



(51) МПК

C07D 301/12 (2006.01)*C07D 301/19* (2006.01)*C07D 301/32* (2006.01)*B01J 19/00* (2006.01)*B01J 29/89* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002129001/04, 19.03.2001

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.03.2001(30) Конвенционный приоритет:
28.03.2000 (пп.1-9) DE 10015246.5

(43) Дата публикации заявки: 27.02.2004

(45) Опубликовано: 27.12.2006 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5912367 A, 15.06.1999. US 5849937
A, 15.12.1998. US 5059738, A, 22.10.1991. US
5498726 A, 06.02.1996. RU 1638995 C, 27.02.1995.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
28.10.2002(86) Заявка РСТ:
EP 01/03143 (19.03.2001)(87) Публикация РСТ:
WO 01/72729 (04.10.2001)

Адрес для переписки:
103064, Москва, ул. Казакова, 16, НИИР
Канцелярия "Патентные поверенные Квашнин,
Сапельников и партнеры", В.П.Квашнину

(72) Автор(ы):

МЮЛЛЕР Ульрих (DE),
ТЕЛЕС Хоаким Энрике (DE),
РИБЕР Норберт (DE),
ВАЛЬХ Андреас (DE),
БАССЛЕР Петер (DE),
РЕФИНГЕР Алвин (DE),
ВЕНЦЕЛЬ Анне (DE),
ХАРДЕР Вольфганг (DE)

(73) Патентообладатель(и):

БАСФ АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ (DE)

(54) СПОСОБ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ С ГИДРОПЕРОКСИДОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу взаимодействия органического соединения с гидропероксидом. Описывается непрерывный способ взаимодействия органического соединения, содержащего, по меньшей мере, одну С-С-двойную связь, с гидропероксидом в присутствии катализатора, в котором органическое соединение на реакционной стадии (R1) при давлении в области собственного давления до 100 бар, температуре в области от 0 до 120°C и молярном соотношении вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду в области от 0,7 до 20 подвергается взаимодействию с гидропероксидом в присутствии включающего цеолит катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P1), по меньшей мере, один поток продукта (P1) подается, по

меньшей мере, на промежуточную обработку (Z1), при этом из (Z1) получается, по меньшей мере, один поток продукта (PZ1), включающий гидропероксид, при этом промежуточная обработка представляет собой дистилляционное отделение гидропероксида из, по меньшей мере, одного потока продукта (P1) или добавление основания, по меньшей мере, к одному потоку продукта (P1), и по меньшей мере, один поток продукта (PZ1) подается, по меньшей мере, на реакционную стадию (R2), в которой при давлении в области собственного давления до 100 бар, температуре в области от 0 до 120°C и молярном соотношении вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду в области от 0,7 до 20 гидропероксид подвергается взаимодействию с органическим соединением в присутствии включающего цеолит катализатора с получением,

по меньшей мере, одного потока продукта (P2), причем, по меньшей мере, на одной из реакционных стадий (R1) и (R2) используется система реакторов, включающая, по меньшей

мере, два параллельно соединенных реактора. Также описывается устройство для взаимодействия органического соединения с гидропероксидом. 2 н. и 7 з.п. ф-лы.

R U 2 2 9 0 4 0 0 C 2

R U 2 2 9 0 4 0 0 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
C07D 301/12 (2006.01)
C07D 301/19 (2006.01)
C07D 301/32 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
B01J 29/89 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2002129001/04, 19.03.2001**

(24) Effective date for property rights: **19.03.2001**

(30) Priority:
28.03.2000 (cl.1-9) DE 10015246.5

(43) Application published: **27.02.2004**

(45) Date of publication: **27.12.2006 Bull. 36**

(85) Commencement of national phase: **28.10.2002**

(86) PCT application:
EP 01/03143 (19.03.2001)

(87) PCT publication:
WO 01/72729 (04.10.2001)

Mail address:
**103064, Moskva, ul. Kazakova,16, NIIR
Kantsel'jarija "Patentnye poverennye Kvashnin,
Sapel'nikov i partnery", V.P.Kvashninu**

(72) Inventor(s):
**MJuLLER Ul'rikh (DE),
TELES Khoakim Ehnrrike (DE),
RIBER Norbert (DE),
VAL'Kh Andreas (DE),
BASSLER Peter (DE),
REFINGER Alvin (DE),
VENTsEL' Anne (DE),
KhARDER Vol'fgang (DE)**

(73) Proprietor(s):
BASF AKTsiENGEZEL'ShAFT (DE)

(54) METHOD FOR INTERACTION OF ORGANIC COMPOUND WITH HYDROPEROXIDE

(57) Abstract:

FIELD: organic chemistry, chemical technology.

SUBSTANCE: invention relates to a method for interaction of an organic compound with hydroperoxide. Invention describes a continuous method of interaction of organic compound comprising at least one C-C-double bond with hydroperoxide in the presence of a catalyst. Method involves interaction of organic compound at the reaction step (R1) under the range of the own pressure below 100 bars, temperature in the range 0-120°C and in the molar ratio of reacting organic compound to hydroperoxide in the range 0.7-20 with hydroperoxide in the presence of a zeolite-containing catalyst to yield at least one flow of the product (P1). Then at least one flow of the product (P1) is fed to intermediate treatment (Z1) wherein (Z1) forms at least one the hydroperoxide-containing product flow (PZ1) and wherein the intermediate treatment represents

distillation separation of hydroperoxide from at least one the product flow (P1) or addition of a base to at least one the product flow (P1) and at least one the product flow is fed to at least in the reaction step (R2) wherein under pressure in the own pressure up to 100 bars, temperature in the range 0-120°C and in the molar ratio of the reacting organic compound to hydroperoxide in the range 0.7-20 hydroperoxide is subjected for interaction with an organic compound in the presence of a zeolite-containing catalyst to yield at least one the product flow (P2) wherein at least one of reaction steps (R1) and (R2) the method involves using the reactors system comprising at least two reactors joined in parallel. Also, invention describes a device for carrying out the interaction of an organic compound with hydroperoxide.

EFFECT: improved method for interaction.

9 cl

Изобретение относится к способу взаимодействия органического соединения с гидропероксидом, при этом в ходе процесса используются, по меньшей мере, два параллельно соединенных реактора. Кроме того, изобретение относится к устройству, как таковому, в котором проводится процесс, а также в целом к применению этого устройства для проведения процесса.

Реакции органических соединений с гидропероксидами, то есть с соединениями общей формулы ROOH, в общепринятом способе известного уровня техники проводятся, как правило, в одну стадию.

В патенте США US-A-5262550 описывается, например, способ эпоксицирования алкенов, в котором алкен реагирует с пероксидом водорода или с предшественником пероксида водорода (продуктом, дающим пероксид водорода) в одну стадию с образованием соответствующего алкеноксида.

В патенте США US-A-4883260 раскрывается способ, в котором алкен реагирует с пероксидом водорода в одну стадию в стальном автоклаве или в стеклянном автоклаве.

В сообщении S.-H.Wang, Process Economics Program, Report 2E, S.6-1-6-27, SRI International (1994) описывается, например, способ, согласно которому примерно 17 мас.-%-ный раствор этилбензол-гидропероксида реагирует с пропеном в одну стадию на гомогенном Mo-катализаторе.

Тот же источник на стр.6-28-6-47 раскрывает способ, согласно которому примерно 20 мас.-%-ный раствор этилбензол-гидропероксида реагирует с пропеном в одну стадию на гетерогенном Ti/SiO₂-катализаторе, при этом алкен эпоксицируется.

В том же источнике на стр.5-1-5-21 раскрывается также способ, согласно которому примерно 40 мас.-%-ный раствор трет-бутил-гидропероксида реагирует с пропеном в одну стадию на гомогенном Mo-катализаторе, при этом алкен эпоксицируется.

Из настоящего уровня техники известен также двухстадийный способ.

В вышеназванном SRI-источнике, например на страницах 5-22-5-43, раскрыт способ, согласно которому примерно 72 мас.-%-ный раствор трет-бутилгидропероксида реагирует с пропеном на гомогенном Mo-катализатора в двух непосредственно следующих друг за другом стадиях, при этом алкен эпоксицируется.

В патенте США US-A 5849937 описан способ эпоксицирования олефина, при этом используется каскад, по меньшей мере, из двух реакторов с неподвижным слоем катализатора, причем эти реакторы с неподвижным слоем катализатора смонтированы последовательно, таким образом, соединены друг с другом серийно.

Задачей настоящего изобретения является разработка способа, который позволяет гарантировать высокую пропускную способность потоков эдукта, при этом процесс должен быть, в частности, разработан таким образом, чтобы регенерация катализаторов, которые используются при реакции органического соединения с гидропероксидом, также могла быть проведена простым способом.

В соответствии с этим настоящее изобретение относится к непрерывному способу взаимодействия органического соединения с гидропероксидом в присутствии катализатора, отличающемуся тем, что реакция проводится в системе реакторов, включающей, по меньшей мере, два параллельно соединенных реактора.

Относительно проведения реакции возможен как одностадийный, так и двух- и многостадийный процесс, при этом, если выбираются многостадийные способы проведения процесса, то должна быть гарантия того, что, по меньшей мере, одна из стадий содержит, по меньшей мере, одну систему реакторов, которая включает два параллельно соединенных реактора.

При этом, например, возможно, что процесс содержит одну реакционную стадию (R1), в которой органическое соединение реагирует в присутствии катализатора с получением потока продукта (P1), при этом в реакционной стадии (R1) выбирается система реакторов, которая включает два или более параллельно соединенных реактора. (R1) также может содержать систему реакторов, которая включает, по меньшей мере, два параллельно соединенных каскада реакторов, при этом каждый каскад реакторов

содержит, по меньшей мере, два последовательно соединенных реактора. Кроме того, возможны также системы реакторов, в которых, по меньшей мере, один подобный каскад реакторов соединен параллельно, по меньшей мере, еще с одним реактором.

Наряду, по меньшей мере, с одной реакционной стадией заявляемый способ может
5 включать также, по меньшей мере, одну промежуточную обработку, в которой, по меньшей мере, один поток продукта, который в результате выходит, по меньшей мере, из одной реакционной стадии, обрабатывается подходящим образом.

