

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

КНИГА 1 из 9

ДЕТОНАЦИОННОЕ ГОРЕНИЕ

Ред. 01.04.2024

vihrihaosa.ru

vihrihaosa.wordpress.com

Хаустов Владимир Игоревич

2020 год.

vihrihaosa@mail.ru



г. Череповец.

СОДЕРЖАНИЕ:

№	Наименование	стр. №
1.	Реферат.....	6
2.	Аннотация.....	9
3.	Введение.....	10
4.	Возможности и достоинства детонационных источников энергии.....	12
5.	Новый технологический тренд, начало.....	13
6.	Рациональная классификация детонационных источников энергии.....	19
7.	Конструктивные исполнения детонационных источников энергии.....	22
7.1.	Цилиндрической формы, бесклапанный.....	23
7.2.	Цилиндрической формы, бесклапанный, с полусферическим резонатором.....	27
7.3.	Цилиндрической формы, бесклапанный с сферическим резонатором	29
7.4.	Пульсирующие источники энергии цилиндрической формы в режиме детонационного горения.....	32
7.5.	Цилиндрической формы, одно клапанный с электромагнитным управлением.....	34
7.6.	Цилиндрической формы, одно клапанный с электромагнитным управлением и полусферическим резонатором	36
7.7.	Цилиндрической формы, одно клапанный с электромагнитным управлением и сферическим резонатором на выходе.....	38
7.8.	Цилиндрической формы с механической сверх высокоскоростной системой клапанов торцевого ввода энергоносителей.....	40

7.9.	Цилиндрической формы с механической сверх высокоскоростной системой клапанов объёмного ввода энергоносителей.....	45
7.10.	Спиновый цилиндрической (дисковой) формы с механической высокоскоростной системой клапанов.....	50
7.11.	Цилиндрической формы много трубный, клапанный с механическим управлением.....	55
7.12.	Цилиндрической формы много трубный, клапанный с механическим управлением и полусферическими резонаторами на выходе.....	58
7.13.	Цилиндрической формы много трубный, клапанный с механическим управлением и сферическими резонаторами на выходе	60
7.14.	Цилиндрической формы, много трубный, клапанный с револьверным механическим управлением.....	62
7.15.	Спиновый детонационный источник энергии, клапанный с электромагнитным управлением.....	64
7.16.	Детонационно-резонансный полусферический источник энергии.....	67
8.	Детонационные технологии для различных областей науки и техники.....	77
8.1.	Термобарический способ производства драгоценных камней...	78
8.2.	Термобарический способ разложения химических соединений в волне детонационного горения с дополнительным сжатием...	81
8.3.	Термобарический способ разложения химических соединений в волне детонационного горения.....	88
8.4.	Термобарический способ разложения химических соединений в центре сжатия нескольких волн детонационного горения	94
8.5.	Имплозия волны детонационного горения (способ получения сверхвысоких температур).....	100

8.6.	Многомерная имплозия нескольких волн детонационного горения (способ получения сверхвысоких температур).....	103
8.7.	Детонационно-вихревой дожёг любых дымовых газов.....	106
8.8.	Детонационно-электрический эффект.....	108
8.9.	Детонационная вихре кольцевая газовая пушка очистки вагонов от остатков насыпных грузов	111
8.10.	Мощный лазер на встречных детонационных волнах.....	117
8.11.	Встречное сжатие двух и более волн детонационного горения (способ получения сверхвысоких температур и давлений).....	125
8.12.	Детонационно-вихревой способ скоростного торможения ротора центробежного шахтного.....	129
8.13.	Терморазделительный детонационно-вихревой эффект в классике Ранка-Хилша разделения.....	137
8.14.	Скоростной сверх высокотемпературный пиролиз любых органических отходов (соединений) для целей получения топлива, в том числе и водорода.....	145
8.15.	Многостадийная технология детонационно-вихревого получения сверхвысоких температур	150
8.16.	Детонационно-распылительный способ получения мелко дисперсионных порошков металлов микронного уровня.....	156
8.17.	Вихре кольцевой детонационный способ измерения толщины покрытия стального листа.....	159
8.18.	Детонационный термокинетический способ очистки стального листа от цинкового покрытия.....	163
8.19.	Квазиимпульсная технология напыления защитных покрытий на большие поверхности.....	170
8.20.	Детонационно-центростремительный привод турбины.....	175
8.21.	Детонационный привод лопастей вертолётa.....	178

8.22.	Детонационный привод лопастей вертолѐта на эффекте Коанда.....	181
8.23.	Детонационно-вихревая пушка дистанционного подрыва противопехотных мин.....	183
8.24.	Детонационно-резонаторный эффект образования пары вихревых колец.....	188
8.25.	Термобарический эффект схлопывания в общем центре нескольких волн детонационного горения.....	192
8.26.	Детонационно-вихревая ротационная топка-теплообменник утилизации любых мелко дисперсионных отходов.	196
9.	Дипломы.....	200
10.	Приложение.....	201
11.	Литература.....	202

1. РЕФЕРАТ

Объект исследования:

Управляемое детонационное горение и новые технологии на основе управляемого детонационного горения в промышленности .

В настоящей работе, под управляемым детонационным понимается следующее:

1. Детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С.
2. Детонация в атмосферу нескольких источников с линейным распространением взрывных волн в одну точку сжатия формируют запредельные давления и температуры.
3. При таких температурах в продуктах детонационного горения происходит разрыв прочной связи атомов углерода с атомами кислорода, т.е. термическое разложение CO₂. (зелёная энергетика)
4. При детонации химическая реакция окисления горючего протекает при более высоких значениях температуры и давления за сильной ударной волной, бегущей со сверхзвуковой скоростью.
5. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядка выше дефлаграционного фронта (обычного горения).
6. При прочих равных условиях детонационное сгорание горючей смеси позволяет получить максимальную полезную работу по сравнению с дефлаграционным горением, т.е. позволяет получить максимальный термодинамический КПД.
7. Продукты детонации обладают огромной кинетической энергией.
8. Теплопередача от продуктов детонации к теплоносителю существенно выше, чем при использовании обычного горения, ввиду огромной конвективной составляющей.
9. Снижен расход топлива по сравнению с существующими горелками равной тепловой мощности, т.к. работают в импульсном режиме с частотой от 1 Гц до 1 кГц и выше.

В настоящей работе, под технологиями на основе управляемого детонационного горения понимается следующее:

1. Термобарическое разложение (P,T).
2. Пиролиз (T).
3. Высокотемпературный синтез/разложение элементов.
4. Термоядерный синтез.
5. Генерация электричества.
6. Сверхвысокие температуры.
7. Сверхвысокие давления.
8. Высоко энергетические потоки.
9. Высоко энергетическое лазерное излучение.
10. Мелко дисперсионные порошки микронного уровня.
11. Диагностика толщины покрытия стального листа.

Цель работы:

1. Провести анализ всех существующих источников детонационного горения.
2. Предложить новые типы источников детонационного горения.
3. Разработать универсальную классификацию всех возможных источников детонационного горения.
4. Предложить технологические решения по использованию различных типов источников детонационного горения в различных технологических схемах промышленного производства.

Результат работ.

1. Рассмотрены существующие типы источников детонационного горения.
2. Предложены новые типы детонационных источников работы.
3. Проведены практические работы с различными типами источников детонационного горения.
4. Предложена рациональная классификации существующих и будущих детонационных источников энергии, которые только разрабатываются или даже ещё не придуманы. Особенностью

предложенной рациональной классификации является то, что в ней заложены векторы возможного направления развития будущих идей реализаций детонационного горения.

5. Предлагаются технологии применения различных типов детонационных источников энергии в промышленности на основе использования импульсного или квазиимпульсного / “непрерывного” распространения волн детонационного горения с частотами следования от 1 Гц до 10 кГц, со скоростями распространения 2000-3000 м/с и температурами горения во фронте 3000-3500 °С.
6. Предлагается новый систематизированный технологический тренд - детонационные технологии для промышленности, как актуальные и востребованные направления развития детонационных технологий в энергетике для получения новых материалов, новых технологиях, экологии, диагностике и т.п.

2. АННОТАЦИЯ

Предлагается новый систематизированный технологический тренд - детонационные технологии для промышленности.

Новый технологический тренд - это актуальные и востребованные направления развития детонационных технологий в энергетике для получения новых материалов, новых технологиях, экологии, диагностике и т.п.

В русле тренда предлагаются различные направления применения детонационных технологий в промышленном производстве на основе использования импульсного или квазиимпульсного / “непрерывного” распространения волн детонационного горения с частотами следования от 1 Гц до 10 кГц, со скоростями распространения 2000-3000 м/с и температурами горения во фронте 3000-3500 °С.

В русле тренда предлагается рациональная классификации существующих и будущих детонационных источников энергии, которые только разрабатываются или ещё не придуманы для использования в различных технологических процессах промышленного производства. Главное - в структуре рациональной классификации заложены векторы возможного направления развития будущих идей.

3. ВВЕДЕНИЕ

Всем известно, что детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С.

Согласитесь - довольно заманчивые температурные и скоростные характеристики для целей использования в промышленном производстве.

К сожалению, в настоящее время технологии использования таких характеристик в промышленности почти не используются, не развиваются и не систематизируются. Единственное, где такие технологии “живут” – это только оборонка. Но об этом мы говорить не будем.

В настоящее время в практическом плане в промышленности нашла развитие и успешно используется только одна такая технология, которая связана с порошковым напылением промышленных покрытий. В качестве идей начинают предлагаться технологии утилизации отходов продуктами детонационного горения.

Анализ в открытом доступе такой информации показал, что предлагаемые технологии не рассматривают сами источники волн детонационного горения. Широко рассматриваются только различные способы формирования и ввода продуктов для детонационного воздействия и выходные способы кинетики или высокотемпературного горения (пиролиза).

Во всех публикациях сами источники волн детонационного горения энергии постулируются как данность, как сама простота. Считается, что детонационная труба, это безальтернативный вариант. Что в такой трубе для определённых геометрических характеристик достаточно сформировать определённую стехиометрическую топливовоздушную смесь, инициировать высокоэнергетическую волну детонационного горения, повторить процесс и это предел развития.

Оказывается, что всё намного сложнее, заманчивее и интереснее.

На основании Выше изложенного предлагается новый технологический тренд - детонационные технологии для промышленности.

Применительно к теоретическим вопросам предлагаемого тренда - это относится к рациональной классификации существующих и будущих детонационных источников энергии, которые только разрабатываются или ещё не придуманы.

Применительно к практическим вопросам реализации предлагаемого тренда - это относится к:

- Конструктивные решения, особенности, достоинства и недостатки различных типов детонационных источников энергии.
- Термобарическое разложение (P,T).
- Пиролиз (T).
- Высокотемпературный синтез.
- Термоядерный синтез.
- Генерация электричества.
- Сверхвысокие температуры.
- Сверхвысокие давления.
- Высоко энергетические потоки.
- Высоко энергетическое лазерное излучение.
- Мелко дисперсионные порошки микронного уровня.
- Диагностика толщины покрытия стального листа.
- и т.п.

Другие не поименованные идеи тренда после соответствующей проработки будут добавлены позже после отдельных публикации на соответствующих интернет площадках.

4. ВОЗМОЖНОСТИ И ДОСТОИНСТВА ДЕТОНАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.

Управляемое детонационное горение имеют следующие неоспоримые преимущества:

1. Детонация в атмосфере от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С.
2. Детонация в атмосфере нескольких источников с линейным распространением взрывных волн в одну точку сжатия формируют запредельные давления и температуры.
3. При таких температурах в продуктах детонационного горения происходит разрыв прочной связи атомов углерода с атомами кислорода, т.е. термическое разложение CO₂. (зелёная энергетика)
4. При детонации химическая реакция окисления горючего протекает при более высоких значениях температуры и давления за сильной ударной волной, бегущей со сверхзвуковой скоростью.
5. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядка выше дефлаграционного фронта (обычного горения).
6. При прочих равных условиях детонационное сгорание горючей смеси позволяет получить максимальную полезную работу по сравнению с дефлаграционным горением, т.е. позволяет получить максимальный термодинамический КПД.
7. Продукты детонации обладают огромной кинетической энергией.
8. Теплопередача от продуктов детонации к теплоносителю существенно выше, чем при использовании обычного горения, ввиду огромной конвективной составляющей.
9. Снижен расход топлива по сравнению с существующими горелками равной тепловой мощности, т.к. работают в импульсном режиме с частотой от 1 Гц до 1 кГц и выше.

Заявленные энергетические характеристики детонационных источников энергии позволяют на много эффективнее решать задачи в различных областях науки и техники. Для этих целей актуален новый систематизированный технологический тренд - детонационные технологии для промышленности.

5 НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНД, НАЧАЛО.

Опубликован 25.11.2020 года.

Ссылка: [Первая идея по дефлаграционному горению, предложенная в 1999 году компании МАККИНЗИ](#)

В 80-х годах прошлого века обратил внимание на одну интересную идею полусферического реактивного двигателя, автором которой являлся руководитель авиамодельного кружка дворца пионеров г. Благовещенска Попов Николай Иванович. Такой двигатель он планировал применить для привода лопастей вертолёт в качестве альтернативы прямооточному реактивному двигателю, который на относительно малых скоростях мало эффективен и не экономичен.

Схематически такой полусферический реактивный двигатель представлен на рис. № 5.1.



Рис. № 5.1. Полусферический реактивный двигатель, предложен Поповым Николаем Ивановичем.

Основа двигателя – стальная полусфера. Полусфера по диаметру окружена кольцевым соплом, которое заканчивается воздухозаборником. Посредине полусферы – топливная форсунка.

