

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА

ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,

ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ (19) RU (11) 2372965 (13) C2

(51) МПК

B01D3/00 (2006.01)

B01D3/20 (2006.01)

(21), (22) Заявка: 2007135886/15, 27.09.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.09.2007

(30) Конвенционный приоритет:

08.06.2007 UA u200706436

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2009

(45) Опубликовано: 20.11.2009

(56) Список документов, цитированных в отчете о

поиске: SU 1212451 A, 23.02.1986. SU 1057050 A, 30.11.1983. RU 2237508 C1, 10.10.2004.

SU 1005804 A, 23.03.1983. RU 2050167 C1, 20.12.1995. RU 2013102 C1, 30.05.1994.

Адрес для переписки:

04053, Украина, г. Киев, ул. Кудрявская, 10, оф.2, Л.С. Портной

(72) Автор(ы):

Дмитрук Аркадий Павлович (UA),

Черняховский Иосиф Бенционович (UA),

Дмитрук Павел Аркадиевич (UA),

Булий Юрий Владимирович (UA)

(73) Патентообладатель(и):

Дмитрук Аркадий Павлович (UA)

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

(57) Реферат:

Изобретение относится к процессам массообмена в тарельчатых колонных аппаратах и может быть использовано в таких отраслях, как химическая, нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, пищевая промышленность. Способ перелива жидкости в процессе массообмена между паром и жидкостью включает периодический перелив жидкости с тарелки на тарелку в колонном аппарате, который содержит четное или нечетное количество тарелок, по крайней мере, одно устройство для перелива жидкости с тарелки на тарелку, которое содержит подвижные элементы, связанные с приводным механизмом, который периодически приводит их в действие. Перелив жидкости с тарелки на тарелку осуществляют в два последовательных этапа, которые повторяются периодически во времени. На первом этапе с помощью устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку осуществляют одновременно перелив жидкости только с каждой нечетной по порядку расположения тарелки на каждую следующую четную по порядку расположения тарелку по всей высоте колонны. На втором этапе осуществляют одновременно перелив жидкости только с каждой четной по порядку расположения тарелки на каждую следующую нечетную по порядку расположения тарелку по всей высоте колонны, а перелив жидкости с последней, необязательно нечетной, по порядку расположения тарелки осуществляют в объем колонного аппарата. Технический результат заключается в возможности проведения процесса массообмена в одном колонном аппарате как в режиме непрерывной подачи потока пара в колонный аппарат, так и в режиме импульсной подачи

потока пара в больших диапазонах значений давления пара и температуры жидкости, что позволяет повысить эффективность процесса массообмена в колонном аппарате. 3 ил.

Изобретение относится к процессам массообмена в колонных аппаратах, а именно к процессам массообмена в тарельчатых аппаратах, и может быть использовано в таких отраслях, как химическая, нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, пищевая промышленность.

В колонных аппаратах, которые содержат тарелки, массообмен между двумя различными фазами - паром и жидкостью происходит на тарелках во время прохождения пара сквозь слой жидкости. Необходимым условием для проведения эффективного массообмена между паром и жидкостью на тарелках является создание раздвинутой поверхности контакта фаз и такой гидродинамической обстановки, при которой коэффициент массопередачи будет наибольшим. Во всех случаях на тарелке необходимо временно удерживать определенный уровень слоя жидкости, через который проходит пар, и обеспечить периодический перелив жидкости с верхней тарелки на нижнюю. Эти условия создают путем подачи жидкости на верхнюю тарелку колонных аппаратов и ее перелива с тарелки на тарелку посредством устройств для перелива жидкости. Например, в документе (Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961. - С.563) показано самое простое из известных устройств для перелива жидкости с тарелки на тарелку - переливные трубки, которые установлены вертикально и верхние концы которых подняты на определенную необходимую высоту над уровнем тарелок. Недостатками таких устройств для перелива жидкости с тарелки на тарелку являются невозможность регуляции объемной скорости перелива жидкости с тарелки на тарелку и возможность работы колонных аппаратов с такими устройствами для перелива жидкости с тарелки на тарелку только в режиме непрерывной подачи потоков пара и жидкости в колонные аппараты.

