



(51) МПК
B01J 31/20 (2006.01)
C07C 1/04 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01)
B01J 23/745 (2006.01)
C10G 2/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2011113634/04, 02.09.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.09.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
10.09.2008 EP 08164085.6

(43) Дата публикации заявки: **20.10.2012** Бюл. № 29

(45) Опубликовано: **20.10.2013** Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 20080202123 A1, 28.08.2008. US 390979 A, 23.03.1976. JP 59102441 A, 13.06.1984. WO 2008083600 A1, 17.07.2008. GB 2050859 A, 14.01.1981. EA 3416 B1, 24.04.2003. RU 2314869 C2, 20.01.2008. US 4532229 A, 30.07.1985.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **11.04.2011**

(86) Заявка РСТ:
EP 2009/061343 (02.09.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/028995 (18.03.2010)

Адрес для переписки:

105064, Москва, а/я 88, "Патентные поверенные Квашнин, Сапельников и партнеры", пат.пов. В.П. Квашнину, рег.№ 4

(72) Автор(ы):

**ШТАЙНЕР Йохен (DE),
 ШВАБ Эккехард (DE),
 КЕЛЛЕР Андреас (DE),
 ВАТЦЕНБЕРГЕР Отто (DE),
 ГРЭССЛЕ Ульрих (DE),
 ЮЛИУС Манфред (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

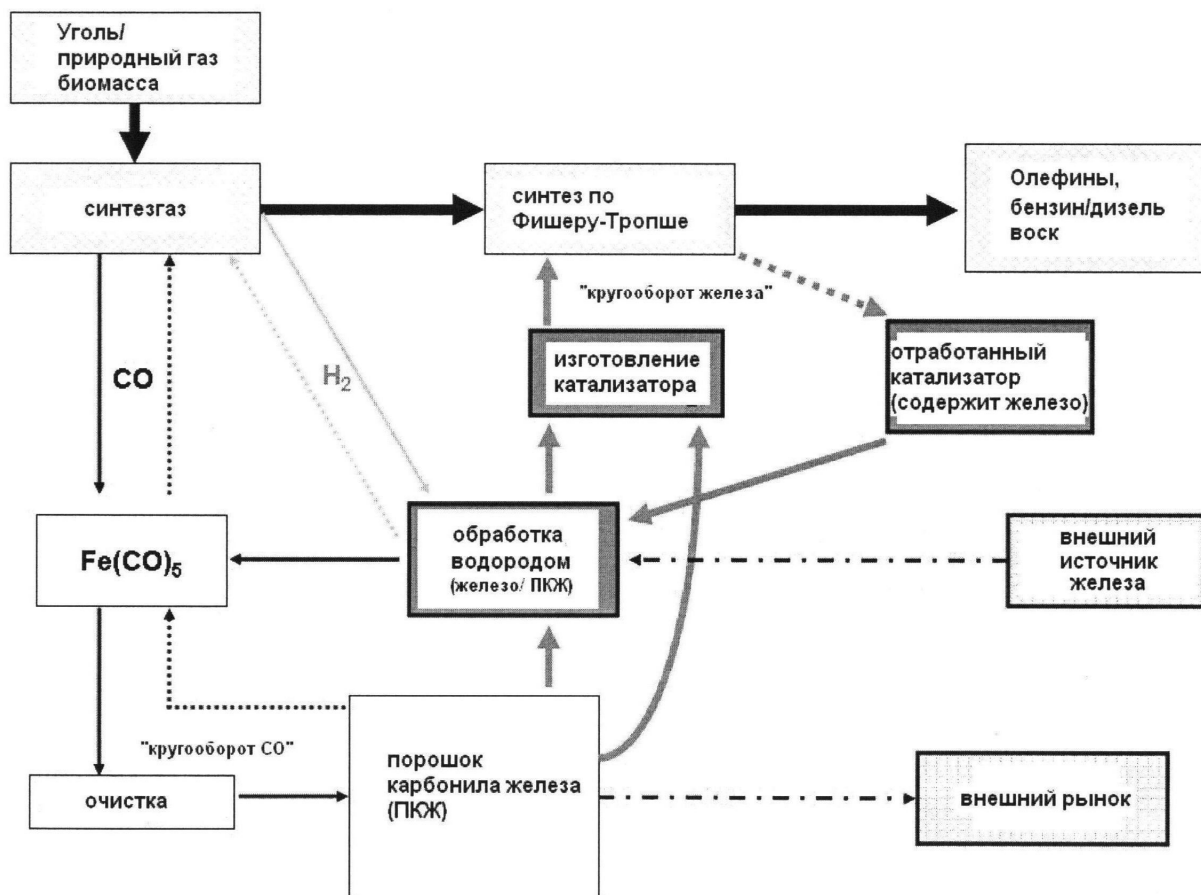
БАСФ СЕ (DE)

