

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033888**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.05

(51) Int. Cl. *C07C 5/09* (2006.01)
C07C 11/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201791958

(22) Дата подачи заявки
2016.05.12

(54) **СПОСОБ СЕЛЕКТИВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА В ЭТИЛЕН**

(31) **14/725,629**

(56) US-A-4571442
GB-A-871804
US-A1-20050049445

(32) **2015.05.29**

(33) **US**

(43) **2018.01.31**

(86) **PCT/US2016/032013**

(87) **WO 2016/195954 2016.12.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЮОП ЛЛК (US)

(72) Изобретатель:
**Мезера Винсент Дж., Воскобойников
Тимур В. (US)**

(74) Представитель:
Воль О.И., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Описан способ селективного гидрирования. Способ включает растворение ацетилен и водорода в растворителе с образованием жидкого сырьевого потока. Растворитель содержит смесь полярного органического растворителя и неполярного органического растворителя. Жидкий сырьевой поток приводится в контакт с гетерогенным катализатором селективного гидрирования на носителе в условиях селективного гидрирования для превращения по меньшей мере части ацетилен в этилен с образованием жидкой реакционной смеси, содержащей полученный этилен.

B1

033888

033888

B1

Заявление о приоритете

Данная заявка испрашивает приоритет по заявке США № 14/725629, которая была подана 29 мая 2015, полное содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Уровень техники изобретения

Легкие олефиновые материалы, в том числе этилен и пропилен, составляют большую часть мирового спроса в нефтехимической промышленности. Легкие олефины используются в производстве многочисленных химических продуктов посредством полимеризации, олигомеризации, алкилирования и других хорошо известных химических реакций. Эти легкие олефины являются необходимыми исходными материалами для современной нефтехимической и химической промышленности для производства таких продуктов, как полиэтилен. В связи с этим, получение экономичным образом больших количеств легких олефиновых материалов находится в центре внимания в нефтехимической промышленности.

Получение легких олефинов и, в частности, этилена может осуществляться с помощью процессов парового или каталитического крекинга. Процессы крекинга получают углеводороды с большей молекулярной массой, например, парафины, и превращают углеводороды с большей молекулярной массой в углеводородные продукты с меньшей молекулярной массой. Основным продуктом является этилен. Однако существует множество других химических соединений, образующихся в процессе. Среди множества побочных продуктов присутствуют водород, метан, ацетилен и этан.

Традиционно, крекинг нефти служит самым большим источником этилена, за ним следует пиролиз, крекинг или дегидрирование этана и пропана. Однако из-за большого спроса на этилен и другие легкие олефиновые материалы стоимость этого традиционного сырья неуклонно возрастает.

Энергопотребление является другим стоимостным фактором, влияющим на пиролитическое получение химических продуктов из различных видов сырья. За последние несколько десятилетий эффективность процесса пиролиза значительно улучшилась, что снижает стоимость производства.

Предпринятые недавно попытки снизить затраты на получение легких олефинов включают использование альтернативных процессов и/или потоков сырья. В одном подходе углеводородные оксигенаты и более конкретно метанол или простой диметиловый эфир (DME) используют в качестве альтернативного сырья для получения легких олефиновых продуктов. Оксигенаты могут быть получены из таких широкодоступных материалов, как уголь, природный газ, утилизируемый пластик, различные углеродные промышленные отходы и различные продукты и побочные продукты сельскохозяйственного производства. Получение метанола и других оксигенатов из этих типов сырья хорошо разработано и обычно включает применение одного или более широко известных процессов, таких как производство синтез-газа с использованием никелевого или кобальтового катализатора на стадии парового реформинга, за которой следует стадия синтеза метанола при относительно высоком давлении с использованием катализатора на основе меди.

