

Изобретение относится к химической и пищевой промышленности и может быть использовано для обработки воды, промышленных и бытовых сточных вод (опреснение, дистилляция), перегонки и ректификации сброженных растворов, разделения и выделения определенных фракций (компонент) смесей жидкостей.

Известен способ выделения дистиллята из раствора в однокомпонентном растворителе, включающий предварительный нагрев сжатой жидкости с использованием теплообменника, ее расширение с увеличением скорости и понижением давления, испарение при рекуперативном теплообмене с вторичным паром, сжатие путем торможения образовавшегося после испарения парожидкостного потока, его сепарирование и подогрева перед подачей в зону испарения жидкости вторичного пара.

Этот способ обуславливает потери теплоты, отдаваемой паром при его охлаждении и конденсации. Кроме того, он обеспечивает дистилляцию только однокомпонентной жидкости (воды), т.к. имеется возможность реализации только одного рабочего режима.

В основу изобретения-способа поставлена задача усовершенствования способа выделения определенных дистиллированных компонент многокомпонентной смеси жидкостей путем обеспечения заданных режимов давления и температуры как многокомпонентных жидкостей в испарителе, так и в отведенных после испарения парах, что позволяет выделять как одну компоненту, так и несколько компонент из многокомпонентной смеси жидкостей с обеспечением требуемой чистоты продукта за один цикл процесса.

Поставленная задача решается тем, что в способе выделения определенных дистиллированных компонент Многокомпонентных смесей жидкостей и, в частности, выделения дистиллята из раствора в однокомпонентном растворителе, включающем подогрев смеси до температуры испарения, откачивание полученных паров и их конденсацию, согласно изобретению, при подогреве смеси до температуры испарения регулированием температуры и давления смеси обеспечивают такое ее рабочее состояние, при котором рабочая точка смеси жидкостей в фазовом пространстве давление-температура занимает положение между наивысшей кривой фазового равновесия пар - жидкость выделяемых компонент и наинизшей кривой фазового равновесия компонент, кривые фазового равновесия которых находятся выше наивысшей кривой фазового равновесия выделяемых компонент, а в образовавшихся и отведенных парах при их конденсации создают такой режим температуры и давления, при котором рабочая точка смеси паров в фазовом пространстве давление-температура находится между наинизшей кривой фазового равновесия выделяемых компонент и наивысшей кривой фазового равновесия остальных компонент в смеси паров.

При этом подогрев смеси может осуществляться за счет теплоты ее паров, отдаваемых при их охлаждении и конденсации, причем рабочую температуру паров до их конденсации регулируют электроподогревом.

Решение этой задачи обеспечивает требуемую чистоту получаемого продукта за один цикл процесса за счет отделения менее летучих, чем требуемые, компонент на стадии испарения исходной смеси жидкостей и отделения требуемых компонент от более летучих на стадии конденсации выделенных паров, а уменьшение потерь тепловой энергии за счет использования теплоты, отдаваемой парами исходной жидкости при их охлаждении и конденсации, применение электроподогрева пара повышает экономичность системы, реализующей предлагаемый способ.

Известно устройство для выделения определенных компонент многокомпонентных жидкостей, содержащее теплообменник для предварительного подогрева исходной жидкости, теплообменник-испаритель, сепаратор и подогреватель вторичного пара, подключенный к теплообменнику-испарителю по вторичному пару.

Недостатком прототипа-устройства является отсутствие системы регулирования рабочих режимов давления и температуры, что ограничивает возможности устройства, обеспечивающего получение только одного определенного дистиллированного компонента (воды).

Кроме того, в этом устройстве не используется теплота, отдаваемая паром при его охлаждении и конденсации, что приводит к потерям тепловой энергии.

В основу изобретения-устройства поставлена задача усовершенствования устройства для выделения определенных дистиллированных компонент многокомпонентной смеси жидкостей путем введения системы регулирования рабочих режимов многокомпонентной жидкости и ее паров, что позволит обеспечить заданные режимы давления и температуры как многокомпонентных жидкостей в испарителе, так и в отведенных после испарения парах.