При этом, например, возможно, что процесс включает вышеописанную реакционную стадию, в которой органическое соединение реагирует в присутствии катализатора с
10 получением потока продукта (P1), и поток продукта подается на промежуточную обработку (Z1). Поток продукта (PZ1), который выходит в результате из промежуточной обработки (Z1), может быть при этом возвращен, например, в реакционную стадию (R1), для того чтобы ввести в реакцию не прореагировавшее органическое соединение и/или не прореагировавший гидропероксид. Поток продукта (PZ1) также может быть подан на
15 следующую реакционную стадию (R2). Кроме того, поток продукта (PZ1) также может быть, например, разделен подходящим образом, по меньшей мере, на два отдельных потока (подпотока), и, по меньшей мере, один из подпотоков подается обратно в (R1), и, по меньшей мере, один из подпотоков подается на реакционную стадию (R2).

Принципиально в (R2) может происходить любая реакция, которая проводится с
20 использованием потока продукта (PZ1) или, по меньшей мере, одного подпотока из (PZ1). Предпочтительно, в рамках заявляемого способа, на реакционную стадию (R2) подается поток продукта (PZ1), который включает гидропероксид, и в (R2) гидропероксид взаимодействует с органическим соединением в присутствии катализатора с получением потока продукта (P2).

Соответственно этому, настоящее изобретение относится к непрерывному способу, как он описан выше, взаимодействия органического соединения с гидропероксидом, в котором
- органическое соединение в реакционной стадии (R1) реагирует с гидропероксидом в присутствии катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P1),
- по меньшей мере, один поток продукта (P1) подается на промежуточную обработку
30 (Z1), при этом из (Z1) получается, по меньшей мере, один поток продукта (PZ1), содержащий гидропероксид, и

- по меньшей мере, один поток продукта (PZ1) подается на реакционную стадию (R2), в которой гидропероксид реагирует с органическим соединением в присутствии катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P2),

35 отличающемся тем, что, по меньшей мере, на одной из реакционных стадий (R1) или (R2) используется система реакторов, включающая, по меньшей мере, два параллельно соединенных реактора.

Настоящее изобретение тем самым включает формы исполнения, в которых, например, в реакционной стадии (R1) используются два или более параллельно соединенных
40 реактора, а на реакционной стадии (R2) - один реактор. Также включены формы исполнения, в которых в реакционной стадии (R1) используется один реактор, а в реакционной стадии (R2) два или более параллельно соединенных реактора. Кроме того, включены формы исполнения, в которых в реакционной стадии (R1) используются два или более параллельно соединенных реактора и в реакционной стадии (R2) используются два
45 или более параллельно соединенных реактора, при этом число параллельно соединенных реакторов, используемых в стадии (R1), может быть одинаковым или различным с числом параллельно соединенных реакторов, используемых в стадии (R2).

Число потоков эдукта, которые вводятся, по меньшей мере, в один реактор в (R1), по существу может быть выбрано любым. Все продукты могут быть введены, например,
50 соответственно в виде отдельного потока, по меньшей мере, в один реактор. Потоки эдуктов перед вводом, по меньшей мере, в один реактор могут быть также соответствующим образом объединены, и результирующий, по меньшей мере, один поток вводится, по меньшей мере, в один реактор. Возможно, например, в один реактор из (R1)

вводить поток эдукта, который уже имеет состав той смеси, которая берется в реактор для реакции.

В общем, по меньшей мере, один поток эдукта перед тем, как он вводится в реактор на стадии (R1), может быть подвергнут предварительной обработке. Относительно
5 предварительной обработки, среди прочего, возможны все методы. Например, к одному или также нескольким потокам эдукта, которые используются в (R1), может быть добавлено, по меньшей мере, одно соединение основного характера, по меньшей мере, одно нейтральное соединение, по меньшей мере, одно соединение кислого характера или
10 смесь из двух или более указанных соединений, и предпочтительно добавляется одно соединение основного характера, как это обсуждается, среди прочего, ниже в рамках промежуточной обработки (Z1).

В зависимости от того, сколько реакторов используется в стадии (R1), в результате выходят из стадии (R1) различным образом много потоков продуктов, которые подаются на промежуточную обработку (Z1). При этом, например, допустимо, один поток продукта из
15 (R1) подходящим образом разделить на несколько потоков и подавать в несколько устройств, в которых проводится промежуточная обработка (Z1). Также несколько потоков продукта из (R1) могут быть объединены в один или несколько потоков и подаваться в одно или несколько устройств, в которых проводится промежуточная обработка (Z1).

Что касается промежуточной обработки (Z1), то в общем и целом могут быть
20 использованы все возможные комбинации одинаковых или отличных друг от друга устройств, расположенных сериями и/или параллельно.

Под понятием "промежуточная обработка" в рамках настоящего изобретения понимаются все виды обработки, посредством которой подходящим образом оказывается влияние на химические или физические свойства потока продукта из реакционной стадии
25 (R1), причем, в противоположность реакционным стадиям (R1) и (R2), реакция органического соединения с гидропероксидом, хотя и может происходить, но все-таки играет только второстепенную роль. В соответствии с этим в качестве видов промежуточной обработки возможны, например, добавление одного или нескольких соединений к потоку продукта, отделение одного или нескольких соединений из потока
30 продукта или, например, изменение температуры, или изменение давления, или изменение агрегатного состояния потока продукта, или изменение агрегатного состояния, по меньшей мере, одного химического соединения, содержащегося в потоке продукта. В качестве промежуточной обработки возможны также, например, процессы смешения, с помощью которых можно влиять, например, на гомогенность потока продукта.

Если промежуточная обработка проводится, например, в специально предназначенном для этого устройстве, например в реакторе, разделительном устройстве, смесителе или аналогичном устройстве, то число таких устройств принципиально не зависит от числа реакторов, используемых в стадии (R1), и числа реакторов, используемых в стадии (R2).

Если, в соответствии с этим, например, в стадии (R1) используются два или более
40 параллельно соединенных реактора, то потоки продукта из этих реакторов могут быть подходящим образом объединены в один единственный поток, и этот один поток подается на промежуточную обработку в одно единственное устройство. Возможно также два или более потока продукта не объединять или подходящим образом объединять в два или более потока и каждый из этих потоков подавать на промежуточную обработку в отдельное
45 устройство. Кроме того, если в стадии (R1) используется только один реактор, то результирующий поток продукта из (R1) может быть подан на промежуточную обработку в одно единственное устройство, при этом указанный один поток продукта может быть также разделен на два или более потока и каждый из результирующих потоков может быть подведен в одно единственное или подходящим образом также в два или более
50 устройства, в которых проводится промежуточная обработка.

Кроме того, настоящее изобретение включает формы исполнения, в которых промежуточная обработка (Z1) проводится, по меньшей мере, в двух устройствах, которые смонтированы сериями, при этом устройства могут быть одинаковыми или отличными друг

от друга. Также включены формы исполнения, в которых, по меньшей мере, один поток продукта (P1) подвергается промежуточной обработке в (Z1) в одном или нескольких параллельно смонтированных устройствах, и, по меньшей мере, еще один поток продукта (P1) подвергается промежуточной обработке, по меньшей мере, в одной серийной системе устройств согласно (Z1). Кроме того, включены формы исполнения, в которых, по меньшей мере, два потока продукта подвергаются промежуточной обработке, соответственно, отдельно в одном специальном устройстве на первой ступени промежуточной обработки (Z1), и результирующие потоки, которые получаются на этой ступени в первом устройстве, подходящим образом подводятся вместе, по меньшей мере, в еще одно устройство, которое может быть одинаковым или отличным от первого устройства, и на следующей ступени (Z1) подвергаются промежуточной обработке.

Независимо от того, во скольких устройствах проводится промежуточная обработка (Z1), реакционная стадия (R2) может быть проведена в одном реакторе или в двух или более параллельно соединенных реакторах, причем, если в (R1) должен быть использован только один реактор, то в (R2) используются, по меньшей мере, два параллельно соединенных реактора.

В отношении указанного возможно, что в каждый реактор стадии (R2) вводится один или также несколько потоков эдукта, которые получаются в результате как потоки продукта (PZ1) из промежуточной обработки (Z1), при этом поток, который получается в результате как поток продукта из промежуточной обработки (Z1), может быть подходящим образом объединен, по меньшей мере, с еще одним потоком продукта (PZ1), и при этом поток (PZ1) может быть разделен, по меньшей мере, на два потока.

Кроме того, настоящее изобретение включает тем самым форму исполнения, в которой, например, к x (x больше 1) потокам эдукта, содержащим, по меньшей мере, гидропероксид, органическое соединение и растворитель, добавляется, по меньшей мере, одно соединение, например соединение основного характера, результирующие потоки вводятся в каждом случае, соответственно, в один реактор реакционной стадии (R1), при этом (R1) содержит тем самым x параллельно соединенных реакторов, поток продукта (P1) из каждого реактора из (R1) подвергается промежуточной обработке, при этом, например, снова, по меньшей мере, одно соединение, которое может быть одинаковым или отличным от соединения, которое добавляется к потокам эдукта, добавляется отдельно к каждому потоку продукта из (R1), и каждый из результирующих x потоков (PZ1) вводится, соответственно, в один реактор реакционной стадии (R2), которая тем самым содержит x параллельно соединенных реакторов.

Настоящее изобретение включает, например, также форму исполнения, в которой к x потокам эдукта, содержащим пероксид, органическое соединение и растворитель, добавляется, по меньшей мере, одно соединение, например соединение основного характера, результирующие потоки вводятся, соответственно, в каждом случае в один реактор реакционной стадии (R1), при этом (R1) содержит тем самым x параллельно соединенных реакторов, потоки продукта (P1) объединяются в один поток, и результирующий поток подается на промежуточную обработку (Z1), выходящий из промежуточной обработки поток (PZ1) подается на реакционную стадию (R2), которая содержит один реактор.

В дополнение к этому, по меньшей мере, к одному потоку (PZ1), по меньшей мере, в один реактор стадии (R2) может быть дополнительно введен, по меньшей мере, еще один поток эдукта, который включает, например, по меньшей мере, один растворитель или органическое соединение, или, по меньшей мере, гидропероксид или смесь из двух или более указанных компонентов.

