



(51) МПК

C07C 1/22 (2006.01)

C07C 1/24 (2006.01)

C07C 15/085 (2006.01)

C07C 33/20 (2006.01)

C07C 5/03 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C07C 1/22 (2023.08); C07C 1/24 (2023.08); C07C 15/085 (2023.08); C07C 33/20 (2023.08); C07C 5/03 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2022105677, 06.08.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.08.2020Дата регистрации:  
08.12.2023

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
09.08.2019 JP 2019-148080

(43) Дата публикации заявки: 11.09.2023 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 08.12.2023 Бюл. № 34

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 09.03.2022(86) Заявка РСТ:  
JP 2020/030207 (06.08.2020)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2021/029324 (18.02.2021)Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО  
"Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

КОИКЕ Хирофуми (JP),  
УЕКУСА Тацуро (JP),  
ИКЕДА Соко (JP)

(73) Патентообладатель(и):

СУМИТОМО КЕМИКАЛ КОМПАНИ,  
ЛИМИТЕД (JP)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 7053226 B2, 30.05.2006. WO  
2005030682 A1, 07.04.2005. JP 2003081886 A,  
19.03.2003. RU 2340587 C2, 10.12.2008. CN  
108929189 A, 04.12.2018.

## (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КУМОЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области органического синтеза, конкретно к способу получения кумола путем подвергания кумилового спирта реакции гидрокрекинга или дегидратации и последующей реакции гидрирования, для получения кумола. Способ включает стадии: (А) подачи жидкости, содержащей кумол, в реактор, загруженный катализатором; и (В) подачи водорода и жидкости, содержащей кумиловый спирт, в реактор после стадии (А), при этом в

случае, когда кумиловый спирт подвергают реакции гидрокрекинга для получения кумола, катализатор не является катализатором, содержащим медь. Техническим результатом изобретения является предоставление способа получения кумола, в котором количество образующегося побочного изопропилциклогексана оказывается небольшим. 13 з.п. ф-лы, 1 табл., 2 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*C07C 1/22* (2006.01)*C07C 1/24* (2006.01)*C07C 15/085* (2006.01)*C07C 33/20* (2006.01)*C07C 5/03* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C07C 1/22* (2023.08); *C07C 1/24* (2023.08); *C07C 15/085* (2023.08); *C07C 33/20* (2023.08); *C07C 5/03* (2023.08)

(21)(22) Application: **2022105677, 06.08.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**06.08.2020**

Registration date:  
**08.12.2023**

Priority:

(30) Convention priority:  
**09.08.2019 JP 2019-148080**

(43) Application published: **11.09.2023 Bull. № 26**(45) Date of publication: **08.12.2023 Bull. № 34**(85) Commencement of national phase: **09.03.2022**

(86) PCT application:  
**JP 2020/030207 (06.08.2020)**

(87) PCT publication:  
**WO 2021/029324 (18.02.2021)**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO  
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**KOIKE Hirofumi (JP),  
UEKUSA Tatsuro (JP),  
IKEDA Shoko (JP)**

(73) Proprietor(s):

**SUMITOMO CHEMICAL COMPANY,  
LIMITED (JP)**

(54) **METHOD FOR OBTAINING CUMENE**

(57) Abstract:

FIELD: organic synthesis.

SUBSTANCE: invention is related to a method for producing cumene by subjecting cumyl alcohol to a hydrocracking or dehydration reaction and subsequent hydrogenation reaction to obtain cumene. The method includes the following stages: (A) feeding a liquid containing cumene into a reactor loaded with catalyst; and (B) supplying hydrogen and a liquid containing

cumyl alcohol to the reactor after step (A), wherein in the case where the cumyl alcohol is subjected to a hydrocracking reaction to produce cumene, the catalyst is not a catalyst containing copper.

EFFECT: provision of a method for producing cumene, in which the amount of by-product isopropylcyclohexane produced is small.

14 cl, 1 tbl, 4 ex

**ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ**

[0001] Настоящее изобретение относится к способу получения кумола.

**УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

[0002] Традиционно известен процесс, включающий реакцию гидрирования путем  
5 приведения жидкого органического соединения в контакт с водородом в присутствии катализатора.

[0003] Известно приведение газообразного водорода в контакт с катализатором в начале такого процесса, до того, как жидкое органическое соединение и водород вступят в контакт с катализатором, и затем приведение жидкого органического соединения в  
10 контакт с водородом в присутствии катализатора.

[0004] Например, в патентном документе 1 раскрывается, что в начале процесса гидрирования динитрила путем приведения жидкого ароматического динитрила в контакт с водородом в присутствии катализатора сначала водород приводят в контакт с катализатором, после чего следует приведение водорода и жидкости, содержащей  
15 изофталонитрил, в контакт с катализатором.

**Перечень ссылок****Патентные документы**

[0005] Патентный документ 1: Публикация не прошедшего экспертизу патента Японии № 2003-327563

**СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ****ТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА**

[0006] В качестве одного из процессов, включающего реакцию гидрирования путем приведения жидкого органического соединения в контакт с водородом в присутствии катализатора, существует процесс получения кумола, включающий в себя подвергание  
25 жидкого кумилового спирта (а) реакции гидрокрекинга или (b) дегидратации и последующей реакции гидрирования, в присутствии катализатора. В настоящем описании кумиловый спирт относится к 2-фенил-2-пропанолу.

[0007] Однако, согласно исследованиям авторов настоящего изобретения было обнаружено, что, когда указанный выше способ применяется в начале такого процесса, возрастает количество образующегося изопропилциклогексана, который является  
30 побочным продуктом реакции, что является проблематичным.

