

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190307** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.07.06

(51) Int. Cl. *B01J 19/18* (2006.01)
B01J 4/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.07.26

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ТРЕХМЕРНОМ СОСТОЯНИИ

(31) 102018000007993

(32) 2018.08.09

(33) IT

(86) PCT/EP2019/070155

(87) WO 2020/030442 2020.02.13

(71) Заявитель:
ГРИНБОУН ОРТО С.П.А. (IT)

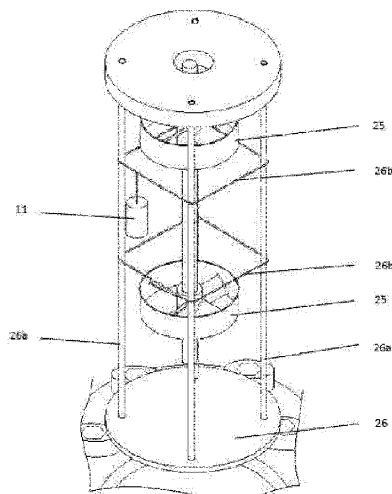
(72) Изобретатель:

Праделла Лоренцо Джузеппе,
Баллардини Альберто, Санти
Лоренцо, Тампьеро Анна, Сприо
Симоне, Руффини Андреа (IT)

(74) Представитель:

Хмара М.В., Липатова И.И.,
Новоселова С.В., Осипов К.В.,
Пантелеев А.С. (RU)

(57) Предусмотрена система для химического превращения материалов в трехмерном состоянии, содержащая реакционный узел (12), содержащий основной корпус (20), выполненный так, чтобы сформировать реакционную камеру (12a), в которой по меньшей мере один компонент (21) выполнен с возможностью поддержки одного или более образцов (11) в трехмерном состоянии, подлежащих химическому превращению. Система дополнительно содержит печь (15), выполненную с возможностью, при эксплуатации, нагревания реакционной камеры (12a) при заданных температурах, и узел подачи газа, выполненный с возможностью выделения в реакционную камеру (12a) первого газа, и/или находящийся внутри основного корпуса (20) компонент кожуха, содержащий, при эксплуатации, химический агент, способный выделять второй газ в реакционную камеру (12a). Основной корпус (20) содержит по меньшей мере две турбины, выполненные с возможностью направления в реакционную камеру (12a), при эксплуатации, указанного первого и/или указанного второго газа на образцы (11). Изобретение также относится к способу химического превращения материалов в трехмерном состоянии.



A1

202190307

202190307

A1

СИСТЕМА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ТРЕХМЕРНОМ СОСТОЯНИИ

Область техники, к которой относится изобретение

5 Настоящее изобретение, в общем, относится к системе химического превращения для получения, например, материалов в трехмерном состоянии.

В частности, настоящее изобретение относится к системе для получения, также в сверхкритических и/или критических условиях, трехмерных неорганических материалов с высокой реакционной способностью.

10 Конкретнее, настоящее изобретение относится к системе для химического превращения трехмерных материалов без изменения структурной иерархии, например, путем гетерогенных реакций при высокой температуре и/или давлении между твердыми трехмерными прекурсорами и высоко-реакционноспособными и гомогенными газами или смесями газов.

Предшествующий уровень техники

15 В общем, известны способы получения трехмерных материалов, например, на основе карбоната кальция (CaCO_3) с высокой реакционной способностью для использования в качестве прекурсоров для синтеза материалов на основе фосфатов кальция.

20 Например, способ такого типа известен из патентной публикации WO2017/021894 A1.

Проблема, обнаруженная в известном способе, заключается в том, что превращение трехмерного материала из оксида кальция (CaO) в карбонат кальция (CaCO_3), как правило, особенно критично из-за отсутствия гомогенности реагента.

25 В частности, заявители отметили, что возможное использование в известном способе диоксида углерода (CO_2), обогащенного водой (H_2O), не всегда гарантирует получение трехмерных материалов с исходной структурой, сохраненной и/или полностью превращенной из оксида кальция (CaO) в карбонат кальция (CaCO_3).

30 Заявители также отметили, что в целом известные системы не всегда гарантируют получение трехмерных материалов с исходной структурой, полностью сохраненной и/или по меньшей мере частично превращенной, даже в случае трехмерных материалов на основе нитридов, на основе оксидов металлов, на основе карбонатов и т. д.

35 В общем, заявители отметили, что известные системы для превращения не оптимизированы для того, чтобы всегда гарантировать химическое превращение

трехмерных материалов так, чтобы указанные материалы, в отношении структуры полностью были сохранены и/или по меньшей мере частично химически превращены.

5 Сущность изобретения

Цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы оптимальным образом решить вышеупомянутые проблемы уровня техники.

10 Эта цель достигается за счет системы для химического превращения трехмерных материалов, имеющей признаки, раскрытые в нижеприведенной формуле изобретения.

Настоящее изобретение также относится к способу создания на трехмерных материалах химически превращенных и высокореакционных поверхностных слоев переменной толщины.

15 Следующее сводное описание изобретения дается с целью обеспечения базового понимания некоторых аспектов изобретения. Это сводное описание не является расширенным описанием и, как таковое, не предназначено служить для идентификации ключевых или критически важных элементов изобретения или служить для очерчивания объема изобретения. Его единственная цель состоит в представлении некоторых аспектов изобретения в упрощенной форме в качестве
20 обзора нижеследующего подробного описания.

В соответствии с одним из признаков предпочтительного варианта осуществления система содержит основной корпус, содержащий реакционную камеру, в которую выделяется один или более газов, и по меньшей мере две турбины, выполненные с возможностью направления, при эксплуатации, в
25 реакционную камеру один или более газов на образцы материала в трехмерном состоянии, подлежащие химическому превращению.

Согласно другому признаку, система выполнена с возможностью осуществления химического превращения образцов материала в трехмерном состоянии для получения трехмерных материалов с сохраненной и/или полностью
30 или частично преобразованной исходной структурой.

В соответствии с другим признаком настоящего изобретения реакционная камера выполнена так, чтобы обеспечить выделение одного или более газов с высокой энергией.

Перечень фигур

Эти и другие признаки и преимущества настоящего изобретения станут более очевидными из нижеследующего описания предпочтительных вариантов осуществления, представленных в виде неограничивающих примеров с помощью прилагаемых чертежей, на которых компоненты, обозначенные одинаковыми или аналогичными ссылочными номерами, обозначают элементы, имеющие одинаковые или аналогичные функции и конструкции, при этом:

на фиг. 1 представлена общая схема системы для химического превращения трехмерных объектов;

на фиг. 2 представлена схема реакторного узла системы по фиг. 1;

на фиг. 3 схематически показан разрез реакторного узла по фиг. 2;

на фиг. 4 схематически показан фрагмент реакторного узла по фиг. 2; и

на фиг. 5 представлен сводный график кривых изменения температуры и давления в системе для превращения согласно первому варианту осуществления.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Отметим, что в контексте настоящего раскрытия изобретения термины: верхний, нижний, вертикальный и возможные дополнительные термины, относящиеся к геометрическому расположению различных компонентов системы, используются в их общепринятом значении.

