

Изобретение относится к области перегонки и ректификации сброженных растворов, а именно к производству этилового спирта.

Одной из проблем при производстве данного продукта является удаление из него компонентов сивушной фракции, снижающих его качество, с последующим выделением сивушного масла.

Известен способ производства этилового спирта, предусматривающий отбор из ректификационной колонны, наряду с сивушной фракцией, и сивушного спирта [1]. При этом оба состава подаются в сивушную колонну в качестве ее питания. Однако, присутствие сивушного спирта в сивушной колонне резко снижает качество выделяемого в ней сивушного масла.

Известны способы и отдельной переработки сивушной фракции. Так, известен способ производства этилового спирта, включающий его ректификацию и выделение сивушного масла путем отбора из ректификационной колонны и подачи сивушной фракции на аппарат выделения сивушного масла - прототип данного изобретения [2].

Согласно известного способа отбор сивушной фракции осуществляют из нескольких тарелок отгонной части ректификационной колонны при определенном интервале температур в зоне отбора. При этом для постоянства состава отбираемой фракции предусматривается поддержание постоянства температуры в зоне отбора за счет регулировки подачи элюрата в ректификационную колонну (далее, ректоколонну).

Такие приемы известного способа связаны с рядом недостатков. Дело в том, что на расположение зоны максимальной концентрации компонентов сивушного масла влияет не только загрузка ее элюратом, но и ряд других факторов: колебания крепости элюрата, флегмового числа, отбора спирта и, конечно, неоднородности состава исходного сырья. Кроме того, изменение подачи элюрата связано не только с поддержанием температуры в зоне отбора сивушной фракции, но и с регулировкой работы ректоколонны в целом, путем поддержания в определенных пределах температуры на питательной тарелке.

Поэтому такие попытки поддержания постоянства оптимальной температуры в зоне отбора фракции, даже при допустимом ее колебании в 4°C, как правило, не дают желаемого результата. И соответственно, согласно прототипа, не удается приблизиться к оптимальному составу отбираемой фракции. Хотя стремятся достигнуть постоянства именно оптимального состава фракции: в ней должно содержаться возможно максимально компонентов сивушного масла и минимально этилового спирта, что обеспечивает эффективную работу сивушной колонны и качество масла. Но как раз такого состава сивушной фракции в зоне ее отбора известный способ обеспечить не может, т.к. вследствие неизбежного колебания режима работы ректоколонны, связанного с ним колебания температуры зоны отбора - до 8-9°C, будет постоянно перемещаться по высоте колонны и зона максимального накопления сивушного масла, уходя от тарелок отбора фракции. А поскольку тут отсутствует связь между фактическим составом фракции в данный момент времени на конкретной тарелке и количеством отбираемой, с нее фракции, то с тарелок, и далее, на аппарат выделения масла будет поступать фракция неоптимального состава.

В основу данного изобретения положена задача усовершенствования способа производства этилового спирта путем отбора из ректификационной колонны и подачи в аппарат выделения сивушного масла сивушной фракции оптимального состава и регулирования расхода рабочей жидкости в аппарате в зависимости от фактического количества этилового спирта в подаваемой фракции, что снижает интенсивность экстрагирования и потокового транспортирования сивушного масла рабочей жидкостью в аппарате выделения масла.

Поставленная задача решается за счет того, что в способе производства этилового спирта, включающем его ректификацию, отбор от тарелок ректификационной колонны сивушной фракции и выделение из нее сивушного масла в аппарате для его выделения, согласно изобретения в течение процесса определяют отношение фактического содержания сивушного масла к фактическому содержанию этилового спирта сивушной фракции, находящейся над каждой тарелкой ее отбора, и отбор фракции над каждой из этих тарелок осуществляют в количестве, пропорциональном этому своему отношению, а перед выделением сивушного масла определяют фактическое содержание этилового спирта в общем количестве отбираемой фракции и пропорционально ему регулируют расход рабочей жидкости в аппарате выделения сивушного масла.

