



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

C07C 17/013 (2006.01)*B01D 53/04* (2006.01)*B01J 20/04* (2006.01)*B01J 20/34* (2006.01)*C07C 17/10* (2006.01)*C07C 19/08* (2006.01)*B01J 8/04* (2006.01)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2008131767/04**, 03.01.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.01.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
04.01.2006 US 11/326,379(43) Дата публикации заявки: **10.02.2010** Бюл. № 4(45) Опубликовано: **27.03.2012** Бюл. № 9(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 4859747 A**, 22.08.1989. **DE 10159940 A**, 26.06.2003. **JP 2117626 A**, 02.05.1990. **RU 2073692 C1**, 20.02.1997.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **04.08.2008**(86) Заявка РСТ:
US 2007/000171 (03.01.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2007/089386 (09.08.2007)

Адрес для переписки:

**119019, Москва, Гоголевский б-р, 11,
"Гоулингз Интернэшнл Инк.",
В.Н.Дементьеву**

(72) Автор(ы):

ЛУЛАЙ Мэтью Х. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ХОНЕЙВЕЛЛ ИНТЕРНЭШНЛ ИНК. (US)**(54) СПОСОБ И РЕАКТОР ФТОРИРОВАНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к усовершенствованному способу фторирования, в котором осуществляют контактирование потока фторируемого органического соединения с потоком элементного фтора с образованием HF или другого водородсодержащего соединения в качестве побочного продукта, где потоки исходных реагентов попадают в реакционную зону реактора фторирования, которая заполнена стехиометрическим избытком фторид-адсорбирующей композиции по отношению к мольным количествам фторируемого

органического соединения и элементного фтора. Изобретение также относится к реактору фторирования для осуществления способа фторирования, включающему зону реакции, вход для подачи фторируемого органического соединения в указанную зону реакции, вход для подачи элементного фтора в указанную зону реакции и выход для удаления фторированного продукта реакции, причем зона реакции заполнена фторид-адсорбирующей композицией для адсорбции HF, образующегося в качестве побочного продукта реакции между органическим соединением и элементом

фтором. В результате количество HF или
другого побочного водородсодержащего

продукта уменьшается или он не образуется. 2
н. 18 з.п. ф-лы, 3 пр., 6 ил.

RU 2 4 4 6 1 3 9 C 2

RU 2 4 4 6 1 3 9 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C07C 17/013 (2006.01)*B01D 53/04* (2006.01)*B01J 20/04* (2006.01)*B01J 20/34* (2006.01)*C07C 17/10* (2006.01)*C07C 19/08* (2006.01)*B01J 8/04* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2008131767/04, 03.01.2007**(24) Effective date for property rights:
03.01.2007

Priority:

(30) Priority:

04.01.2006 US 11/326,379(43) Application published: **10.02.2010 Bull. 4**(45) Date of publication: **27.03.2012 Bull. 9**(85) Commencement of national phase: **04.08.2008**

(86) PCT application:

US 2007/000171 (03.01.2007)

(87) PCT publication:

WO 2007/089386 (09.08.2007)

Mail address:

**119019, Moskva, Gogolevskij b-r, 11, "Goulingz
Internehshnl Ink.", V.N.Dement'evu**

(72) Inventor(s):

LULAJ Meht'ju Kh. (US)

(73) Proprietor(s):

KhONEJVELL INTERNEhShNL INK. (US)**(54) FLUORINATION REACTOR AND METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to an improved fluorination method, in which the organic compound to be fluorinated is brought into contact with a stream of elementary fluorine to form HF or another hydrogen-containing compound as a by-product, where streams of initial reagents are fed into the reaction zone of a fluorination reactor which is filled with a fluoride-adsorbing composition which is in stoichiometric excess with respect to the mole quantity of the fluorinated organic compound and elementary fluorine. The invention also relates to a fluorination reactor for realising the fluorination

method, having a reaction zone, an inlet for feeding the organic compound to be fluorinated into said reaction zone, an inlet for feeding elementary fluorine into said reaction zone and an outlet for removing the fluorinated reaction product, wherein the reaction zone is filled with a fluoride-adsorbing composition for adsorption of HF, which is formed as a by-product of the reaction between the organic compound and elementary fluorine. As a result, the amount of HF or another hydrogen-containing by-product is reduced or said by-product is not formed at all.

EFFECT: improved fluorination method.

20 cl, 3 ex, 6 dwg

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к усовершенствованиям реакций фторирования с использованием элементарного фтора, в которых в качестве побочного продукта образуется HF. В частности настоящее изобретение относится к реакциям фторирования, в которых реагенты контактируют между собой в присутствии композиции, поглощающей HF, так что образующийся HF удаляется из реакционной системы, что препятствует образованию других нежелательных водородсодержащих побочных продуктов. Настоящее изобретение также относится к усовершенствованным реакторам фторирования с реакционными зонами, заполненными композициями, поглощающими HF.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Реакции элементарного фтора (F_2) со многими веществами, особенно органическими, могут быть экзотермическими, и обычно термодинамически предпочтительным продуктом реакции является CF_4 . Для регулирования таких реакций были предложены различные конструкции реакторов для того, чтобы предотвратить высокий выход CF_4 при фторировании. Например, в патенте США 4377715 описано применение реакторов из пористых трубок для регулирования контактов фтора с органическими веществами. В патенте США 5675046 описано применение системы с двумя зонами реакции для получения перфторуглеводородов. Такие реакторы сконструированы для регулирования реакции. Обычно все они предназначены для минимизации образования термодинамически выгодного CF_4 .

