

(54) УКРАЇНА (19) **UA** (11) **89874** (13) **C2** (51) МПК (2009) **B01D 3/00** МІНІСТЕРСТВО

ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ **ОПИС** до

ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД (19) **UA** (11) **89874** (13) **C2**

(54) СПОСІБ
ПЕРЕЛИВУ РІДИНИ ПО
ТАРІЛКАХ КОЛОННОГО
АППАРАТА У ПРОЦЕСІ
МАСООБМІНУ МІЖ
ПАРОЮ ТА РІДИНОЮ 1

(21) а200807767 **(22)** 06.06.2008 **(24)** 10.03.2010 **(46)** 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р. **(72)** ДМИТРУК АРКАДІЙ ПАВЛОВИЧ, ЧЕРНЯ ХОВСЬКИЙ ІОСИП БЕНЦІОНОВИЧ, ДМИТРУК ПАВЛО АРКАДІЙОВИЧ, БУЛІЙ ЮРІЙ ВОЛОДИ- МИРОВИЧ **(73)** ДМИТРУК АРКАДІЙ ПАВЛОВИЧ **(56)** UA 60565 A, 15.10.2003 SU 1360753 A1, 23.12.1987 US 3855368 A, 17.12.1974 US 266407A, 26.01.1964 GB 623388 A, 17.05.1949 DE 211147 A1, 14.09.1972 SU 1212451 A, 23.02.1986 UA 60565 C2, 15.09.2006

(57) Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною, що включає періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку без її перемішування на тарілках колонного апарата, що містить тарілки та принаймні один пристрій для переливу рідини з тарілки на тарілку, який містить принаймні один рухомий елемент, який відрізняється тим, що колонний апарат містить принаймні один приводний механізм, який зв'язаний із рухомих елементом і який періодично приводить рухомий елемент у рух, при цьому перелив рідини з тарілки на тарілку здійснюють у два послідовних етапи, які повторюються періодично у часі по чергово, а саме: на першому етапі за допомогою пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку здійснюють одночасно перелив рідини тільки з кожної непарної за порядком розташування тарілки на кожну наступну парну за порядком розташування тарілку по всій висоті колони; на другому етапі за допомогою пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку здійснюють одночасно перелив рідини тільки з кожної парної за порядком розташування тарілки на кожну наступну непарну за порядком розташування тарілку по всій висоті колони.

Винахід відноситься до процесів масообміну у колонних апаратах, а саме, до процесів масообміну у тарілчастих апаратах, і може бути використана у таких галузях як хімічна, нафтопереробна, нафтохімічна, харчова промисловість.

У колонних апаратах, що містять тарілки, масообмін між двома різними фазами - парою та рідиною відбувається на тарілках під час проходження пари крізь шар рідини. Необхідними умовами для проведення ефективного масообміну між парою та рідиною на тарілках є створення розвинutoї поверхні контакту фаз і такої гідродинамічної обстановки, при якій коефіцієнт масоперемішування буде найбільшим. В усіх випадках на тарілці необхідно тимчасово утримувати певний рівень шару рідини, через який проходить пара та забезпечити періодичний перелив рідини з верхньої тарілки на нижню. Ці умови створюють шляхом подання рідини на верхню тарілку колонних апаратів та її переливу з тарілки на тарілку за допомогою пристроїв для переливу рідини. Наприклад, у документі (Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961. - С.563.) показано найпростіший із відомих пристроїв для переливу рідини з тарілки на тарілку - переливні трубки, що встановлені вертикально та верхні кінці яких підняті на певну необхідну висоту над рівнем тарілок. Недоліком таких пристроїв для переливу рідини з тарілки на тарілку є неможливість регулювання об'ємної швидкості переливу рідини з тарілки на тарілку та можливість роботи колонних апаратів із такими пристроями для переливу рідини з тарілки на тарілку тільки у режимі безперервного подання потоків пари та рідини в колонні апарати.

