

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042281**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.31

(51) Int. Cl. **F02K 9/72 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202091971

(22) Дата подачи заявки
2020.08.20

(54) **ГИБРИДНЫЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР**

(43) **2022.02.28**

(56) RU-C2-2511986
RU-C1-2569960
US-A1-20100251694
GB-A-864749
US-A-3152937
RU-A-2012106402

(96) **KZ2020/042 (KZ) 2020.08.20**
(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**КРУТСКИХ БОРИС ВАСИЛЬЕВИЧ
(KZ)**

(74) Представитель:
Крутских Б.В. (KZ)

(57) Изобретение относится к устройствам по созданию объёмов газа и может быть использовано в ствольных метательных установках и ракетных реактивных двигателях. Гибридный газогенератор содержит камеру сгорания и компоненты топлива в разных агрегатных состояниях. При этом все компоненты топлива помещены в камеру сгорания. Топливо может быть многокомпонентным при простой конструкции устройства. Перспективно топливо, где компонентами являются азот и бороводород в конденсированных состояниях, с образованием рабочего тела из водорода в виде газа и нитрида бора. Чтобы пылевые частицы меньше снижали скорость газов, генератор может быть снабжен устройством для уменьшения доли конденсатов в исходящей струе газа. Изобретение позволяет увеличить экологичность, надёжность и производительность устройства и снизить стоимость конструкции и топлива.

042281

B1

042281

B1

Изобретение относится к устройствам по созданию объёмов газа и может быть использовано в ствольных метательных установках и реактивных ракетных двигателях. Известны и наиболее широко применяются химические устройства:

1) твёрдотопливные газогенераторы - применяются в метательных ствольных стрелковых, артиллерийских системах и в первых ступенях легкогазовых пушек (патент RU 2668481 C2), а также в твердотопливных ракетах (Виницкий А.М., Ракетные двигатели на твердом топливе, М., 1973). Достоинствами являются: относительная простота, отсутствие проблемы возможных утечек топлива, возможность длительного хранения, надёжность. Недостатками таких газогенераторов являются: невысокий удельный импульс; дорогое топливо и большое количество агрессивных веществ в выхлопе. Так, например, при каждом пуске аппарата "Спейс Шаттл" в атмосферу выбрасывалось ~ 1000 т продуктов сгорания твердого топлива, содержащих свыше 100 т газообразного хлористого водорода;

2) жидкостные газогенераторы в настоящее время применяются как жидкостный ракетный двигатель (ЖРД), использующий в качестве топлива жидкости, в том числе сжиженные газы. По количеству используемых компонентов различаются одно- и двухкомпонентные ЖРД (Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. Камеры. Д.И. Завистовский, В.В. Спесивцев. Учеб. пособие. Харьков: Национальный аэрокосмический университет "Харьковский авиационный институт", 2006. - 122 с.). Преимущества - ЖРД самый высокий удельный импульс в классе химических ракетных двигателей. Более 4500 м/с, для пары кислород + водород и 3500 м/с для пары керосин + кислород. Экологичные и дешёвые топлива. Недостатки - ЖРД: они значительно более сложные и более дорогостоящи, чем эквивалентные по возможностям твердотопливные, несмотря на то, что 1 кг жидкого топлива в несколько раз дешевле твёрдого.

Применение жидких компонентов топлива в ствольных системах ещё не вышло из стадии экспериментов (CHRIS JENKINS. MONERGOLS AND DIERGOLS - THE WAY FORWARD FOR PROJECTILES. MILITARY TECHNOLOGY, 1988, No 7).

Перспективно использование трёх компонентов топлива одновременно, например водород - бериллий - кислород и водород - литий - фтор. Бериллий и литий горят, а водород по большей части используется как рабочее тело. Это позволяет достичь значений удельного импульса в районе 550-560 с. Однако это технически очень сложно, и никогда не использовалось на практике (Википедия).

Известен другой тип газогенераторов - с фазовым переходом. Здесь объёмы рабочего тела возрастают без химических преобразований. Патент KZ 33305 - криоиспарительный газогенератор в автономной пневмопушке и устройство для метания снаряда - патент KZ 31797. Преимущество их в экологичности, простоте конструкции, доступности и безотказности. Недостатком для заявленной цели является небольшой удельный импульс.

Наиболее близким к заявленному изобретению является устройство по патенту РФ № 2511986. Гибридный ракетный двигатель, использующий компоненты топлива в разных агрегатных состояниях. Наличие твёрдого компонента позволяет существенно упростить конструкцию. Первый полёт ракеты, оснащённой гибридным двигателем, спроектированной под руководством С.П. Королева, состоялся 23.05.1934 года.