После образования оксигенатов способ включает каталитическое превращение оксигенатов, таких как метанол, в желаемые легкие олефиновые продукты в процессе превращения оксигенатов в олефины (ОТО). Способы превращения оксигенатов, таких как метанол, в легкие олефины (МТО), описаны в патенте US 4387263, раскрывающем способ, в котором используется зона каталитической конверсии, содержащая катализатор цеолитного типа. Этот косвенный способ получения часто связан с ростом энергозатрат и стоимости, что часто уменьшает преимущества, полученные при использовании менее дорогого сырьевого материала.

Другой альтернативный способ получения этилена включает использование пиролиза для превращения природного газа в этилен. В патенте US 7183451 описано нагревание природного газа до температуры, при которой некоторая часть превращается в водород и углеводородный продукт, такой как ацетилен или этилен. Далее поток продукта гасят, чтобы остановить дальнейшую реакцию, и затем вводят в реакцию в присутствии катализатора для образования жидкостей, подлежащих транспортировке.

Аналогичный способ описан в патенте US 7208647, в котором природный газ сжигается в условиях, подходящих для конверсии природного газа преимущественно в этилен и ацетилен. Ацетилен в потоке газообразных продуктов отделяют от остальных продуктов и превращают в этилен.

Предпринятые недавно усилия сосредоточены на использовании сверхзвуковых реакторов для пиролиза природного газа в ацетилен. Например, в публикации патента US 2014/0058149 описан реактор, в котором топливо сжигается и ускоряется до сверхзвуковой скорости. Природный газ вводится в реактор ниже по потоку от сверхзвукового потока газообразных продуктов горения, и природный газ превращается в ацетилен в качестве промежуточного продукта. Реакцию гасят жидкостью для прекращения реакции, и ацетилен может быть превращен в целевой продукт - этилен в зоне гидрирования.

Независимо от того, является ли ацетилен нежелательным побочным продуктом или одним из целевых продуктов, он будет необратимо связываться со многими катализаторами ниже по потоку, в частности с катализаторами полимеризации. Поэтому технологические потоки, которые включают ацетилен, должны быть очищены для удаления или уменьшения количества ацетилена. Кроме того, в тех способах, в которых ацетилен образуется в качестве промежуточного продукта, большая часть ацетилена должна быть превращена в этилен. Одним из способов превращения или уменьшения количества ацетилена является селективное гидрирование.

Способы селективного гидрирования могут использоваться для снижения концентрации ацетилена до достаточно низкого уровня и могут осуществляться в газовой фазе или в жидкой фазе. Поскольку селективное гидрирование является в высокой степени экзотермической реакцией, жидкая фаза является иногда предпочтительной, так как она позволяет лучше контролировать температуру реакции. Например, патенте US 8460937 описан способ, в котором ацетилен абсорбируется в растворителе и поступает в реактор, в котором присутствуют катализатор и водород. При надлежащих условиях реакции ацетилен превращается в этилен. Растворитель описан как неуглеводородный полярный растворитель, такой как N-метил-2-пирролидон (NMP), диметилформамид (DMF), ацетон, тетрагидрофуран (THF), диметилсульфоксид (DMSO) и монометиламин (ММА).

Побочным продуктом селективного гидрирования являются C₄₊ углеводороды (углеводороды с четырьмя или более атомами углерода). C₄₊ углеводороды являются нежелательными, поскольку они могут накапливаться на катализаторах, вызывая образование кокса и загрязнение катализатора. Кроме того, образование C₄₊ углеводородов приводит к бесполезному расходу ацетилена и может сделать отделение этилена от остальных продуктов более сложным.

В связи с этим, было бы желательно иметь способ, который снижает образование C₄₊ углеводородов при селективном гидрировании ацетилена в этилен.

Было бы также желательно, чтобы такой способ не ограничивался каким-либо определенным катализатором.

Сущность изобретения

Один аспект изобретения представляет собой способ селективного гидрирования. В одном варианте осуществления способ включает растворение ацетилена и водорода в растворителе с образованием жидкого сырьевого потока. Растворитель содержит смесь полярного органического растворителя и неполярного органического растворителя. Жидкий сырьевой поток приводится в контакт с гетерогенным катализатором селективного гидрирования на носителе в условиях селективного гидрирования для превращения, по меньшей мере, части ацетилена в этилен, с образованием жидкой реакционной смеси, содержащей полученный этилен.

