



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46922 (13) U
(51) МПК (2009)
B01D 3/14МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РОТОРНИЙ РЕКТИФІКАЦІЙНИЙ АПАРАТ

1

2

(21) u200907545

(22) 17.07.2009

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) ТВЕРДОХЛІБ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ТВЕРДОХЛІБ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(57) Роторний ректифікаційний апарат, що містить циліндричний корпус з патрубками вводу та виводу фаз, з вмонтованими в ньому зливними тарілками,

ками, розпилювачами рідини і краплевловлювачі у вигляді пластин, розміщених біля стінки корпусу і встановлених з перекриттям одна одної, який **відрізняється** тим, що кожен розпилювач рідини обладнаний завихрювачем парогазової фази, виконаним у вигляді відцентрового робочого колеса, співвісно розміщеного під перфорованою частиною розпилювача рідини, причому поверхня виходу парогазового потоку завихрювача виконана під кутом 10-90° до горизонту.

Корисна модель відноситься до обладнання для проведення масообмінних процесів в хімічній промисловості, а також може застосовуватись в переробній, харчовій та фармацевтичній галузях виробництва. Корисна модель призначена для здійснення процесу ректифікації двох- та багатокомпонентних рідких сумішей і може використовуватись для відділення метанолу та води від метилових ефірів рослинних олій.

Відомі багатоступінчаті роторні апарати, в яких поверхня контакту фаз утворюється за рахунок розпилювання рідини на струмені та краплі обертовими диспергуючими пристроями у вигляді перфорованого циліндра із забірними пристроями у вигляді спіральної стрічки, яка розміщується під перфорованим циліндром. Апарат складається з вертикального корпусу, в середині якого знаходяться масообмінні ступені із закріпленими на обертовому валу диспергуючими пристроями і вмонтованими в корпус тарілками з патрубками для проходу газової (парової) фази. Кожна масообмінна ступень оснащена краплевловлювачем у вигляді обичайки, виконаної із декількох шарів об'ємної металевої сітки (Коган В.Б., Харисов М.А. Оборудование для разделения смесей под вакуумом. - Л.: "Машиностроение"(Ленингр. отд-ние), 1976, 376с.).

Недоліком зазначених апаратів є те, що при ударі струменів і крапель об сітку їх швидкість гаситься і на поверхні сітки не виникає розвинутої та інтенсивно відновлювальної поверхні масообміну, що призводить до втрат значної частини кінетич-

ної енергії потоку крапель і зменшення інтенсивності масовіддачі при ударі крапель.

За найближчий аналог вибрано роторний масообмінний апарат, який містить циліндричний корпус з патрубками вводу та виводу фаз, з вмонтованими в ньому зливними тарілками, розпилювачами рідини і краплевловлювачі у вигляді пластин, розміщених біля стінки корпусу і встановлених з перекриттям одна одної під кутом, рівним 1-30° до напрямку вектора абсолютної швидкості потоку диспергованої розпилювачем рідини (А.с. SU №1223943 А, В01D3/30, опубл. 15.04.1986. Бюл. №14).

Недоліком такого апарату є неповне використання кінетичної енергії потоку крапель для створення інтенсивно відновлювальної поверхні контакту фаз при ударі крапель по пластинах краплевловлювача, відсутність турбулізації та закручення газової (парової) фази, а отже недостатня ефективність масообміну між рідкою та газовою фазами при польоті та ударі крапель, особливо в пливці рідини та пристінній зоні. Недоліками зазначеного апарату також є необхідність встановлення додаткових пристроїв для зменшення краплевитягу та необхідність використання вакуумного насосу для забезпечення та підтримки впродовж процесу ректифікації потрібного розрідження в корпусі апарату.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення роторного ректифікаційного апарату шляхом встановлення на кожному розпилювачі рідини завихрювача паро-газової фази у вигляді

(13) U
(11) 46922
(19) UA

відцентрового робочого колеса, здійснити підвищення інтенсивності взаємодії паро-газової та рідкої фаз при польоті та ударі крапель, покращити ефективність роботи роторного масообмінного апарату, зменшити кількість масообмінних ступеней та скоротити необхідність використання спеціальних пристроїв для запобігання краплевитягу та вакуумнасосу для підтримки розрідження, що дозволить забезпечити економію конструкційних матеріалів та зменшення енергетичних витрат.

