



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

245041

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

B 01 D 3/14

(22) Přihlášeno 26 07 82
(21) (PV 5660-82)
(89) 207073, DD

(40) Zveřejněno 13 06 85

(45) Vydáno 16 03 87

(75)

Autor vynálezu

GUTWASSER HELMUT, GROSSDEUBEN, VOSS BODO, WITTENBERGE,
GASSER GERNOT dr. dipl. phys., MAGDEBURG (DD)

(54) Způsob nepřetržité rektifikace
vícesložkových směsí

Řešení se týká způsobu trvalé rektifikace, zejména vícesložkových směsí a tepelně citlivých látek, především s malou relativní těkavostí při minimálních nákladech energie a materiálu.

Řešení spočívá v tom, že převládající část zpětných toků cirkulací nacházející se v kolonovém systému kapalinových dávek se přivádí na hlavní část kolony a stejným způsobem vytváří poměr mezi zpětně odpařenými dávkami a destilátem a hodnotám minimálního počtu zpětných toků nebo také údajům nižším než tyto hodnoty.

Díky částečné kondenzaci na vnitřních a vnějších plochách výměny a jedno a více-násobnému opakovanému odpařování parciálních kondenzátů na vnitřních plochách, závislému na hranici varu jednotlivých frakcí a na rozdílech parciálních tlaků (hodnoty α) se dosahuje snížení ztrát tlaku a výšky konstrukce, přičemž výška konstrukce se snižuje s přívodní výchozí koncentrací při stále konečné koncentraci.

Řešení je možno využít zejména při vakuové destilaci s cílem zpracování tepelně citlivých vícesložkových směsí.

I. Титул изобретения

Способ непрерывной ректификации ~~многокомпонентных~~ смесей

Область применения изобретения

Изобретение касается способа для непрерывной ректификации многокомпонентных смесей в диапазоне минимального флегмового числа при конечном и уменьшенном уровнях массообмена, в частности для термочувствительных веществ с небольшой относительной летучестью. Его можно использовать в целях перегонки-ректификации природных и синтетических жирных кислот, спиртов жирного ряда, талловых и эфирных масел, ароматических углеводородов, глицерина с головными фракциями и др.

Характеристика известного технического решения

на ректификационных установках при перегонке жидкостной смеси полученный смешанный пар направляется в противотоке к конденсату этого пара таким образом, чтобы легкая и парообразная фазы находились в интимном контакте. Вследствие происходящей при этом массопередачи имеет место разложение смеси. В большинстве случаев для таких процессов принимаются тарельчатые колонны. При разделении термочувствительных продуктов преимущественно используют оросительные колонны. В данном случае массообмен осуществляется путем диффузии.

В отличие от тарельчатых колонн оросительные колонны имеют две замкнутых фазы. Во всех случаях происходят процессы, в которых восходящие пары тесно контактируются со стекающей жидкостью.

Прямой мерой для определения склонности жидкостной смеси к

ректификации является относительная летучесть α . Жидкостные смеси, легко поддающиеся разделению в выше приведенных колоннах при относительно небольших энергозатратах, обладают высокими интервалами точек кипения между присутствующими в смеси единичными компонентами и в результате этого они имеют более высокие значения α по сравнению со смесями с незначительными интервалами точек кипения. Но в общем, относительная летучесть изменяется в зависимости от давления кипения и тем самым от температуры кипения.

Для многокомпонентных смесей относительная летучесть кроме от интервалов точек кипения еще зависит от процентных долей единичных компонентов в сырой смеси и от отдельных фазовых равновесий и поэтому для разделения принято положить в основу среднее значение α . Следовательно степень обогащения легких составляющих в паре определяется относительной летучестью α . Если этот пар находится в равновесии с жидкостью, то обозначают это состояние как минимальное теоретическое тарелки n_T . Это равновесие жидкость-пар с присоединенной теоретической тарелкой поддежит бесконечному процессу испарения и конденсации, т.е. продукта не отгоняется и конденсированная паровая смесь непрерывно рециркулируется в кипящую смесь. Этот возврат конденсата обозначается как бесконечная флегма $\Gamma = \infty$.

Количество необходимых фазовых равновесий и тем самым число теорет. тарелок кроме от относительной летучести еще зависит от имеющегося в смеси процента легких составляющих, т.е. от концентрации исходного продукта или также от предела выкипания фракций и концентрации желаемого обогащения легких составляющих, называемых в дальнейшем изделием.