На фигуре 1 показано рассчитанное термодинамическое равновесие как функции температуры для реакции $C_2HF_5 + F_2 = C_2F_6 + HF$ с начальным составом один моль C_2HF_5 и один моль F_2 . На фигуре 1 показано, что для всех практических целей термодинамика предсказывает, что при составе один моль C_2HF_5 на один моль F_2 реакция протекает количественно с образованием практически 1 моля C_2F_6 и 1 моля HF. На фигуре 1 показано, что количество непрореагировавших F_2 и C_2HF_5 в интервале температур примерно 0-500°C будет меньше примерно 10^{-10} моль.

Термодинамические расчеты очень полезны для того, чтобы выяснить, пойдет ли данная реакция и каким будет максимальный выход. Однако в лаборатории не всегда удается достичь прогнозируемых результатов. Одна из причин этого заключается в том, что термодинамика не отвечает на вопрос, как долго реакция будет доходить до равновесия. Другая причина состоит в том, что если не брать в расчет устойчивое соединение, то можно получить ошибочные результаты.

Например, если C_2HF_5 и F_2 вводят в реакцию в лабораторных условиях, то в качестве побочных продуктов образуются некоторые количества CF_4 и CHF_3 . На фигуре 3 показано рассчитанное термодинамическое равновесие как функция температуры для реакции $C_2HF_5 + F_2 = C_2F_6 + HF + CF_4 + CHF_3$ с начальным составом один моль C_2HF_5 и один моль F_2 . На фигуре 3 показано, что в изученном температурном интервале CF_4 является термодинамически выгодным продуктом, но его количество должно уменьшаться при повышении температуры. CF_4 доминирует среди продуктов из-за его чрезвычайно высокой стабильности. Тот факт, что реакция C_2HF_5 с F_2 приводит к значительным количествам C_2F_6 в отличие от данных рассчитанного термодинамического равновесия, свидетельствует о том, что здесь играют роль кинетические факторы и реакция в лабораторных условиях не достигает термодинамического равновесия.

Для поглощения HF издавна используют фториды металлов. Например Froning, et

al., Industr. Eng. Chem., 39(3), 275 (1947) описывают использование таблеток фторида натрия для отделения HF от фтора. В статье показано, что давление паров HF над NaHF_2 возрастает при повышении температуры вплоть до примерно 278°C , когда давление паров HF становится равным 1 атм. Поэтому при температурах выше 278°C смесь фторид натрия/дифторид неэффективна для удаления HF из газового потока. Фторид натрия также использовали для поглощения HF в отходящем потоке из реактора до анализа, чтобы упростить отбор продукта и последующий анализ, как описано в патенте США 4377715.

В патенте США 4859747 описано применение фторида натрия в прямом фторировании твердых и жидких простых эфиров, что позволяет использовать более жесткие условия фторирования (более высокие концентрации фтора и более высокие скорости подачи фтора). В этом патенте раскрыто, что фторид натрия поглощает HF и препятствует взаимодействию HF с кислородными связями простого эфира. Это является особенностью данного применения простых эфиров, и в указанном патенте обсуждается использование стехиометрических количеств фторида натрия, проведение реакции в периодическом режиме и важность сохранения исходного вещества до удаления из реактора до тех пор, пока фторирование не закончено. Однако применение фторидов металлов для регулирования распределения продуктов реакции, определяемого термодинамикой, неизвестно.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Было обнаружено, что заполнение реактора фторирования фторидным адсорбентом типа фторида натрия повышает выход в реакциях, где возможно образование побочных водородсодержащих продуктов. Удаление HF из реакции препятствует реакции HF с фторируемыми соединениями и образованию нежелательных водородсодержащих побочных продуктов.

Поэтому согласно одному аспекту настоящего изобретения предлагается реакция фторирования, в которой фторируемое органическое соединение приводят в контакт с элементарным фтором и при этом образуется в качестве побочного продукта HF, причем элементарный фтор приводят в контакт с органическим соединением в присутствии фторид-адсорбирующей композиции для того, чтобы количество HF или другого побочного водородсодержащего продукта уменьшалось или он совсем удалялся. Согласно одному варианту этого аспекта изобретения органическое соединение является фторуглеводородом.

Другой вариант этого аспекта изобретения представляет собой реакцию, в которой фторид-адсорбирующая композиция содержит одно или несколько соединений, выбранных из галогенидов щелочных металлов и галогенидов щелочноземельных металлов и фторид-адсорбирующих полимеров. В предпочтительном варианте фторид-адсорбирующая композиция содержит фторид натрия.

Реакцию фторирования согласно данному изобретению осуществляют путем заполнения зоны реакции в реакторе фторирования фторид-адсорбирующей композицией. Поэтому согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается реактор фторирования, имеющий зону реакции, вход для подачи фторируемого органического соединения, вход для подачи элементарного фтора в зону реакции для реакции фторирования органического соединения и выход для удаления фторированного продукта реакции, причем зона реакции содержит фторид-адсорбирующую композицию для удаления HF, образовавшегося в качестве побочного продукта реакции между органическим соединением и элементарным фтором.

