

КОЛОННИЙ МАСООБМІННИЙ АПАРАТ ЦИКЛІЧНОЇ ДІЇ

Винахід відноситься до колонних апаратів, в яких відбуваються процеси масообміну в системі пара – рідина і може бути використаний в якості брагоректифікаційного обладнання для виробництва харчового етилового спирту та біостанолу в спиртовій промисловості, а також в хімічній, нафтопереробній, нафтохімічній, фармацевтичній та інших галузях.

Відома ректифікаційна колона з керованими циклами, що включає корпус і тарілки з розміщеними на їх полотні контактними елементами і пристроями для переливу рідини з тарілки на тарілку (патент України на корисну модель № 116565 В01D 3/30 (2006/01). Ректифікаційна колона з керованими циклами / Булій Ю.В., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявка u201612611. Заявлено 12.12.2016; Опубл. 25.05.2017, Бюл. № 10). Останні оснащені переливними трубами, нижні кінці яких вставлені в стакани і утворюють гідрозатвори для виключення прориву пари. Отвори переливних труб закриваються та відкриваються клапанами, закріпленими на рухомих тягах таким чином, що одні з них розташовані на непарних за порядком розташування тарілках, інші – на парних. Для запобігання проливу рідини через отвори переливних труб в момент їх закривання клапани ущільнюються пружинами. Тяги з'єднані з приводними механізмами і завдяки їх дії рухають клапани вгору і вниз.

Ректифікаційна колона з керованими циклами працює наступним чином. На тарілку живлення безперервно надходить рідина. В нижню частину колони постійно подається гріюча пара. Тяги по чергово рухаються вгору і вниз через контрольовані проміжки часу, а закріплені на них клапани синхронно закривають та відкривають отвори переливних труб таким чином, що перелив рідини по тарілках відбувається у два послідовних етапи, які повторюються періодично у часі по чергово: на першому етапі рідина переливається з кожної непарної тарілки на кожну наступну парну за порядком розташування тарілку, на другому етапі - з кожної парної тарілки на кожну наступну непарну тарілку.

Заданий час затримки та час переливу рідини підтримуються контролером, тому цикли затримки та переливу рідини відбуваються за заданим алгоритмом.

Недоліком відомої конструкції ректифікаційної колони є зменшення ефективності масообміну між рідиною і парою через зменшення вільного перерізу тарілок (відношення сумарної площі отворів контактних елементів, розташованих на тарілці, до площі тарілки) на 30 % через наявність переливних пристроїв і повздовжнє перемішування рідини на суміжних тарілках під час її переливу, складність конструкції, збільшення її собівартості через наявність на кожній тарілці переливних труб і стаканів, а також зменшення пропускної здатності колони по парі та рідині.

В основу винаходу покладено задачу підвищити ефективність масообміну між рідиною і парою на тарілках колонного апарата, зменшити його собівартість, питому витрату гріючої пари і збільшити пропускну здатність апарата по парі та рідині.

Поставлена задача вирішується тим, що колонний масообмінний апарат циклічної дії містить корпус, в якому розміщені тарілки з контактними елементами, і клапани, що закріплені на рухомих тягах, з'єднаних з приводними механізмами, які рухають тяги вгору і вниз через заданий проміжок часу, а клапани по черзі синхронно відкривають і закривають переливні отвори парних і непарних за порядком розташування тарілок при безперервній подачі в колону пари та рідини. Згідно винаходу на клапанах розміщені контактні елементи, так, як і на полотні тарілки, вільний переріз тарілки становить 2-20 %, а співвідношення площі перерізу переливного отвору до сумарної площі отворів контактних елементів від 2:1 і більше забезпечує перелив рідини в момент відкривання переливних отворів через ці отвори і отвори контактних елементів.

Конструкція колонного масообмінного апарата, що пропонується, дозволяє збільшити вільний переріз тарілок на 15-20 % в порівнянні з прототипом через відсутність гідрозатворів і оснащення клапанів контактними елементами, розміщеними, як і на полотні тарілки. Технічне рішення спрощує конструкцію

апарата, дозволяє зменшити його собівартість, скоротити питому витрату гріючої пари до 30 % і виключити повздовжнє перемішування рідини на суміжних тарілках під час її переливу.