В случае отбора изделия в соответствии с повышенным числом теорет. тарелок требуется более паро-жидкостных равновесий по сравнению с бесконечным процессом, т.е. при бесконечном возврате.

Флегмовое число $\Gamma_{\text{опт}}$ для отбора концентрированного дистиллята конечной величины определено как соотношение между за одинаковое время испаренным и у головки колонны конденсированными количествами флегмы и дистиллята и следовательно является определяющим фактором для энергозатрат. Из суммы обоих количеств вытекает общая нагрузка колонны.

При постоянной относительной летучести и соответственно минимальному флегмовому числу флегмовое число увеличивается с одной стороны с падающей концентрацией исходного продукта и с другой стороны — с возрастающей конечной концентрацией. При этом прежде всего следует обогатить весь возврат до конечной концентрации дистиллята и после подачи флегмы на поверхность массообмена у головной части колонны происходит уменьшение концентрации до исходной концентрации в испарителе нижней части колонны. Отсюда заново испаряется и обогащается весь возвратный продукт. Для конечного процесса флегмовое число принципиально должно быть таким по величине, чтобы количество паро-жидкостных равновесий не становилось бесконечным и в связи с этим число теорет. тарелок не достигла показателя $n_T = \infty$.

При условиях бесконечного числа тарелок необходимая для этого флегма в общем обозначается как минимальное флегмовое число Γ_M . При минимальном флегмовом числе, при котором число тарелок и в результате этого высота конструкции колонны выходят бесконечно большими, расход тепла является самым минимальным. С повышением флегмового числа в сторону $\Gamma = \infty$ (не осуществимо в силу бесконечного возврата) расход тепла увеличивается при одновременном уменьшением числа тарелок. На практике выбирают флегмовые числа, находящиеся между минимальным и обычно принятым значением, а именно таким образом, что они составляют от полторы до двухкратного и выше минимального флегмового числа. Эти повышения называются избыточными коэффициентами α .

и выводятся из $\gamma = \gamma_{\text{опт}}/\gamma_{\text{м}}$.

при относительной летучести волизи значения 1 и небольших избыточных коэффициентах требуются чрезмерно большие затраты для разделения и соответственно завышенные размеры по высоте колонны. В связи с этим изб. коэффициент может лежать в пределе ≈ 3 .

В случае разложения термочувствительных смесей, имеющих склонность к расщеплениям под влиянием термических моментов и которых следовательно приходится разделять под вакуумом, кроме большой удельной эффективности разделения в пределе нагрузки, потеря давления Δp , относящаяся к единице эффективности разделения, должна оказаться относительно незначительной. Для расчёта ректификаторов недостаточно полезным является использование колонных насадок с малыми потерями давления, если с другой стороны вследствие невыгодного соотношения между флегмовым числом и количеством тарелок потеря давления опять увеличивается. Далее потеря давления обуславливает повышение температуры вдоль единицы обмена, которое достигает своего максимума в нижней части колонны в испарителе. Кроме того это принудительное повышение температуры приводит к увеличенной потребности в энергии. Обусловленно потерей давления в ректификаторе для переработки термочувствительных смесей опять возникает необходимость принять большие избыточные коэффициенты и тем самым большие флегмовые числа. Таким образом требуются для непрерывного разделения жирной кислоты C_{14} от C_{16} (миристиновая кислота от пальмитиновой кислоты) с исходной концентрацией 24,74 % C_{14} для обогащения этого компонента до 99,17 % флегмовые числа $\gamma_{\text{опт}} = 15$. Для таких целей принято применение колпачковой колонны с 32 тарелками и общей потерей давления $\Delta p = 6650$ Па при высоте конструкции в 16 м. Потребность в энергозатратах по Н. Стаге "жиры, мыла и краски" номера 73, 16, 76 (1971 г.) составляет 710 000 единиц тепла. Для этой смеси выходят следующие значения: по средней относительной летучести - $\gamma = 1,8$, по

минимальному флегмовому числу - $\gamma_{\text{ср}} = 5$ из этого по избыточному коэффициенту - $\alpha = 3$. Увеличение флегмового числа $\gamma_{\text{ср}}$ в сторону $\gamma_{\text{опт}} = \alpha = 3$ соответствует повышению потребления энергии от 237 000 до 710 000 калорий.