(54) КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА КАРБОНИЛА ЖЕЛЕЗА И УГЛЕВОДОРОДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к комбинированному способу, состоящему в том, что на установке А получают чистый порошок карбонила железа путем разложения чистого пентакарбонила железа, а освобождающуюся при разложении пентакарбонила железа моноокись углерода (СО) используют для получения дальнейшего порошка карбонила железа из железа на установке А, или подводят к присоединенной установке В для получения синтез-газа, или подводят к присоединенной

установке С для получения углеводородов из синтез-газа. При этом полученный на установке А порошок карбонила железа используют в качестве катализатора или компонента катализатора в присоединенной установке С для получения углеводородов из синтез-газа, полученного на установке В, и собирающийся на установке С отработанный катализатор используют в качестве дополнительного источника железа для получения порошка карбонила железа на установке А. Использование предлагаемого



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2011113634/04, 02.09.2009

(24) Effective date for property rights:
02.09.2009

Priority:

(30) Convention priority:
10.09.2008 EP 08164085.6

(43) Application published: **20.10.2012** Bull. 29

(45) Date of publication: 20.10.2013 Bull. 29

(85) Commencement of national phase: **11.04.2011**

(86) PCT application:
EP 2009/061343 (02.09.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/028995 (18.03.2010)

Mail address:

105064, Moskva, a/ja 88, "Patentnye poverennye
Kvashnin, Sapel'nikov i partnery", pat.pov. V.P.
Kvashninu, reg.№ 4

(72) Inventor(s):

ShTAJNER Jokhen (DE),
ShVAB Ehhkekkhard (DE),
KELLER Andreas (DE),
VATTsENBERGER Otto (DE),
GREHsSLE UI'rikk (DE),
JuLIUS Manfred (DE)

(73) Proprietor(s):
BASF SE (DE)

(54) INTEGRATED METHOD OF PRODUCING IRON CARBONYL POWDER AND HYDROCARBONS

(57) Abstract:

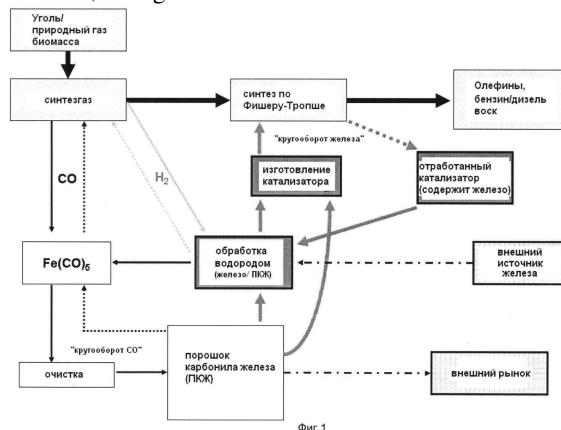
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to an integrated method, in which pure iron carbonyl powder is prepared by decomposition of pure iron pentacarbonyl in a plant A, and carbon monoxide (CO) liberated during decomposition of iron pentacarbonyl is used in plant A for further preparation of iron carbonyl powder from iron or is fed into a connected plant B for preparation of synthesis gas or is fed into a connected plant C for preparation of hydrocarbons from synthesis gas. The iron carbonyl powder prepared in plant A is used as catalyst or catalyst component in the connected plant C for preparation of hydrocarbons from synthesis gas from plant B, and spent catalyst obtained in plant C is used as additional iron source for preparation iron carbonyl

powder in plant A.

EFFECT: use of the disclosed method enables to avoid wastes such as salts or waste water.

11 cl, 4 dwg



Данное изобретение относится к комбинированному способу получения чистого порошка карбонила железа путем разложения чистого пентакарбонила железа и получения углеводородов из синтез-газа.

Получение чистого порошка карбонила железа путем разложения чистого пентакарбонила железа известно, например, из Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Iron Compounds, E. Wildermuth, H. Stark и др., опубликовано в Интернете: 15 June 2000, (Wiley-VCH-Verlag).

Для этого частицы железа под высоким давлением и при высоких температурах превращают в пентакарбонил железа ($\text{Fe}(\text{CO})_5$). Примеси, содержащиеся в железе, предпочтительно удаляют на стадии карбонила, отчасти в результате перегонки, и получают высокочистый пентакарбонил железа. Это соединение является предшественником для осуществляемого на следующей стадии разложения пентакарбонила железа с получением порошка карбонила железа. На этой стадии пентакарбонил железа разлагают при высоких температурах с получением порошка карбонила железа.

На последовательно подключенных стадиях процесса можно этот первичный порошок карбонила железа переработать в катализатор для синтеза по Фишеру-Тропшу (Fischer-Tropsch). Дальнейшая переработка и пригодность катализатора для получения углеводородов, в частности, низкомолекулярных олефинов, из синтез-газа (синтез по Фишеру-Тропшу) описана в патентных заявках EP 07112853.2 от 20.07.2007 и EP 08156965.9 от 27.05.2008 (обе фирмы BASF AG, соответственно, SE).