Преимущества по сравнению с ЖРД: простота конструкции, проще инфраструктура заправки; возможно добавление в топливо порошка химически активных металлов для увеличения как удельного импульса, так и плотности. Преимущества по сравнению с твердотопливными двигателями: более высокий удельный импульс, экологичность, меньшая взрывоопасность - не взрывается от трещин в топливной шашке; топливо не чувствительно к паразитному электрическому заряду и не склонно к самовоспламенению из-за нагрева; ракету можно перевозить, устанавливать без окислителя и заправлять им на месте. Недостатки гибридных ракетных двигателей: топливо оснащено каналами, и потому его плотность не столь высока; невозможно регенеративное охлаждение сопла и топливная завеса (как и в твердотопливных ракетах); удельный импульс меньше чем в ЖРД.

Применение гибридного топлива в ствольных метательных системах в настоящее время не встречается.

Задача данного изобретения - разработка газогенератора:

- 1) простого и надёжного как твердотопливный, и с удельным импульсом как у ЖРД;
- 2) с возможностью использования нескольких компонентов топлива и применения эффекта фазового перехода водорода для достижения ещё большего удельного импульса;
- 3) с применением недорогого и экологичного топлива;
- 4) применимого в ствольных метательных системах и в том числе в легкогазовых мощных пушках с высокой скоростью метания.

Технический результат выражается:

- (1) в увеличении экологичности, надёжности устройства и его производительности;
- (2) в уменьшении стоимости конструкции установки и стоимости топлива.

Технический результат изобретения достигается тем, что гибридный газогенератор содержит камеру сгорания, компоненты топлива в разных агрегатных состояниях и устройство выпуска сгенерированного газа. При этом все компоненты помещены в камеру сгорания. Компоненты топлива в твёрдом агре-

гатном состоянии могут представлять собой как сплошные объёмы, пригодные для продолжительного горения, так и гранулы с большой внешней поверхностью, если требуется большая скорость реакции. Компоненты могут быть сегментированы полностью или частично с применением оболочек. На стенках оболочек могут быть установлены устройства для запуска реакции. При этом компоненты будут вступать в реакцию в определённом порядке для возможности регулирования скорости и мощности реакции.

Для уменьшения нагрева топлива за пределами зоны горения применимы устройства по снижению теплопереноса излучением и турбулентного переноса нагретых масс из зоны горения.

Часть жидкого водорода может использоваться не как горючее, а как топливо с фазовым переходом. Скорость звука в водороде больше, чем в других веществах. Поэтому водород может разогнаться сам и частично разогнать пылевые частицы быстрее, чем любой другой газ. Повышение скорости реактивной струи увеличивает удельный импульс.

Низкая плотность водорода увеличивает размеры устройства. Чтобы увеличить плотность топлива с применением водорода, можно использовать более плотные водородосодержащие компоненты. Это могут быть химические соединения - метан, боразан и т.д. или сорбенты водорода. При получении водорода из метана, который разлагается при 1500°C, попутно выделяется углерод в виде сажи или графита. Чтобы пылевые частицы меньше снижали скорость газов, газогенератор может быть снабжен устройством для уменьшения доли конденсированной фазы в исходящей струе газа.

Наибольшим содержанием водорода обладают бороводороды, особенно диборан. Но они очень опасны, нестабильны и ядовиты. Однако в состоянии глубокой заморозки, как и любое вещество, будут нейтральны. Поэтому перспективно топливо, где компонентами являются азот и боран в конденсированных состояниях. В результате реакции этой пары образуются водород и нитрид бора. Эти вещества неядовиты, поэтому выхлоп будет экологически чистым.

Чертежи

Фиг. 1 - пример конкретного исполнения устройства - гибридный газогенератор как легкогазовая пушка. 1. Камера сгорания с термоизоляцией. 2. Жидкий водород. 3. Кислород в твердом состоянии в гранулах. 4. Воспламеняющий заряд. 5. Ствол. 6. Запускаемый аппарат.

Устройство, приведённое в примере, работает следующим образом: при воспламенении заряда (4), поверхность ближних к заряду гранул кислорода (3) и часть водорода (2) нагреваются и вступают в реакцию. Выделяет тепло и водяной пар. Жидкий водород (2) интенсивно испаряется. Давление возрастает, и запускаемый аппарат (6) начинает движение по стволу (5). Общий объём камеры сгорания со стволом увеличивается. По мере роста температуры всё большее количество гранул кислорода принимают участие в горении.

