

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201991434 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.11.29(22) Дата подачи заявки
2017.12.18

(51) Int. Cl. C07C 67/05 (2006.01)
C07C 69/15 (2006.01)
C07C 51/215 (2006.01)
C07C 53/08 (2006.01)
C07C 5/48 (2006.01)
C07C 11/04 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)

(54) ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТАНА С СОПУТСТВУЮЩИМ ПОЛУЧЕНИЕМ ВИНИЛАЦЕТАТА

(31) 16204951.4

(32) 2016.12.19

(33) EP

(86) PCT/EP2017/083226

(87) WO 2018/114752 2018.06.28

(71) Заявитель:

ШЕЛЛ ИНТЕРНЭШНЛ РИСЕРЧ
МААТСХАППИЙ Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:

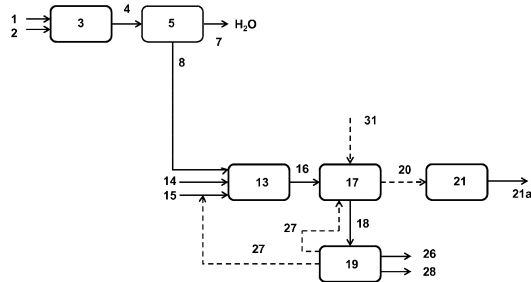
Ланж Жан Поль Андре Мари Жозеф
Гислен (NL)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Данное изобретение относится к комплексному способу получения этилена и винилацетата (МВА), включающему следующие этапы: соприкосновение в первой реакционной зоне потока газа, содержащего этан и в качестве варианта этилен, с потоком газа, содержащего кислород, в присутствии катализатора в условиях окислительного дегидрирования с получением первого потока продуктов, содержащего этан, этилен, уксусную кислоту и воду, а также в качестве варианта другие соединения; разделение указанного первого потока продуктов в установке фильтрации пара на второй поток, содержащий воду, и третий поток, содержащий этан, этилен, уксусную кислоту и в качестве варианта другие газообразные соединения;

соприкосновение во второй реакционной зоне всего или по меньшей мере части указанного третьего потока с потоком, содержащим концентрированную уксусную кислоту, и с потоком газа, содержащего кислород, в присутствии катализатора МВА с получением четвертого потока продуктов, содержащего винилацетат, уксусную кислоту, этан, этилен, воду, диоксид углерода и в качестве варианта другие соединения; разделение указанного четвертого потока продуктов в зоне отделения винилацетата на пятый поток, содержащий винилацетат, уксусную кислоту, воду и в качестве варианта другие конденсируемые соединения, и шестой поток, содержащий этилен, этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения; и извлечение винилацетата и указанного пятого потока. Данное изобретение дополнительно относится к реакционной системе для выполнения указанного способа.



A1

201991434

201991434

A1

**ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТАНА С СОПУТСТВУЮЩИМ ПОЛУЧЕНИЕМ
ВИНИЛАЦЕТАТА****ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

Данное изобретение относится к комплексному способу и системе окислительного преобразования этана в этилен и винилацетат.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Известна технология получения этилена в процессе окислительного дегидрирования этана по способу окислительного дегидрирования (оксидегидрирования; ОДГ). Примеры способов ОДГ этана, в том числе катализаторы и другие условия процесса, описаны в документах US7091377, WO2003064035, US20040147393, WO2010096909 и US20100256432. В качестве таких катализаторов оксидегидрирования можно использовать смешанные металлооксидные катализаторы, содержащие молибден (Mo), ванадий (V), ниобий (Nb) и, в качестве варианта, теллур (Te). Дегидрированный эквивалент этана может быть далее окислен в тех же условиях в уксусную кислоту.

В настоящее время способ может достигать более 90% селективности этилена к этилену с преобразованием более 50%. В указанном процессе, как правило, получают также уксусную кислоту (АА, селективность ~5% мол.) вместе с диоксидом углерода (CO₂).

В указанных выше процессах получаемую таким образом уксусную кислоту, как правило, рассматривают в качестве производственных отходов. Хотя их можно конденсировать вместе с водой из выходящего потока реактора в виде потока водной карбоновой кислоты (около 10% мас.), низкая относительная летучесть карбоновых кислот к воде делает затруднительным дистилляционное разделение карбоновой кислоты и воды, поскольку оно требует очень больших циклов рециркуляции и/или разделения конденсата.

Соответственно, современные способы ОДГ разработаны с возможностью минимального сопутствующего получения уксусной кислоты. Однако, надлежащая валоризация уксусной кислоты может

позволить смягчить спецификации по уксусной кислоте, таким образом, расширяя операционное окно, обеспечивающее возможность, например, повышения температуры, снижения давления и/или облегчения управления выделением тепла и опасностью взрыва в процессе ОДГ. Например, смягчение спецификации по уксусной кислоте до селективности 10% мол. может дать водный боковой поток, содержащий 20% мас. уксусной кислоты.

Документ WO1998005620 описывает комплексный способ получения уксусной кислоты и винилацетата, который включает следующие этапы:

(а) соприкосновение в первой реакционной зоне газообразного сырья, содержащего этилен и/или этан и в качестве варианта пар с газом, содержащим молекулярный кислород, в присутствии катализатора, активного для окисления этилена в уксусную кислоту и/или этана в уксусную кислоту и этилен, с получением первого потока продуктов, содержащего уксусную кислоту, воду и этилен (в виде непрореагировавшего этилена и/или в виде этилена, полученного в ходе сопутствующей реакции), а также в качестве варианта этан, монооксид углерода, диоксид углерода и/или азот; (b) соприкосновение во второй реакционной зоне в присутствии или отсутствии дополнительного этилена и/или уксусной кислоты по меньшей мере части первого газообразного потока продуктов, содержащего по меньшей мере уксусную кислоту и этилен, а также в качестве варианта одно или более из воды, этана, монооксида углерода, диоксида углерода, и/или азота с газом, содержащим молекулярный кислород, в присутствии катализатора, активного для получения винилацетата, с получением второго потока продуктов, содержащего винилацетат, воду, уксусную кислоту и в качестве варианта этилен;

(с) разделение потока продуктов из этапа (b) путем дистилляции на головную азеотропную фракцию, содержащую винилацетат и воду, и базовую фракцию, содержащую уксусную кислоту;

(d) либо (i) восстановление уксусной кислоты из базовой фракции, отделенной на этапе (с), и в качестве варианта возвращение азеотропной фракции, отделенной на этапе (с), после

частичного или полного отделения от нее воды на этап (с), либо (ii) восстановление винилацетата из азеотропной фракции, отделенной на этапе (с), и в качестве варианта возвращение базовой фракции, отделенной на этапе (с), на этап (b), либо (iii) восстановление уксусной кислоты из базовой фракции, отделенной на этапе (с), и извлечение винилацетата из головной азеотропной фракции, полученной на этапе (с).

Документ WO2000069802 описывает способ получения мономера винилацетата, включающий следующие этапы:

(1) соприкосновение газообразной исходной смеси этана или этилена или этана/этилена, пара и газа, содержащего молекулярный кислород, в присутствии первого катализатора, активного для окисления этана, этилена и/или этана/этилена с получением селективного потока уксусной кислоты, этилена, диоксида углерода и воды; и

(2) превращение второй исходной смеси, содержащей этилен, уксусную кислоту и кислород, в мономер винилацетата в присутствии второго катализатора, активного для получения винилацетата, причем указанный способ не включает промежуточный этап разделения для удаления CO между указанными двумя этапами реакции.