Как показано на фиг. 1, система 10 для химического превращения (система) образцов 11, предназначенных, например, для регенерации костной ткани, содержит реакционный, или реакторный, узел 12 и узел 14 подачи газа (газовый узел) 14, выполненный с возможностью подачи или выделения газа в реакторный узел 12.

Согласно предпочтительному варианту осуществления газовый узел 14 содержит один или более газовых баллонов 41, содержащих реакционный газ под давлением, например диоксид углерода (CO_2), и газовый блок 42 управления, выполненный с возможностью осуществления всасывания воздуха из реакторного узла 12 с помощью вакуумного насоса и подачи управляемым образом в реакторный узел 12 газа, поступающего из одного или более газовых баллонов 41.

Согласно данному предпочтительному варианту осуществления газовый блок 42 управления выполнен с возможностью управления потоком реагирующего газа к реакторному узлу 12.

Предпочтительно, газовый блок 42 управления выполнен с возможностью управления потоком газа в реакторном узле 12 автоматическим образом, например,

посредством электронного регулятора давления или регулятора массового расхода, управляемого известным образом с помощью соответствующим образом запрограммированного ПЛК (программируемый логический контроллер).

Предпочтительно, газовый блок 42 управления содержит устройство 45 датчика давления и соединен с устройствами известного типа, входящими в реакторный узел 12, такими как устройства 44 датчиков температуры (фиг. 1 - фиг. 4). Система предназначена для получения, с помощью указанных устройств 44 и 45, и отображения, например, во времени, данных регистрации температуры и/или давления, поступающих от системы 10.

Реакторный узел 12, например, металлического типа и подходящий для работы при высоких температуре и давлении, предназначен для полного и однородного превращения трехмерных образцов из оксида кальция (CaO) в карбонат кальция (CaCO_3).

В предпочтительном варианте осуществления реакторный узел 12 содержит основной корпус 20, предпочтительно - цилиндрический, выполненный так, чтобы сформировать камеру (реакционную камеру) 12а, и дно 22, например плоское дно, находящееся у основания реакторного узла 12, а также выполненный с возможностью подключения, предпочтительно известным способом, к газовым баллонам 41, к вакуумному насосу и к устройствам 44, 45 датчиков температуры и/или давления через газовый блок 42 управления.

Предпочтительно, основной корпус 20 содержит на верхнем конце фланец 20а, предназначенный для взаимодействия при герметизации реакционной камеры 12а с помощью одного или более уплотнений известного типа.

Предпочтительно, основной корпус 20 дополнительно содержит верхний компонент 21, например верхний колпак, содержащий отверстие 21а, например - центральное отверстие. Верхний компонент 21, предпочтительно, выполнен с возможностью, при эксплуатации, герметизировать реакционную камеру 12а, поддерживать образцы 11 и обеспечивать проход через центральное отверстие 21а оси 23, выполненной с возможностью, при эксплуатации, управляемым образом вращать, по часовой стрелке или против часовой стрелки, с помощью двигателя, например, два узла неподвижных лопаток или турбин 25, закрепленных, согласно настоящему варианту осуществления, на оси 23.

Предпочтительно, по меньшей мере две турбины 25, закрепленные, например, на оси 23, отстоят друг от друга и расположены так, чтобы направлять на образцы 11 между турбинами 25 химические вещества (газ), присутствующие в реакционной камере 12а.

Согласно данному предпочтительному варианту осуществления, основной корпус 20 также содержит нижний компонент 26, например – компонент кожуха, выполненный с возможностью содержать химический агент, например - гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), способный, при эксплуатации, выделять пар в реакционную камеру 12а. Нижний компонент, или компонент 26 кожуха, соединен, например, с верхним компонентом 21 посредством множества стержней 26а, которые в предпочтительном варианте осуществления содержат соединительные или подвешивающие элементы 26b, выполненные с возможностью поддержки образцов 11, подлежащих химическому превращению.

Предпочтительно, основной корпус 20 реакторного узла 12 находится внутри печи 15, выполненной с возможностью, при эксплуатации, нагревать управляемым образом, например, посредством электрических сопротивлений, расположенных в соответствии с основным корпусом 20, реакционную камеру 12а реакторного узла 12.

Предпочтительно, рядом с электрическими сопротивлениями размещается датчик 54 температуры печи, выполненный с возможностью сбора и передачи во времени регистрируемых данных температуры, поступающих изнутри печи 15, в блок 52 управления печью, например - в компьютер известного типа.

Предполагается, что при эксплуатации основной корпус 20 может быть герметизирован с помощью зажимных губок 29, например двух зажимных губок, выполненных с возможностью герметизации фланца 20а и верхнего компонента 21 основного корпуса 20.

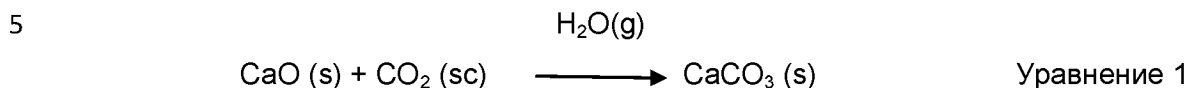
Согласно настоящему варианту осуществления предполагается, что основной корпус 20 вместе с содержащимися в нем компонентами, такими как верхний компонент 21, нижний компонент 26, стержни 26а и подвешивающие элементы 26b, можно извлечь, например, вертикально, из печи 15, чтобы обеспечить возможность подвешивания к подвешивающим элементам 26b образцов 11, к которым применяется химическая реакция превращения оксида кальция (CaO) в карбонат кальция (CaCO_3).

Работа раскрытой выше системы заключается в следующем.

В общем, система 10 согласно первому варианту осуществления создана для осуществления процессов карбонизации при высокой температуре и давлении на образцах материала 11, выполненных из оксида кальция (CaO), путем химического превращения или реакции с диоксидом углерода (CO_2) в сверхкритическом состоянии и в присутствии водяного пара (H_2O), который подходит для катализа реакции. Конечным результатом процесса, реализуемого данной системой,

является получение образцов из карбоната кальция (CaCO_3) с такой же исходной макро- и микроструктурой, как у образцов 11, выполненных из CaO .