Поставленная задача решается тем, что устройство для выделения определенных дистиллированных компонент многокомпонентных смесей жидкостей и, в частности, для выделения дистиллята из раствора в однокомпонентном растворителе, содержащее испаритель, конденсатор, нагреватель пара, установленный на входе конденсатора, трубопроводы, соединяющие выход нагревателя со входом конденсатора, согласно изобретению, снабжено системой регулирования рабочих режимов смеси жидкостей и их паров, включающей отсасыватель-нагнетатель с электромеханическим регулятором его рабочего режима, дополнительный электронагреватель, установленный между выходом испарителя и входом отсасывателя-нагнетателя, датчики давления и температуры, установленные в испарителе и на входе конденсатора, и блок управления, причем выходы датчиков температуры и давления связаны с регулятором рабочего режима отсасывателя-нагнетателя и электронагревателями, а

конденсатор размещен в испарителе таким образом, что вся его рабочая поверхность погружена в рабочую жидкость, при этом выход испарителя соединен со входом отсасывателя-нагнетателя, выход которого соединен со входом конденсатора.

Полное использование теплоты паров, отдаваемой ими при их охлаждении и конденсации, использование более экономичного электроподогрева паров по сравнению с их подогревом с помощью внешнего теплоносителя, возможность регулирования и обеспечения заданных рабочих режимов давления и температуры смеси жидкостей и паров, исключающее испарение ненужных тяжелых фракций из смеси жидкостей и конденсацию паров вне конденсатора, обеспечивают более высокую по сравнению с прототипом экономичность устройства, а возможность регулирования рабочих режимов давления и температуры смеси жидкостей и паров расширяют функциональные возможности предлагаемого устройства, позволяя из различных многокомпонентных смесей жидкостей получать нужные компоненты за один цикл процесса, в том числе из однокомпонентного раствора жидкости, например, загрязненной воды, получать ее дистиллят.

Предлагаемый способ поясняется фиг.1, на которой изображены кривые фазовых равновесий жидкость-пар компонент смеси жидкостей в фазовом пространстве давление-температура и точки рабочих состояний смеси жидкостей и ее паров.

Сущность способа заключается в следующем.

Перед началом процесса исходная многокомпонентная жидкость подогревается до температуры T_1 под давлением P_1 , чем обеспечивается ее состояние, определяемое на фиг.1 точкой **A**.

Предположим, задачей процесса является получение фракций (компонент), определяемых на фиг.1 кривыми 3, 4, 5. Тогда температура T_1 и давление P_1 создаются такими, что точка **A** находится выше кривой 5, но ниже кривой 6, чем обеспечивается испарение в основном фракций 1, 2, 3, 4, 5. Таким образом, регулированием температуры до T_1 и давления до P_1 рабочая точка смеси жидкостей (точка **A**) в фазовом пространстве давление - температура ($P-T$ на фиг.1) занимает положение между кривой 5, являющейся наивысшей кривой фазового равновесия выделяемых компонент, и кривой 6, являющейся наинизшей кривой фазового равновесия компонент, кривые фазового равновесия которых превышают кривые фазового равновесия выделяемых компонент. Далее, после отвода образовавшихся паров увеличением температуры и давления их состояние смещается в точку **B** с давлением P_2 и температурой T_2 , при которых линия, соединяющая точки **A** и **B** не пересекает ни одной из кривых фазовых равновесий, что исключает преждевременную конденсацию паров.

Нагретые и сжатые пары поступают по трубопроводам в область исходной смеси жидкостей, где охлаждаются ею до температуры T_1 при давлении P_2 , приобретая состояние, определяемое на фиг.1 точкой **C**. Температура T_2 и давление P_2 выбираются такими, чтобы прямая **BC** пересекла кривые фазовых равновесий только выделяемых компонент, т.е. чтобы точка **C** находилась между кривыми 2 и 3, иными словами, чтобы рабочая точка смеси паров в фазовом пространстве давление - температура (точка **C** на фиг.1) находилась между наинизшей кривой фазового равновесия выделяемых компонент (кривая 3 на фиг.1) и наивысшей кривой фазового равновесия остальных компонент в смеси паров (кривая 2 на фиг.1), что обеспечивает конденсацию только фракций 3, 4, 5. При этом тепло, отдаваемое парами фракций 1, 2 при их охлаждении и парами фракций 3, 4, 5 при их охлаждении и конденсации, поглощается смесью жидкостей, поддерживая в ней исходную температуру T_1 .