Известно, что углеводороды могут быть получены из окиси углерода (CO) и водорода (H_2) на металлических катализаторах, например, железных или кобальтовых катализаторах.

Другие железные катализаторы для синтеза по Фишеру-Тропшу описаны в WO 2006/127261 A1, p.2, раздел [005] (полученные осаждением катализаторы) и в цитированной литературе раздел [006] (полученные расплавлением катализаторы).

Главные недостатки при получении железных - Фишер-Тропш - катализаторов, соответственно, осажденных катализаторов, как правило, состоят в высоких энергетических затратах и трудовых затратах при их получении, а также в связи с образованием отходов, которые часто оказываются вредными для окружающей среды веществами.

Задача данного изобретения состоит в том, чтобы, избежав недостатков уровня техники, создать улучшенный экономичный способ получения чистого порошка карбонила железа и способ получения углеводородов. Названный первым способ, в частности, при традиционном получении катализатора должен позволить избежать образования большого количества веществ в виде отходов. В частности, солесодержащие фракции и промывочная вода представляют собой факторы производства, которые требуют затратной последующей переработки и при определенных условиях их утилизация связана с высокими затратами. Второй из названных способов должен предоставить возможность получения углеводородов с короткой цепью из синтез-газа. В предпочтительном варианте способ должен давать предпочтительно (C_2 - C_8)-олефины (олефины, содержащие от 2 до 8 атомов углерода), предпочтительно (C_2 - C_4)-олефины (олефины, содержащие от 2 до 4 атомов углерода), более предпочтительно этен, пропен и 1-бутен, при одновременно возможной, по возможности малой доле метана, двуокиси углерода, алканов (например, (C_2 - C_4)-алканов) и более высокомолекулярных углеводородов, то есть

углеводородов, содержащих пять или более С-атомов, (C5+ фракция).

Согласно изобретению было среди прочего установлено:

что, если рассматривать кругооборот вещества монооксида углерода (CO), то получение пентакарбонила железа и последующее разложение с получением порошка карбонила железа можно рассматривать как круговой процесс, в котором происходит вторичное использование CO. По сравнению с альтернативными способами получения, например, осаждение соединений железа, кальцинирование и последующее восстановление до металлического железа, путь через карбонильное соединение предпочтителен прежде всего потому, что отсутствуют отходы (такие как соли) и сточные воды. Предпочтительным является комбинированный способ, в котором кругообороты энергии и веществ связаны таким образом, что, исходя из железа или окиси железа в качестве сырья через промежуточную стадию порошка карбонила железа получают базирующийся на железе катализатор для химических превращений, в частности, для синтеза по Фишеру-Тропшу.

В соответствии с этим был открыт комбинированный способ, который отличается тем, что на одной установке А получают чистый порошок карбонила железа в результате разложения чистого пентакарбонила железа, а освобождающуюся при разложении пентакарбонила железа моноокись углерода (CO) используют для получения дальнейшего порошка карбонила железа из железа в установке А или используют в присоединенной установке В для получения синтез-газа, или подводят к присоединенной установке С для получения углеводородов из синтез-газа, и полученный на установке А порошок карбонила железа используют в качестве катализатора или компонента катализатора в присоединенной установке С для получения углеводородов из синтез-газа, полученного на установке В.

Относительно способа получения чистого порошка карбонила железа на установке А:

При разложении пентакарбонила железа имеется в виду предпочтительно термическое разложение газообразного пентакарбонила железа. Порошок карбонила железа, полученный после разложения пентакарбонила железа, перед его последующим применением предпочтительно обрабатывают водородом. Эту обработку порошка карбонила железа водородом предпочтительно проводят при температуре в интервале от 300 до 600°C. В результате этой обработки понижается остаточное содержание углерода, азота, а также кислорода в порошке карбонила железа. (DE 528463 C1, 1927). Источником используемого водорода является предпочтительно присоединенная установка В для получения синтез-газа.

Железо, используемое для получения порошка карбонила железа, предварительно обрабатывают водородом.

Эту обработку железа водородом проводят предпочтительно при температуре в интервале от 300 до 1000°C.

В результате этой обработки понижается, в частности, содержание кислорода в железе.

Источником используемого водорода является предпочтительно присоединенная установка В для получения синтез-газа.

Пентакарбонил железа, используемый для получения чистого порошка карбонила железа, перед использованием предпочтительно чистят перегонкой.

В результате такой перегонки удаляют примеси, такие как переходные металлы, в частности, Ni и Cr, в виде их карбонильных соединений.

Дополнительно используемый CO для получения дальнейшего пентакарбонила

железа предпочтительно берется из присоединенной установки В для получения синтез-газа.

Чистый порошок карбонила железа, получаемый в соответствии со способом на установке А, предпочтительно имеет следующие характеристики:

порошок карбонила железа состоит из сферических первичных частиц, диаметр которых предпочтительно лежит в интервале больше или равно 1-50 мкм. Первичные частицы могут быть агломерированными.