Документ WO2001090042 описывает комплексный способ получения винилацетата, который включает следующие этапы:

a) соприкосновение в первой реакционной зоне газообразного сырья, содержащего в основном этан, с газом, содержащим молекулярный кислород, в присутствии катализатора с получением первого потока продуктов, содержащего уксусную кислоту и этилен;

b) соприкосновение во второй реакционной зоне первого газообразного потока продуктов с газом, содержащим молекулярный кислород, в присутствии катализатора с получением второго потока продуктов, содержащего винилацетат;

c) разделение потока продуктов из этапа (b) и извлечение винилацетата из потока продуктов из этапа (b).

Эти способы известного уровня техники в целом страдают от плохой селективности к винилацетату по причине присутствия значительных количеств воды в выходящем потоке реакции

окислительного дегидрирования.

Желательно представить способ окислительного дегидрирования этана, в котором боковой поток уксусной кислоты, получаемой таким образом, валоризирован путем превращения в винилацетат технически целесообразным, эффективным и экономически приемлемым образом.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Неожиданно было обнаружено, что вышеупомянутую цель можно достигнуть с помощью комплексного способа, в котором выходящий поток первого этапа окислительного дегидрирования этана [оксидегидрирования; (Э)ОДГ] обезвоживают, и в котором по меньшей мере часть обезвоженных этилена и уксусной кислоты дополнительно превращают по второму способу («МВА») в винилацетат (также называемый в данной области техники мономером винилацетата или просто «МВА»).

Соответственно, в первом аспекте данное изобретение относится к комплексному способу получения этилена и винилацетата (МВА), включающему следующие этапы:

соприкосновение в первой реакционной зоне потока газа, содержащего этан и в качестве варианта этилен, с потоком газа, содержащего кислород, в присутствии катализатора в условиях окислительного дегидрирования с получением первого потока продуктов, содержащего этан, этилен; уксусную кислоту и воду, а также в качестве варианта другие соединения,

разделение указанного первого потока продуктов в установке фильтрации пара на второй поток, содержащий воду, и третий поток, содержащий этан, этилен, уксусную кислоту и в качестве варианта другие газообразные соединения,

соприкосновение во второй реакционной зоне всего или по меньшей мере части указанного третьего потока с потоком, содержащим концентрированную уксусную кислоту, и с потоком газа, содержащего кислород, в присутствии катализатора МВА с получением четвертого потока продуктов, содержащего винилацетат, уксусную кислоту, этан, этилен, воду, диоксид углерода и в качестве варианта другие соединения,

разделение указанного четвертого потока продуктов в зоне

отделения винилацетата на пятый поток, содержащий винилацетат, уксусную кислоту, воду и в качестве варианта другие конденсируемые соединения, и шестой поток, содержащий этилен, этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения, и

извлечение винилацетата из указанного пятого потока.

В другом аспекте данное изобретение относится к реакционной системе окислительного дегидрирования этана с сопутствующим получением винилацетата, содержащей

первую реакционную зону, содержащую

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего этан,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего кислород, и

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока из первой реакционной зоны,

установку фильтрации пара, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока из первой реакционной зоны,

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока с низким содержанием воды из установки фильтрации пара, и

выпускной патрубок для выпуска воды из зоны отделения винилацетата,

вторую реакционную зону, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока с низким содержанием воды из установки фильтрации пара,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего кислород,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, и

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока из второй реакционной зоны,

зону отделения винилацетата, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока из второй реакционной зоны,

в качестве варианта впускной патрубок для приема потока

промывной жидкости,

выпускной патрубок для выпуска потока жидкости, обогащенной винилацетатом, из зоны отделения винилацетата, и

выпускной патрубок для выпуска газообразного потока с низким содержанием винилацетата из зоны отделения винилацетата, зону очистки, содержащую

впускной патрубок для приема потока жидкости, обогащенной винилацетатом, из зоны отделения винилацетата,

выпускной патрубок для выпуска потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, из зоны очистки, и

выпускной патрубок для выпуска потока, содержащего концентрированный винилацетат, из зоны очистки, и

один или большее количество выпускных патрубков для выпуска дополнительных соединений, и

в качестве варианта зону удаления диоксида углерода, содержащую

впускной патрубок для приема газообразного потока с низким содержанием винилацетата из зоны отделения винилацетата, и

выпускной патрубок для выпуска потока с низким содержанием диоксида углерода из указанной зоны удаления диоксида углерода,

и

в качестве варианта установку разделения этана/этилена, содержащую

впускной патрубок для приема газообразного потока с низким содержанием диоксида углерода из зоны удаления диоксида углерода,

выпускной патрубок для выпуска потока, обогащенного этиленом, из указанной установки разделения этана/этилена, и

выпускной патрубок для выпуска потока, обогащенного этаном, из указанной установки разделения этана/этилена.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Фигуры графических материалов изображают один или большее количество вариантов реализации изобретения в соответствии с данными принципами, только в качестве примера, не имеющего ограничительного характера. На фигурах одинаковые числовые обозначения относятся к одинаковым или аналогичным элементам.

На фиг. 1 изображен вариант реализации данного изобретения.

На фиг. 2 изображен вариант реализации данного изобретения с необязательной рециркуляцией поглотителя и этана/этилена.

На фиг. 3 изображен вариант реализации данного изобретения с необязательным обводным каналом «секции МВА».

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Хотя способ по данному изобретению и потоки, используемые в указанном способе, описаны с использованием терминов «содержащий» или «включающий» один или большее количество различных описанных этапов и компонентов, соответственно, они могут также «состоять в основном из» или «состоять из» указанных одного или большего количества различных описанных этапов и компонентов, соответственно.

Термин «по меньшей мере часть» в контексте данного документа может означать в частности по меньшей мере 1% от такого, в частности по меньшей мере 2,5% от такого, в частности по меньшей мере 5% от такого, в частности по меньшей мере 10% от такого, в частности по меньшей мере 15% от такого, в частности по меньшей мере 20% от такого, в частности по меньшей мере 25% от такого, в частности по меньшей мере 30% от такого, в частности по меньшей мере 35% от такого, в частности по меньшей мере 40% от такого, в частности по меньшей мере 45% от такого, в частности по меньшей мере 50% от такого, в частности по меньшей мере 55% от такого, в частности по меньшей мере 60% от такого, в частности по меньшей мере 65% от такого, в частности по меньшей мере 70% от такого, в частности по меньшей мере 75% от такого, в частности по меньшей мере 80% от такого, в частности по меньшей мере 85% от такого, в частности по меньшей мере 90% от такого, в частности по меньшей мере 95% от такого, в частности по меньшей мере 98% от такого, а также может означать по меньшей мере 99% от такого.

Данное изобретение относится к способу и реакционной системе окислительного дегидрирования этана и преобразования по меньшей мере части выходящего потока по указанному способу дегидрирования в винилацетат. Способ и устройство, описанные в

данном документе, позволяют эффективно использовать выходящий поток процесса окислительного дегидрирования (ОДГ) этана, содержащий относительно высокие концентрации уксусной кислоты, таким образом, получая этилен и мономер винилацетата (МВА) в качестве ценных химических веществ, и в то же время свести к минимуму потери этилена в потоках очистки. Способ и реакционная система, описанные в данном документе, позволяют значительно интегрировать процессы ОДГ и МВА с возможностью совместного использования нескольких общих элементов технологического процесса, таких как подача кислорода, удаление диоксида углерода и сушка/извлечение уксусной кислоты, таким образом, дополнительно способствуя общей рентабельности данного изобретения. Дополнительное преимущество способа, описываемого в данном документе, заключается в отсутствии необходимости удаления остатков окислительного агента, если таковые имеются, из потока продуктов, получаемого на этапе оксидегидрирования, поскольку окислительный агент требуется также для последующего получения винилацетата.