Отбор сивушной фракции на основе указанных отношений обеспечивает подачу в аппарат выделения масла фракции оптимального состава: с максимально возможным содержанием масла и минимально возможным содержанием этилового спирта. Это, в свою очередь, приводит к снижению количества рабочей жидкости (необходимой для экстрагирования этилового спирта из фракции), приходящегося на единицу количества масла во фракции, что снижает интенсивность экстрагирования и потокового транспортирования масла указанной жидкостью.

В противном случае будет происходить повышенный унос масла рабочей жидкостью, а при снижении указанных отношений ниже критических значений (0,35 или 0,25, как показано далее), все масло будет уноситься жидкостью, т.е. не выделяться.

Регулирование расхода рабочей жидкости в аппарате в зависимости от фактического содержания этилового спирта в общем количестве отобранной фракции обеспечивает минимально необходимый расход жидкости для экстрагирования этилового спирта из фракции, что соответственно снижает количество данной жидкости, приходящееся на единицу количества масла во фракции. А это, как выше показано, снижает интенсивность экстрагирования и потокового транспортирования масла указанной жидкостью.

При отсутствии такого регулирования все рассмотренные преимущества отбора фракции оптимального состава могут быть сведены на нет, что не даст реализовать технический результат от их применения. С другой стороны, как корректно не регулировать расход жидкости в аппарате, но если не осуществлен рассмотренный отбор фракции оптимального состава, то все равно будет происходить повышенное экстрагирование и транспортирование масла рабочей жидкостью.

Кроме того, признаки отбора фракции снижают переход сивушного масла в этиловый спирт в процессе его ректификации, а также переход спирта в лютерную (отходящую) воду ректоколонны. Этим самым

снижается загрязнение спирта и его потери.

Одновременно признаки регулирования расхода снижают количество остаточного этилового спирта в масле, т.е. повышают его качество.

Одна из форм данного изобретения предусматривает то, что определяют отношение суммы фактических содержаний изоамилового, изобутилового спиртов к фактическому содержанию этилового спирта сивушной фракции. При этом при использовании метода водной экстракции этилового спирта тарелки с указанным отношением менее 0,35 исключают из отбора.

Еще одна форма данного изобретения предусматривает то, что определяют отношение фактического содержания изоамилового спирта к фактическому содержанию этилового спирта сивушной фракции. При этом при использовании метода водной экстракции этилового спирта тарелки с указанным отношением менее 0,25 исключают из отбора.

Постоянное определение соотношения фактического содержания компонентов сивушного масла и этанола позволяет следить за составом сивушной фракции над каждой из тарелок ее отбора - по существу, мониторинг состояния зоны отбора. В то же время, отбор фракции над каждой из этих тарелок в размерах, соответствующих данным соотношениям, обуславливают в целом отбор фракции оптимального состава: т.е. в пределах возможного, с минимальным этанолом и максимальным наличием компонентов сивушного масла. Это, по сравнению с прототипом, снизит общее количество этанола во фракции на 30-35% и увеличит общее количество компонентов сивушного масла во фракции на 14-17%, т.е. увеличит последующий выход масла. Соответственно, с понижением содержания этанола снизится и расход воды в аппарате на экстракцию этанола из фракции.

Регулирование расхода воды в аппарате в зависимости от количества этанола в поступающей на аппарат фракции устанавливает непосредственную связь между расходом воды и количеством того компонента фракции, для удаления которого из нее и орошают, собственно, тарелки аппарата водой.

К тому же, исключается неоправданно повышенный расход воды при поддержании крепости кубовой жидкости в значениях, близких к нулю, что является совершенно нецелесообразным уровнем.

Такое прямое, а не косвенное, как в прототипе, управление работой аппарата в сумме с эффектом от отбора фракции оптимального состава дает экономию воды в аппарате в пределах 2,7-3,0 м³/ч. Соответственно, экономится и греющий пар - порядка 0,3 кг пара/дал.

При осуществлении способа согласно прототипа расход воды составляет 8-10 м³/ч, а пара - 1,2-1,5 кг/дал, (декалитров условного алкоголя).