Відомий спосіб переливу рідини по тарілках колонних апаратів у процесі масообміну між парою та рідиною, що проходить без перемішування рідини при її переливі по тарілках (UA 60565 A, B01D 3/00), в якому потік пари подають у колонний апарат періодично, імпульсами, при цьому перелив рідини з тарілки на тарілку теж здійснюють періодично - у момент припинення подання пари у колонний апарат. Періодичність переливу рідини з тарілки на тарілку при імпульсному режимі подання пари у процесі масообміну звичайно забезпечують пристрої для переливу рідини з тарілки на тарілку, що працюють автоматично при зміні тиску пари. Такі пристрої для переливу рідини з тарілки на тарілку містять рухомі елементи, які чутливі до тиску пари у колонному апараті. Прикладом такого пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку є масообмінний контактний пристрій для колонних масообмінних апаратів із тарілками (SU 1212451, B01D 3/30), що містить в якості пристрою для переливу рідини клапан, який містить напрямний циліндр і рухомий елемент, виконаний у вигляді циліндру із отворами у бічній стінці і дисками на торцях циліндру. У тарілці навколо отвору, в якому розташований циліндр рухомого елементу, виконано ще декілька отворів, які закриваються дисками рухомого елементу, коли рухомий елемент знаходиться у верхньому чи у нижньому положенні, а на тарілці розташований напрямний циліндр для нижнього диску рухомого елементу. Така конструкція клапану дозволяє йому виконувати одночасно як функцію контактної пристрою для забезпечення масообміну між паровою фазою і рідиною, так і функцію пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку. Пристрій працює наступним чином: при відсутності потоку пари рухомий елемент клапану знаходиться у нижньому положенні і нижній диск рухомого елементу перекриває всі отвори у тарілці. При поданні пари у колонний апарат підвищується спочатку тиск пари в об'ємі колонного апарату нижче тарілки, пара тисне на нижній диск рухомого елементу і підіймає рухомий елемент у верхнє положення, в якому верхній диск рухомого елементу закриває отвори у тарілці, а отвори у циліндрі рухомого елементу розташовані на рівні шару рідини на тарілці. Пара проходить через отвори у циліндрі рухомого елементу і барботує через шар рідини на тарілці. В цей момент здійснюється масообмін між парою та рідиною. Після припинення подання пари

рухомий елемент опускається у нижнє положення і в момент, коли рухомий елемент рухається униз, рідина через отвори у тарілці та отвори у циліндрі клапана переливається на іншу тарілку.