Поставлена задача вирішується тим, що роторний ректифікаційний апарат містить циліндричний корпус з патрубками вводу та виводу фаз, з вмонтованими в ньому зливними тарілками, розпилювачами рідини і краплевловлювачі у вигляді пластин, розміщених біля стінки корпусу і встановлених з перекриттям одна одної.

Згідно корисної моделі, в роторному ректифікаційному апараті кожен розпилювач рідини обладнаний завихрювачем паро-газової фази, виконаним у вигляді відцентрового робочого колеса, співвісно розміщеного під перфорованою частиною розпилювача рідини, причому поверхня виходу паро-газового потоку завихрювача виконана під кутом $10-90^\circ$ до горизонту.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками полягає в наступному.

Під дією розрідження, яке створюється завихрювачем паро-газової фази, в корпусі роторного ректифікаційного апарату утворюються пари рідкої суміші. Після проходження парів через міжлопатевий простір завихрювача, їм надається спірально-вихровий рух та додаткова кінетична енергія і закручений паро-газовий потік направляється частково на пластину краплевловлювача та частково в простір масообмінної ступені, в яких проходить масообмінний процес. Збагатившись низькокиплячим компонентом, пари рухаються на вищу масообмінну ступінь та захоплюються наступним завихрювачем паро-газової фази.

Застосування завихрювача паро-газової фази, виконаного у вигляді відцентрового робочого колеса, співвісно розміщеного під перфорованою частиною розпилювача дає змогу створити розрідження в корпусі апарату без застосування вакуумнасосу за рахунок тяги, що створюють лопатки робочого колеса. Крім того, використання завихрювача призводить до зменшення краплевитягу, оскільки краплі рідини, які потрапили в паро-газовий потік направляються завихрювачем на пластину краплевловлювача, де вони осідають на плівці рідини. Завихрювач створює закручені паро-газові потоки, які призводять до виникнення спірально-подібної траєкторії польоту крапель, що сприяє збільшенню часу контакту фаз при польоті крапель та забезпеченню дотичного удару крапель по пластині краплевловлювача або по корпусу апарату. В свою чергу, взаємодія закрученого паро-газового потоку з плівкою рідини в зоні дотичного удару крапель, призводить до значного збільшення турбулізації та інтенсивності відновлення поверхні контакту фаз, а отже, до збільшення маси переданої на одній контактній ступені. Описана конструкція завихрювача паро-газової фази має ряд переваг. Виконання у відцентровому робочому

колесі поверхні виходу парогазового потоку під кутом $10-90^\circ$ до горизонту забезпечує раціональне співвідношення осьової та радіальної швидкостей закрученого потоку для забезпечення ефективного масообміну при польоті та ударі крапель. Тобто, закручений паро-газовий потік направляється та підтримується одночасно в зоні удару крапель по пластині краплевловлювача та в зоні вільного польоту крапель в об'ємі масообмінної ступені. При виконанні поверхні виходу паро-газового потоку під кутом менше 10° до горизонту буде відбуватися не достатня направлена подача паро-газової фази в зону удару крапель рідини, а при виконанні під кутом більше ніж 90° зміниться на протилежний від необхідного осьовий напрямок руху паро-газової фази.

Об'єднання запропонованих ознак з раніше відомими дозволяє збільшити інтенсивність масопередачі на одній ступені, а отже скоротити кількість контактних ступеней в апараті, підвищити ефективність процесу ректифікації багатоконпонентних рідких сумішей, покращити кінцеву їх концентрацію та чистоту, значно зменшити втрати компонентів від краплевитягу, забезпечити економію енергетичних ресурсів та конструкційних матеріалів, спростити обслуговування та експлуатацію обладнання за рахунок зменшення його габаритів, зменшити виробничі площі та збільшити мобільність обладнання за рахунок зменшення його одиниць.

Технічна сутність та принцип роботи запропонованого роторного ректифікаційного апарату пояснюється кресленнями.

На Фіг.1 зображена принципова схема масообмінної ступені роторного ректифікаційного апарату.

На Фіг.2 зображена принципова конструкція завихрювача паро-газової фази.

На Фіг.3 зображений фронтальний вид завихрювача паро-газової фази.