В части окислительного дегидрирования данного способа поток газа, содержащий кислород (O_2) и поток газа, содержащий этилен, соприкасаются со смешанным металлооксидным катализатором оксидегидрирования, как правило, содержащим молибден, ванадий, ниобий и в качестве варианта теллур. Выходящий поток этого этапа окислительного дегидрирования, как правило, содержит непрореагировавший этан, этилен, воду реакции, уксусную кислоту и в качестве варианта также непрореагировавший кислород, монооксид углерода и диоксид углерода.

Во время преобразования этана в этилен вода образуется в молярном отношении по меньшей мере 1:1 к этилену. В данном изобретении выходящий поток ОДГ, содержащий непрореагировавший этан, этилен и воду подают в установку фильтрации пара и удаляют воду из указанного выходящего потока, получая обезвоженный поток, содержащий этилен и непрореагировавший этан.

В установке фильтрации пара парообразный выходящий поток ОДГ приводят в соприкосновение с активной стороной керамической или полимерной водопроницаемой мембраны, так что вода проходит

сквозь мембрану и непрерывно удаляется в форме пара с обратной стороны (фильтрата) мембраны. Непрерывное удаление водяного пара создает перепад концентрации на обеих сторонах полупроницаемой мембраны с диффузионным испарением, который действует в качестве движущей силы процесса удаления воды путем фильтрации пара.

Часть получения винилацетата (МВА) по данному способу в целом подразумевает соприкосновение потока газа, содержащего кислород (O_2), всего или по меньшей мере части обезвоженного выходящего потока процесса ОДГ, содержащего этилен, и (парообразного) потока, содержащего уксусную кислоту, в присутствии катализатора МВА, как правило, катализатора на основе палладия, с получением выходящего потока, как правило содержащего винилацетат, непрореагировавший этилен, непрореагировавшую уксусную кислоту, непрореагировавший кислород, воду реакции, диоксид углерода и тяжелые фракции, такие как уксусный альдегид и этил(ди)ацетат.

В способе, описываемом в данном документе, этот выходящий поток разделяют в зоне отделения винилацетата на поток жидкости, содержащий винилацетат, уксусную кислоту, воду и в качестве варианта другие конденсируемые соединения, и газообразный поток, содержащий непрореагировавший этилен и/или этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения.

В одном варианте реализации изобретения зона отделения винилацетата содержит конденсатор. Как правило, указанный конденсатор содержит охлаждающее устройство и в качестве варианта один или большее количество внутренних элементов, способствующих образованию непрерывной жидкой фазы.

В другом варианте реализации изобретения зона отделения винилацетата представляет собой зону промывания, в которой четвертый поток продуктов соприкасается с потоком воды или жидкого поглотителя с получением пятого потока, содержащего винилацетат, уксусную кислоту, воду и/или поглотитель и в качестве варианта другие конденсируемые соединения, и шестого потока, содержащего этилен, этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения. В контексте данного документа термин «промывание» относится к соприкосновению

парообразного выходящего потока МВА с «промывным агентом», таким как вода или (другой) жидкий поглотитель, с целью отделения винилацетата и других конденсируемых веществ от указанного парообразного потока. Промывание указанного первого потока может выполняться в промывной колонне или путем абсорбции, например, в поглотительной колонне так, чтобы винилацетат, уксусная кислота, вода и другие конденсируемые соединения удерживались в жидкой фазе, а газообразный пар, содержащий этилен, этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения выходили.

В одном варианте реализации изобретения поток жидкого поглотителя содержит уксусную кислоту или состоит из нее. В другом варианте реализации изобретения поток жидкого поглотителя содержит воду или состоит из нее. Еще в одном варианте реализации изобретения жидкий поглотитель может представлять собой другую жидкость, способную поглощать винилацетат из выходящего потока МВА, которую можно извлекать из зоны очистки, как описано ниже, и при желании рециркулировать (использовать повторно) в зоне отделения винилацетата. Примеры подходящих жидких поглотителей как правило представляют собой кислородсодержащие высококипящие органические растворители, в том числе сульфоланы; гликоли, такие как этиленгликоль и пропиленгликоль и их (ди)ацетаты, простые эфиры и диглициды; N-метилпирролидон; фенол и замещенные фенолы; а также «тяжелые фракции», которые также образуются в качестве побочных продуктов в процессах, описываемых в данном документе, такие как уксусный альдегид, этилацетат и их комбинации. Соответственно, эти жидкие поглотители извлекают в зоне очистки винилацетата, как описано ниже, и по меньшей мере частично возвращают в зону отделения («промывания») винилацетата.

В одном варианте реализации изобретения пятый поток подают в зону очистки для получения седьмого потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, и восьмого потока, содержащего концентрированный винилацетат, а также одного или большего количества потоков, содержащих воду и/или поглотитель, а также в качестве варианта другие соединения, такие как

уксусный альдегид и этилацетат. В одном варианте реализации изобретения весь седьмой поток, содержащий концентрированную уксусную кислоту, или по меньшей мере его часть используют в качестве потока жидкого поглотителя в зоне промывания, как описано выше.

Присутствие воды в исходных материалах МВА нежелательно, поскольку оно приводит к гидролизу винилацетата на уксусный альдегид и уксусную кислоту. Поскольку во время реакции МВА образуется вода, уксусную кислоту, как правило, высушивают путем подачи в секцию выделения (очистки) продукта реакции, а затем высушенная уксусная кислота может рециркулировать в реактор МВА. Соответственно, в одном варианте реализации изобретения весь седьмой поток, содержащий концентрированную уксусную кислоту, или по меньшей мере его часть используют в качестве потока исходного материала, содержащего концентрированную уксусную кислоту, подаваемого во вторую реакционную зону.

Как упомянуто выше, парообразный выходящий поток из этапа промывания МВА, как правило, содержит непрореагировавший этилен, непрореагировавший этан и диоксид углерода. Предпочтительно этот поток сначала проходит этап удаления диоксида углерода для получения потока, содержащего этилен и этан, который затем можно разделить на поток, обогащенный этиленом, и поток, обогащенный этаном. Поток, обогащенный этиленом, можно отводить в качестве продукта и после необязательной дополнительной очистки складировать для продажи или использовать в другом процессе преобразования. В альтернативном или дополнительном варианте весь поток, обогащенный этиленом, или по меньшей мере его часть может рециркулировать на этап реакции МВА. В альтернативном или дополнительном варианте весь поток, обогащенный этаном, или по меньшей мере его часть может рециркулировать на этап реакции ОДГ. Таким образом, в одном варианте реализации изобретения шестой поток, содержащий этилен и этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения, подают в зону удаления диоксида углерода для удаления диоксида углерода и в качестве варианта легких конденсируемых соединений для получения девятого потока, обогащенного этаном и этиленом. В одном

варианте реализации изобретения весь указанный девятый поток, обогащенный этаном и этиленом, или по меньшей мере его часть рециркулирует в качестве исходного материала в первую реакционную зону (ОДГ). В одном варианте реализации изобретения указанный девятый поток, обогащенный этаном и этиленом, дополнительно разделяют в установке разделения этана/этилена для получения десятого потока, обогащенного этаном, и одиннадцатого потока, обогащенного этиленом. В одном варианте реализации изобретения весь указанный десятый поток, обогащенный этаном, или по меньшей мере его часть рециркулирует в первую реакционную зону. В одном варианте реализации изобретения весь указанный одиннадцатый поток, обогащенный этиленом, или по меньшей мере его часть рециркулирует во вторую реакционную зону. Возможна также любая комбинация описанных выше этапов рециркуляции потоков, обогащенных этаном, этиленом или ими обоими.

