



(51) МПК
C07C 2/66 (2006.01)
C07C 15/073 (2006.01)
C07C 15/085 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013111929/04, 18.07.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 18.07.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 30.08.2010 US 61/378,262;
 28.10.2010 EP 10189234.7

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2014 Бюл. № 27

(45) Опубликовано: 20.09.2015 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: US 2008319242 A1, 25.12.2008. WO
 2006107471 A1, 12.10.2006. US 2003092949 A1,
 15.05.2003. SU 245729 A1, 01.01.1969

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 18.03.2013

(86) Заявка РСТ:
 US 2011/044371 (18.07.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2012/030440 (08.03.2012)

Адрес для переписки:
 105082, Москва, Спартаковский пер., д. 2, стр. 1,
 секция 1, этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

**ВИНСЕНТ Маттью Дж. (US),
 НАНДА Виджей (US),
 МЕРЦ Брайан (US),
 БХАНДАРКАР Марути (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ЭКСОНМОБИЛКЕМИКЭЛПЕЙТЕНТС
 ИНК. (US),
 СТОУН ЭНД УЭБСТЕР ПРОЦЕС
 ТЕКНОЛОДЖИ, ИНК. (US)**

RU 2 563 461 C2

RU 2 563 461 C2

(54) УЛУЧШЕННЫЙ СПОСОБ АЛКИЛИРОВАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу каталитического превращения сырья, содержащего по меньшей мере одно алкилируемое ароматическое соединение и алкилирующий реагент, с образованием продукта превращения, содержащего алкилароматическое соединение, способ включает стадию взаимодействия указанного сырья по меньшей мере в частично жидкой фазе при условиях каталитического превращения, включающих отношение количества молей алкилируемого ароматического соединения к количеству молей алкилирующего реагента, составляющее от 0,1:1 до 100:1, и среднечасовую скорость подачи сырья

(ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент, равную от 0,1 до 500 ч⁻¹, с каталитической композицией, содержащей пористое кристаллическое вещество, обладающее структурой типа FAU, *BEA или MWW, или их смесь, улучшение, включающее модификацию указанной каталитической композиции, такое, чтобы она обладала относительной активностью, измеренной, как RA₂₂₀ при 220°C, равной от 7,5 до 30, или RA₁₈₀ при 180°C, равной от 2,5 до 10. При этом указанные условия каталитического превращения включают температуру, равную менее примерно 270°C, и давление, равное

примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа) или менее, и где давление подачи указанного алкилирующего реагента равно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа) или менее, где указанная относительная активность означает выраженное в процентах повышение температуры

в адиабатическом трубчатом реакторе, содержащем одну или большее количество термопар, деленное на выраженную в процентах длину слоя в расчете на положение указанных термопар в указанном реакторе. 8 з.п. ф-лы, 4 пр., 1 табл.

R U 2 5 6 3 4 6 1 C 2

R U 2 5 6 3 4 6 1 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 563 461** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
C07C 2/66 (2006.01)
C07C 15/073 (2006.01)
C07C 15/085 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013111929/04, 18.07.2011**

(24) Effective date for property rights:
18.07.2011

Priority:

(30) Convention priority:
30.08.2010 US 61/378,262;
28.10.2010 EP 10189234.7

(43) Application published: **27.09.2014** Bull. № 27

(45) Date of publication: **20.09.2015** Bull. № 26

(85) Commencement of national phase: **18.03.2013**

(86) PCT application:
US 2011/044371 (18.07.2011)

(87) PCT publication:
WO 2012/030440 (08.03.2012)

Mail address:

**105082, Moskva, Spartakovskij per., d. 2, str. 1,
sektcija 1, ehtazh 3, "EVROMARKPAT"**

(72) Inventor(s):

**VINSENT Matt'ju Dzh. (US),
NANDA Vidzhej (US),
MERTs Brajan (US),
BKhANDARKAR Maruti (US)**

(73) Proprietor(s):

**ExxonMobil Chemical Patents Inc. (US),
Stone & Webster Process Technology, Inc. (US)**

(54) **IMPROVED ALKYLATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a method for catalytic conversion of material containing at least one alkylatable aromatic compound and an alkylating agent to form a conversion product containing an alkyl aromatic compound, the method comprising a step of reacting said material at least in a partially liquid phase under catalytic conversion conditions, which include a molar ratio of the alkylatable aromatic compound to the alkylating agent of 0.1:1 to 100:1, hourly average feeding rate of the material with respect to the alkylating agent of 0.1 to 500 h⁻¹, with a catalytic composition containing a porous crystalline substance having a FAU, *BEA or MWW structure or a mixture thereof, improvement, which includes modifying said catalytic

composition so that said composition has activity, measured as RA₂₂₀ at 220°C, of 7.5 to 30, or RA₁₈₀ at 180°C, of 2.5 to 10, wherein said catalytic conversion conditions include a temperature approximately lower than 270°C and pressure of about 450 lbf/in² excess (3102 kPa) or lower, and where the pressure of feeding said alkylating agent is equal to 450 lbf/in² excess (3102 kPa) or lower, where said relative activity denotes percentage increase in temperature in an adiabatic tubular reactor, having one or more thermocouples, divided by the length of the layer expressed as a percentage with respect to the position of said thermocouples in said reactor.

EFFECT: higher efficiency of the method.

9 cl, 4 ex, 1 tbl

RU 2 563 461 C 2

RU 2 563 461 C 2

ПРИТЯЗАНИЕ НА ПРИОРИТЕТ

По настоящей заявке испрашивается приоритет по предварительной заявке U.S. №61/378262, поданной 30 августа 2010 г., и Европейской заявке №10189234,7, поданной 28 октября 2010 г., раскрытия которых во всей их полноте включены в настоящее изобретение в качестве ссылки.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к улучшенному способу получения алкилароматических соединений, таких как этилбензол и кумол.