Для збільшення пропускної здатності масообмінного апарата по рідині шляхом переливу рідини через переливні отвори і її «провалу» через отвори контактних елементів, колонний апарат оснащується масообмінними провальними тарілками - гратчастими, колосниковими, трубчастими, сітчастими (плоскими або хвилястими), лускоподібними та ін. Шар рідини на полотні тарілки, через яку барботує пара, утворюється під тиском пари. «Провал» рідини відбувається завдяки зменшенню швидкості пари в отворах контактних елементів в момент відкривання переливного отвору.

Вільний переріз провальної тарілки вибирається за умови відсутності «провалу» рідини при витраті пари, що не перевищує нормативну, і становить 2-20 %. За таких умов тарілка має низький гідравлічний опір. При зменшенні вільного перерізу (менше 2 %) шляхом зменшення кількості контактних елементів зменшується ефективність масообміну по всій площі тарілки, зростає опір тарілки, відбувається винесення рідини з нижніх тарілок на верхні (бризковиніс). Збільшення вільного перерізу (більше 20 %) шляхом збільшення кількості контактних елементів потребує підвищеної витрати пари для утримання рідини на тарілках більше нормативної.

Співвідношення площі перерізу отвору для переливу рідини до сумарної площі отворів контактних елементів тарілки від 2:1 і більше забезпечує ефективний перелив рідини з тарілки на тарілку в момент відкривання переливних отворів без гідрозатворів. В період переливу (в момент руху клапанів вгору і відкривання переливних отворів) швидкість пари в отворах контактних елементів при вищевказаному співвідношенні миттєво зменшується до 3,5-1 м/с (стає меншою за критичну, при якій рідина утримується на тарілці), і тарілка стає провальною: рідина одночасно переливається через переливний отвір і проливається (провалюється) через отвори контактних елементів. В період масообміну (після руху тяги вниз в момент закривання клапанами

переливних отворів) швидкість пари в отворах контактних елементів миттєво зростає, стає більшою за критичну, і «провал» рідини припиняється. В цей період циклу тарілка стає непровальною, і на її полотні відбувається задана у часі затримка рідини та її контакт з парою (масообмін).

Відомо, що для різних типів провальних тарілок існує нижня межа діапазону їх роботи - критична швидкість пари в отворах контактних елементів, при якій рідина утримується на тарілці (нижче якої рідина провалюється через ці отвори), і верхня межа – критична швидкість пари в отворах контактних елементів, при якій розпочинається винесення рідини з нижніх тарілок на верхні. Наприклад, для сітчастих тарілок «провал» рідини припиняється при швидкості пари в отворах 4-5 м/с, для лускоподібних 6,5-7,5 м/с. Верхня критична швидкість для роботи сітчастих тарілок становить 8 м/с, для роботи лускоподібних тарілок – 16 м/с.

При менших від 2:1 значеннях співвідношення площі перерізу отвору для переливу рідини до сумарної площі отворів контактних елементів тарілки швидкість пари в отворах контактних елементів в момент відкриття переливних отворів зменшується до величини, яка перевищує нижню критичну швидкість, тому перелив рідини через переливні отвори і її «провал» через отвори контактних елементів не відбувається.

Колонний масообмінний апарат циклічної дії пояснюється фіг. 1, на якій представлено поперечний його переріз.

Колонний апарат включає корпус 1, тарілки 2 з розміщеними на їх полотні контактними елементами 3 з отворами для проходження пари і переливу рідини з тарілки на тарілку. Переливні отвори закриваються та відкриваються клапанами 4 і 5, закріплених на рухомих тягах 6 і 7 таким чином, що одні з них розташовані на непарних за порядком розташування тарілках, інші – на парних. Для запобігання проливу рідини через переливні отвори в момент їх закривання клапани 4 і 5 ущільнюються пружинами 8. Тяги 6 і 7 з'єднані з приводними механізмами 9 і 10 відповідно і завдяки їх дії рухають клапани 4 і 5 вверх і вниз.