Под параллельно соединенными реакторами в рамках настоящего изобретения понимаются также системы, в которых, по меньшей мере, одна из параллельных ветвей (цепочек) системы содержит, по меньшей мере, два серийно расположенных реактора. Если реакционная стадия не содержит параллельно расположенных реакторов, то в отношении этой реакционной стадии возможны системы, в которых, по меньшей мере, два

реактора соединены в серии последовательно.

В зависимости от продолжительности реакции органического соединения с гидропероксидом в присутствии катализатора активность катализатора и/или селективность катализатора падает до значения, при котором больше нецелесообразно
5 проводить процесс из экономических соображений. В таком случае катализатор, который проявляет пониженную активность и/или селективность, регенерируется.

Поэтому настоящее изобретение относится также к способу, как он описан выше, отличающемуся тем, что, по меньшей мере, один из катализаторов, содержащихся, по
10 меньшей мере, в двух параллельных реакторах, во время процесса регенерируется.

В отношении регенерации допустимы все возможные способы проведения процесса. В частности, для регенерации используются способы, описанные в международной заявке WO 98/55228, европейских заявках на патент EP-A 0790075, EP-A 0743094, японской
15 заявке JP-3-114536, Proc. 7th Intern. Zeolite Conf., Tokyo, 1986, S.129 ff, в частности S.134 и 135, а также в международной заявке WO 98/18556, которые включаются в полном объеме через ссылки в контексте данной заявки.

В особенности обращается все-таки внимание на то, что непрерывный способ взаимодействия органического соединения с гидропероксидом не должен быть прерван, так как, в противном случае, производительность процесса может быть значительно
20 снижена.

В предпочтительной форме исполнения настоящее изобретение относится поэтому также к способу, как он описан выше, отличающемуся тем, что регенерация катализатора
25 проводится таким образом, что, по меньшей мере, один из параллельно соединенных реакторов выключается из соответствующей реакционной стадии, и содержащийся в этом реакторе катализатор регенерируется, при этом в ходе непрерывного процесса на каждой реакционной стадии всегда предоставляется в распоряжение, по меньшей мере, один реактор для взаимодействия органического соединения с гидропероксидом.

Относительно принципиального проведения подобной регенерации при дальнейшем проведении реакции указано в патенте США US 5849937.

Если, как описано выше, в одной реакционной стадии, например в одной параллельной
30 ветви реакционной стадии, используются два или более серийно расположенных реактора, то возможно всю параллельную ветвь выключить из реакционной стадии. Также из процесса может быть выключен только один из серийно расположенных реакторов, для того чтобы регенерировать содержащийся в нем катализатор. Если, например, в специальной системе из реакционной стадии для регенерации содержащихся в реакторах
35 катализаторов выключаются столько реакторов, что в непрерывном процессе остается только одна из параллельных ветвей, то особенно предпочтительно в случае, когда оставшаяся ветвь состоит из одной серийной системы реакторов, в процессе остаются все серийно расположенные реакторы, тем самым непрерывный процесс не прерывается.

Время, в течение которого катализатор в рамках настоящего изобретения остается в
40 работе и тем самым активен для взаимодействия органического соединения с гидропероксидом, перед тем как реактор отключится из соответствующей стадии для регенерации катализатора, в рамках заявляемого способа выбирается любым. Предпочтительно указанное время работы составляет, по меньшей мере, 500 часов, более предпочтительно, по меньшей мере, 700 часов, особенно предпочтительно, по меньшей
45 мере, 900 часов, и еще более предпочтительно, по меньшей мере, 1100 часов. Под понятием "время работы" подразумевается в рамках настоящего изобретения такой промежуток времени, в течение которого в соответствующем реакторе органическое соединение взаимодействует с гидропероксидом.

Время, на которое реактор удаляется из соответствующей реакционной стадии для
50 регенерации катализатора, который содержится в этом реакторе, составляет предпочтительно менее 350 часов, более предпочтительно менее 300 часов и особенно предпочтительно менее 250 часов. Указанное время регенерации включает весь промежуток времени между моментом, когда реактор выключается из соответствующей

реакционной стадии, и моментом, когда реактор, содержащий регенерированный катализатор, снова включается в соответствующую реакционную стадию.

В другой предпочтительной форме исполнения заявляемый процесс проводится таким образом, что для регенерации катализатора всегда отключается только один единственный

5 из параллельно соединенных реакторов реакционной стадии.

В соответствии с этим настоящее изобретение относится также к способу, как он описан выше, отличающемуся тем, что из x параллельно соединенных реакторов одной реакционной стадии $x-1$ реакторов всегда предоставляется в распоряжение для реакции органического соединения с гидропероксидом.

10 При этом x таков, как определено выше, причем x больше 1.

Понятие "параллельно соединенные реакторы" в рамках настоящего изобретения означает также системы, в которых, по меньшей мере, один из параллельно соединенных реакторов содержит не только один, но и два или более соединенных друг с другом реакторов. В частности, понятие "параллельно соединенные реакторы" включает системы,

15 в которых, по меньшей мере, один из параллельно соединенных реакторов содержит серийную систему из двух или более реакторов.

Среди прочего, в рамках настоящего изобретения предпочтителен, например, способ, в котором реакционная стадия (R1) содержит x параллельно соединенных реакторов, каждый поток продукта из этих реакторов подается отдельно на промежуточную обработку (Z1), и

20 каждый поток (PZ1) из каждой промежуточной обработки вводится, соответственно, в один из x параллельно соединенных реакторов стадии (R2).

Указанный процесс предпочтительно проводится таким образом, что сначала в одной из параллельных ветвей гидропероксид реагирует с органическим соединением, после определенного интервала времени вводится в действие вторая из параллельных ветвей,

25 далее после определенного интервала времени вводится в действие третья из параллельных ветвей, если таковая имеется в наличии. Интервалы времени для этих смещенных во времени вводов в действие полностью предпочтительно выбираются таким образом, чтобы каждая из параллельных ветвей могла быть выведена из процесса тогда, когда катализатор, содержащийся в соответствующих реакторах, не проявляет больше

30 требуемой активности и/или селективности, а другие катализаторы все-таки еще достаточно активны и/или селективны. За счет знания свойств катализатора и тем самым наличия возможности точно определить рассматриваемые интервалы времени (для ввода в действие) и подобрать, например, условия реакции, размеры реактора и/или число используемых параллельных ветвей в соответствии со временами регенерации

35 катализатора, для специалистов возможно при указанных смещенных во времени вводах в действие отработать особенно эффективный способ, в котором особенно предпочтительно из x параллельных ветвей действительно и эффективно предоставлены в распоряжение всегда $x-1$ ветвей. Понятно, что такая смещенная во времени работа возможна также тогда, когда только одна из реакционных ступеней (R1) и (R2) содержит x параллельно

40 соединенных реакторов.

Понятно, что устройство и способ, как они описаны в рамках настоящего изобретения, не ограничиваются реакционной стадией (R1), промежуточной обработкой (Z1) и реакционной стадией (R2). Другие реакционные стадии и другие ступени промежуточной обработки также включены во всех комбинациях. В соответствии с этим, например,

45 непосредственно к реакционной стадии (R2) может быть подключена реакционная стадия (R3), и к ней, в свою очередь, может быть подключена реакционная стадия (R4). Также к (R2) может подключаться промежуточная обработка (Z2), и к ней другая промежуточная обработка (Z3) с последующей реакционной стадией (R3), или к (Z2) непосредственно может подключаться реакционная стадия (R3). Вид промежуточной обработки может быть

50 одинаковым с видом промежуточной обработки (Z1) или отличаться от (Z1). Что касается реакционных стадий (R3) и (R4) и так далее, то в этих стадиях также могут происходить взаимодействия гидропероксида с органическим соединением, но при этом также возможны другие взаимодействия или реакции. Среди прочего, например, в стадии (R3)

может быть предусмотрено уничтожение избыточного гидропероксида.

В соответствии с этим настоящее изобретение относится также к способу, как он описан выше, включающему, по меньшей мере, еще одну промежуточную обработку и, по меньшей мере, еще одну реакционную стадию

5 Относительно систем реакторов в других реакционных стадиях или системы устройств в других промежуточных обработках допустимы все возможные формы исполнения. В частности, можно сослаться на вышеприведенные системы, которые описаны в рамках (R1), (R2) или (Z1). Что касается также объединения или разделения потоков из реакционных стадий (R2), (R3) и так далее или из промежуточных обработок (Z2) и так
10 далее, то возможны все пригодные формы исполнения, и, в частности, можно сослаться на вышеприведенные формы исполнения, которые описаны в рамках (R1), (R2) или (Z1).

Взаимодействие органического соединения с гидропероксидом происходит в стадии (R1), как это отчетливо описано выше, по меньшей мере, в одном, пригодном для этого реакторе. В качестве эдуктов реакции используются подлежащее превращению
15 органическое соединение, гидропероксид и, если требуется, один или также несколько растворителей, подходящих и/или требуемых для реакции.

Предпочтительно, если в заявляемом способе один поток эдукта вводится, соответственно, по меньшей мере, в один реактор из (R1), то он включает гидропероксид, подлежащее превращению органическое соединение и, по меньшей мере,
20 один пригодный растворитель. При этом предпочтительным является поток, в котором концентрации отдельных компонентов потока выбраны таким образом, чтобы поток был жидким и однофазным.

При необходимости, к потоку эдукта перед введением в один реактор из (R1) добавляются, по меньшей мере, одно соединение основного характера, одно соединение
25 кислого характера или одно нейтральное соединение или смесь из двух или более указанных соединений. Предпочтительно добавляется, например, соединение основного характера. В качестве соединений основного характера следует назвать, например, такие соединения, которые приведены ниже в рамках добавки оснований при, по меньшей мере, одной промежуточной обработке.

