



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 183 611** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) МПК⁷ **C 07 C 6/12, 15/02, 15/04**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

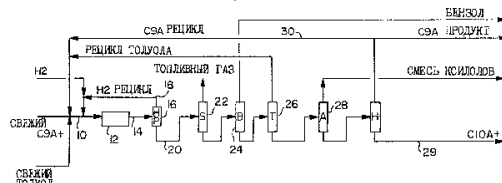
(21), (22) Заявка: 2000100988/04, 12.06.1998
 (24) Дата начала действия патента: 12.06.1998
 (30) Приоритет: 13.06.1997 US 08/874,875
 (43) Дата публикации заявки: 20.10.2001
 (46) Дата публикации: 20.06.2002
 (56) Ссылки: US 5030787 A, 19.04.1990. US 3796765, 16.12.1971. US 4016219, 22.08.1975. SU 330146, 24.11.1972. RU 2011650 C1, 30.04.1994.
 (85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 13.01.2000
 (86) Заявка РСТ: US 98/12311 (12.06.1998)
 (87) Публикация РСТ: WO 98/56741 (17.12.1998)
 (98) Адрес для переписки: 103735, Москва, ул.Ильинка, 5/2, ООО "Союзпатент", Н.Н.Высоцкой

(71) Заявитель: МОБИЛ ОЙЛ КОРПОРЕЙШН (US)
 (72) Изобретатель: БИЧ Джеймс Хардинг, младший (US), ХЕЛЛРИНГ Стюарт Деймон (US), ХЕЛТОН Терри Юджин (US), КИНН Тимоти Фредерик (US), МИЗРАХИ Сейди (US), РУЛО Норман Джозеф (US)
 (73) Патентообладатель: МОБИЛ ОЙЛ КОРПОРЕЙШН (US)
 (74) Патентный поверенный: Высоцкая Нина Николаевна

(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

(57) Изобретение относится к способу превращения тяжелых ароматических углеводородов в более легкие ароматические соединения, такие как бензол, контактированием фракции C₉ + ароматических углеводородов и толуола над первым катализатором, содержащим цеолит, имеющий индекс проницаемости 0,5 - 3, и компонент гидрогенизации, и над второй каталитической композицией, содержащей цеолит со средним размером пор, имеющий индекс проницаемости 3 - 12, при отношении диоксида кремния к оксиду алюминия по

крайней мере 5, при этом снижается количество или предотвращается образование совместно кипящих соединений. Технический результат - получение бензола высокой степени чистоты, увеличение выхода. 2 с. и 5 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 табл.



RU 2 183 611 C2

RU 2 183 611 C2

Изобретение относится к способу превращения тяжелых ароматических углеводородов, в особенности C_9 + ароматических углеводородов, в более легкие ароматические продукты. В особенности изобретение относится к производству бензола, имеющего повышенный уровень чистоты.

Источником бензола и ксилола является продукт каталитического риформинга, который получают смешением лигроина с водородом и контактированием смеси с сильным катализатором гидрогенизации/дегидрогенизации, таким как платина, на умеренно кислой подложке, такой как обработанный галогеном алюминий. Обычно от продукта риформинга отделяют фракцию от C_6 до C_8 , проводят экстракцию растворителем, селективным по отношению к ароматическим или алифатическим углеводородам, для того, чтобы разделить соединения этих двух классов и получить смесь ароматических углеводородов практически свободную от алифатических соединений. Эта смесь ароматических соединений обычно содержит бензол, толуол и ксилолы (БТК) наряду с этилбензолом.