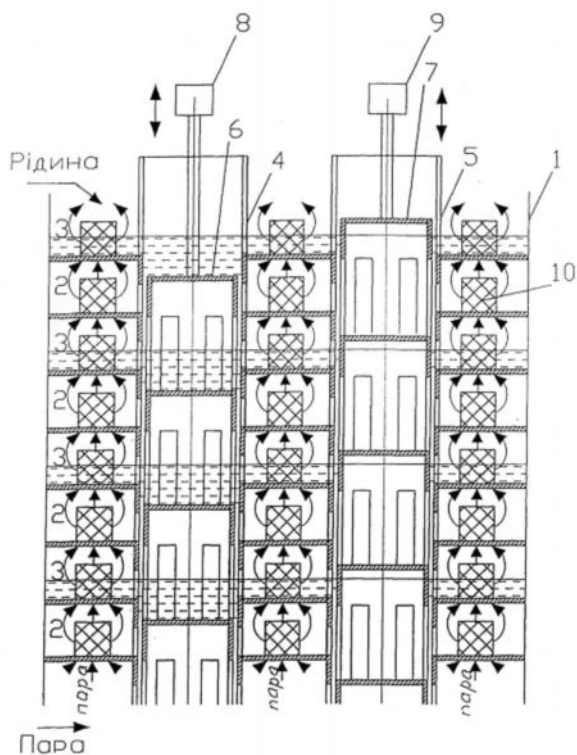
Недоліками способу переливу рідини з тарілки на тарілку при імпульсному режимі подання пари у процесі масообміну і при застосуванні у колонному апараті пристроїв для переливу рідини з тарілки на тарілку, що працюють при зміні тиску пари, є: можливість роботи колонного апарату тільки у імпульсному режимі подання потоку пари в колонний апарат; обмеженість робочих параметрів потоків пари та рідини у колонному апараті, так як існує залежність роботи пристроїв для переливу рідини з тарілки на тарілку і взагалі всього колонного апарату від тиску парової фази та температури рідини на зрошення - при поданні пари у колонний апарат із тиском менш за необхідний колонний апарат не буде працювати, так як не будуть працювати пристрої для переливу рідини з тарілки на тарілку, подання рідини на зрошення із температурою нижче за необхідну може привести до значної конденсації пари на верхніх тарілках та падіння тиску пари у верхній частині колонного апарату нижче мінімальної величини тиску переходу клапана у верхнє положення; при зміні тиску пари існує ефект запізнення імпульсу тиску парового потоку по висоті колонного апарату - між моментом спрацювання пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку, розташованому на самій нижній тарілці, і моментом спрацювання пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку, розташованому на самій верхній тарілці, існує певний інтервал у часі, що обмежує можливості або робить неможливим регулювання об'ємної швидкості переливу рідини з тарілки на тарілку шляхом регулювання періоду подання пари у колонний апарат та, як наслідок, в момент переливу рідини з тарілки на тарілку, ма-сообмін між рідиною та парою відсутній. Задачею винаходу є створення більш ефективного способу масообміну у колонних апаратах із тарілками шляхом періодичного, одночасного по всій висоті колони, переливу рідини з тарілки на тарілку, без перемішування, що не залежить від тиску потоку пари. Задача вирішується запропонованим способом переливу рідини по тарілках колонного апарату у процесі масообміну між парою та рідиною, що включає періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку без її перемішування на тарілках колонного апарату, що містить тарілки та принаймні один пристрій для переливу рідини з тарілки на тарілку, який містить принаймні один рухомий елемент, причому колонний апарат містить додатково принаймні один приводний механізм, який зв'язаний із рухомих елементом і який періодично приводить рухомий елемент у рух, при цьому перелив рідини з тарілки на тарілку здійснюють у два послідовних етапи, які повторюються періодично у часі по чергово, а саме: на першому етапі за допомогою пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку здійснюють одночасно перелив рідини тільки з кожної непарної за порядком розташування тарілки на кожну наступну парну за порядком розташування тарілку по всій висоті колони; на другому етапі за допомогою пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку здійснюють одночасно перелив рідини тільки з кожної парної за порядком розташування тарілки на кожну на-ступну непарну за порядком розташування тарілку по всій висоті колони. На наведених нижче фігурах на прикладі роботи колонного апарату продемонстровано один із можливих варіантів виконання запропонованого способу. Фігура 1 - фрагмент колонного тарілчастого апарату у розрізі у період перед першим етапом переливу рідини з тарілки на тарілку. Фігура 2 - фрагмент колонного тарілчастого апарату у розрізі на першому етапі здійснення способу переливу рідини з непарних тарілок на парні тарілки одночасно по всій висоті колони.

Фігура 3 - фрагмент колонного тарілчастого апарату у розрізі на другому етапі здійснення способу переливу рідини з парних тарілок на непарні одночасно по всій висоті колони. Колонний апарат містить корпус (1) (фігура 1), тарілки (2) і (3) - парні за порядком розташування тарілки (2) та непарні за порядком розташування тарілки (3). Відрахування порядку розташування тарілок ведеться від самої верхньої тарілки, на яку подається рідина. Тарілки оснащені барботажними елементами (10), які забезпечують постійний ма-сообмін між потоком пари та рідиною. В якості барботажних елементів можуть бути застосовані, наприклад, ковпачки, клапани або контактні пристрої будь-якої відомої конструкції. Колонний апарат оснащено пристроями для переливу рідини з тарілки на тарілку (4) і (5), основними елементами яких є рухомі елементи (6) і (7). Рухомі елементи (6) і (7) пристроїв для переливу рідини (4) і (5) зв'язані відповідно з приводними механізмами (8) і (9), які періодично приводять їх у рух. Пристрої для переливу рідини з тарілки на тарілку мають таку конструкцію і таке розташування рухомих елементів, завдяки якому відбувається перелив рідини одночасно по всій висоті колони тільки з усіх непарних або тільки з усіх парних тарілок на нижче розташовані тарілки. Спосіб переливу рідини у колонному апараті здійснюють наступним чином. Рідину постійно подають на тарілку живлення колонного апарату. Пару подають у нижню частину колонного апарату. Рухомі елементи (6) і (7) переливних пристроїв (4) і (5) знаходяться у початковому положенні, при якому перелив рідини відсутній (фігура 1). На першому етапі переливу рідини з тарілки на тарілку за допомогою приводного механізму (8) рухомі елементи (6) займають положення, при якому здійснюють перелив рідини тільки з кожної непарної тарілки (3) на кожну наступну парну тарілку (2) одночасно по всій висоті колонного апарату (фігура 2). Через певний період часу приводний механізм (8) повертає рухомі елементи (6) у початкове положення і перелив рідини з тарілки на тарілку припиняється.