30 В качестве растворителей принципиально могут быть использованы все растворители, пригодные для соответствующей реакции. Среди прочего, предпочтительными являются, например,

- вода,
- спирты, предпочтительно низшие спирты, более предпочтительно спирты менее чем с
35 6 атомами углерода, как, например, метанол, этанол, пропанол, бутанол, пентанол,
- диолы или полиолы, предпочтительно такие, которые содержат менее 6 атомов углерода,
- простые эфиры, например, такие как диэтиловый эфир, тетрагидрофуран, диоксан, 1,2-диэтоксиэтан, 2-метоксиэтанол,
- 40 - сложные эфиры, например, такие как метилацетат или бутиролактон,
- амиды, например, такие как диметилформаид, диметилацетамид, N-метилпирролидон,
- кетоны, например, такие как ацетон,
- нитрилы, например, такие как ацетонитрил,
- 45 - или смеси из двух или более вышеназванных соединений.

В качестве растворителя при реакции гидропероксида с органическим соединением предпочтительно используется метанол.

Предпочтительно при этом в потоке эдукта или в потоках эдукта используются концентрации гидропероксида, которые лежат в области от 0,01 до 10, особенно
50 предпочтительно в области от 0,1 до 9 мас.%, еще более предпочтительно в области от 1 до 8 мас.% и, в частности, в области от 5 до 7 мас.%.

В зависимости от температуры, которая выбирается для реакции органического соединения с гидропероксидом в (R1), в заявляемом способе может быть целесообразным

поток эдукта или потоки эдукта перед вводом в реактор из (R1) предварительно нагреть.

Смесь, получаемая в результате из (R1), подается, по меньшей мере, в один поток продукта (P1) промежуточной обработки (Z1).

5 В то время, как описано выше, возможны все пригодные виды промежуточных обработок, в рамках заявляемого способа в качестве ступеней промежуточной обработки предпочтительно используются процессы, в которых из потока продукта, получаемого в результате реакции органического соединения с гидропероксидом, отделяется не прореагировавший гидропероксид или к потоку продукта добавляется основание.

10 В соответствии с этим представленное изобретение относится также к способу, как он описан выше, отличающемуся тем, что, по меньшей мере, одна промежуточная обработка представляет собой

- дистилляционное отделение гидропероксида из, по меньшей мере, одного потока продукта или

- добавление основания к потоку продукта.

15 Что касается добавления основания, то здесь принципиально возможны все пригодные типы проведения процессов. Так, основание перед добавлением может быть, например, предварительно нагрето. Основание при добавлении также может быть подходящим образом смешано с потоком продукта.

20 В качестве оснований могут быть добавлены все пригодные соединения основного характера, которые в рамках заявляемого способа благоприятным образом влияют на реакцию гидропероксида с органическим соединением. Если, как подробно обсуждается ниже, в качестве гетерогенных катализаторов используются, например, цеолиты, то предпочтительно используются соединения основного характера, которые снижают кислотность этих цеолитов.

25 Среди прочих пригодны, например, аммонийные соли, соли щелочных металлов, при этом, прежде всего, следует назвать литиевые, натриевые и калиевые соли, а также соли щелочно-земельных металлов. Анионы указанных солей включают, например, галогениды, например, такие как хлорид и бромид, нитрат, сульфат или гидроксид, а также анионы кислот, содержащих фосфор, мышьяк, сурьму и олово, как, например, перхлорат, фосфат, гидрофосфат, дигидрофосфат, арсенат и станнат. Возможны также другие анионы, как, например, формиат, ацетат, бикарбонат или карбонат.

30 В частности, здесь следует назвать, к примеру, сильные и слабые основания. В качестве сильных оснований пригодны, среди прочего, например, гидроксид натрия или гидроксид калия. В качестве слабых оснований следует, например, назвать гидроксид аммония, карбонаты, бикарбонаты, а также гидрофосфаты лития, натрия и калия, например, такие как карбонат натрия, бикарбонат натрия, карбонат калия, карбонат лития, бикарбонат калия, бикарбонат лития, гидрофосфат калия, соли карбоновых кислот с 1-10 атомами углерода, например соли щелочных металлов, или соли щелочно-земельных металлов, или алкоголяты спиртов с 1-10 атомами углерода, например

40 алкоголяты щелочно-земельных металлов. Количество основания, которое добавляется, в рамках заявляемого способа по существу может быть выбрано любым и может быть подобрано в соответствии с текущими требованиями. Предпочтительно добавляется столько основания, чтобы на моль гидропероксида приходилось не более 10 ммоль основания, более предпочтительно не более 5 ммоль основания и особенно предпочтительно менее 1 ммоль основания.

45 Также предпочтительно в рамках промежуточной обработки гидропероксид отделяется от реакционной массы, при этом указанный гидропероксид представляет собой не прореагировавший гидропероксид из предыдущей реакционной стадии. Кроме того, в рамках промежуточной обработки предусматривается также две или более разделительные ступени, при этом они могут быть расположены параллельно или/и сериями. При серийном расположении возможно, например, на первой разделительной ступени отделить основную часть не прореагировавшего гидропероксида из предыдущей реакционной стадии от (из) реакционного продукта, полученного на той же реакционной

стадии, и из смеси, которая получена в результате после отделения основной части гидропероксида и включает еще остатки гидропероксида, отделить гидропероксид еще раз на, по меньшей мере, еще одной разделительной ступени.

Отделение гидропероксида в рамках заявляемого способа может происходить в одной или также нескольких промежуточных обработках и может быть проведено далее по всем общепринятым способам согласно известному уровню техники. При этом в различных разделительных ступенях могут быть использованы различные методы отделения. В рамках промежуточной обработки может быть также предусмотрено, как уже упомянуто, несколько разделительных ступеней.

Предпочтительно отделение гидропероксида происходит дистилляционно. В зависимости от требований процесса при этом возможно отделение на одной или нескольких дистилляционных колонках. Предпочтительно на одной разделительной ступени для отделения используется одна дистилляционная колонка.

В рамках заявляемого способа допустимо для каждой ступени, на которой отделяется гидропероксид, предусматривать собственное разделительное устройство. Возможно также при соответствующем ведении реакции и при нескольких разделительных ступенях проводить отделение в одном единственном разделительном устройстве.

Если предусматривается несколько разделительных ступеней, то возможно также за счет подходящего ведения реакции провести, соответственно, две или также несколько разделительных ступеней, соответственно, в одном разделительном устройстве. В общем, в соответствии с этим возможно предусмотреть для n разделительных ступеней в общей сложности m разделительных устройств, при этом $1 \leq m \leq n$.

Если в заключении на последней стадии, в которой происходит взаимодействие органического соединения с гидропероксидом, будет желательным еще одно дополнительное отделение гидропероксида, например, для того, чтобы вернуть в циклический процесс случайно оставшийся гидропероксид, то само собой понятно, что это также возможно в рамках заявляемого способа.

Из смеси, которая получается на реакционной стадии, в которой органическое соединение взаимодействует с гидропероксидом, в заявляемом способе могут быть выделены также прореагировавшее органическое или/и не прореагировавшее органическое соединение. Естественно, возможно также после отделения гидропероксида оставшийся реакционный продукт перевести в следующее, специально для этого предусмотренное (предназначенное) разделительное устройство, и там из реакционного продукта выделить прореагировавшее или/и не прореагировавшее органическое соединение.

В обоих случаях возможно, например, собрать прореагировавшее или/и не прореагировавшее органическое соединение в p разделительных устройств и после окончания реакций органического соединения с гидропероксидом отделить.

Предпочтительно прореагировавшее органическое соединение отделяется и предпочтительно в соответствующем разделительном устройстве отделяется снова, наряду с гидропероксидом. При дистилляционном отделении возможно, например, отобрать органическое соединение из головной смеси, и в боковом отводе отделить гидропероксид от смеси.

В заявляемом способе, естественно, возможно также при использовании дистилляционной установки в качестве разделительного устройства отделять гидропероксид из смеси не через боковой отвод, а через зумпф.

Если отделение гидропероксида и/или прореагировавшего органического соединения происходит в дистилляционной установке, то в заявляемом способе возможно случайно образовавшиеся высококипящие компоненты смеси, которые получились как побочные продукты из реакции органического соединения с гидропероксидом, отделить через зумпф. При этом допустимо также, например, за счет добавления предпочтительно газообразных, низкокипящих компонентов, как, например, органического соединения, к примеру, такого как пропен, снизить температуру зумпфа.

Примерами таких низкокипящих компонентов являются, среди прочего, углеводороды с 1-4 атомами углерода, как, например, метан, этан, пропан, бутан, этен или бутены. Могут использоваться также, например, азот или аргон.

5 Понятно, что в заявляемом способе возможно, чтобы, например, в (R1) или в (R2) или в одной или нескольких других реакционных стадиях в реакцию с гидропероксидом вводить также несколько органических соединений. Допустимо также использовать для реакции несколько гидропероксидов.

10 Если несколько органических соединений и/или несколько гидропероксидов реагируют друг с другом в соответствующих стадиях, то в смесях или потоках продуктов, которые получаются в результате из соответствующих стадий, могут находиться различного рода продукты, которые получились в результате реакций. Если снова указанные продукты разделяются в соответствующих разделительных ступенях дистилляционно, то может оказаться необходимым предусмотреть для разделения несколько дистилляционных колонн. Для дистилляционного разделения нескольких гидропероксидов, находящихся в смеси, может потребоваться несколько дистилляционных колонн.

15 Если при этом при дистилляционном разделении происходит также отделение прореагировавшего органического соединения, то в общем случае дистилляция проводится таким образом, что из потока продукта (P1) отделяется, по меньшей мере, 50%, предпочтительно, по меньшей мере, 60%, более предпочтительно, по меньшей мере, 70%, особенно предпочтительно, по меньшей мере, 80%, и в частности предпочтительно, по меньшей мере, 90% прореагировавшего органического соединения.

20 Предпочтительно разделение проводится таким образом, что отделяется жидкая смесь, которая содержит гидропероксид. При этом возможно, что отделенная смесь, которая содержит гидропероксид, в дополнение к гидропероксиду, содержит, например, еще незначительные количества не прореагировавшего органического соединения и/или прореагировавшего органического соединения. Смесь, которая содержит отделенный гидропероксид, при необходимости, может содержать также требуемый растворитель.

25 Если в (Z1) отделяется также прореагировавшее органическое соединение, то в результате этого разделения, из которого получается предпочтительно жидкая смесь или жидко-газообразная смесь, выходит поток, который, наряду с прореагировавшим органическим соединением, при необходимости, содержит не прореагировавшее органическое соединение и/или небольшие количества растворителя.