Нефтеперерабатывающие заводы также сосредоточились на производстве бензола и ксилола путем трансалкилирования C_9 + ароматических углеводородов и толуола над цеолитными катализаторами, содержащими благородные металлы. Во время процесса превращения C_9 + ароматических углеводородов и толуола путем трансалкилирования в более ценные нефтехимические продукты, такие как бензол и ксилол, над катализаторами, содержащими благородные металлы, обычно в течение первых нескольких месяцев в потоке образуются побочные продукты в виде насыщенных соединений. Эти побочные насыщенные соединения, определенные как совместно кипящие, могут кипеть в том же самом диапазоне температур, что и ценные нефтехимические продукты, затрудняя их отделение с высокой степенью чистоты. Например, уровень чистоты такого продукта, как бензол для коммерческой продажи должен превышать 99,85%. Однако первоначальная чистота такого продукта как бензол после перегонки продукта реакции трансалкилирования обычно составляет только от 99,2 до 99,5% из-за присутствия совместно кипящих соединений, таких как метилциклопентан, циклогексан, 2,3-диметилпентан, диметилциклопентан и 3-метилгексан. Поэтому для дальнейшего повышения чистоты бензольного продукта до необходимого уровня обычно требуется дополнительная стадия экстракции.

Ввиду возникающих трудностей при получении нефтехимических продуктов, содержащих бензол высокой степени чистоты из-за присутствия в них совместно кипящих продуктов, образующихся в процессе трансалкилирования C_9 + ароматических углеводородов и толуола над содержащими благородный металл цеолитными катализаторами, желательнее снизить концентрацию совместно кипящих продуктов, которые образуются в процессе трансалкилирования. Преимущество снижения концентрации совместно кипящих соединений, образующихся в процессе

трансалкилирования, заключается в том, что такой продукт как бензол может быть получен с высокой степенью чистоты после перегонки продукта реакции трансалкилирования, при этом не требуется проведения дополнительной стадии экстракции, что приводит к сокращению числа стадий процесса, которые необходимы для получения бензола, имеющего уровень чистоты по крайней мере 99,85%.

Настоящее изобретение в общем относится к способу превращения тяжелых ароматических углеводородов в более легкие ароматические соединения. В особенности настоящее изобретение направлено на способ снижения концентрации совместно кипящих соединений, которые образуются в процессе трансалкилирования тяжелых ароматических углеводородов, а именно C_9 + ароматических углеводородов и толуола, в бензол и ксилол.

Изобретение относится к способу превращения сырья, содержащего C_9 + ароматические углеводороды и толуол, в продукт, содержащий бензол и ксилол, который включает стадию контактирования сырья, содержащего C_9 + ароматические углеводороды и толуол, в условиях реакции трансалкилирования с первой каталитической композицией, содержащей цеолит, имеющий индекс проницаемости, находящийся в интервале 0,5 - 3, и компонент гидрогенизации, и с второй каталитической композицией, содержащей цеолит со средним размером пор, имеющий индекс проницаемости, находящийся в интервале 3 - 12, при отношении диоксида кремния к оксиду алюминия по крайней мере 5, с получением продукта реакции трансалкилирования, содержащего бензол и ксилол. Бензольный продукт, имеющий уровень чистоты по крайней мере 99,85%, может быть получен путем отгонки бензола от продукта процесса трансалкилирования без необходимости проведения стадии экстракции.

На чертеже представлена типичная технологическая схема протекания процесса трансалкилирования.

Настоящее изобретение в общем направлено на процесс превращения тяжелых ароматических углеводородов в более легкие ароматические продукты.

В особенности настоящее изобретение направлено на способ снижения концентрации совместно кипящих соединений, которые образуются в процессе трансалкилирования тяжелых ароматических углеводородов, а именно C_9 + ароматических углеводородов и толуола, в бензол и ксилол, для получения продукта реакции трансалкилирования, содержащего бензол и ксилол. Бензольный продукт, имеющий уровень чистоты по крайней мере 99,85%, может быть получен путем отгонки бензола от продукта процесса трансалкилирования без необходимости проведения стадии экстракции.

Особенность изобретения, при котором достигается получение бензола высокой степени чистоты, заключается в снижении или предотвращении образования совместно кипящих продуктов при трансалкилировании тяжелых ароматических углеводородов и толуола в бензол и ксилол путем использования первой каталитической

композиции, содержащей цеолит, имеющий индекс проницаемости 0,5 - 3, и компонент гидрогенизации, и второй каталитической композиции, содержащей цеолит со средним размером пор, имеющий индекс проницаемости 3 - 12, при отношении диоксида кремния к оксиду алюминия, составляющему по крайней мере 5. Способ, согласно которому определяют индекс проницаемости цеолита, полностью описан в US 4016218.