Иначе говоря, реакцию карбонизации можно обобщить в соответствии со следующим уравнением 1:



где:

(sc) = сверхкритическое состояние;

(s) = твердое состояние;

10 (g) = газообразное состояние.

Процедура запуска

Процедура запуска системы 10 содержит, например, следующие этапы, также в порядке, отличном от указанного здесь:

15 - этап (110), на котором зажимные губки 29 держат открытыми, а основной корпус 20 и компоненты, содержащиеся в нем, держат вне печи 15;

- этап (120), на котором различное число образцов, выполненных из CaO , например, с общим весом в диапазоне приблизительно от 50 до 500 г, помещают внутрь реакционной камеры 12а и прикрепляют к подвешивающим элементам 26b. Предпочтительно, образцы являются пористыми (например, 50% об.), трехмерными
20 и различной формы (например, полый цилиндр, параллелепипед и т. д.);

- этап (130), на котором на нижний компонент 26 реакционной камеры 12а помещают химический компонент, способный служить источником H_2O , например компонент на основе Ca(OH)_2 ;

25 - этап (140), на котором турбины 25, например две турбины с лопатками под 45° , размещают по оси 23 внутри реакционной камеры 12а. Предпочтительно, предполагается, что турбины 25 будут установлены с противоположно расположенными лопатками, при этом образцы 11 при эксплуатации будут размещены в области между турбинами 25;

30 - этап (150), на котором основной корпус 20 и компоненты, содержащиеся в нем, опускают, вставляют в печь 15, зажимные губки 29 закрывают и блокируют для герметизации реакционной камеры 12а;

- этап (160), на котором обеспечивают всасывание воздуха, присутствующего в реакционной камере 12а, с помощью вакуумного насоса, управляемого посредством газового блока 42 управления;

35 - этап (170), на котором внутри реакционной камеры 12а заданное количество CO_2 , поступающего из газового узла 14, подают, выделяют или впрыскивают

управляемым во времени образом с помощью газового блока 42 управления. Предпочтительно, количество подаваемого в реакционную камеру 12а газа, взвешивают, например, с помощью весов, расположенных под одним или более газовыми баллонами 41. В частности, количество газа рассчитывают стехиометрически, принимая во внимание ожидаемое потребление CO_2 образцами во время процесса химического превращения, требуемое конечное давление и объем реакционной камеры 12а;

- этап (180), на котором в конце загрузки ожидаемого количества CO_2 начинают нагревание печи 15 в соответствии с заданным термическим циклом, а также активируют датчики 44 и 54 температуры и датчик 45 давления.

Процедура превращения

Процедуру превращения выполняют с помощью проверки изменения во времени давления и температуры, измеряемых датчиком 44 температуры, находящимся внутри реакторного узла 12, то есть внутри реакционной камеры 12а, и датчиком 45 давления, входящим, предпочтительно, в газовый узел 14, а также датчиком 45 температуры, содержащимся в печи 15. Предпочтительно, датчик 45 давления расположен вне реакционной камеры, чтобы избежать воздействия на него температур внутри самой реакционной камеры.

Согласно другим вариантам осуществления предполагается, что датчик 54 температуры, содержащийся в печи, отсутствует, и что достаточно контролировать температуру с помощью датчика 44 температуры, содержащегося в реакционной камере.

Предпочтительно, кривые изменения температуры и давления отображаются на компьютере, например, в блоке 52 управления печью, который также известным образом связан с газовым блоком 42 управления.

В настоящем описании кривые изменения температуры и давления показаны на фиг. 5.

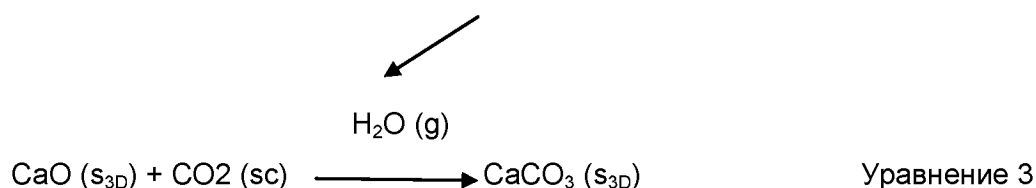
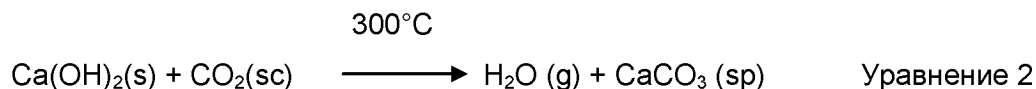
Как показано на фиг. 5, было экспериментально подтверждено, что кривая изменения давления 61 (сплошная линия – вспомогательная ось) после начальной фазы подачи имеет рост, например, начиная с комнатной температуры, а затем продолжается почти линейно из-за компромисса между повышением температуры (что вызывает повышение давления) и поглощением диоксида углерода CO_2 оксидом кальция CaO , из которого выполнен образец 11 (что вызывает понижение давления).

Заявители экспериментально подтвердили, что в случае отсутствия образцов ход кривой будет линейным с наклоном, превышающий предыдущий.

Экспериментально также было подтверждено, что CO_2 находится в сверхкритическом состоянии в области графика, ограниченной пунктирной линией 63, например, при температурах $T > \text{приблизительно } 310^\circ\text{C}$ и при $P > 72,9 \text{ атм.}$

Конкретнее, было экспериментально подтверждено, что значения температуры, при которых начинается сверхкритическое состояние, по меньшей мере выше, чем $T > 250^\circ$, в зависимости от количества поданного газа, линейного изменения температуры и числа образцов.

По термодинамическим причинам, связанным с реакцией, гидроксид кальция способен высвобождать H_2O в реакционной камере только начиная приблизительно с 300°C и в присутствии CO_2 . H_2O будет смешиваться с CO_2 посредством турбин 25, предпочтительно - во взаимно противоположных направлениях, и запустит процесс карбонизации образцов, выполненных из CaO ; процесс можно представить следующими уравнениями 2 и 3, которые отвечают соответствующим реакциям:



Или, также, объединяя в уравнении 4 реакции 2 и 3:



Где:

(sc) = сверхкритическое состояние;

(s) = твердое тело в порошковой (p) или трехмерной (3D) форме;

(g) = газообразное состояние.

Уравнение 4 показывает, что в реакторном узле 12, то есть в реакционной камере 12а, происходит прямая реакция со смесью $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$, которая не требует, чтобы CO_2 подвергался процессу предварительной гидратации.

Обеспечивается преимущество, состоящее в том, что благодаря описанной системе 10 создаются идеальные условия контекстной гидратации + карбонизации.