На основании заявленного, в 1999 году компании МАККИНЗИ была предложена простейшая конструкция дозвуковой

дефлаграционной радиально-аксиальной горелки согласно рис. № 5.2 для проведения опытно-конструкторских работ (ОКР) в нагревательном оборудовании.

МАККИНЗИ в те времена занималась оптимизацией, в том числе и нагревательного оборудования одной металлургической компании РФ.

**ПОЛУСФЕРИЧЕСКАЯ ГАЗОВАЯ ГОРЕЛКА,
ПРЕДЛОЖЕННАЯ В 1999 ГОДУ КОМПАНИИ МАККИНЗИ.**

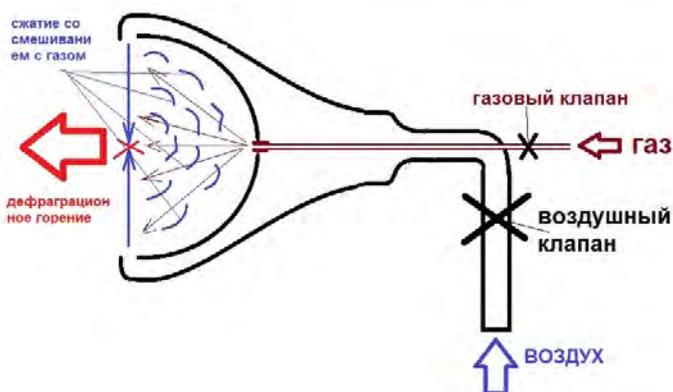


Рис. № 5.2. Полусферическая дефлаграционная газовая горелка

Предполагалось, что такая конструкция горелки более эффективно будет сжигать топливоздушную смесь. Уменьшится расход газа.

Такое заключение основывалось на простом явлении, которое известно, но до конца не объяснено. Если взять обычный баллон со сжатым воздухом и пустить через кольцевое сопло в фокус полусферы, то на выходе энергетические характеристики потока вырастут процентов на 10.

Предположительно это связано с следующими друг за другом волнами сжатия и разряжения. На крутильных весах этот эффект проявляется небольшим увеличением силы тяги.

В конструктивном плане основа горелки, это стальная полусфера. Полусфера по диаметру окружена кольцевым соплом, которое заканчивается воздухозаборником. Посредине полусферы – газовая форсунка. В такой схеме прослеживается простая зависимость эффективности работы горелки от:

- Расхода газа,
- Расхода воздуха,
- Проходного сечения сопла.

Опытно-конструкторские работы по проверке идеи можно было достаточно просто организовать. Газ смешивается с воздухом в полусфере в момент его радиального сжатия в фокус. Происходит поджог готовой топливовоздушной смеси. Формируется направленная дозвуковая волна дефлаграционного горения топливовоздушной смеси. При покидании полусферы в ней формируется разряжение, в которое подаётся газ и воздух. Далее цикл повторяется.

Предположения:

1. Предполагалось, что за счёт выше поименованного явления тепловая эффективность горелки увеличится на 10%.
2. Предполагалось, что за счёт пульсирующего сгорания газа его потребление снизится минимум на 10 %.

К сожалению заявленная идея в 1999 году не получила дальнейшего развития, т.к. МАККИНЗИ сочла идею - околонуучным бредом!

Дальнейшие опытно-конструкторские работы проводились собственными силами для целей подтверждения заявленных выше предположений.



Рис. № 5.3. Внешний вид дефлаграционной полусферической горелки.

Тестировалась одна горелка (см. рис. № 5.3), в двух ниже поименованных режимах при одинаковом расходе воздуха и газа. Особенность работы заключается в том, что пульсации в заявленной горелке начинают проявляться только с определённого значения уровня расхода первичного воздуха горения. Такое значение в экспериментах для ниже поименованных случаев было выбрано одинаковым. Т.е. можно сказать, что при относительно небольшой скорости радиального истечения воздуха из сопла не происходит повышение давления в фокусе сферы до уровня формирования следующих друг за другом волн сжатия и разряжения. И как следствие, горелка превращается в классическую проточную горелку с худшими характеристиками, связанными с дополнительными потерями на поворот воздушного потока на 90 градусов.

РЕЖИМ 1.

Классический прямоточный подвод воздуха горения (режим работы классической прямоточной горелки). Воздушное кольцевое сопло имеет проходное сечение, не формирует строго радиальный поток. Формируется аксиальный воздушный поток для смешивания с газом согласно классике прямоточных современных горелок.

РЕЖИМ 2.

Радиальный подвод воздуха горения (режим работы заявленной аксиально-радиальной горелки). Воздушное кольцевое сопло имеет проходное сечение, которое формирует радиальный поток с последующим формированием волн сжатия/разряжения в фокусе сферы. Замечание – пульсации начинают проявляться только с определённого значения уровня расхода первичного воздуха горения.

Результаты экспериментов подтвердили все заявленные выше предположения.

В последствии конструкция горелки была незначительно доработана. Это было связано с местом подвода газа и воздуха для использования в каком – либо специальном технологическом процессе производства.

Варианты исполнения газовой горелки с центральным подводом газа представлен на рис. № 5.4.

ПОЛУСФЕРИЧЕСКАЯ ДЕФЛАГРАЦИОННО-РЕЗОНАНСНАЯ ГАЗОВАЯ ГОРЕЛКА

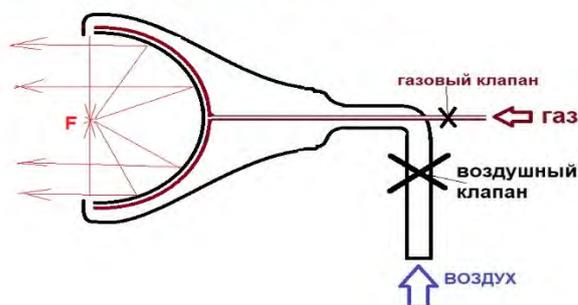


Рис. № 5.4. Полусферическая дефлаграционно-резонансная газовая горелка.

Если для технологических целей нужен ввод в фокус полусферы дополнительных мелкодисперсных продуктов, например, для пиролиза и т.п., то конструктивное исполнение дефлаграционно-резонансной горелки представлено согласно рис. № 5.5.

ПОЛУСФЕРИЧЕСКАЯ ДЕФЛАГРАЦИОННО-РЕЗОНАНСНАЯ ГАЗОВАЯ ГОРЕЛКА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ВВОДОМ В ФОКУС ГОРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

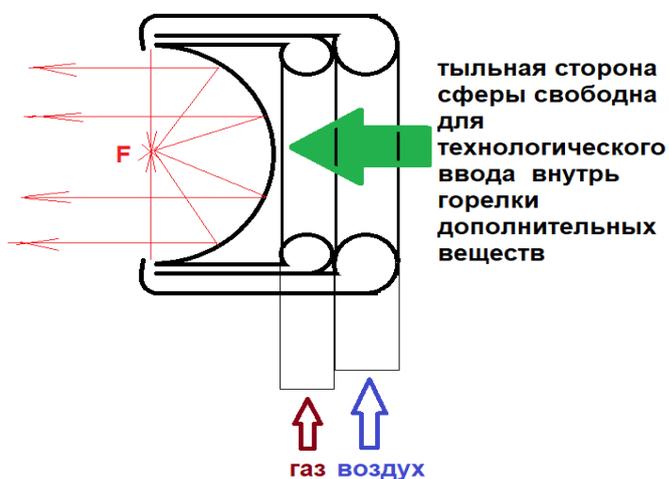


Рис. № 5.5. Полусферическая дефлаграционно-резонансная горелка с дополнительным вводом в фокус горения различных веществ.

Варианты дефлаграционного горения в зависимости от режимов работы горелки представлены на рис. № 5.6

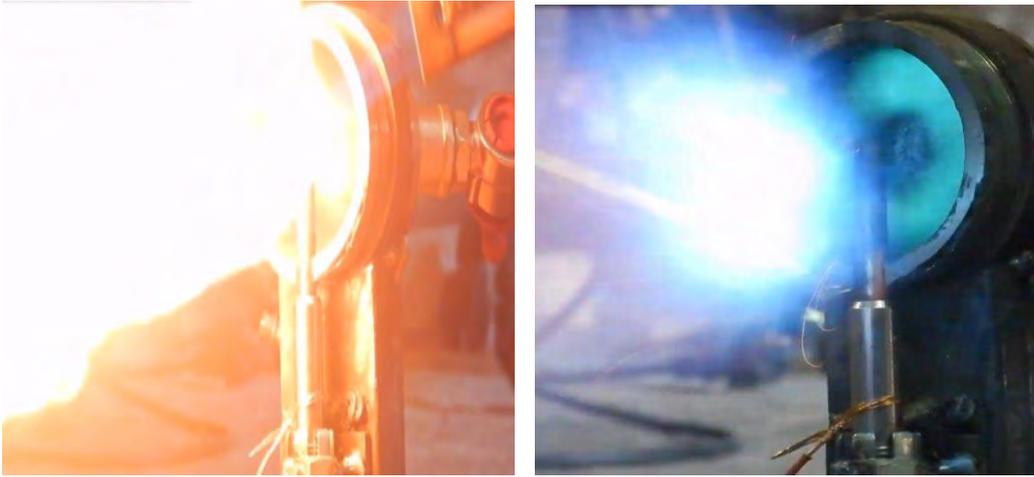


Рис. № 5.6. Варианты дефлаграционного горения в зависимости от режимов работы горелки

К сожалению такие типы дефлаграционно-резонансных горелок не получили дальнейшего развития по объективным причинам.

Эффективность дозвуковых горелочных устройств в любом случае ограничена физическими законами дозвукового горения.

Это значит, что заявленная дефлаграционно-резонансная горелка хоть и более эффективна, чем классические горелки различных конструктивных исполнений (вихревые, полно проточные и т.п.), но в любом случае ограничена физическими законами дозвукового горения.

Выход один! Нужно переходить от дозвукового горения к сверхзвуковому управляемому детонационному горению.

Таким образом в 1999 году благодаря некомпетентности компании МАККИНЗИ в этом вопросе была заложена основа предлагаемого в настоящее время нового технологического тренда в промышленности.

6 РАЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕТОНАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.

Опубликована 08.05.2022 года.

Ссылка: [Рациональная классификация детонационных источников энергии.](#)

Предлагается рациональная классификации существующих и будущих детонационных источников энергии, которые только разрабатываются или ещё не придуманы для использования в различных технологических процессах промышленного производства.

В структуре рациональной классификации заложены векторы возможного направления развития таких идей.

Такая классификация позволит оценить конструктивные исполнения, технические возможности, достоинства и недостатки различных типов детонационных источников энергии и увидеть вектор возможного дальнейшего развития.

Классификация основывается с учётом следующих признаков:

1. Геометрические признаки. Характеризуют формы камер, в которых происходит детонационное горения топливовоздушной смеси. Все детонационные источники энергии по данному признаку разделяются на:
 - Детонационные источники энергии цилиндрической формы
 - Детонационные источники энергии полусферической формы.
2. Конструктивные признаки формирования топливовоздушной смеси для детонационного горения. Характеризуют способы и места ввода топливовоздушной смеси непосредственно внутрь камеры детонационного горения. Все детонационные источники энергии по данному признаку разделяются на:
 - Бесклапанные.
 - Одно клапанные с механическим управлением.
 - Одно клапанные с электромагнитным управлением.

- Много клапанные с механическим управлением (сверхвысокоскоростные).
- Много клапанные электромагнитным управлением (сверхвысокоскоростные).

Для каждого типа детонационного источника энергии характерны определённые частоты следования волн детонационного горения и как следствие - энергетические характеристики.

На основании выше изложенного предлагается следующая классификация (классификационные решения) всех детонационных источников энергии с визуализацией возможных дальнейших направлений векторов развития таких источников энергии.

В таблице № 6.1 такими векторами развития конструктивного исполнения будущих детонационных источников энергии являются пустые ячейки.

Таблица № 6.1

ФОРМА / СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ		ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ			D) ПОЛУСФЕРИЧЕСКИЕ, ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ И Т.П.	
		A) 1 ЦИЛИНДР	1-n ЦИЛИНДР			
		В) АКСИАЛЬНЫЕ.	С) КОАКСИАЛЬНЫЕ			
ОДНОКЛАПАНЫЕ	1. БЕСКЛАПАНЫЙ	Частота - 1 Гц. Частота 100 Гц.		Частота - 2 Гц 	Частота - 1 кГц, ДЕТОНАЦИОННО-РЕЗОНАНСНЫЙ 	
		Частота - 100 Гц ПУЛЬСИРУЮЩИЙ	Частота - 10 Гц 			
	2.ЛО ВОЗДУХУ					
	3.ЛО ТОПЛИВУ					
	4.ЛО ТОПЛИВУ И ВОЗДУХУ	Частота - 100 Гц ПУЛЬСИРУЮЩИЙ 	Частота - 2 Гц 			
	5.ЛО ВОЗДУХУ	Частота - 100 Гц 	Частота - 100 Гц 			
	6.ЛО ТОПЛИВУ	Частота - 100 Гц 	Частота - 100 Гц 			
	7.ЛО ТОПЛИВУ И ВОЗДУХУ	Частота - 100 Гц 	Частота - 100 Гц 			
	С МЕХАНИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ (СВЕРХВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ)	8.ЛО ВОЗДУХУ	Частота - 1 кГц 	Частота - 1 кГц 	Частота - 1 кГц 	
		9.ЛО ТОПЛИВУ				
		10.ЛО ТОПЛИВУ И ВОЗДУХУ	Частота - 1 кГц 	Частота - 1 кГц 	Частота - 1 кГц 	
		11.ЛО ВОЗДУХУ	Частота 1-10 кГц. 	Частота 1-10 кГц. 	Частота 1-10 кГц, СПИНОВЫЙ 	
		12.ЛО ТОПЛИВУ	Частота 1-10 кГц. 	Частота 1-10 кГц. 	Частота 1-10 кГц, СПИНОВЫЙ 	
13.ЛО ТОПЛИВУ И ВОЗДУХУ		Частота 1-10 кГц. 	Частота 1-10 кГц. 	Частота 1-10 кГц, СПИНОВЫЙ 		

7. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ ДЕТОНАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.