Преимущество в отношении снижения или предотвращения образования совместно кипящих соединений в процессе трансалкилирования тяжелых ароматических углеводородов и толуола в бензол и ксилол заключается в том, что исключается стадия экстракции, которая, как правило, требуется в случае получения бензола высокой степени чистоты.

Первая каталитическая композиция

Реакция, лежащая в основе этого изобретения, катализируется путем контакта с первой каталитической композицией, содержащей цеолит, имеющий индекс проницаемости 0,5 - 3. Цеолиты, которые являются особенно приемлемыми, включают цеолиты марки MCM-22, PSH-3, SSZ-25, ZSM-12 и цеолит бета.

Цеолит бета особенно подробно описан в US Re 28341 (патент US 3308069).

ZSM-12 особенно подробно описан в US 3832449.

SSZ-25 описан в US 4954325.

PSH-3 описан в US 4439409.

Цеолит MCM-22, или просто "MCM-22", особенно подробно описан в US 4954325.

Может быть желательным смешать цеолит с другим материалом, который является стойким по отношению к нагреванию и другим условиям, используемым в процессе по этому изобретению. Такие материалы включают активные и инертные соединения, как синтетические, так и природные цеолиты, а также неорганические материалы типа глин, диоксида кремния и/или оксидов металлов, такие как оксид алюминия. Неорганический материал может быть как природного происхождения, так и полученный в форме студенистых осадков или гелей, включая смеси диоксида кремния и оксидов металлов.

Использование материала в сочетании с цеолитом, например, путем его объединения с ним или путем введения во время синтеза, который в свою очередь является каталитически активным, может изменить конверсию и/или селективность каталитической композиции. Инертные материалы соответственно служат в качестве разбавителей для контролирования величины конверсии так, чтобы продукты процесса трансалкилирования могли быть получены экономично и надлежащим образом без использования других средств контролирования скорости реакции. Эти каталитически активные или инертные материалы могут быть включены в, например, природные глины, такие как бентонит и каолин, для повышения сопротивления к раздавливанию у каталитической композиции в условиях коммерческой эксплуатации. Желательно обеспечить каталитической композиции хорошее сопротивление к раздавливанию, поскольку при коммерческом использовании желательнее предотвратить

разрушение каталитической композиции до превращения ее в порошкообразный материал.

Природные глины, которые могут быть смешаны с цеолитом, как описано в настоящем изобретении, в качестве связующего компонента каталитической композиции включают монтмориллонит и семейство каолина, которое включает подбентониты, и каолины обычно известные как Дикси (Dixie), МакНами (McNamee), Джорджия (Georgia) и (Florida) Флорида глины или другие, в которых главная минеральная составляющая является алюмосиликатом, каолинитом, дискайтом (dickite), накритом или анаокситом (anauxite). Такие глины могут использоваться в сыром виде после непосредственной добычи или вначале их подвергают обжигу, кислотной обработке или химической модификации.

В дополнение к перечисленным материалам цеолит может быть смешан с пористым матричным связующим веществом, таким как неорганический оксид, выбранным из группы, состоящей из диоксида кремния, оксида алюминия, оксида циркония, диоксида титана, оксида тория, оксида бериллия, оксида магния и их смесей, таких как диоксид кремния - оксид алюминия, диоксид кремния - оксид магния, диоксид кремния - оксид циркония, диоксид кремния - оксид тория, диоксид кремния - оксид бериллия, диоксид кремния - оксид титана, а также как тройные составы типа диоксид кремния - оксид алюминия - оксид тория, диоксид кремния - оксид алюминия - оксид циркония, диоксид кремния - оксид алюминия - оксид магния и диоксид кремния - оксид магния - оксид циркония. Может быть также выгодным обеспечить присутствие по крайней мере части указанного выше пористого матричного связующего вещества в коллоидной форме для того, чтобы облегчить прессование каталитической композиции.

