



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

251222

(11) B₁

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 07 84
(21) PV 5379-84
(89) 955671, SU

(51) Int. Cl.⁴

C 07 C 41/02,
C 07 C 43/04

(40) Zveřejněno 22 08 85
(45) Vydáno 25.04.88

(75) GENĚRALOVA TAMARA IVANOVNA, LUKOJANOVA TAŤANA PAVLOVNA,
Autor vynálezu ROGUŠINA TAMARA KONSTANTINOVNA, LEBEDĚV VLADIMIR STĚPANOVÍČ,
SIMENIDO AVGUST VLADIMIROVIČ, JEVSTRATOV ALEXANDR ALEXEJEVIČ, VLADIMIR,
TIMOFEJEVA VĚRA DMITRIJEVNA, UCHTA, ŠTYCH VLADIMIR SERGEJEVIČ, VLADIMIR (SU)

(54) Způsob výroby parciálních etherů vícesytných alkoholů

Řešení se týká způsobu výroby parciálních etherů vícesytných alkoholů obecného vzorce $R - O - C_nH_{2n}OH$, kde $R = R_1$, nebo $HO - R_2$, nebo $R_1 - (OC_nH_{2n})_k$, nebo

$HO - R_2 (OC_nH_{2n})_m$.

R_1 = alkyl C_1 až C_4 ,

R_2 = alkylen C_2 až C_6 ,

$n = 2$ až 4 ,

$k = 1$ až 7 ,

$m = 1$ až 14 .

Cílem řešení je zvýšení množství produktu a zvětšení výrobní kapacity, čehož se dosahuje tím, že se uskuteční vzájemné působení alkoholu obecného vzorce $R - OH$,

kde $R = R_1$ nebo $HO - R_2$,

R_1 = alkyl C_1 až C_4 ,

R_2 = alkylen C_2 až C_6 ,

s odpovídajícím alkylenoxidem při teplotě 35 až 73 °C a tlaku $0,1$ až $0,5$ MPa v přítomnosti aluminosilikátového katalyzátoru, s amorfni a amorfizovanou strukturou se středním průměrem pórů 40 až 190 Å a obsahující $0,03$ až $0,7$ mekv. silně kyselých

aktivních center na 1 g katalyzátoru.

Заявлено: 17.12.79

Заявка: № 2883078/23-04

МКИ³: С 07 С 41/02, С 07 С 43/04

Авторы: Т.И.Генералова, Т.П.Лукоянова, Т.К.Рогошина, В.С.Лебедев, А.В.Сименидо, А.А.Евстратов, В.Д.Тимофеева, В.С.Штых

Заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский институт синтетических смол

Название изобретения: СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НЕПОЛНЫХ ПРОСТЫХ ЭФИРОВ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ

Данное изобретение относится к способу получения неполных простых эфиров многоатомных спиртов (этиленгликоля, пропиленгликоля и других), которые используются в качестве растворителей, исходных реагентов в органическом синтезе, компонентов различных технических жидкостей, например антифризов.

Известен способ получения неполных простых эфиров многоатомных спиртов (этиленгликоля, пропиленгликоля), заключающийся в том, что алифатические спирты (например, метиловый, этиловый, *n*-бутиловый) обрабатывают окисями алкиленов (окисями этилена, пропилена, бутилена) при температуре 160-200°C, давлении 26-32 ати, в присутствии едкого натра, взятого в количестве 0,02-0,2 вес.%, в течение 1 часа при мольном соотношении окись алкилена: спирт, равном 1:6-9. Выход целевого продукта в расчете на окись алкилена составляет 60-70% [1].

Недостатком рассматриваемого способа является относительно низкий выход целевого продукта, несмотря на применение большого избытка спирта, необходимость регенерации этого спирта, а также необходимость проведения процесса при высокой температуре и давлении, что предъявляет повышенные требования к оборудованию, технике безопасности и энергетическому обеспечению процесса.