Заявленные в настоящем разделе конструктивные исполнения различных типов источников волн детонационного горения предназначены для использования в технологических процессах следующих особенностей детонационного горения, недостижимые для классики дефлаграции:

- Детонация в атмосфере от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С.
- Детонация в атмосферу нескольких источников с линейным распространением взрывных волн в одну точку сжатия формируют запредельные давления и температуры.
- При таких температурах в продуктах детонационного горения происходит разрыв прочной связи атомов углерода с атомами кислорода, т.е. термическое разложение CO₂. (зелёная энергетика)
- При детонации химическая реакция окисления горючего протекает при более высоких значениях температуры и давления за сильной ударной волной, бегущей со сверхзвуковой скоростью.
- Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядка выше дефлаграционного фронта (обычного горения).
- При прочих равных условиях детонационное сгорание горючей смеси позволяет получить максимальную полезную работу по сравнению с дефлаграционным горением, т.е. позволяет получить максимальный термодинамический КПД.
- Продукты детонации обладают огромной кинетической энергией.
- Теплопередача от продуктов детонации к теплоносителю существенно выше, чем при использовании обычного горения, ввиду огромной конвективной составляющей.
- Снижен расход топлива по сравнению с существующими горелками равной тепловой мощности, т.к. работают в импульсном режиме с частотой от 1 Гц до 1 кГц и выше.

7.1. (А.1) ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, БЕСКЛАПАННЫЙ.

Традиционные импульсные детонационные источники энергии представляют собой длинные трубы, по которым с небольшой частотой следуют ударные волны. Из-за низкой частоты следования ударных волн время, в течение которого происходит сжигание топлива, по сравнению с характерным временем цикла, мало. В результате, несмотря на высокий КПД собственно детонационного сжигания - общий КПД таких конструкций низкий.

Рассмотрим классический импульсный детонационный источник энергии цилиндрической формы согласно рис. № 7.1.1.

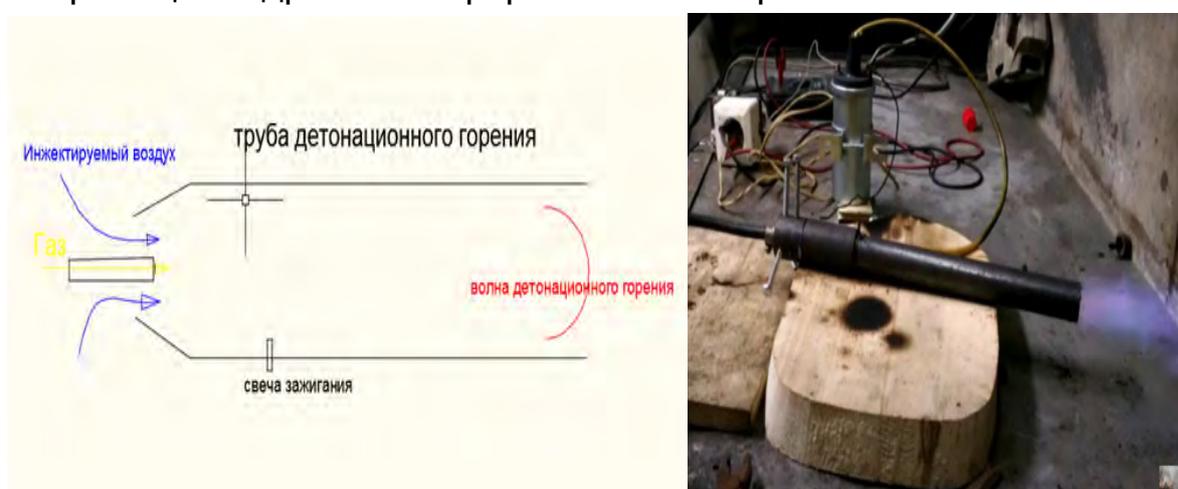


Рис. № 7.1.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, бесклапанный.

Известно, что при горении любой топливно-кислородной смеси в трубе происходит переход горения в детонацию. В этом случае перед фронтом пламени движется исходная смесь, которая турбулизируется стенками трубы, что приводит к увеличению поверхности горения, т. е., в конечном счете, к непрерывному ускорению фронта пламени. Ускоряющееся пламя образует перед собой ударную волну, которая при достижении соответствующих параметров возбуждает детонацию не сгоревшей смеси.

При этом детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С.

Особенность цилиндрических источника в том, что из-за низкой частоты следования ударных волн время, в течение которого происходит сжигание топлива, по сравнению с характерным временем цикла, мало. В результате, несмотря на высокий КПД собственно детонационного сжигания — общий КПД таких конструкций низкий.

В конструктивном плане традиционный импульсный детонационный источник энергии представляет собой трубчатую полость, открытую с обеих сторон, см. рис. № 7.1.2. На входе монтируется инжекционный конусный смеситель (4), далее стабилизатор (7) и после него – камера быстрого горения/детонации (11).

Принцип работы схож с принципом работы пульсирующего бесклапанного реактивного двигателя за одним исключением — в трубе распространяется волна детонационного горения.

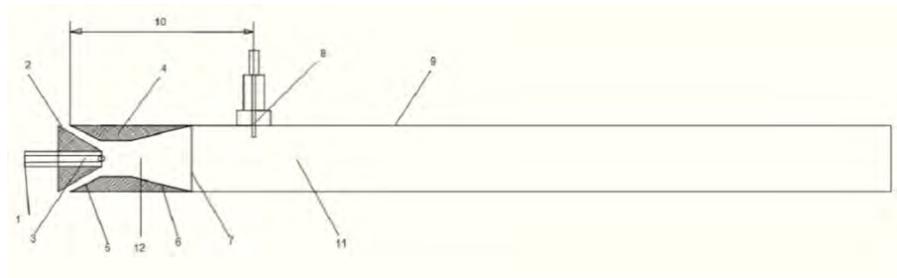


Рис. № 7.1.2. Импульсный детонационный источник энергии трубчатой формы.

Где:

- 1 – патрубок подвода газа.
- 2 – вход воздуха.
- 3 – газовая форсунка.
- 4 – инжекционный смеситель (эжектор).
- 5 – конфузор смесителя.
- 6 – диффузор смесителя.
- 7 – стабилизатор (сетка из нержавеющей стали).
- 8- Электроискровая свеча зажигания.
- 9 – труба (корпус).
- 10- оптимальное расстояние установки свечи для инициации быстрого горения.
- 11- камера быстрого горения (детонации).
- 12 – камера смешивания топливовоздушной смеси.

Корпус устройства разделён на две зоны.

1. Зона подготовки топливовоздушной смеси (12).
2. Зона горения (11).

В зоне подготовки топливовоздушной смеси происходит смешивание горючего газа и окислителя (воздуха) с помощью классического инжекционного смесителя (эжектора).

В инжекционном смесителе горючий газ, который истекает из сопла с большой скоростью обладает большим запасом кинетической энергии. За счет энергии газа в эжектор засасывается воздух и осуществляется процесс смесеобразования. Это одно из наиболее совершенных смесительных устройств, обеспечивающих полное выравнивание полей концентраций горючего и окислителя.

Стабилизатор, который отделяет зону подготовки топливовоздушной смеси и зону быстрого горения обеспечивает устойчивое полное предварительное смешивание воздуха и газа.

Для инициации быстрого горения используется классическая свеча зажигания.

Характеристики работы, поддержание его автоколебательного режима детонации топливовоздушной смеси осуществляется путём изменения частоты пробоя искрового разряда свечи зажигания с частотой до единиц Гц.

Исходя из выше изложенного были проведены практические работы в области конструкций традиционного импульсного детонационного источника энергии, связанные с различными длинами труб, места инициации детонации, способа подвода и способы подготовки топливовоздушной смеси.

Опытным путём установлено, что детонация возможно только, если свеча зажигания устанавливается на длине не более L (длина трубы) /4 от начала. Было подтверждено, что из-за низкой частоты следования ударных волн (единицы Гц) время, в течение которого происходит сжигание топлива, по сравнению с характерным временем цикла, мало. В результате, несмотря на высокий КПД собственно детонационного сжигания — общий КПД таких конструкций низкий.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (1 Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.2. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, БЕСКЛАПАННЫЙ, С ПОЛУСФЕРИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ НА ВЫХОДЕ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ - А.1.

Одним из способов увеличения собственного КПД детонационного сжигания, и как следствие, общего КПД — является применение дополнительного “центростремительного” сжатия детонационной волны с выхода классической трубы детонационного горения.

Принцип работы основывается в том числе и на явлении, которое проявляется в том, что если взять обычный баллон со сжатым воздухом и пустить через кольцевое сопло в полусферический рефлектор (резонатор), то на выходе энергетические характеристики потока вырастут даже при отсутствии горения, без использования топлива. Это явление до сих пор до конца не объяснено.

Схема детонационного источника энергии цилиндрической формы, бесклапанного, с полусферическим резонатором на выходе представлена на рис. № 7.2.1.

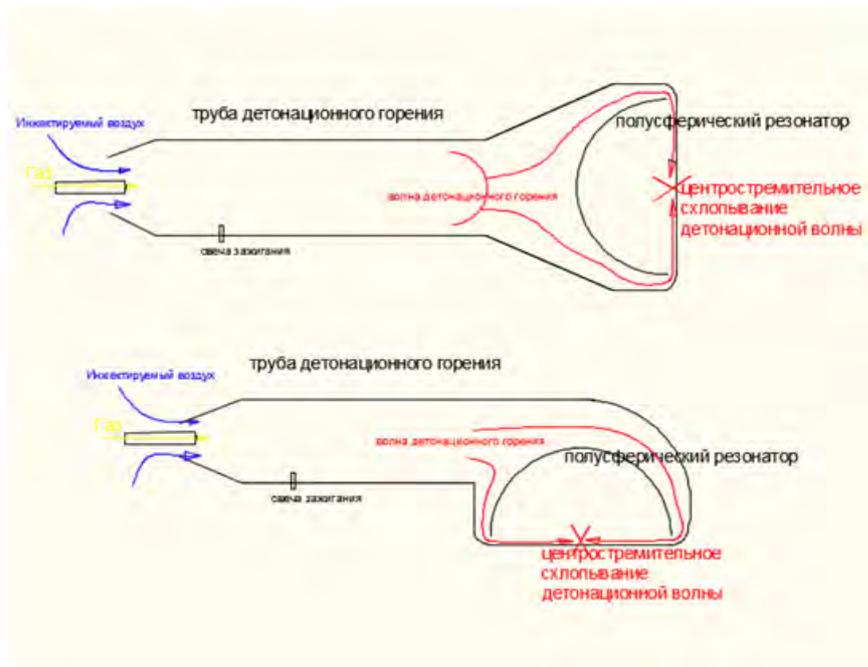


Рис. № 7.2.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, бесклапанный, с полусферическим резонатором на выходе.

В детонационной трубе формируется с помощью инжекции воздуха газом топливовоздушная смесь, которая поджигается.

Происходит классическое детонационное горение. На выходе классической трубы детонационного горения фронт волны при распространении меняет своё направление с прямолинейного на условно называемое — “центростремительное”.

Благодаря использованию дополнительного полусферического резонатора в его центре, так называемого схлопывания (центростремительного сжатия), формируются сверх высокие давления и температуры, повышающие КПД единичного импульса детонационного горения.

Были проведены ОКР с детонационным источником энергии цилиндрической формы с полусферическим резонатором на выходе, см. рис. № 7.2.2.



Рис. № 6.2.2. Внешний вид детонационного источника энергии цилиндрической формы с полусферическим резонатором на выходе.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (1 Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.3. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, БЕСКЛАПАННЫЙ, С СФЕРИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ НА ВЫХОДЕ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ - А.1.

Для целей повышения КПД детонационного горения предлагается конструкционным решением дополнительно сжимать фронт детонационного горения ТВС. Таким конструкционным решением будет являться сфера, установленная на выходе детонационной трубы согласно рис. № 7.3.1.



Рис. № 7.3.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, бесклапанный, с сферическим резонатором на выходе.

Сама сфера в данном случае может выступать в роли резонатора мгновенного действия. Под «мгновенным действием» подразумеваем совершение и усиление одного периода колебания резонатора за время, не большее периода колебания возмущающей силы, т.е. детонационной волны.

Были проведены ОКР с таким типом источника детонационного горения согласно рис. № 7.3.2.

В конструктивном плане идея для проверки реализована в следующем виде. Стальной шар диаметром 60 мм с сопловым отверстием 25 мм на конце детонационной трубы диаметром 32 мм согласно рисунку, заявленного ниже. Готовая воздушно газовая смесь подается в детонационную трубу через стальной патрубков внутренним диаметром 18 мм от газовой горелки с пьезоподжигом. Газ — стандартный картридж пропан + изобутан в соотношении 70:30. Давление в баллоне (картридже) 3,5 Атм. Инициация детонационного горения осуществляется искрой пьезоподжига газовой горелки с максимально достижимой частотой 2 Гц.