Известен способ перелива жидкости по тарелкам колонных аппаратов в процессе массообмена между паром и жидкостью, который проходит без перемешивания жидкости при ее переливе по тарелкам (UA 60565 A, B01D 3/00), в котором поток пара подают в колонный аппарат периодически, импульсами, при этом перелив жидкости с тарелки на тарелку тоже осуществляют периодически - в момент прекращения подачи пара в колонный аппарат. Периодичность перелива жидкости с тарелки на тарелку при импульсном режиме подачи пара в процессе массообмена обычно обеспечивают устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку, которые работают автоматически при изменении давления пара. Такие устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку содержат подвижные элементы, которые чувствительны к давлению пара в колонном аппарате.

Примером такого устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку является массообменное контактное устройство для колонных массообменных аппаратов с тарелками (SU 1212451, B01D 3/30), которое содержит клапан, который располагается в отверстиях в тарелке и который выполнен в виде цилиндра с отверстиями в боковой стенке и дисками на торцах цилиндра. В тарелке вокруг отверстия, в котором расположен цилиндр клапана, выполнено еще несколько отверстий, которые закрываются дисками клапана, когда клапан находится в верхнем или в нижнем положении, а на тарелке расположен направляющий цилиндр для нижнего диска клапана. Такая конструкция устройства позволяет ему выполнять одновременно как функцию контактного устройства для обеспечения массообмена между паровой фазой и жидкостью, так и функцию устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку.

Устройство работает следующим образом: при отсутствии потока пара клапан находится в нижнем положении и нижний диск клапана перекрывает все отверстия в тарелке. При подаче пара в колонный аппарат повышается сначала давление пара в объеме колонного аппарата ниже тарелки, пар давит на нижний диск клапана и поднимает

клапан в верхнее положение, в котором верхний диск клапана закрывает отверстия в тарелке, а отверстия в цилиндре клапана расположены на уровне слоя жидкости на тарелке. Пар проходит через отверстия в цилиндре клапана и барботирует через слой жидкости на тарелке. В этот момент осуществляется массообмен между паром и жидкостью. После прекращения подачи пара клапан опускается в нижнее положение и в момент, когда клапан двигается, жидкость через отверстия в тарелке и отверстия в цилиндре клапана переливается на другую тарелку.

Недостатками способа перелива жидкости с тарелки на тарелку при импульсном режиме подачи пара в процессе массообмена и при применении в колонном аппарате устройств для перелива жидкости с тарелки на тарелку, которые работают при изменении давления пара, являются: возможность работы колонного аппарата только в импульсном режиме подачи потока пара в колонный аппарат; ограниченность рабочих параметров потоков пара и жидкости в колонном аппарате, так как существует зависимость работы устройств для перелива жидкости с тарелки на тарелку и вообще всего колонного аппарата от давления паровой фазы и температуры жидкости на орошение - при подаче пара в колонный аппарат с давлением меньше необходимого колонный аппарат не будет работать, так как не будут работать устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку, подача жидкости на орошение с температурой ниже необходимой может привести к значительной конденсации пара на верхних тарелках и падению давления пара в верхней части колонного аппарата ниже минимальной величины давления перехода клапана в верхнее положение; при изменении давления пара существует эффект опоздания импульса давления парового потока по высоте колонного аппарата - между моментом срабатывания устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку, расположенному на самой нижней тарелке, и моментом срабатывания устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку, расположенному на самой верхней тарелке, существует определенный интервал во времени, что ограничивает возможности или делает невозможным регуляцию объемной скорости перелива жидкости с тарелки на тарелку путем регуляции периода подачи пара в колонный аппарат и, как следствие, в момент перелива жидкости с тарелки на тарелку, массообмен между жидкостью и паром отсутствует.

Задачей изобретения является создание более эффективного способа массообмена в колонных аппаратах с тарелками путем периодического, одновременного по всей высоте колонны, перелива жидкости с тарелки на тарелку без перемешивания, которое не зависит от давления потока пара.

Задача решается предложенным способом перелива жидкости по тарелкам колонного аппарата в процессе массообмена между паром и жидкостью, который включает периодический перелив жидкости с тарелки на тарелку без ее перемешивания на тарелках колонного аппарата, который содержит тарелки, по крайней мере, одно устройство для перелива жидкости с тарелки на тарелку и подвижные элементы, который содержит указанные подвижные элементы, связанные с приводным механизмом, который периодически приводит их в действие, при этом перелив жидкости осуществляют в два последовательных этапа, которые повторяются периодически во времени поочередно, а именно: на первом этапе с помощью устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку осуществляют одновременно перелив жидкости только с каждой нечетной по порядку расположения тарелки на каждую следующую четную по порядку расположения тарелку по всей высоте колонны; на втором этапе с помощью устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку осуществляют одновременно перелив жидкости только с каждой четной по порядку расположения тарелки на каждую следующую нечетную по порядку расположения тарелку по всей высоте колонны; перелив жидкости с последней, необязательно нечетной, по порядку расположения тарелки осуществляют в объем колонного аппарата.