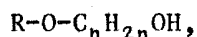
Наиболее близким техническим решением к предложенному способу является способ получения неполных простых эфиров многоатомных спиртов (этиленгликоля и пропиленгликоля), заключающийся в том, что первичный алифатический спирт обрабатывают окисью алкилена (окисью этилена или пропилена) при температуре 40-250°C, при соотношении окись алкилена : спирт, равном 1-1:10, в присутствии катализатора - кристаллического алюмосиликата с диаметром пор 5-10 Å, содержанием ионных активных центров не менее 0,75 мэкв на грамм катализатора. Выход це-

левого продукта составляет 50%. Производительность катализатора по окиси алкилена (окиси этилена) составляет не более 88 г на 1 г катализатора [2].

Недостатком известного способа является низкий выход целевого продукта и малая производительность процесса.

Целью настоящего изобретения является повышение выхода целевого продукта и увеличение производительности процесса.

Поставленная цель достигается способом получения неполных простых эфиров многоатомных спиртов общей формулы



где $R = R_1$ или $HO-R_2$, или $R_1-(OC_nH_{2n})_k$, или $HO-R_2(OC_nH_{2n})_m$,

R_1 - алкил C_1-C_4 ,

R_2 - алкилен C_2-C_6 ,

$n = 2-4$,

$k = 1-7$,

$m = 1-14$,

взаимодействием спирта общей формулы



где $R = R_1$ или $HO-R_2$,

R_1 - алкил C_1-C_4 ,

R_2 - алкилен C_2-C_6 ,

с соответствующей окисью алкилена при температуре 35-73°C и давлении 1-5 ата в присутствии катализатора - алюмосиликата с аморфной или аморфизованной структурой со средним диаметром пор 40-190 Å, содержащего на грамм алюмосиликата 0,03-0,7 мэкв сильноокислых активных центров. Выход целевого продукта составляет 60-98%.

Отличительная особенность предложенного способа состоит в том, что в качестве катализатора используют алюмосиликат с аморфной или аморфизованной структурой со средним диаметром пор 40-190 Å и содержащим на грамм алюмосиликата 0,03-0,7 мэкв сильноокислых активных центров.

Желательно процесс вести при пропускании исходных реагентов через намытый на фильтрующую перегородку слой катализатора.

Предложенный способ позволяет увеличить выход целевого продукта до 60-98% в расчете на окись алкилена, даже при использовании в качестве исходных спиртов изопропанола и трет-бутанола, повысить производительность катализатора до 200 г по окиси алкилена на 1 г катализатора.

Предложенный способ может быть осуществлен при статическом и динамическом контактах реагентов с катализатором, по периодической или полунепрерывной схеме. Статический режим осуществляют при постепенном добавлении окиси алкилена к 0,1-10 вес.% (предпочтительно 0,5-1 вес.%) суспензии катализатора в исходном спирте. Динамический режим осуществляют с предварительной намывкой тонкого слоя катализатора на фильтрующую перегородку. По этому методу до того, как начинают синтез эфиров, катализатор суспендируют в 0,3-50%-ной (по весу) концентрации в какой-либо подходящей жидкости, обычно исходном спирте, и направляют эту суспензию на фильтр. Фильтрат можно тут же возвращать в суспензию для разбавления еще не поданной на фильтр суспензии. Фильтрование ведут до тех пор, пока практически вся твердая фаза не окажется намытой на фильтре. Рабочим является слой толщиной 3-30 мм, причем чем крупнее частицы катализатора и меньше их удельная активность, тем более толстый слой целесообразно намыывать. В соответствии с известными закономерностями фильтрования, намывной слой автоматически имеет по всей площади рабочей поверхности фильтра одно и то же гидравлическое сопротивление, что и является основным условием равномерной работы слоя катализатора. (Если при намыве случайно где-либо отложилось сравнительно мало твердой фазы, то именно на этот участок, из-за малости его сопротивления,

устремляется основная доля суспензии, и очень скоро этот участок зарастает до равного с другими сопротивления). Хорошо подготовленный тонкий слой из мелких, но крупнопористых (то есть легкоомываемых) частиц, не имеющих дефектов упаковки, обладает не меньшей каталитической эффективностью, чем высокий слой гранулированного катализатора, хотя время пребывания реагентов в тонком слое гораздо меньше. (Последний фактор важен для уменьшения степени протекания некоторых побочных реакций). Действительно, в слое из мелких частиц реакционная смесь протекает по узким капиллярам между частицами, а не по широким каналам между гранулами, капиллярный же (тонкослойный) режим протекания при наличии диффузионного ограничения скорости реакции несомненно выгоден для ее интенсификации.