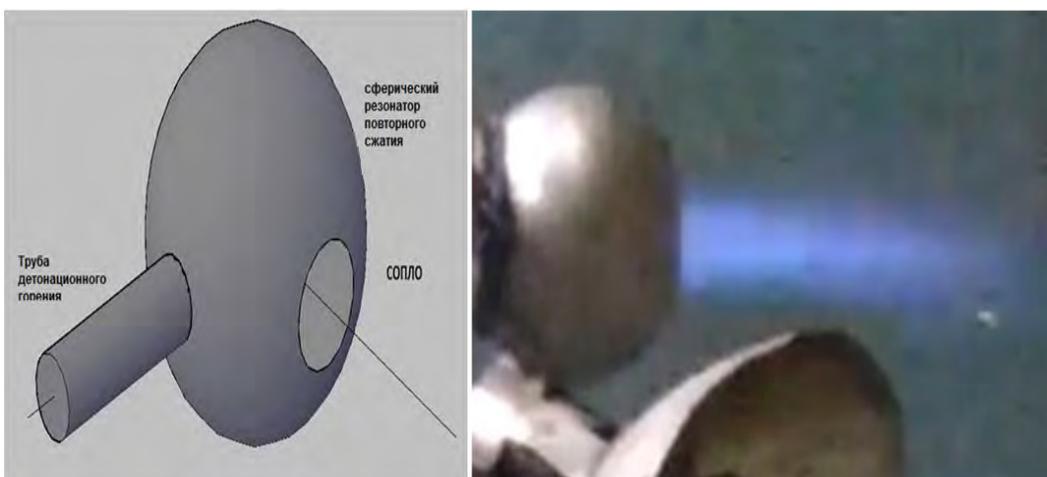


Рис. № 7.3.2. Работа детонационного источника энергии цилиндрической формы с сферическим резонатором на выходе.

Экспериментальным путём установлен оптимальный диаметр в 30 мм так называемого сопла для сферы диаметром 60. При этом зафиксированы следующие характеристики (особенности) работы источника детонационной энергии:

1. Длина детонационного сходящегося клина (факела) = $5 \cdot D$ сопла (мм.) = 150 мм.
2. Формируются одновременно два вихревых кольца. Первичное распространяется прямолинейно и на расстоянии 1 метр сбивает прямоугольную деревянную тестовую пластину размером $70 \cdot 70 \cdot 20$ мм, весом 70 грамм.
3. Диаметр первичного вихревого кольца на расстоянии 1 метр от сопла – 100 мм. Визуализация кольцевого следа в дыму представлена здесь: <https://www.youtube.com/watch?v=tGGMn52PV7A>. Угол расширения вихревого кольца – 0,4 градуса.
4. Зафиксирован необычный эффект – формирование одновременно с первичным вихревым кольцом — второго вихревого кольца с углом расширения примерно 150 градусов. При этом поперечное сечение расширяющегося вихревого кольца на длине расширения от 0 до 1 метра – не увеличилось и составило 10 мм. Визуализация дымового кольца представлена здесь: <https://www.youtube.com/watch?v=qwdxhVWTT-M> .

При зажигании (инициации) топливовоздушной смеси происходит образование фронта детонационной волны. При распространении в

сферическом резонаторе, отразившись от внутренней поверхности фронт волны формирует обратную волну сжатия, сходящуюся в фокусе сферы.

Обратная волна сжатия в сфере является тем источником дополнительной энергии, которая позволяет формировать на остром срезе сопла как два сверхвысокоскоростных вихревых кольца, так и сверхзвуковое истечение продуктов детонационного горения со сверхвысокой температурой.

Таким образом, повышается КПД единичного импульса детонационного горения.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (1 Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.4. КЛАССИЧЕСКИЕ ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ В РЕЖИМЕ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ - А.1-4.

Известно, что классические пульсирующие клапанные и бесклапанные источники энергии работают в режиме дефлаграционного горения, поэтому не рассматривается в качестве детонационного источника энергии.

Такие источники энергии широко представлены в открытых источниках применительно к принципам работы, конструктивным решениям и т.п. согласно рис. № 7.4.1.

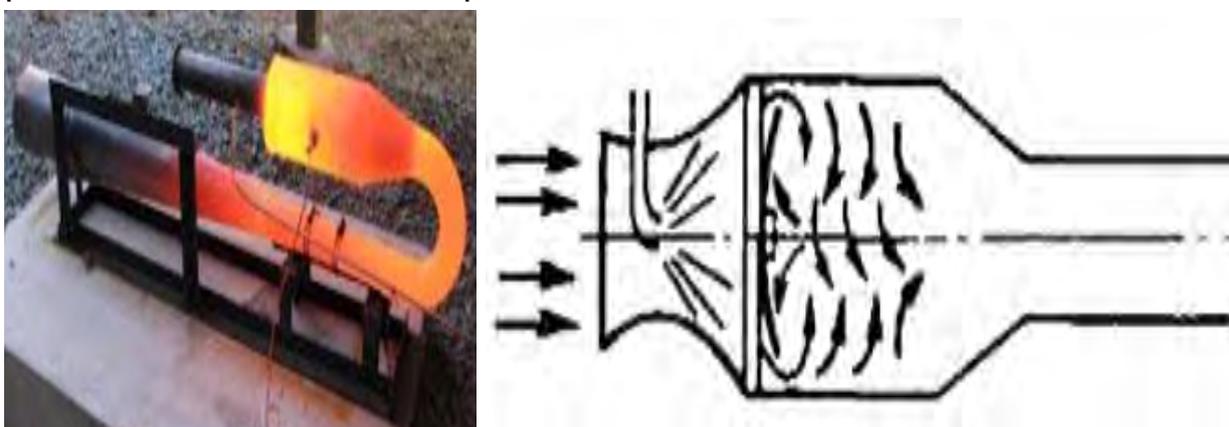


Рис. № 7.4.1. Классические пульсирующие источники энергии цилиндрической формы в режиме детонационного горения.

Остаётся открытым только один вопрос. Как изменить работу таких источников с дефлаграционного горения на детонационное?

Режим работы (горения) зависит только от предварительной подготовки топлива.

“Холодное” не подготовленное топливо обеспечивает классический дефлаграционный режим работ источника энергии.

Для того, чтобы классически работающий пульсирующий источник энергии работал в режиме детонационного горения – топливо для горения необходимо подготовить, т.е. предварительно разложить на высокоактивные легко детонирующие составляющие.

Здесь можно привести характерный пример работы полусферического резонансного источника энергии в двух режимах горения - в дефлаграционном и детонационном, в зависимости от того, какое топливо используется для горения:

- Дефлаграционное горение “холодного” не подготовленного топлива – [ССЫЛКА](#).
- Детонационное горение предварительно разложенного на высокоактивные легко детонирующие составляющие топлива – [ССЫЛКА](#).

В идеале, первичное топливо необходимо полностью разложить на простые, высоко энергетические летучие составляющие, которые достаточно легко подвержены детонационному горению. Такими являются в первую очередь H_2 , C_2H_2 , CO с температурами более 1000 градусов.

Практически реализовать полное разложение топлива теоретически возможно, но практически чрезвычайно трудно.

Все работы в данном направлении основываются на предварительном высокотемпературного нагрева первичного топлива без доступа кислорода. Происходит разложением топлива на высокоактивные составляющие.

Наиболее подробно практические способы подготовки топлива к детонационному горению рассмотрены в разделе 6.16 – детонационно-резонансные горелки с полусферическим резонатором

Вариант выбора способа в данном случае зависит от энергетической эффективности детонационно-резонансной горелки для конкретных технологических целей.

Таким образом классические пульсирующие клапанные и бесклапанные источники энергии в случае замены так называемого “холодного” топлива на подготовленное, разложенное на простые, высоко энергетические летучие легко детонируемые составляющие-полноценно работают в режиме детонационного горения.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая частота работы - 100 Гц.
- Высокий КПД.

НЕДОСТАТКИ:

- Требуется предварительная подготовка топлива (пиролиз) для детонационного горения.

7.5. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, ОДНОКЛАПАННЫЙ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ –А.5-7

Одним из способов увеличения общего КПД является повышение следования ударных волн (частоты детонационного горения).

Это обеспечивается за счёт подачи под высоким давлением отдельно топлива и отдельно воздуха.

Схема работы представлена на рис. № 7.5.1.

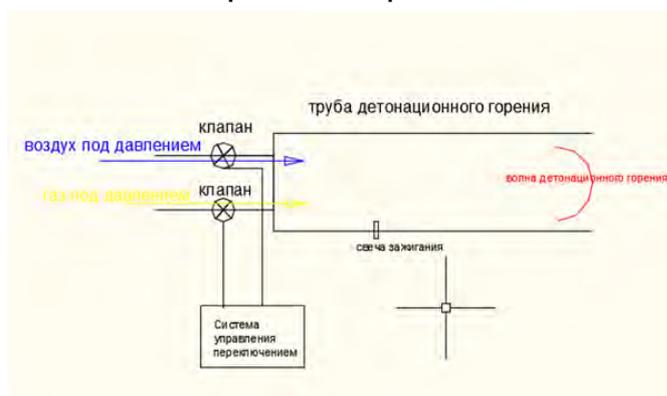


Рис. № 7.5.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, одно клапанный с электромагнитным управлением

Для этих целей рассмотрим закрытую с одной стороны детонационную трубу. К стенке трубы патрубками под большим давлением подаётся отдельно топливо (газ) и воздух. Регулировка подачи осуществляется отдельно клапанами согласно формирования периодически оптимального соотношения воздух/газ для детонации при заданной частоте её следования.

Такая конструкция позволяет в разы увеличить частоту следования детонационных волн и как следствие увеличить общий КПД источника.

ДОСТОИНСТВА:

- Частота следования волн детонационного горения – не более 100 Гц.

НЕДОСТАТКИ:

- Для каждого цикла детонационного горения камеру необходимо продуть, затем заполнить свежей топливно-воздушной смесью, и инициировать волну детонационного горения. Такая циклическая работа ограничивает максимальную практическую частоту работы порядка 100 Гц.
- В некоторых конструкциях необходима продувка камеры инертным газом из-за того, что в детонационной камере застаиваются некоторые остаточные продукты сгорания, мешающие следующему циклу детонации. Этот процесс дополнительно ограничивает рабочую частоту примерно до 50 Гц .
- Необходима система синхронизации в работе клапанной арматуры и инициацией детонационных волн путём применения датчика давления (обратной связи).

7.6. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, ОДНО КЛАПАННЫЙ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И ПОЛУСФЕРИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ НА ВЫХОДЕ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – А.5-7

Одним из способов увеличения общего КПД является повышение следования ударных волн (частоты детонационного горения).

Рассмотрим закрытую с одной стороны детонационную трубу. В стенке трубы патрубками под большим давлением подают отдельно топливо (газ) и воздух. Регулировка подачи осуществляется отдельно клапанами согласно формирования периодически оптимального соотношения воздух/газ для детонации при заданной частоте её следования, см. рис. № 7.6.1.

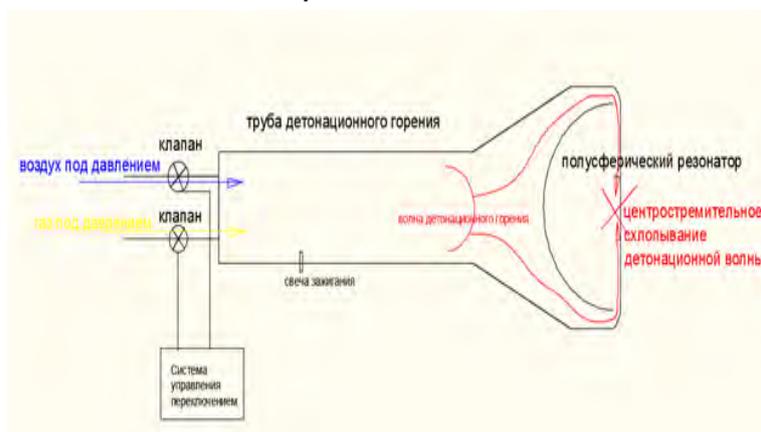


Рис. № 7.6.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, одно клапанный с электромагнитным управлением и полусферическим резонатором на выходе.

Благодаря использованию дополнительного полусферического резонатора в его центре так называемого схлопывания (центростремительного сжатия) формируются сверх высокие давления и температуры.

Такая конструкция позволяет в разы увеличить частоту следования детонационных волн и как следствие увеличить общий КПД источника.

ДОСТОИНСТВА:

- Частота следования волн детонационного горения – не более 100 Гц.

НЕДОСТАТКИ:

- Для каждого цикла детонационного горения камеру необходимо продуть, затем заполнить свежей топливно-воздушной смесью, и инициировать волну детонационного горения. Такая циклическая работа ограничивает максимальную практическую частоту работы порядка 100 Гц.
- В некоторых конструкциях необходима продувка камеры инертным газом из-за того, что в детонационной камере застаиваются некоторые остаточные продукты сгорания, мешающие следующему циклу детонации. Этот процесс дополнительно ограничивает рабочую частоту примерно до 50 Гц .
- Необходима система синхронизации в работе клапанной арматуры и инициацией детонационных волн путём применения датчика давления (обратной связи).

7.7. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, ОДНО КЛАПАННЫЙ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И СФЕРИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ НА ВЫХОДЕ. КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – А.5-7

Одним из способов увеличения общего КПД является повышение следования ударных волн (частоты детонационного горения) с одновременным дополнительным резонансным сжатием.

Для этих целей рассмотрим закрытую с одной стороны детонационную трубу со сферой на конце. К стенке трубы патрубками под большим давлением подаётся отдельно топливо (газ) и воздух. Регулировка подачи осуществляется отдельно клапанами согласно формирования периодически оптимального соотношения воздух/газ для детонации при заданной частоте её следования, согласно рис. № 7.7.1.