Предлагаемое устройство (фиг.2) содержит испаритель 1, в верхней части которого имеется горловина для подачи рабочей жидкости, а в нижней - отвод отработанной жидкости (отходов). Внутри испарителя 1 в нижней его части размещен конденсатор 2, отвод которого трубопроводом через отсасыватель-нагнетатель 3 соединен с выходом испарителя 1, расположенного в верхней его части. В трубопроводах между выходом испарителя 1 и входом отсасывателя-нагнетателя 3, между выходом отсасывателя-нагнетателя 3 и входом конденсатора 2 установлены электронагреватели 4 и 5 соответственно. В трубопроводах между выходом испарителя 1 и электронагревателем 4, между входом конденсатора 2 и электронагревателем 5 установлены датчики давления 7 и температуры 8. Внутри испарителя 1 в нижней его части также установлен датчик температуры 8. Отсасыватель-нагнетатель 3, электронагреватели 4 и 5, датчики давления 7 и температуры 8 электрически связаны с блоком управления 6.

Работа устройства, реализующего предлагаемый способ, заключается в следующем.

Исходная многокомпонентная жидкость самотеком или принудительно подается в испаритель 1, полностью покрывая рабочую поверхность помещенного в него конденсатора 2, в котором осуществляется конденсация выделяемых компонент. Пары исходной жидкости испарителя 1 отсасывателем-нагнетателем 3 перекачиваются в конденсатор 2. Регулированием режима работы с отсасывателя-нагнетателя 3 (регулятор на фиг.2 не показан) обеспечивается нужный напор (разность давлений на входе и выходе отсасывателя-нагнетателя 3), а электронагревателями 4 и 5 обеспечивается необходимая температура паров. Электронагреватель 4 нагревает пары жидкости только до температуры, достаточной для исключения их конденсации в отсасывателе-нагнетателе 3. Регулирование давления и

температуры осуществляется с блока управления 6 в соответствии с требуемыми рабочими режимами (состояниями) исходной жидкости и паров и показаниями датчиков давления 7 и температуры 8. В конденсаторе 2 выделяемые пары конденсируются и отводятся в хранилище (на фиг.2 не показано).