Относительно способов в установках В и С для получения углеводородов в результате взаимодействия моноокси углерода с водородом (то есть получения синтез-газа):

Необходимый синтез-газ получают предпочтительно на установке В общеизвестными способами (такими как, например, описанные в Weissermel и др.. Industrial Organic Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2003, pp.15-24), например, взаимодействием угля или метана с парами воды, или в результате частичного окисления метана. В качестве первичного источника энергии для получения синтез-газа подходит, наряду с углем и природным газом, также биомасса.

Молярное отношение моноокси углерода и водорода в синтез-газе лежит в интервале от 3:1 до 1:3. Более предпочтительно в установке С используют синтез-газ, у которого молярные отношения при смешивании моноокси углерода и водорода находятся в интервале от 2:1 до 1:2.

В предпочтительном варианте комбинированного способа согласно данному изобретению синтез-газ содержит двуокись углерода (CO_2). Содержание CO_2 находится предпочтительно в интервале от 1 до 50 вес. процентов.

В более предпочтительном варианте синтез-газ в установке В получают в результате газификации угля. Такие способы описаны, например, в Nexant Inc. / Chem Systems PERP 03/04-S4 Developments in Syngas Technology, 2005, pp.10/11, соответственно, 58-63.

Синтез-газы, которые могут быть получены при газификации угля, имеют молярные отношения моноокси углерода и водорода в интервале от 2,36 до 0,4, предпочтительно в интервале от 2 до 0,6, более предпочтительно в интервале от 1,5 до 0,8.

Выпадающий в осадок, отработанный катализатор, образующийся при способе получения углеводородов на установке С используют затем, предпочтительно после обработки водородом, которая описана выше, предпочтительно в качестве источника железа для получения порошка карбонила железа на установке А.

Более предпочтительно согласно данному изобретению получение порошка карбонила железа на установке А, который используют в качестве катализатора или компонента катализатора в присоединенной установке С для получения углеводородов, связанное с повторным использованием CO , при вовлечении установки В для получения синтез-газа, и присоединение к кругообороту железа в результате возврата отработанного катализатора из установки С в установку А.

Предпочтительные варианты комбинированного способа согласно данному изобретению (присоединения) схематически представлены на рисунке 1.

Отдельные стадии на рисунке 1 можно, как показано ниже, - исходя из „отработанного катализатора (содержащего железо)" - представить в виде предпочтительного варианта исполнения:

1) Окись железа смешивают с железом (Fe) или с окисью железа (источником последних в каждом случае является отработанный катализатор из установки С) и

восстанавливают. Водород для восстановления берется из установки для получения синтез-газа В. Не израсходованный водород можно вернуть обратно в установку для получения синтез-газа В или подать непосредственно в установку С синтеза по Фишер-Тропшу для получения углеводородов.

2) Образовавшееся (выпавшее) металлическое железо вместе с СО из установки для получения синтез-газа В превращают на установке А в пентакарбонил железа.

3) Пентакарбонил железа разлагают на установке А в порошок карбонила железа и высвобождающийся при этом СО отводят в установку для получения синтез-газа В, в установку С для синтеза по Фишеру-Тропшу или возвращают в установку А для синтеза пентакарбонила железа. Последняя альтернатива соответствует прямому повторному использованию СО.

4) Порошок карбонила железа из установки А перерабатывают на последующих стадиях в железный катализатор для синтеза по Фишеру-Тропшу и используют в установке синтеза по Фишеру-Тропшу С для синтеза углеводородов. Дополнительно порошок карбонила железа можно продавать внешнему потребителю.

5) Катализатор из установки С снова подают в „кругооборот катализатора“ для получения металлического железа (стадия 1) с целью дальнейшего получения пентакарбонила железа.

Исходя из присоединения согласно данному изобретению отдельных стадий процесса, предпочтительно образуются как для используемой моноокси углерода, также как и для железа почти замкнутые кругообороты веществ. Сформированное таким образом объединение установок создает тем самым возможность щадящего для окружающей среды и ресурсосберегающего получения катализаторов на основе железа.

Некоторые подробности способа получения в установке С углеводородов в результате превращения синтез-газа:

В способе, осуществляемом на установке С для получения углеводородов, предпочтительно олефинов, путем взаимодействия моноокси углерода и водорода в присутствии гетерогенного катализатора, содержащего порошок карбонила железа, предпочтительно используют порошок карбонила железа со сферическими первичными частицами.

Доля сферических первичных частиц в порошке карбонила железа составляет предпочтительно более 90 вес. процентов, более предпочтительно более 95 вес. процентов, еще более предпочтительно более 98 вес. процентов.

Сферические первичные частицы имеют диаметр в интервале от 0,01 до 250 мкм, предпочтительно в интервале от 0,1 до 200 мкм, более предпочтительно в интервале от 0,5 до 150 мкм, более предпочтительно в интервале от 0,7 до 100 мкм, еще более предпочтительно в интервале от 1 до 70 мкм, наиболее предпочтительно в интервале от 1,5 до 50 мкм.