Из алкилароматических соединений, эффективно получаемых улучшенным способом, предлагаемым в настоящем изобретении, например, этилбензол и кумол являются ценными промышленными химикатами, которые используют в промышленности для производства мономерного стирола и одновременного производства фенола и ацетона соответственно. В действительности, обычный путь производства фенола является способом, включающим алкилирование бензола пропиленом с получением кумола, затем окисление кумола с получением соответствующего гидропероксида и затем расщепление гидропероксида с получением эквимольных количеств фенола и ацетона. Этилбензол можно получить с помощью целого ряда различных химических технологий. Одним способом, который имел значительный коммерческий успех, является парофазное алкилирование бензола этиленом в присутствии твердого кислого цеолитного катализатора ZSM-5. Примеры таких способов получения этилбензола описаны в патентах U.S. №№3751504 (Keown), 4547605 (Kresge) и 4016218 (Haag). В патенте U.S. №5003119 (Sardina) описано применение цеолита X, цеолита Y, цеолита L, цеолита бета, ZSM-5, цеолита омега и морденита и шабазита в синтезе этилбензола. В патенте U.S. №5959168 (van der Aalst) описано применение цеолита Y, цеолита бета, MCM-22, MCM-36, MCM-49 и MCM-56 в синтезе этилбензола на установке, предназначенной для использования катализатора на основе хлорида алюминия.

Другим способом, который имел значительный коммерческий успех, является жидкофазное алкилирование для получения этилбензола из бензола и этилена, поскольку он проводится при более низкой температуре, чем парофазный аналог, и поэтому характеризуется меньшим выходом побочных продуктов. Например, в патенте U.S. №4891458 (Innes) описан жидкофазный синтез этилбензола с использованием цеолита бета, а в патенте U.S. №5334795 (Chu) описано применение MCM-22 в жидкофазном синтезе этилбензола; и в патенте U.S. №7649122 (Clark) описано применение MCM-22 в жидкофазном синтезе этилбензола в присутствии поддерживаемого количества воды. В патенте U.S. №4549426 (Inwood) описан жидкофазный синтез алкилбензола с использованием стабилизированного паром цеолита Y. В публикации патента U.S. №2009/0234169 A1 (Pelati) описано жидкофазное ароматическое алкилирование по меньшей мере над одним слоем катализатора, содержащим первый катализатор, модифицированный путем включения иона редкоземельного металла.

Кумол в промышленном масштабе получали путем жидкофазного алкилирования бензола пропиленом над катализатором Фриделя-Крафтса, в частности твердой фосфорной кислотой или хлоридом алюминия. Установлено, что каталитические системы на основе цеолитов более активны и селективны при пропилировании бензола с образованием кумола. Например, в патенте U.S. №4992606 (Kushnerick) описано применение MCM-22 в жидкофазном алкилировании бензола пропиленом.

В других публикациях показано применение катализаторов, содержащих кристаллические цеолиты, для превращения сырья, содержащего алкилируемое ароматическое соединение и алкилирующий реагент с превращением в

алкилароматическое соединение при по меньшей мере частично жидкофазных условиях превращения. Они включают U.S. 2005/0197517 A1 (Cheng); U.S. 2002/0137977 A1 (Hendrickson); и U.S. 2004/013 8051 A1 (Shan), показывающие применение катализатора, содержащего микропористый цеолит, включенный в мезопористую подложку; WO
5 2006/002805 (Spano); и патент U.S. №6376730 (Jan), показывающий применение слоистого катализатора; EP 0847802 B1; и патент U.S. №5600050 (Huang), показывающий применение катализатора, содержащего от 30 до 70 мас.% Н-бета цеолита, от 0,5 до 10 мас.% галогена и остальное представляет собой связующее - оксид алюминия.

Другие такие публикации включают патент U.S. №5600048 (Cheng), в котором описано
10 получение этилбензола с помощью жидкофазного алкилирования над кислым твердым оксидом, таким как MCM-22, MCM-49 и MCM-56, цеолит бета, цеолит X, цеолит Y или морденит; патент U.S. №7411101 (Chen), в котором описано получение этилбензола или кумола с помощью жидкофазного алкилирования над кислым твердым оксидом, таким как PSH-3, ITQ-2, MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56 и цеолит бета при условиях
15 превращения, включающих температуру до 482°C и давление до 13788 кПа; и патент U.S. №7645913 (dark), в котором описано получение алкилароматических соединений с помощью жидкофазного алкилирования в многостадийной реакционной системе над кислым твердым оксидным катализатором, в первой реакционной зоне содержащим большее количество кислых центров в пересчете на единицу объема катализатора, чем
20 катализатор во второй реакционной зоне, при условиях превращения, включающих для этилбензола температуру до 270°C и давление в реакционной зоне до 8300 кПа и для кумола температуру до 250°C и давление в реакционной зоне до 5000 кПа. В публикации патента U.S. №2008/0287720 A1 (dark) описано алкилирование бензола над катализатором семейства MCM-22 в реакционной зоне, обладающей содержанием
25 воды, поддерживаемым равным от 1 до 900 мас.част./млн. В публикации патента U.S. №2009/0137855 A1 (dark) описан проводимый в смешанной фазе способ получения алкилароматических соединений из разбавленного алкенсодержащего сырья, которое также содержит примеси алканов. В последней публикации объемное отношение количества жидкости к количеству пара в сырье равно от 0,1 до 10.

Существующие способы алкилирования для получения алкилароматических
30 соединений, например этилбензола и кумола, по своей природе приводят к образованию полиалкилированных соединений, а также искомого моноалкилированного продукта. Поэтому для переалкилирования полиалкилированных соединений с использованием дополнительного ароматического сырья, например бензола, нормальным является
35 получение дополнительного моноалкилированного продукта, например этилбензола или кумола, путем рециркуляции полиалкилированных соединений в реактор для алкилирования или, чаще, путем загрузки полиалкилированных соединений в отдельный реактор для переалкилирования. Примеры катализаторов, которые использовали для алкилирования ароматических соединений, такого как алкилирование бензола этиленом
40 или пропиленом, и для переалкилирования полиалкилированных соединений, таких как полиэтилбензолы и полиизопропилбензолы, приведены в патенте U.S. №5557024 (Cheng) и включают MCM-49, MCM-22, PSH-3, SSZ-25, цеолит X, цеолит Y, цеолит бета, деалюминированный кислотой морденит и ТЕА-морденит. Переалкилирование над мелкокристаллической (<0,5 мкм) формой ТЕА-морденита также раскрыто в патенте
45 U.S. №6984764.