30 Если, как описано выше, разделение проводится в дистилляционной установке, и если высококипящие составные части из (P1) отделяются через зумпф, то в результате после этого разделения выходит поток, который содержит высококипящие составные части, которые, например, могут быть побочными продуктами реакции в (R1).

35 Если в рамках промежуточной обработки (Z1) происходит дистилляционное разделение, как оно описано выше, то различные потоки продуктов (PZ1) могут подаваться на реакционную стадию (R2), в которой органическое соединение также реагирует с гидропероксидом.

40 Поток продукта (PZ1), который включает отделенный гидропероксид, может, например, подаваться на стадию (R2), в которой гидропероксид реагирует с органическим соединением. Используемое при этом, по меньшей мере, одно органическое соединение может быть одинаковым или отличным от органического соединения, которое было введено в реакцию в (R1). Предпочтительно в (R2) используется такое же органическое соединение, как и в (R1). Кроме того, возможно, чтобы в (R2) поток продукта (PZ1), включающий отделенный гидропероксид, приводился в контакт с другим потоком продукта (PZ1), включающим отделенное, не прореагировавшее органическое соединение. При этом, дополнительно к этим потокам, в (R2) могут быть поданы другой гидропероксид или другое органическое соединение или также другой гидропероксид и другое органическое соединение. Понятие "другой гидропероксид" или "другое органическое соединение" в рамках настоящего изобретения означают гидропероксид или органическое соединение, которые не использовались на стадии (R1). В (R2) поток продукта (PZ1), включающий

отделенный гидропероксид, также может быть приведен в контакт исключительно с другим органическим соединением, и органическое соединение может реагировать с гидропероксидом. Кроме того, поток продукта (PZ1), включающий отделенное, не прореагировавшее органическое соединение, может быть также приведен в контакт с
5 другим гидропероксидом, и органическое соединение может реагировать с гидропероксидом.

Если в промежуточной обработке (Z1) гидропероксид отделяется от (P1), то в особенно предпочтительном способе проведения заявляемого процесса, по меньшей мере, один поток (PZ1), включающий отделенный, не прореагировавший в (R1) гидропероксид,
10 подается на стадию (R2) и в (R2) приводится в контакт с органическим соединением, которое не получается в (R1) и особенно предпочтительно вводится в процесс свежим.

Как описано выше, в рамках промежуточной обработки (Z1) допустимо использовать различные способы. В соответствии с этим возможно, например, в (Z1) предусмотреть для этого, по меньшей мере, одно разделительное устройство и дополнительно, по меньшей
15 мере, одно добавление основания. Соответственно этому, например, из потока продукта (P1) сначала в (Z1) может быть отделен не прореагировавший гидропероксид, в результате чего получается поток продукта (PZ1), включающий гидропероксид, к этому потоку продукта (PZ1) может быть добавлено основание, и новый, полученный из этого в результате поток продукта (PZ1), включающий гидропероксид и основание, подается на
20 реакционную стадию (R2).

Если в (R1) органическое соединение взаимодействует с гидропероксидом, в (Z1) гидропероксид из (P1), который не прореагировал, отделяется с получением (PZ1), (PZ1) вводится в (R2), и там вновь органическое соединение взаимодействует с гидропероксидом, то условия реакции в (R1) в заявляемом способе выбираются
25 предпочтительно таким образом, что степень превращения гидропероксида в общем случае лежит в области от 70 до 95%, предпочтительно в области от 80 до 94,5% и особенно предпочтительно в области от 85 до 94%.

Кроме того, давление, температура и время выдержки реакционной массы в (R1) предпочтительно выбираются таким образом, чтобы смесь, которая получается в
30 результате из реакции, была жидкой и однофазной.

При этом выбираются давления, которые в общем случае лежат в области собственного давления до 100 бар, предпочтительно в области собственного давления до 40 бар и особенно предпочтительно в области собственного давления до 30 бар.

Температуры в (R1) в общем случае лежат в области от 0 до 120°C, предпочтительно в
35 области от 10 до 100°C, более предпочтительно в области от 20 до 90°C и особенно предпочтительно в области от 25 до 80°C.

Концентрация вступающего в реакцию органического соединения предпочтительно выбирается таким образом, чтобы молярное отношение вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду лежало в области от 0,7 до 20,
40 предпочтительно в области от 0,8 до 5, еще более предпочтительно в области от 0,9 до 2,0, и особенно предпочтительно в области от 1,0 до 1,6.

В (R2) концентрация вступающего в реакцию органического соединения предпочтительно выбирается таким образом, чтобы молярное отношение вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду предпочтительно лежало в области
45 от 0,7 до 20, более предпочтительно в области от 0,8 до 5, особенно предпочтительно в области от 0,9 до 2,0, и, в частности, в области от 1,0 до 1,6.

Реакция в (R2) в данном случае проводится при таких значениях давления, температуры и времени выдержки, что достигаются степени превращения гидропероксида, которые в
50 общем случае лежат в области, равной или больше 92%, более предпочтительно в области, равной или больше 95%, и особенно предпочтительно в области от 95 до 99,5%.

При этом выбираются давления, которые в общем случае лежат в области собственного давления до 100 бар, предпочтительно в области собственного давления до 40 бар и особенно предпочтительно в области собственного давления до 30 бар.

Температуры в общем случае лежат в области от 0 до 120°C, предпочтительно в области от 10 до 100°C, более предпочтительно в области от 20 до 90°C и особенно предпочтительно в области от 25 до 80°C.

5 Времена выдержки реакционной массы в (R1) и/или в (R2) могут быть определены по существу свободно и, например, могут соответствовать желаемым степеням превращения, как описано выше. В общем случае составляют они менее 5 часов, предпочтительно менее 3 часов, более предпочтительно менее 1 часа и особенно предпочтительно приблизительно полчаса.

10 Как уже описано выше, заявляемый способ, наряду с (Z1), может содержать, по меньшей мере, еще одну промежуточную обработку и, наряду с (R1) и (R2), по меньшей мере, еще одну реакционную стадию (ступень). В особенно предпочтительной форме исполнения настоящее изобретение включает реакционные стадии (R1) и (R2), из которых каждая содержит, по меньшей мере, два параллельно соединенных реактора, промежуточную обработку (Z1), в которой добавляется основание, промежуточную обработку (Z2), в 15 которой из потока продукта (P2) отделяется гидропероксид, и реакционную стадию (R3).

В соответствии с этим настоящее изобретение относится к способу, как он описан выше, отличающемуся тем, что

- в реакционной стадии (R1) гидропероксид взаимодействует с органическим соединением, по меньшей мере, в двух параллельно соединенных реакторах в присутствии 20 катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P1), включающего не прореагировавший гидропероксид, не прореагировавшее органическое соединение и прореагировавшее органическое соединение,

- в промежуточной обработке (Z1), по меньшей мере, к одному потоку продукта (P1) добавляется основание с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (PZ1), 25

- в реакционной стадии (R2) не прореагировавший гидропероксид и не прореагировавшее органическое соединение, содержащиеся, по меньшей мере, в одном потоке продукта (PZ1), взаимодействуют с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P2), включающего не прореагировавший гидропероксид, по меньшей мере, в двух параллельно соединенных реакторах,

30 - в промежуточной обработке (Z2) из, по меньшей мере, одного потока продукта (P2) дистилляционно отделяется не прореагировавший гидропероксид с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (PZ2), включающего гидропероксид,

- гидропероксид, содержащийся, по меньшей мере, в одном потоке продукта (PZ2), в реакционной стадии (R3) взаимодействуют с органическим соединением с получением, по 35 меньшей мере, одного потока продукта (P3).

В указанной предпочтительной форме исполнения заявляемого способа в (R1), (R2) и (R3) выбираются давления, которые в общем случае лежат в области собственного давления до 100 бар, предпочтительно в области собственного давления до 40 бар и особенно предпочтительно в области собственного давления до 30 бар. Давления при этом 40 во всех 3 реакционных стадиях могут быть одинаковыми или отличаться друг от друга.

Температуры в (R1), (R2) и (R3) в указанной предпочтительной форме исполнения в общем случае лежат в области от 0 до 120°C, предпочтительно в области от 10 до 100°C, более предпочтительно в области от 20 до 90°C и особенно предпочтительно в области от 25 до 80°C. Температуры при этом во всех 3 реакционных стадиях могут быть одинаковыми 45 или отличаться друг от друга.

В рамках указанной предпочтительной формы исполнения в (R1), (R2) и (R3) концентрация вступающего в реакцию органического соединения выбирается таким образом, чтобы молярное отношение вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду предпочтительно лежало в области от 0,7 до 20, более предпочтительно в области от 0,8 до 5, особенно предпочтительно в области от 0,9 до 2,0, и, в частности, в области от 1,0 до 1,6. Соответствующие молярные соотношения в (R1), (R2) 50 и (R3) могут быть одинаковыми или отличаться друг от друга.

Реакция в (R1) в рамках указанной предпочтительной формы исполнения проводится

при таком давлении, температуре и времени выдержки, что достигаются степени превращения гидропероксида, которые в общем случае лежат в области, равной или больше 50%, предпочтительно в области, равной или больше 60%, более предпочтительно в области, равной или больше 70%, и особенно предпочтительно в области от 70 до 80%.

5 Реакция в (R2) в рамках указанной предпочтительной формы исполнения проводится при таком давлении, температуре и времени выдержки, что достигаются степени превращения гидропероксида, которые в общем случае лежат в области, равной или больше 80%, более предпочтительно в области, равной или больше 85%, и особенно предпочтительно в области от 87 до 93%.

10 Реакция в (R3) в рамках указанной предпочтительной формы исполнения проводится при таком давлении, температуре и времени выдержки, что достигаются степени превращения гидропероксида, которые в общем случае лежат в области, равной или больше 98%, и особенно предпочтительно в области от 99 до 99,99%.

15 В указанной предпочтительной форме исполнения, в которой в промежуточной обработке (Z1) добавляется основание и в промежуточной обработке (Z2) отделяется гидропероксид, в реакционной стадии (R2) по существу выбираются те же условия реакции, как и в реакционной стадии (R1). В качестве условий реакции, которые выбираются в стадии (R3), предпочтительными являются такие, которые подробно которой описаны выше при предпочтительной форме исполнения, в которой в (R1) органическое
20 соединение взаимодействует с гидропероксидом, в (Z1) гидропероксид отделяется и в (R2) органическое соединение взаимодействует с гидропероксидом.