На приведенных ниже чертежах продемонстрирован предложенный способ в оптимальном варианте его исполнения.

Фиг.1 - фрагмент колонного тарельчатого аппарата в разрезе в период перед первым этапом перелива жидкости с тарелки на тарелку.

Фиг.2 - первый этап осуществления способа перелива жидкости с нечетных тарелок на четные тарелки одновременно по всей высоте колонны.

Фиг.3 - второй этап осуществления способа перелива жидкости с четных тарелок на нечетные одновременно по всей высоте колонны.

Колонный аппарат содержит корпус (1) (фиг.1), тарелки (2) и (3) - четные по порядку расположения тарелки (2) и нечетные по порядку расположения тарелки (3). Отсчет порядка расположения тарелок ведется от самой верхней тарелки, на которую подается жидкость. Тарелки оснащены барботажными элементами (10), которые обеспечивают постоянный массообмен между потоком пара и жидкостью. В качестве барботажных элементов могут быть применены, например, колпачки, клапаны или контактные устройства любой известной конструкции. Колонный аппарат оснащен устройствами для перелива жидкости с тарелки на тарелку (4) и (5), основными элементами которых являются подвижные элементы (6) и (7). Подвижные элементы (6) и (7) устройств для перелива жидкости (4) и (5) связаны соответственно с приводными механизмами (8) и (9), которые периодически приводят их в движение. Устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку имеют такую конструкцию, благодаря которой происходит перелив жидкости одновременно по всей высоте колонны только со всех нечетных или только со всех четных тарелок на нижерасположенные тарелки.

Способ перелива жидкости в колонном аппарате осуществляется следующим образом. Жидкость постоянно подается на самую верхнюю тарелку. Пар подается в нижнюю часть колонного аппарата. Подвижные элементы (6) и (7) переливных устройств (4) и (5) находятся в положении, при котором перелив жидкости отсутствует (фиг.1).

На первом этапе перелива жидкости с тарелки на тарелку с помощью приводного механизма (8) подвижные элементы (6) занимают положение, при котором осуществляют перелив жидкости только с каждой нечетной тарелки (3) на каждую следующую четную тарелку (2) одновременно по всей высоте колонного аппарата (фиг.2). Через определенный период времени приводной механизм (8) возвращает подвижные элементы (6) в начальное положение.

На втором этапе с помощью приводного механизма (9) подвижные элементы (7) занимают положение, при котором осуществляют перелив жидкости только с каждой четной тарелки (2) на каждую следующую нечетную тарелку (3) одновременно по всей высоте колонного аппарата (фиг.3). При этом жидкость с последней тарелки, которая по расположению является самой нижней в колонном аппарате, выливается в объем колонного аппарата. Через определенный период времени приводной механизм (9) возвращает подвижные элементы (7) в начальное положение. Далее указанные этапы повторяют поочередно в зависимости от технологических потребностей до остановки аппарата.

Данный пример только иллюстрирует изобретение, но не ограничивает его.

Наличие приводного механизма, который приводит подвижные элементы устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку в периодическое движение, позволяет легко регулировать период времени перелива жидкости. Принудительный привод подвижных элементов устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку в периодическое движение позволяет обеспечивать перелив жидкости и проводить процесс массообмена в большом диапазоне значений давления пара и температуры жидкости, которые подаются в колонный аппарат.

Устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку могут быть другой конструкции. Так, могут быть применены любые другие известные устройства, которые

используют для регуляции потоков жидкости, например могут быть использованы шиберные заслонки, конические клапаны и тому подобное. Главное, чтобы приведение в движение подвижных элементов этих устройств и соответственно перелив жидкости с тарелки на тарелку в колонном аппарате происходили по указанному алгоритму.