Потеря давления вызывает в низе колонны повышение температуры на ок. 55 °С, что соответствует дальнейшему увеличению энергии на 36 000 единиц тепла в пересчёте на потерю давление $\Delta p \rightarrow 0$. При разделении дистиллята жирной кислоты из обработки таллового масла с исходной концентрацией 0,9 % головной фракции и 3,6 % C_{16} (пальмитиновая кислота) требуются флегмовые числа $\gamma_{\text{опт}} = 35$ для обогащения названных компонентов до 90 %. Благодаря высокой термической чувствительности и агрессивному поведению имеющихся в сырой смеси высоко ненасыщенных жирных и смоляных кислот при температурах выше 240 °С в таких случаях необходима оросительная колонна с высотой 8 м и общей потерей давления $\Delta p = 1330$. В соответствии с данными по Н. Стаге "Жиры, мыла и краски" номер 80 (1978 г.) и выкладному описанию изобретения к неакцептованно западногерманской заявке № 2 763 357 относительная летучесть сырой смеси составляет $\alpha = 1,8$ и следовательно избыточный коэффициент - $\alpha = 1,41$. Увеличение минимального флегмового числа от $\gamma_{\text{ср}} \rightarrow \gamma_{\text{опт}} \hat{=} \alpha = 1,41$ соответствует повышению потребности в энергии от 241 000 до 337 000 единиц тепла. Из-за потери давления и вследствие повышения температуры на 20 °С процесс дополнительно нуждается в 7000 единиц тепла. В дальнейшем известна непрерывная ректификация в колоннах с периодической конденсацией и параллельно расположенными испарителями по экономическому патенту WР 63466 и способу с устройством по WР 78553.

При этом способе достигается напр. из смеси жирных кислот с содержанием легкокипящих фракций компонентов C_{12} (лауриновая кислота) в 7,11 % на промышленной производственной установке при высоте обмена в 2,30 м конечные концентрации в размере 83 % C_{12} -фракций. При давлении перегонки 13,3 Па потеря давления составляет 20 Па и получается относительная

летучесть для этой смеси при таком давлении перегонки 13,5 Па $\alpha = 1,956$, причём определенное из этих величин минимальное флегмовое число равняется $\Gamma_{\text{ср}} = 11,856$. Соотношение суммарного количества испарения к отобранному количеству соответствует достижимому флегмовому числу $\Gamma_{\text{опт}} = 12,195$, из чего выводится избыточный коэффициент $\alpha = 1,0303$.

Недостаток периодического режима состоит в том, что с одной стороны с падающей концентрацией легких фракций в низе экономичность процесса снижается ввиду энергозатрат, а с другой стороны — при данной постоянной высоте обмена с подающей концентрацией уменьшается степень чистоты конечных продуктов. Наибольшая экономичность выходит при концентрациях в низе $\geq 50\%$ легкокипящих фракций с конечными концентрациями $\geq 99\%$. Кроме того высокие расходы в порядке величины ≈ 200 кг/ч при давлении перегонки около 13,5 Па и периодическом режиме являются невозможными в связи с несущественным диаметром аппарата.

Цель изобретения

Цель изобретения заключается в снижении энергетических и аппаратных затрат как и в оформлении непрерывного процесса ректификации многокомпонентных смесей с незначительными интервалами точек кипения и непостоянными исходными концентрациями.

Изложение сущности изобретения

В основе изобретения лежит задача, создать способ непрерывной ректификации преимущественно многокомпонентных смесей, позволяющей уменьшение испаряемых количеств флегмы до предела минимального флегмового числа и благодаря которой при конечной высоте обмена и необходимых потерях давления как и при падающей исходной концентрации, посто-

245041

янной относительной летучести и при постоянно высокой конечной концентрации высота массопередачи снижается.

В соответствии с изобретением задача решается так, что из сырой смеси с добавленными из процесса конденсатами испаряются вполне или частично легкие компоненты, причём в одном или некоторых последовательных ступенях конденсации и выпарки в специальной колонной системе соотношение между испаряемыми количествами флегмы и дистиллята устанавливается на минимальное флегмовое число или на уменьшенное значение таким образом, что недостающие для разделения флегмовые количества дополняются путём циркуляции жидкости обогащенной легкими фракциями и что в результате частичной конденсации на наружной поверхности и однового или некоторых повторных испарений на одной или некоторых внутренних поверхностях, которых окружает наружная поверхность, происходит массопередача.

