційних елементів 13 (або в іншому варіанті виконання сепаратора - зменшення діаметрів їх патрубків) на тарілках 3, 4 швидкість газу і, відповідно, відцентрова сила, в них збільшуються, що створює умови для остаточного відділення рідини від газу. При зменшенні витрати газорідної суміші, що поступає в сепаратор, зменшуються швидкості у відцентрових сепараційних елементах, а оптимальна ефективність сепарації зміщується з нижньої сепараційної тарілки на вищу. Рідина з сепараційних тарілок 2, 3, 4 по зливним патрубкам 20, 21, 22, відповідно, зливається в нижню камеру 5 під захисний лист 28. Накопичена під захисним листом 28 рідина виводиться з сепаратора через вихідний патрубок 27.



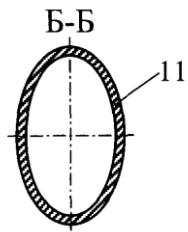


Fig. 3

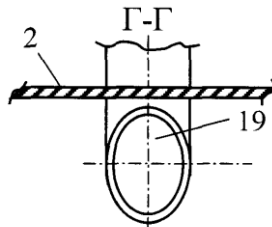


Fig. 5

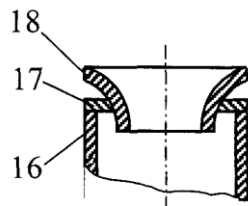


Fig. 6

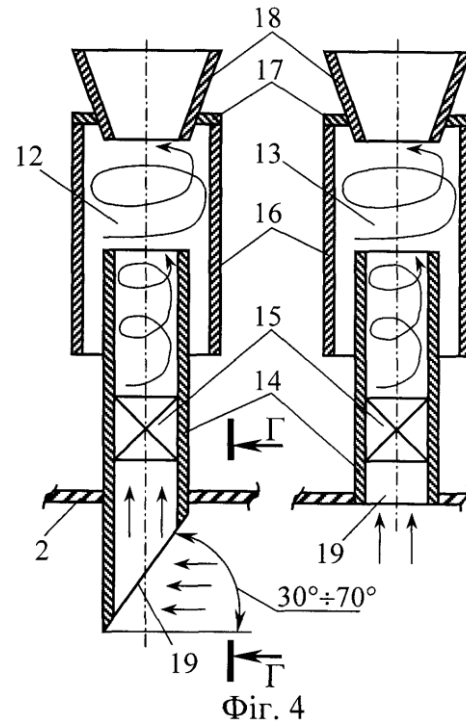


Fig. 4

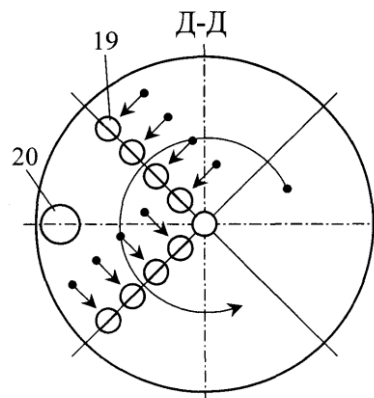


Fig. 7