Подробное описание чертежей

На фиг. 1 представлен график, иллюстрирующий модель растворимости водорода в N-метил-2-пирролидоне и п-диэтилбензоле при 150°C.

На фиг. 2 представлена схема технологического процесса жидкофазного селективного гидрирования ацетилена в этилен в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

Было обнаружено, что для жидкофазного селективного гидрирования ацетилена в этилен смеси полярных растворителей и неполярных растворителей позволяют осуществлять способ при более низких температурах, чем чистый N-метил-2-пирролидон, при одновременном сохранении высокой селективности в отношении этилена и конверсии ацетилена.

Способ жидкофазного селективного гидрирования ацетилена (SHP), использующий полярный апротонный растворитель N-метил-2-пирролидон (NMP), является более безопасной альтернативой газофазному ацетиленовому способу. Однако NMP требует повышенной температуры (например, более 120°C) для достижения коммерчески конкурентных показателей результативности (например, конверсии 99,5% и селективности 98% по отношению к этилену). Способность работать при более низких температурах при одновременном достижении аналогичных показателей результативности приводит потенциально к более продолжительной стабильности и сроку службы катализатора, а также к более низким эксплуатационным расходам.

Было обнаружено, что использование неполярного органического растворителя, например, п-диэтилбензола (p-DEB), обеспечивает преимущество в активности, позволяющее работать при более низких температурах. Однако p-DEB имеет значительно более низкую растворимость для ацетилена, чем NMP. Следовательно, условия абсорбера ацетилена должны быть скорректированы к более высокому давлению и/или более низкой температуре, чтобы соответствовать показателям результативности при использовании NMP.

В связи с этим, была разработана улучшенная система растворителей, которая приводит к более высокой активности без потери показателей результативности при одновременном сохранении высокой растворимости ацетилена и водорода за счет улучшения системы растворителей. Например, система с двумя растворителями объединяет полярный органический растворитель, такой как NMP, с неполярным органическим растворителем, таким как p-DEB, для получения более высокой активности и высокой растворимости ацетилена и водорода. Водород менее растворим, чем ацетилен, особенно в полярных растворителях. Без связи с какой-либо конкретной теорией полагают, что повышенная активность в неполярном растворителе может быть обусловлена улучшением доступности водорода в растворенном состоянии. Однако водород не является полностью растворимым в используемых условиях, он может образовывать газовую фазу в дополнение к жидкой фазе.

Улучшенная система смешанных растворителей приводит к эквивалентным или лучшим показателям результативности, чем использование только одного полярного апротонного растворителя. Смешанный растворитель имеет преимущество более высокой активности неполярного органического растворителя при сохранении растворимости ацетилена в полярном органическом растворителе. В результате, способ можно проводить при более низких температурах, уменьшая энергозатраты и потенциально увеличивая стабильность и срок службы катализатора. Без связи с какой-либо конкретной теорией, полагают, что улучшенные результаты могут быть связаны с улучшенной растворимостью водорода в неполярных растворителях по сравнению с полярными растворителями, например, как проиллюстрировано на модельной растворимости водорода в N-метил-2-пирролидоне и п-диэтилбензоле при 150°C, показанной на фиг. 1.

На фиг. 2 проиллюстрирован приводимый в качестве примера способ 100 жидкофазного селективного гидрирования ацетилена в этилен, в котором богатый ацетиленом парообразный поток 105 может подаваться в зону 110 абсорбции. Зона 110 абсорбции может включать в себя одну или большее число абсорбционных колонн 115. Ацетилен в потоке 105 может быть получен любым промышленным способом. Например, в некоторых вариантах осуществления, поток 105 может содержать только небольшое количество ацетилена, которое должно быть удалено, чтобы избежать повреждения находящегося ниже по потоку катализатора полимеризации. В других вариантах осуществления богатый ацетиленом парообразный поток 105 получают из способа, в котором метан подвергают пиролизу в реакторе с получением ацетилена в качестве промежуточного продукта, и в некоторых вариантах осуществления, метан подвергают пиролизу в сверхзвуковом реакторе. В вариантах осуществления, в которых ацетилен подвергают пиролизу с получением этилена, желательнее конвертировать ацетилен в этилен экономичным и эффективным образом, и конверсия ацетилена должна быть относительно полной. Вторая или последующая конверсия может использоваться для доочистки и удаления оставшихся следовых количеств ацетилена. Соответственно, в способах, в которых ацетилен является промежуточным продуктом, а этилен является целевым продуктом, нежелательно конвертировать ацетилен в продукты, отличные от этилена.