Фактически, в раскрытом варианте осуществления и в сопутствующем процессе карбонизации образование Ca(OH)_2 локально ограничено в каждый момент процесса; фактически, только что образовавшийся Ca(OH)_2 немедленно вступает в реакцию с CO_2 с образованием CaCO_3 .

С внедрением системы 10 и, в частности, реакторного узла 12, содержащего множество лопаток или турбин 25, предназначенных для встряхивания и удерживания рядом с образцами 11 веществ, присутствующих в реакционной камере 12а, заявители экспериментально подтвердили, что во время карбонизации возможно создать внутри этой реакционной камеры 12а гомогенную, контролируемую и высокореакционную смесь $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ без необходимости процесса гидратации CO_2 перед процессом карбонизации.

Таким образом, система и, в частности, раскрытый реакторный узел 12 выполнены с возможностью всегда гарантировать полное превращение образцов из оксида кальция (CaO) в карбонат кальция (CaCO_3) без необходимости процесса гидратации CO_2 перед процессом карбонизации.

Система была раскрыта посредством обеспечения пористых образцов из CaO различной формы.

Хотя Заявитель осуществлял карбонизацию образцов предпочтительно цилиндрической формы с диаметром от $\varnothing = 30$ мм до 10 мм, длиной от 60 мм до 10 мм, массой от 35 г до 2 г, специалисту в данной области техники легко понять, что образцы могут иметь разную форму и размеры, а вес даже больше, чем указано, в зависимости от размера реакционной камеры, без отклонения от объема того, что было раскрыто и заявлено.

Аналогичным образом, образцы также могут быть непористыми или плотными, без выхода за рамки того, что было раскрыто и заявлено.

Согласно другим вариантам осуществления предполагается изменение количества или расположения турбин вдоль оси или, также, формы турбин, чтобы изменить тип турбулентности газа внутри реакционной камеры, особенно в зависимости от местоположения, формы, размера, веса, пористости или плотности образцов.

В случае образцов с высокой плотностью предполагается, что глубина проникновения процесса превращения из CaO в CaCO_3 является функцией плотности образцов.

Согласно некоторым дополнительным вариантам осуществления предполагается, например, введение в реакционную камеру альтернативных гидроксидов по отношению к кальцию, например гидроксида стронция (выделение H_2O при $T > 100^\circ\text{C}$) или магния (выделение H_2O при $T > 200^\circ\text{C}$), чтобы предугадать начало карбонизации CaO .

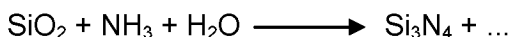
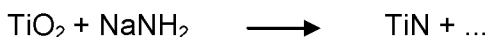
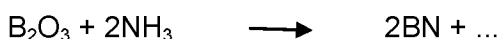
Согласно другим вариантам осуществления предполагается, что раскрытые система и способ будут применяться, например, для получения трехмерных материалов на основе нитридов:

- нитридов (например, нитрид бора (BN), нитрид кремния (Si_3N_4), нитрид титана (TiN), нитрид алюминия (AlN) и т. д.), например, после реакций трехмерных оксидных и неоксидных материалов, с газом или газовой смесью, содержащей азот (например, аммиак (NH_3), азот (N_2) и т. д.).

В этом случае газовый узел 14 в качестве реагирующего газа под давлением содержит один или более газовых баллонов, содержащих азот (например, аммиак (NH_3), азот (N_2) и т. д.), а реакторный узел 12, по существу, является таким же, как узел, раскрытый в предпочтительном варианте осуществления с единственно возможным отличием в том, что нижний компонент 26 не содержит химического агента, подходящего для выделения пара, однако, при наличии, он будет соединен с верхним компонентом 21, чтобы можно было повесить образцы 11. При отсутствии нижнего компонента 26, подвешивание образцов к реакторному узлу 12 обеспечивает единственный верхний компонент.

Работа системы 10 в случае нитридов требует, чтобы химическая реакция имела место между трехмерным твердым оксидом и/или смесью $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ в присутствии NH_3 , поступающего, например, из газового узла 14 или из нижнего компонента 26 (например, путем образования реактивного NH_3 , образующегося из подвергающейся разложению соли, содержащей азот).

Соответственно, химическое превращение можно представить, например, следующим образом:



Где:

... представляют вторичные продукты, как это легко поймет специалист в данной области.

В дополнение к процессам азотирования, например, можно предположить, что в назначение раскрытой системы 10 входят процессы нитрокарбонизации

металлов в присутствии смеси $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ или процессы оксикарбонизации металлов в присутствии смеси $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

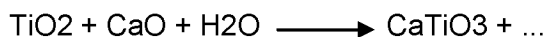
В соответствии с дополнительными вариантами осуществления предполагается, что раскрытые система и способ будут применяться, например, для изготовления трехмерных материалов на основе оксидов металлов:

- оксидов металлов, таких как оксид титана (TiO_2), оксид кремния (SiO_2), оксид цинка (ZnO), оксид железа (FeO , Fe_2O_3 и т.д.) и т.д., например, после реакций металлических и неметаллических трехмерных материалов с водой (H_2O);

- смешанных оксидов металлов, таких как титанаты (например, титанат свинца (PbTiO_3), титанат кальция (CaTiO_3) и т.д.), цирконат (например, SrZrO_3 и т.д.), силикаты (например, CaSiO_3 и т. д.), алюминат (напр. MgAl_2O_4 и т. д.) и т.д., например, после реакций оксидных и неоксидных трехмерных материалов с водой (H_2O) и с возможным присутствием прекурсоров различной природы.

В этом случае газовый узел 14 может отсутствовать, а реакторный узел 12, по существу, является таким же, как раскрыто в предпочтительном варианте осуществления.

Работа системы 10 в случае оксидов металлов обеспечивает протекание химической реакции, как показано ниже:



Где:

... представляют вторичные продукты, как это легко поймет специалист в данной области.

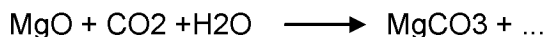
Согласно другим дополнительным вариантам осуществления предусмотрено применение раскрытых системы и способа, например, для производства трехмерных материалов на основе карбонатов:

- карбонатов, таких как карбонат магния (MgCO_3), смешанный карбонат (например, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, $\text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$), например, после реакций оксидных и неоксидных трехмерных материалов с водой (H_2O) и диоксидом углерода (CO_2);

- сульфатов, таких как сульфат кальция (CaSO_4), например, после реакций оксидных и неоксидных трехмерных материалов с водой (H_2O) и оксидом серы (SO_3).

В этом случае реакторный узел 12, по существу, является таким же, как раскрыто для первого предпочтительного варианта осуществления.