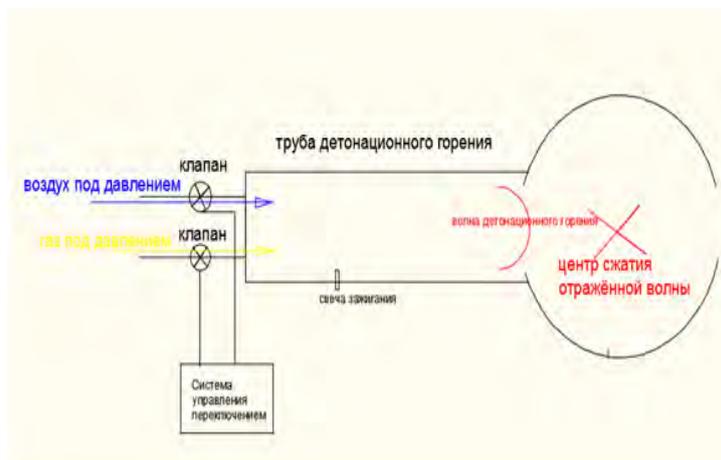


Рис. № 7.7.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, одно клапанный с электромагнитным управлением и сферическим резонатором на выходе

Такая конструкция позволяет в разы увеличить частоту следования детонационных волн и их интенсивность, как следствие увеличить общий КПД источника.

В данном решении распространение детонационной волны в трубе и взаимодействие её с резонатором имеет принципиальные особенности. Сама сфера в данном случае выступает в роли резонатора мгновенного действия. Под «мгновенным действием» подразумеваем совершение и усиление одного периода колебания

резонатора за время, не большее периода колебания возмущающей силы, т.е. детонационной волны.

При зажигании (инициации) топливовоздушной смеси происходит образование фронта детонационной волны. При распространении в сферическом резонаторе, отразившись от внутренней поверхности фронт волны формирует обратную волну сжатия, сходящуюся в фокусе сферы.

Обратная волна сжатия в сфере является тем источником дополнительной энергии, которая позволяет формировать на остром срезе сопла как сверхвысокоскоростные вихревые кольца, так и сверхзвуковое истечение продуктов детонационного горения со сверхвысокой температурой.

ДОСТОИНСТВА:

- Частота следования волн детонационного горения – не более 100 Гц.

НЕДОСТАТКИ:

- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

- Для каждого цикла детонационного горения камеру необходимо продувать, затем заполнить свежей топливно-воздушной смесью, и инициировать волну детонационного горения. Такая циклическая работа ограничивает максимальную практическую частоту работы порядка 100 Гц.

- В некоторых конструкциях необходима продувка камеры инертным газом из-за того, что в детонационной камере застаиваются некоторые остаточные продукты сгорания, мешающие следующему циклу детонации. Этот процесс дополнительно ограничивает рабочую частоту примерно до 50 Гц .

- Необходима система синхронизации в работе клапанной арматуры и инициацией детонационных волн путём применения датчика давления (обратной связи).

7.8. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ С МЕХАНИЧЕСКОЙ СВЕРХ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СИСТЕМОЙ КЛАПАНОВ ТОРЦЕВОГО ВВОДА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ. КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – А.8.

Известно, что классические импульсные детонационные источники энергии представляют собой длинные трубы (детонационные камеры), по которым с небольшой частотой следуют ударные волны. В таких двигателях труба заполняется смесью топлива/окислителя, а затем инициируется детонационное горение с формированием ударной волны.

Слабым звеном в такой цепочке выступает форсунка формирования топливовоздушной смеси в объёме трубы детонационного горения.

Распылительная форсунка с закрытого торца классической детонационной трубы формирует топливовоздушную смесь со скоростями потоков, при которых ещё возможна инициация детонационного горения не во всём объёме детонационной трубы. Необходимо учесть, что высокие скорости формирования топливовоздушной смеси вызывают неполное сгорание, снижая устойчивость детонационной волны, снижая эффективность самого источника детонационной энергии.

Уменьшить скоростные характеристики формирования топливовоздушной смеси и использовать для этих целей весь внутренний объём трубы детонационного источника энергии возможно путём ввода компонентов непосредственно и одновременно в весь объём трубы детонационного горения.

Для этих целей предлагается изменить способ ввода топливовоздушной смеси с одно форсуночного на много форсуночный. Ввод осуществлять по всей площади торцевой части трубы детонационного горения с механической регулировкой формирования топливовоздушной смеси непосредственно во всём объёме трубы детонационного горения.

Таким образом, непосредственно во всём объёме трубы детонационного горения будет формироваться готовая топливовоздушная смесь.

Это может быть обеспечено с помощью специальной механической вращающейся высокоскоростной клапанной системы.

Сама идея механической высокоскоростной клапанной системы опубликованы в 2008 году в статье: [ССЫЛКА](#).

Геометрия скоростной механической клапанной системы представлена на рис. № 7.8.1.

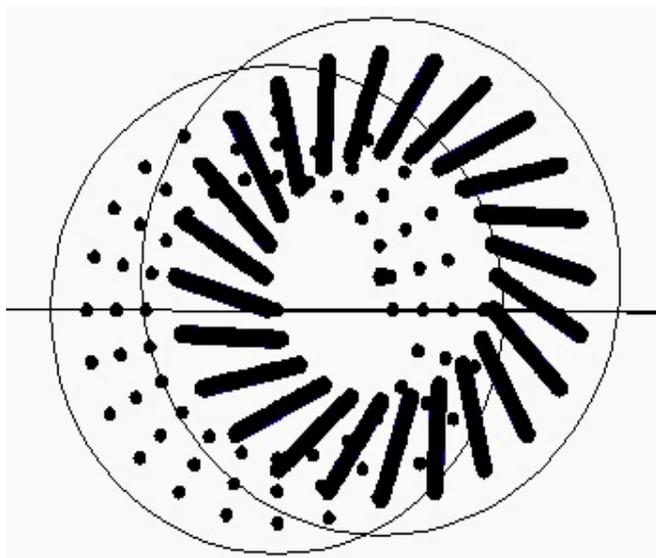


Рис. № 7.8.1. Дисквая механическая много клапанная система формирования высоко скоростного волнового фронта среды.

Механическая много клапанная скоростная система формирования топливовоздушной смеси представляет собой два вращающихся на одной оси диска, которые вращаются с минимально возможным расстоянием друг относительно друга. На одном и на другом диске определённым образом по кругу, спирали расположены диафрагмы (технологическое окна) заданной формы (круг, квадрат, прямоугольник и т.п.), которые формируют скоростную бегущую дорожку открытия/закрытия таких диафрагм. Условием работы такой системы является отличие как минимум на единицу количество диафрагм на одном и на другом диске.

При вращении одного диска относительно другого создаётся так называемая скоростная беговая дорожка, скорость на которой чередования открытия/закрытия полно проходных диафрагм во много раз превышает линейную скорость вращения системы.

В такой конструкции при повороте одного диска относительно другого на один сегмент в любую сторону, все сегменты (окна) спирали

последовательно полностью откроются/закроются по типу бегущей дорожки.

Механическая много клапанная скоростная система управляет работой открытия закрытия диафрагм, через которые вводится воздух внутрь заявленного детонационного источника энергии.

В свою очередь топливо подводится непрерывно с заданным значением по давлению и расходу к каждой диафрагме через радиальное отверстие согласно рис. № 7.8.2.

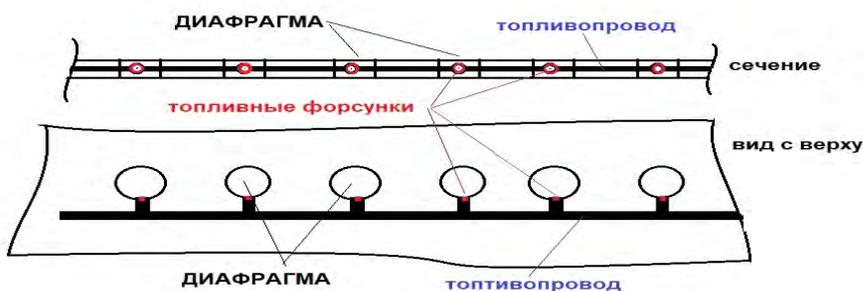


Рис. № 7.8.2. Подвод топлива в механическую много клапанную систему формирования сверх высокоскоростного волнового фронта.

Таким образом при полно проходном открытии одной диафрагмы с одновременным радиальным подводом газа и аксиальным подводом воздуха - диафрагма превращается в сопло формирования топливовоздушной смеси внутри заявленного детонационного источника энергии.

В свою очередь механическая много клапанная скоростная система управляет работой открытия закрытия всех диафрагм и формирует внутри заявленного детонационного источника энергии скоростную бегущую волну заполнения топливовоздушной смесью непосредственно весь объём трубы детонационного горения.

ПРИМЕР.

Труба детонационного горения длиной 0.5 метра, диаметр 0,05 м.

На торцевой части диаметром 0,05 м размещены через равные промежутки по спирали диафрагмы диаметром 3 мм. Спираль имеет 5 витков. Общая длина спирали 0,5 м. Количество диафрагм по диаметру 10.

С такими начальными геометрическими условиями при принудительном совершении диска с диафрагмами одного полного оборота за одну секунду (1 об/сек) детонационная труба будет заполняться 20 раз. Т.е. частота следования детонационных волн при скорости вращения клапанной системы со скоростью 1 Гц составит 20 Гц.

При скорости вращения клапанной системы с частотой 50 об/сек частота следования волн детонационного горения в такой системе составит 1 кГц.

Конструктивное исполнение предлагаемого решения представлено на рис. № 7.8.3.



Рис. № 6.8.3. Вариант установки много клапанной системы в торцевую часть трубчатого детонационного источника энергии.

Классический трубчатый детонационный источник энергии, у которого с торцевой части размещена механическая скоростная система клапанов. Такая механическая система клапанов при относительно низкой частоте вращения формирует внутри трубы детонационного горения скоростную бегущую волну топливовоздушной смеси скоростного заполнения всего объёма.

ДОСТОИНСТВА:

- Частота следования волн детонационного горения – более 1000 Гц.
- квазинепрерывная работа источника детонационной энергии, которая приближается к непрерывной за счет высокочастотных волн детонационного горения.

- Высокий КПД единичного импульса.
- Высокий общий КПД системы.

НЕДОСТАТКИ:

- Недолговечность работы.
- Механическая система клапанов подвержена истиранию.
- Необходима синхронизация работы свечи зажигания с моментом, когда все диафрагмы механически закрыты.

7.9. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СИСТЕМОЙ КЛАПАНОВ ОБЪЁМНОГО ВВОДА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ. КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – А.8.

Известно, что классические импульсные детонационные источники энергии представляют собой длинные трубы (детонационные камеры), по которым с небольшой частотой следуют ударные волны. В таких двигателях труба заполняется смесью топлива/окислителя, а затем инициируется детонационное горение с формированием ударной волны.

Слабым звеном в такой цепочке выступает форсунка формирования топливовоздушной смеси в объёме трубы детонационного горения.

Распылительная форсунка с закрытого торца классической детонационной трубы формирует топливовоздушную смесь со скоростями потоков, при которых ещё возможна инициация детонационного горения не во всём объёме детонационной трубы. Необходимо учесть, что высокие скорости формирования топливовоздушной смеси вызывают неполное сгорание, снижая устойчивость детонационной волны, снижая эффективность самого источника детонационной энергии.

Уменьшить скоростные характеристики формирования топливовоздушной смеси возможно путём ввода компонентов непосредственно и одновременно в весь объём трубы детонационного горения.

Для этих целей предлагается изменить способ подвода топливовоздушной смеси с одно форсуночного на много форсуночный по всей поверхности трубы детонационного горения с механической регулировкой формирования топливовоздушной смеси непосредственно во всём объёме трубы детонационного горения.

Таким образом, непосредственно во всём объёме трубы детонационного горения будет формироваться готовая топливовоздушная смесь.

Это может быть обеспечено с помощью специальной механической вращающейся высокоскоростной клапанной системы.

Сама идея механической высокоскоростной клапанной системы опубликованы в 2008 году в статье: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9155.html>

Геометрия такой скоростной механической клапанной системы представлена на рис. № 7.9.1.

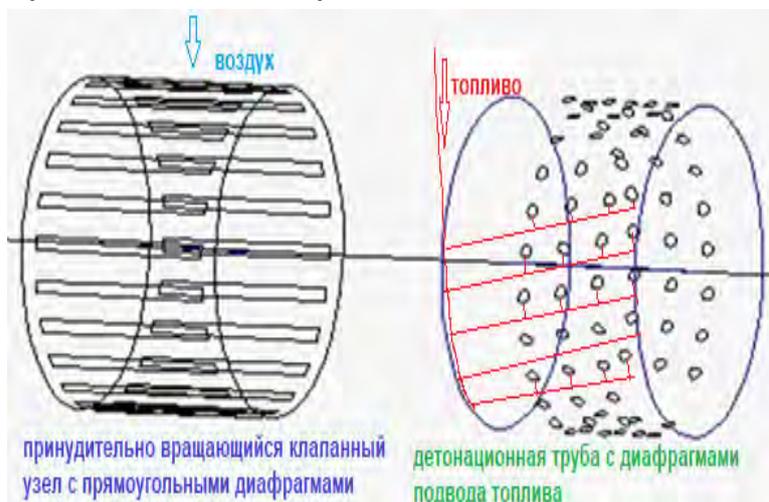


Рис. № 7.9.1. Цилиндрическая механическая много клапанная система формирования высоко скоростного волнового фронта среды.

Закон, по которому определяется направление подвода воздуха к каждой диафрагме (геометрия размещения диафрагм) определяет способ движения волны или волн детонационного горения и основывается на высокоскоростной механической клапанной системе.

Работа системы клапанов основывается на том, что в открытом положении, когда диафрагмы обоих цилиндров совпадают - формируются полно проходные отверстия в детонационную трубу. Труба детонационного горения заполняется топливовоздушной смесью. После смещения внешнего шторчатого цилиндра на пол длины между диафрагмами – последние закрываются и происходит инициация детонационного горения. Затем цикл повторяется с частотой, пропорциональной частоте вращения внешнего шторчатого цилиндра скоростной клапанной системы.