Если стадию алкилирования проводят в жидкой фазе, желательно проводить стадию переалкилирования также в жидкофазных условиях. Однако в случае проведения жидкофазных реакций при относительно низких температурах предъявляются более

строгие требования к катализатору, в особенности на стадии переалкилирования, на которой объемные полиалкилированные соединения необходимо превратить в дополнительный моноалкилированный продукт без образования нежелательных побочных продуктов. Установлено, что это является серьезным затруднением в случае 5 получения кумола, когда имеющиеся катализаторы не обладают необходимой активностью или приводят к образованию значительных количеств побочных продуктов, таких как этилбензол и н-пропилбензол.

Хотя в данной области техники предполагается, что катализаторы для превращения сырья, содержащего алкилируемое ароматическое соединение и алкилирующий реагент, 10 в алкилароматическое соединение при по меньшей мере частично жидкофазных условиях превращения, состоят из пористого кристаллического алюмосиликатного молекулярного сита, обладающего структурой типа MWW, предлагаемый в настоящем изобретении улучшенный способ остается труднодостижимым. Разработка промышленно применимого катализатора для таких способов, проводимых при по меньшей мере 15 частично жидкофазных условиях превращения, который увеличивает степень превращения и не оказывает значительного влияния на моноселективность, т.е. образование низших ди- или полиалкилированных продуктов, повысит увеличение объема выпуска на существующих предприятиях и снизит капитальные затраты для создающихся предприятий вследствие уменьшения отношений ароматическое 20 соединение/алкилирующий реагент. Согласно изобретению неожиданно было установлено, что жидкофазный или по меньшей мере частично жидкофазный способ алкилирования для получения алкилароматических соединений, проводимый в присутствии особого катализатора, включающего пористое кристаллическое вещество, например кристаллический алюмосиликат ("кристалл"), обладающее структурой типа 25 FAU, *BEA или MWW, указанный катализатор обладает относительной активностью, измеренной, как RA₂₂₀ (ниже описано подробнее), равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0, или RA₁₈₀ (ниже описано подробнее), равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0, характеризуется 30 специфической комбинацией активности и моноселективности, одновременно обеспечивая работу при более низких давлениях реакции и более низких давлениях подачи алкилирующего реагента. Это, в частности, проявляется в случае, когда способ включает по меньшей мере частично жидкофазное алкилирование для получения 35 этилбензола или кумола. Это исключает необходимость в дорогостоящих бустер-компрессорах на промышленном предприятии, что является важным коммерческим преимуществом.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к улучшенному способу каталитического превращения сырья, содержащего алкилируемое ароматическое соединение и алкилирующий реагент, с образованием продукта превращения, содержащего искомое 40 алкилароматическое соединение, путем взаимодействия указанного сырья при по меньшей мере частично жидкофазных условиях каталитического превращения с каталитической композицией, содержащей пористое кристаллическое вещество, например кристаллический алюмосиликат, обладающий структурой типа FAU, *BEA 45 или MWW, или их смесь, указанная каталитическая композиция обладает относительной активностью, измеренной при 220°C как RA₂₂₀, равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C, как RA₁₈₀, равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0, что позволяет

проводить реакцию при меньшем давлении и меньшем давлении подачи алкилирующего реагента; например, при давлении, равном от примерно 250 фунт-сила/дюйм избыточное (1724 кПа) до примерно 450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа), предпочтительно от примерно 350 фунт-сила/дюйм избыточное (2413 кПа) до примерно 450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа). Относительная активность катализатора обеспечивает составляющую более 95% степень превращения алкилирующего реагента при температуре или давлении, при которых проводят реакцию, для которой обычно требуется или увеличение объема реактора, или повышение давления подачи алкилирующего реагента, где указанная относительная активность означает выраженное в процентах повышение температуры в адиабатическом трубчатом реакторе, содержащем одну или большее количество термопар, деленное на выраженную в процентах длину слоя в расчете на положение указанных термопар в указанном реакторе.

Одним объектом настоящего изобретения является способ селективного получения искомого моноалкилированного ароматического соединения, включающий стадию взаимодействия алкилируемого ароматического соединения с алкилирующим реагентом в присутствии катализатора при по меньшей мере частично жидкофазных условиях, указанный катализатор содержит пористое кристаллическое вещество, например кристаллический алюмосиликат, обладающий относительной активностью, измеренной при 220°C, как RA₂₂₀, равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C, как RA₁₈₀, равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0. Другим объектом настоящего изобретения является улучшенный способ алкилирования, предназначенный для селективного получения моноалкилбензола, включающий стадию реакции бензола с алкилирующим реагентом, таким как этилен или пропилен, при условиях алкилирования в присутствии алкилирования катализатора, который содержит пористое кристаллическое вещество, например, кристаллический алюмосиликат, обладающий относительной активностью, измеренной при 220°C, как RA₂₂₀, равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C, как RA₁₈₀, равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0.

Катализатор, предназначенный для применения в улучшенном способе, предлагаемом в настоящем изобретении, содержит пористое кристаллическое молекулярное сито, обладающее структурой типа FAU, такое как фожазит, цеолит Y, сверхстабильный Y (USY, описанные в патентах U.S. №№3293192 и 3449070), деалюминированный Y (Deal Y, получение которого описано в патенте U.S. №3442795), подвергнутый обмену с редкоземельным элементом Y (REY, описанный в патенте U.S. №4415438); структурой типа *BEA, такой как цеолит бета (описанный в патенте U.S. №3308069); или структурой типа MWW, такие как, например, обладающие рентгенограммой, содержащей максимумы при межплоскостных расстояниях, равных при 12,4±0,25, 6,9±0,15, 3,57±0,07 и 3,42±0,07 Å; или смесь пористых кристаллических молекулярных сит, обладающих структурой типа FAU,*BEA или MWW. Катализатор должен обладать относительной активностью, измеренной при 220°C, как RA₂₂₀, равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C, как RA₁₈₀, равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0, что позволяет проводить реакцию при меньшем давлении и меньшем давлении подачи алкилирующего реагента.