В соответствии с изобретением это достигается тем, что сырая смесь, к которой добавляются конденсат наружной поверхности и часть конденсата из выпарных аппаратов, обычным способом испаряется в пленочных испарителях до концентрации легких компонентов в низе $\rightarrow 0\%$ или до предварительно заданного значения и образовавшаяся паровая смесь подводится в нижнюю часть специальной колонной системы с отдельной или состоящейся из некоторых частичных поверхностей поверхностью конденсации. Продукт, уходящий из низа колонны, свободный от легких фракций или с уменьшенным содержанием тяжелых компонентов, выводится из цикла. Сначала вся паровая смесь на наружной поверхности, преимущественно на поверхности пучка труб, движется вверх и частично конденсирует при процессах массопередачи на наружной поверхности. Первый частичный конденсат с обогащенными тяжелыми и уменьшенными легкими фракциями собирается и примешивается к жидкой сырой смеси в качестве тяжелого циркулята. Остающее частичное количество пара с пониженным содержанием

тяжелых компонентов и обогащенное легкими фракциями отдельно конденсируется, пополняется легким до тяжелым, образованным из остаточного конденсата внутренней поверхности циркулятом и подается на внутреннюю поверхность теплообменника, преимущественно на поверхность пучка труб для повторного испарения. Эта подача жидкости вызывает в связи с обменом энергии частичную конденсацию восходящих на наружной поверхности паров из первичного испарения и приводит к массопередаче. Одновременно частичная конденсация на наружной поверхности повлекает за собой и частичное испарение на внутренних поверхностях. При работе с лишь одним ступенем повторного испарения этот пар содержит высоко обогащенные легкие фракции и может отобраться после конденсации как конечный продукт.

Не испаренная и содержащая высоко- и низкокипящие компоненты часть из повторного испарения собирается ниже внутренних поверхностей и приоавляется к отдельно конденсированному и обогащенному легкими фракциями пару. Часть таким образом полученной смеси подается на внутренние поверхности для повторного испарения, и другая часть примешивается к входящий жидкой сырой смеси. Соответствует сущности изобретения, если в зависимости от внешних условий как напр. исходная концентрация и/или желательная конечная концентрация как и относительная летучесть способ оформляется многоступенчатым. Это осуществляется так, что общая отдельно конденсированная паровая смесь из первого цикла повторного испарения подводится к внутренним поверхностям второго повторного испарения, где в условиях массопередачи производится частичное испарение, затем этот пар отдельно конденсируется и отбирается в качестве готового продукта или направляется для дальнейшего повышения концентрации одинаковым путем в другие ступени повторного испарения. При этом сумма внутренних поверхностей повторного испарения и массообмена окружается общей наружной поверхностью конденсации и обмена и стекающий с наружной поверхности конденсат как и при одноступенчатом процессе собирается и вво-

дится в исходную сырую смесь. Выходящие из всех ступеней повторного испарения продукты соединяются и также как при одноступенчатом процессе доводятся до отдельно конденсированного из наружного пространства количества пара и образовавшийся продукт включая циркуляционного количества пускаются частично на внутренние поверхности первого ступени повторного испарения и частично в жидкий сырой продукт.

Проведенное при первом повторном испарении отдельно конденсированное количество пара с легкокипящими составляющими из наружной поверхности и примешанное циркулирующее количество с ещё легкокипящими компонентами из внутренней или внутренних поверхностей должен быть такого порядка величины, чтобы общее поданное на внутреннюю поверхность количество легких фракции равнялось 1-3-кратному выходящего из внутренней поверхности первого повторного испарения паровому количеству. Отдельно конденсированное из наружной поверхности количество пара должен иметь значение, при котором содержащиеся в нем легкие компоненты соответствуют легким компонентам вытекающего из внутренней поверхности количества пара. Разность количества высококипящих компонентов отдельно конденсированного пара из наружной поверхности по отношению к высококипящим компонентам в паре из первого повторного испарения добавляется в сырой продукт с целью варьирования исходной концентрации. В случае многократного повторного испарения при отборе конечного продукта из второго или одного из других последующей ступеней повторного испарения разность количества высококипящих компонентов из отдельно конденсированного количества пара из наружной поверхности вводится вместе с высококипящими компонентами в паре из второго или одного из других последующих ступеней повторного испарения в сырой продукт для варьирования исходной концентрации.