[0008] Настоящее изобретение было сделано в свете указанной выше проблемы, и его задачей является предложить способ получения кумола, в котором количество образующегося изопропилциклогексана, который является побочным продуктом,  
35 оказывается небольшим.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ**

[0009] Способ получения кумола в соответствии с настоящим изобретением представляет собой способ получения кумола путем подвергания кумилового спирта (а) реакции гидрокрекинга или (b) дегидратации и последующей реакции гидрирования,  
40 причем способ включает в себя следующие стадии А и В:

- стадия А: подача жидкости, содержащей кумол, в реактор, загруженный катализатором, и

- стадия В: подача водорода и жидкости, содержащей кумиловый спирт, в реактор после стадии А.

**ПОЛЕЗНЫЙ ЭФФЕКТ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

[0010] В соответствии с настоящим изобретением, предлагается способ получения кумола, в котором количество образующегося изопропилциклогексана, который является побочным продуктом, оказывается небольшим.

**ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

[0011] (Способ получения кумола в соответствии с первым вариантом осуществления)

[0012] Будет описан способ получения кумола в соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения.

5 [0013] Способ получения кумола в соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения представляет собой способ получения кумола путем подвергания кумилового спирта (а) реакции гидрокрекинга или (b) дегидратации и последующей реакции гидрирования, для получения кумола. Данный способ включает следующие стадии А и В.

10 [0014] Стадия А: подача жидкости, содержащей кумол, в реактор, загруженный катализатором.

Стадия В: подача водорода и жидкости, содержащей кумиловый спирт, в реактор после стадии А.

Настоящий вариант осуществления будет подробно описан ниже.

15 [0015] Стадия А

На стадии А жидкость, содержащая кумол, подается в реактор. Концентрация кумола в жидкости на стадии А может составлять 50% по массе или более, 60% по массе или более и 70% по массе или более. В одном аспекте, концентрация кумола в жидкости может составлять 90% по массе или более, и составляет предпочтительно 95% по массе  
20 или более, более предпочтительно 98% по массе или более, и еще более предпочтительно 99% по массе или более. Концентрация кумола в жидкости может составлять 100% по массе.

[0016] Жидкость может содержать кумиловый спирт. В одном аспекте, концентрация кумилового спирта в жидкости может составлять 50% по массе или менее, 40% по массе  
25 или менее, или 30% по массе или менее. В одном аспекте, концентрация кумилового спирта в жидкости может быть 10% по массе или менее, составляет предпочтительно 5% по массе или менее, более предпочтительно 2% по массе или менее, и еще более предпочтительно 1% по массе или менее.

[0017] Целесообразно повышать температуру катализатора в реакторе во время  
30 стадии А. Целесообразно повысить температуру катализатора в реакторе таким образом, чтобы температура находилась в указанном ниже диапазоне температур реакции в конце стадии А.

[0018] Водород обычно не подается в реактор в начале стадии А. Молярное отношение водород/(кумол+кумиловый спирт) в начале стадии А составляет  
35 предпочтительно 1/25 или менее, более предпочтительно 1/30 или менее, и еще более предпочтительно 1/40 или менее.

В одном аспекте, во время осуществления стадии А, молярное отношение водород/(кумол+кумиловый спирт) составляет предпочтительно 1/25 или менее, более  
40 предпочтительно 1/30 или менее, и еще более предпочтительно 1/40 или менее. В одном аспекте, во время осуществления стадии А водород не подается в реактор.

[0019] Стадия В

На стадии В, водород и жидкость, содержащая кумиловый спирт, подаются в реактор.

[0020] Хотя концентрация В1 кумилового спирта в жидкости на стадии В не имеет ограничений, предпочтительно, чтобы концентрация В1 составляла 10% по массе или  
45 более, и концентрация В1 может составлять 20% по массе или более, и хотя максимальная концентрация не имеет ограничений, концентрация В1 может составлять 60% по массе или менее, 50% по массе или менее, или 40% по массе или менее.

[0021] Жидкость может содержать кумол. В одном аспекте, концентрация кумола в

жидкости может составлять 90% по массе или менее, 80% по массе или менее, или 70% по массе или менее. В одном аспекте, концентрация кумола в жидкости может составлять 50% по массе или более, 60% по массе или более, или 70% по массе или более.

[0022] Концентрация В1 кумилового спирта в жидкости на стадии В и концентрация кумилового спирта в жидкости на стадии А являются независимыми. Концентрация В1 кумилового спирта в жидкости на стадии В и концентрация кумилового спирта в жидкости на стадии А могут быть одинаковыми.

[0023] На стадии В целесообразно поддерживать температуру реактора в указанном ниже диапазоне температур реакции. Когда температура реактора не повышается на стадии А, целесообразно повысить температуру реактора в указанном ниже диапазоне температур реакции на стадии В.

[0024] Количество жидкости, подаваемой в реактор на стадии В, может быть соответствующим образом установлено в соответствии с типом и количеством катализатора.

[0025] На стадии В водород подается в реактор вместе с жидкостью. Количество водорода будет указано ниже.

[0026] На стадии В кумиловый спирт в жидкости, содержащей кумиловый спирт, превращается в кумол посредством (а) реакции гидрокрекинга или (б) дегидратации и последующей реакции гидрирования.

[0027] Катализатор и условия в реакции гидрокрекинга

Далее будут описаны катализатор и условия, при которых кумиловый спирт подвергается (а) реакции гидрокрекинга для получения кумола.

[0028] В случае реакции гидрокрекинга жидкость, содержащую кумол, получают путем приведения водорода и жидкости, содержащей кумиловый спирт, в контакт с катализатором для реакции кумилового спирта и водорода в реакторе.