Молекулярные сита, обладающие структурой типа MWW, обычно обладают

рентгенограммой, содержащей максимумы при межплоскостных расстояниях, равных при $12,4 \pm 0,25$, $6,9 \pm 0,15$, $3,57 \pm 0,07$ и $3,42 \pm 0,07$ Å. Рентгеноструктурные данные, использующиеся для характеристики материала, получают по стандартным методикам с использованием дублета К-альфа меди в качестве падающего излучения и дифрактометра, снабженного сцинтилляционным счетчиком и присоединенным к нему компьютером в качестве накапливающей системы. Молекулярные сита, обладающие структурой типа MWW, включают MCM-22 (описанное в патенте U.S. №4954325), PSH-3 (описанное в патенте U.S. №4439409), SSZ-25 (описанное в патенте U.S. №4826667), ERB-1 (описанное в Европейском патенте №0293032), ITQ-1 (описанное в патенте U.S. №6077498), ITQ-2 (описанное в публикации Международного патента № W097/17290), ITQ-30 (описанное в публикации Международного патента № W02005/118476), MCM-36 (описанное в патенте U.S. №5250277), MCM-49 (описанное в патенте U.S. №5236575), MCM-56 (описанное в патенте U.S. №5362697), UZM-8 (описанное в патенте U.S. №6756030), и UZM-8HS (описанное в патенте U.S. №7713513). Для катализатора, используемого в настоящем изобретении, предпочтительно, если молекулярное сито выбрано из группы, включающей MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56 и изотипы MCM-49 и MCM-56, например ITQ-2 и ITQ-30.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к улучшенному способу получения моноалкилированных ароматических соединений, в частности этилбензола и кумола, с помощью жидкофазного или частично жидкофазного алкилирования алкилируемого ароматического соединения, предпочтительно бензола. Более предпочтительно, если в способе, предлагаемом в настоящем изобретении, применяется каталитическая композиция, содержащая фожазит, цеолит Y, цеолит бета или пористое кристаллическое вещество, обладающее структурой типа MWW, например MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, ITQ-1, ITQ-2 или ITQ-30, обладающий относительной активностью, измеренной при 220°C , как RA_{220} , равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C , как RA_{180} , равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0, что позволяет проводить реакцию при меньшем давлении, например, при давлении на выходе из реактора, равном примерно 450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа) или менее, и меньшем давлении подачи алкилирующего реагента, например этилена или пропилена, равном 450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа) или менее, например, 400 фунт-сила/дюйм избыточное (2758 кПа) или менее. Выражение "жидкофазный или частично жидкофазный" применительно к улучшенному способу, предлагаемому в настоящем изобретении, означает, что реакционная смесь содержит более 10 об.% жидкости, например, более 30 об.% жидкости, до 100 об.% жидкости.

Способы получения катализаторов, необходимых для применения в настоящем изобретении, включают описанные в публикациях, перечисленных в настоящем изобретении и включенных в настоящее изобретение в качестве ссылки, модифицированных только в той степени, которая необходима для того, чтобы готовый катализатор обладал относительной активностью, измеренной, как RA_{220} , равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или RA_{180} , равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0. Это находится в пределах компетенции специалистов в области получения катализаторов. Например, в патенте U.S. №4954325 описан кристаллический MCM-22 и содержащий его катализатор, в патенте U.S. №5236575 описан кристаллический MCM-49 и содержащий

его катализатор и в патенте U.S. №5362697 описан кристаллический МСМ-56 и содержащий его катализатор. При подборе методики получения катализатора, необходимого для применения в настоящем изобретении, необходимо соблюдать осторожность, так чтобы готовый катализатор обладал относительной активностью, измеренной при 220°C, как RA₂₂₀, равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C, как RA₁₈₀, равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0.

Термин "ароматический" применительно к алкилируемым ароматическим соединениям, которые можно использовать в качестве сырья в настоящем изобретении, обладает установленным в данной области техники значением. К ним относятся алкилзамещенные и незамещенные моно- и полиядерные соединения. Соединения ароматического характера, которые содержат гетероатом, также являются подходящими, при условии что при выбранных условиях проведения реакции они не действуют как яды катализатора.

Замещенные ароматические соединения, которые можно алкилировать в настоящем изобретении, должны содержать по меньшей мере один атом водорода, непосредственно связанный с ароматическим ядром. Ароматические кольца могут содержать в качестве заместителей один или большее количество алкилов, арилов, алкилариллов, алкоксигрупп, арилоксигрупп, циклоалкилов, галогенидов и/или других групп, которые не мешают реакции алкилирования.

Подходящие ароматические соединения включают бензол, нафталин, антрацен, нафтацен, перилен, коронен и фенантрен и бензол является предпочтительным.

Обычно алкильные группы, которые могут содержаться в качестве заместителей ароматического соединения, содержат от 1 до примерно 22 атомов углерода, и чаще от примерно 1 до 8 атомов углерода, и еще чаще от примерно 1 до 4 атомов углерода.

Подходящие алкилзамещенные ароматические соединения включают толуол, ксилол, изопропилбензол, н-пропилбензол, альфа-метилнафталин, этилбензол, мезитилен, дурол, цимолы, бутилбензол, псевдокумол, о-диэтилбензол, м-диэтилбензол, п-диэтилбензол, изоамилбензол, изогексилбензол, пентаэтилбензол, пентаметилбензол; 1,2,3,4-тетраэтилбензол; 1,2,3,5-тетраметилбензол; 1,2,4-триэтилбензол; 1,2,3-триметилбензол, м-бутилтолуол; п-бутилтолуол; 3,5-диэтилтолуол; о-этилтолуол; п-этилтолуол; м-пропилтолуол; 4-этил-м-ксилол; диметилнафталины; этилнафталин; 2,3-диметилантрацен; 9-этилантрацен; 2-метилантрацен; о-метилантрацен; 9,10-диметилфенантрен; и 3-метилфенантрен. Обладающие большой молекулярной массой алкилароматические соединения также можно использовать в качестве исходных веществ и они включают ароматические органические соединения, такие как полученные алкилированием ароматических органических соединений олигомерами олефинов. Такие продукты в данной области техники часто называют алкилатами и они включают гексилбензол, нонилбензол, додецилбензол, пентадецилбензол, гексилтолуол, нонилтолуол, додецилтолуол, пентадецилтолуол и т.п. Очень часто алкилат получают в качестве высококипящей фракции и в нем размер алкильной группы, присоединенной к ароматическому ядру, меняется от примерно C₆ до примерно C₁₂. Если искомым продуктом является кумол или этилбензол, то способ, предлагаемый в настоящем изобретении, приводит к образованию приемлемо низкого количества побочных продуктов, таких как ксилолы. В таких случаях ксилолы могут содержаться в количестве, составляющем менее примерно 500 част./млн.