Согласно одному варианту этого аспекта изобретения реактор представляет собой

парофазный реактор, а фторид-адсорбирующая композиция представляет собой твердое вещество. Согласно другому варианту этого аспекта изобретения предлагаются средства для обновления фторид-адсорбирующей композиции. Согласно предпочтительному варианту данного изобретения средства обновления

5 включают устройства для нагрева фторид-адсорбирующей композиции с целью десорбции HF и вход для подачи потока инертного газа для того, чтобы отводить десорбированный HF из реактора через выход.

Указанные выше и другие объекты, особенности и преимущества настоящего изобретения станут более очевидными из подробного описания рассмотренных ниже

10 предпочтительных вариантов в сочетании с сопровождающими рисунками.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РИСУНКОВ

Фигура 1 показывает рассчитанное термодинамическое равновесие как функцию температуры для реакции $C_2HF_5 + F_2 = C_2F_6 + HF$ для исходного состава один моль C_2HF_5

15 на один моль F_2 ;

Фигура 2 показывает рассчитанное термодинамическое равновесие как функцию температуры для реакции $C_2HF_5 + F_2 = C_2F_6 + HF + NaHF_2$ для исходного состава один моль C_2HF_5 , один моль F_2 и моль $NaHF_2$;

Фигура 3 показывает рассчитанное термодинамическое равновесие как функцию температуры для реакции $C_2HF_5 + F_2 = C_2F_6 + HF + CF_4 + CHF_3$ для исходного состава один моль C_2HF_5 и один моль F_2 ;

20

На фигуре 4 показано, как добавленный фторид натрия изменяет равновесие реакции, приведенной на фигуре 3;

25

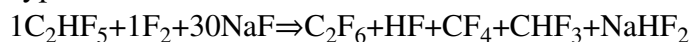
На фигуре 5 показано, как изменяется равновесие реакции с фигуры 4 при изменении количества NaF при 100°C; и

На фигуре 6 показан реактор фторирования согласно одному варианту настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

30

На фигуре 4 показано, как добавка фторида натрия изменяет равновесие реакции из фигуры 3:



Например, при 100°C (без NaF) образуется менее 0.05 кмоль C_2F_6 , в то время как в аналогичных условиях при начальной концентрации 30 кмоль NaF образуется примерно 0.3 кмоль C_2F_6 . На фигуре 5 показано, как изменяется равновесная композиция в той же реакции при изменении количества NaF при 100°C, и показано, что выше примерно 280°C фигуры 3 и 4 не различаются между собой, т.е.

35

соотношение NaF/NaHF₂ не влияет на равновесие. При удалении HF из парового потока вероятность образования водородсодержащих побочных продуктов меньше. Это четко следует из различия между фигурами 4 и 3 при температурах ниже примерно 280°C.

40

Этот факт имеет практическое значение для фторирования в паровой и жидкой фазах и может быть использован по-разному. Зона или зоны реакции в реакторе фторирования заполнены стехиометрическим избытком фторид-адсорбирующей композиции по отношению к мольным количествам фторируемого органического соединения и используемого элементного фтора. Стехиометрический избыток может

45

частично или полностью заполнить каждую зону реакции. Твердофазная композиция с адсорбентом должна иметь такой размер частиц, чтобы получить максимальную величину поверхности для контакта с реакционной смесью без заметного замедления потока реагентов и продуктов реакции через каждую зону реакции.

50

Предпочтительным является максимальное практическое количество композиции с адсорбентом, т.к. при этом уменьшится частота, с которой композицию с адсорбентом надо заменять и/или регенерировать. Специалист в данной области сможет легко определить указанные параметры без трудоемкого экспериментирования.

Можно использовать один реактор. Если будет обнаружено увеличение содержания HF или другого водородсодержащего побочного продукта, подачу реагентов можно прекратить и, например, когда композиция с адсорбентом содержит фторид натрия, смесь фторида натрия/дифторида натрия можно заменить или регенерировать. Или можно использовать параллельно два или несколько реакторов, так что при обнаружении увеличения количества HF или другого побочного водородсодержащего продукта подачу реагентов переключают на другой реактор со свежим фторидом натрия, в то время как отработанную смесь фторида натрия/дифторида натрия в первом реакторе регенерируют.

Средства детектирования включают устройства для отбора образца, связанные с выходом из реактора, такие как сплиттер, который, в свою очередь, связан со средствами разделения, такими как газовый хроматограф, который, в свою очередь, связан со средствами идентификации выделенных фракций, обычно спектрофотометром, таким как масс-спектрометр или инфракрасный спектрофотометр. Предпочтительно количественно определять количества каждой фракции с помощью средств разделения. В зависимости от точного химического состава необходимость в разделении веществ на фракции может и не возникнуть. Например, некоторые смеси можно прямо анализировать методом ИК-спектроскопии. Кроме того, разные реакции могут потребовать разных методов анализа. В некоторых случаях может быть достаточно только ГХ или ИК, а в других случаях может потребоваться ГХ-МС. Специалист в данной области может легко установить это без лишнего экспериментирования. Реактор или реакторы могут также включать устройства для разделения и возврата непрореагировавших количеств органического соединения и элементного фтора соответственно на входы в реактор.