Этим обеспечивается прогрессивное горение, требуемое для поддержания давления при многократном увеличении объёма за ускоряющимся снарядом. Скорость горения гранул зависит от их размера;

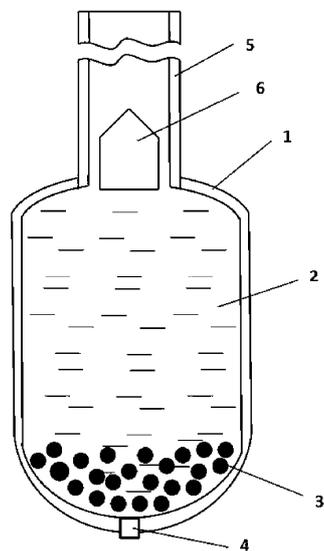
фиг. 2 - пример конкретного исполнения устройства - гибридный газогенератор как ракетный реактивный двигатель. 1. Камера сгорания с термоизоляцией. 2. Жидкий водород. 3. Кислород в твердом состоянии. 4. Компонент топлива из порошка магния (как варианты: из лития, алюминия, или др.) в оболочках, например из пластика. 5. Запускающее устройство, например нить накала. 6. Устройство выпуска с возможностью запирания до пуска реакции, например выпускное отверстие с разрывной мембраной. 7. Сопло. 8. Заправочный штуцер для водорода и дренажный клапан. 9. Заправочный штуцер для кислорода и дренажный клапан. 12. Устройство для снижения нагрева жидкого водорода излучением от зоны горения и уменьшения турбулентного перемешивания, например отражающие, перфорированные пластины. 13. Устройство для снижения нагрева твёрдого кислорода излучением от зоны горения (отражающие пластины). 14. Устройство для уменьшения доли конденсированной фазы в струе газа. Например, электрический вихревой пылеуловитель.

Соотношение объёмов компонентов приведено условно. Скорость преобразования топлива определяют форма, количество отдельных объёмов с компонентами, их взаимное расположение и выходное сечение в устройстве выпуска. Точные расчёты этих параметров по заданным характеристикам газогенератора могут выполняться на основе экспериментов;

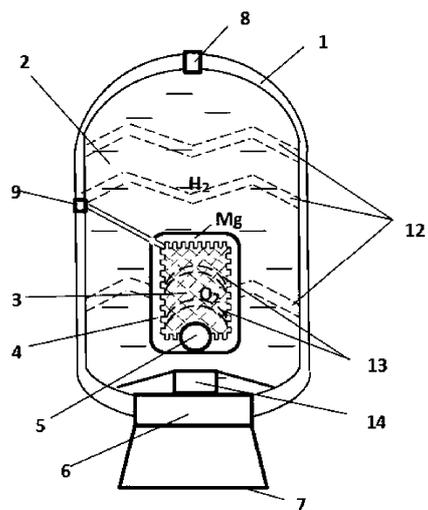
фиг. 3 - устройство, приведённое в примере, работает следующим образом. В первую очередь производится заправка камеры сгорания (1) жидким водородом (2) через штуцер (8). Далее заливается жидкий кислород (3) через штуцер (9). Кислород, окруженный более холодным водородом, переходит в твёрдое состояние. После подготовки компонентов топлива нить накала (5) запускающего устройства прожигает материал оболочки, зажигает магний (4) и кислород. Начинается интенсивное выделение тепла. Между зоной горения и устройством выпуска (6) жидкий водород (2) переходит в газ и частично реагирует с выделяющимся газообразным кислородом. Возникает зона горения (11), которая расширяется до полного сгорания кислорода, металлического порошка, оболочек и части водорода. Давление в камере сгорания (1) возрастает. Разрывная мембрана устройства выпуска (6) разрушается. И газы (15) устремляются в сопло (7), где дополнительно разгоняются и создают реактивную тягу. Часть разогретых газов водорода (10) вырываются как топливо с фазовым переходом. При этом служат тепловой завесой для стенок сопла.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

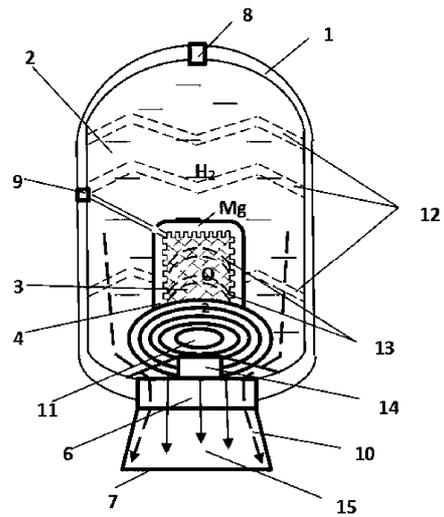
Гибридный газогенератор, содержащий камеру сгорания и устройство выпуска сгенерированного газа, отличающийся тем, что все компоненты топлива расположены в камере сгорания, при этом в камере сгорания агрегатное состояние одного из компонентов топлива отличается от агрегатного состояния другого компонента топлива.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