В качестве реакторов могут быть использованы все возможные реакторы, лучше всего пригодные для соответствующих реакций в соответствующих реакционных стадиях. При этом в заявляемом способе реактор не ограничивается одной отдельной емкостью. Скорее,
25 в качестве реактора в (R1) или в (R2) или в одной из других реакционных стадий возможно также использовать, например, каскад реакторов с перемешиванием. Предпочтительно в заявляемом способе в качестве реакторов используются реакторы с неподвижным слоем катализатора.

В соответствии с этим настоящее изобретение относится также к способу, как он
30 описан выше, отличающемуся тем, что в качестве реакторов используются реакторы с неподвижным слоем катализатора, предпочтительно изотермические реакторы с неподвижным слоем катализатора.

Особенно предпочтительными в заявляемом способе являются изотермические реакторы с неподвижным слоем катализатора, которые используются предпочтительно,
35 если в (R1) или/и в (R2) органическое соединение взаимодействует с гидропероксидом без того, чтобы в промежуточной обработке гидропероксид отделялся. Адиабатические реакторы с неподвижным слоем катализатора используются предпочтительно тогда, когда отделенный, не прореагировавший в (R1) гидропероксид, вступает в реакцию с органическим соединением, например, в (R2) или в (R3).

40 Поэтому настоящее изобретение относится также к устройству, включающему, по меньшей мере, два параллельно соединенных изотермических реактора с неподвижным слоем катализатора, разделительное устройство и, по меньшей мере, один адиабатический реактор с неподвижным слоем катализатора.

Особенно предпочтительно настоящее изобретение описывает устройство,
45 включающее, по меньшей мере, два параллельно соединенных изотермических реактора с неподвижным слоем катализатора, по меньшей мере, два устройства для добавления соединения основного характера, по меньшей мере, еще два параллельно соединенных изотермических реактора с неподвижным слоем катализатора, по меньшей мере, одно разделительное устройство и, по меньшей мере, один адиабатический реактор с
50 неподвижным слоем катализатора.

Кроме того, в качестве реакторов с неподвижным слоем катализатора используются предпочтительно трубчатые реакторы с неподвижным слоем катализатора.

Настоящее изобретение относится также к применению указанного устройства для

реакции органического соединения с гидропероксидом.

В качестве гидропероксида в заявляемом способе могут быть использованы все гидропероксиды, известные из настоящего уровня техники, которые пригодны для реакции органического соединения с гидропероксидом.

5 Примерами таких гидропероксидов являются, к примеру, трет-бутилгидропероксид или этилбензолгидропероксид, которые названы в вышеприведенной ссылке SRI-Report 2E "Propylene Oxide". Трет-бутилгидропероксид получается в данном случае, исходя из изобутана и кислорода. Этилбензолгидропероксид получается, исходя из этилбензола и кислорода.

10 Предпочтительно в настоящем изобретении в качестве гидропероксида используется пероксид водорода. В соответствии с этим настоящее изобретение описывает также способ, как он приведен выше, который отличается тем, что в качестве гидропероксида используется пероксид водорода. Предпочтительно используется при этом водный раствор пероксида водорода.

15 Для получения пероксида водорода можно воспользоваться при этом, например, антрахиноновым способом, согласно которому получается практически все количество производимого в мире пероксида водорода. Этот способ основывается на каталитическом гидрировании антрахинона до соответствующего антрагидрохинона, последующем взаимодействии его с кислородом с образованием пероксида водорода и заключительном
20 отделении образовавшегося пероксида водорода с помощью экстракции. Цикл каталитического процесса замыкается за счет повторного гидрирования образовавшегося в остатке антрахинона.

Информацию об антрахиноновом способе можно получить в "Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry", 5, Auflage, Band 13, Seiten 447-456.

25 Допустимо также для получения пероксида водорода серную кислоту превратить в пероксодисерную кислоту за счет анодного окисления при одновременном катодном выделении водорода. Гидролиз пероксодисерной кислоты через пероксосерную кислоту приводит затем к пероксиду водорода и серной кислоте, которая тем самым возвращается обратно.

30 Понятно, что возможно также получение пероксида водорода из водорода и кислорода.

Перед использованием пероксида водорода в заявляемом способе возможно, например, продажный раствор пероксида водорода освободить от нежелательных ионов. При этом, среди прочего, допустимы методы, как, например, они описаны в международной заявке WO 98/54086, в немецкой заявке на патент DE-A 42 22 109 или в международной заявке
35 WO 92/06918. Также, по меньшей мере, одна соль, которая содержится в растворе пероксида водорода, может быть удалена с помощью ионообменника, который отличается тем, что устройство содержит, по меньшей мере, один не кислый слой ионообменного вещества (ионита) с площадью поперечного сечения потока F и высотой H, при этом
40 высота H слоя ионита меньше или равна $2,5 \cdot F^{1/2}$ и, в частности, меньше или равна $1,5 \cdot F^{1/2}$. В рамках настоящего изобретения принципиально могут быть использованы все не кислые слои ионообменного вещества с катионитом и/или анионитом. Также в пределах слоя ионита могут быть использованы катиониты и аниониты в виде так называемых смешанных слоев. В предпочтительной форме исполнения настоящего изобретения используется только один тип не кислых ионитов. Кроме того, предпочтительно
45 использование одного основного ионита, особенно предпочтительно одного основного анионита, и более всего предпочтительно одного слабоосновного анионита.

В качестве катализаторов для реакции органического соединения с гидропероксидом принципиально допустимы все, предпочтительно все гетерогенные, катализаторы, которые пригодны для соответствующей реакции. Предпочтительно при этом используются
50 катализаторы, которые включают пористый окисный материал, как, например, цеолит. Предпочтительно используются катализаторы, которые в качестве пористого окисного материала включают титан-, ванадий-, хром-, ниобий- или цирконийсодержащий цеолит.

В частности, существуют цеолиты, которые не содержат алюминия и в которых в

силикатной решетке вместо Si(IV) частично находится титан в форме Ti(IV). Титановые цеолиты, в частности цеолиты с кристаллической структурой MFI-типа, а также возможности их получения описаны, например, в европейских заявках на патент EP-A 0311983 или EP-A 0405978.

5 Титановые цеолиты с MFI-структурой известны тем, что они могут быть идентифицированы по определенному рисунку на снимке при дифракции рентгеновских лучей (дифракционной картине), а также дополнительно за счет полос скелетных колебания в инфракрасной (ИК) области приблизительно при 960 см^{-1} , и тем самым отличаются от титанатов щелочных металлов или кристаллических и аморфных TiO_2 -фаз.

10 При этом, в частности, титан-, ванадий-, хром-, ниобий-, цирконийсодержащие цеолиты с пентазил-цеолитной структурой являются в основном типами с рентгенографическим распределением, относящемся к ABW-, ACO-, AEI-, AEL-, AEN-, AET-, AFG-, AFI-, AFN-, AFO-, AFR-, AFS-, AFT-, AFX-, AFY-, AHT-, ANA-, APC-, APD-, AST-, ATN-, ATO-, ATS-, ATT-, ATV-, AWO-, AWW-, BEA-, BIK-, BOG-, BPH-, BRE-, CAN-, CAS-, CFI-, CGF-, CGS-,
15 CHA-, CHI-, CLO-, CON-, CZP-, DAC-, DDR-, DFO-, DFT-, DOH-, DON-, EAB-, EDI-, EMT-, EPI-, ERI-, ESV-, EUO-, FAU-, FER-, GIS-, GME-, GOO-, HEU-, IFR-, ISV-, ITE-, JBW-, KFI-, LAU-, LEV-, LIO-, LOS-, LOV-, LTA-, LTL-, LTN-, MAZ-, MEI-, MEL-, MEP-, MER-, MFI-, MFS-, MON-, MOR-, MSO-, MTF-, MTN-, MTT-, MTW-, MWW-, NAT-, NES-, NON-, OFF-, OSI-, PAR-, PAU-, PHI-, RHO-, RON-, RSN-, RTE-, RTH-, RUT-, SAO-, SAT-, SBE-, SBS-,
20 SBT-, SFF-, SGT-, SOD-, STF-, STI-, STT-, TER-, THO-, TON-, TSC-, VET-, VFI-, VNI-, VSV-, WEI-, WEN-, YUG-, ZON-структуре, а также к смешанным структурам из двух или более вышеназванных структур. Допустимы также для использования в заявляемом способе, кроме того, титансодержащие цеолиты со структурой UTD-1, CIT-1 или CIT-5. В качестве других цеолитов следует назвать цеолиты со структурой ZSM-48 или ZSM-12.
25 Также должны быть названы структуры RUB-29, RUB-30, RUB-31 и RUB-23.

В качестве особенно предпочтительных для заявляемого способа следует отметить Ti-цеолиты с MP-, MEL- или MFI/MEL-смешанной структурой. В качестве более предпочтительных следует назвать, в частности, Ti-содержащие цеолитные катализаторы, которые в общем случае обозначаются как "TS-1", "TS-2", "TS-3", а также Ti-цеолиты с
30 каркасной структурой, изомерной β -цеолиту.

Особенно предпочтительно в заявляемом способе используется гетерогенный катализатор, который включает титансодержащий силикалит TS-1.

При этом в заявляемом способе в качестве катализатора возможно использовать пористый окисный материал сам по себе. Понятно, что все-таки возможно также в
35 качестве катализатора использовать формованное тело, которое включает пористый окисный материал. При этом для получения формованного тела, исходя из пористого окисного материала, могут быть использованы все способы согласно настоящему уровню техники.

Из реакций, которые возможны в заявляемом способе, следует назвать, например,
40 следующие:

эпоксилирование олефинов, как, например получение пропеноксида из пропена и пероксида водорода или из пропена и смесей, которые выделяют пероксид водорода *in situ*;

45 гидрокселирование, как, например гидрокселирование моно-, би- или полициклических ароматических соединений, с образованием моно-, ди- или более высокозамещенных гидроксиароматических соединений, например реакция фенола и пероксида водорода или фенола и смесей, которые выделяют пероксид водорода *in situ*, с образованием гидрохинона;

образование оксимов из кетонов в присутствии гидропероксида водорода или смесей, которые выделяют пероксид водорода *in situ*, и аммиака (аммоноксимирование), например
50 получение циклогексаноксима из циклогексанона;

окисление по Байеру-Виллигеру.