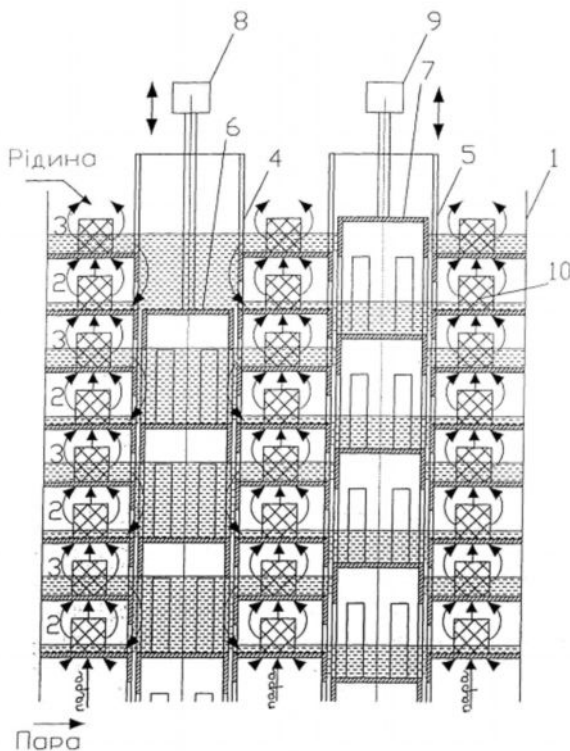
На другому етапі за допомогою приводного механізму (9) рухомі елементи (7) займають положення, при якому здійснюють перелив рідини тільки з кожної парної тарілки (2) на кожну наступну непарну тарілку (3) одночасно по всій висоті колонного апарату (фігура 3). Через певний період часу приводний механізм (9) повертає рухомі елементи (7) у початкове положення. Далі наведені етапи повторюють по чергово в залежності від технологічних потреб до зупинки апарату. Зрозуміло, що рідина з останньої тарілки, яка розташована самою нижньою у колонному апараті, буде вливатись в об'єм колонного апарату на першому або на другому етапі переливу рідини з тарілки на тарілку в залежності від того, парною чи непарною є остання тарілка. Даний приклад лише ілюструє винахід, але не обмежує її. Наявність приводного механізму, що приводить рухомі елементи пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку у періодичний рух, дозволяє легко регулювати період часу переливу рідини. Примусовий привод рухомих елементів пристрою для переливу рідини з тарілки на тарілку у періодичний рух дозволяє забезпечувати перелив рідини та проводити процес масообміну у великому діапазоні значень тиску пари та температури рідини, що подаються у колонний апарат. Пристрої для переливу рідини з тарілки на тарілку можуть бути іншої конструкції. Так можуть бути застосовано будь-які інші відомі пристрої, які використовують для регулювання потоків рідини, наприклад, можуть бути використано шибєрні заслінки, конічні

клапани тощо. Головне - щоб при-вод у рух рухомих елементів цих пристроїв, і від-повідно перелив рідини з тарілки на тарілку у колонному апараті відбувалось за вказаним алго-ритмом.