В этом случае продувка детонационной трубы от остатков неполного сгорания топлива предыдущего цикла детонационного горения осуществляется одновременно с последовательным высокоскоростным заполнением детонационной трубы от заглушенной торцевой части к соплу топливовоздушной смесью.

Внешний вид предлагаемого конструктивного решения выглядит согласно рис. № 7.9.2

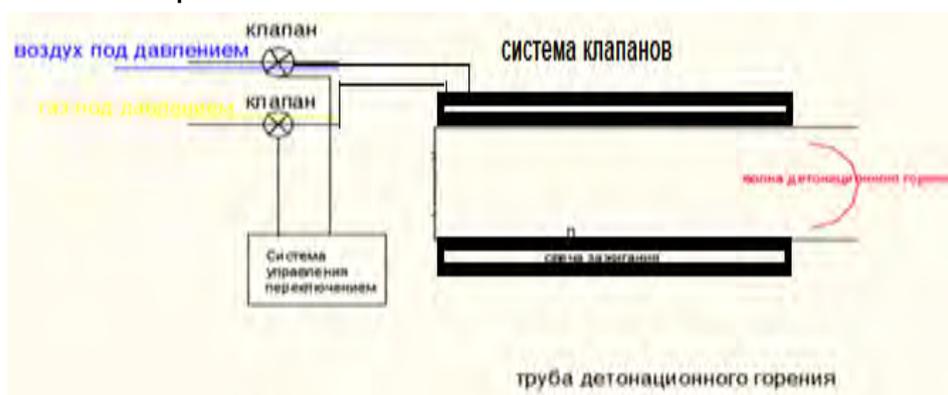


Рис. № 7.9.2. Вариант установки цилиндрической много клапанной системы по всей поверхности трубчатого детонационного источника энергии.

В конструктивном плане сверхвысокоскоростная механическая клапанная система представляет собой наружный полый вращающийся цилиндр со шторами (диафрагмами) - сквозными отверстиями прямоугольной формы, размещённые по диаметру.

Такой внешний цилиндр принудительно вращается коаксиально снаружи неподвижной трубы детонационного горения. Сама труба детонационного горения также в конструктивном плане имеет множество сквозных отверстий (диафрагм), которые выполняют роль форсунок формирования топливовоздушной смеси в объёме трубы детонационного горения.

Закон чередования открытия / закрытия определяется геометрическим расположением отверстий (диафрагм) по спирали.

Механическая много клапанная скоростная система управляет работой открытия закрытия диафрагм, через которые вводится воздух внутрь заявленного детонационного источника энергии.

В свою очередь топливо подводится непрерывно с заданным значением по давлению и расходу к каждой диафрагме через радиальное отверстие согласно рис. № 7.9.3.

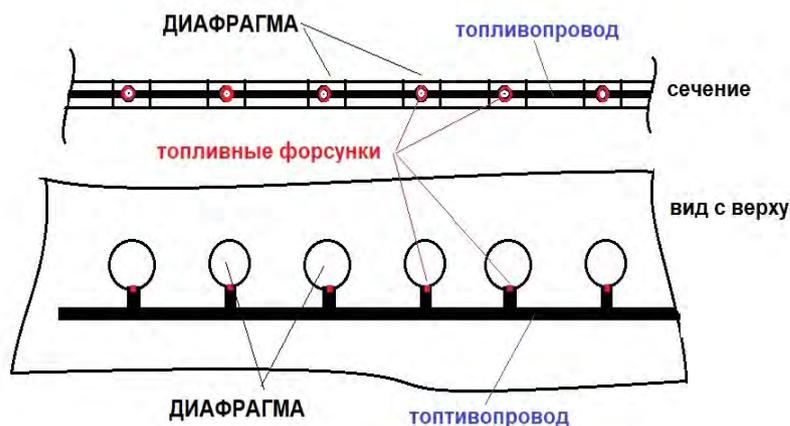


Рис. № 7.9.3. Подвод топлива в механическую много клапанную систему формирования сверх высокоскоростного волнового фронта.

Такая механическая система клапанов при относительно низкой частоте вращения формирует внутри трубы детонационного горения скоростную бегущую волну топливоздушной смеси скоростного заполнения всего объёма.

ПРИМЕР (см. рис. № 7.9.4).

Труба детонационного горения длиной 0.5 метра, диаметр 0,05 м.



Рис. № 7.9.4. Конструкция цилиндрической много клапанной системы формирования сверх высокоскоростного волнового фронта.

Диафрагмы диаметром 3 мм в количестве 20 штук размещены через равные промежутки по диаметру и 15 штук по длине трубы.

Общее число диафрагм на всей поверхности детонационной трубы 225.

С такими начальными геометрическими условиями при принудительном совершении внешним клапанным узлом одного полного оборота за одну секунду(1 об/сек) детонационная труба будет заполняться 20 раз. Т.е. частота следования детонационных волн при скорости вращения клапанной системы со скоростью 1 Гц составит 20 Гц.

При скорости вращения клапанной системы с частотой 50 об/сек частота следования волн детонационного горения в такой системе составит 1 кГц.

ДОСТОИНСТВА:

- Частота следования волн детонационного горения – более 1000 Гц.
- квазинепрерывная работа источника детонационной энергии, которая приближается к непрерывной за счет высокочастотных волн детонационного горения.
- Высокий КПД единичного импульса.
- Высокий общий КПД системы.

НЕДОСТАТКИ:

- Недолговечность работы.
- Механическая система клапанов подвержена истиранию.
- Необходима синхронизация работы свечи зажигания с моментом, когда все диафрагмы механически закрыты.

7.10. СПИНОВЫЙ ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ДИСКОВОЙ ФОРМЫ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СИСТЕМОЙ КЛАПАНОВ. КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – А.8.

Спиновый детонационный источник энергии дисковой формы с механической высокоскоростной системой клапанов является дальнейшим продолжением развития много трубных источников детонационного горения.

Предположим, что множество трубчатых источников детонационного горения размещено на одной плоскости радиально с направлением детонационного горения в общий центр.

А теперь заменим систему таких трубчатых источников детонационного горения с соблюдением всех геометрических величин на дисковый цилиндр с центральным соплом вывода детонационной энергии.

Геометрия такого источника меняется на противоположную классическим трубчатым источникам детонационной энергии.

Пример:

Были множество трубчатых источников детонационной энергии длиной 500 мм и диаметром 50 мм. Стал один широкий узкий дисковый цилиндр диаметром 1 метр и высотой 50 мм. По периметру диска размещены 500 диафрагм (форсунок) формирования бегущей топливовоздушной смеси.

В таком конструктивном решении можно организовать бегущую по кругу волну квази непрерывного детонационного горения от периферии к общему центру по аналогии с процессами, протекающими в классическом спиновом детонационном источнике энергии.

Классический спиновый источника детонационной энергии характеризуется наличием бегущих одной или нескольких волн детонационного горения в кольцевой камере с открытым концом. В конструктивном плане спиновый источник энергии представляет собой две трубы, размещённые коаксиально одна в другой. В закрытой торцевой части установлены последовательно размещённые по кругу небольшое количество форсунок формирования топливовоздушных смесей по типу бегущей дорожки. Каждая форсунка управляется отдельным высокоскоростным электромагнитным клапаном по

определённому закону. Система таких высокоскоростных клапанов формирует между цилиндрами постоянно вращающуюся бегущую волну топливовоздушной смеси со скоростью Чепмена-Жуге (примерно 1500 м/сек, зависит от многих факторов).

Условием работы является синхронизация формирования готовой топливовоздушной смеси по типу бегущей дорожки в следующей форсунке перед распространяющейся волной детонационного горения от предыдущей форсунки.

К сожалению классический клапанный электромагнитный способ формирования топливовоздушной смеси для заявленных целей конструктивно исполним, но сложен и достаточно избыточен. Это связано с тем, что нужно управлять синхронной работой одновременно более чем 500 диафрагм (форсунок) формирования топливовоздушной смеси, которые размещены по всей поверхности внешней цилиндрической части такого источника детонационной энергии.

Решение проблемы видится в применении механической сверхвысокоскоростной системы клапанов. Идея механической сверхвысокоскоростной клапанной системы может быть организована на механических принципах, заявленных ещё в 2008 году в статье: [ССЫЛКА](#)

На основании выше изложенного предлагается спиновый детонационный источник энергии дисковой формы с механической высокоскоростной системой клапанов.

В конструктивном плане спиновый детонационный источник энергии дисковой формы с механической высокоскоростной системой клапанов представлен на рис. № 7.10.1.

Основа конструкции - механическая много клапанная сверхвысокоскоростная система формирования топливовоздушной смеси по типу бегущей волны перед бегущей волной детонационного горения. Представляет собой два цилиндра, которые вращаются коаксиально один в другом с минимально возможным расстоянием. На одном и на другом цилиндрах определённым образом по кругу расположены диафрагмы (технологическое окна) заданной формы (круг, квадрат, прямоугольник и т.п.), которые формируют сверхвысокоскоростную бегущую дорожку открытия/закрытия таких диафрагм. Условием работы такой системы является отличие как

минимум на единицу количество диафрагм на одном и на другом цилиндрах.

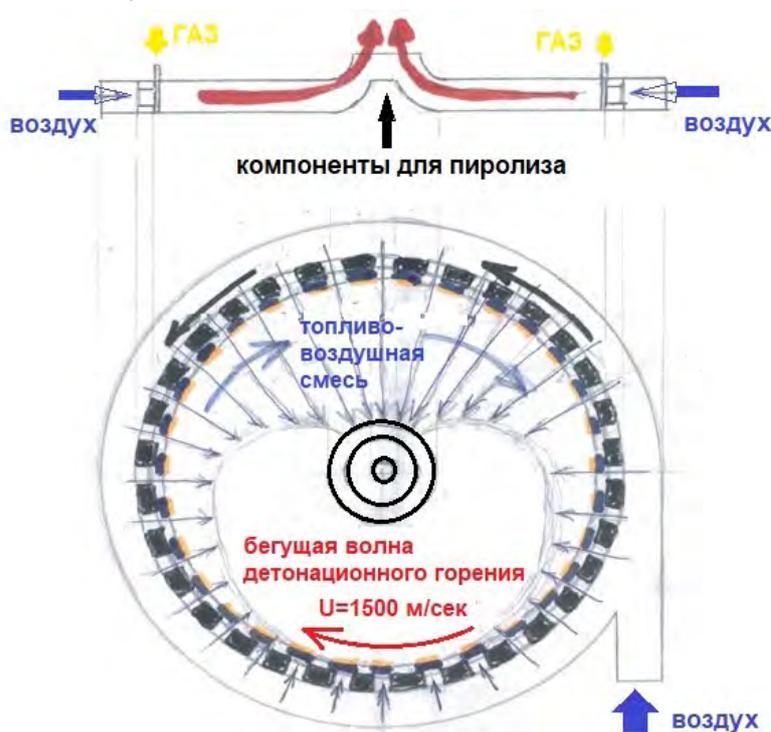


Рис. № 7.10.1. Спиновый детонационный источник энергии дисковой формы с механической высокоскоростной системой клапанов.

При вращении одного цилиндра относительно другого создаётся так называемая сверхвысокоскоростная беговая дорожка, скорость на которой чередования открытия/закрытия полно проходных диафрагм во много раз превышает линейную скорость вращения системы.

В такой конструкции при повороте одного цилиндра относительно другого на один сегмент в любую сторону, все сегменты (окна) одной геометрической фигуры последовательно пробегут полностью по всем сегментам другого цилиндра.

Механическая много клапанная сверхвысокоскоростная система управляет работой открытия закрытия диафрагм, через которые вводится воздух внутрь заявленного детонационного источника энергии.

В свою очередь топливо подводится непрерывно с заданным значением по давлению и расходу к каждой диафрагме через радиальное отверстие согласно рис. № 7.10.2.

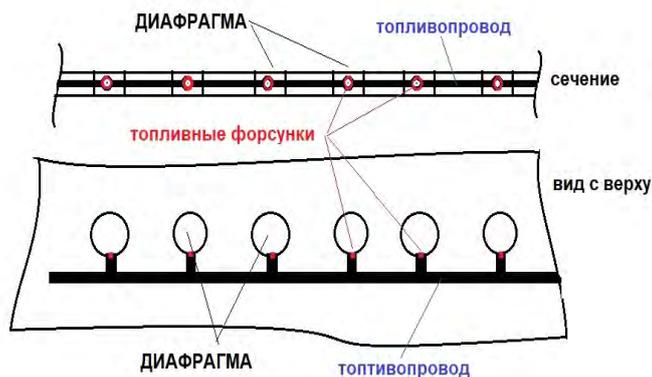


Рис. № 7.10.2. Подвод топлива в механическую много клапанную систему формирования сверх высокоскоростного волнового фронта.

Таким образом при полном проходном открытии одной диафрагмы с одновременным радиальным подводом газа и аксиальным подводом воздуха - превращает каждую диафрагму в сопло формирования топливоздушной смеси внутри заявленного детонационного источника энергии.

В свою очередь механическая много клапанная сверхвысокоскоростная система управляет работой открытия закрытия диафрагм формирует внутри заявленного детонационного источника энергии бегущую волну топливоздушной смеси непосредственно перед бегущей волной детонационного горения.

Для работы такого детонационного источника энергии необходимо выполнить следующие условия.

1. Первая инициация (запуск) волны детонационного горения должна происходить в той области внутреннего пространства детонационного источника энергии, в которой все диафрагмы механически закрыты.
2. Необходима строгая синхронизация скорости вращения механической клапанной системы со скоростью распространения волны детонационного горения, со скоростью Чепмена-Жуге.

Можно привести следующие технические характеристики механической сверхвысокоскоростной клапанной системы применительно к выше заявленному примеру .