Возможны другие конструкции реактора, в которых часть композиции с адсорбентом, таким как фторид натрия/дифторид натрия, периодически или непрерывно удаляют и заменяют свежим адсорбентом. Полное обновление адсорбента, такого как фторид натрия или дифторид натрия, проводят нагреванием смеси до примерно 280°C или выше и предпочтительно до примерно 280-300°C в токе инертного газа для десорбции HF, который вытесняется инертным газом при обновлении NaF. Хотя предпочтительным является полное обновление при 280-300°C, можно проводить частичное обновление при более низкой температуре. Помимо фторида натрия можно использовать другие поглотители на основе твердых фторидов, примеры которых включают галогениды щелочных металлов, галогениды щелочноземельных металлов и т.п.

Органические соединения, которые можно фторировать по способу настоящего изобретения, включают углеводороды и галоидуглеводороды, содержащие одинаковые или разные атомы галогенов, которые выбирают из фтора, хлора, брома и иода. Предлагаемый способ рассмотрен на примере фторуглеводородов. Органические соединения могут быть алифатическими или ароматическими. Алифатические органические соединения могут быть насыщенными или ненасыщенными и прямоцепными или разветвленными. Алифатические и ароматические соединения могут содержать один или несколько заместителей, отличных от галогенов, которые инертны к элементному фтору в условиях реакции

фторирования, или их выбирают для взаимодействия с элементарным фтором с образованием целевого продукта реакции.

Реактор фторирования согласно настоящему изобретению показан на фигуре 6.

5 Реактор 10 включает зону реакции 12, заполненную частицами 14 композиции с фторидным адсорбентом. В данном варианте - это фторид натрия. Соответственно
через вводы первого и второго реагентов 16 и 18 в зону реакции 12 из резервуаров хранения 20 и 22 по линиям 24 и 26 подают элементарный фтор и фторируемое органическое соединение. Продукт или продукты реакции затем выходят через
10 выход 28 в сборник 30 после первого прохода через скруббер для удаления нежелательных веществ, таких как избыток F_2 (не показан). Сборник 30, приведенный в этом варианте, представляет собой охлаждаемый баллон.

Хотя приведенная концепция является фундаментальной, возможны вариации.

15 Например, сырье можно предварительно подогреть. Или сырье можно предварительно смешивать. Или F_2 можно вводить во многих точках для поддержания локальной концентрации F_2 на низком уровне. Эти и другие возможности, описанные для реакторов фторирования предшествующего уровня техники, можно использовать и в описанных здесь реакторах с адсорбцией HF.

20 Сплиттер 31 на выходе 28 позволяет отобрать образцы продуктов, которые затем направляют по линии 32 в газовый хроматограф 34, где образцы количественно фракционируют. Каждую фракцию затем направляют по линии 36 в инфракрасный спектрометр 38, где ее идентифицируют. Наряду с указанным инфракрасным спектрометром или вместо него, как описано выше, можно использовать и другие
25 способы детектирования. После определения побочных водородсодержащих продуктов принимают решение, следует ли заменить и/или регенерировать композицию с адсорбентом.

30 Полученные продукты реакции можно разделить традиционными способами выделения нужного продукта, повторного использования непрорегистрировавших исходных веществ и отвода нежелательных побочных продуктов. Выделение компонентов продуктов реакции хорошо известно специалистам в данной области.

35 Таким образом, настоящее изобретение предлагает способ эффективного фторирования органических соединений. Следующие неограничивающие примеры иллюстрируют некоторые аспекты изобретения. Все части и проценты являются массовыми, если не указано иное, и все температуры приведены в градусах Цельсия.

ПРИМЕР 1

40 Фтор, разбавленный азотом (примерно 18% F_2 в N_2) подали на дно трубчатого реактора 24"x2" через пористый фильтр, впаянный в трубку. C_2HF_5 подали примерно на 2 дюйма выше места подачи фтора в соотношении C_2HF_5/F_2 , равном примерно 1:1. Температура в зоне реакции была 230°C. Газообразный сырой продукт пропустили последовательно через 10% водный раствор KOH, 10% водный раствор KI, скрубберы с безводным оксидом алюминия и безводным сульфатом кальция и затем
45 сконденсировали в охлаждаемом баллоне. По данным газохроматографического анализа собранного продукта конверсия C_2HF_5 была равна 90%, селективность образования C_2F_6 составила 98% и селективность по CF_4 примерно 1.5%.

ПРИМЕР 2

50 Реактор из примера 1 заполнили на 1/8 дюйма таблетками дифторида натрия, нагрели до примерно 300°C и переключили на азот, который пропускали до тех пор, пока в отходящем потоке не перестал обнаруживаться HF. Затем реактор охладили до 230°C и повторили пример 1. Количество CF_4 заметно уменьшилось.

ПРИМЕР 3

После того, как таблетки дифторида натрия в примере 2 насытили HF, потоки F₂ и органики остановили, температуру повысили до 300°C и реактор переключили на азот, который пропускали до тех пор, пока в отходящем потоке не перестал обнаруживаться HF. Затем реактор охладили до 230°C и повторили пример 1. Получили практически такие же результаты, как в примере 2.

Приведенные примеры и описание предпочтительных вариантов следует рассматривать как иллюстрации, а не ограничение настоящего изобретения, определенного в формуле. Очевидно, что возможны различные вариации и комбинации приведенных выше особенностей, не отклоняющиеся от настоящего изобретения в объеме формулы.