Цеолит обычно смешивают со связующим или матричным материалом так, что окончательный состав каталитической композиции содержит связующий компонент или матричный материал в количестве, находящимся в пределах от 5 до 90 мас.% и предпочтительно от 10 до 60 мас. %.

Цеолит первой каталитической композиции используют в комбинации с по крайней мере одним компонентом гидрогенизации, таким как металл, выбранный из Группы VIII Периодической таблицы Элементов (CAS версия, 1979). Конкретные примеры используемых компонентов гидрогенизации включают железо, рутений, осмий, никель, кобальт, родий, иридий или благородный металл типа платины или палладия.

Количество компонента гидрогенизации выбирают согласно балансу между гидрогенизирующей активностью и каталитическими функциональными возможностями. Меньшее количество компонента гидрогенизации требуется в том случае, когда используют такие металлы, как платина, которые более активны по сравнению с палладием, который не обладает такой сильной гидрогенизирующей активностью. Обычно используют менее 10 мас.% и часто не более 1 мас. %.

Компонент гидрогенизации может быть

включен в первую каталитическую композицию при совместной кристаллизации, введен путем обмена в составе каталитической композиции с элементом Группы IIIA, например алюминием, который находится в структуре, импрегнирован или смешан с цеолитом и связующим компонентом. Такой компонент может быть импрегнирован в или на цеолит, например в случае платины, путем обработки цеолита раствором, содержащим ион металла платины. Подходящие соединения платины для импрегнирования (пропитки) катализатора платиной включают платинохлористоводородную кислоту, двухлористую платину и различные соединения, содержащие аминоплатиновый комплекс, такой как $Pt(MH_3)_4Cl_2 \cdot H_2O$. Альтернативно соединение компонента гидрогенизации может быть добавлено к цеолиту, когда его смешивают со связующим компонентом, или после того, как цеолит и связующий компонент сформируют в частицы прессованием или гранулированием.

После обработки компонентом гидрогенизации катализаторную композицию обычно высушивают, нагревая ее при 66 - 160 °C (150 - 320°F) и более предпочтительно 110 - 143 °C (230 - 290°F), по крайней мере 1 мин и обычно не более 24 ч, при давлении 0 - 0,1 МПа (0 - 15 фунт/дюйм²). После этого каталитическую композицию прокалывают в потоке сухого газа, такого как воздух или азот, при 260 - 649 °C (500 - 1200°F) в течение 1 - 20 ч. Прокalивание предпочтительно проводится при давлении 0,1 - 0,21 МПа (15 - 30 фунт/дюйм²).

Перед использованием может быть проведена обработка катализатора паром для того, чтобы минимизировать ароматическую гидрогенизующую активность каталитической композиции в отношении ароматики. В процессе обработки паром каталитическую композицию обычно контактируют с 5 - 100% пара, при по крайней мере 260 - 649 °C (500 - 1200°F) в течение по крайней мере 1 ч, конкретнее в течение 1 - 20 ч, при давлении 0,098 - 2,53 МПа (14 - 360 фунт/дюйм²).

Вторая каталитическая композиция

Вторая каталитическая композиция в соответствии с настоящим изобретением включает цеолит со средним размером пор, имеющий индекс проницаемости 3 - 12, при отношении диоксида кремния к оксиду алюминия по крайней мере 5. Цеолит, который является особенно используемым, включает ZSM-5, который описан в US 3702886, или его протонную или водородную форму, а именно HZSM-5. Цеолит второй каталитической композиции способен к преобразованию нежелательных C₆ и неароматических соединений C₇ в течение относительно короткого контактного времени от 1 мин или более и предпочтительно 2 мин или более.

Цеолит второй каталитической композиции может быть смешан с пористым матричным связующим веществом, таким как неорганический оксид, выбранным из группы, состоящей из диоксида кремния, оксида алюминия, оксида циркония, диоксида титана, оксида тория, оксида бериллия, оксида магния и их смесей, таких как диоксид кремния - оксид алюминия, диоксид кремния -

оксид магния, диоксид кремния - оксид циркония, диоксид кремния - оксид тория, диоксид кремния - оксид бериллия, диоксид кремния - диоксид титана, а также как тройные составы типа диоксид кремния - оксид алюминия - оксид тория, диоксид кремния - оксид алюминия - оксид циркония, диоксид кремния - оксид алюминия - оксид магния и диоксид кремния - оксид магния - оксид циркония. Может быть также выгодным обеспечить присутствие по крайней мере части указанного выше пористого матричного связующего вещества в коллоидной форме для того, чтобы облегчить прессование каталитической композиции.