Заданное отдельно конденсированное количество пара при многократном повторном испарении должно содержать от $>$ одного до трёхкратного легких составляющих по сравнению с выходящим из внутренней поверхности количеством пара. Необходимая для

испарения из внутренней поверхности разность температур и тем самым регулирование теплового потока от поверхности или поверхностей конденсации до внутренней или внутренних поверхностей повторного испарения осуществляется посредством регулирования давления перегонки без подвода энергии снаружи, т.е. с использованием энергии выходящего пара из наружных поверхностей. При этом выходящий из наружной поверхности пар пропускается через трубопровод, свободное сечение которого имеет сопротивление, обеспечивающее необходимое давление по наружной вертикальной высоте обмена. Так как каждое уменьшение концентрации связано с повышением температуры и вследствие этого с затратами энергии, следует стремиться к максимальным концентрациям выходящих паров из наружной и внутренней поверхностей как и к незначительным разностям температуры по вертикальной высоте обмена у наружных и внутренних поверхностей. Разности температуры определяются потерей давления и парциальными давлениями, в то время как последние задаются относительной летучестью, исходной и конечной концентрациями и вытекающими из них минимальными флегмовыми числами G_m .

Для предотвращения дополнительной работы (энергии) потерью давления принять по возможности минимальной. Потеря давления Δp зависит от высоты обмена и подвергается воздействию парового объема V в m^3 в данной наружной и внутренней поверхностях свободного сечения, части воздуха утечки из установки и доли постороннего газа.

Способ согласно изобретению приводит к существенной экономии энергии, значительному снижению стоимости установки и к достижению высокого качества продукта. Способ может работать на программном управлении и поддается произвольному программированию на самые различные составы сырого и конечного продуктов.

Исходная концентрация и тем самым пределы выкипания фракции и относительная летучесть α при постоянной конечной концентрации $\leq 99\%$ и концентрации в низе колонны $\rightarrow 0\%$ легкокипящих компонентов с одной стороны определяют количество повторных испарений для выходящих из внутренней поверхности

и отдельно конденсируемых паров и с другой стороны - при-
ближение или недостижение минимального флегмового числа γ_m .

Количество повторных испарении должен вытекать из соотно-
шения $\alpha \cdot 100 \cdot \sum Da/y_I + (1-\alpha) \cdot Da_I = FI_I + FI_4 + \sum Da - Da_I$.

Примеры выполнения

В последующем приводится подробное пояснение к способу на
основании двух примеров.

Изображение 1 показывает расходы, концентрации и температуры
в принципиальной схеме одноступенчатого аппарата

Изображение 2 показывает расходы, концентрации и температуры
в принципиальной схеме трехступенчатого аппарата

Пример 1:

Из смеси жирных кислот с долями $C_{I2} = 48,98 \%$; $C_{I4} = 18,93 \%$;
 $C_{I6} = 13,38 \%$; $C'_{I8} = 3,74 \%$; $C'_{I8} = 11,45 \%$; $C_{I8} = 3,52 \%$

запланируется повысить концентрацию компонента C_{I2} в размере
48,98 % до конечной концентрации 99,64 % при давлении пере-
гонки 133 Па. Для этого состава смеси и заданного давления
перегонки получается средняя относительная летучесть $\alpha = 2,18$
и при данных исходной и конечной концентрациях - минимальное
флегмовое число $\gamma_m = 1,711$. Общее испаряемое количество $\sum Da$
результатирует из паровых количеств Da_I , Da_2 и дополни-
тельного количества пара необходимого для подогрева циркулиру-
ющих количеств флегмы и конденсат Da_1 на внутреннюю поверх-
ность 2 на основе разности температур $t_3 - t_5$; $\sum Da = 833,219$ кг/ч.
Постоянно испаряемая флегма, так называемое флегмовое число
 γ_{opt} следует из $\gamma_{opt} = FI_2 + FI_4/Da_2$. Соотношение общих па-
ровых количеств к отобранному количеству дистиллята соответ-
ствует фактическому флегмовому числу $\gamma_{opt} = 1,714$ и из этого
вытекает избыточный коэффициент $\alpha = 1,00175$. При давлении
поверхности 2 и $p_2 = 266$ Па в наружном пространстве 1 полу-
чается условный диаметр колонны в размере ок. 600 мм с высотой

обмена в 4 м при использовании трубных пучков с необработанными гладкими стенками труб.

Притекающее количество в плёночный испаритель γ составляет $FI_1 = 624,649$ кг/ч при исходной концентрации $x_I = 48,98$ %.