[0029] Примеры катализатора, используемого в реакции гидрокрекинга (далее иногда обозначается как «катализатор гидрокрекинга»), включают катализаторы, содержащие металл группы 9, 10, 11 или 12 периодической таблицы, и конкретные примеры катализатора включают катализаторы, содержащие кобальт, катализаторы, содержащие никель, катализаторы, содержащие палладий, катализаторы, содержащие медь, и катализаторы, содержащие цинк. Катализаторы, содержащие никель, катализаторы, содержащие палладий, или катализаторы, содержащие медь, предпочтительны с точки зрения подавления образования побочных продуктов. Примеры катализаторов, содержащих никель, включают никель, никель-оксид алюминия, никель-диоксид кремния и никель-углерод; примеры катализаторов, содержащих палладий, включают палладий-оксид алюминия, палладий-диоксид кремния и палладий-углерод; и примеры катализаторов, содержащих медь, включают медь, медь Ренея, медь-хром, медь-цинк, медь-хром-цинк, медь-диоксид кремния и медь-оксид алюминия.

[0030] Реактор, используемый в реакции гидрокрекинга, содержит любой один или комбинацию из множества указанных выше катализаторов. Реактор может быть выполнен в виде реактора с суспензионным слоем или с неподвижным слоем. Предпочтительно использовать неподвижный слой для крупномасштабных промышленных операций. Предпочтительно осуществлять реакцию непрерывным способом.

[0031] Количество водорода, расходуемое в реакции гидрокрекинга, равно количеству моль кумилового спирта. Однако, поскольку расходующие водород компоненты, отличные от кумилового спирта, также обычно содержатся в сырьевой жидкости, целесообразно подавать избыток водорода сверх стехиометрического количества с

целью обеспечения степени конверсии кумилового спирта. По мере увеличения парциального давления водорода реакция протекает быстрее. Поэтому молярное отношение водород/кумиловый спирт обычно устанавливают на уровне от 1/1 до 20/1, предпочтительно от 1/1 до 10/1 и более предпочтительно от 1/1 до 5/1. Молярное отношение водород/(кумол+кумиловый спирт) обычно составляет 1/25 или более. Молярное отношение может составлять более 1/25.

[0032] Избыток водорода, который остается после реакции гидрокрекинга, также может быть выделен из реакционной жидкости, далее рециркулирован и использован. Хотя температуры реакции гидрокрекинга обычно составляют от 0°C до 500 °C, от 50°C до 450°C являются предпочтительными, и от 150°C до 300°C являются более предпочтительными. Давление реакции гидрокрекинга обычно составляет 100-10000 кПа изб., предпочтительно 500-4000 кПа изб., и более предпочтительно 1000-2000 кПа изб.

[0033] Степень конверсии кумилового спирта при применении реакции гидрокрекинга обычно составляет 90% или более.

[0034] Катализатор и условия, при которых проводится реакция дегидратации с последующей реакцией гидрирования

Далее будут описаны катализатор и условия, при которых кумиловый спирт подвергается (b) дегидратации и последующей реакции гидрирования для получения кумола.

[0035] В данном случае кумиловый спирт в жидкости приводят в контакт с катализатором в реакторе для получения жидкости, содержащей  $\alpha$ -метилстирол, посредством реакции дегидратации кумилового спирта, и затем водород и жидкость, содержащую  $\alpha$ -метилстирол, приводят в контакт с катализатором в реакторе для обеспечения реакции гидрирования между  $\alpha$ -метилстиролом и водородом, чтобы тем самым получить жидкость, содержащую кумол.

[0036] В настоящем аспекте стадию дегидратации кумилового спирта в жидкости для получения жидкости, содержащей  $\alpha$ -метилстирол, можно называть «стадией дегидратации», и стадию подвергания водорода и жидкости, содержащей  $\alpha$ -метилстирол в жидкости, реакции гидрирования для получения жидкости, содержащей кумол, можно называть «стадией гидрирования».

[0037] Примеры катализатора, используемого на стадии дегидратации (далее иногда обозначается как «катализатор дегидратации»), включают гомогенные кислотные катализаторы, такие как серная кислота, фосфорная кислота и п-толуолсульфоновая кислота; и твердые кислотные катализаторы, такие как активированный оксид алюминия, диоксид титана, диоксид циркония, диоксид кремния-оксид алюминия и цеолиты. Предпочтительно проводить стадию дегидратации в присутствии твердого кислотного катализатора, и более предпочтительно использовать активированный оксид алюминия, ввиду повышения эффективности реакции.

[0038] Реакция дегидратации на стадии дегидратации обычно осуществляется путем приведения жидкости, содержащей кумиловый спирт, в контакт с катализатором дегидратации в реакторе. Поскольку за реакцией дегидратации следует реакция гидрирования на стадии гидрирования, жидкость, содержащую кумиловый спирт, можно привести в контакт с катализатором дегидратации в присутствии водорода. Температура реакции дегидратации обычно составляет 50-450 °C, и предпочтительно 150-300 °C. Давление реакции дегидратации обычно составляет 10-10000 кПа изб.

[0039] Примеры катализатора, используемого на стадии гидрирования (далее иногда называется «катализатор гидрирования»), включают катализаторы, содержащие металл

группы 10 или 11 периодической таблицы, и конкретные примеры катализатора включают катализаторы, содержащие никель, катализаторы, содержащие палладий, катализаторы, содержащие платину, и катализаторы, содержащие медь. Катализаторы, содержащие никель, катализаторы, содержащие палладий, и катализаторы, содержащие медь, предпочтительны с точки зрения подавления реакции гидрирования ядра ароматического кольца и высокого выхода. В качестве катализаторов, содержащих никель, предпочтительны никель, никель-оксид алюминия, никель-диоксид кремния и никель-углерод; в качестве катализаторов, содержащих палладий, предпочтительными являются палладий-оксид алюминия, палладий-диоксид кремния и палладий-углерод; и в качестве катализаторов, содержащих медь, предпочтительными являются медь, медь Ренея, медь-хром, медь-цинк, медь-хром-цинк, медь-диоксид кремния и медь-оксид алюминия. Эти катализаторы могут использоваться по отдельности или в сочетании двух или более.