На этапе ОДГ способа по данному изобретению кислород и этан можно подавать в реактор вместе или по отдельности. То есть, в реактор можно подавать один или большее количество потоков исходного материала, соответственно газовых потоков, содержащих один или большее количество из указанных 2 компонентов. Например, в реактор можно подавать один поток исходного материала, содержащий кислород и этан. В альтернативном варианте в реактор можно подавать два или большее количество потоков исходного материала, соответственно газовых потоков, эти потоки исходного материала могут образовывать объединенный поток внутри реактора. Например, в реактор можно отдельно подавать один поток исходного материала, содержащий кислород, и другой поток исходного материала, содержащий этан. Кроме того, на этапе ОДГ способа по данному изобретению, соответственно во время соприкосновения кислорода и этана с катализатором ОДГ температура составляет от 300 °С до 500 °С. Более предпочтительно указанная температура составляет от 310 °С до 450 °С, более предпочтительно от 320 °С до 420 °С, наиболее предпочтительно от 330 °С до 420 °С.

К тому же, на упомянутом выше этапе ОДГ, соответственно во время соприкосновения кислорода и этана с катализатором ОДГ, как

правило, давление составляет 0,1–30 бар абс. или 0,1–20 бар абс. (то есть, «бар абсолютного давления»). Кроме того, предпочтительно указанное давление составляет от 0,1 бар абс. до 15 бар абс., более предпочтительно от 1 бар абс. до 8 бар абс., наиболее предпочтительно от 3 бар абс. до 8 бар абс. Продукт упомянутого выше этапа ОДГ содержит дегидрированный эквивалент этана, то есть, этилен. На указанном этапе первоначально образуется этилен. Однако на том же указанном этапе этилен может окисляться далее в тех же условиях до соответствующей карбоновой кислоты, то есть уксусной кислоты. В дополнение к кислороду и этану в реактор ОДГ можно подавать также инертный газ. Указанный инертный газ может быть выбран из группы, состоящей из благородных газов и азота (N_2). Предпочтительно инертный газ представляет собой азот или аргон, более предпочтительно азот. Указанный кислород представляет собой окислитель, вызывающий окислительное дегидрирование этана. Указанный кислород может происходить из любого источника, такого как, например, воздух. Подходящие диапазоны молярного отношения кислорода к этану составляют от 0,01 до 1, более предпочтительно от 0,05 до 0,5. Указанное отношение кислорода к этану представляет собой отношение перед соприкосновением кислорода и этана с катализатором. Другими словами, указанное отношение кислорода к этану представляет собой отношение подаваемого кислорода к подаваемому этану. Очевидно, что после контакта с катализатором по меньшей мере часть кислорода и этана расходуется.

Катализаторы окислительного дегидрирования, подходящие для использования по данному изобретению, не имеют особых ограничений и могут включать любой катализатор окислительного дегидрирования (оксидегидрирования) этана. Количество такого катализатора не имеет существенного значения. Предпочтительно использовать каталитически эффективное количество катализатора, то есть, количество, достаточное для ускорения реакции оксидегидрирования этана.

Примеры подходящего катализатора окислительного дегидрирования включают, но без обязательного ограничения, один или большее количество смешанных металлооксидных катализаторов,

содержащих в качестве металлов молибден, ванадий, ниобий и в качестве варианта теллур, и могут иметь следующую формулу:



где:

a , b , c и n представляют отношение молярного количества рассматриваемого элемента к молярному количеству молибдена (Mo);

a (для V) составляет от 0,01 до 1, предпочтительно от 0,05 до 0,60, более предпочтительно от 0,10 до 0,40, более предпочтительно от 0,20 до 0,35, наиболее предпочтительно от 0,25 до 0,30;

b (для Te) составляет 0 или от >0 до 1, предпочтительно от 0,01 до 0,40, более предпочтительно от 0,05 до 0,30, более предпочтительно от 0,05 до 0,20, наиболее предпочтительно от 0,09 до 0,15;

c (для Nb) составляет от >0 до 1, предпочтительно от 0,01 до 0,40, более предпочтительно от 0,05 до 0,30, более предпочтительно от 0,10 до 0,25, наиболее предпочтительно от 0,14 до 0,20; и

n (для O) представляет собой число, определяемое валентностью и частотой элементов, отличающихся от кислорода.

В качестве варианта слой катализатора может содержать более одного катализатора окислительного дегидрирования. Например, в одном варианте реализации изобретения слой катализатора может содержать множество катализаторов окислительного дегидрирования, имеющих различные уровни активности (например, так, чтобы уровень активности изменялся по длине трубы реактора). Кроме того, если это желательно, слой катализатора может дополнительно содержать инертный материал (например, разбавляющий слой катализатора и/или уменьшающий его активность).

Предпочтительно, катализатор окислительного дегидрирования гетерогенен и имеет форму частиц. Кроме того, предпочтительно указанный гетерогенный катализатор пористый, конкретно он представляет собой пористый катализатор, состоящий из твердых частиц.

Реактор ОДГ, который можно использовать на упомянутом выше

этапе ОДГ, может представлять собой любой реактор, в том числе реактор с неподвижным слоем катализатора и реактор с псевдоожиженным слоем катализатора. Соответственно, реактор представляет собой реактор с неподвижным слоем катализатора. Примеры способов оксидегидрирования, в том числе катализаторы и условия технологического процесса, описаны, например, в упомянутых выше документах US7091377, WO2003064035, US20040147393, WO2010096909 и US20100256432.

Способ МВА, описываемый в данном документе, как правило выполняется путем совместной подачи потока, содержащего пары уксусной кислоты и этилен в предпочтительном молярном отношении этилен:уксусная кислота в диапазоне от 2:1 до 4:1, вместе с кислородом в концентрации предпочтительно максимум 9% об. от общего объема исходных газов процесса МВА, в присутствии катализатора, активного для получения винилацетата. Подходящие катализаторы для окислительного преобразования этилена и уксусной кислоты в винилацетат известны в данной области техники и, как правило, содержат палладий без подложки или на подложке (например, на кремнеземе или глиноземе). Как правило, подходящие катализаторы МВА дополнительно содержат один или большее количество щелочнометаллических промоторов, например, ацетат натрия или калия, и в качестве варианта сопромотор, такой как золото и/или кадмий. Давление, как правило, находится в диапазоне от 5 бар абс. до 8 бар абс., а температура, как правило, находится в диапазоне 100–250 °С, предпочтительно в диапазоне от 160 °С до 180 °С. Как правило, для того, чтобы компенсировать потери щелочного промотора катализатора МВА, совместно с исходными уксусной кислотой/этиленом подают соль уксусной кислоты. Реактор МВА, который можно использовать на упомянутом выше этапе ОДГ, может представлять собой любой реактор, в том числе реактор с неподвижным слоем катализатора и реактор с псевдоожиженным слоем катализатора. Подходящим реактором является реактор с неподвижным слоем катализатора.