Содержание железа в сферических первичных частицах составляет предпочтительно более 97 вес. процентов, более предпочтительно равно или более 99 вес. процентов, еще более предпочтительно равно или более 99,5 вес. процентов, в каждом случае в пересчете на катализатор, не учитывая содержащиеся при необходимости промоторы.

Предпочтительны сферические первичные частицы, свободные от пор.

Предпочтительный порошок карбонила железа отличается в особенности тем, что, наряду со сферическими первичными частицами, он не содержит никаких нитевидных первичных частиц, в частности, не содержит описанных в DE 2919921 A1

и в Fachberichte für Oberflächentechnik, Juli/August 1970, pp.145-150, монокристаллов железа.

На рисунках 2-4 показаны снимки, сделанные на сканирующем электронном микроскопе (SEM), для предпочтительных применяемых порошков карбонила железа со сферическими первичными частицами.

Применяемые в способе порошки карбонила железа со сферическими первичными частицами можно приобрести, например, под названием «порошок карбонила железа CN» („Carbonyleisenpulver CN“) у фирмы BASF AG, соответственно, сейчас BASF SE, D-67056 Ludwigshafen.

Порошок карбонила железа, в частности, со сферическими первичными частицами получают в результате термического разложения газообразного пентакарбонила железа ($\text{Fe}[\text{CO}]_5$), который перед этим предпочтительно очищают в результате перегонки.

Сферические первичные частицы могут быть частично агломерированными, например, до 25-95 вес. процентов.

Полученный таким образом продукт предпочтительно подвергают последующей обработке в ходе восстановления водородом.

Даже в отсутствии любых добавок порошок карбонила железа проявляет предпочтительное каталитическое действие.

Порошок карбонила железа можно для повышения каталитической эффективности легировать одним или несколькими промоторами.

Промоторы для железных катализаторов, используемых в синтезах по Фишеру-Тропшу, описаны, например, в M. Janardana Rao, Ind. Eng. Chem. Res. 1990, 29, pp.1735-1753, или C.D. Frohning и др. в „Chemierohstoffe aus Kohle“, 1977, pp.219-299. В качестве подходящих промоторов эти катализаторы могут содержать, например, один или несколько элементов, таких как ванадий, медь, никель, кобальт, марганец, хром, цинк, серебро, золото, калий, кальций, натрий, литий, цезий, платина, палладий, рутений, сера, хлор, в каждом случае в элементарной форме или в ионной форме.

Легирование порошка карбонила железа составляет всего (то есть в сумме, когда используют несколько промоторов) предпочтительно в интервале от 0,01 до 30 вес. процентов, более предпочтительно в интервале от 0,01 до 20 вес. процентов, еще более предпочтительно в интервале от 0,1 до 15 вес. процентов, например, от 0,2 до 10 вес. процентов, особенно предпочтительно от 0,3 до 8 вес. процентов, в каждом случае в пересчете на железо. В более предпочтительном варианте воплощения способа порошок карбонила железа легирован ионами калия и/или ионами натрия в качестве промотора.

Еще более предпочтителен порошок карбонила железа в варианте воплощения с легированием с общим содержанием калиевых ионов и/или натриевых ионов в интервале от 0,01 до 10 вес. процентов, предпочтительно в интервале от 0,1 до 5 вес. процентов (в каждом случае в пересчете на железо).

Нанесение указанных промоторов можно осуществить, например, в результате пропитывания порошка карбонила железа водными растворами солей указанных металлов, предпочтительно карбонатов, хлоридов, нитратов или оксидов.

Далее можно наносить элементы, действующие в качестве промоторов, в ходе термического разложения соответствующих газообразных карбонильных соединений, например, карбониллов меди, кобальта или никеля, во время получения порошка карбонила железа.

Порошок карбонила железа согласно другому варианту воплощения

катализатора может быть нанесен на материал-носитель. Предпочтительными материалами-носителями являются TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , цеолиты, углерод (С).

В способе получения углеводородов, в частности, олефинов порошок карбонила железа, при необходимости, легированный и, при необходимости, нанесенный на носители, можно применять в виде таблеток.

Таблетки получают известными специалистам способами. Предпочтительными формами таблеток являются таблетки и кольца.

Перед применением в данном способе таблетки можно снова измельчить, например, перемалыванием.

Катализаторы перед применением в способе можно путем обработки водородом и/или моноокисью углерода при высокой температуре, в частности, при температуре более 300°C , перевести в реакционное для синтеза состояние. Однако, это дополнительное активирование не всегда необходимо.

Способ получения углеводородов, в частности, олефинов, предпочтительно проводят при температуре в интервале от 200 до 500°C , более предпочтительно при температуре от 300 до 400°C .