В зоне 110 абсорбции ацетилен в богатом ацетиленом парообразном потоке 105 абсорбируется в смешанном растворителе 120. Смешанный растворитель 120 содержит полярный органический растворитель и неполярный органический растворитель. Подходящими полярными органическими растворителями являются растворители с высокой растворимостью ацетилена, включая, без ограничения, N-метил-2-пирролидон, диметилформамид, ацетон, тетрагидрофуран, диметилсульфоксид и монометиламин, ацетонитрил или их сочетания. Среди этих растворителей предпочтительными являются те, которые имеют более высокую температуру кипения и низкую химическую активность. Наиболее предпочтительным полярным растворителем является N-метил-2-пирролидон. Неполярный органический растворитель является химически инертным и имеет температуру кипения по меньшей мере 100°C или по меньшей мере 120°C, или по меньшей мере 140°C. Подходящие неполярные органические растворители включают, без ограничения, моноалкилзамещенные ароматические соединения, диалкилзамещенные ароматические соединения, триалкилзамещенные ароматические соединения и парафины с числом атомов углерода 8 или более, являющиеся химически инертными. Под "химически инертными" подразумевается, что растворители, как полярные, так и неполярные, не реагируют друг с другом в условиях способа, а также они не вступают в реакцию с сырьем или продуктами селективного гидрирования: ацетиленом, водородом, СО и этиленом. Примеры подходящих неполярных органических растворителей включают, без ограничения, диэтилбензолы (например, п-диэтилбензол, м-диэтилбензол, о-диэтилбензол), ксилолы (п-ксилол, м-ксилол, о-ксилол), кумол, мезитилен, декан, додекан или их сочетания. В одном варианте осуществления полярным органическим растворителем является N-метил-2-пирролидон, и неполярным органическим растворителем является п-диэтилбензол.

Может присутствовать от 90 до 10 об.% полярного органического растворителя и от 10 до 90 об.% неполярного органического растворителя, или от 85 до 15 об.% полярного органического растворителя и от 15 до 85 об.% неполярного органического растворителя, или от 80 до 20 об.% полярного органического растворителя и от 20 до 80 об.% неполярного органического растворителя. Точное соотношение полярного и неполярного растворителя может зависеть от экономических показателей способа и может различаться между промышленными установками; каждое из них является индивидуальным из-за вариаций стоимости сырья и продукта, эксплуатационных и трудовых затрат, и т.д. Если предпочтительна более высокая активность, тогда это соотношение является более высоким, и если важнее высокая селективность, тогда это соотношение является более низким.

Концентрация ацетилена в смеси растворителей желательнее составляет менее 5 мас.%, или от 0,1 до 5 мас.%, или от 0,1 до 3 мас.%, или от 1 до 2 мас.%, или от 0,5 до 5 мас.%, или от 0,5 до 3 мас.%, или от 0,5 до 2 мас.%, или от 1 до 5 мас.%, или от 1 до 3 мас.%.

Первый поток 125, являющийся жидкостью и содержащий растворитель и растворенный ацетилен, отводится из зоны 110 абсорбции. Второй поток 130, являющийся обедненным ацетиленом парообразным потоком и содержащим, по меньшей мере, газообразный водород, также отводится из зоны 110 абсорбции. Для того чтобы последующие реакторы работали при более высоких давлениях, второй поток

130 (или его часть) может быть направлен в зону 135 сжатия для получения сжатого второго потока 140.