Колонний масообмінний апарат циклічної дії працює наступним чином. На тарілку живлення (в даному випадку на верхню непарну тарілку) безперервно надходить рідина. В нижню частину апарата постійно надходить гріюча пара. В початковий період роботи тяга 6 знаходиться в нижньому положенні, в якому клапани 4 закривають переливні отвори до моменту досягнення номінального рівня рідини на верхній тарілці. При цьому на її полотні відбувається масообмін. Інтервал часу для досягнення номінального рівня дорівнює часу затримки рідини на тарілках апарата, який визначається експериментально в залежності від якісного складу та об'єму рідини, що надходить на тарілку живлення. В цей період тяга 7 знаходиться в нижньому положенні, в якому клапани 5 закривають переливні отвори, розташовані на парних тарілках. Після досягнення номінального рівня на верхній тарілці приводний механізм 9 піднімає тягу 6 у верхнє крайнє положення, клапани 4 піднімаються на визначену висоту, яка дорівнює ходу штока циліндра, відкриваються переливні отвори непарних тарілок, і рідина переливається з верхньої (непарної) тарілки на нижче розташовану (парну) тарілку. Після закінчення переливу рідини під дією приводного механізму 9 тяга 6 рухається вниз до положення, в якому клапани 4 закривають переливні отвори непарних тарілок. В цей період відбувається масообмін на нижче розташованій (парній) тарілці. Після закінчення заданого часу затримки рідини приводний механізм 10 піднімає тягу 7 у верхнє крайнє положення, клапани 5 синхронно піднімаються на визначену висоту, відкривають переливні отвори парних тарілок, і рідина переливається з парної (другої, рахуючи зверху) тарілки на непарну (третю, рахуючи зверху) нижче розташовану тарілку. Після закінчення переливу рідини під дією приводного механізму 10 тяга 7 з закріпленими на ній клапанами 5 рухається вниз до положення, в якому клапани 5 закривають переливні отвори парних тарілок. В цей період відбувається масообмін на непарних тарілках. Далі аналогічно в роботу включаються всі наступні тарілки. Рідина з останньої за порядком розташування тарілки виливається в кубову частину і відводиться із апарата.

Під час роботи колонного масообмінного апарата під дією приводних механізмів 9 і 10 тяги 6 і 7 почергово рухаються вгору і вниз, а закріплені на них клапани 4 і 5 синхронно закривають та відкривають переливні отвори таким чином, що перелив рідини по тарілках відбувається одночасно через переливні отвори і отвори контактних елементів у два послідовних етапи, які повторюються періодично у часі почергово: на першому етапі рідина переливається з кожної непарної тарілки на кожну наступну парну за порядком розташування тарілку, на другому етапі – з кожної парної тарілки на кожну наступну непарну тарілку. Час затримки рідини на тарілках колони залежить від кількості рідини та її якісного складу, визначається експериментальним шляхом і підтримується контролером, тому цикли затримки та переливу рідини відбуваються за заданим алгоритмом.

Технічний результат у використанні винаходу полягає у підвищенні ефективності масообміну між рідиною і парою на тарілках колонного апарата, зменшенні його собівартості, питомої витрати гріючої пари і збільшенні пропускної здатності апарата по парі та рідині.

Автори:

Ю.В. Булій

А.П. Дмитрук

П.А. Дмитрук

Формула винаходу

Колонний масообмінний апарат циклічної дії, що містить корпус, в якому розміщені тарілки з контактними елементами, і клапани, що закріплені на рухомих тягах, з'єднаних з приводними механізмами, які рухають тяги вверх і вниз через заданий проміжок часу, а клапани по чергово синхронно відкривають і закривають переливні отвори парних і непарних за порядком розташування тарілок при безперервній подачі в апарат пари та рідини, *який відрізняється тим, що* на клапанах розміщені контактні елементи, так, як і на полотні тарілки, вільний переріз тарілки становить 2-20 %, а співвідношення площі перерізу переливного отвору до сумарної площі отворів контактних елементів від 2:1 і більше забезпечує перелив рідини в момент відкривання переливних отворів через ці отвори і отвори контактних елементів.