Продукт реформинга, содержащий смесь бензола, толуола и/или ксилола, является

подходящим сырьем для способа алкилирования, предлагаемого в настоящем изобретении.

Алкилирующие реагенты, которые можно использовать в способе, предлагаемом в настоящем изобретении, включают олефины, такие как этилен и пропилен; спирты (включая одноатомные спирты, двухатомные спирты, трехатомные спирты и т.п.), такие как метанол, этанол и пропанолы; альдегиды, такие как формальдегид, ацетальдегид и пропионовый альдегид; и алкилгалогениды, такие как метилхлорид, этилхлорид и пропилахлориды и т.п.

Смеси легких олефинов применимы в качестве алкилирующих реагентов в способе алкилирования, предлагаемом в настоящем изобретении. В соответствии с этим смеси этилена и пропилена, которые являются основными компонентами различных выходных потоков нефтеперерабатывающих установок, таких как остаточный газ, отходящие газы газового завода, содержащие этилен, пропилен и т.п., отходящие газы крекинга нефти, содержащие легкие олефины, потоки пропан/пропилен флюидкаталитического крекинга (ФКК) на нефтеперерабатывающих установках и т.п., применимы в качестве алкилирующих реагентов в настоящем изобретении. Например, типичный поток легких олефинов для ФКК обладает следующим составом:

	Мас.%	Мол.%
Этан	3,3	5,1
Этилен	0,7	1,2
Пропан	4,5	15,3
Пропилен	42,5	46,8
Изобутан	12,9	10,3
n-бутан	3,3	2,6
Бутены	22,1	18,32
Пентаны	0,7	0,4

Неограничивающие примеры продуктов реакции, которые можно получить способом, предлагаемым в настоящем изобретении, включают этилбензол по реакции бензола с этиленом, кумол по реакции бензола с пропиленом, этилтолуол по реакции толуола с этиленом и цимолы по реакции толуола с пропиленом. Особенно предпочтительные механизмы способа, предлагаемого в настоящем изобретении, относятся к получению кумола путем алкилирования бензола пропиленом и получению этилбензола путем алкилирования бензола этиленом.

Реагенты для улучшенного способа, предлагаемого в настоящем изобретении, могут быть частично или полностью жидкофазным и могут быть неразбавленными, т.е. не содержащими специально введенные примеси или не разведенными другим веществом, или они могут вводиться во взаимодействие с необходимой каталитической композицией с помощью газов-носителей или разбавителей, таких как, например, водород или азот.

Улучшенный способ алкилирования, предлагаемый в настоящем изобретении, можно осуществлять так, что реагенты, т.е. алкилируемое ароматическое соединение и алкилирующий реагент, вводят во взаимодействие с катализатором, предлагаемым в настоящем изобретении, в подходящей зоне реакции, такой как, например, в проточном реакторе, содержащем неподвижный слой каталитической композиции, при эффективных условиях алкилирования. Такие условия включают температуру, равную менее примерно 270°C, от примерно 150°C до менее примерно 270°C, предпочтительно от примерно 160°C до менее примерно 270°C, и давление, равное от примерно 250 фунт-сила/дюйм² избыточное (1724 кПа) до примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа), предпочтительно от примерно 350 фунт-сила/дюйм² избыточное (2413 кПа) до примерно

450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа), отношение количества молей алкилируемого ароматического соединения к количеству молей алкилирующего реагента, составляющее от примерно 0,1:1 до примерно 100:1, предпочтительно от примерно 0,5:1 до примерно 30:1, и среднечасовую скорость подачи сырья (ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент, равную от примерно 0,1 до 100 ч⁻¹, предпочтительно от примерно 0,5 до примерно 50 ч⁻¹.

Если бензол алкилируют этиленом с получением этилбензола, то реакцию алкилирования предпочтительно проводят в жидкой фазе при условиях, включающих температуру, равную от примерно 150°C до менее примерно 270°C, более предпочтительно от примерно 165°C до менее примерно 270°C; давление, равное до примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа), предпочтительно от примерно 300 фунт-сила/дюйм² избыточное (2068 кПа) до примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа); среднечасовую скорость подачи сырья (ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент этилен, равную от примерно 0,1 до примерно 20 ч⁻¹, более предпочтительно от примерно 0,5 до примерно 6 ч⁻¹ и отношение количества молей бензола к количеству молей этилена в реакторе алкилирования, составляющее от примерно 0,5:1 до примерно 100:1, более предпочтительно от примерно 1:1 до примерно 30:1.

Если бензол алкилируют пропиленом с получением кумола, то реакцию также можно проводить в жидкофазных условиях, включающих температуру, равную менее примерно 200°C, предпочтительно от примерно 100 до 200°C; давление, равное примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа) или менее, например, от примерно 250 фунт-сила/дюйм² избыточное (1724 кПа) до примерно 600 фунт-сила/дюйм² избыточное (4137 кПа) или менее; или примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа); среднечасовую скорость подачи сырья (ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент пропилен, равную от примерно 0,1 ч⁻¹ до примерно 25 ч⁻¹, предпочтительно от примерно 0,3 ч⁻¹ до примерно 5 ч⁻¹ и отношение количества молей бензола к количеству молей пропилена в реакторе алкилирования, составляющее от примерно 0,5:1 до примерно 50:1, более предпочтительно от примерно 1:1 до примерно 20:1.

Катализатор, необходимый для использования в настоящем изобретении, включает кристаллическое молекулярное сито, обладающее структурой цеолита Y, бета или обладающее структурой типа MWW, такое как, например, обладающие рентгенограммой, содержащей максимумы при межплоскостных расстояниях, равных 12,4±0,25, 6,9±0,15, 3,57±0,07 и 3,42±0,07 Å. Примеры материалов, обладающих структурой типа MWW, включают MCM-22 (описанный в патенте U.S. №495439.5), PSH-3 (описанный в патенте U.S. №4439409), SSZ-25 (описанный в патенте U.S. №4826667), ERB-1 (описанный в Европейском патенте №0293032), ITQ-1 (описанный в патенте U.S. №6077498), ITQ-2 (описанный в патенте U.S. №6231751), ITQ-30 (описанный в WO 2005/118476), MCM-36 (описанный в патенте U.S. №5250277), MCM-49 (описанный в патенте U.S. №5236575), MCM-56 (описанный в патенте U.S. №5362697), UZM-8 (описанный в патенте U.S. №6756030) и UZM-8HS (описанный в патенте U.S. №7713513). Катализатор должен обладать относительной активностью, измеренной при 220°C, как RA₂₂₀, равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C, как RA₁₈₀, равной не менее 2,5 или не менее 3,5,

например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0.