Сжатый второй поток 140 и первый поток 125 из зоны 110 абсорбции могут быть объединены в объединенный поток 145, который направляется в зону 150 гидрирования. В качестве альтернативы, сжатый второй поток 140 и первый поток 125 могут вводиться в зону 150 гидрирования по отдельности. Монооксид углерода также может быть направлен в зону 150 гидрирования. В то время как второй поток 130 из зоны 110 абсорбции может содержать монооксид углерода, монооксид углерода также может быть получен из выходящего потока последующей реакции, или монооксид углерода может добавляться в способ из другого источника. Водород и другие газы, подаваемые в зону 150 гидрирования в потоке 130, могут быть восполнены из любого подходящего источника, например, очищенного водорода или монооксида углерода. Концентрация монооксида углерода в потоке 130 может варьироваться в зависимости от источника богатого ацетиленом потока 105, поступающего в зону 110 абсорбции. В варианте осуществления концентрация монооксида углерода будет находиться в диапазоне от 1 до 50 мол.%, или от 5 до 35 мол.%, или от 5 до 20 мол.%.

Зона 150 гидрирования может включать в себя по меньшей мере один реактор 155 гидрирования. Каждый реактор 155 гидрирования содержит катализатор гидрирования, обычно гидрирующий металл в количестве от 0,01 до 5,0 мас.%, на носителе, при этом гидрирующий металл предпочтительно выбирают из металла VIII группы. Предпочтительно металлом является палладий (Pd), платина (Pt), никель (Ni), родий (Rh) или их смесь. Более предпочтительно металл VIII группы модифицируют одним или несколькими металлами, выбранными из групп IB-IVA, такими как цинк (Zn), индий (In), олово (Sn), свинец (Pb), медь (Cu), серебро (Ag), золото (Au) в количестве от 0,01 до 5 мас.%. Предпочтительными носителями являются оксиды алюминия (глиноземы), чистые или с добавлением других оксидов металлов, синтетические или природные (например, глины). Более предпочтительными носителями являются альфа-глиноземы различной формы и размера (например, сферы, экструдаты), с высокой степенью превращения в альфа-фазу.

В реакторе 155 гидрирования, в присутствии катализатора, в условиях гидрирования водород реагирует с ацетиленом с образованием этилена. Водород может присутствовать во втором потоке 130 из зоны 110 абсорбции, или водород может быть получен из части выходящего потока последующей реакции, или же водород может быть добавлен в способ.

Типичные условия реакции гидрирования в реакторе 155 гидрирования включают температуру, которая может находиться в диапазоне от 50 до 250°C, или от 50 до 200°C, или от 50 до 160°C, или от 70 до 250°C, или от 70 до 200°C, или от 70 до 160°C. Кроме того, реактор 155 гидрирования работает при высоком давлении, которое может находиться в диапазоне от 0,69 МПа (100 фунт/кв. дюйм изб.) до 3,4 МПа (500 фунт/кв. дюйм изб.), предпочтительно от 1,0 МПа (150 фунт/кв. дюйм изб.) до 2,8 МПа (400 фунт/кв. дюйм изб.). Часовая объемная скорость жидкости (LHSV) на входе в реактор гидрирования может быть в диапазоне от 1 до 100 ч⁻¹, при этом предпочтительными диапазонами являются 5-50 ч⁻¹, 5-25 ч⁻¹ и 5-15 ч⁻¹.

Ацетилен реагирует с присутствующим водородом с образованием этилена. Выходящий из реактора поток 160, который содержит продукты реакции гидрирования, направляется в зону 165 разделения, которая содержит, например, разделительную емкость 170.

В разделительной емкости 170 зоны 165 разделения выходящие потоки реакции разделяются на головной паровый поток 175 и кубовый жидкий поток 180. Разделение может осуществляться с помощью любого подходящего способа разделения, включая, без ограничения, снижение давления в разделительной емкости 170 и/или повышение температуры разделительной емкости 170. Большая часть этилена будет отделяться от жидкой фазы, даже если условия не меняются из-за пониженной растворимости этилена в растворителе.