Абсолютное давление лежит предпочтительно в интервале от 1 до 100 бар, более предпочтительно от 5 до 50 бар.

Величина объемной скорости газа по Хоурли (Hourly) предпочтительно лежит в интервале от 100 до 10000, более предпочтительно от 300 до 5000 объемных частей питающего потока на одну объемную часть катализатора в час (л/л-час).

Предпочтительными реакторами для осуществления способа согласно данному изобретению являются: реактор с кипящим слоем, реактор с неподвижным (стационарным) слоем, суспензионный реактор.

В реакторе с кипящим слоем и в суспензионном реакторе катализатор предпочтительно применяют в виде порошка. Порошок может состоять из первичных частиц порошка карбонила железа, а также из их агломератов.

Порошок можно также получить перемалыванием полученных ранее таблеток.

В реакторе с неподвижным (стационарным) слоем катализатор используют в виде сформованных тел, предпочтительно в виде таблеток.

Применение таких реакторов для синтеза по Фишеру-Тропшу описано, например, C.D. Frohning и др. в „Chemierohstoffe aus Kohle“, 1977, pp.219-299, или в V.H. Davis, Topics in Catalysis, 2005, 32 (3-4), pp.143-168.

На установке С предпочтительно получают в качестве углеводородов (C_2 - C_8)-олефины, в особенности (C_2 - C_4)-олефины, среди них предпочтительны этен, пропен и 1-бутен.

Способ получения в особенности олефинов дает смесь продуктов, содержащую олефины с селективностью олефинового углерода, в

особенности с селективностью α -олефинового углерода, для (C_2 - C_4)-соединений предпочтительно, как минимум, 30%, например, в интервале 30-45%. При указании селективности не принимается во внимание образовавшаяся двуокись углерода (то есть за исключением CO_2).

В более предпочтительном варианте получают смесь продуктов, содержащую олефины с селективностью олефинового углерода для (C_2 - C_4)-соединений предпочтительно, как минимум, 30%, причем, из этих, как минимум, 30% опять же, как минимум, 90% приходится на этен, пропен, 1-бутен. При указании селективности не принимается во внимание образовавшаяся двуокись углерода (то есть за исключением CO_2).

В еще более предпочтительном варианте получают смесь продуктов, содержащую олефины с селективностью олефинового углерода для (C₂-C₄)-соединений предпочтительно, как минимум, 40%, например, в интервале от 40 до 45%, причем, из этих, как минимум, 40% опять же, как минимум, 90% приходится на этен, пропен, 1-бутен. При указании селективности не принимается во внимание образовавшаяся двуокись углерода (то есть за исключением CO₂).

Полученные олефины используют, например, в способах получения полиолефинов, эпоксидов, оксопродуктов, акрилонитрилов, акролеина, стирола. Смотри также: Weissert и др.. Industrial Organic Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2003, pp.145-192 и 267-312.

Рисунок 1:

Схематическое представление предпочтительных вариантов комбинированного способа согласно данному изобретению [объединение установки (В) для получения синтез-газа, установки (С) для синтеза по Фишеру-Тропшу и установки (А) для получения порошка карбонила железа].

Рисунки 2-4:

Порошки карбонила железа со сферическими первичными частицами, предпочтительно используемые в способе получения углеводородов, в частности, олефинов на установке С.

Формула изобретения

1. Комбинированный способ, состоящий в том, что на установке А получают чистый порошок карбонила железа путем разложения чистого пентакарбонила железа, а освобождающуюся при разложении пентакарбонила железа моноокись углерода (СО) используют для получения дальнейшего порошка карбонила железа из железа на установке А, или подводят к присоединенной установке В для получения синтез-газа, или подводят к присоединенной установке С для получения углеводородов из синтез-газа, и полученный на установке А порошок карбонила железа используют в качестве катализатора или компонента катализатора в присоединенной установке С для получения углеводородов из синтез-газа, полученного на установке В, и собирающийся на установке С отработанный катализатор используют в качестве дополнительного источника железа для получения порошка карбонила железа на установке А.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что порошок карбонила железа, полученный при разложении пентакарбонила железа на установке А, перед дальнейшим применением подвергают обработке водородом.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что обработка водородом порошка карбонила железа происходит при температуре в интервале от 300 до 600°C.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что железо, используемое в установке А для получения порошка карбонила железа, перед этим обрабатывают водородом.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что обработка водородом железа происходит при температуре в интервале от 300 до 1000°C.

6. Способ по одному из пп.2-5, отличающийся тем, что применяемый водород берется из присоединенной установки В для получения синтез-газа.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что моноокись углерода, необходимая для получения дальнейшего пентакарбонила железа на установке А, берется из присоединенной установки В для получения синтез-газа.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что на установке С получают в качестве

углеводородов (C_2 - C_4)-олефины.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что синтез-газ получают на установке В в результате газификации угля.