В дополнение к зонам реакции и перед ними в реакторе, отдельном от реактора алкилирования, обычно могут быть расположены проницаемый реакционноспособный или нереакционноспособный защитный слой. В такой защитный слой также можно
5 включить катализатор алкилирования или переалкилирования, которые могут совпадать с катализатором, используемым в зоне (зонах) реакции, или отличаться от них. Такой защитный слой поддерживают при условиях окружающей среды или при условиях, подходящих для алкилирования или переалкилирования. По меньшей мере часть алкилируемого ароматического соединения и необязательно по меньшей мере часть
10 алкилирующего реагента пропускают через реакционноспособный или нереакционноспособный защитный слой до введения в зону реакционной смеси. Эти защитные слои служат не только для воздействия на необходимую реакцию алкилирования, но используются и для удаления из сырья реакционноспособных примесей, таких как соединения азота, которые в противном случае могут отравить
15 оставшуюся часть катализатора алкилирования или переалкилирования. Поэтому катализатор в реакционноспособном или нереакционноспособном защитном слое подвергают более частой регенерации и/или замене, чем оставшийся катализатор алкилирования или переалкилирования, и, следовательно, защитный слой обычно снабжают обходным контуром, так чтобы сырье для алкилирования можно было
20 загружать непосредственно в последовательность зон реакции в реакторе, а защитный слой не использовать. Реакционноспособный или нереакционноспособный защитный слой может действовать в прямоточном режиме с восходящим потоком или нисходящим потоком. Один пример системы алкилирования ароматических соединений, включающий реакционноспособный защитный слой, раскрыт в патенте U.S. №6995295, все содержание
25 которого включено в настоящее изобретение в качестве ссылки.

В механизме реакции, предлагаемой в настоящем изобретении, выходной поток из реактора алкилирования может содержать избыток ароматического сырья, моноалкилированный продукт, полиалкилированные продукты и различные примеси. Ароматическое сырье регенерируют путем перегонки и рециркулируют в реактор
30 алкилирования. Обычно небольшое количество отбирают из рециркулируемого потока для исключения нереакционноспособных примесей из контура. Донный осадок от перегонки можно дополнительно перегнать для отделения моноалкилированного продукта от полиалкилированных продуктов и других высококипящих веществ.

Полиалкилированные продукты, отделенные от выходного потока реактора
35 алкилирования, можно ввести в реакцию с дополнительным ароматическим сырьем в реакторе переалкилирования, отделенном от реактора алкилирования, над подходящим катализатором переалкилирования. Катализатор переалкилирования может содержать одно или смесь кристаллических молекулярных сит, обладающих структурой типа FAU, *BEA или MWW, или их смесь. Такая структура типа MWW обладает рентгенограммой,
40 содержащей максимумы при межплоскостных расстояниях, равных при $12,4 \pm 0,25$, $6,9 \pm 0,15$, $3,57 \pm 0,07$ и $3,42 \pm 0,07$ Å.

Рентгеноструктурные данные, использующиеся для характеристики указанных выше типов структур катализатора, получают по стандартным методикам с использованием дублета К-альфа меди в качестве падающего излучения и дифрактометра, снабженного
45 сцинтилляционным счетчиком и присоединенным к нему компьютером в качестве накапливающей системы. Вещества, обладающие указанными выше рентгеновскими полосами, включают, например, MCM-22 (описанный в патенте U.S. №4954325), PSH-3 (описанный в патенте U.S. №4439409), SSZ-25 (описанный в патенте U.S. №4826667),

ERB-1 (описанный в Европейском патенте №0293032), ITQ-1 (описанный в патенте U.S. №6077498), ITQ-2 (описанный в патенте U.S. №6231751), ITQ-30 (описанный в WO 2005/118476), MCM-36 (описанный в патенте U.S. №5250277), MCM-49 (описанный в патенте U.S. №5236575) и MCM-56 (описанный в патенте U.S. №5362697).

5 Цеолит бета раскрыт в патенте U.S. №3308069. Цеолит Y существует в природе (например, в виде фожазита), но также можно использовать одну из его синтетических форм, такую как сверхстабильный Y (USY), который раскрыт в патенте U.S. №3449070, и подвергнутый обмену с редкоземельным элементом Y (REY), который раскрыт в патенте U.S. №4415438.

10 Катализатор, предназначенный для применения в настоящем изобретении, должен обладать относительной активностью, измеренной, как RA_{220} , равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или RA_{180} , равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0, что позволяет проводить реакцию при меньшем давлении, например, при давлении на выходе из реактора, равном
15 примерно 450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа) или менее, и меньшем давлении подачи алкилирующего реагента, например этилена или пропилена, равном 450 фунт-сила/дюйм избыточное (3102 кПа) или менее, например, 400 фунт-сила/дюйм избыточное (2758 кПа) или менее. Относительную активность, измеряемую, как RA_{220} или RA_{180} ,
20 определяют по методике, аналогичной описанной в публикации S. Folger in Elements of Chemical Reactor Engineering, 2nd Edition, стр.406-407. В этой методике с использованием адиабатического реактора используют баланс энергии для установления взаимосвязи между повышением температуры и степенью превращения этилена. При известных положениях термопар, температуры на входе, давления и степени превращения
25 относительную активность катализатора можно определить с помощью дифференциального анализа реактора. Для этого анализа относительную активность рассчитывают с помощью выраженного в процентах повышения температуры в адиабатическом реакторе, содержащем одну или большее количество термопар, деленного на выраженную в процентах длину слоя в расчете на положение указанной
30 термопары в указанном реакторе. Относительная активность $(RA) = \Delta T/L$, где ΔT означает выраженное в процентах повышение температуры и L означает выраженную в процентах длину слоя. Если температура на входе в адиабатический реактор равна 180°C, то значением RA является RA_{180} . Если температура на входе в адиабатический реактор равна 220°C, то значением RA является RA_{220} .