Предпочтительно в заявляемом способе реагируют органические соединения, которые содержат, по меньшей мере, одну C-C-двойную связь. В соответствии с этим настоящее

изобретение описывает способ, как он приведен выше, который отличается тем, что органическое соединение содержит, по меньшей мере, одну С-С-двойную связь.

В качестве примеров таких органических соединений, по меньшей мере, с одной С-С-двойной связью следует назвать следующие алкены:

- 5 этен, пропен, 1-бутен, 2-бутен, изобутен, бутадиев, пентены, пиперилен, гексены, гексадиены, гептены, октены, диизобутен, триметилпентен, нонены, додецен, тридецен, углеводороды от тетракозена до эйкозена, три- и тетрапропен, полибутадиевы, полиизобутены, изопрены, терпены, гераниол, линалоол, линалилацетат, метиленициклопропан, циклопентен, циклогексен, норборнен, циклогептен,
- 10 винилциклогексан, винилоксиран, винилциклогексен, стирол, циклооктен, циклооктадиен, винилнорборнен, инден, тетрагидроинден, метилстирол, дициклопентадиен, дивинилбензол, циклододецен, циклододекатриен, стильбен, дифенилбутадиев, Витамин А, бета-каротин, винилиденфторид, алкилгалогениды, кротилхлорид, металлилхлорид, дихлорбутен, аллиловый спирт, метиллиловый спирт, бутенолы, бутендиолы,
- 15 циклопентендиолы, пентенолы, октадиенолы, тридеценолы, ненасыщенные стероиды, этоксиэтен, изоэвгенол, анетол, ненасыщенные карбоновые кислоты, как, например акриловая кислота, метакриловая кислота, кротоновая кислота, малеиновая кислота, винилуксусная кислота, ненасыщенные жирные кислоты, как, например олеиновая кислота, линолевая кислота, пальмитиновая кислота, природные жиры и масла.

- 20 Предпочтительно в заявляемом способе используются алкены, которые содержат от 2 до 8 атомов углерода. Особенно предпочтительно вводятся в реакцию этен, пропен и бутен. В частности, предпочтительно в реакцию вводится пропен.

- В соответствии с этим настоящее изобретение относится также к способу, как он описан выше, отличающемуся тем, что пероксид водорода вводится в реакцию с алкеном,
- 25 предпочтительно пропенем, с образованием алкеноксидов, предпочтительно пропиленоксида, при этом в качестве катализатора используется цеолитный катализатор, предпочтительно титансиликатный катализатор, особенно предпочтительно титан-силикатный катализатор структуры TS-1.

- В качестве растворителя, используемого в реакции пероксида водорода с алкеном,
- 30 предпочтительно пропенем, с образованием алкеноксидов, предпочтительно пропиленоксида, принципиально пригодны все растворители, используемые специалистами для этой цели. Предпочтительно используются такие органические растворители, как спирты, в отдельности или в виде смеси из двух или более спиртов. Могут использоваться также смеси спирт/вода. Предпочтительно в рамках способа в
- 35 качестве растворителя используется метанол.

- Количества растворителей, используемые при этом, варьируются в широких границах. Возможные количества растворителей в рамках способа лежат между 5 и 25 г метанола на грамм вводимого в реакцию пероксида водорода. Предпочтительно количества растворителя лежат в области от 8 до 16 г метанола на грамм вводимого в реакцию
- 40 пероксида водорода, особенно предпочтительно от 10 до 14 г метанола на грамм вводимого в реакцию пероксида водорода.

- Как описано выше, по меньшей мере, один катализатор, который содержится, по меньшей мере, в одном из параллельно соединенных реакторов, регенерируется, при этом предпочтительно работают таким образом, что непрерывный процесс не прерывается.
- 45 Выключение, по меньшей мере, одного реактора, в котором находится подлежащий регенерации катализатор, из цепи (ветви) процесса может происходить при этом согласно всем известным методам.

- После отключения реактора из цепи процесса катализатор, находящийся в реакторе, может быть регенерирован согласно всем пригодным способам известного уровня техники.
- 50 В частности, возможно удалить катализатор из реактора, регенерировать и снова вставить (ввести). Предпочтительно катализатор регенерируется в реакторе. В зависимости от типа катализатора может быть выбран метод регенерации. Для цеолитных катализаторов, которые используются в рамках особенно предпочтительного способа,

следует назвать, например, следующие возможности регенерации:

1. Способ, который включает нагревание используемого катализатора при температуре ниже, чем 400°C, но выше, чем 150°C, в присутствии молекулярного кислорода в течение промежутка времени, достаточного для повышения активности используемого катализатора, как это описано в европейской заявке на патент EP-A- 0 743 094;

2. Способ, который включает нагревание используемого катализатора при температуре от 150°C до 700°C в присутствии потока газа, который содержит максимум 5 об.% молекулярного кислорода, в течение промежутка времени, достаточного для того, чтобы увеличить активность катализатора, как это описано в европейской заявке на патент EP-A- 0790075;

3. Способ, в котором используемый катализатор обрабатывается посредством нагревания при 400-500°C в присутствии газа, содержащего кислород, или посредством промывания растворителем, предпочтительно при температуре, которая на 5-150°C выше, чем температура, используемая во время реакции, как это описано в японской заявке на патент JP-A- 3114536;

4. Способ, в котором используемый катализатор обрабатывается посредством кальцинирования при 550°C на воздухе или посредством промывания растворителем, при этом активность катализатора восстанавливается, как это описано в "Proc. 7th Intern. Zeolite Conf., 1986 (Tokyo)";

5. Способ регенерации катализатора, который включает следующие стадии (A) и (B):
(A) нагревание, по меньшей мере, частично дезактивированного катализатора при температуре в области от 250°C до 600°C в атмосфере, которая содержит менее 2 об.% кислорода, и

(B) обработка катализатора при температуре в области от 250 до 800°C, предпочтительно от 350 до 600°C, током газа, который имеет содержание вещества, поставляющего (выделяющего) кислород, или кислорода, или смеси из двух или более указанных компонент в области от 0,1 до 4 об.%,

при этом процесс может включать также еще другие стадии (C) и (D),

(C) обработка катализатора при температуре в области от 250 до 800°C, предпочтительно от 350 до 600°C, током газа, который имеет содержание вещества, поставляющего (выделяющего) кислород, или кислорода, или смеси из двух или более указанных компонент в области от 4 до 100 об.%,

(D) охлаждение регенерированного катализатора, полученного на стадии (C), в токе инертного газа, который может включать до 20 об.% паров жидкости, выбранной из группы, состоящей из воды, спирта, альдегида, кетона, простого эфира, кислоты, сложного эфира, нитрила, углеводорода, а также смеси из двух или более указанных соединений,

подробности относительно указанного способа следует взять из немецкой заявки на патент DE-A 19723949.8;

6. Способ, в котором использованный катализатор регенерируется за счет термической обработки в токе газа при температурах, по меньшей мере, 130°C, таким образом, что время, в течение которого ток газа проходит через катализатор, не превышает 2 часов. Подробности относительно указанного способа можно взять из международной заявки WO 98/18556.

Кроме того, возможно также для регенерации промывать катализатор, по меньшей мере, одним раствором пероксида водорода или также одним или несколькими окисляющими соединениями. Понятно, что вышеописанные методы также могут быть скомбинированы подходящим образом друг с другом.

Во время реакции органического соединения с гидропероксидом, кроме того, могут быть изменены значение pH или/и температура реакционной смеси, или/и давление, при котором происходит реакция.

Предпочтительно при этом значение pH реакционной смеси устанавливается за счет

значения pH раствора гидропероксида, который добавляется к реакционной смеси. Что касается (R1), это возможно, например, за счет подходящей обработки потока эдукта, который содержит раствор гидропероксида. Если, например, в (Z1) или/и (Z2) раствор гидропероксида отделяется, то этот же поток, который включает отделенный

5 гидропероксид, может быть обработан подходящим образом для изменения значение pH.

Значение pH потока гидропероксида, в частности раствора пероксида водорода, принципиально может быть установлено согласно всем известным методам. При этом только следует обратить внимание на то, чтобы добавление к раствору гидропероксида соединений кислого или основного характера или добавление раствора, который включает

10 соединения кислого или основного характера, не влияло отрицательным образом на последующее взаимодействие органического соединения с гидропероксидом. В частности, значение pH раствора гидропероксида изменяется

(a) за счет обработки раствора гидропероксида, по меньшей мере, одним ионообменивающим веществом (ионитом);

15 (b) за счет добавления к раствору гидропероксида

(aa) соединения кислого характера, или

(bb) соединения основного характера, или

(cc) нейтрального соединения, или

(dd) смеси из двух или более указанных соединений, или

20 (c) за счет комбинации методов (a) и (b).

При этом принципиально пригодны как сильноосновные, так и слабоосновные соединения, или как сильнокислые, так и слабокислые соединения. В частности, среди прочего, возможны следующие соли:

аммонийные соли, соли щелочных металлов, прежде всего, следует назвать соли лития,

25 натрия и калия, а также соли щелочно-земельных металлов. Анионы этих солей включают, например, галогениды, как, например, хлорид и бромид, нитрат, сульфат или гидроксид, а также анионы, содержащие фосфор, мышьяк, сурьму и олово, как, например, перхлорат, фосфат, гидрофосфат, дигидрофосфат, арсенат и станнат. Возможны также другие анионы, как, например, формиат, ацетат, бикарбонат или карбонат.

30 В качестве примеров, среди прочего, следует привести хлорид лития, бромид лития, бромид натрия, нитрат лития, нитрат натрия, нитрат калия, сульфат лития, сульфат натрия, сульфат калия, гидроксид натрия, гидроксид калия, гидроксид аммония, карбонат натрия, бикарбонат натрия, карбонат калия, карбонат лития, бикарбонат калия, бикарбонат лития или гидрофосфат калия, а также ацетат лития, магния, кальция, бария

35 или аммония. Также следует назвать карбоксилаты карбоновых кислот, особенно карбоновых кислот с 1-10 атомами углерода, а также алкоголяты спиртов с 1-10 атомами углерода. Другими примерами, среди прочего, являются дигидрофосфат аммония, дигидрофосфат натрия, дигидрофосфат калия, динатрий-дигидропирофосфат.