Масообмінні ступені, які знаходяться в вертикальному циліндричному корпусі 1, формують роторний ректифікаційний апарат. Співвісно до корпусу розміщується обертовий вал 2, на який жорстко кріпляться розпилювачі рідини, що складаються з диспергуючого пристрою 3 (перфорована частина розпилювача) та забірного пристрою 4, нижній край якого занурений у забірну чашу 5. Під диспергуючим пристроєм розміщується завихрювач паро-газової фази 6. На внутрішній поверхні циліндричного корпусу закріплюються пластини краплевловлювача 7, під якими розміщений приймальний лоток 8, що з'єднується із забірною чашею переточними жолобами 9. До переточних жолобів кріпиться зливна чаша 10, по якій рідина зливається на розміщену нижче тарілку або в куб апарату. Для підводу початкової суміші в корпусі встановлено вхідний патрубок 11.

Завихрювач паро-газової фази 6 складається з лопаток 12, закріплених між нижнім вхідним диском 13 та верхнім диском 14, який приєднується до розпилювача рідини під його перфорованою частиною.

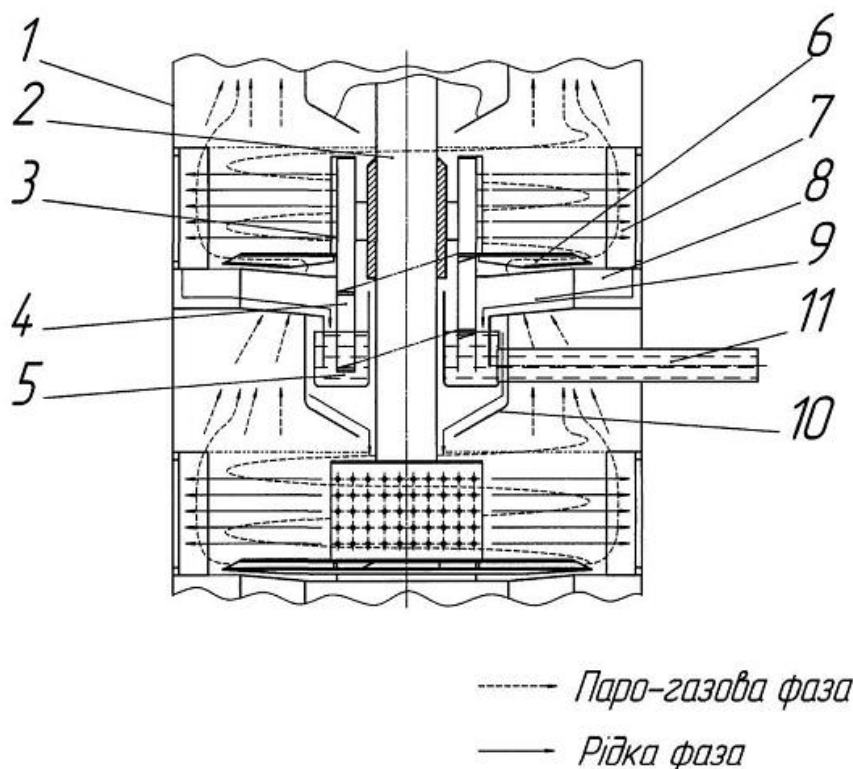
Роторний ректифікаційний апарат працює наступним чином.

Початкова суміш через патрубок 11 подається в забірну чашу 5 масообмінної ступені. Далі суміш захоплюється спіраллю забірної пристрої 4 і розбризкується диспергуючим пристроєм 3 в об'ємі масообмінної ступені. Диспергована рідина у вигляді крапель ударяється об пластини краплевловлювача 7 та розпливається по них. Дотичний удар по пластинах призводить до того, що більша частина енергії крапель при ударі витрачається на перемішування рідини на поверхні удару, а не на подрібнення та утворення вторинних крапель. В результаті цього на поверхні удару виникає інтенсивно відновлювальна та високо розвинута поверхня масообміну. Пари рідкої суміші, що утворилися в результаті випаровування під дією вакууму на нижчих масообмінних ступенях, захоплюються завихрювачем паро-газової фази 6, проходять між його нижнім входним 13 та верхнім 14 дисками і отримують від його лопаток 12 закручену спіралеподібну траєкторію руху. Закручений рух паро-газового потоку призводить до збільшення часу контакту фаз під час польоту краплин рідини та інтенсифікує турбулізацію взаємодіючих фаз при ударі краплин. Пари вступають у масообмінну реакцію з краплинами під час їх польоту та дотичного удару об пластини краплевловлювача, насичуються низькокиплячим компонентом і піднімаються до