Зона 165 разделения может быть разделительной емкостью из зоны 150 гидрирования, или зона 165 разделения и зона 150 гидрирования могут быть одной и той же емкостью.

Головной паровый поток 175 обогащен этиленом и может содержать и другие газы. Дальнейшая переработка головного парового потока 175 и кубового жидкого потока 180 не являются необходимыми для понимания и практического осуществления настоящего изобретения. Однако, поскольку головной паровый поток 175 может содержать монооксид углерода и водород, часть 185 данного потока 175 может быть рециркулирована обратно в объединенный поток 145, входящий в зону 150 гидрирования, для обеспечения монооксида углерода и водорода для реакций гидрирования. В качестве альтернативы, часть 185 может быть смешана со сжатым вторым потоком 140 или первым потоком 125, или же может вводиться в зону 150 гидрирования отдельно.

Селективность в отношении этилена для способа с использованием смешанного растворителя составляет по меньшей мере 95% или по меньшей мере 96%, или по меньшей мере 97%, или по меньшей мере 98%. Селективность рассчитывают в % на основе отношения массы этилена к сумме масс этилена и всех других продуктов, включая этан, C₄ углеводороды и кислородсодержащие углеводороды. Полагают, что последние образуются при взаимодействии между углеводородами и CO.

Конверсия ацетилена составляет по меньшей мере 95% или по меньшей мере 96%, или по меньшей мере

мере 97%, или по меньшей мере 98%, или по меньшей мере 99%, или по меньшей мере 99,5%. Конверсию рассчитывают в % на основе отношения: (масса поданного ацетилена - масса неконвертированного ацетилена)/(масса поданного ацетилена).

Примеры

Катализатором селективного гидрирования был 0,35% Pd - 0,64% Ag, нанесенный на альфа-глиноземные сферы. Его активировали (восстанавливали) обработкой водородом при 400°C в течение 1 ч.

Процесс селективного гидрирования проводили с использованием чистого растворителя NMP и смеси растворителей, содержащей 80 об.% NMP и 20 об.% p-DEB. Сырье содержало 1,8-2,0 мас.%, ацетилена в растворителе, либо в чистом, либо в смеси. Температура, часовая объемная скорость жидкости, молярное отношение водорода к ацетилену и молярное отношение водорода к монооксиду углерода в испытаниях показаны в таблице 1. Давление составляло 1,8 МПа (250 фунт/кв. дюйм изб.).

Данные показывают, что при одной и той же концентрации ацетилен/растворитель (поддерживаемой на уровне 1,8-2,0 % масс, ацетилена), конверсия ацетилена достигает того же самого уровня (99,2% и 99,8%) при температуре на 10°C ниже в смешанном растворителе p-DEB/NMP, по сравнению с чистым NMP, при сохранении высокой селективности по отношению к этилену. Иными словами, при одной и той же температуре конверсия в смеси p-DEB/NMP является более высокой, чем в чистом NMP. Без привязки к какой-либо конкретике, на основе опыта авторов изобретения можно полагать, что разница в температуре в 10°C эквивалентна по меньшей мере 10% разнице в конверсии ацетилена.

Без связи с какой-либо конкретной теорией, тот факт, что селективность в отношении C₂ оказывается немного выше, и селективность в отношении C₄₊ оказывается немного ниже, может поддерживать предположение о том, что источником повышенной активности в p-DEB является доступность H₂ на поверхности катализатора в результате повышенной растворимости H₂ в неполярных средах. Однако повышение селективности также может быть результатом немного более высокого отношения водорода к ацетилену.