[0040] Стадия гидрирования осуществляется путем приведения водорода и жидкости, содержащей  $\alpha$ -метилстирол, в контакт с катализатором гидрирования в реакторе. Реакция гидрирования следует за указанной выше реакцией дегидратации, и часть воды, полученной в реакции дегидратации, может быть отделена с помощью сепарации воды от масла или подобным способом, или же в данном аспекте вода вместе с  $\alpha$ -метилстиролом может быть приведена в контакт с катализатором гидрирования и без отделения.

[0041] Количество водорода, расходуемое в реакции гидрирования, равно количеству моль  $\alpha$ -метилстирола. Однако, поскольку расходующие водород компоненты, отличные от  $\alpha$ -метилстирола, также обычно содержатся в сырьевой жидкости, целесообразно подавать избыток водорода сверх стехиометрического количества с целью обеспечения степени конверсии  $\alpha$ -метилстирола. По мере увеличения парциального давления водорода реакция протекает быстрее. Поэтому молярное отношение водород/ $\alpha$ -метилстирол обычно устанавливают на уровне от 1/1 до 20/1, предпочтительно от 1/1 до 10/1 и более предпочтительно от 1/1 до 5/1. Избыток водорода, который остается после реакции гидрирования, также может быть выделен из реакционной жидкости, затем рециркулирован и использован. Молярное отношение водород/(кумол+кумиловый спирт) обычно составляет 1/25 или более. В случае (b) количество вещества «водорода» в молярном отношении представляет собой количество вещества водорода, подвергнутого реакции гидрирования, и количество вещества «кумол+кумиловый спирт» представляет собой общее количество вещества кумола и кумилового спирта в жидкости, подвергнутой реакции дегидратации. Молярное отношение может составлять более 1/25.

[0042] Хотя температуры реакции гидрирования обычно составляют от 0°C до 500°C, температуры от 30°C до 400°C являются предпочтительными, и от 50°C до 300°C являются более предпочтительными. Давление реакции гидрирования обычно составляет 100-10000 кПа изб.

[0043] Реакцию дегидратации и последующую реакцию гидрирования можно проводить в реакторе, который содержит катализатор дегидратации и катализатор гидрирования последовательно от стороны впуска в одном контейнере, в реакторе, который содержит катализатор, полученный путем физического смешивания катализатора дегидратации и катализатора гидрирования в одном контейнере, в реакторе, который содержит катализатор гидрирования, нанесенный на катализатор дегидратации в одном контейнере, или в реакторе, в котором контейнер, содержащий катализатор дегидратации, и контейнер, содержащий катализатор гидрирования,

соединены по трубопроводу последовательно от стороны впуска.

[0044] Состояние контакта между катализатором и жидкостью в контейнере может быть в виде суспензионного слоя или неподвижного слоя. Предпочтительно использовать неподвижный слой для крупномасштабных промышленных операций. В настоящем варианте осуществления реакцию дегидратации и последующую реакцию гидрирования проводят непрерывным способом.

[0045] В соответствии со способом согласно настоящему варианту осуществления количество побочных продуктов, особенно изопропилциклогексана, в реакционной смеси может быть уменьшено, а селективность конверсии кумилового спирта в кумол может быть увеличена.

[0046] Способ получения пропиленоксида

Вышеупомянутый способ получения кумола подходящим образом применяется на стадии получения кумола в приведенном ниже способе получения пропиленоксида.

[0047] В частности, получение пропиленоксида в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения включает следующие стадии.

[0048] Стадия окисления: стадия окисления кумола с получением гидропероксида кумола

Стадия эпоксицирования: стадия взаимодействия гидропероксида кумола, полученного на стадии окисления, и пропилена с получением пропиленоксида и кумилового спирта.

Стадия получения кумола: стадия превращения кумилового спирта, полученного на указанной выше стадии эпоксицирования, в кумол с использованием указанного выше способа получения кумола и рециркуляции полученного кумола на стадию окисления

[0049] Эти стадии будут описаны ниже.

[0050] Кумол на стадии окисления обычно окисляется с помощью самоокисления кислородсодержащим газом, таким как воздух и обогащенный кислородом воздух. Данная реакция окисления может осуществляться без использования добавки или с использованием добавки, такой как щелочь. Температура реакции обычно составляет 50-200 °C, и давление реакции обычно находится в диапазоне от атмосферного давления до 5 МПа.

[0051] Примеры добавки включают гидроксиды щелочных металлов, такие как NaOH и KOH; гидроксиды щелочноземельных металлов; карбонаты щелочных металлов, такие как  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$ ; аммиак;  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ; и карбонаты аммония щелочных металлов.

[0052] Предпочтительно проводить стадию эпоксицирования в присутствии катализатора, содержащего титансодержащий диоксид кремния, ввиду получения целевого пропиленоксида с высоким выходом и высокой селективностью.

Предпочтительно, чтобы катализатором был так называемый Ti-диоксид кремниевый катализатор, который содержит Ti, химически связанный с диоксидом кремния. Примеры катализатора включают катализатор, в котором соединения Ti нанесены на носители из диоксида кремния, катализаторы, в которых соединения Ti компаундированы с диоксидом кремния методом соосаждения или золь-гель методом, или цеолитные соединения, содержащие Ti.

[0053] Реакцию эпоксицирования осуществляют путем приведения пропилена и гидропероксида кумола в контакт с катализатором. Реакцию можно проводить в жидкой фазе с использованием растворителя. Растворитель должен быть жидким при температуре и давлении реакции и должен быть по существу не активным по отношению

к реагентам и продуктам. Примером растворителя является кумол.