Данное изобретение дополнительно относится к реакционной системе, которая пригодна для выполнения способов ОДГ и МВА, описываемых в данном документе, более конкретно, к конфигурации

винилацетата (МВА) и конфигурации окислительного дегидрирования (ОДГ) комплексной реакционной системы, содержащей

первую реакционную зону, содержащую

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего этан,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего кислород, и

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока из первой реакционной зоны,

установку фильтрации пара, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока из первой реакционной зоны,

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока с низким содержанием воды из установки фильтрации пара, и

выпускной патрубок для выпуска воды из зоны отделения винилацетата,

вторую реакционную зону, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока с низким содержанием воды из установки фильтрации пара,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего кислород,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, и

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока из второй реакционной зоны,

зону отделения винилацетата, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока из второй реакционной зоны,

в качестве варианта впускной патрубок для приема потока промывной жидкости,

выпускной патрубок для выпуска потока жидкости, обогащенной винилацетатом, из зоны отделения винилацетата, и

выпускной патрубок для выпуска газообразного потока с низким содержанием винилацетата из зоны отделения винилацетата,

зону очистки, содержащую

впускной патрубок для приема потока жидкости, обогащенной

винилацетатом, из зоны отделения винилацетата,

выпускной патрубок для выпуска потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, из зоны очистки, и

выпускной патрубок для выпуска потока, содержащего концентрированный винилацетат, из зоны очистки, и

один или большее количество выпускных патрубков для выпуска дополнительных соединений, и

в качестве варианта зону удаления диоксида углерода, содержащую

впускной патрубок для приема газообразного потока с низким содержанием винилацетата из зоны отделения винилацетата, и

выпускной патрубок для выпуска потока с низким содержанием диоксида углерода из указанной зоны удаления диоксида углерода, и

в качестве варианта установку разделения этана/этилена, содержащую

впускной патрубок для приема газообразного потока с низким содержанием диоксида углерода из зоны удаления диоксида углерода,

выпускной патрубок для выпуска потока, обогащенного этиленом, из указанной установки разделения этана/этилена, и

выпускной патрубок для выпуска потока, обогащенного этаном, из указанной установки разделения этана/этилена.

Как показано на фиг. 1–3, секция винилацетата, содержащая установку (13) реакции винилацетата, зону (17) промывания и зону (19) очистки, может быть вставлена между установкой фильтрации пара (5) и установкой (21) удаления CO_2 существующего оборудования (цеха) окислительного дегидрирования алканов. Как правило, такая конструкция комплекса подразумевает устройство, такое как обводная линия (30) для обхода установки реакции винилацетата, позволяющее получать с помощью (только) окислительного дегидрирования в подходящих условиях этилен и уксусную кислоту по рыночной спецификации, когда процесс МВА не используют.

Соответственно, в одном варианте реализации изобретения оборудование, описываемое в данном документе, содержит

устройство для обхода второй реакционной зоны, при этом указанное устройство содержит устройство непосредственной подачи обезвоженного выходящего потока ОДГ из установки фильтрации пара (5) в зону отделения МВА и/или зону удаления диоксида углерода (и следующую установку разделения этана/этилена). В контексте данного документа такое «устройство», как правило, содержит трубопровод для гидравлического соединения выпускного патрубка с впускным патрубком соответствующего оборудования и/или элементов и, если это необходимо, может дополнительно содержать устройства, например, для сжатия потоков в таких трубопроводах.

В контексте данного документа «непосредственную подачу в зону отделения МВА и/или зону удаления диоксида углерода» следует понимать как подразумевающую, что выходящий поток из секции обезвоживания не подается или по существу не подается в установку реакции винилацетата и не реагирует в ней; хотя сохраняется возможность наличия элементов технологического процесса, отличных от элементов секции МВА между установкой фильтрации пара для выходящего потока ОДГ и зоной отделения МВА и/или зоной удаления диоксида углерода.

В данном изобретении любое количество диоксида углерода может удаляться из потоков, содержащих диоксид углерода любым из широко известных способов в зоне удаления диоксида углерода, содержащей одну или большее количество установок удаления диоксида углерода. Подходящий агент для удаления диоксида углерода, который можно подавать в установку удаления диоксида углерода, может представлять собой водный раствор основания, например, гидроксида натрия или амина. После такого удаления диоксида углерода поток необходимо высушить в сушильной установке, удаляющей остатки воды из потока. Соприкосновение водного раствора амина с потоком, содержащим диоксид углерода, предпочтительно в случае, когда количество диоксида углерода относительно велико. Соприкосновение водного раствора гидроксида натрия с потоком, содержащим диоксид углерода, предпочтительно в случае, когда концентрация диоксида углерода относительно низка, или в качестве второго этапа удаления диоксида углерода в случае, когда выходящий поток ОДГ этана, сначала обработанный

водным раствором амина, все еще содержит некоторые остатки диоксида углерода.

Зона очистки винилацетата в целом представляет собой комбинацию устройств, выполненных для (азеотропной) дистилляции винилацетата и воды с последующим сливом и очисткой, а также удаления легких фракций (уксусного альдегида) и тяжелых фракций (этил(ди)ацетата) путем дистилляции.

Отделение этана от этилена в («девятом») газообразном потоке с низким содержанием диоксида углерода, получаемом на этапе реакция МВА, как правило, выполняют с помощью криогенной дистилляции, в ходе которой указанный поток охлаждают до жидкого состояния, затем дистиллируют при различных температурах кипения компонентов. Другие подходящие не криогенные способы разделения этана и этилена включают адсорбцию с перепадом давления и адсорбцию с перепадом температуры, в которых компоненты газообразного потока селективно адсорбируются или поглощаются поглощающим или адсорбирующим материалом в зависимости от их сродства к указанному материалу при данном давлении или температуре, и селективно выделяются при изменении указанного давления или температуры; мембранную фильтрацию, которая основана на разнице скорости фильтрации сквозь мембрану; и комбинации таких способов, например, фильтрацию с перепадом давления.

Установка фильтрации пара может представлять собой любое устройство фильтрации пара, способное селективно удалять воду из парообразного выходящего потока первой реакционной зоны (ОДГ), и специалист способен выбрать подходящие материалы мембраны, а также условия температуры и давления.

В контексте данного документа зона промывания может представлять собой любое устройство, подходящее для соприкосновения газообразного или парообразного выходящего потока МВА с потоком воды или другого жидкого поглотителя с целью отделения винилацетата и других конденсируемых веществ. Это может быть, например, поглотительная или промывная колонна, имеющая впускные патрубки для приема выходящего потока МВА и для потока поглотителя, в которой указанный выходящий поток подают в

нижнюю зону насадочной или тарельчатой колонны, а жидкий поглотитель подают в верхнюю зону указанной колонны, причем жидкий поглотитель поглощает винилацетат посредством непосредственного соприкосновения поднимающегося потока пара и опускающегося поглотителя.

Реакционная система, описываемая в данном документе, может дополнительно содержать устройство рециркуляции потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, из зоны очистки во вторую реакционную зону или в зону отделения винилацетата (МВА).

Реакционная система, описываемая в данном документе, может дополнительно содержать устройство рециркуляции восстановленного поглотителя из зоны очистки в зону отделения винилацетата (МВА).

Реакционная система, описываемая в данном документе, может дополнительно содержать устройство рециркуляции потока, содержащего этилен, из установки разделения этана/этилена во вторую реакционную зону.