В предлагаемый каталитический слой можно вводить различные порошкообразные или тонковолокнистые добавки, каталитически инертные, но способные модифицировать слой в ряде отношений: повысить его прочность, уменьшить тепловыделение в единице объема, улучшить капиллярную всасываемость и тому подобное. Примерами таких добавок являются силикагель и целлюлоза.

Синтез неполных эфиров многоатомных спиртов, соответствующий динамическому режиму контактирования, может быть полунепрерывным или непрерывным. В обоих вариантах поток из емкостного сборника направляют на фильтр-реактор, перед которым к потоку подмешивают дозируемую в нужном количестве окись алкилена, реагирующую затем полностью или частично при прохождении смеси через слой катализатора (в полунепрерывном варианте этот процесс цикличен). Скорость пропускания жидкой фазы выбирают, в зависимости от концентрации реагентов, их природы, толщины каталитического слоя и его активности, в интервале от 0,5 до 10 м³ через 1 м² рабочей поверхности фильтра в час, что обуславливает очень короткую, исчисляемую секундами или даже долями секунд, продолжительность контакта с катализатором.

В статическом режиме контактирования процесс проводят при давлении, обычно мало отличающемся от атмосферного, поскольку скорость реакции велика даже при отсутствии избыточного над атмосферным давлением. В динамическом режиме давление обуславливается сопротивлением каталитического слоя и обычно не превышает 5 ата.

Синтез проводят при 35-73°С.

Выбранный интервал температур обусловлен тем, что при более низкой температуре скорость реакции слишком низка для практического использования, а при более высокой температуре становится заметным протекание побочных реакций.

Проведение реакции при давлении выше 5 ата нецелесообразно ввиду возникающей трудности отвода тепла.

При получении низкомолекулярных целевых продуктов (целлозольвов и карбитолов) молярное соотношение между окисью алкилена и гидроксильной группой спирта выбирается в интервале 1:1-10, а при получении в качестве целевых продуктов олигомеров указанное молярное соотношение выбирается в интервале 7-1:1.

Используемый катализатор получают по известным в технике способам, причем катализатор применяется в виде порошка с частицами размером 0,05-0,3 мм (по ситовому анализу).

Использование катализатора со средним диаметром пор 40-190 Å обусловлено тем, что узкопористые катализаторы имеют малую производительность (по окиси алкилена), а более крупнопористые практически не используются в технике.

Указанная пористость может быть реализована только для катализаторов, имеющих аморфную или аморфизованную структуру.

Средний диаметр пор катализаторов получен из соотношения объемов их пористых пространств с их удельной поверхностью. При этом объем пористого пространства рассчитан из разницы истинной и кажущейся плотностей катализатора (пикнометрия

соответственно в бензоле и ртути), а удельная поверхность найдена стандартным образом по низкотемпературной сорбции азота.

Оценка степени аморфности структуры катализаторов производилась рентгенографически.

Содержание кислых активных центров определяется по выделению кислоты в водный солевой раствор при его взаимодействии с указанными алюмосиликатами, причем для приготовления солевого раствора берут калиевые или натриевые соли кислот, имеющих константу диссоциации в воде не ниже 0,05.

Так, используемый показатель кислотности оксалатной вытяжки из катализатора - результат потенциометрического титрования 0,01 н. водным раствором КОН 5 мл вытяжки, полученной получасовым перемешиванием 1 г катализатора в 20 мл 0,5 н. водного раствора $K_2C_2O_4$ с последующим фильтрованием через беззольный фильтр. (Константа диссоциации щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$ равна 0,054).

Данное изобретение иллюстрируется нижеприведенными примерами.

Пример 1

К суспензии 1 г катализатора, имеющего сильноаморфизованную слоистую структуру, средний диаметр пор 190 Å и кислотность оксалатной вытяжки 0,38 мэкв/г, в 71,2 г метанола добавляют при перемешивании в течение 38 минут 21,8 г окиси этилена (ОЭ), поддерживая температуру в интервале 57,5-65,9°C и давление до 0,1 ати. После окончания добавления ОЭ суспензию перемешивают еще 30 минут при температуре 58-60°C, после чего катализатор отфильтровывают. Фильтрат, то есть валовый продукт реакции (91,5 г, 98,4% от суммы реагентов), представляет собой метанольный раствор метилцеллозольва, метилкарбитола и монометилового эфира триэтиленгликоля, выход их по ОЭ (данные газожидкостной хроматографии - ГЖХ) составляет 88,5%, 10,5% и 1,0% соответственно.