Работа системы 10 в случае карбонатов обеспечивает протекание химических реакций, как показано ниже:



Где:

5 ... представляют вторичные продукты, как это легко поймет специалист в данной области.

Следует понимать, что преимущество заключается в том, что во всех вариантах осуществления на оси 23 обеспечивается наличие, например, по меньшей мере двух узлов неподвижных лопаток или турбин 25 согласно примерным вариантам осуществления.

Предпочтительно, узлы лопаток или турбин 25 прикреплены к оси 23 и выполнены таким образом, чтобы между узлами лопаток или турбин 25 сближать вещества, присутствующие внутри реакционной камеры 12а, в которой содержатся образцы.

15 **Пример процесса карбонизации**

Ниже для полноты описания показан пример процесса карбонизации, используемого для реализации промежуточных этапов более сложного процесса, предназначенного для создания трехмерных образцов, выполненных из гидроксиапатита, исходя из природных пористых структур:

- 20 - вводят в реакционную камеру 12а образцы 11, выполненные из CaO, приблизительно 100 г;
- вводят в реакционную камеру Ca(OH)₂, приблизительно 100 г;
- подают CO₂, приблизительно 1300 г в доступном объеме, в реакционную камеру объемом приблизительно 15 литров;
- 25 при этом
- молярное соотношение CO₂ : H₂O = 10 : 1 при 300°C;
- молярный расход CO₂ во время реакции: приблизительно 10% от всего первоначально поданного CO₂;
- термический цикл: от приблизительно 20-620°C за 735 минут;
- 30 - конечное давление: в диапазоне приблизительно 120-130 бар.

Конечно, в вышеприведенном раскрытии возможны очевидные изменения и/или вариации в отношении размеров, форм, материалов, компонентов и соединений, а также деталей раскрытой конструкции и способа работы, без отклонения от объема изобретения, раскрытого в нижеследующей формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для химического превращения материалов в трехмерном состоянии, содержащая

- узел (14) подачи газа, выполненный с возможностью выделения первого газа в реакционную камеру (12а),

- реакционный узел (12), содержащий

- основной корпус (20), выполненный так, чтобы сформировать реакционную камеру (12а), при этом указанный основной корпус (20) содержит по меньшей мере один компонент (21), выполненный с возможностью поддержки одного или более образцов (11) в трехмерном состоянии, подлежащих химическому превращению, и/или компонент (26) кожуха, содержащий химический агент, способный выделять второй газ в реакционную камеру (12а),

- печь (15), содержащую указанный реакционный узел (12) и выполненную с возможностью нагревания указанной реакционной камеры (12а) при заданных температурах,

отличающаяся тем, что указанный основной корпус (20) содержит

- по меньшей мере две турбины (25), выполненные с возможностью направления в указанную реакционную камеру (12а), при эксплуатации, указанного первого и/или указанного второго газа на образцы (11).

2. Система по п. 1, в которой указанный химический агент, содержащийся в указанном компоненте (26) кожуха, при наличии, способен выделять пар.

3. Система по п. 1, в которой

- указанные образцы (11) выполнены из оксида кальция (CaO),

- указанный узел (14) подачи газа выполнен с возможностью выделения диоксида углерода (CO₂),

- указанный химический агент способен выделять водяной пар (H₂O),

причем указанное химическое превращение предусмотрено с помощью диоксида углерода (CO₂) в сверхкритическом состоянии и в присутствии водяного пара (H₂O).

4. Система по п. 1 или 2, в которой
- указанные образцы (11) выполнены из материалов, выбранных из группы, содержащей

- трехмерные твердые оксиды,

5 причем указанный узел (14) подачи газа или указанный химический агент способны выделять аммиак (NH_3),

при этом указанное химическое превращение предусмотрено в присутствии аммиака (NH_3).

10 5. Система по п. 1 или 2, в которой

- указанные образцы (11) выполнены из материалов, выбранных из группы, содержащей металлы или соли металлов,

причем указанный узел (14) подачи или указанный химический агент способны выделять водяной пар (H_2O),

15 при этом указанное химическое превращение предусмотрено в присутствии водяного пара (H_2O).

6. Система по п. 1 или 2, в которой

- указанные образцы (11) выполнены из материалов, выбранных из группы,

20 содержащей оксиды, причем

- указанный узел (14) подачи газа выполнен с возможностью выделения диоксида углерода (CO_2), причем

- указанный химический агент способен выделять пар (H_2O),

при этом указанное химическое превращение предусмотрено в присутствии

25 диоксида углерода (CO_2) и водяного пара (H_2O).

7. Способ химического превращения материалов в трехмерном состоянии, содержащий следующие этапы:

30 - обеспечивают реакционную камеру (12а), позволяющую осуществление химического превращения образцов (11), выполненных из указанных материалов в трехмерном состоянии,

- обеспечивают внутри указанной реакционной камеры (12а) компонент (21), выполненный с возможностью поддержки указанных образцов (11),

35 - обеспечивают печь (15), предназначенную для нагревания указанной реакционной камеры (12а) при заданных температурах,

- обеспечивают выделение в реакционную камеру (12а) первого газа и/или второго газа при заданных давлениях,

- с помощью по меньшей мере двух турбин (25) направляют в реакционную камеру (12а) первый и/или второй газ на образцы (11),

5 - проводят указанное химическое превращение на указанных образцах (11), выполненных из указанных материалов в трехмерном состоянии, при указанных заданных температурах и давлениях,

10 причем химическое превращение обеспечивает получение образцов из трехмерных материалов, в которых исходная структура сохранена и/или полностью или частично превращена.

8. Способ по п. 7, в котором

15 - указанный этап обеспечения внутри указанной реакционной камеры (12а) компонента (21), выполненного с возможностью поддержки указанных образцов (11), содержит этап

- обеспечения трехмерных образцов, выполненных из оксида кальция (CaO), причем

- указанный этап выделения первого газа содержит этап

- выделения углекислого газа (CO₂), причем

20 - указанный этап выделения второго газа содержит этап

- выделения водяного пара (H₂O), причем

- указанный этап проведения указанного химического превращения содержит этапы

25 - проведения химического превращения с помощью диоксида углерода (CO₂) в сверхкритическом состоянии и в присутствии водяного пара (H₂O),

- получения трехмерных образцов материала, в которых исходная структура сохранена и/или полностью или частично превращена из оксида кальция (CaO) в карбонат кальция (CaCO₃).