Реакционная система, описываемая в данном документе, может дополнительно содержать устройство рециркуляции потока, содержащего этан, из установки разделения этана/этилена в первую реакционную зону.

Реакционная система, описываемая в данном документе, может дополнительно содержать устройство рециркуляции потока с низким содержанием диоксида углерода из зоны удаления диоксида углерода в первую реакционную зону.

Комбинации двух или большего количества указанных выше вариантов реализации изобретения также входят в объем данного изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

На фиг. 1 представлено схематическое изображение технологической схемы для окислительного гидрирования этилена и получения винилацетата согласно варианту реализации данного изобретения. В технологической схеме по фиг. 1 поток (1), содержащий этан, и поток (2), содержащий кислород, подают в первую реакционную установку (3) (оксидегидрирования). Поток (4), содержащий этилен, непрореагировавший этан, уксусную

кислоту и воду, покидает установку (3) оксидегидрирования и подается в установку (5) фильтрации пара для получения потока (7) водяного пара и обезвоженного потока (8), содержащего этилен, этан и уксусную кислоту. Обезвоженный поток (8), содержащий этилен, этан и уксусную кислоту подают во вторую реакционную установку (13) (винилацетата; «МВА») вместе с потоком (14), содержащим кислород. Поток (15), содержащий концентрированную уксусную кислоту, также подают в реакционную установку (13) винилацетата. Этот поток (15), содержащий концентрированную уксусную кислоту, может содержать концентрированную уксусную кислоту, получаемую в виде потока (27) из секции очистки винилацетата.

Выходящий поток (16) реакционной установки (13) винилацетата подают в зону (17) отделения винилацетата, которая может представлять собой либо конденсатор, либо промывное устройство, в которое в виде потока (31) подают жидкий промывной агент. Поток (18) жидкости, содержащий винилацетат, уксусную кислоту, воду, в качестве варианта промывной и другие необязательные компоненты (как правило, тяжелые компоненты, такие как ацетальдегид и этилацетат), покидает зону (17) промывания винилацетата, а затем подается в зону (19) очистки винилацетата. В зоне (19) очистки поток (18) разделяют на поток (26) концентрированного винилацетата, поток (27) концентрированной уксусной кислоты и один или большее количество потоков (28), содержащих воду и побочные продукты, такие как уксусный альдегид и этилацетат. Как упомянуто выше, весь поток (27) концентрированной уксусной кислоты или по меньшей мере его часть можно использовать в качестве потока (15) исходного материала для второй реакционной установки (13) (винилацетата). Как дополнительно показано на фиг. 1, в дополнительном или альтернативном варианте поток (27) концентрированной уксусной кислоты может рециркулировать в качестве промывного агента в зону (17) промывания винилацетата. Поток (20), содержащий этан, этилен и диоксид углерода, покидающий зону (17) промывания винилацетата, можно подавать в зону (21) удаления диоксида углерода для получения потока (21а) диоксида углерода и потока

(22), содержащего этан и этилен, с низким содержанием диоксида углерода.

На фиг. 2 представлено схематическое изображение технологической схемы для окислительного гидрирования этилена и получения винилацетата согласно другому варианту реализации данного изобретения. В технологической схеме по фиг. 2 поток (1), содержащий этан, и поток (2), содержащий кислород, подают в первую реакционную установку (3) (оксидегидрирования). Поток (4), содержащий этилен, непрореагировавший этан, уксусную кислоту и воду, покидает установку (3) оксидегидрирования и подается в установку (5) фильтрации пара для получения потока (7) водяного пара и обезвоженного потока (8), содержащего этилен, этан и уксусную кислоту. Обезвоженный поток (8), содержащий этилен, этан и уксусную кислоту подают во вторую реакционную установку (13) (винилацетата; «МВА») вместе с потоком (14), содержащим кислород. Поток (15), содержащий концентрированную уксусную кислоту, также подают в реакционную установку (13) винилацетата. Этот поток (15), содержащий концентрированную уксусную кислоту, может содержать концентрированную уксусную кислоту, получаемую в виде потока (27) из секции очистки винилацетата.

Выходящий поток (16) реакционной установки (13) винилацетата подают в зону (17) отделения винилацетата, которая может представлять собой либо конденсатор, либо промывное устройство, в которое в виде потока (31) подают жидкий промывной агент. Поток (18) жидкости, содержащий винилацетат, уксусную кислоту, воду, в качестве варианта промывной и другие необязательные компоненты (как правило, тяжелые компоненты, такие как ацетальдегид и этилацетат), покидает зону (17) промывания винилацетата, а затем подается в зону (19) очистки винилацетата. В зоне (19) очистки поток (18) разделяют на поток (26) концентрированного винилацетата, поток (27) концентрированной уксусной кислоты и один или большее количество потоков (28), содержащих воду и побочные продукты, такие как уксусный альдегид и этилацетат. Как упомянуто выше, весь поток (27) концентрированной уксусной кислоты или по меньшей мере его

часть можно использовать в качестве потока (15) исходного материала для второй реакционной установки (13) (винилацетата). Если используют поглотитель в качестве потока (31) промывного агента для зоны (17) отделения МВА, указанный поглотитель можно извлекать в виде потока (29) из зоны (19) очистки и по меньшей мере частично использовать повторно в потоке (31) промывного агента для зоны (17) отделения МВА.

Как дополнительно показано на фиг. 2, в дополнительном или альтернативном варианте поток (27) концентрированной уксусной кислоты может рециркулировать в качестве промывного агента в зону (17) отделения (промывания) винилацетата. Поток (20), содержащий этан, этилен и диоксид углерода, покидающий зону (17) промывания винилацетата, подают в зону (21) удаления диоксида углерода для получения потока (21a) диоксида углерода и потока (22), содержащего этан и этилен, с низким содержанием диоксида углерода. Поток (22), содержащий этилен и этан, можно (частично) использовать повторно в качестве потока (1) исходных материалов для реакционной зоны (3) ОДГ. В альтернативном или дополнительном варианте поток (22), содержащий этилен и этан, можно подавать в установку (23) разделения этана/этилена для получения потока (24), обогащенного этиленом, и потока (25), обогащенного этаном. Поток (24), обогащенный этиленом, можно отводить в качестве продукта для продажи или можно использовать повторно (не показано) в качестве потока исходных материалов для реакционной зоны (13) МВА. Поток (25), обогащенный этаном, покидающий установку (23) разделения этана/этилена, может по меньшей мере частично рециркулировать (не показано) в первую реакционную зону (3) (окислительного дегидрирования).

На фиг. 3 представлено схематическое изображение технологической схемы для окислительного гидрирования этилена и получения винилацетата согласно другому варианту реализации данного изобретения. В технологической схеме по фиг. 3, в дополнение к потокам и элементам технологического процесса, уже описанным на фиг. 1 и 2, возможно (частично) обходить вторую реакционную установку (13) (МВА) и вторую зону (17) отделения, частично подавая весь обезвоженный выходящий поток (8) из

установки (5) фильтрации пара или его часть непосредственно в зону (17) отделения винилацетата и/или зону (21) удаления диоксида углерода через линию (30), и извлекать уксусную кислоту в зоне (19) очистки. Это позволяет комплексной системе ОДГ-МВА, описываемой в данном документе, (дополнительно) производить уксусную кислоту по рыночной спецификации, когда производство МВА не работает.