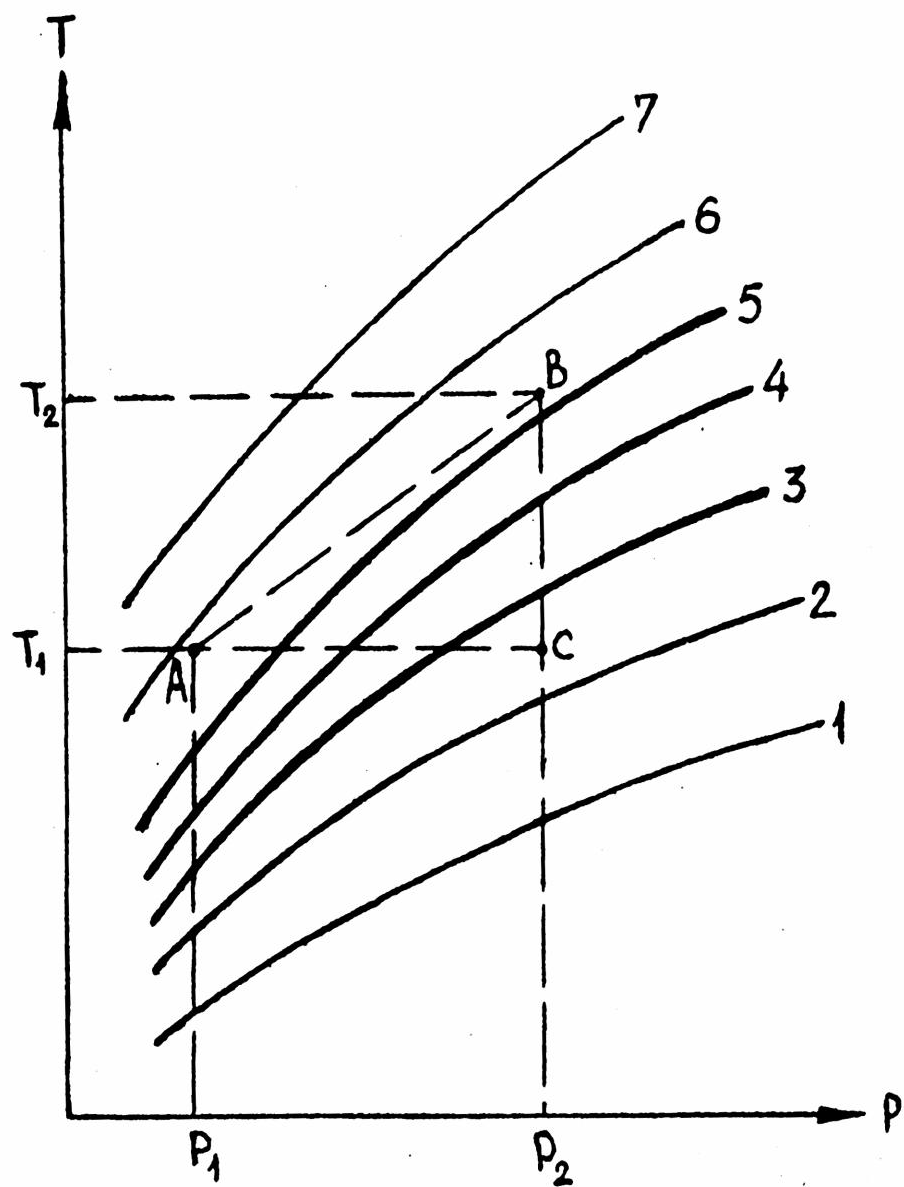
В качестве примера можно привести процесс выделения этилового и метилового спиртов (смесь которых можно использовать в качестве горючего материала) из смеси жидких продуктов спиртового брожения, в состав которых, помимо этилового и метилового спиртов, входят глицерин, ацетальдегид, сивушные масла, включающие в себя изоамиловый спирт, кислоты (уксусная, масляная, капроновая, каприловая) и их эфиры и др. (см. Проф. А.А. Фукс. Технология спиртового производства. - М.: Пищепромиздат, 1951).

За рабочие режимы давления приняты: давление в испарителе - 0,5атм. (разряжение), давление в конденсаторе - 1,5атм., которые обеспечиваются отсасывателем-нагнетателем 3 с отрегулированным напором (перепадом давлений на входе и выходе) в 1атм.