В этот испаритель одновременно вводится стекающее из наружной поверхности количество $FI_2 = 384,463$ кг/ч с концентрацией легких фракций $x_2 = 2,55$ %. Уходящий из наружной поверхности I пар в количестве $Da_I = 448,756$ кг/ч при температуре $t_I = 144,80$ °C и концентрации $y_I = 86,52$ % конденсируется в конденсаторе 6. Уходящий из внутренней поверхности 2 пар в количестве $Da_2 = 307,065$ кг/ч с конечной концентрацией $y_2 = 99,64$ % при температуре $t_2 = 130,04$ °C конденсируется в конденсаторе 7 и отводится как конечное изделие. Разность между количеством восходящего пара Da_I и количеством изделия Da_2 составляет $FI_4 = 141,693$ кг/ч и также подводится к испарителю 5. Из общей подачи сырой смеси и циркуляции на испаритель 5 вычисляется новая исходная концентрация $x_4 = 34,52$ %, стекающий с внутренней поверхности 2 и циркулируемый продукт циркуляции $FI_3 = 814,827$ кг/ч при концентрации $x_3 = 58,08$ % и температуре $t_3 = 143,77$ °C совместно с количеством конденсата Da_I подается на внутреннюю поверхность 2 с температурой $t_5 = 130$ °C. Температура в низе колонны составляет $t_4 = 177,51$ °C и при концентрации в низе $x_5 = 0$ % количество выхода - $FI_5 = 517,586$ кг/ч.

Пример 2

Предусматривается получение компонента C_{I6} с чистоты 99,47 % из смеси жирных кислот состава $C_{I6} = 5,00$ %; $C_{I8} = 20,57$ %; $C_{I8} = 29,07$ %; $C_{I8} = 20,95$ %; $C_{I8} = 3,17$ % и $C_{22} = 21,26$ %. При давлении $p_1 = 133$ Па и при концентрации у входа γ % получается среднее значение $\alpha = 1,566$. Минимальное флегмовое число равняется $\gamma_{мин} = 35,132$ и из общего испаряемого количества по соотношению к количеству изделия получается флегмовое число $\gamma_{опт} = 29,055$ и из этого следует избыточный коэффициент $\alpha = 0,8265$. При давлениях в пространствах испари-

теля $p_1 = 133$ Па и $p_2 = 266$ Па в наружном пространстве колонны диаметр колонны составляет 1400 мм при расходе сырой смеси 994,685 кг/ч. Высота массообмена составляет 6,88 м.

Ниже приводятся подробные концентрации, количественные потоки и температуры:

$FI_1 = 994,685$ кг/ч; $x_1 = 5$ %; $FI_2 = 677,161$ кг/ч;
 $x_2 = 0$ %; $FI_3 = 1344,604$ кг/ч; $x_3 = 38,55$ %;
 $t_3 = 174,86$ °C; $x_4 = 14,24$ %; $FI_5 = 944,685$ кг/ч;
 $x_5 \rightarrow 0$ %; $t_4 = 200,40$ °C; $t_5 = 168$ °C; $Da_1 = 824,572$ кг/ч;
 $y_1 = 42,24$ %; $t_1 = 184,09$ °C; $Da_2 = 374,688$ кг/ч;
 $y_2 = 82,96$ %; $t_2 = 168,54$ °C; $Da_3 = 128,540$ кг/ч;
 $y_3 = 96,73$ %; $t_7 = 166,60$ °C; $Da_4 = 50,000$ кг/ч;
 $y_4 = 99,47$ %; $t_9 = 166,22$ °C; $FI_2 = 774,572$ кг/ч;
 $\Sigma Da = 1501,734$ кг/ч; $t_6 = 166$ °C; $t_8 = 166$ °C