Формула изобретения

1. Способ фторирования, в котором осуществляют контактирование потока фторируемого органического соединения с потоком элементарного фтора с образованием HF или другого водородосодержащего соединения в качестве побочного продукта, отличающийся тем, что потоки исходных реагентов попадают в реакционную зону реактора фторирования, которая заполнена стехиометрическим избытком фторид-адсорбирующей композиции по отношению к мольным количествам фторируемого органического соединения и элементарного фтора.

2. Способ по п.1, в котором органическое соединение содержит атомы углерода, фтора и водорода.

3. Способ по п.1, в котором фторид-адсорбирующая композиция содержит соединение, выбранное из группы, состоящей из галогенидов щелочных металлов и галогенидов щелочноземельных металлов.

4. Способ по п.3, в котором фторид-адсорбирующая композиция содержит фторид натрия.

5. Способ по п.1, включающий дополнительно стадию обновления указанной фторид-адсорбирующей композиции после того, как указанная композиция адсорбировала HF.

6. Способ по п.5, который проводят непрерывно, и указанная стадия обновления включает непрерывную замену фторид-адсорбирующей композиции на фторид-адсорбирующую композицию, практически не содержащую HF.

7. Способ по п.1, включающий дополнительно стадию обновления указанной фторид-адсорбирующей композиции после указанной стадии контактирования путем нагревания ее до температуры, при которой десорбируется HF.

8. Способ по п.7, в котором указанная стадия нагревания включает нагревание указанной фторид-адсорбирующей композиции в токе инертного газа для удаления десорбированного HF.

9. Способ по п.1, в котором указанные органические соединения и указанный элементарный фтор вводят в реакцию в паровой фазе, а указанная фторид-адсорбирующая композиция представляет собой твердое вещество.

10. Способ по п.1, в котором органическое соединение является жидкостью, элементарный фтор находится в паровой фазе, и фторид-адсорбирующая композиция представляет собой твердое или жидкое вещество.

11. Способ по п.1, который дополнительно включает стадию детектирования количества HF или другого побочного водородосодержащего продукта, образующегося при реакции, и стадию обновления фторид-адсорбирующей

композиции при обнаружении увеличения количества указанного побочного продукта.

12. Способ по п.5, в котором фторид-адсорбирующую композицию помещают в первый реактор, в который подают органическое соединение и элементный фтор, а стадия обновления включает переключение подачи органического соединения и элементного фтора из первого реактора во второй реактор, в котором находится фторид-адсорбирующая композиция, практически не содержащая HF.

13. Реактор фторирования для осуществления способа по п.1, включающий зону реакции, вход для подачи фторируемого органического соединения в указанную зону реакции, вход для подачи элементного фтора в указанную зону реакции и выход для удаления фторированного продукта реакции, причем зона реакции заполнена фторид-адсорбирующей композицией для адсорбции HF, образующегося в качестве побочного продукта реакции между органическим соединением и элементным фтором.

14. Реактор фторирования по п.13, который является парофазным реактором, а фторид-адсорбирующая композиция представляет собой твердое вещество.

15. Реактор фторирования по п.13, который дополнительно включает средства детектирования HF или другого водородсодержащего побочного продукта на выходе продукта реакции.

16. Реактор фторирования по п.13, включающий устройства для обновления фторид-адсорбирующей композиции.

17. Реактор фторирования по п.16, в котором устройства для обновления катализатора включают устройство для прекращения подачи органического соединения, устройство для прекращения подачи элементного фтора, устройство для нагрева фторид-адсорбирующей композиции для десорбции HF, вход для подачи потока инертного газа и выход для направления указанного потока из реактора таким образом, чтобы удалить из него десорбированный HF.

18. Реактор фторирования по п.16, в котором указанный реактор является первым, а указанные устройства для обновления фторид-адсорбирующей композиции включают:

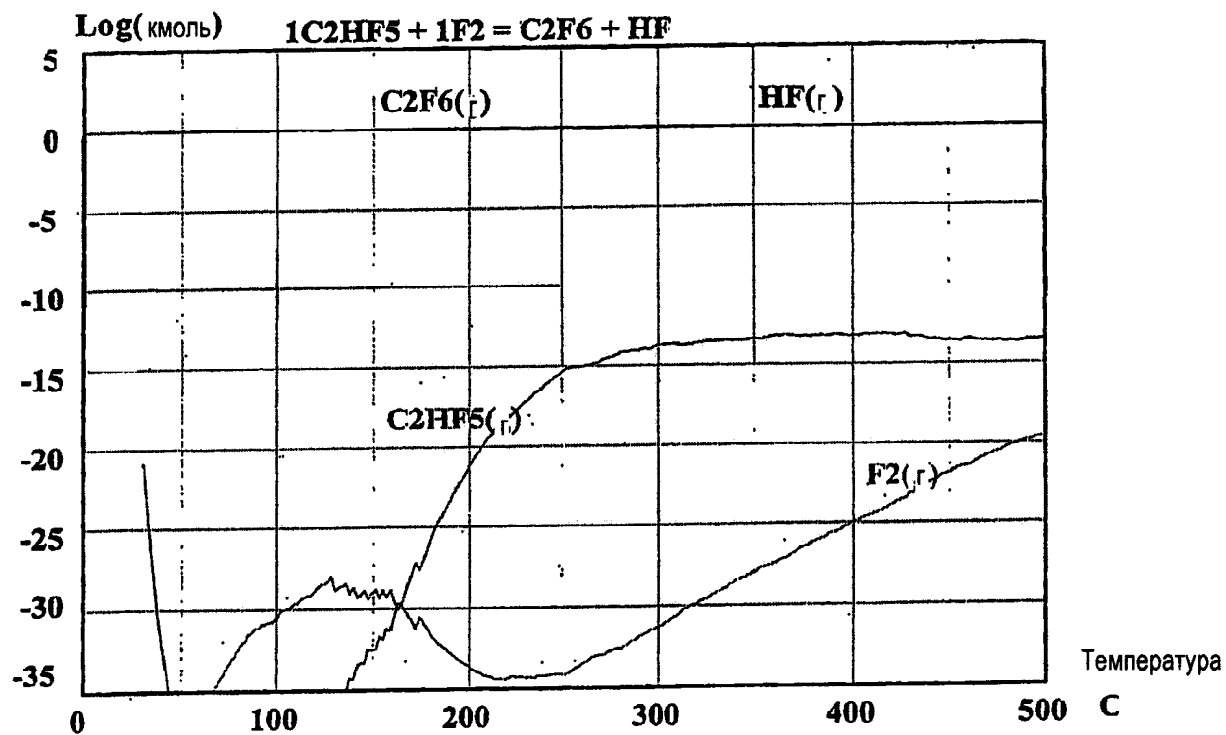
(a) подвод органического соединения и подвод элементного фтора, связанные с соответствующими входами в указанный первый реактор;

(b) второй реактор фторирования, включающий зону реакции с фторид-адсорбирующей композицией, практически не содержащей HF, и соответствующие входы для подачи фторируемого органического соединения и элементного фтора в зону реакции; и

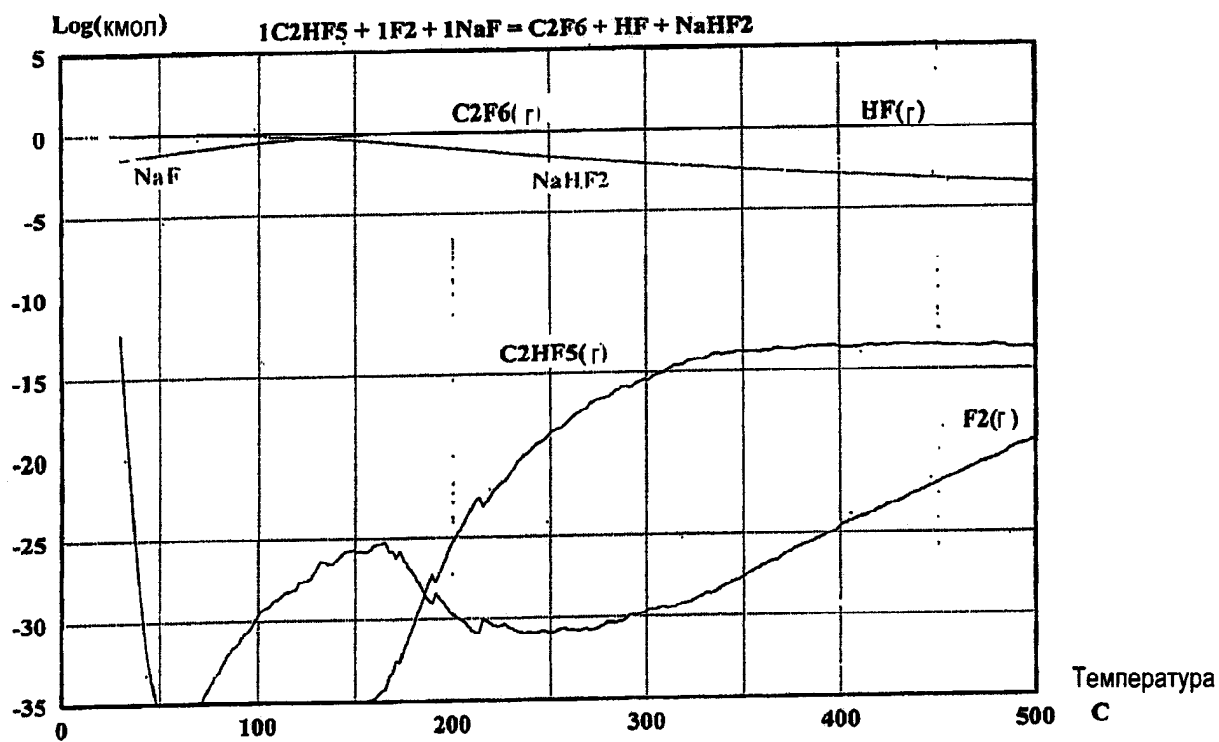
(c) устройства для переключения подачи органического соединения и подачи элементного фтора от соответствующих входов в указанный первый реактор к соответствующим входам во второй реактор.

19. Реактор фторирования по п.13, в котором фторид-адсорбирующая композиция включает соединение, выбранное из группы, состоящей из галогенидов щелочных металлов и галогенидов щелочноземельных металлов.