вищої масообмінної ступені або відводяться на конденсацію. Краплі рідини, досягнувши пластин краплевловлювача 7, утворюють на них плівку, яка стікає в приймальний лоток 8. Потім переточними жолобами 9 рідина повертається назад до забірної чаші 5 масообмінної тарілки, звідки основна частина знову відбирається забірним пристроєм 4 на повторне розпилювання, а надлишок по зливній чаші 10 зливається в забірну чашу нижчої тарілки або у куб ректифікаційного апарату.

Технічний результат полягає в наступному.

Використання запропонованої конструкції роторного ректифікаційного апарату дозволить підвищити ефективність процесу ректифікації багатокомпонентних рідких сумішей, покращити кінцеву їх концентрацію та чистоту, значно зменшити втрати компонентів від краплевитягу, підвищити інтенсивність масопередачі на одній масообмінній ступені, а отже, скоротити кількість контактних ступеней в апараті, тим самим забезпечити економію енергетичних ресурсів та конструкційних матеріалів, спростити обслуговування та експлуатацію обладнання за рахунок зменшення його габаритів, зменшити виробничі площі та збільшити мобільність обладнання за рахунок зменшення його одиниць.



Фіг. 1

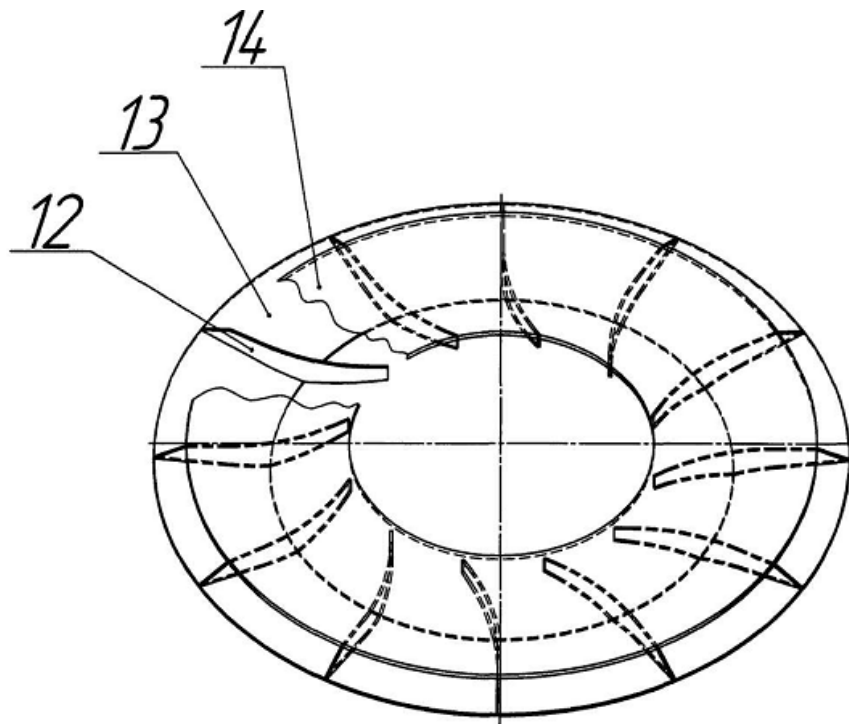


Fig. 2

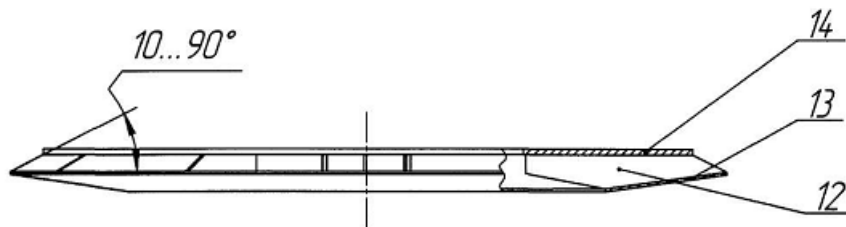


Fig. 3