[0054] Температура реакции эпоксицирования обычно составляет 0-200 °С, и предпочтительно 25-200 °С. Давление может быть давлением, достаточным для поддержания реакционной смеси в жидком состоянии. Обычно предпочтительно, чтобы давление составляло 100-10000 кПа.

[0055] Реакцию эпоксицирования можно предпочтительно проводить с использованием катализатора в форме суспензионного слоя или неподвижного слоя. Предпочтительно использовать неподвижный слой для крупномасштабных промышленных операций. Реакцию эпоксицирования можно осуществлять периодическим способом, полупериодическим способом или непрерывным способом.

[0056] Кумиловый спирт, полученный в реакции эпоксицирования, подают в указанный выше способ получения кумола. Жидкость, содержащую кумиловый спирт, после сбора пропиленоксида и непрореагировавшего пропилена из реакционной смеси, полученной в реакции эпоксицирования, обычно подают на стадию получения кумола.

[0057] Кумол, полученный на стадии получения кумола, рециркулируют на стадию окисления. Полученный кумол может быть очищен с помощью перегонки, промывки водой и тому подобного перед рециркуляцией на стадию окисления.

[0058] Жидкость, содержащая кумол на стадии А, может представлять собой любую жидкость при условии, что это жидкость, содержащая кумол.

[0059] Жидкость, содержащая кумол на стадии А, может быть жидкостью, которая прошла стадию получения кумола, или жидкостью, содержащей кумиловый спирт, после сбора пропиленоксида и непрореагировавшего пропилена из реакционной смеси, полученной в реакции эпоксицирования. Жидкость, содержащая кумол, полученный на другой установке, может быть использована для жидкости, содержащей кумол на стадии А. Кроме того, жидкость, содержащая кумол на стадии А, может представлять собой смесь указанных выше жидкостей, содержащих кумол.

[0060] Жидкость, содержащая кумол на стадии А, после прохождения через указанный выше реактор также может быть направлена на стадию окисления, стадию эпоксицирования и стадию получения кумола.

[0061] Жидкость, содержащая кумиловый спирт на стадии В, может быть любой жидкостью при условии, что это жидкость, содержащая кумиловый спирт, и например, можно использовать жидкость, содержащую кумиловый спирт, полученный взаимодействием пропилена с гидропероксидом кумола, который получен окислением кумола.

[0062] Способ получения кумола в соответствии с настоящим изобретением может быть осуществлен (α) в случае, когда реакцию на стадии получения кумола останавливают, а затем возобновляют; или (β) в случае, когда стадию получения кумола запускают в первый раз.

Например, в способе получения пропиленоксида, когда реакцию останавливают на всех стадиях из стадии окисления, стадии эпоксицирования и стадии получения кумола, реакцию можно начать следующими способами.

(1) Жидкость, содержащая кумол, подается в реактор для стадии окисления. Однако реакция окисления не осуществляется, и жидкость, содержащая кумол, подаваемая в реактор для стадии окисления, подается на стадию эпоксицирования как есть.

(2) Жидкость, содержащая кумол и проходящая через реактор для стадии окисления, подается в реактор для осуществления стадии эпоксицирования. Однако реакция эпоксицирования не осуществляется, и жидкость, содержащая кумол, подаваемая в реактор для стадии эпоксицирования, подается на стадию получения кумола как

есть.

(3) Жидкость, содержащая кумол и проходящая через реактор для стадии эпоксицирования, используется в качестве жидкости, содержащей кумол, на стадии А, и осуществляется стадия А.

5 (4) После (3) начинается реакция окисления на стадии окисления и реакция эпоксицирования на стадии эпоксицирования, и концентрация кумилового спирта в жидкости, содержащей кумол и проходящей через реактор для стадии окисления и через реактор для стадии эпоксицирования, увеличивается. В данном случае, поскольку жидкость, содержащая кумол и проходящая через реактор для стадии окисления и через  
10 реактор для стадии эпоксицирования, и жидкость после отделения пропиленоксида и непрореагировавшего пропилена из реакционной смеси, содержат кумиловый спирт, стадия В осуществляется с использованием этих жидкостей в качестве жидкости, содержащей кумиловый спирт на стадии В.

В таком случае «жидкость, содержащая кумол», подаваемая в реактор для стадии  
15 окисления, может быть такой же, как «жидкость, содержащая кумол» на стадии А в указанном выше способе получения кумола.

В качестве примера способа получения кумола в таком случае ниже будет описан второй вариант осуществления.

[0063] (Способ получения кумола в соответствии со вторым вариантом  
20 осуществления)

Способ получения кумола в соответствии со вторым вариантом осуществления представляет собой способ получения кумола путем подвергания кумилового спирта (а) реакции гидрокрекинга или (б) дегидратации и последующей реакции гидрирования, для получения кумола. Данный способ включает следующую стадию А' и стадию В'.

25 [0064] Стадия А': стадия подачи жидкости, содержащей кумол с концентрацией кумилового спирта 5% по массе или менее, в реактор, загруженный катализатором

Стадия В': стадия подачи водорода и жидкости, содержащей кумиловый спирт в концентрации 10% по массе или более, в реактор после стадии А'

Настоящий вариант осуществления будет подробно описан ниже.

30 [0065] Стадия А'

На стадии А' жидкость, содержащая кумол с концентрацией кумилового спирта 5% по массе или менее, подается в реактор. Предпочтительно, чтобы концентрация кумилового спирта С<sub>0</sub> на стадии А' была достаточно низкой, и, например, концентрация может быть 4% по массе или менее, 3% по массе или менее, 2% по массе или менее, 1%  
35 по массе или менее, 0,5% по массе или менее, или 0,1% по массе или менее, или может быть по существу равной 0.