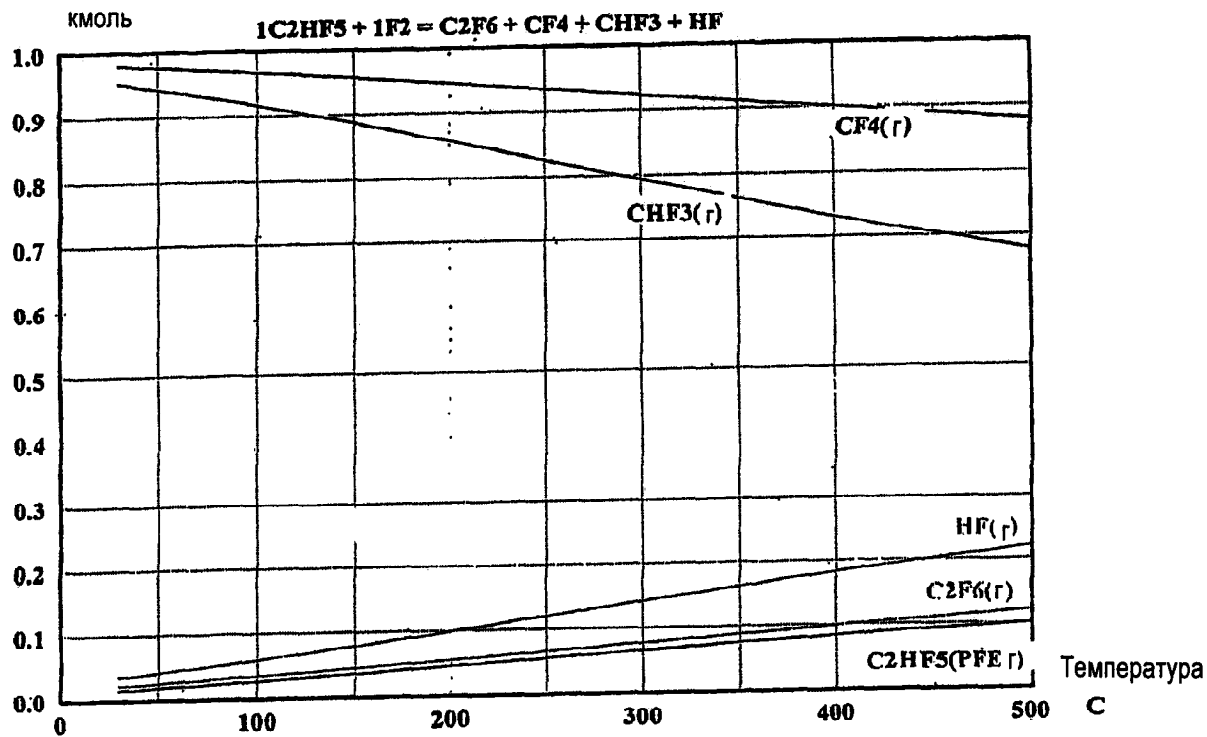
20. Реактор фторирования по п.19, в котором фторид-адсорбирующая композиция содержит фторид натрия.