Патентная формула

1. Способ непрерывной ректификации многокомпонентных смесей, в частности смесей с небольшой относительной летучестью и термочувствительных веществ, обычным методом подвергающихся испарению в одном или некоторых пленочных испарителях доконцентрации легких компонентов в низе, стремящейся к нулю или до прежде установленного значения концентрации с выводом продукта из низа колонны, отличающийся тем, что общая полученная паровая смесь снизу подводится к находящейся в колонном пространстве наружной поверхности конденсации (I) и при имеющихся место процессах массообмена частично конденсируется, стекающий частичный конденсат (FI_2), обедненный легкими и обогащенный тяжелыми компонентами собирается, примешивается к сырой смеси (FI_I), частичное количество пара (Da_1) с уменьшенным содержанием тяжелых компонентов и обогащенное легкими составляющими отводится из головной части колонны, отдельно конденсируется, дополняется частичным потоком обедненного легкими компонентами остаточного количества конденсата (FI_3) как циркуляционное количество и при происходящих процессах массообмена подается на первое частичное повторное испарение на внутренней или первой внутренней поверхностях (2) к которым притекает теплота конденсации окружающей поверхности (1), после того как возникающий, насыщенный легкими компонентами пар (Da_2) снова отдельно конденсируется и выделяется из цикла или натекает на вторую внутреннюю поверхность (3), теплота парообразования которой выходит из конденсации на наружной поверхности (1), затем в условиях процесса массообмена частично конденсируется и выводится или одинаковым путем подвергается другим повторным испарением и обедненный легкими компонентами конденсат (FI_3) собирается из повторного или повторных испарений и подводится одной частью в качестве циркуляционного количества к испарению или первому повторному испарению и другой частью - к сырой смеси (FI_I).

2. Способ по пункту I отличающийся тем, что необходимая для испарения из внутренней или внутренних поверхностей энергия

получается повышением давления в наружном пространстве и тем, что по наружной вертикальной высоте обмена разность давления соответствует внутреннему свободному сечению от 10 до 25 Па, преимущественно 20 Па на погонный метр высоты обмена.

3. Способ по пунктам 1 и 2 отличающийся тем, что в зависимости от исходной концентрации, при постоянной конечной концентрации $\geq 99\%$ и концентрации в низе стремящейся к нулю легкокипящих компонентов и в случае приближения или недостижения минимального флегмового числа, число повторных испарений следует за отношением

$$\alpha \cdot 100 \cdot \sum Da / y_I + (1 - \alpha) \cdot Da_I \geq FI_I + FI_4 + \sum Da - Da_I$$

4. Способ по пунктам 1-3 отличающийся тем, что часть легкокипящих компонентов содержащихся в направленной на повторное и повторные испарения жидкости составляет $>$ от одного-до трёхкратного по сравнению с частью легкокипящих компонентов в выходящем паре из данного повторного испарения.

245041

Перечень использованных условных обозначений

	единица
I Пространство колонны с наружными поверхностями конденсации	
2 Внутренняя поверхность трубных пучков повторного или первого повторного испарения	
3 Внутренние поверхности трубных пучков второго повторного испарения	
4 Внутренние поверхности трубных пучков третьего повторного испарения	
5 Пленочный испаритель	
6,7 Конденсаторы	
FI_1 Исходное количество сырой смеси	кг/ч
FI_2 Стекающее количество наружной поверхности I	кг/ч
FI_3 Сток (остаточный конденсат) из внутренних поверхностей 2, 3 и 4	кг/ч
FI_4 Количество жидкости из разности восходящего пара $\bigcirc a_1$ по отношению к количеству изделия $\bigcirc a_2$ или $\bigcirc a_3$ или $\bigcirc a_4$	кг/ч
x_1 Сырая смесь, исходная концентрация	вес.-%
x_2 Концентрация стекающего из наружной поверхности I количества	вес.-%
x_3 Концентрация стекающего количества из внутренних поверхностей 2, 3 и 4	вес.-%
x_4 Исходная концентрация на пленочном испарителе	вес.-%
x_5 Концентрация в низе колонны	вес.-%
Da_1 Количество пара из наружной поверхности I	кг/ч
Da_2 Количество пара из внутренней поверхности 2	кг/ч
Da_3 Количество пара из внутренней поверхности 3	кг/ч
Da_4 Количество пара из внутренней поверхности 4	кг/ч
y_1 Концентрация пара из наружной поверхности I	вес.-%
y_2 Концентрация пара из внутренней поверхности 2	вес.-%
y_3 Концентрация пара из внутренней поверхности 3	вес.-%
y_4 Концентрация пара из внутренней поверхности 4	вес.-%
t_1 Температура пара из наружной поверхности I	$^{\circ}C$

t_2	Температура пара из внутренней поверхности 2	$^{\circ}\text{C}$
t_3	Температура стекающих количеств из внутренних поверхностей 2, 3, 4	$^{\circ}\text{C}$
t_4	Температура в низе колонны	$^{\circ}\text{C}$
t_5	Температура притока на внутреннюю поверхность 2	$^{\circ}\text{C}$
t_6	Температура притока на внутреннюю поверхность 3	$^{\circ}\text{C}$
t_7	Температура пара из внутренней поверхности 3	$^{\circ}\text{C}$
t_8	Температура притока на внутреннюю поверхность 4	$^{\circ}\text{C}$
t_9	Температура пара из внутренней поверхности 4	$^{\circ}\text{C}$
ΣD_a	Общее необходимое количество пара продукта	кг/ч
p_1	Давление перегонки на внутренних поверхностях 2, 3 и 4	Па
p_2	Давление перегонки в наружном пространстве колонны	Па
Δp	Потеря давления	Па