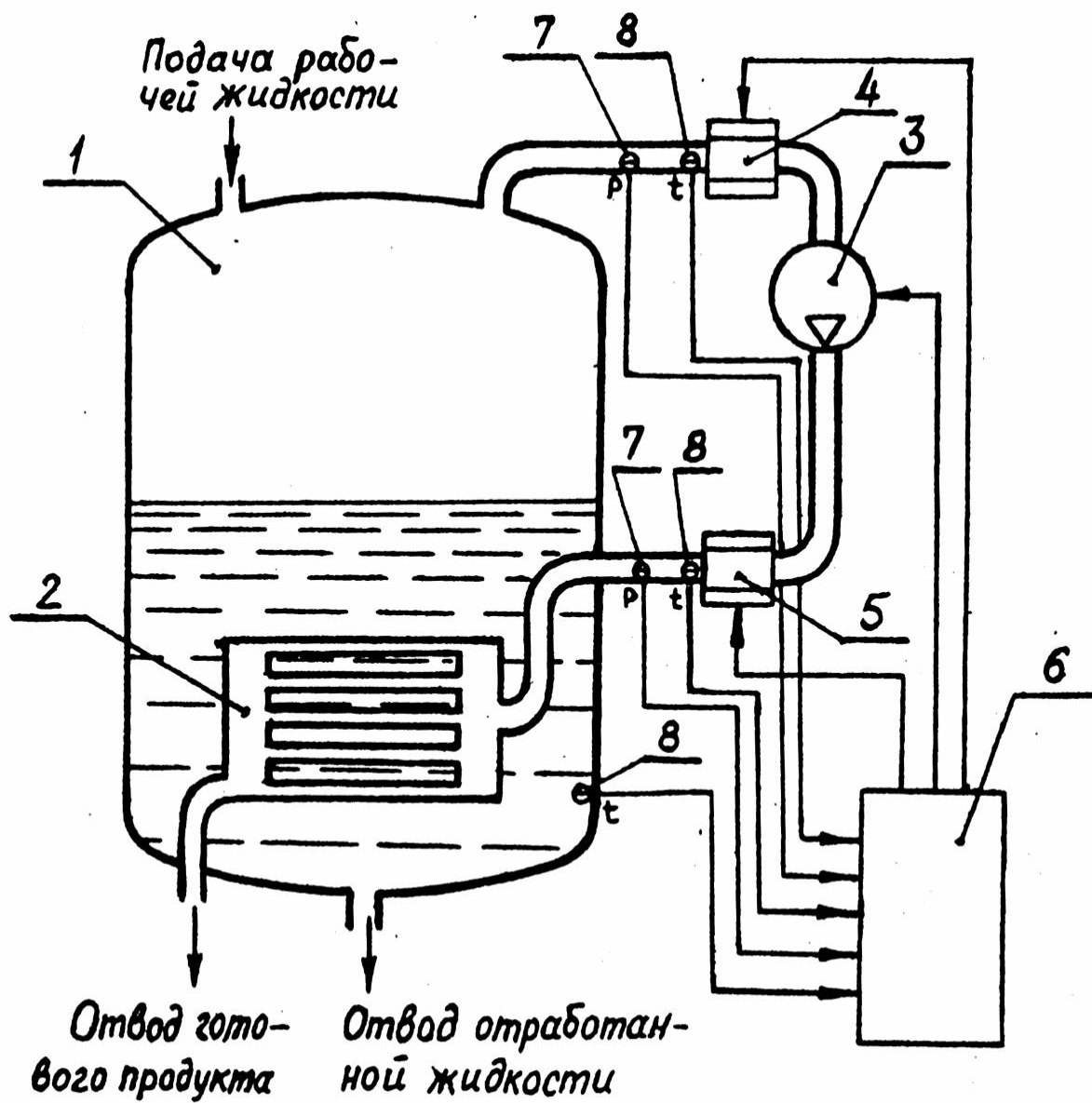
При давлении 0,5 атм. температура кипения ацетальдегида составляет 6,2°C, метилового спирта 50,1°C, этилового спирта 63,3°C, воды 83,1°C; при нормальном давлении (1атм.) соответственно 21°C; 64,7°C; 78,3°C; 100°C и при давлении 1,5атм. - 31,7°C; 65°C; 75,2°C; 89°C; 111,4°C. Сивушные масла как менее летучие компоненты имеют более высокие температуры кипения.

При термодинамическом равновесии между конденсатором 2 и смесью исходной жидкости в испарителе 1 с помощью электронагревателя на входе конденсатора 2 поддерживается температура 65°C. Таким образом, рабочей точке **A** (фиг.1) смеси жидкостей в испарителе 1 соответствует давление 0,5атм. и температура 65°C, что обеспечивает испарение этилового и метилового спиртов и ацетальдегида, в то время как вода, глицерин и сивушные масла остаются в жидкой фракции. Рабочей точке **C** паров в конденсаторе 2 соответствует давление 1,5атм. и температура 65°C, что обеспечивает конденсацию этилового и метилового спиртов. Ацетальдегид остается в парообразном состоянии и отводится как побочный продукт.

Чтобы избежать конденсацию паров в отсасывателе-нагнетателе 3 при повышении их давления, на входе отсасывателя-нагнетателя 3 эти пары подогреваются электронагревателем 4 (фиг. 2) до температуры 95°C, тем самым обеспечивая в отсасывателе-нагнетателе 3 рабочую точку паров **B** (фиг.1), которой соответствует давление 0,5атм. и температура 95°C. При этом прямая **AB** будет проходить между кривыми фазового равновесия воды и этилового спирта не пересекая и не касаясь их. Тем самым обеспечивается сохранение отведенных из испарителя паров этилового и метилового спиртов и ацетальдегида в парообразном состоянии без их конденсации до их поступления в конденсатор 2.



Фиг. 1



Фиг. 2