Цеолит обычно смешивают со связующим или матричным материалом так, что окончательный состав каталитической композиции содержит связующий компонент или матричный материал в количестве 5 - 90 мас.% и предпочтительно 10 - 60 мас.%.

Вторая каталитическая композиция может составлять 1 - 20 мас.% и предпочтительно 10 - 15 мас.% в расчете на общую массу первой и второй каталитических композиций в зоне реактора трансалкилирования. Например, вторая каталитическая композиция может быть заменена порцией первой каталитической композиции на дне реактора, при этом первая каталитическая композиция находится в первом каталитическом слое и вторая каталитическая композиция находится во втором каталитическом слое в этом же реакторе. Альтернативно первая каталитическая композиция может находиться в первом реакторе и вторая каталитическая композиция может находиться во втором реакторе.

Сырье

C₉ + ароматические углеводороды, используемые в этом процессе, обычно включают одно или более ароматическое соединение, содержащее по крайней мере 9 атомов углерода, например триметилбензолы, диметилбензолы, диэтилбензолы и т. д. Конкретные C₉ + ароматические углеводороды включают мезитилен (1,3,5-триметилбензол), дурол (1,2,4,5-тетраметилбензол), гемимеллитол (1,2,3-триметилбензол), псевдокумол (1,2,4-триметилбензол), 1,2-метилэтилбензол, 1,3-метилэтилбензол, 1,4-метилэтилбензол, пропиламещенные бензолы, бутиламещенные бензолы, изомеры диметилэтилбензолов и т. д.

Пригодными источниками C₉ + ароматических углеводородов является любая C₉ + фракция любого процесса нефтеперегонки, богатая ароматическими углеводородами. Эта фракция ароматических углеводородов содержит существенную долю C₉ + ароматических углеводородов, например по крайней мере 80 мас.% C₉ + ароматических углеводородов, причем предпочтительно по крайней мере 80 мас.% и более предпочтительно более 90 мас.% углеводородов входят в интервал C₉-C₁₂. Типичные фракции нефтепереработки, которые могут быть использованы, включают продукты каталитического риформинга, фракции каталитического крекинга в псевдоожиженном слое (FCC) или фракцию каталитического крекинга, процесс "Термофор" (TCC).

Источником толуола может быть установка для экстракции ароматических углеводородов или любой другой коммерческий источник.

Обычно сырьевой поток, подаваемый в зону реакции трансалкилирования включает C_9 + ароматические углеводороды и толуол. Сырьевой поток может также включать возвратный/непрореагировавший толуол и C_9 + ароматические углеводороды, получаемые путем перегонки выходящего продукта непосредственно после трансалкилирования. Обычно толуол составляет 40 - 90% и предпочтительно 50 - 70% от общей массы входящего потока. C_9 + ароматические углеводороды составляют 10 - 60% и предпочтительно 30 - 50% от общей массы сырьевого потока в зоне реакции трансалкилирования.

Процесс углеводородной конверсии

Процесс может быть проведен в любом соответствующем реакторе, включая реактор, имеющий радиальный поток, неподвижный слой, непрерывный нисходящий поток или реактор с кипящим слоем.

Трансалкилирование обычно проводится в интервале 343 - 510°C (650 - 950°F) и предпочтительно 399 - 455°C (750 - 850°F), давлении 0,7 - 4,2 МПа (100 - 600 фунт/дюйм²) и предпочтительно 1,4 - 3,5 МПа (200 - 500 фунт/дюйм²), при мольном отношении водорода к углеводороду от 1 до 5 и предпочтительно от 1 до 3. Скорость пропускания над первой каталитической композицией лежит в интервале 1 - 7 WHSV (объемная скорость - количество нефтепродукта на единицу веса катализатора в час) и предпочтительно 2,5 - 4,5 WHSV, и скорость пропускания над второй каталитической композицией лежит в интервале 5 - 100 WHSV и предпочтительно 15 - 35 WHSV. Условия реакции трансалкилирования пригодны для осуществления конверсии потока тяжелой ароматики в продукт, содержащий существенные количества C_6 - C_8 ароматических соединений, таких как бензол, толуол и ксилолы, особенно бензол и ксилол.