80 г валового продукта реакции разгоняют на лабораторной безнасадочной ректификационной колонке (типа Вигрэ) с 6 теоретическими тарелками. При атмосферном давлении отбирают метанольную (64-64,4°C) фракцию в количестве 47,5 г. Затем охлаждают куб, подключают вакуум 700-710 мм Hg (остаточное давление 80-66,6 гПа) и, возобновив постепенный подогрев, отбирают 27,5 г метилцеллозольвной фракции (55-57,5°C), показатель преломления при 20°C 1,4023. Выход метилцеллозольва по ОЭ составляет 85%.

Объединяют кубовые остатки ряда аналогичных разгонок валовых продуктов, полученных, как указано в примере 1, с использованием одного и того же катализатора.

45 г этого объединенного кубового остатка разгоняют на описанной колонке при вакууме 750 мм Hg (остаточное давление 13,3 гПа), отбирая метилкарбитольную (82-83°C) фракцию в количестве 23 г, при 20°C показатель преломления последней 1,4264. Выход метилкарбитола по ОЭ составляет 9,4%.

Пример 2

В фильтре-реакторе с горизонтальной рабочей поверхностью 50 см² предварительно намывают слой из 28 г того же катализатора, что и в примере 1, и 2,8 г дробленой целлюлозы, суспендированных в 3 л метанола. После приготовления каталитического слоя дозировочным насосом с производительностью 8,1 л/час циркулируют жидкость в контуре (в скобках - температура на выходе из очередного аппарата): емкостной сборник (8°C) - дозировочный насос (8°C) - нагреватель (38°C) - фильтр-реактор (68°C) - холодильник (8°C) - емкостной сборник (тот же, что и вначале).

Перед нагревателем в этот поток специальным дозировочным насосом вводят жидкую ОЭ со скоростью 0,3 л/час, что составляет около 8,6 объема ОЭ на 1 объем катализатора в час. Циркуляцию с подпитыванием ОЭ ведут 16 часов, достигая этим мольного соотношения между введенной ОЭ и исходным спиртом 1:4,2, после чего без подпитывания ОЭ циркулируют еще 1 час. Затем жидкий продукт сливают

(17,2 кг, 99,5% от суммы масс взятых реагентов). Он представляет собой метанольный раствор метилцеллозольва, метилкарбитола и монометиловых эфиров три- и тетраэтиленгликолей, выход их по ОЭ составляет (данные ГЖХ) 83,9%, 13,7%, 2,0%, 0,4% соответственно.

80 г валового продукта реакции разгоняют, как указано в примере 1, выделяя 27,8 г метилцеллозольвной фракции (показатель преломления при 20°C 1,4023). Выход метилцеллозольва по ОЭ составляет 81,5%.

Пример 3

1 г катализатора, имеющего аморфизованную слоистую структуру, средний диаметр пор 80 Å и кислотность оксалатной вытяжки 0,68 мэкв/г, суспендируют в 91,6 г изопропанола. К суспензии добавляют при перемешивании в течение 35 минут 13,2 г ОЭ (то есть до мольного отношения к исходному спирту 1:5,1), поддерживая температуру 57,4–66,4°C и давление не выше 0,05 ати. Окончив добавлять ОЭ, суспензию перемешивают еще 30 минут при 58–60°C, после чего катализатор отфильтровывают. Фильтрат, то есть валовый продукт реакции (103,2 г или 98,6% от суммы масс реагентов), представляет собой изопропанольный раствор изопротилцеллозольва и изопротилкарбитола, выход их по ОЭ (данные ГЖХ) составляет 78,8 и 13,3% соответственно.

Используя ту же ректификационную колонку, что и в примере 1, из 80 г валового продукта реакции выделяют при 140–142°C и атмосферном давлении 18 г (75,1% в расчете на ОЭ) изопротилцеллозольва с показателем преломления при 20°C 1,4100.