35 Примерами определения RA являются следующие эксперименты, в которых в адиабатический $\frac{3}{4}$ трубчатый реактор, содержащий многопозиционные термопары загружают примерно 28 г заданного катализатора. Для обеспечения хорошего распределения потока каталитическая композиция плотно упакована между слоями
40 инертного оксида алюминия. Сырье, содержащее этилен и бензол (молярное отношение 1:1,5), нагревают до температуры на входе, равной 180°C или 220°C, пропускают через слой композиции катализатора, обеспечивающий протекание реакции, и выводят из реактора в виде выходного потока. Часть выходного потока рециркулируют обратно в сырье для обеспечения адиабатического повышения температуры, равного примерно
45 40°C. Отношение (массовое) количества рециркулируемого материала к количеству сырья поддерживают составляющим 6:1 для поддержания жидкофазных условий. Находящаяся в слое многопозиционная термопара состоит из 6 термопар, которые используют для измерения температуры в 6 точках в слое. Результаты описаны в таблице 1 для композиции катализатора А и катализатора В, которые представляют собой

материал, обладающий такой же структурой типа MWW, обладающий рентгенограммой, содержащей максимумы при межплоскостных расстояниях, равных при $12,4 \pm 0,25$, $6,9 \pm 0,15$, $3,57 \pm 0,07$ и $3,42 \pm 0,07$ Å.

5

Катализатор	Температура на входе (°C)	Положение термопары (в процентах от слоя)	Выраженное в процентах повышение температуры	RA
В (меньшая активность)	180	4,9%	9,0%	1,8
В (меньшая активность)	220	4,9%	32%	6,2
А (более высокая активность)	180	4,4%	23%	5,2
А (более высокая активность)	220	4,4%	47%	10,9

10

Каталитическая композиция, предназначенная для применения в настоящем изобретении, может включать матрицу из неорганического оксида или связующее.

15

Такие матрицы или связующие включают синтетические или природные вещества, а также неорганические вещества, такие как глина, диоксид кремния и/или оксиды металлов. Последние могут быть природными или в воде желеобразных осадков или гелей, включая смеси диоксида кремния и оксидов металлов. Природные глины, которые могут состоять из неорганического оксида, включают глины типа монтмориллонита и каолина, эти типы включают суббентониты и каолины, обычно известные как глины Dixie, McNamee, Georgia и Florida или другие, в которых основным минеральным компонентом является галлуазит, каолинит, диккит, накрит или аноксит. Такие глины можно использовать в необработанном состоянии после добычи или предварительно подвергнуть прокаливанию, кислотной обработке или химической модификации.

20

25

Конкретные применимые матрицы или связующие для каталитической композиции, использующейся в настоящем изобретении, включают диоксид кремния, оксид алюминия, диоксид циркония, диоксид титана, диоксид кремния-оксид алюминия, диоксид кремния-оксид магния, диоксид кремния-диоксид циркония, диоксид кремния-диоксид тория, диоксид кремния-оксид бериллия, диоксид кремния-диоксид титана, а также тройные композиции, такие как диоксид кремния-оксид алюминия-диоксид тория, диоксид кремния-оксид алюминия-диоксид циркония, диоксид кремния-оксид алюминия-оксид магния и диоксид кремния-оксид магния-диоксид циркония. Матрица может находиться в форме совместного геля. Также можно использовать смесь этих компонентов.

30

35

Для улучшения настоящего изобретения относительные содержания кристаллического молекулярного сита и связующего в матрице не являются критически важными, если катализатор обладает относительной активностью, измеренной при 220°C , как RA_{220} , равной не менее 7,5 или не менее 8,6, например, от 7,5 до 30 или от 8,6 до 12,0; или измеренной при 180°C , как RA_{180} , равной не менее 2,5 или не менее 3,5, например, от 2,5 до 10 или от 3,5 до 6,0.

40

45

Каталитическая композиция, предназначенная для использования в настоящем изобретении, или ее компонент - кристаллическое молекулярное сито, может содержать или не содержать дополнительные функциональные элементы, такие как, например, металл группы VI (например, Cr и Mo), группы VII (например, Mn и Re) или группы VIII (например, Co, Ni, Pd и Pt), или фосфор.

Неограничивающие прогнозирующие примеры настоящего изобретения, включающие улучшенный механизм алкилирования, описаны с помощью представленных ниже экспериментов. В этих экспериментах катализатор А и В представляют собой материалы,

обладающие структурой типа MWW, обладающие рентгенограммой, содержащей максимумы при межплоскостных расстояниях, равных при $12,4 \pm 0,25$, $6,9 \pm 0,15$, $3,57 \pm 0,07$ и $3,42 \pm 0,07$ Å.

ПРИМЕРЫ

5 Пример 1

Примером соответствующей уровню техники промышленной операции при высоком давлении подачи этилена в реакционный сосуд, содержащий слой катализатора В, обладающего RA₂₂₀, равной 6,2, является загрузка бензола и этилена при отношении количества молей бензола к количеству молей этилена, составляющем примерно 15:1.

10 Давление подачи этилена равно 600 фунт-сила/дюйм² избыточное, давление на выходе из реактора поддерживают равным 500 фунт-сила/дюйм² избыточное и температура реактора равна 220°C. Обеспечивается полное превращение этилена, превышающее 99,99%.

15 Пример 2

В сравнительном примере давление подачи этилена выбрано меньшим и равным 450 фунт-сила/дюйм² избыточное. Для работы реактора для поддержания жидкой фазы давление на выходе из реактора должно быть снижено до 370 фунт-сила/дюйм² избыточное. В качестве альтернативного режима выбрана установка компрессора для
20 этилена для повышения давления подачи этилена до 600 фунт-сила/дюйм² избыточное и используют тот же катализатор, как в примере 1, при RA₂₂₀, равной 6,2. Остальные условия проведения реакции, используемые в примере 1, сохраняются в этом эксперименте. Стоимость установленного компрессора превышает 2 млн долларов. В
25 то же время при таком же отношении количества молей бензола к количеству молей этилена, как в примере 1, и с использованием такого же катализатора и условий, производительность является такой же.