Обращаясь к чертежу, можно видеть, что на нем изображена упрощенная схема технологического процесса. Поток C_9 + ароматических углеводородов наряду с толуолом и водородом поступает через линию 10 в реактор 12, который содержит первую и вторую каталитические композиции. В реакторе поддерживаются условия, достаточные для того, чтобы толуол и метилзамещенные ароматические углеводороды (толуол, ксилолы, триметилбензолы и тетраметилбензолы) достигли термодинамического равновесия в результате трансалкилирования. Продукт из реактора 12 удаляют через линию 14 и вводят в сепаратор водорода 16, в котором отделяют водород для рецикла в реактор 12 через линию 18. Затем поток проходит через линию 20 к секции стабилизатора 22, в которой удаляют C_5 топливный газ известными методами. После этого продукт подвергают фракционированию на потоки бензола, толуола и потоки ксилолов в ректификационных колоннах 24, 26 и 28 соответственно для разделения этих потоков. Оставшийся продукт, содержащий

непрореагировавшие C_9 + исходные и любые тяжелые ароматические углеводороды, разделяют на два потока - поток ароматических углеводородов C_9 + (поток 30) и поток C_{10} + ароматических углеводородов (поток 29). Поток 30 рециклируют в исходный реакционный поток, удаляют из процесса или делают их комбинацию (частичный рецикл). Поток 29 C_{10} + ароматических углеводородов пригоден в качестве добавки к бензину или может быть использован в качестве растворителей.

Пример. ZSM-5 катализатор со связующим оксидом алюминия разбавляют с помощью вискора и загружают в реактор, имеющий наружный диаметр 9,5 мм (3/8 дюймов), а затем высушивают в потоке азота при 399°C (750°F). Затем поток азота заменяют потоком водорода и продуктом, получаемым пропусканием смеси C_9 + ароматических углеводородов, толуола и водорода над первым цеолитным катализатором, имеющим индекс проницаемости 0,5 - 3, которую вводили в реактор при различных скоростях потока, поддерживая мольное соотношение водорода к углеводороду как 3/1 и давление 2,46 МПа (350 фунт/дюйм²).

Данные газохроматографического анализа, выходящего из реактора потока с использованием колонны petrocol, 150 м с водородом, в качестве газа носителя, и стандартизированные данные для ключевых компонентов приведены в табл. 1. Чистоту перегнанного бензола рассчитывают на основе приведенных стандартизированных данных, используя массовые факторы, разработанные исходя из моделируемой дистилляции, с использованием программного обеспечения Provision™ от Simulation Sciences согласно следующему уравнению,

Чистота перегнанного бензола = $100 \times \frac{\text{Бензол}}{\text{Бензол} + a + b + c + d}$,

где

$a = 0,1 \bullet C_6$ - парафины,

$b = 0,7 \bullet$ Метилциклопентан,

$c =$ Циклогексан,

$d = C_7$ нафтены (диметилциклопентаны, метилциклогексан и т.д.).

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, при постоянных температуре 399 °C и давлении 2,46 МПа (750°F, 350 фунт/дюйм²) чистота бензола повышается при более низкой WHSV благодаря увеличению конверсии неароматических компонентов. Снижение конверсии метилциклопентана и метилциклогексана с увеличением WHSV приводит к увеличению загрязнения перегнанного бензола. Однако, чистота перегнанного бензола повышается до отметки 99,85% даже при значении WHSV, равном 29. Одновременно повышение температуры приводит к более значительному улучшению чистоты перегнанного бензола по сравнению с улучшением, достигаемым за счет снижения концентрации этих метилнафтенов. Кроме того, концентрация циклогексана резко уменьшается при увеличении температуры.