Пример 4

1 г того же катализатора, что и в примере 3, суспендируют в 101,7 г трет-бутанола. К суспензии добавляют при перемешивании в течение 44 минут 11,0 г ОЭ (то есть до мольного отношения к исходному спирту 1:5,5), поддерживая температуру в интервале 56–65°C и давление не выше 0,05 ати. Окончив добавлять ОЭ, суспензию перемешивают еще 30 минут при 57–61°C, после чего катализатор отфильтровывают. Фильтрат, то есть валовый продукт реакции (111,0 г или 98,0% от суммы масс реагентов) представляет собой трет-бутанольный раствор трет-бутилцеллозольва и трет-бутилкарбитола, выход их по ОЭ (данные ГЖХ) составляет 59,4 и 20,1% соответственно.

Используя ту же ректификационную колонку, что и в примере 1, из 80 г валового продукта реакции выделяют при 59–60°C и вакууме 740 мм Hg (остаточное давление 26,6 гПа) 11,7 г (14,6% от валового продукта) трет-бутилцеллозольвной фракции с показателем преломления при 20°C 1,4143. Выход трет-бутилцеллозольва по ОЭ составляет 55,9%.

Пример 5

1,2 г того же катализатора, что и в примере 1, суспендируют в 59 г (0,5 моль) расплавленного 1,6-гександиола. К суспензии добавляют при перемешивании в течение 75 минут 58 г (1 моль) окиси пропилена, поддерживая температуру 66–73°C и давление до 0,2 ати. Окончив добавлять окись пропилена, суспензию перемешивают еще 30 минут при 60–65°C, после чего катализатор отфильтровывают.

Продукт представляет собой диол с молекулярной массой 230 по содержанию гидроксильных групп и 235 по парогазовой осмометрии, расчетная молекулярная масса – 234. Выход 115 г (98,1% в расчете на окись пропилена).

Пример 6

6,2 г диэтиленгликоля растворяют в 115 г тетрагидрофурана, суспендируют в этом растворе 1,4 г того же катализатора, что и в примере 1, и к полученной суспензии при перемешивании и 36–39,5°C (давление атмосферное) равномерно добавляют в течение 135 минут 16,9 г окиси пропилена. После окончания ее подачи перемешивание при указанных условиях продолжают еще 1 час, после чего катализатор отделяют фильтрованием, а из фильтрата отгоняют летучие, представляющие

собой чистый избыточный тетрагидрофуран, не вошедший в реакцию. Продукт, являющийся диэтиленгликолем, олигооксиалкилированным смесью тетрагидрофурана и окиси пропилена, имеет содержание гидроксильных групп, равное 3,48%, что соответствует олигомерному диолу с молекулярной массой 976. Выход 56 г (98,3% в расчете на диэтиленгликоль и окись пропилена).

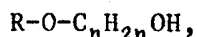
Пример 7

Используют аморфный катализатор со средним диаметром пор $40 \text{ \AA}$ и кислотностью оксалатной вытяжки $0,03 \text{ мэкв/г}$. $8,1 \text{ г}$ этого катализатора суспендируют в $71,7 \text{ г}$ метанола, к суспензии добавляют при перемешивании в течение 57 минут $9,4 \text{ г}$ ОЭ (до мольного отношения к исходному спирту $1:10,5$), поддерживая температуру в интервале $57,8-60,2^\circ\text{C}$ и давление не выше $0,2 \text{ ати}$.

Окончив добавлять ОЭ, суспензию перемешивают еще 55 минут при $58-60^\circ\text{C}$, после чего катализатор отфильтровывают. Фильтрат ($74,7 \text{ г}$ или $92,3\%$ от суммы масс реагентов) представляет собой метанольный раствор только метилцеллозольва. После отгонки метанола из 65 г фильтрата (валового продукта) при использовании колонки, как в примере 1, получают $12,9 \text{ г}$ ($91,6\%$ в расчете на ОЭ) метилцеллозольва, показатель преломления при 20°C $1,4022$.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения неполных простых эфиров многоатомных спиртов общей формулы