Резюме

Изобретение касается способа непрерывной ректификации, в частности многокомпонентных смесей и термочувствительных веществ, преимущественно с небольшой относительной летучестью при минимальных затратах энергии и материала.

Изобретение отличается тем, что преобладающая доля флегмы путем циркуляции находящихся в колонной системе жидкостных количеств подается на головную часть колонны и тем самым соответствует соотношению между испаряемыми количествами возврата и дистиллята значениям минимального флегмового числа или даже данным ниже этих значений.

Благодаря частичной конденсации на внутренних и наружных поверхностях массообмена и одно- до многократному повторному испарению парциальных конденсатов на внутренних поверхностях, зависящему от предела выкипания фракций и от разностей парциальных давлений (значение α) достигается уменьшения потери давления и высоты конструкции, причем последняя снижается с подающей исходной концентрацией при постоянной конечной концентрации.

Изобретение может применяться в частности для вакуумных перегонок в целях обработки термочувствительных многокомпонентных смесей.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob trvalé rektifikace vícesložkových směsí, zejména směsí s malou relativní těžavostí a tepelně citlivých látek, běžným způsobem se podrobuje vypařování v jedné nebo několika filmových odpařkách do koncentrace lehkých složek ve spodní části blížící se k nule nebo do předem stanovené hodnoty koncentrace s vývodem produktu ze spodu kolony, vyznačující se tím, že společně získaná směs páry v dolní části se vede k nacházející se v prostoru kolony vnější ploše kondenzace a při existující částečné kondenzaci místo procesů výměny hmoty, stékající částečný kondenzát FI_2 , obalený lehkými a obohacený těžkými složkami se sbírá, přimíchává se k surové směsi FI_1 , částečné množství páry Da_1 se sníženým obsahem těžkých složek a obohacené lehkými složkami se odvádí z hlavní části kolony, samostatně kondenzuje, doplňuje se částečným proudem obaleným lehkými složkami zbytkového množství kondenzátu FI_3 jako cirkulující množství a při probíhajících procesech výměny hmoty se přivádí na první částečné opakované vypařování na vnitřní nebo první vnitřní ploše, ke kterým se přivádí teplo kondenzace okolní plochy, potom vznikající, nasycená lehkými složkami pára Da_2 opět samostatně kondenzuje a vylučuje se z cyklu nebo natéká na druhou vnitřní plochu, jejíž teplota vytvářející páru je odvozena od kondenzace na vnější ploše, potom v podmínkách procesu výměny hmoty částečně kondenzuje dalším opakovaným odpařováním a obalený lehkými složkami kondenzát FI_3 se sbírá z opakovaného nebo z opakovaných odpaření a přivádí se dílem jako cirkulační množství k vypaření nebo k prvnímu opakovanému odpaření a dílem k surovinové směsi FI_1 .

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že potřebná energie pro odpařování z vnitřní nebo vnitřních ploch se získává zvýšením tlaku ve vnějším prostoru a tím, že na vnější výšce výměny odpovídá rozdíl tlaků vnitřnímu volnému průřezu od 10 do 25 Pa, předešlým 20 Pa na běžný metr výšky výměny.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že v závislosti na výchozí koncentraci, při konstantní konečné koncentraci $\geq 99\%$ a koncentraci složek s nízkou teplotou varu v dolním prostoru blížící se k nule a v případě přiblížení nebo nedosažení minimálního počtu zpětných toků, počet opakovaných odpařování je dán vztahem

$$\alpha \cdot 100 \cdot \sum Da/y_1 + (1 - \alpha) \cdot Da_1 \geq FI_1 + FI_4 + \sum Da - Da_1$$

4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že část složek s nízkým bodem varu obsažených v kapalině vedené na opakované odpaření tvoří až trojnásobek části ve srovnání s částí složek s nízkým bodem varu ve vycházející páře z daného opakovaného vypařování.

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertizy, provedené Úřadem pro vynálezectví a patentnictví, Berlín, DD.