[0066] Примером компонентов, отличных от кумилового спирта в жидкости, является кумол. Кумол может составлять 90% по массе или более компонентов, отличных от кумилового спирта в жидкости, и кумол составляет предпочтительно 95% по массе или  
40 более, более предпочтительно 98% по массе или более, и еще более предпочтительно 99% по массе или более.

[0067] Целесообразно, чтобы температура катализатора в реакторе была повышена во время стадии А'. Целесообразно повысить температуру катализатора в реакторе таким образом, чтобы температура в конце стадии А' находилась в диапазоне температур  
45 реакции, описанном для стадии В первого варианта осуществления.

[0068] После того, как весь катализатор в реакторе приведен в контакт с жидкостью, содержащей кумол, имеющей концентрацию кумилового спирта 5% по массе или менее, подача водорода в реактор на стадии А' может быть начата.

## [0069] Стадия В'

На стадии В' в реактор подаются водород и жидкость с концентрацией кумилового спирта С1 10% по массе или более. На стадии В' температуру реактора поддерживают в диапазоне температуры реакции, описанной для стадии В первого варианта осуществления. Когда температуру реактора не повышают на стадии А', температуру реактора повышают на стадии В' в диапазоне температуры реакции, описанной для стадии В первого варианта осуществления.

[0070] Концентрация кумилового спирта С1 может составлять 10% по массе или более, и концентрация С1 может составлять 20% по массе или более. Ее верхний предел не имеет ограничений, и концентрация С1 может составлять 60% по массе или менее, 50% по массе или менее и 40% по массе или менее.

[0071] Жидкость может содержать кумол. В одном аспекте, концентрация кумола в жидкости может составлять 90% по массе или менее, 80% по массе или менее, или 70% по массе или менее. В другом аспекте, концентрация кумола в жидкости может составлять 40% по массе или более, 50% по массе или более, или 60% по массе или более.

[0072] Количество жидкости, подаваемой в реактор на стадии В', может быть соответствующим образом установлено в соответствии с типом и количеством катализатора.

[0073] Водород подается в реактор с жидкостью, имеющей концентрацию кумилового спирта 10% по массе или более, на стадии В'. Количество водорода может быть установлено, как описано для стадии В первого варианта осуществления. Водород можно начать подавать в реактор до стадии В', например, в начале стадии А' или в середине стадии А', с учетом улучшения скорости реакции. В качестве альтернативы, водород можно начать подавать в начале стадии В' или, например, в середине стадии В'. Когда водород начинают подавать в начале стадии А' или в середине стадии А', и указанная ниже стадия Х' предусмотрена между стадией А' и стадией В', подача водорода может быть продолжена на стадии Х'.

[0074] Целесообразно подавать водород, по меньшей мере, когда концентрация кумилового спирта в жидкости составляет 1% по массе или более, с учетом того, чтобы кумиловый спирт мог эффективно реагировать.

[0075] Концентрация кумилового спирта в жидкости, подаваемой в реактор, может быть быстро увеличена с С0, равной 5% по массе или менее, до С1, равной 10% по массе или более, между стадией А' и стадией В'. Второй вариант осуществления может включать в себя, между стадией А' и стадией В', стадию Х' постепенного увеличения концентрации кумилового спирта в жидкости, подаваемой в реактор, с концентрации С0 5% по массе или менее до концентрации С1 10% по массе или более.

[0076] На стадии Х' целесообразно поддерживать температуру реактора в диапазоне температуры реакции, описанной для стадии В первого варианта осуществления. Когда температуру реактора не повышают на стадии А', целесообразно повысить температуру реактора на стадии Х' в диапазоне температуры реакции, описанной для стадии В первого варианта осуществления.

[0077] Подача водорода в реактор может быть начата на стадии Х'.

**ПРИМЕРЫ**

## [0078] Пример 1

Металлический реактор, имеющий внутренний диаметр 14 мм (металлический реактор содержал оболочку, имеющую внешний диаметр 3 мм и снабженную термометром), загружали катализатором (масса катализатора: 3,0 г; катализатор содержал активированный оксид алюминия и 0,05% по массе палладия). Неподвижный слой

использовали в качестве способа обеспечения катализатора.

Жидкий кумол подавали в реактор для заполнения реактора жидким кумолом под давлением 0,9 МПа изб. Затем, в то время как газообразный азот и жидкий кумол подавались со скоростью 84 нмл/мин и 24 г/ч, соответственно, в реактор под тем же давлением, реактор нагревали с помощью электропечи таким образом, чтобы температура входной части слоя катализатора достигала 230°C. После того, как температура входной части слоя катализатора стабилизировалась на уровне 230°C, газообразный азот заменяли на газообразный водород, и газообразный водород подавали со скоростью 72 нмл/мин при том же давлении. Почти одновременно с переключением на газообразный водород раствор (1) кумилового спирта (концентрация кумилового спирта: 26% по массе, концентрация кумола: 71% по массе, концентрация изопропилциклогексана: 0,03% по массе) подавали в реактор со скоростью 24 г/ч в качестве сырьевой жидкости вместо жидкого кумола с помощью переключателя линий подачи жидкости. Количество моль водорода, подаваемых в единицу времени, в 4,3 раза превышало количество моль кумилового спирта, подаваемых в единицу времени.

Количество жидкости (образец реакционной жидкости), отведенной из реактора в течение времени от 43 мин до 73 мин после начала подачи газообразного водорода, составляло 11,3 г, и концентрация кумилового спирта в реакционной жидкости составляла 0,0% по массе. Результаты анализа показаны в таблице 1. Средняя температура слоя катализатора, измеренная во время сбора реакционной жидкости, составляла 232°C. Предполагалось, что концентрация кумилового спирта в реакторе стабилизировалась через 103 минуты после начала подачи водорода.