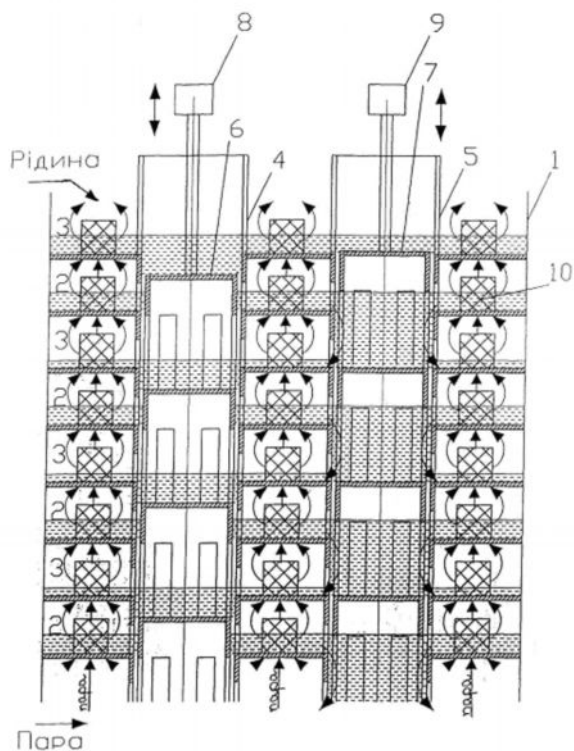
Технічний результат, який досягається вина-ходом: можливість проведення процесу масообмі-ну в одному колонному апараті як у режимі безпе-рервного подання потоки пари в колонний апарат, так і у режимі імпульсного подання потоки пари в колонний апарат, так як робота пристроїв перели-ву рідини з тарілки на тарілку здійснюється приму-сово приводними механізмами і не залежить від режиму подання пари у колонний апарат; можли-вість проведення процесу масообміну у великому діапазоні значень тиску пари та температури ріди-ни, що подаються у колонний апарат, та можли-вість регулювання об'ємної швидкості переливу рідини з тарілки на тарілку, без перемішування, під час процесу масообміну шляхом управління робо-тою приводних механізмів дозволяє підбирати оптимальні умови для постійного масообміну між парою і рідиною і підвищити ефективність процесу масообміну у колонному апараті.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Дмитрук А.П., Чернязовський Й.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В.

СПОСІБ ПЕРЕЛИВУ РІДИНИ ПО ТАРІДКАХ КОЛОННОГО АПАРАТА У ПРОЦЕСІ МАСООБМІНЦІ МІЖ ПАРОЮ ТА РІДИНОЮ

Авторами запропонований спосіб, який дозволяє підвищити ефективність масообміну у колонному тарілчастому апараті. Спосіб передбачає примусову затримку рідини на тарілках на визначений термін, необхідний для досягнення фазової рівноваги завдяки дії переливних пристроїв, робота яких не залежить від тиску пари. Спосіб дозволяє проводити масообмін при безперервній подачі пари в апарат, регулювати об'ємну швидкість переливу рідини з тарілки на тарілку без її перемішування.

Ключові слова: тарілка, ректифікація, масообмін, фазова рівновага, переливні пристрої.

Дмитрук А.П., Черняховский И.Б., Дмитрук П.А. и Булий Ю.В.

СПОСОБ ПЕРЕЛИВА ЖИДКОСТИ ПО ТАРЕЛКАМ КОЛОННОГО АППАРАТА В ПРОЦЕССЕ МАССООБМЕНА МЕЖДУ ПАРОМ И ЖИДКОСТЬЮ

Авторами предложен способ, позволяющий повысить эффективность массообмена в колонном тарельчастом аппарате. Способ предусматривает принудительную задержку жидкости на тарелках на определенное время, необходимое для достижения фазового равновесия благодаря работе переливных устройств не зависимо от давления пара. Способ

позволяет проводить массообмен при непрерывной подаче пара в аппарат, регулировать объемную скорость перелива жидкости с тарелки на тарелку без ее перемешивания.

Ключевые слова: тарелка, ректификация, массообмен, фазовое равновесие, переливные устройства.

Dmitruk A.P., Chernyahovskiy I.B., Dmitruk P.A. and Buliy Y.V.

WAY OF SPILLING LIQUID ON PLATES COLUMN APPARATUS IN THE PROCESS OF MASS TRANSFER BETWEEN STEAM AND LIQUID

The authors suggested a way to improve the efficiency of mass transfer in the machine. Method involves the forced delay fluid in the plates for some time, necessary for the achievement of the phase equilibrium thanks to the work flow devices regardless of the vapour pressure. The method allows to carry out mass exchange for continuous feed pair is in, adjust the volume rate of the relocation of the liquid from the plate to plate without her stirring.

Key words: a plate, rectification, the mass transfer, phase equilibrium, pressure reducing unit.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС

Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною [Текст] : пат. 89874 Україна: МПК В01Д 3/00/Дмитрук А.П., Черняхівський Й.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В.; заявник та патентовласник Дмитрук А.П. (ТОВ «ТІСЕР»).- а200807767; заявл. 06.06.2008; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.-4с.