Одновременно, за счет более полного отбора сивушной фракции на 10-15% снижается количество сивушного масла в этиловом спирте, т.е. повышается его качество.

Преобладающим компонентом сивушной фракции является изоамиловый спирт, который в 3-5 раз количественно превосходит изобутиловый спирт и еще более остальные компоненты сивушного масла. Поэтому с достаточной степенью достоверности можно вместо суммы компонентов сивушного масла - это, в основном, изоамиловый и изобутиловый спирты - использовать только содержание изоамилового спирта, т.е. в качестве показателя оптимальности состава фракции можно применять соотношение содержания изоамилового и этилового спиртов. Это упрощает процедуру отбора и аппаратное оформление.

Подытоживая сказанное, следует заметить: вышеприведенные признаки относятся ко всем используемым видам аппаратов выделения сивушного масла, т.е. экстрактивно-ректификационной колонне, экстрактивной установке и типовой сивушной (ректификационной) колонне. При этом только два первых вида используют метод водной экстракции для извлечения этанола из фракции. Поэтому именно к ним относится нижеприведенный признак: тарелки с указанным соотношением менее 0,25 исключаются из отбора.

Сущность изобретения поясняется чертежом - структурной схемой предлагаемого способа.

Ниже описывается один из примеров осуществления изобретения.

В процессе работы брагорректификационной установки в ее ректоколонке 1 накапливаются примеси, избыток которых снижает качество производимого этилового спирта. Так, сивушная фракция, содержащая компоненты сивушного масла, накапливаются в отгонной части 2 колонны, ниже питательной тарелки 3. Эта фракция отбирается из колонны 1 и из нее выделяется сивушное масло следующим образом.

Сивушная фракция отбирается над тарелками 4 отгонной части 2, расположенной между 5-ой и 11-ой тарелками колонны 1, считая снизу (для упрощения на схеме показаны две тарелки).

Над каждой такой тарелкой отбирается в виде пара проба сивушной фракции, которая, раздваиваясь, поступает на датчики качества: 5 - для определения содержания в ней этилового спирта и 6 - для определения содержания изоамилового спирта. Датчики вырабатывают сигналы, пропорциональные содержанию этих компонентов во фракции соответственно X_{эт}, X["]_{эт}, Y_{изам}, Y["]_{изам}. В вычислительном блоке 7 над сигналами производятся операции деления и сложения, в результате чего вырабатываются выходные

сигналы: $Q_1 = \frac{Y_{изам}}{X_{эт}}$; $Q_2 = \frac{Y_{изам}''}{X_{эт}''}$ и $Q_6 = f(X_{эт} + X_{эт}'')$.

Сигналы Q₁ и Q₂ отражают соотношение фактического содержания изоамилового и этилового спиртов в сивушной фракции над каждой тарелкой ее отбора в данный момент времени. Они воздействуют на исполнительные механизмы запорных устройств 8 и 9 тарелок. В результате с каждой тарелки отбирается количество фракции, пропорциональное указанному соотношению, т.е. с тарелок, где относительно больше изоамилового спирта и меньше этилового спирта отбирается большее количество фракции, чем с тарелок, где относительно меньше изоамилового спирта и больше этилового спирта. Это обеспечивает отбор из ректоколонны 1 и поступление в аппарат выделения сивушного масла 10 сивушной фракции оптимального состава: с возможно максимальным содержанием изоамилового спирта и минимальным этилового. Одновременно, это дает более полный отбор компонентов сивушного масла, что повышает качество спирта. Причем степень оптимальности отбора усиливается тем, что сигналы Q₁ и Q₂, соответствующие по величине

соотношениям $\frac{Y_{изам}'}{X_{эт}'}$ и $\frac{Y_{изам}''}{X_{эт}''}$ менее 0,25, не подаются с вычислительного блока 7 на запорные устройства 8 или 9. Тем самым, исключаются из отбора те тарелки, где неблагоприятное соотношение двух основных компонентов сивушной фракции, до тех пор, пока на них ситуация не изменится в лучшую сторону.