Таблица 1

Исп №	Растворитель	LHSV ч ⁻¹	Молярное отношение		Т, °С	Конверсия, % масс	Селективность, % масс					
			H ₂ C ₂ H ₂	H ₂ CO			C ₂	C ₂	C ₄	C ₃ оксн	C ₆₊	Σ C ₄₊
1	100 NMP	10	9	10	120,7	99,15	98,06	0,22	1,3	0,3	0,1	1,45
2		10	9	10	129,4	99,79	98,05	0,33	1,1	0,3	0,2	1,28
3	80 NMP -	10	~10	10	110,2	99,23	98,01	0,47	0,9	0,5	0,1	0,99
4	20 pDEB	10	~10	10	119,5	99,86	97,43	0,79	1,0	0,7	0,1	1,12

Конкретные варианты осуществления

Хотя ниже следует описание в связи с конкретными вариантами осуществления, следует понимать, что данное описание предназначено для иллюстрации, а не ограничения объема предшествующего описания и прилагаемой формулы изобретения.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой способ селективного гидрирования, включающий растворение ацетилена и водорода в растворителе с образованием жидкого сырьевого потока, причем растворитель содержит смесь полярного органического растворителя и неполярного органического растворителя, и контактирование жидкого сырьевого потока с гетерогенным катализатором селективного гидрирования на носителе в условиях селективного гидрирования для превращения, по меньшей мере, части ацетилена в этилен, с образованием жидкой реакционной смеси, содержащей полученный этилен. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя выделение полученного этилена из жидкой реакционной смеси. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором выделение полученного этилена из жидкой реакционной смеси включает в себя по меньшей мере одно условие из уменьшения давления и увеличения температуры.

Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором полярный органический растворитель выбирают из N-метил-2-пирролидона, диметилформамида, ацетона, тетрагидрофурана, диметилсульфоксида и монометиламина, ацетонитрила или их сочетаний. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором неполярный органический растворитель выбирают из моноалкилзамещенных ароматических соединений, диалкилзамещенных ароматических соединений, триалкилзамещенных ароматических соединений, и парафинов, и в котором неполярный органический растворитель имеет температуру кипения по меньшей мере 100°C. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором неполярный органический растворитель

выбирают из диэтилбензолов, ксилолов, кумола, мезитилена, декана, додекана или их сочетаний. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором полярный органический растворитель включает N-метил-2-пирролидон, и неполярный органический растворитель включает п-диэтилбензол. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором растворитель содержит от 90 до 10 об.% N-метил-2-пирролидона и от 10 до 90 об.% п-диэтилбензола. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором селективность по отношению к этилену составляет по меньшей мере 97%. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором конверсия ацетилена составляет, по меньшей мере, 99%. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, в котором условия селективного гидрирования включают по меньшей мере одно условие из температуры в диапазоне от 50 до 250°C и давления от 0,69 до 3,4 МПа. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором растворитель содержит от 90 до 10 об.% полярного органического растворителя и от 10 до 90 об.% неполярного органического растворителя.

Второй вариант осуществления изобретения представляет собой способ селективного гидрирования, включающий растворение ацетилена и водорода в растворителе с образованием жидкого сырьевого потока, причем растворитель содержит смесь полярного органического растворителя и неполярного органического растворителя; контактирование жидкого сырьевого потока с гетерогенным катализатором селективного гидрирования на носителе в условиях селективного гидрирования для превращения, по меньшей мере, части ацетилена в этилен, с образованием жидкой реакционной смеси, содержащей полученный этилен; и выделение полученного этилена из жидкой реакционной смеси. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором выделение полученного этилена из жидкой реакционной смеси включает в себя по меньшей мере одно условие из уменьшения давления и увеличения температуры. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором полярный органический растворитель выбирают из N-метил-2-пирролидона, диметилформамида, ацетона, тетрагидрофурана, диметилсульфоксида и монометиламина, ацетонитрила или их сочетаний. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором неполярный органический растворитель выбирают из моноалкилзамещенных ароматических соединений, диалкилзамещенных ароматических соединений, триалкилзамещенных ароматических соединений, и парафинов, и в котором неполярный органический растворитель имеет температуру кипения по меньшей мере 100°C. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором неполярный органический растворитель выбирают из диэтилбензолов, ксилолов, кумола, мезитилена, декана, додекана или их сочетаний. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором растворитель содержит от 90 до 10 об.% N-метил-2-пирролидона и от 10 до 90 об.% п-диэтилбензола. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором селективность составляет по меньшей мере 97% масс, или в котором конверсия составляет по меньшей мере 99 мас.%, или и то и другое. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором условия селективного гидрирования включают температуру в диапазоне от 50 до 250°C и давление от 0,69 до 3,4 МПа.