5 10. Способ по п.1, отличающийся тем, что пентакарбонил железа, используемый в установке А для получения чистого порошка карбонила железа, перед этим очищают перегонкой.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что под разложением пентакарбонила
10 железа на установке А имеют ввиду термическое разложение газообразного пентакарбонила железа.

15

20

25

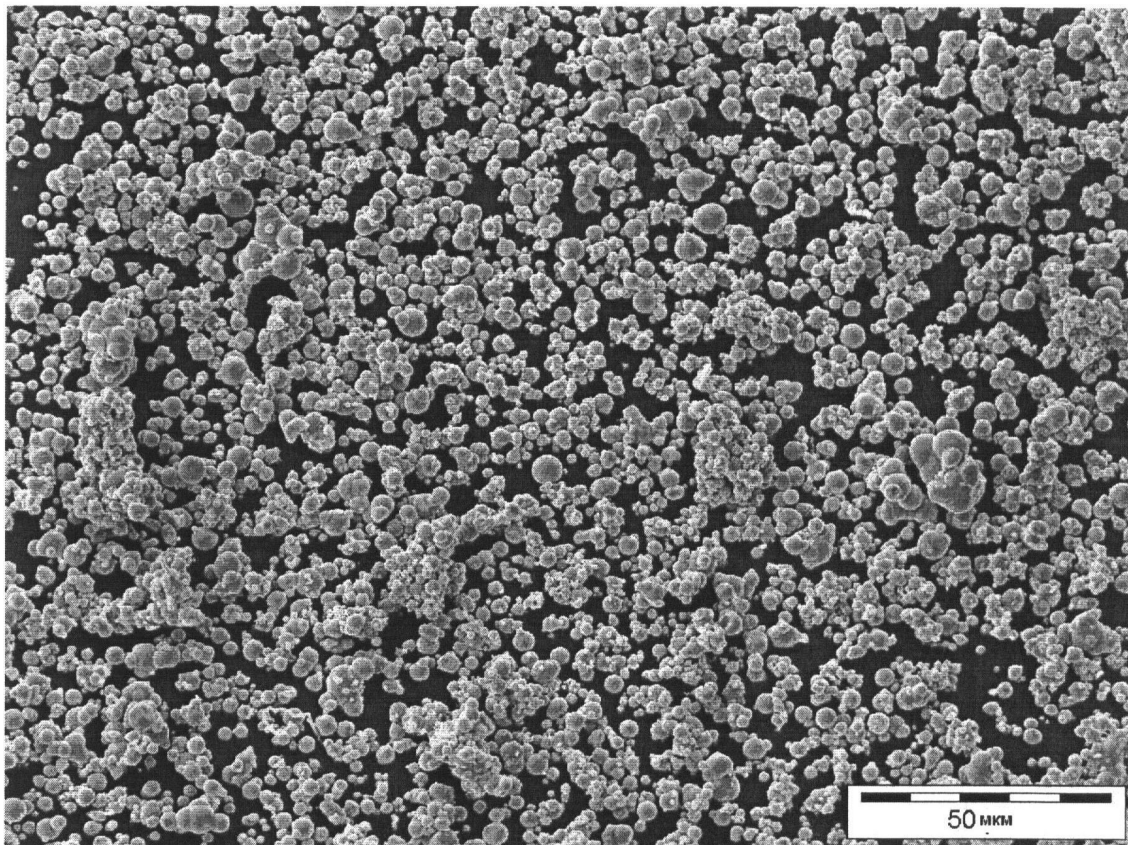
30

35

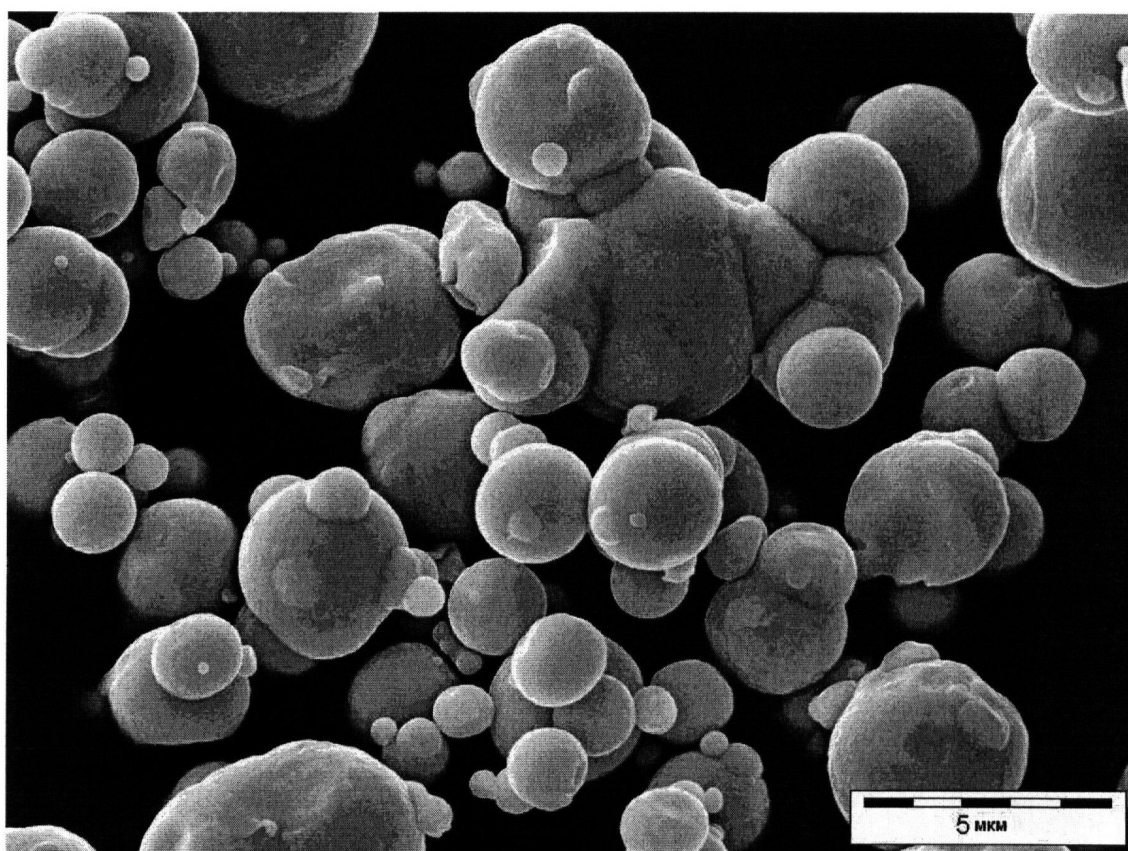
40

45

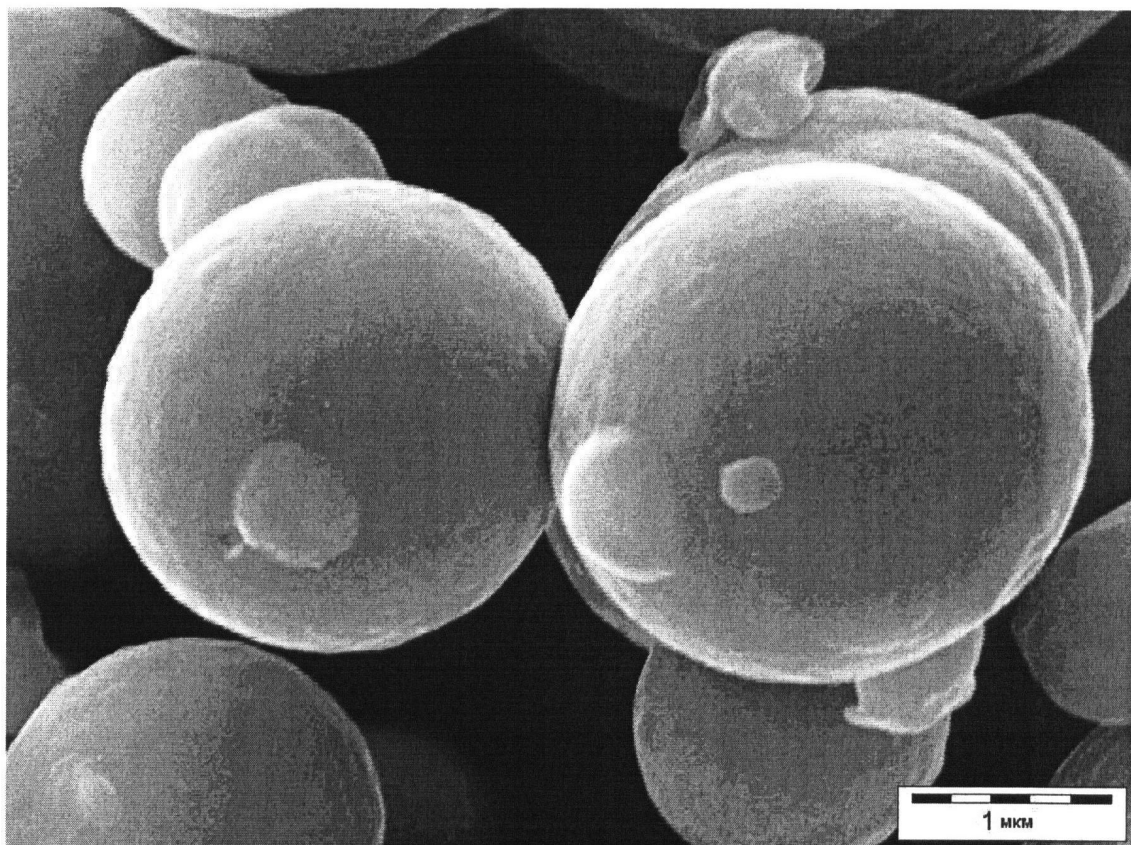
50



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4