Отбор фракции и ее поступление в аппарат 10 производятся по трубопроводам 11,

Реализуется вышерассмотренное преимущество следующим образом. Сигнал Q_v , пропорциональный общему количеству этилового спирта во фракции, воздействует на исполнительный механизм запорного устройства 12, регулирующего поступление воды в аппарат для выделения масла 10. В результате, в аппарат подается ровно столько воды, сколько требуется для экстракции этилового спирта из паров фракции, поднимающихся с низа аппарата, с учетом необходимой крепости кубовой жидкости. Одновременно, в зависимости от подачи воды в верх аппарата устанавливается подача греющего пара в его низ. Описанное регулирование рабочих параметров аппарата обеспечивает его эффективную и экономичную работу, без переборов и недоборов по изменению режима его действия.

Предлагаемый способ, как он описан, используется для выпускаемого промышленностью оборудования брагоректификационных установок, так же как и применяет серийно изготавливаемую аппаратуру. Так, в качестве ректоколонны используется обычная ректификационная колонна, имеющая 64 тарелок и диаметр 2000 мм, а под аппаратом выделения сивушного масла понимается экстрактивно-ректификационная колонна с 20 тарелками и диаметром 800 мм. В качестве данного аппарата может быть использована также экстрактивная установка или типовая сивушная (ректификационная) колонна.

В виде датчиков качества применяются хроматографы промышленные автоматического действия, например типа ХПУ, а вычислительного блока - контроллер типа "Люмиконт". При этом при применении хроматографов, одновременно определяющих содержание более одного компонента, вышеописанная структурная схема способа еще более упрощается. Возможен и другой вариант использования преимуществ таких хроматографов: вернуться к ранее упомянутой сумме изоамилового и изобутилового спиртов в качестве числителя указанных соотношений. В этом случае рассмотренный критерий исключения тарелок из отбора повысится от значения 0,25 до 0,35.

Для лучшего понимания данного изобретения необходимо дополнительно пояснить процессы, протекающие в ректоколонне и экстрактивно-ректификационной колонне.

Ректоколонна 1 предназначена для получения спирта - ректификата. Для этого на питательную тарелку колонны подается элюрат - водно-спиртовая смесь крепостью 45-50%.

Снизу, из куба колонны, поднимается пар, который вываривает этиловый спирт из элюрата и увлекает его в верх колонны, где тот отбирается. При этом примеси накапливаются в определенных местах колонны, по ее высоте, в чем и заключается разделительный эффект колонны. На верх колонны подается флегма для орошения тарелок.

Что касается экстрактивно-ректификационной колонны, то выше упоминалась экстракция этилового спирта из сивушной фракции, происходящая в этой колонне. В результате, внизу колонны образуется вышерассмотренная кубовая жидкость. При этом, поднимающийся пар обогащается компонентами сивушного масла по причине ограниченной растворимости изоамилового и изобутилового спиртов и других составляющих в воде. На этих эффектах построен принцип выделения масла.

И тут следует добавить, что подача из этой колонны кубовой жидкости в низ ректоколонны далеко не рациональный путь экономии умягченной воды. Дело в том, что в этом случае практически вдвое увеличивается объем жидкости в кубе ректоколонны, что может приводить к "захлебыванию" ее тарелок, к тому же увеличивается износ этих тарелок. И что тоже существенно, сдвигаются по высоте все характерные точки колонны и искажаются ее рабочие параметры.

Подытоживая все вышесказанное, можно считать, что применение предлагаемого способа экономит 2,7-3,0 м³/ч воды, прошедшей обработку для ее умягчения и подогретой с 60°C до температуры 100°C, экономит греющий пар порядка 0,3 кг/дал, повышает качество спирта за счет снижения в нем на 10-15% содержания сивушного масла, увеличивает на 14-17% выход сивушного масла.

В принципе, предлагаемый способ может быть реализован и в неавтоматизированном варианте. При этом по показаниям обычных хроматографов необходимые математические действия выполняются с помощью обычной вычислительной техники, а по полученным соотношениям и сумме этилового спирта устанавливают подачу воды на аппарат выделения масла и другие параметры его работы.