Пример 3

Как в примере 2, давление подачи этилена выбрано меньшим и равным 450 фунт-
30 сила/дюйм² избыточное. Давление на выходе из реактора для поддержания жидкой фазы должно быть снижено до 370 фунт-сила/дюйм² избыточное. Температуру реакционной смеси снижают до 180°C для обеспечения жидкофазной реакции при таком же отношении количества молей бензола к количеству молей этилена, как в примере
35 2. Используют такой же катализатор, как в примере 1 и 2, но не требуется дорогостоящий компрессор для этилена. Поскольку активность катализатора В RA₁₈₀, равная 1,8, меньше, чем требующаяся при этих условиях, степень превращения этилена меньше чем 99,99% и является неполной. Для обеспечения полного превращения этилена количество загружаемого этилена уменьшают, что приводит к общему снижению
40 производительности, или значительно увеличивают количество катализатора для сохранения производительности.

Пример 4

Для примера улучшенного способа, предлагаемого в настоящем изобретении, методику, описанную в примере 3, изменяют путем использования катализатора А,
45 обладающего RA₁₈₀, равной 5,2. При давлении 370 фунт-сила/дюйм² избыточное и температуре, равной 180°C, реакция продолжает протекать в жидкой фазе. Обеспечивается степень превращения этилена, превышающая 99,99%, без использования дорогостоящего компрессора для этилена, необходимого в примере 2. Использование

обладающего большей активностью катализатора А позволяет использовать более низкое давление подачи этилена без необходимости установки нового оборудования.

5 Все патенты, заявки на патенты, методики испытаний, приоритетные документы, публикации, руководства и другие документы, цитированные в настоящем изобретении, полностью включены в настоящее изобретение в качестве ссылки в той степени, в которой такое раскрытие не противоречит настоящему изобретению, и для всех случаев, для которых разрешено такое включение.

10 Если в настоящем изобретении указаны верхние предельные числовые значения и нижние предельные числовые значения, то включены диапазоны от любого нижнего предельного значения до любого верхнего предельного значения.

Хотя тщательно описаны иллюстративные варианты осуществления, следует понимать, что очевидны разные другие модификации и специалисты в данной области техники легко могут их осуществить без отклонения от сущности и объема настоящего изобретения. В соответствии с этим предполагается, что объем прилагаемой формулы изобретения не ограничивается примерами и описаниями, приведенными в настоящем изобретении, а формула изобретения составлена так, что включает все отличительные признаки патентоспособной новизны, соответствующие настоящему изобретению, включая все отличительные признаки, которые должны рассматривать, как их эквиваленты, специалисты в области техники, к которой относится настоящее изобретение.

Формула изобретения

1. Способ каталитического превращения сырья, содержащего по меньшей мере одно алкилируемое ароматическое соединение и алкилирующий реагент, с образованием продукта превращения, содержащего алкилароматическое соединение, способ включает стадию взаимодействия указанного сырья по меньшей мере в частично жидкой фазе при условиях каталитического превращения, включающих отношение количества молей алкилируемого ароматического соединения к количеству молей алкилирующего реагента, составляющее от 0,1:1 до 100:1, и среднечасовую скорость подачи сырья (ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент, равную от 0,1 до 500 ч⁻¹, с каталитической композицией, содержащей пористое кристаллическое вещество, обладающее структурой типа FAU, *BEA или MWW, или их смесь, улучшение, включающее модификацию указанной каталитической композиции, такое, чтобы она обладала относительной активностью, измеренной, как RA₂₂₀ при 220°C, равной от 7,5 до 30, или RA₁₈₀ при 180°C, равной от 2,5 до 10, где указанные условия каталитического превращения включают температуру, равную менее примерно 270°C, и давление, равное примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа) или менее, и где давление подачи указанного алкилирующего реагента равно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа) или менее, где указанная относительная активность означает выраженное в процентах повышение температуры в адиабатическом трубчатом реакторе, содержащем одну или большее количество термопар, деленное на выраженную в процентах длину слоя в расчете на положение указанных термопар в указанном реакторе.

2. Способ по п.1, в котором указанное пористое кристаллическое вещество обладает указанной структурой типа MWW.

3. Способ по п.2, в котором указанное пористое кристаллическое вещество, обладающее указанной структурой типа MWW, выбрано из группы, включающей MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, ITQ-1, ITQ-2 и ITQ-30.

4. Способ по п.1, в котором указанное пористое кристаллическое вещество выбрано из группы, включающей цеолит бета, PSH-3, SSZ-25, ERB-1, UZM-8, UZM-8HS, фожазит, цеолит Y, USY, Deal Y, REY и их смеси.

5. Способ по п.1, в котором указанное сырье включает ароматические соединения, выбранные из группы, включающей бензол, кумол, нафталин, антрацен, нафтацен, перилен, коронен, фенантрен и их смеси.

6. Способ по п.1, в котором указанное сырье включает продукт риформинга.

7. Способ по п.1, в котором указанным алкилируемым ароматическим соединением является бензол и указанный алкилирующий реагент выбран из группы, включающей этилен, пропилен и бутены.

8. Способ по п.1, в котором указанным алкилируемым ароматическим соединением является бензол и указанным алкилирующим реагентом является этилен, указанный продукт превращения включает этилбензол и указанные условия превращения включают указанную температуру, равную от примерно 150°C до менее примерно 270°C, указанное давление, равное примерно 600 фунт-сила/дюйм² избыточное (4137 кПа) или менее, указанную среднечасовую скорость подачи сырья (ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент этилен, равную от примерно 0,1 до примерно 20 ч⁻¹, и указанное отношение количества молей бензола к количеству молей этилена составляет от примерно 0,5:1 до примерно 50:1, в котором указанная каталитическая композиция обладает указанной относительной активностью, измеренной, как указанная RA₂₂₀, равной от 7,5 до 30, или указанная RA₁₈₀, равной от 2,5 до 10.

9. Способ по п.1, в котором указанным алкилируемым ароматическим соединением является бензол, указанным алкилирующим реагентом является пропилен, указанный продукт превращения включает кумол и указанные условия превращения включают указанную температуру, равную менее примерно 200°C, указанное давление, равное примерно 450 фунт-сила/дюйм² избыточное (3102 кПа) или менее, указанную среднечасовую скорость подачи сырья (ССПС) в пересчете на алкилирующий реагент пропилен, равную от примерно 0,1 ч⁻¹ до примерно 250 ч⁻¹, и указанное отношение количества молей бензола к количеству молей пропилена составляет от примерно 0,5:1 до примерно 30:1, в котором каталитическая композиция обладает указанной относительной активностью, измеренной, как указанная RA₂₂₀, равной от 7,5 до 30, или указанная RA₁₈₀, равной от 2,5 до 10.

35

40

45