Количество жидкости (образец реакционной жидкости), отведенной из реактора в течение времени от 103 мин до 133 мин после начала подачи газообразного водорода, составляло 10,9 г, и когда реакционную жидкость анализировали, концентрация кумилового спирта составляла 0,1% по массе. Результаты анализа показаны в таблице 1. Средняя температура слоя катализатора, измеренная во время сбора реакционной жидкости, составляла 232°C.

#### [0079] Пример 2

Использовали тот же реактор, что и в примере 1. Раствор (1) кумола (концентрация кумола: 71% по массе, концентрация кумилового спирта: 26% по массе, концентрация изопропилциклогексана: 0,03% по массе) подавали в реактор для заполнения реактора раствором (1) кумола под давлением 0,9 МПа изб. Далее, в то время как газообразный азот и раствор (1) кумола подавались со скоростью 84 нмл/мин и 24 г/ч, соответственно, в реактор при том же давлении, реактор нагревали таким образом, чтобы температура входной части слоя катализатора достигала 230°C. После того, как температура входной части слоя катализатора стабилизировалась на уровне 230°C, газообразный азот заменяли на газообразный водород, и газообразный водород подавали со скоростью 72 нмл/мин при том же давлении. В примере 2 сырьевой жидкостью был раствор (1) кумола. Количество моль водорода, подаваемых в единицу времени, в 4,3 раза превышало количество моль кумилового спирта, подаваемых в единицу времени.

Количество жидкости (образец реакционной жидкости), отведенной из реактора в течение времени от 35 мин до 60 мин после начала подачи газообразного водорода, составляло 9,6 г. Концентрация кумилового спирта в реакционной жидкости в момент времени 35 мин после начала подачи газообразного водорода составляла 1,7% по массе. Результаты анализа показаны в таблице 1. Средняя температура катализатора, измеренная после сбора реакционной жидкости, составляла 233°C.

#### [0080] Пример 3

Использовали тот же реактор, что и в примере 1. Раствор (2) кумола (концентрация кумола: 46% по массе, концентрация кумилового спирта: 51% по массе, концентрация изопропилциклогексана: 0,03% по массе) подавали в реактор для заполнения реактора раствором (2) кумола под давлением 0,9 МПа изб. Далее, в то время как газообразный азот и раствор (2) кумола подавались со скоростью 84 нмл/мин и 24 г/ч, соответственно, в реактор при том же давлении, реактор нагревали таким образом, чтобы температура входной части слоя катализатора достигала 230°C. После того, как температура входной части слоя катализатора стабилизировалась на уровне 230°C, газообразный азот заменяли на газообразный водород, и газообразный водород подавали со скоростью 72 нмл/мин при том же давлении. В примере 3 сырьевой жидкостью был раствор (2) кумола. Количество моль водорода, подаваемых в единицу времени, в 2,1 раза превышало количество моль кумилового спирта, подаваемых в единицу времени.

Количество жидкости (образец реакционной жидкости), отведенной из реактора в течение времени от 30 мин до 60 мин после начала подачи газообразного водорода, составляло 12,2 г. Концентрация кумилового спирта в реакционной жидкости в момент времени 30 мин после начала подачи газообразного водорода составляла 10,8% по массе. Результаты анализа показаны в таблице 1. Средняя температура катализатора, измеренная после сбора реакционной жидкости, составляла 235°C.

#### [0081] Сравнительный пример 1

Использовали тот же реактор, что и в примере 1. Пока газообразный азот подавали в реактор, реактор нагревали до тех пор, пока температура входной части слоя катализатора не достигла 210°C под давлением 0,9 МПа изб. После того, как температура входной части слоя катализатора стабилизировалась на уровне 210°C, газообразный азот заменяли на газообразный водород, и газообразный водород подавали со скоростью 72 нмл/мин при том же давлении. В этом случае температура входной части слоя катализатора повышалась до 223°C. Затем реактор нагревали таким образом, чтобы температура входной части слоя катализатора достигала 230°C при том же давлении. Затем раствор (1) кумилового спирта (концентрация кумилового спирта: 26% по массе, концентрация кумола: 71% по массе, концентрация изопропилциклогексана: 0,03% по массе) подавали в реактор со скоростью 24 г/ч в качестве сырьевой жидкости при том же давлении. Количество моль водорода, подаваемых в единицу времени, в 4,3 раза превышало количество моль кумилового спирта, подаваемых в единицу времени.

Реакционную жидкость отводили из реактора через 43 мин после начала подачи газообразного водорода. Количество жидкости (образец реакционной жидкости), отведенной из реактора в течение времени от 43 мин до 73 мин после начала подачи газообразного водорода, составляло 12,0 г, и концентрация кумилового спирта в реакционной жидкости составляла 1,6% по массе. Результаты анализа показаны в таблице 1. Средняя температура катализатора, измеренная во время сбора реакционной жидкости, составляла 233°C.

#### [0082] Сравнительный пример 2

Ожидалось, что температура входной части слоя катализатора повысится до 240°C при следующих условиях: используется тот же реактор, что и в примере 1; пока газообразный азот подают в реактор, реактор нагревается до тех пор, пока температура входной части слоя катализатора не достигнет 230°C; газообразный азот заменяют далее на газообразный водород, и газообразный водород подается со скоростью 72 нмл/мин при давлении 0,9 МПа изб.

#### [0083] Степень конверсии кумилового спирта и селективность по

изопропилциклогексану в следующей таблице 1 были рассчитаны по следующим выражениям.