Специалисту будет ясно, что в качестве принципиальных схем эти фигуры не показывают все необходимые входы, выходы, возвратные потоки и т.п., которые могут присутствовать в реакционной системе. Кроме того, как будет понятно, на фигурах элементы могут быть добавлены, заменены и/или исключены так, чтобы представить любое количество дополнительных вариантов реализации изобретения. Кроме того, как будет понятно, пропорции и относительный масштаб элементов, представленных на указанных фигурах, предназначены для иллюстрации вариантов реализации данного изобретения и не должны рассматриваться как имеющие ограничительный характер. К тому же, следует понимать, что ориентация и конфигурация, показанные на фиг. 1–3, не предназначены для ограничения или полного охвата всех возможных ориентаций/конфигураций, а напротив они предназначена лишь для представления примеров, иллюстрирующих идею данного изобретения.

В таблице, представленной ниже, показано, как «первый», «второй» и т.д. потоки, упомянутые в формуле изобретения и описании, соответствуют арабским числовым обозначениям на фиг. 1–3.

«первый»	4
«второй»	7
«третий»	8
«четвертый»	16
«пятый»	18
«шестой»	20
«седьмой»	27
«восьмой»	26
«девятый»	22

«десятый»	25
«одиннадцатый»	24

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Комплексный способ получения этилена и винилацетата (МВА), включающий следующие этапы:

соприкосновение в первой реакционной зоне потока газа, содержащего этан и в качестве варианта этилен, с потоком газа, содержащего кислород, в присутствии катализатора в условиях окислительного дегидрирования с получением первого потока продуктов, содержащего этан, этилен; уксусную кислоту и воду, а также в качестве варианта другие соединения,

разделение указанного первого потока продуктов в установке фильтрации пара на второй поток, содержащий воду, и третий поток, содержащий этан, этилен, уксусную кислоту и в качестве варианта другие газообразные соединения,

соприкосновение во второй реакционной зоне всего или по меньшей мере части указанного третьего потока с потоком, содержащим концентрированную уксусную кислоту, и с потоком газа, содержащего кислород, в присутствии катализатора МВА с получением четвертого потока продуктов, содержащего винилацетат, уксусную кислоту, этан, этилен, воду, диоксид углерода и в качестве варианта другие соединения,

разделение указанного четвертого потока продуктов в зоне отделения винилацетата на пятый поток, содержащий винилацетат, уксусную кислоту, воду и в качестве варианта другие конденсируемые соединения, и шестой поток, содержащий этилен, этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения, и

извлечение винилацетата и указанного пятого потока.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что зона отделения винилацетата содержит конденсатор.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что зона отделения винилацетата представляет собой зону промывания, в которой четвертый поток продуктов соприкасается с потоком воды или жидкого поглотителя с получением пятого потока, содержащего винилацетат, уксусную кислоту, воду и/или поглотитель и в качестве варианта другие конденсируемые соединения, и шестого потока, содержащего этилен, этан, диоксид углерода и в качестве

варианта другие газообразные соединения.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что указанный пятый поток подают в зону очистки для получения седьмого потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, и восьмого потока, содержащего концентрированный винилацетат, а также одного или большего количества потоков, содержащих воду и/или поглотитель, а также в качестве варианта другие соединения.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что весь седьмой поток, содержащий концентрированную уксусную кислоту, или по меньшей мере его часть используют в качестве потока исходного материала, содержащего концентрированную уксусную кислоту, подаваемого во вторую реакционную зону.

6. Способ по любому из пунктов 3-5, отличающийся тем, что шестой поток, содержащий этилен и этан, диоксид углерода и в качестве варианта другие газообразные соединения, подают в зону удаления диоксида углерода для удаления диоксида углерода и в качестве варианта легких конденсируемых соединений для получения девятого потока, обогащенного этаном и этиленом.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что весь указанный девятый поток, обогащенный этаном и этиленом, или по меньшей мере его часть возвращают в первую реакционную зону.

8. Способ по п. 6 или 7, отличающийся тем, что указанный девятый поток, обогащенный этаном и этиленом, разделяют в установке разделения этана/этилена для получения десятого потока, обогащенного этаном, и одиннадцатого потока, обогащенного этиленом.

9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что весь десятый поток, обогащенный этаном, или по меньшей мере его часть рециркулирует в первую реакционную зону и/или весь одиннадцатый поток, обогащенный этиленом, или по меньшей мере его часть рециркулирует во вторую реакционную зону.

10. Реакционная система окислительного дегидрирования этана и сопутствующего получения винилацетата, содержащая
первую реакционную зону, содержащую
впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего этан,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего кислород, и

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока из первой реакционной зоны,

установку фильтрации пара, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока из первой реакционной зоны,

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока с низким содержанием воды из установки фильтрации пара, и

выпускной патрубок для выпуска воды из зоны отделения винилацетата,

вторую реакционную зону, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока с низким содержанием воды из установки фильтрации пара,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего кислород,

впускной патрубок для приема исходного потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, и

выпускной патрубок для выпуска выходящего потока из второй реакционной зоны,

зону отделения винилацетата, содержащую

впускной патрубок для приема выходящего потока из второй реакционной зоны,

в качестве варианта впускной патрубок для приема потока промывной жидкости,

выпускной патрубок для выпуска потока жидкости, обогащенной винилацетатом, из зоны отделения винилацетата, и

выпускной патрубок для выпуска газообразного потока с низким содержанием винилацетата из зоны отделения винилацетата,

зону очистки, содержащую

впускной патрубок для приема потока жидкости, обогащенной винилацетатом, из зоны отделения винилацетата,

выпускной патрубок для выпуска потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, из зоны очистки, и

выпускной патрубок для выпуска потока, содержащего концентрированный винилацетат, из зоны очистки, и

один или большее количество выпускных патрубков для выпуска дополнительных соединений, и

в качестве варианта зону удаления диоксида углерода, содержащую

впускной патрубок для приема газообразного потока с низким содержанием винилацетата из зоны отделения винилацетата, и

выпускной патрубок для выпуска потока с низким содержанием диоксида углерода из указанной зоны удаления диоксида углерода,

и

в качестве варианта установку разделения этана/этилена, содержащую

впускной патрубок для приема газообразного потока с низким содержанием диоксида углерода из зоны удаления диоксида углерода,

выпускной патрубок для выпуска потока, обогащенного этиленом, из указанной установки разделения этана/этилена, и

выпускной патрубок для выпуска потока, обогащенного этаном, из указанной установки разделения этана/этилена.