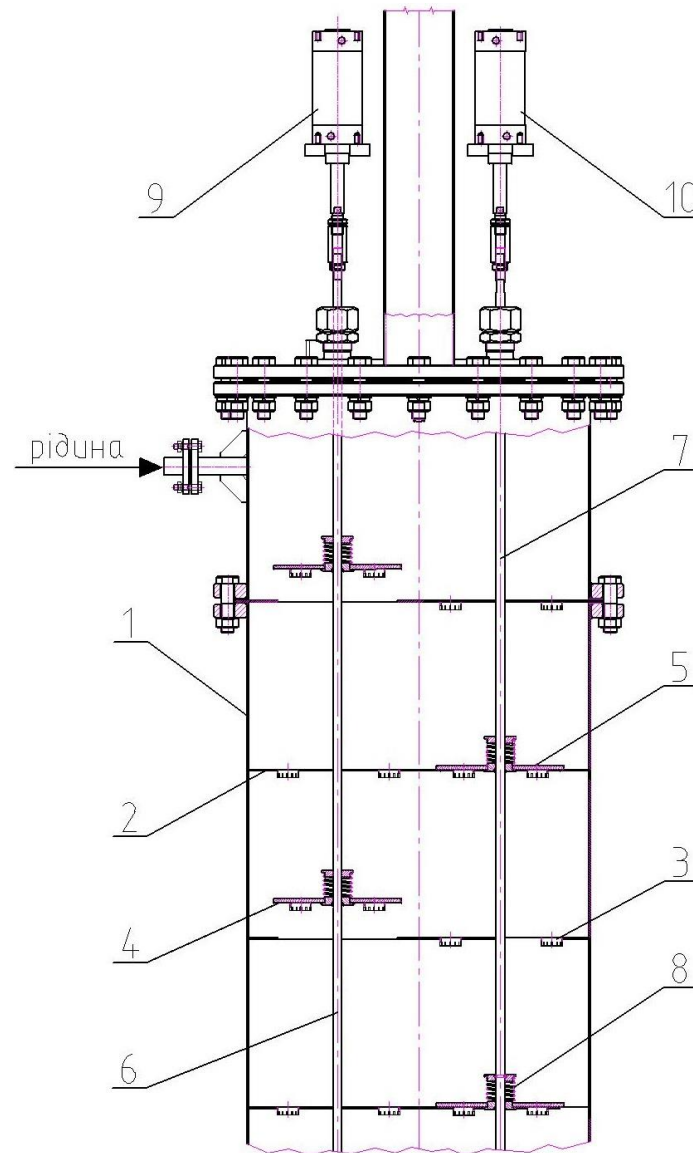
Автори:

Ю.В. Булій

А.П. Дмитрук

П.А. Дмитрук

Колонний масообмінний апарат циклічної дії



Фіг. 1.

Автори:

Булій Ю.В.

Дмитрук А.П.

Дмитрук П.А.

РЕФЕРАТ

КОЛОННИЙ МАСООБМІННИЙ АПАРАТ ЦИКЛІЧНОЇ ДІЇ

Винахід відноситься до колонних апаратів, в яких відбуваються процеси масообміну в системі пара – рідина і може бути використаний в якості брагоректифікаційного обладнання для виробництва харчового етилового спирту та біоетанолу в спиртовій промисловості, а також в хімічній, нафтопереробній, нафтохімічній, фармацевтичній та інших галузях.

Колонний масообмінний апарат циклічної дії містить корпус, в якому розміщені тарілки з контактними елементами, і клапани, що закріплені на рухомих тягах, з'єднаних з приводними механізмами, які рухають тяги вгору і вниз через заданий проміжок часу, а клапани по чергову синхронно відкривають і закривають переливні отвори парних і непарних за порядком розташування тарілок при безперервній подачі в колону пари та рідини. Згідно винаходу на клапанах розміщені контактні елементи, так, як і на полотні тарілки, вільний переріз тарілки становить 2-20 %, а співвідношення площі перерізу переливного отвору до сумарної площі отворів контактних елементів від 2:1 і більше забезпечує перелив рідини в момент відкривання переливних отворів через ці отвори і отвори контактних елементів.

Технічний результат у використанні винаходу полягає у підвищенні ефективності масообміну між рідиною і паром на тарілках колонного апарата, зменшенні його собівартості, питомої витрати грючої пари і збільшенні пропускної здатності апарата по парі та рідині.