Без дополнительного уточнения считается, что специалист с помощью предшествующего описания сможет использовать настоящее изобретение в его максимальной степени и сможет легко выявить существенные характеристики данного изобретения без отклонения от его сущности и объема, чтобы осуществить различные изменения и модификации изобретения и приспособить его к различным областям применения и условиям. Поэтому приведенные выше предпочтительные конкретные варианты осуществления следует рассматривать только как иллюстративные и не ограничивающие каким бы то ни было

образом остальную часть описания, и что это предполагает охват различных модификаций и эквивалентных конфигураций, включенных в объем прилагаемой формулы изобретения.

В вышеизложенном все температуры приведены в градусах Цельсия, и все части и проценты являются массовыми, если не указано иное.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ селективного гидрирования ацетилена, включающий растворение ацетилена и водорода в растворителе 120 с образованием жидкого сырьевого потока 125, причем растворитель 120 содержит смесь полярного органического растворителя и неполярного органического растворителя; и

контактирование жидкого сырьевого потока 125 с гетерогенным катализатором селективного гидрирования на носителе в условиях селективного гидрирования для превращения по меньшей мере части ацетилена в этилен с образованием жидкой реакционной смеси 160, содержащей полученный этилен, причем гетерогенный катализатор селективного гидрирования на носителе содержит гидрирующий металл, выбранный из металлов группа VIII, на носителе, и полярный органический растворитель выбирают из N-метил-2-пирролидона, ацетона, тетрагидрофурана, диметилсульфоксида и монометиламина, ацетонитрила или их сочетаний, и неполярный органический растворитель выбирают из диэтилбензолов, ксилолов, кумола, мезитилена, декана, додекана или их сочетаний.

2. Способ по п.1, дополнительно включающий выделение полученного этилена из жидкой реакционной смеси 160.

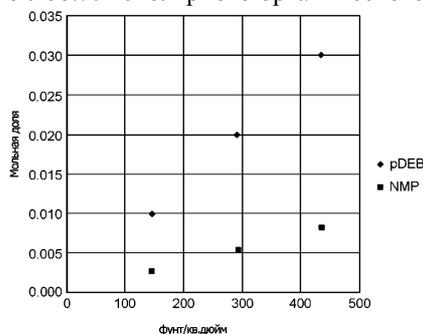
3. Способ по п.2, в котором выделение полученного этилена из жидкой реакционной смеси 160 включает уменьшение давления и увеличение температуры.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором полярный органический растворитель представляет собой N-метил-2-пирролидон и неполярный органический растворитель представляет собой п-диэтилбензол.

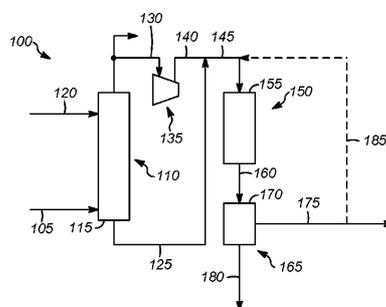
5. Способ по любому из пп.1-3, который осуществляют таким образом, что селективность по отношению к этилену составляет по меньшей мере 97% и/или конверсия ацетилена составляет по меньшей мере 99%.

6. Способ по любому из пп.1-3, в котором условия селективного гидрирования включают, по меньшей мере, температуру в диапазоне от 50 до 250°C и давление от 0,69 до 3,4 МПа.

7. Способ по любому из пп.1-3, в котором растворитель содержит от 90 до 10 об.% полярного органического растворителя и от 10 до 90 об.% неполярного органического растворителя.



Фиг. 1



Фиг. 2