11. Система по п. 10, дополнительно содержащая

устройство рециркуляции потока, содержащего концентрированную уксусную кислоту, из зоны очистки во вторую реакционную зону, и/или

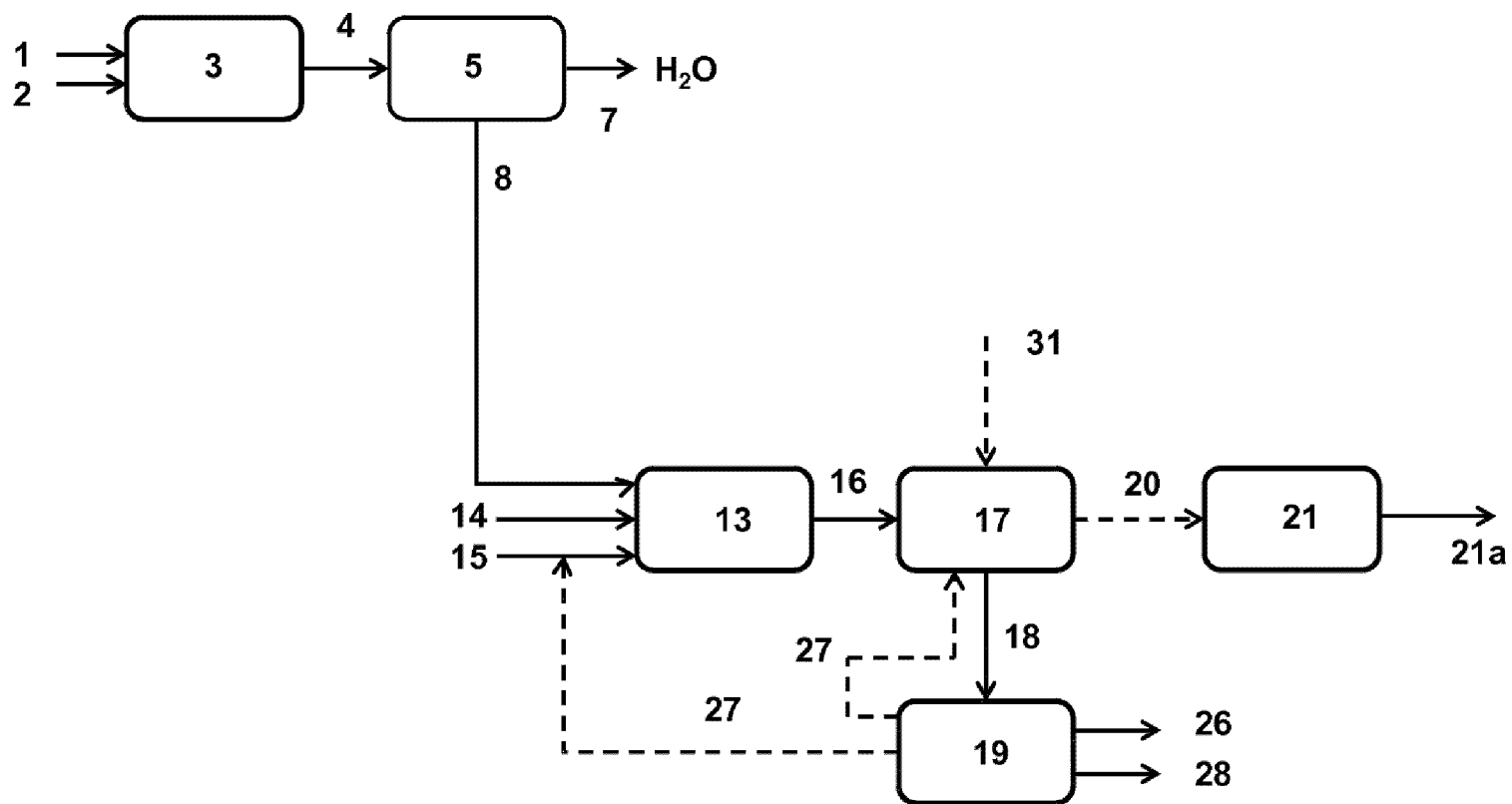
устройство рециркуляции потока, обогащенного этиленом, из установки разделения этана/этилена во вторую реакционную зону, и/или

устройство рециркуляции потока, содержащего этан, из установки разделения этана/этилена в первую реакционную зону.

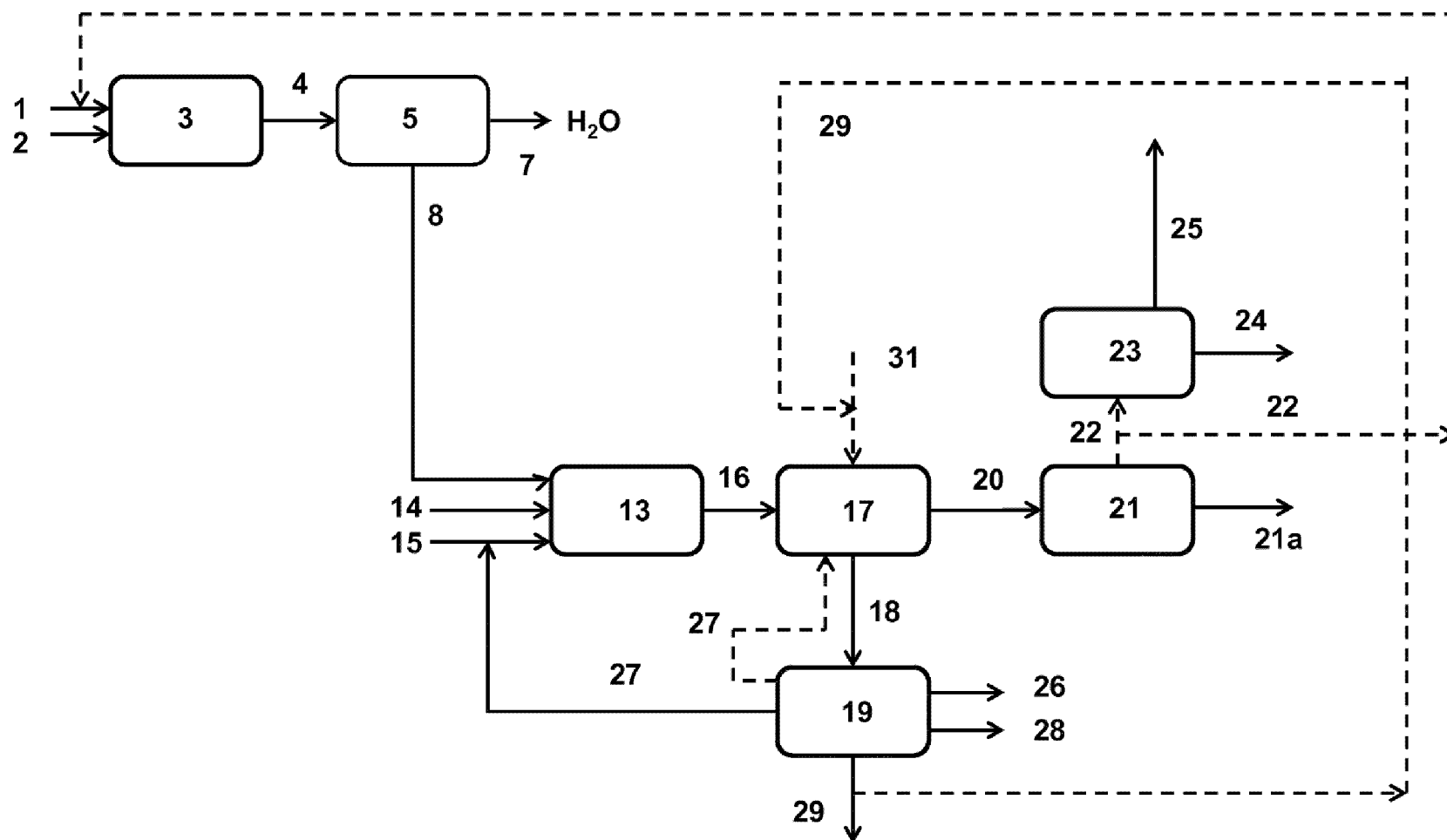
12. Система по п. 10 или 11, дополнительно содержащая устройство для обхода второй реакционной зоны и зоны отделения винилацетата, при этом указанное устройство содержит устройство непосредственной подачи обезвоженного выходящего потока из установки фильтрации пара в зону отделения винилацетата и/или зону удаления диоксида углерода.

По доверенности

Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