[0084]: Теоретическая масса подаваемой жидкости (г)=масса собранного образца × (концентрация кумилового спирта в сырьевой жидкости × (молекулярная масса кумилового спирта /молекулярная масса кумола) + (100 - концентрация кумилового спирта в сырьевой жидкости))/100

Количество моль кумола в сырьевой жидкости (моль)=теоретическая масса подаваемой жидкости × (концентрация кумола в сырьевой жидкости/молекулярная масса кумола)/100

Количество моль кумилового спирта в сырьевой жидкости (моль)=теоретическая масса подаваемой жидкости × (концентрация кумилового спирта в сырьевой жидкости/молекулярная масса кумилового спирта)/100

Количество моль изопропилциклогексана в сырьевой жидкости (моль)=теоретическая масса подаваемой жидкости × (концентрация изопропилциклогексана в сырьевой жидкости/молекулярная масса изопропилциклогексана)/100

Количество моль кумола в реакционной жидкости (моль)=масса собранного образца × (концентрация кумола в реакционной жидкости/молекулярная масса кумола)/100

Количество моль кумилового спирта в реакционной жидкости (моль)=масса собранного образца × (концентрация кумилового спирта в реакционной жидкости/молекулярная масса кумилового спирта)/100

Количество моль изопропилциклогексана в реакционной жидкости (моль)=масса собранного образца × (концентрация изопропилциклогексана в реакционной жидкости/молекулярная масса изопропилциклогексана)/100

Степень конверсии кумилового спирта (%)=(количество моль кумилового спирта в сырьевой жидкости - количество моль кумилового спирта в реакционной жидкости)/количество моль кумилового спирта в сырьевой жидкости × 100

Селктивность по изопропилциклогексану (%)=(количество моль изопропилциклогексана в реакционной жидкости - количество моль изопропилциклогексана в сырьевой жидкости)/(количество моль кумилового спирта в сырьевой жидкости - количество моль кумилового спирта в реакционной жидкости+ количество моль кумола в сырьевой жидкости) × 100

Селективность по кумолу (%)=(количество моль кумола в реакционной жидкости - количество моль кумола в сырьевой жидкости)/(количество моль кумилового спирта в сырьевой жидкости - количество моль кумилового спирта в реакционной жидкости) × 100

[0085]

| [Таблица 1]                                                         |           |             |           |           |                        |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------------------|
| Таблица 1                                                           | Пример 1  |             | Пример 2  | Пример 3  | Сравнительный пример 1 |
| Концентрация кумола в растворе кумола (% масс.)                     | 100       |             | 71        | 46        | -                      |
| Концентрация кумилового спирта в сырьевой жидкости (% масс.)        | 26        |             | 26        | 51        | 26                     |
| Время отбора образцов                                               | 43-73 мин | 103-133 мин | 35-60 мин | 30-60 мин | 43-73 мин              |
| Концентрация кумилового спирта в реакционной жидкости (% масс.)     | 0,0       | 0,1         | 1,7       | 10,8      | 1,6                    |
| Концентрация изопропилциклогексана в реакционной жидкости (% масс.) | 2,6       | 2,3         | 0,9       | 0,1       | 4,4                    |
| Масса собранной реакционной жидкости (г)                            | 11,3      | 10,9        | 9,6       | 12,2      | 12,0                   |
| Степень конверсии кумилового спирта (мол.%)                         | 100,0     | 99,6        | 93,6      | 80,3      | 94,1                   |

|                                                     |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Селективность по изопропилцикло-<br>гексану (мол.%) | 2,4  | 2,2  | 0,8  | 0,1  | 4,3  |
| Селективность по кумолу (мол.%)                     | 90,8 | 88,2 | 98,4 | 87,2 | 70,6 |

[0086] Селективность по изопропилциклогексану, который является побочным продуктом, была низкой в примерах по сравнению со сравнительным примером.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ получения кумола путем подвергания кумилового спирта (а) реакции гидрокрекинга или (б) дегидратации и последующей реакции гидрирования, для получения кумола,

причем способ включает стадии:

(А) подачи жидкости, содержащей кумол, в реактор, загруженный катализатором;

и

(В) подачи водорода и жидкости, содержащей кумиловый спирт, в реактор после стадии (А);

при этом в случае, когда кумиловый спирт подвергают (а) реакции гидрокрекинга для получения кумола, катализатор не является катализатором, содержащим медь.

2. Способ по п.1, в котором катализатор представляет собой катализатор, содержащий металл группы 10 и/или 11 периодической таблицы.

3. Способ по п.1 или 2, в котором молярное отношение водород/(кумол+кумиловый спирт) в начале стадии А составляет 1/25 или менее.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором во время осуществления стадии А молярное отношение водород/(кумол+кумиловый спирт) составляет 1/25 или менее.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором кумол получают путем подвергания кумилового спирта (а) реакции гидрокрекинга.

6. Способ по п.5, в котором катализатор содержит по меньшей мере один металл, выбранный из группы, состоящей из кобальта, никеля, палладия и цинка.

7. Способ по любому из п.5 или 6, в котором молярное отношение водород/кумиловый спирт в реакции гидрокрекинга составляет от 1/1 до 20/1.

8. Способ по любому из пп.5-7, в котором температура реакции гидрокрекинга составляет 0-500°C.

9. Способ по любому из пп.5-8, в котором давление реакции гидрокрекинга составляет 100-10000 кПа изб.

10. Способ по любому из пп.1-4, в котором кумол получают путем подвергания кумилового спирта (б) дегидратации и последующей реакции гидрирования.

11. Способ по п.10, в котором катализатор, используемый в реакции гидрирования, содержит по меньшей мере один металл выбранный из группы, состоящей из никеля, палладия, платины и меди.

12. Способ по п.10 или 11, в котором молярное отношение водород/ $\alpha$ -метилстирол в реакции гидрирования составляет от 1/1 до 20/1.

13. Способ по любому из пп.10-12, в котором температура реакции гидрирования составляет 0-500°C.

14. Способ по любому из пп.10-13, в котором давление реакции гидрирования составляет 100-10000 кПа изб.