Формула изобретения:

1. Способ превращения углеводородного сырья, содержащего C_9 + ароматические углеводороды в более легкие ароматические соединения, заключающийся во

взаимодействии (i) C₉ + ароматических углеводородов и (ii) толуола или бензола в присутствии водорода в условиях реакции трансалкилирования над первой каталитической композицией, содержащей цеолит, имеющий индекс проницаемости 0,5 - 3, и компонент гидрогенизации, отличающийся тем, что продукт трансалкилирования контактирует со второй каталитической композицией, содержащей цеолит со средним размером пор, имеющий индекс проницаемости 3 - 12, при отношении диоксида кремния к оксиду алюминия по крайней мере 5, с получением продукта реакции трансалкилирования, содержащего (i) бензол или толуол и (ii) ксилол.

2. Способ получения бензола, заключающийся во (а) взаимодействии (i) C₉+ ароматических углеводородов и (ii) толуола или бензола в присутствии водорода в условиях реакции трансалкилирования над первой каталитической композицией, содержащей цеолит, имеющий индекс проницаемости 0,5 - 3, и компонент гидрогенизации, отличающийся тем, что продукт трансалкилирования контактирует с второй каталитической композицией, содержащей цеолит со средним размером пор, имеющий индекс проницаемости 3 - 12, при отношении диоксида кремния к оксиду алюминия по крайней мере 5, с получением

потока продукта, содержащего (i) бензол или толуол и (ii) ксилол, и (b) отгоняют бензол или толуол от указанного потока продукта трансалкилирования для получения продукта бензола или толуола повышенной чистоты.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что бензол - продукт стадии (b) имеет чистоту по крайней мере 99,85%.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что бензол - продукт стадии (b) имеет чистоту по крайней мере 99,85% без необходимости проведения дополнительной стадии экстракции.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что компонент гидрогенизации первой каталитической композиции представляет собой по крайней мере один металл, выбранный из VIII группы Периодической таблицы элементов, и цеолит первой каталитической композиции выбирают из группы, состоящей из MCM-22, PSH-3, SSZ-25, ZSM-12 и цеолита бета.

6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что цеолит второй каталитической композиции представляет собой цеолит ZSM-5.

7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что условия проведения реакции трансалкилирования включают температуру в пределах 343 - 510°C, давление в пределах 7,0 - 4,2 МПа и мольное отношение водорода к углеводороду в интервале 1 - 5.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

Таблица 1

WHSV		14	19	29	29	30
Температура °C (°F)	399 (750)	399 (750)	399 (750)	399 (750)	425 (797)	412 (774)
Стандартизированные %						
2,3-диметилбутан	0,014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Циклопентан	0,093	0,000	0,012	0.012	0,000	0.000
2-метилпентан	0.108	0.036	0.049	0.043	0.031	0.042
3-метилпентан	0.063	0.022	0.032	0.023	0.019	0.026
Н-гексан	0.070	0.014	0.027	0.027	0.011	0.017
1-метилциклопентан	0.231	0.012	0.038	0.064	0.000	0.031
Бензол	99.210	99.833	99.762	99.727	99.900	99.807
Циклогексан	0.048	0.028	0.023	0.025	0.000	0.016
1,3-цис-диметилциклопентан	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3-транс-диметилциклопентан	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2-транс-диметилциклопентан	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RU 2183611 C2

RU 2183611 C2

RU 2183611 C2

диметилциклопентан						
Метилциклогексан	0.110	0.055	0.058	0.080	0.039	0.061
Общее количество	100.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Бензол	99.210	99.833	99.762	99.727	99.900	99.807
A	0.035	0.007	0.012	0.010	0.006	0.008
Б	0.161	0.008	0.026	0.044	0.000	0.021
С	0.048	0.028	0.023	0.025	0.000	0.016
D	0.163	0.055	0.058	0.080	0.039	0.061
Вычисленная чистота	99.591	99.902	99.881	99.840	99.955	99.893
Перегнанного бензола						

RU 2183611 C2