В качестве ионитов при этом могут быть использованы в основном все известные

40 иониты, например, органические ионообменные смолы, к примеру, на основе полистирола, или неорганические иониты, например, гидротальцит, а также другие слоистые силикаты, которые могут содержать способные обмениваться карбонатные, бикарбонатные или гидроксидные группы.

Примерами основных ионитов, особенно предпочтительных в рамках представленного

45 изобретения, являются полистирольные полимеры с третичными аминогруппами, например продажные иониты Lewatit® MP 62 и Lewatit® MP 63, а также Dowex® MWA/1 и Dowex® AMW-500. Кроме того, возможно также использование, например, полистирольных полимеров, содержащих четвертичные аминогруппы, с гидроксид-противоионом. В качестве примера следует назвать при этом продажные иониты Lewatit® OC-1950, а также

50 Dowex® 1, Dowex® 2, Dowex® 11, Dowex® 21 K и Dowex® 550/4.

Что касается изменения температуры реакционной смеси, в которой происходит реакция гидропероксида с органическим соединением, то, по существу, возможны все допустимые способы. Например, температура реакционной среды может быть повышена через

температуру, по меньшей мере, одного эдукта, который вводится в реакционную среду.

Предпочтительно температура варьируется за счет подходящего термостатирования, по меньшей мере, одного реактора. При этом также применимы все подходящие методы.

Например, по меньшей мере, один реактор может быть снабжен двойным кожухом, через
5 который, например, протекает жидкость, за счет температуры которой устанавливается температура реакционной смеси. Понятно, что при этом возможно также предусмотреть различные зоны, по меньшей мере, одного реактора с двойными кожухами, отделенными друг от друга, и таким образом различные зоны омывать, например, жидкостями с
10 различной температурой. Понятно, что установление различных температур в различных зонах не ограничивается только системами, в которых реактор снабжен одним или несколькими двойными кожухами, а достигается также с помощью всех других подходящих методов.

В предпочтительной форме исполнения заявляемого способа после отделения гидропероксида и повторного взаимодействия отделенного гидропероксида с алкеном в
15 результате получается смесь в виде сырой выгрузки, из которой предпочтительно не прореагировавший алкен отделяется и возвращается обратно в процесс в виде эдукта. В одной возможной форме исполнения указанная сырая выгрузка при этом подвергается дистилляции, после чего сырой продукт разделяется на легкокипящую фракцию, которая содержит алкен и соединения с низкой точкой кипения, и высококипящую фракцию, которая
20 содержит алкеноксид и соединения с более высокой точкой кипения, чем алкен. В указанной легкокипящей фракции собирается, среди прочего, кислород в концентрации, которая делает легкокипящую фракцию смесью, способной к воспламенению.

Чтобы иметь возможность безопасно отогнать алкен, при дистилляционном отделении алкена из легкокипящей смеси в верхнюю часть разделительного устройства можно
25 добавить инертное вещество с точкой кипения, которая ниже, чем точка кипения алкена, предпочтительно пропена, предпочтительно метан, в таком количестве, что кислород разбавляется до концентрации, при которой смесь больше не является способной к воспламенению. Возможно также использовать способ для обработки смеси (G1), включающий алкен и кислород, в котором

30 (i) кислород удаляется из смеси (G1) не дистилляционно с получением смеси (G2) и
(i) алкен удаляется из смеси (G2) дистилляционно.

При этом предпочтительно в заявляемом способе кислород удаляется за счет горения. Также предпочтительна форма исполнения, согласно которой смесь (G1) подвергается воздействию таких условий реакции, при которых содержащийся в смеси кислород
35 реагирует с подходящим химическим соединением. В предпочтительной форме исполнения заявляемого способа горение с участием кислорода, который содержится в смеси (G1), происходит при использовании, по меньшей мере, одного подходящего катализатора. Для этого используются все подходящие катализаторы или смеси катализаторов. Предпочтительны, среди прочего, благородные металлы, как, например, Pt
40 (платина), Rh (рутений) или Pd (палладий), которые могут быть нанесены на подходящие носители, как, например, оксиды металлов. Например, используются Pd-катализаторы, нанесенные на оксид алюминия (Al_2O_3). В качестве катализатора также следует назвать хромит меди. Среди прочего, здесь должны быть названы, например, продажные катализаторы RO-25/50 S6, Ro-20/47 K2-4 или R3-20 S6 фирмы BASF AG.

45 Во многих случаях сырая выгрузка из эпоксицирования включает еще соответствующий алкену алкан. В этом случае возможно из смеси (G1), получающейся в виде сырой выгрузки после эпоксицирования, удалить кислород за счет оксидегидрирования алкана с получением алкена. Оксидегидрирование, по меньшей мере, одного алкана может происходить как каталитически, так и не каталитически. Предпочтительно
50 оксидегидрирование проводится с использованием подходящего катализатора. Относительно этих катализаторов, среди прочего, следует обратиться, например, к источникам: M.Xu, J.H.Lunsford, React. Kinet. Catal. Lett. 57 (1966) S.3-11 и B.Delmon, Stud. Surf. Sci. Catal. 110 (1997) S.43-59 и цитированной в них литературе,

которая, соответственно, в полном объеме включена в контекст настоящей заявки за счет ссылок.

Формула изобретения

- 5 1. Непрерывный способ взаимодействия органического соединения, содержащего, по меньшей мере, одну С-С-двойную связь, с гидропероксидом в присутствии катализатора, в котором
- органическое соединение на реакционной стадии (R1) при давлении в области собственного давления до 100 бар, температуре от 0 до 120°C и молярном отношении
- 10 вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду от 0,7 до 20 подвергается взаимодействию с гидропероксидом в присутствии включающего цеолит катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P1),
- по меньшей мере, один поток продукта (P1) подается, по меньшей мере, на промежуточную обработку (Z1), при этом из (Z1) получается, по меньшей мере, один
- 15 поток продукта (PZ1), включающий гидропероксид, при этом промежуточная обработка представляет собой
- дистилляционное отделение гидропероксида из, по меньшей мере, одного потока продукта (P1) или
- добавление основания, по меньшей мере, к одному потоку продукта (P1) и
- 20 по меньшей мере, один поток продукта (PZ1) подается, по меньшей мере, на реакционную стадию (R2), в которой при давлении в области собственного давления до 100 бар, температуре от 0 до 120°C и молярном отношении вступающего в реакцию органического соединения к гидропероксиду от 0,7 до 20 гидропероксид подвергается
- взаимодействию с органическим соединением в присутствии включающего цеолит
- 25 катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P2),
- причем, по меньшей мере, на одной из реакционных стадий (R1) и (R2) используется система реакторов, включающая, по меньшей мере, два параллельно соединенных реактора.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере, один из катализаторов,
- 30 содержащихся, по меньшей мере, в двух параллельно соединенных реакторах, во время процесса регенерируется.
3. Способ по п.2, отличающийся тем, что регенерация катализатора проводится таким образом, что, по меньшей мере, один из параллельно соединенных реакторов выключается
- из соответствующей реакционной стадии и содержащийся в этом реакторе катализатор
- 35 регенерируется, при этом в ходе непрерывного процесса на каждой реакционной стадии всегда имеется, по меньшей мере, один реактор для реакции органического соединения с гидропероксидом.
4. Способ по п.2 или 3, отличающийся тем, что из x параллельно соединенных реакторов одной реакционной стадии всегда имеется x-1 реакторов для реакции
- 40 органического соединения с гидропероксидом.
5. Способ по пп.1-4, отличающийся тем, что включает, по меньшей мере, еще одну промежуточную обработку и, по меньшей мере, еще одну реакционную стадию.
6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что
- в реакционной стадии (R1) гидропероксид реагирует с органическим соединением, по
- 45 меньшей мере, в двух параллельно соединенных реакторах в присутствии катализатора с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P1), включающего
- непрореагировавший гидропероксид, непрореагировавшее органическое соединение и прореагировавшее органическое соединение,
- в промежуточной обработке (Z1), по меньшей мере, к одному потоку продукта (P1)
- 50 добавляется основание с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (PZ1),
- на реакционной стадии (R2) непрореагировавший гидропероксид и непрореагировавшее органическое соединение, содержащиеся, по меньшей мере, в одном потоке продукта (PZ1), реагируют, по меньшей мере, в двух параллельно соединенных реакторах с

получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P2), включающего непрореагировавший гидропероксид,

в промежуточной обработке (Z2) из, по меньшей мере, одного потока продукта (P2) дистиллятивно отделяется непрореагировавший гидропероксид с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (PZ2), включающего гидропероксид, и гидропероксид, содержащийся, по меньшей мере, в одном потоке продукта (PZ2), в реакционной стадии (R3) реагирует с органическим соединением с получением, по меньшей мере, одного потока продукта (P3).

7. Способ по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что в качестве реакторов используются реакторы с неподвижным слоем катализатора, предпочтительно изотермические реакторы с неподвижным слоем катализатора.

8. Способ по одному из пп.1-7, отличающийся тем, что пероксид водорода вводится в реакцию с алкеном, предпочтительно пропенном, с образованием алкеноксида, предпочтительно пропиленоксида, при этом в качестве катализатора используется цеолитный катализатор, предпочтительно титан-силикатный катализатор, в частности титан-силикатный катализатор структуры TS-1.

9. Устройство для взаимодействия органического соединения, содержащего, по меньшей мере, одну С-С-двойную связь, с гидропероксидом в присутствии катализатора, включающее, по меньшей мере, один реактор и, по меньшей мере, одно последовательно соединенное разделительное устройство, отличающееся тем, что оно в качестве реактора содержит, по меньшей мере, два параллельно соединенных изотермических реактора с неподвижным слоем катализатора и дополнительно содержит, по меньшей мере, один адиабатический реактор с неподвижным слоем катализатора, подключенный к разделительному устройству.

25

30

35

40

45

50