30 9. Способ по п.7, в котором

- указанный этап обеспечения внутри указанной реакционной камеры (12а) компонента (21), выполненного с возможностью поддержки указанных образцов (11), содержит этап

35 - обеспечения трехмерных образцов из материалов, выбранных из группы трехмерных твердых оксидов, причем

- указанный этап выделения первого газа или второго газа содержит этап

- выделения аммиака (NH_3), причем
 - указанный этап проведения указанного химического превращения содержит этапы

5 и
 - проведения химического превращения в присутствии аммиака (NH_3),
 - получения трехмерных образцов материала, в которых исходная структура сохранена и/или полностью или частично превращена из твердых оксидов в трехмерные материалы на основе нитридов.

10 10. Способ по п. 7, в котором
 - указанный этап обеспечения внутри указанной реакционной камеры (12а) компонента (21), выполненного с возможностью поддержки указанных образцов (11), содержит этап

15 - обеспечения трехмерных образцов из материалов, выбранных из группы, содержащей металлы или соли металлов, причем
 - указанный этап выделения первого газа или второго газа содержит этап
 - выделения водяного пара (H_2O), причем
 - указанный этап проведения указанного химического превращения содержит этапы

20 - проведения химического превращения в присутствии водяного пара (H_2O), и
 - получения трехмерных образцов материала, в которых исходная структура сохранена и/или полностью или частично превращена из металлов или солей металлов в трехмерные материалы на основе оксидов металлов.

25 11. Способ по п. 7, в котором
 - указанный этап обеспечения внутри указанной реакционной камеры (12а) компонента (21), выполненного с возможностью поддержки указанного одного или более образцов (11), включает этап

30 - обеспечения трехмерных образцов из материалов, выбранных из группы, содержащей оксиды кальция, причем
 - указанный этап выделения первого газа содержит этап
 - выделения углекислого газа (CO_2), причем
 - указанный этап выделения второго газа включает этап
 35 - выделения водяного пара (H_2O), причем

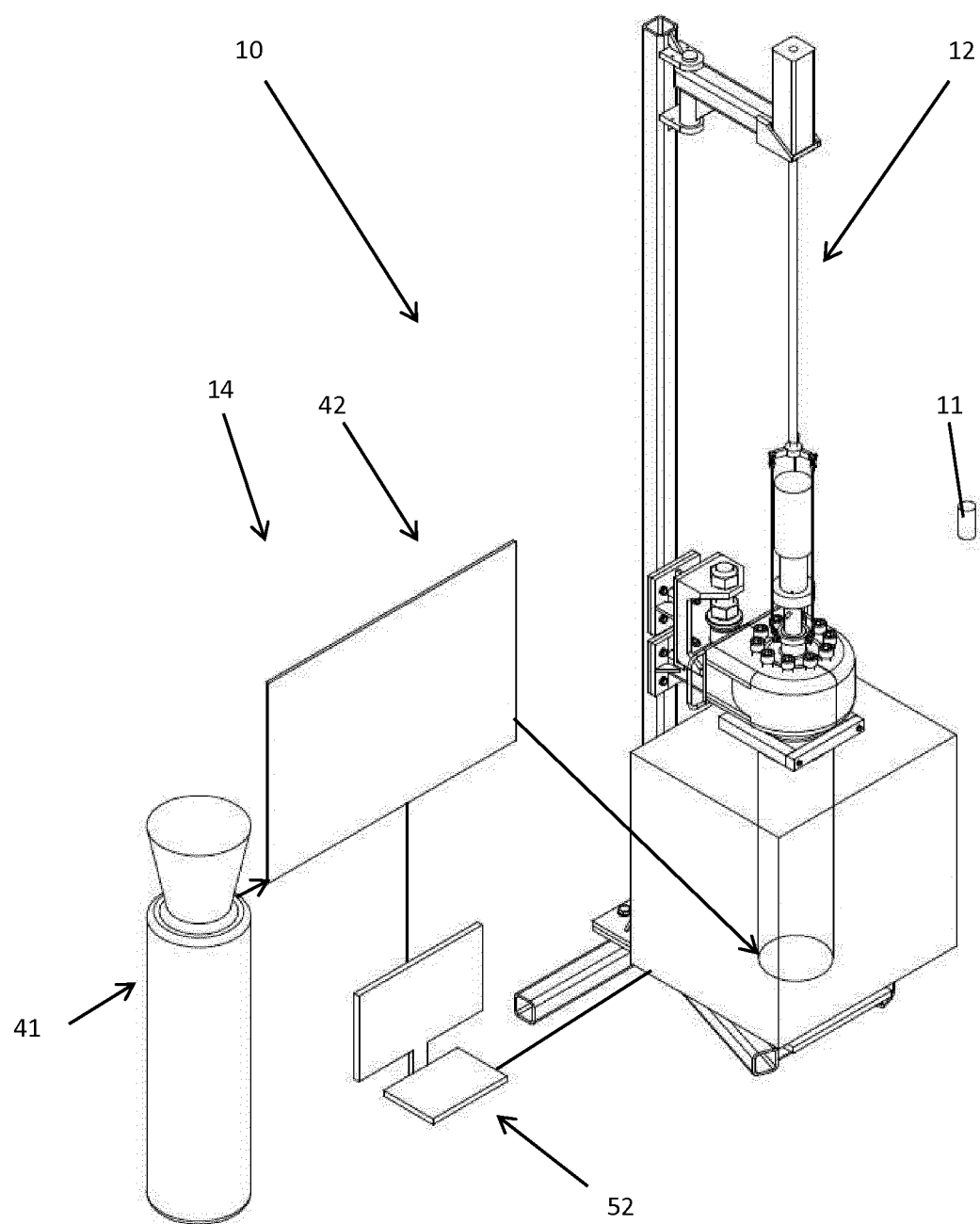
- указанный этап проведения указанного химического превращения содержит этапы

- проведения химического превращения в присутствии диоксида углерода (CO_2) и водяного пара (H_2O),