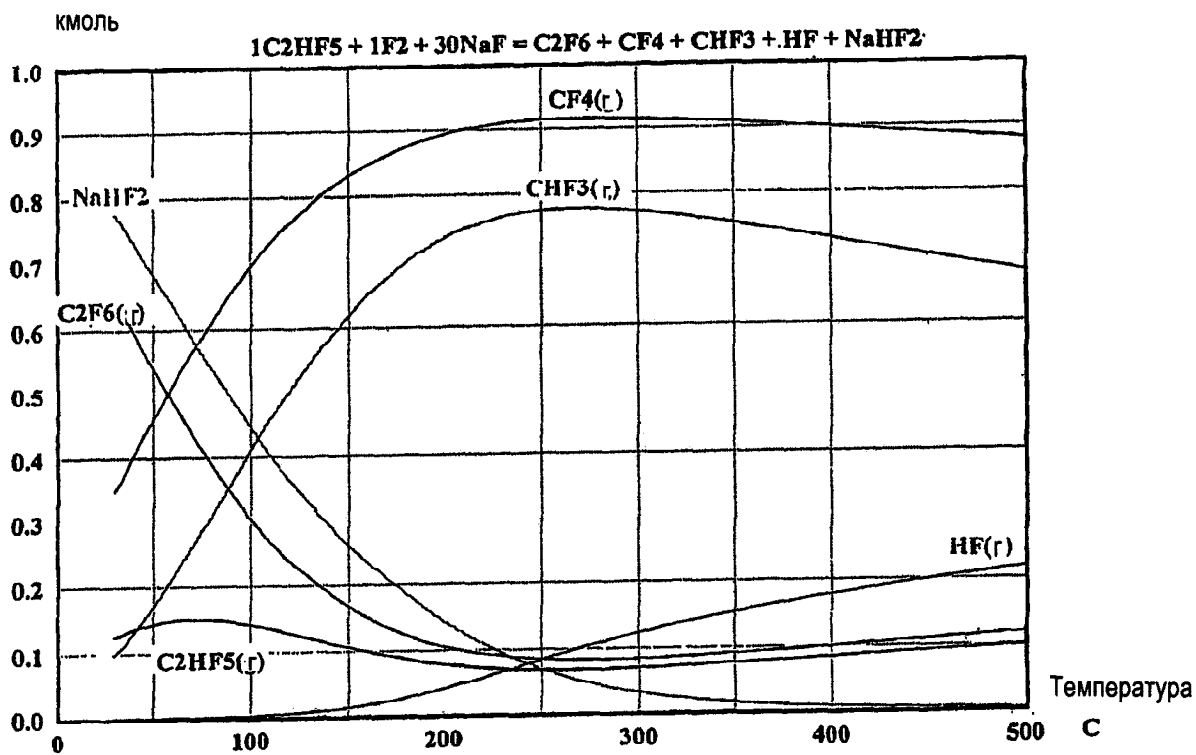
Фиг. 1



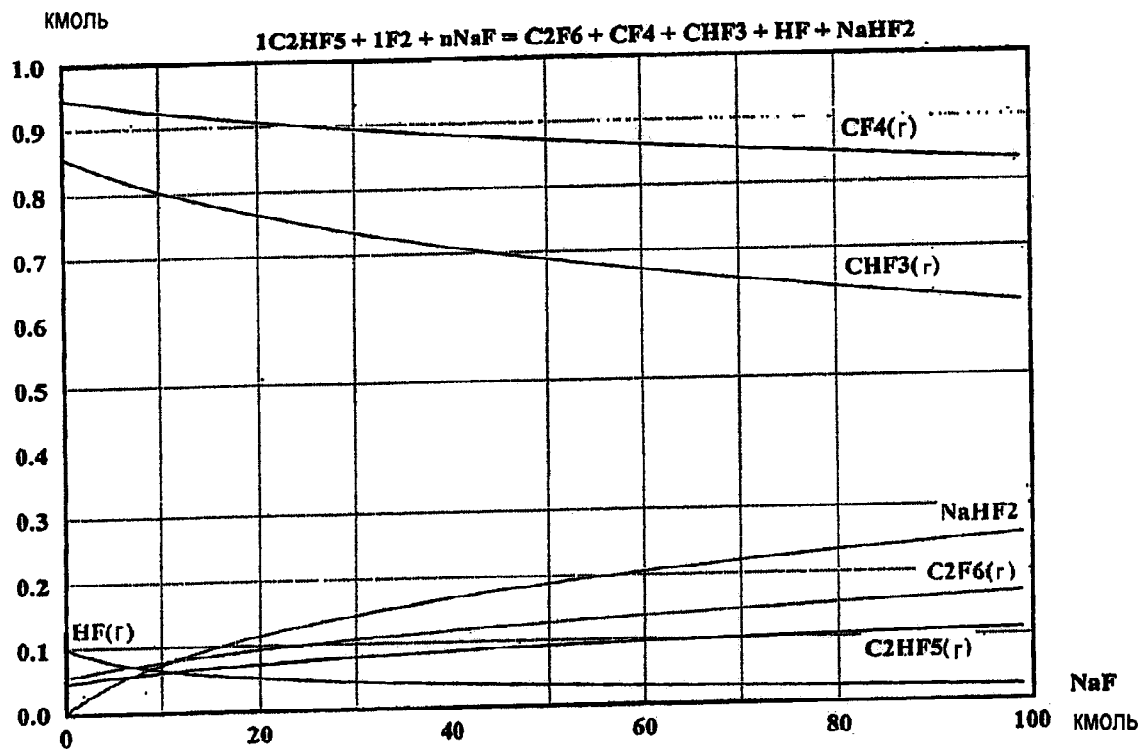
Фиг. 2



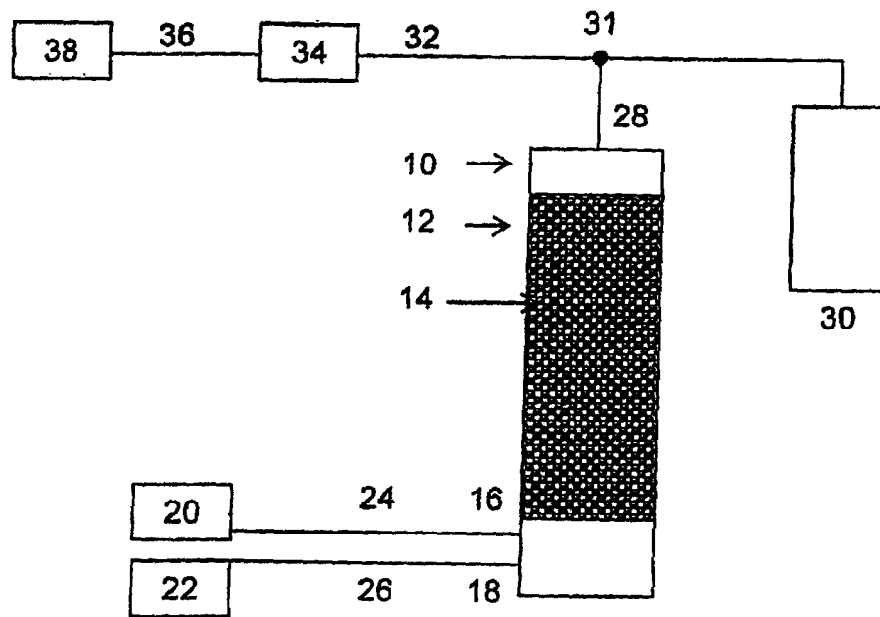
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6