1. Диаметр цилиндра – 1 метр.
2. Высота цилиндра – 50 мм.
3. Периметр цилиндра – 3.14 м.

4. Диаметр одной диафрагмы – 5 мм.
5. Количество диафрагм по периметру – 300 штук.
6. Скорость открытия/закрытия диафрагм при частоте вращения внешнего цилиндра клапанной системы в 1 об/сек составляет 942 м/сек.

Таким образом, вращающаяся система клапанов диаметром 1 м и высотой 50 мм с частотой в 1 об/сек обеспечивает почти сверхзвуковые скорости бегущей дорожки открытия/закрытия диафрагм.

С учётом того, что волна детонационного горения для каждого вида топлива распространяется с скоростями уровня 1500 м/сек, такое конструктивное решение способно достаточно просто формировать бегущую топливовоздушную смесь перед бегущей волной детонационного горения для её подпитывания и квазинепрерывного бега по кругу. А с учётом того, что частота вращения механической клапанной системы диаметром 1 м и высотой 50 мм составляет порядка 2-3 об/сек – обеспечить строгую синхронизацию такого вращения со скоростями детонационного горения достаточно просто существующими технологиями.

ДОСТОИНСТВА.

- Высокая частота вращения волн детонационного горения - 10 кГц.
- Высокий КПД единичного детонационного горения.
- Общий высокий КПД.
- Квазинепрерывная работа, которая приближается к непрерывной работе за счет высокочастотных вращений волн детонационного горения.

НЕДОСТАТКИ.

- Механическая вращающаяся система.
- Необходима строгая синхронизация скорости вращения механической клапанной системы со скоростью распространения волны детонационного горения, со скоростью Чепмена-Жуге.

7.11. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, ДВУХТРУБНЫЙ, КЛАПАННЫЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ ЗАВИСИМЫМ УПРАВЛЕНИЕМ. КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – В.1.

Одним из способов увеличения общего КПД является применение нескольких детонационных труб с зависимым механическим управлением детонационного горения топливовоздушной смеси последовательно то в одной, то в другой трубе.

В таких трубах на входе для целей управления подачей топливовоздушных смесей устанавливается система механических взаимозависимых клапанов.

Принцип работы схож с принципом работы пульсирующего бесклапанного реактивного двигателя за одним исключением — в нескольких трубах с револьверной инициацией распространяются волны детонационного горения.

На примере установки реактивного привода лопастей вертолётного детонационный источник энергии представлен на рис. № 7.11.1.



Рис. № 7.11.1. Детонационный двухтрубный источник энергии с механическим зависимым управлением.

В конструктивном плане источник энергии состоит из двух детонационных труб, соединённых между собой по центру вращения системой взаимосвязанных клапанов и с тангенциальными направляющими (соплами) на концах детонационных труб. Подвод топливовоздушной смеси осуществляется по центру вращения одновременно к двум детонационным трубам через систему из двух взаимосвязанных между собой клапанов полу шарового исполнения.

Оба запорных элемента полу шарового типа каждого клапана связаны между собой одной штангой, которая расположена по центральной оси клапанов, см. рис. № 7.11.2.

Конструктивная особенность такой системы взаимосвязанных клапанов заключается в том, что если один клапан “открыт”, то противоположный ему клапан всегда “закрыт”. И наоборот.



Рис. № 7.11.2. Взаимосвязанные клапаны управления детонационным горением.

Принцип работы основан на том, что электроискровая инициация детонационной волны с повышением давления в одной детонационной трубе через систему из двух, связанных между собой клапанов прерывает поток топливоздушной смеси и направляет его во вторую детонационную трубу для целей её последующей детонации. И наоборот. Электроискровая система инициации детонации должна попеременно управлять работой радиально-детонационного привода с скоростью переключения в зависимости от количества топливоздушной смеси. И это самое главное, т.к. для каждого размера детонационной трубы.

Таким образом в импульсном режиме попеременно иницируется детонационное горение топливоздушной смеси и подготовка топливоздушной смеси к детонации периодически то в одной, то в другой детонационной трубе.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.

- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (1 Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.12. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, ДВУХТРУБНЫЙ, С ПОЛУСФЕРИЧЕСКИМИ РЕЗОНАТОРАМИ НА ВЫХОДЕ, КЛАПАННЫЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ ЗАВИСИМЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – В.1.

Одним из способов увеличения общего КПД является применение нескольких детонационных труб, на выходе которых установлены полусферические резонаторы для целей дополнительного сжатия детонационных волн согласно рис. № 7.12.1.

Такая конструкция имеет “револьверное” управление детонациями последовательно то в одной, то в другой трубе. В таких трубах на входе для целей управления естественной подачи топливовоздушных смесей устанавливается система взаимозависимых клапанов.

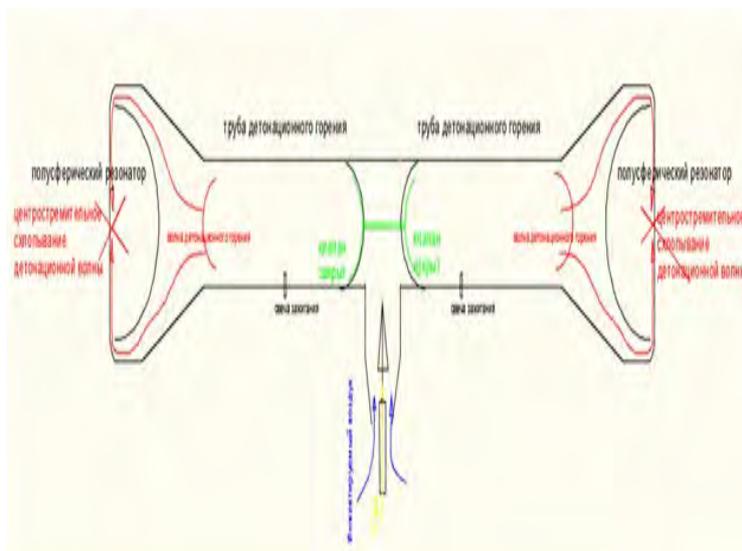


Рис. № 7.12.1. Детонационный двухтрубный источник энергии с полусферическими резонаторами на выходе с механическим зависимым управлением.

Благодаря использованию дополнительного полусферического резонатора в его центре так называемого схлопывания (центростремительного сжатия) формируются сверх высокие давления и температуры, а применение нескольких таких источников в работе - позволит повысить общую частоту следования детонационных волн.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (1 Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.13. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, ДВУХТРУБНЫЙ, С СФЕРИЧЕСКИМИ РЕЗОНАТОРАМИ НА ВЫХОДЕ, КЛАПАННЫЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ ЗАВИСИМЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – В.2.

Одним из способов увеличения общего КПД является применение нескольких детонационных труб, на выходе которых установлены сферические резонаторы для целей дополнительного сжатия детонационных волн (см. рис. № 7.13.1).

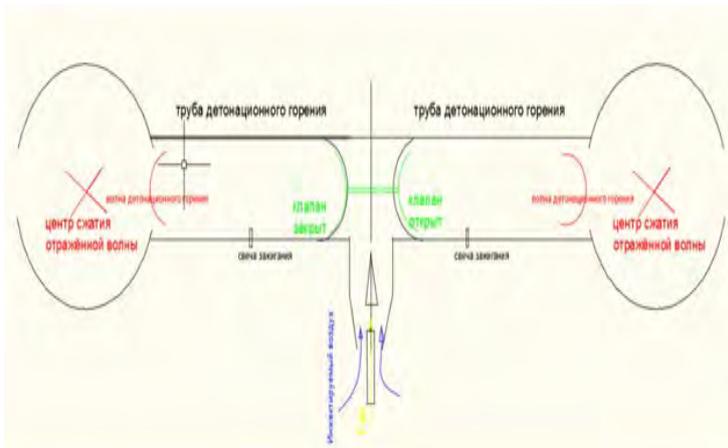


Рис. № 7.13.1. Детонационный двухтрубный источник энергии цилиндрической формы с сферическими резонаторами на выходе с зависимым управлением.

Такая конструкция имеет механическое управление детонациями последовательно то в одной, то в другой трубе. В таких трубах на входе для целей управления естественной подачи топливовоздушных смесей устанавливается система взаимозависимых клапанов.

В данном решении распространение детонационной волны в трубе и взаимодействие её с резонатором имеет принципиальные особенности. Сама сфера в данном случае выступает в роли резонатора мгновенного действия. Под «мгновенным действием» подразумеваем совершение и усиление одного периода колебания резонатора за время, не большее периода колебания возмущающей силы, т.е. детонационной волны.

При зажигании (инициации) топливовоздушной смеси происходит образование фронта детонационной волны. При распространении в сферическом резонаторе, отразившись от внутренней поверхности

фронт волны формирует обратную волну сжатия, сходящуюся в фокусе сферы.

Обратная волна сжатия в сфере является тем источником дополнительной энергии, которая позволяет формировать на остром срезе сопла как сверхвысокоскоростные вихревые кольца, так и сверхзвуковое истечение продуктов детонационного горения со сверхвысокой температурой.

Внешний вид детонационного источника энергии двухтрубного цилиндрической формы с сферическими резонаторами на выходе представлен на рис. № 7.13.2.



Рис. № 7.13.2. Внешний вид детонационного источника энергии цилиндрической формы с сферическими резонаторами на выходе.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (1 Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.14. ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ МНОГОТРУБНЫЙ, КЛАПАННЫЙ С РЕВОЛЬВЕРНЫМ МЕХАНИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ. КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – В.2.

Одним из способов увеличения общего КПД является применение нескольких детонационных труб “револьверной” связки с механическим управлением формирования топливовоздушной смеси и детонационного горения последовательно то в одной, то в другой трубе и т.д.

Принцип работы основан на поочерёдном формировании последовательно в каждой трубе готовой к детонационному горению топливовоздушной смеси инжекцией воздуха газом с последующей последовательной детонации топливовоздушной смеси в системе вращающихся труб. При этом в других трубах происходит процесс подготовки топливовоздушной смеси к детонационному горению за счёт «вакуума», который сопровождает детонацию после расширения. В конструктивном плане детонационный источник энергии цилиндрической формы много трубный, клапанный с револьверным механическим управлением представлен на рис. № 7.14.1.



Рис. № 7.14.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы много трубный, клапанный с револьверным механическим управлением.

Поочерёдное детонационное сжигание топливовоздушной смеси в трубчатых камерах сгорания обеспечивается за счёт инициации детонационного горения с помощью встроенных и вращающихся совместно с трубами электроискровыми свечами.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Простота конструктивного исполнения.

НЕДОСТАТКИ:

- Низкая частота следования волн детонационного горения (единицы Гц).
- Общий КПД такой конструкции низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса.

7.15. СПИНОВЫЙ (ВРАЩАЮЩИЙСЯ) ДЕТОНАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ, КЛАПАННЫЙ С ЭЛЕКТРОМАНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – С.12.

Этот тип источника детонационной энергии характеризуется наличием бегущих одной или нескольких волн детонационного горения в кольцевой камере с открытым концом.

В конструктивном плане спиновый источник энергии представляет собой две трубы, размещённые коаксиально одна в другой согласно рис. № 7.15.1.

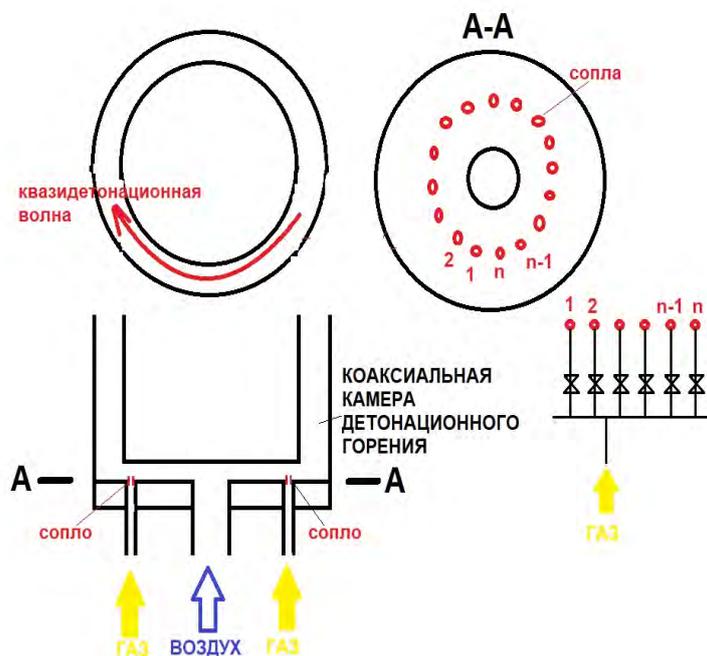


Рис. № 7.15.1. Спиновый (вращающийся) детонационный источник энергии, клапанный с электромагнитным управлением.

В закрытой торцевой части установлены последовательно размещённые по кругу форсунки формирования топливовоздушных смесей по типу бегущей дорожки.

Каждая форсунка управляется отдельным высокоскоростным клапаном по определённому закону. Система таких высокоскоростных клапанов формирует между цилиндрами постоянно вращающуюся бегущую волну топливовоздушной смеси со скоростью Чепмена-Жуге.

Это скорость распространения волны детонационного горения ориентировочно 1500–2500 м/с и зависит от многих факторов, в том числе и от конкретной топливовоздушной смеси.

В начальный момент производится инициация детонационного горения топливовоздушной смеси от одной форсунки.

Условием работы является синхронизация формирования готовой топливовоздушной смеси по типу бегущей дорожки в следующей форсунке перед распространяющейся волной детонационного горения от предыдущей форсунки. За это отвечают датчики давления по числу форсунок.