где $\text{R} = \text{R}_1$, или HO-R_2 , или $\text{R}_1-(\text{OC}_n\text{H}_{2n})_k$ или $\text{HO-R}_2(\text{OC}_n\text{H}_{2n})_m$,

R_1 - алкил C_1-C_4 ,

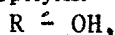
R_2 - алкилен C_2-C_6 ,

$n = 2-4$,

$k = 1-7$,

$m = 1-14$,

взаимодействием спирта общей формулы



где $\text{R} = \text{R}_1$ или $\text{HO} - \text{R}_2$,

R_1 - алкил C_1-C_4 ,

R_2 - алкилен C_2-C_6 ,

с соответствующей окисью алкилена при температуре $35-73^\circ\text{C}$ и давлении $1-5 \text{ ата}$ в присутствии алюмосиликатного катализатора, отличающийся тем, что, с целью повышения выхода целевого продукта и увеличения производительности процесса, в качестве алюмосиликатного катализатора используют алюмосиликат, имеющий аморфную или аморфизованную структуру со средним диаметром пор $40-190 \text{ \AA}$ и содержащий $0,03-0,7 \text{ мэкв}$ сильноокислых активных центров на 1 г катализатора.

2. Способ получения по п.1, отличающийся тем, что процесс ведут путем пропускания смеси реагентов через слой катализатора, намытый на фильтрующую перегородку.

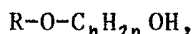
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. О.Н.Дымент, К.С.Казанский, А.М.Мирошников. Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. М., "Химия", 1976.

2. Патент США № 3328467, кл. 260-615, 1968 (прототип).

А Н Н О Т А Ц И Я

Изобретение относится к способу получения неполных простых многоатомных спиртов общей формулы



где $R = R_1$, или $HO-R_2$, или $R_1-(OC_nH_{2n})_k$, или $HO-R_2(OC_nH_{2n})_m$,

R_1 - алкил C_1-C_4 ,

R_2 - алкилен C_2-C_6 ,

$n = 2-4$,

$k = 1-7$,

$m = 1-14$.

Цель изобретения - повышение выхода продукта и увеличение производительности процесса.

Цель достигается тем, что осуществляют взаимодействие спирта общей формулы $R-OH$,

где $R = R_1$ или $HO-R_2$,

R_1 - алкил C_1-C_4 ,

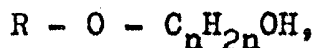
R_2 - алкилен C_2-C_6 ,

с соответствующей окисью алкилена при температуре $35-73^\circ C$ и давлении 1-5 ата в присутствии катализатора - алюмосиликата, имеющего аморфную и аморфизованную структуру со средним диаметром пор 40-190 Å и содержащего 0,03-0,7 мэкв сильно-кислых активных центров на 1 г катализатора.

Признано изобретением по результатам экспертизы, осуществленной Государственным Комитетом СССР по делам изобретений и открытий.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby parciálních etherů vícesytných alkoholů obecného vzorce



kde $R = R_1$, nebo $HO - R_2$, nebo $R_1 - /OC_nH_{2n}/k$

nebo $HO - R_2/OC_nH_{2n}/m$,

$R_1 =$ alkyl C_1 až C_4 ,

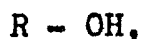
$R_2 =$ alkylen C_2 až C_6 ,

$n = 2$ až 4 ,

$k = 1$ až 7 ,

$m = 1$ až 14

spolupůsobením alkoholu obecného vzorce



kde $R = R_1$ nebo $HO - R_2$,

$R_1 =$ alkyl C_1 až C_4 ,

$R_2 =$ alkylen C_2 až C_6 ,

s odpovídajícím alkylenoxidem při teplotě 35 až 73 °C a tlaku 0,1 až 0,5 MPa v přítomnosti aluminosilikátového katalyzátoru, vyznačující se tím, že za účelem zvýšení výtěžku žádaného produktu a zvětšení produktivity výroby se jako aluminosilikátový katalyzátor použije aluminosilikát, mající amorfni nebo amorfizovanou strukturu o středním průměru pórů 40 až 190 Å a obsahující 0,03 až 0,7 mekv. silně kyselých aktivních center na 1 g katalyzátoru.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že proces je prováděn propouštěním směsi reagujících složek vrstvou katalyzátoru naplavenou na filtrační přepážku.