Технический результат, который достигается изобретением: возможность проведения процесса массообмена в одном колонном аппарате как в режиме непрерывной подачи потока пара в колонный аппарат, так и в режиме импульсной подачи потока пара в колонный аппарат, так как работа устройств перелива жидкости с тарелки на тарелку осуществляется принудительно приводными механизмами и не зависит от режима подачи пара в колонный аппарат; возможность проведения процесса массообмена в большом диапазоне значений давления пара и температуры жидкости, которые подаются в колонный аппарат, и возможность регуляции объемной скорости перелива жидкости с тарелки на тарелку без перемешивания во время процесса массообмена путем управления работой приводных механизмов позволяет подбирать оптимальные условия для постоянного массообмена между паром и жидкостью и повысить эффективность процесса массообмена в колонном аппарате.

#### Формула изобретения

Способ перелива жидкости по тарелкам колонного аппарата в процессе массообмена между паром и жидкостью, который включает периодический перелив жидкости с тарелки на тарелку без ее перемешивания на тарелках колонного аппарата, который содержит тарелки, по крайней мере, одно устройство для перелива жидкости с тарелки на тарелку и подвижные элементы, *отличающийся тем, что* указанные подвижные элементы связаны с приводным механизмом, который периодически приводит их в действие, при этом перелив жидкости осуществляют в два последовательных этапа, которые повторяются периодически во времени поочередно, а именно: на первом этапе с помощью устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку осуществляют одновременно перелив жидкости только с каждой нечетной по порядку расположения тарелки на каждую следующую четную по порядку расположения тарелку по всей высоте колонны; на втором этапе перелива жидкости с тарелки на тарелку с помощью устройства для перелива жидкости с тарелки на тарелку осуществляют одновременно перелив жидкости только с каждой четной по порядку расположения тарелки на каждую следующую нечетную по порядку расположения тарелку по всей высоте колонны; перелив жидкости с последней, необязательно нечетной, по порядку расположения тарелки осуществляют в объем колонного аппарата.

Дмитрук А.П., Черняховский И.Б., Дмитрук П.А., 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 колонных аппаратах с тарелками за счет контролируемых циклов задержки жидкости на тарелках и ее синхронного перелива с тарелки на тарелку по всей высоте колоны при непрерывной подаче греющего пара в аппарат. При этом исключается возможность перемешивания жидкости. Способ позволяет подбирать оптимальные условия для постоянного массообмена между паром и жидкостью в большом диапазоне значений давления и температуры, регулировать объемную скорость перелива жидкости за счет дополнительно установленных приводных механизмов, действие которых не зависит от режима подачи пара в колонный аппарат.

Ключевые слова: массообмен, жидкость, пар, тарелки, колонна.

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

### СПОСІБ ПЕРЕЛИВУ РІДИНИ ПО ТАРІЛКАХ КОЛОННОГО АПАРАТУ В ПРОЦЕСІ МАСООБМІНУ МІЖ ПАРОЮ ТА РІДИНОЮ

Авторами запропонований спосіб, що дозволяє покращити ефективність масообміну в колонних апаратах з тарілками за рахунок контрольованих циклів затримки рідини на тарілках та її синхронного переливу з тарілки на тарілку по всій висоті колони при безперервній подачі грюючої пари в апарат. При цьому виключається можливість перемішування рідини. Спосіб дозволяє підбирати оптимальні умови для постійного масообміну між паром та рідиною у великому діапазоні значень тиску і температури, регулювати об'ємну швидкість переливу рідини за рахунок додатково встановлених приводних механізмів, дія яких не залежить від режиму подачі пари в колонний апарат.

Ключові слова: масообмін, рідина, пара, тарілки, колона.

Dmitruk A.P., Chernyakhovskiy I.B., Dmitruk P.A., 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 column apparatuses with the plates due to controlled cycles of a delay fluid in the plates and its simultaneous overflowing with plates on a plate on the whole height of the columns in a continuous supply of heating steam in the machine. This excludes the possibility of mixing of the liquid. The method allows to choose the optimal conditions for a constant mass exchange between the steam and liquid in a large range of values of pressure and temperature, adjust the volume rate of the relocation of the liquid at the expense of additional installed drive mechanisms, which do not depend on the mode of steam in the columns of the machine.

Key words: mass exchange, liquid, vapor, plates, column.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

Способ перелива жидкости по тарелкам колонного аппарата в процессе массообмена между паром и жидкостью [Текст] : пат. 2372965 Российской Федерации: МПК В01Д 3/00, В01Д3/20 /Дмитрук А.П., Черняховский И.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В.; заявитель и патентообладатель Дмитрук А.П. (ООО «ТИСЭР»).- 2007135886/15; заявл. 27.09.2007; опубл. 20.11.2009.-3с.