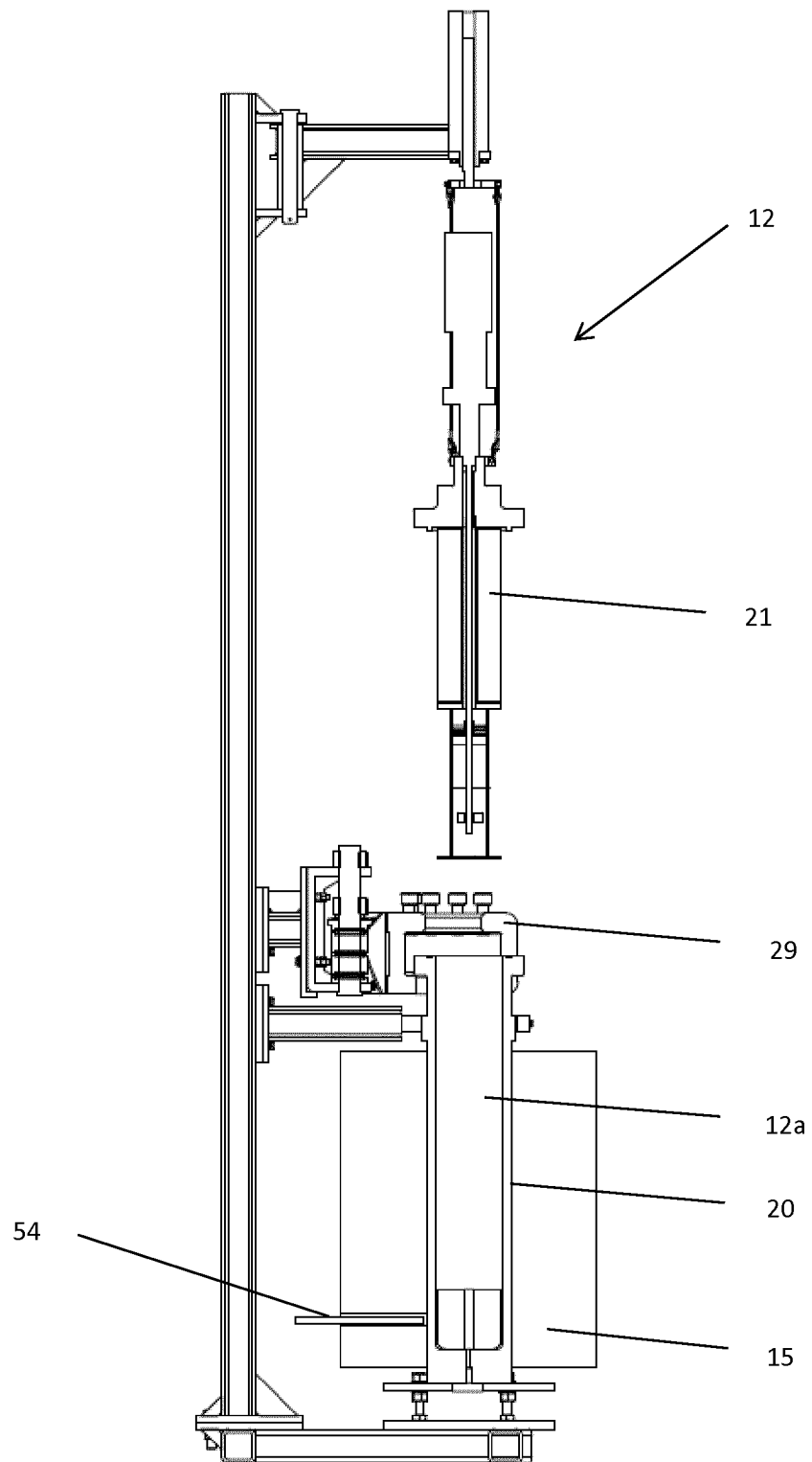
5

- получения трехмерных образцов материала, в которых исходная структура сохранена и/или полностью или частично превращена из оксидов кальция (CaO) в трехмерные материалы на основе карбонатов.

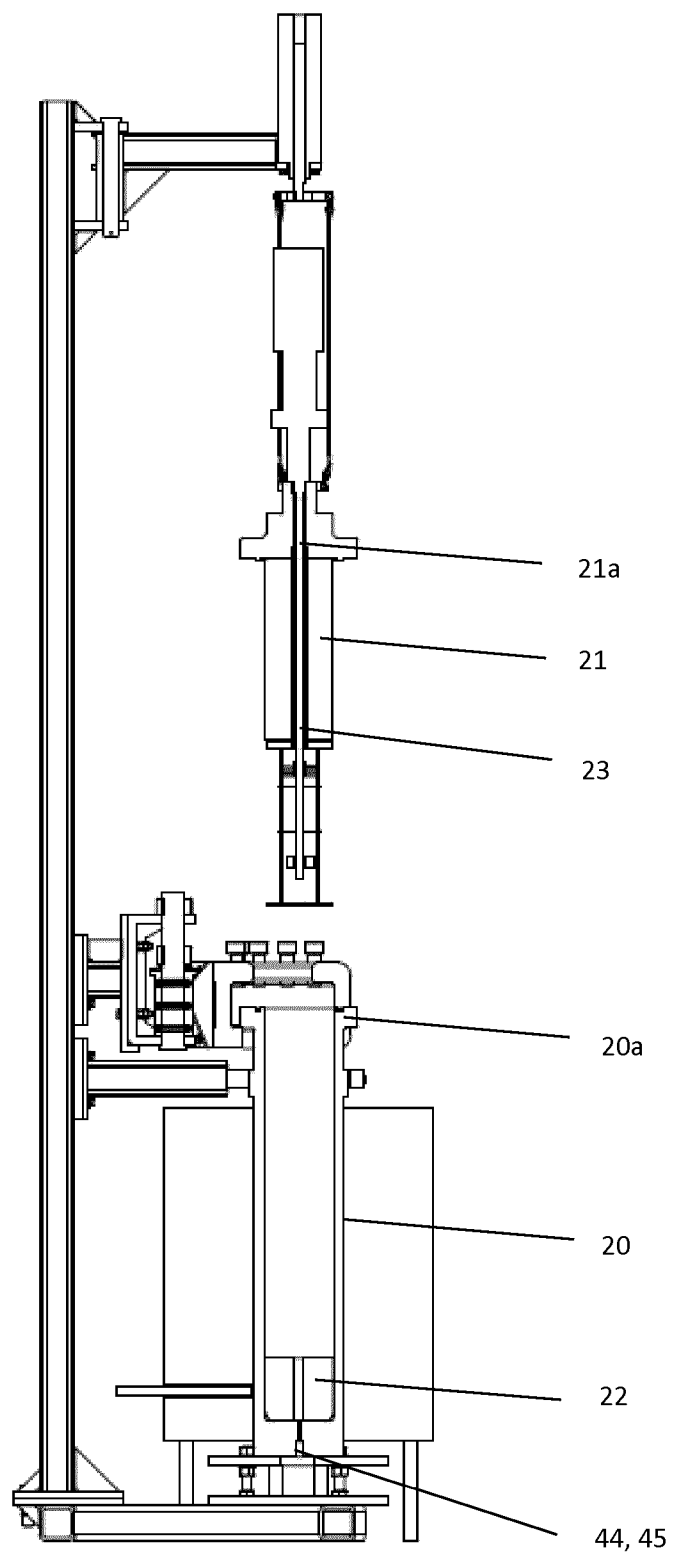
1



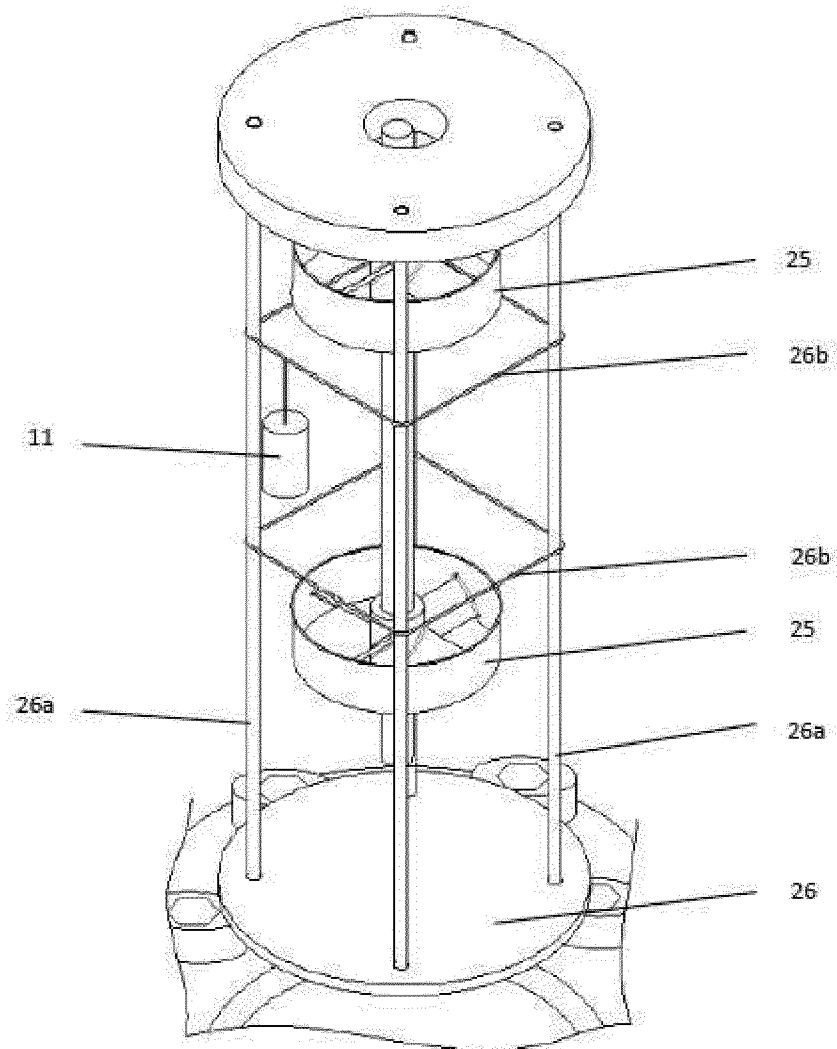
ФИГ. 1



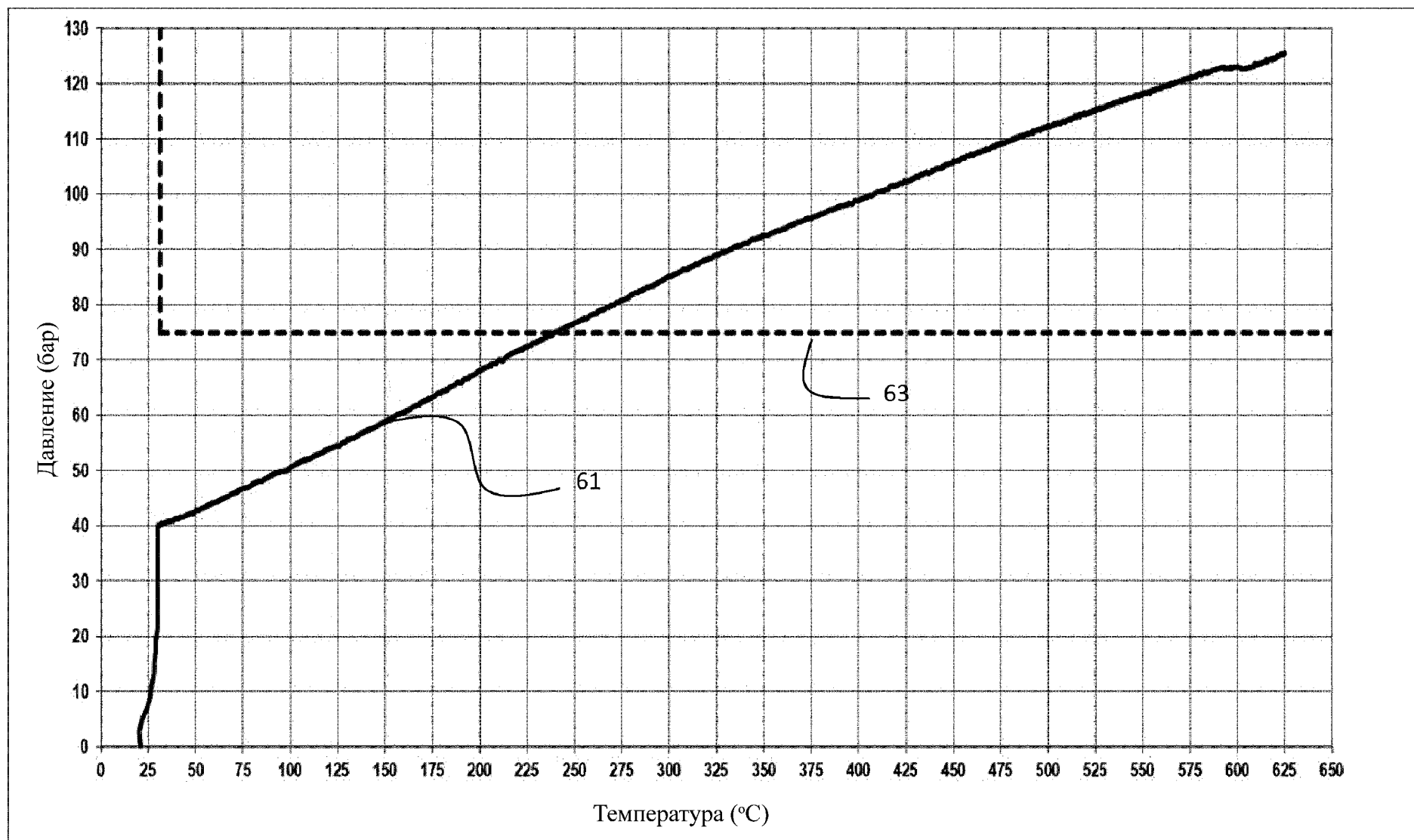
ФИГ. 2



ФИГ. 3

**ФИГ. 4**

Давление (бар) - Температура (°C)



ФИГ. 5