Вариант конструктивного исполнения спинового детонационного источника энергии представлен на рис. № 7.15.2.

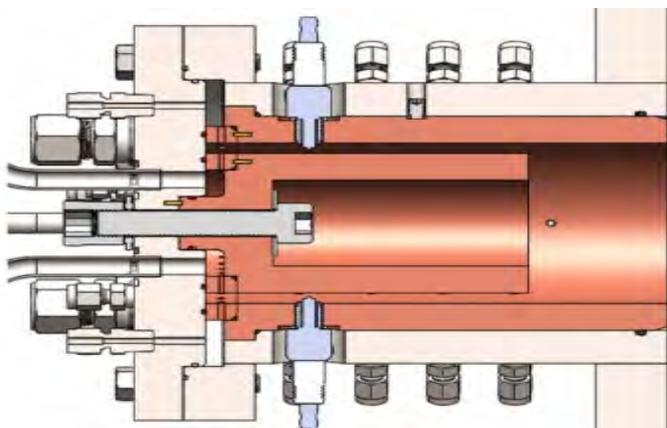


Рис. № 7.15.12. Вариант конструктивного исполнения спинового детонационного источника энергии.

ДОСТОИНСТВА.

- Считается, что спиновые источники энергии являются самым перспективным направлением развития детонационного горения.
- Квази непрерывная работа, которая приближается к непрерывной работе за счет высокочастотных вращений волн детонационного горения.
- Высокая частота вращения волн детонационного горения - 10 кГц.
- Высокий КПД.

НЕДОСТАТКИ.

- Практика показала, что доля детонационного горения не превышает 15 % от объема камеры сгорания. Остальное – медленное горение в условиях, далеких от оптимальных.
- Практика показала, что детонационное горение возникает и успешно поддерживается, но только в ограниченном объеме. В остальном объеме мы имеем дело с обычным медленным горением, причем за неоптимальной системой ударных волн, что приводит к значительным потерям полного давления.
- предлагающиеся сегодня схемы спиновых детонационных двигателей неработоспособны для целей применения в технологиях. Детонационное горение возникает и успешно поддерживается, но только в ограниченном объеме. В остальном объеме мы имеем дело с обычным медленным горением, причем за неоптимальной системой ударных волн, что приводит к значительным потерям полного давления.
- Практика показала, что давление оказывается также ниже в разы, чем необходимо для идеальных условий горения при стехиометрическом соотношении компонентов топливной смеси. В результате удельный расход топлива на единицу тяги оказывается на 30–40 % выше, чем у двигателей традиционных схем.
- Самой главной проблемой является сам принцип организации непрерывной детонации. Как показали исследования непрерывной круговой детонации, выполненные еще в 60-е годы, фронт детонационного горения представляет собой сложную ударно-волновую структуру, состоящую как минимум из двух тройных конфигураций. Такая структура с присоединенной зоной детонации, как и любая термодинамическая система с обратной связью, оставленная в покое, стремится занять положение, соответствующее минимальному уровню энергии. В результате тройные конфигурации и область детонационного горения подстраиваются друг под друга так, чтобы фронт детонации перемещался по кольцевому зазору при минимально возможном для этого объеме детонационного горения. Это прямо противоположно той цели, которую ставят перед детонационным горением конструкторы двигателей.

7.16. ДЕТОНАЦИОННО - РЕЗОНАНСНЫЕ ПОЛУСФЕРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.

КОД В РАЦИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – D.1.

Этот тип источника детонационной энергии характеризуется наличием высокочастотной волны детонационного горения, формируемой за счёт формы камеры детонационного горения, а именно – за счёт полусферического резонатора .

Принцип работы детонационно-резонансной горелки основывается на следующих этапах:

1. Подготовка топлива (газа) к детонации (высокотемпературное разложение топлива на активные составляющие для облегчения инициаций детонационных волн.
2. Смешивание подготовленного топлива с вторичным высокоскоростным потоком воздуха разбавления.
3. Радиальное сопловое расширение топливовоздушной смеси в фокус (центр) полусферического резонатора.
4. Сжатие топливовоздушной смеси в фокусе полусферического резонатора и инициация волны детонационного горения.

В упрощённом виде детонационно-резонансная горелка представляет собой камеру детонационного горения в виде металлической сферы с различной степенью кривизны, согласно рис. № 7.16.1.

По диаметру сферы размещено кольцевое сопло, и направлено в геометрический фокус сферы.

Сфера может включать дополнительный резонатор в виде полу замкнутой полости определённого размера.



Рис. № 7.16.1. Упрощённый вид детонационно-резонансной горелки.

От конструктивного исполнения камеры сгорания зависит частота следования волн детонационного горения, и как следствие – энергетическая эффективность самой детонационно-резонансной горелки.

Остановимся на конструктивном исполнении камеры детонационного горения. Такая камера имеет следующие основные геометрические характеристики, согласно рис. № 7.16.2:

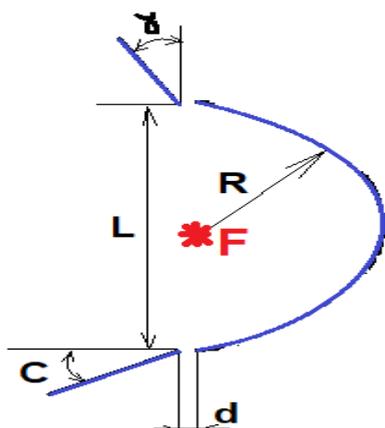


Рис. № 7.16.2. Геометрия полусферического резонатора

Где:

r – радиус резонатора.

b – кривизна резонатора.

a – угол ввода топливовоздушной смеси.

d – ширина кольцевого сопла

l – диаметр сопла

c – угол расходимости сопла

Согласно опубликованным практическим данным по тематике: Hao ZENG, Li-ming HE, Wei CHEN. Center for Combustion energy, Tsinghua University; Institute of Engineering, Air Force Engineering University заявляется следующее:

— с увеличением радиуса (r) сферического резонатора — частота следования детонационных волн уменьшает .

— с увеличением кривизны резонатора (b) — частота следования детонационных волн увеличивается.

— с увеличением угол (a) ввода топливовоздушной смеси в резонатор — частота следования детонационных волн увеличивается.

— с увеличением ширины ввода топливовоздушной смеси (d) частота следования детонационных волн уменьшается.

— угол (α) ввода топливовоздушной смеси в резонатор 30° — амплитуда динамического давления на дне резонатора — максимальна.

-с увеличением диаметра сопла (l) — частота следования детонационных волн увеличивается.

— с увеличением угла расходимости сопла (γ) — частота следования детонационных волн увеличивается. Учитывая амплитуду динамического давления дна резонатора, расхождение угла не должно быть не слишком большим и не слишком маленьким; когда расходящийся угол сопла 30° — амплитуда динамического давления дна резонатора максимальна.

Описания процесса распространения детонационного горения в таком полусферическом резонаторе в открытых источниках противоречивы. Это связано с тем, что данное направление считается перспективным для развития.

При этом к выше изложенному дополнительно можно привести аналогию с интересным явлением, которое проявляется в том, что если взять обычный баллон со сжатым воздухом и пустить через кольцевое сопло в полусферический рефлектор (резонатор), то на выходе энергетические характеристики потока вырастут даже при отсутствии горения, без использования топлива. Это явление до сих пор до конца не объяснено.

Основной работы горелки является подготовка топлива к детонационному горению.

В идеале, первичное топливо необходимо полностью разложить на простые, высоко энергетические летучие составляющие, которые достаточно легко подвержены детонационному горению. Такими являются в первую очередь H_2 , C_2H_2 , CO с температурами более 1000 градусов.

Практически реализовать полное разложение топлива теоретически возможно, но практически чрезвычайно трудно.

Все работы в данном направлении основываются на предварительном высокотемпературного нагрева первичного

топлива без доступа кислорода. Происходит разложением топлива на высокоактивные составляющие.

Исходя из Выше изложенного, подготовка топлива к детонации может быть обеспечена следующим образом:

а) Одно этапный окислительный пиролиз

Протекает при горении газа в условиях недостатка кислорода. Температура процесса при этом составляет 1400 — 1600°C, время пребывания компонентов в реакционной зоне – несколько миллисекунд. Схема реализации способа представлена на рис. № 7.16.3.

Например, таким способом получается ацетилен из углеводородов в промышленных условиях. Общее уравнение реакции представлено ниже:



Выход ацетилена составляет 30-32 %. Дополнительно образуется ещё синтез газ — оксид углерода (CO) и водород (H₂). Обязательной стадией процесса является так называемая “закалка” продуктов, которая представляет собой их резкое охлаждение до температуры ниже 300 градусов. Закалка необходима для предотвращения разложения получаемого ацетилена на углерод и водород. Это обеспечивается уже при резком расширении таких продуктов из сопла в фокус полусферического резонатора.

Вариант реализации одно этапного окислительного пиролиза представлен на рис. № 7.16.3.

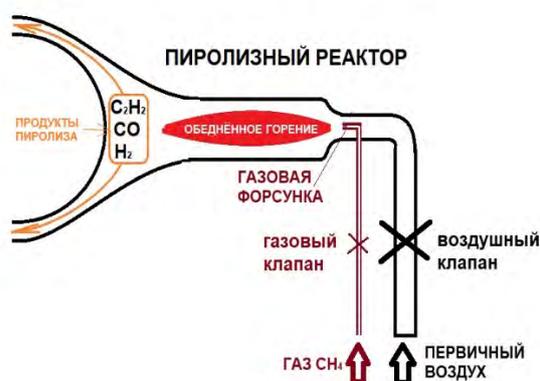


Рис. № 7.16.3. Схема одно этапного окислительного пиролиза (не полное сгорание топлива).

Согласно классическим данным по пиролизу газов в горелках, например для мартеновских печей, газ сжигают (вернее подвергают пиролизу) с 40% теоретически необходимым воздухом, где развивается температура 1200—1300° С. При этих условиях происходит интенсивный распад газа на выше поименованные составляющие.

На выходе получают высокотемпературные легко детонирующие летучие компоненты, такие как H_2 , C_2H_2 , CO .

б) Двух этапный окислительный пиролиз не полного предварительного сгорания.

Первый этап – не полное сжигание первичного газа с недостатком кислорода в реакторе. Второй этап — ввод вторичного газа в продукты не полного сгорания в зону догорания первого этапа.

Вариант реализации с смещённым вводом газов для двух этапов окислительного пиролиза представлен на рис. № 7.16.4.



Рис. № 7.16.4. Двух этапный окислительный пиролиз (не полное сгорание топлива с вводом в продукты не полного сгорания новой порции топлива).

Вариант реализации с коаксиальным вводом газов для двух этапов окислительного пиролиза представлен на рис. № 7.16.5.

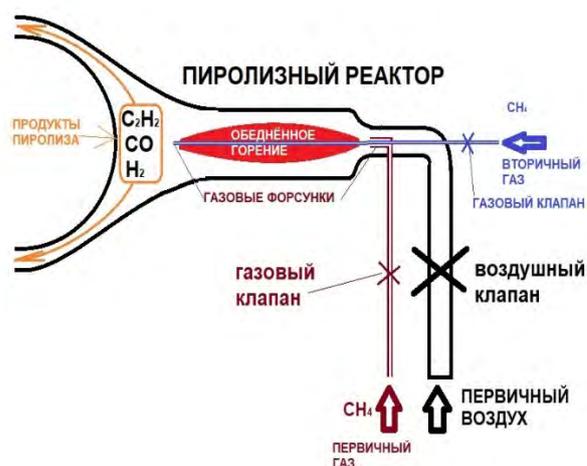


Рис. № 7.16.5. Двух этапный окислительный пиролиз (не полное сгорание топлива с коаксиальным вводом в продукты не полного сгорания новой порции топлива).

Согласно классическим данным по пиролизу газов в горелках, например для мартеновских печей, первичный газ в количестве от 30 до 40% общего расхода газа сжигают (вернее подвергают пиролизу) с 40% теоретически необходимого воздуха. Затем в зону догорания пламени вводят различными способами вторичный газ 60 – 70 % от общего расхода, где развивается температура 1200—1300° С. При этих условиях происходит интенсивный распад газа на выше поименованные составляющие.

На выходе получают высокотемпературные легко детонирующие летучие компоненты, такие как H_2 , C_2H_2 , CO .

с) Двухэтапный окислительный пиролиз полного предварительного сгорания.

Первый этап – полное сжигание первичного газа с избытком кислорода в реакторе. Второй этап — ввод вторичного газа в продукты сгорания в зону догорания первого этапа.

Вариант реализации с смещённым вводом газов для двух этапов окислительного пиролиза представлен на рис. № 7.16.6.

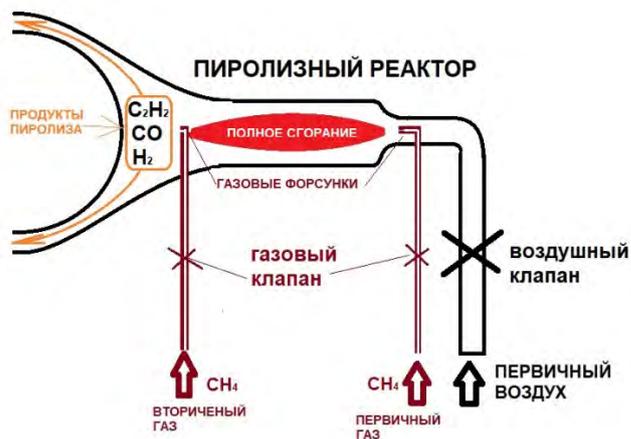


Рис. № 7.16.6. Двухэтапный окислительный пиролиз с вводом в продукты полного сгорания новой порции топлива.

Вариант реализации с коаксиальным вводом газов для двух этапов окислительного пиролиза представлен на рис. № 7.16.7.

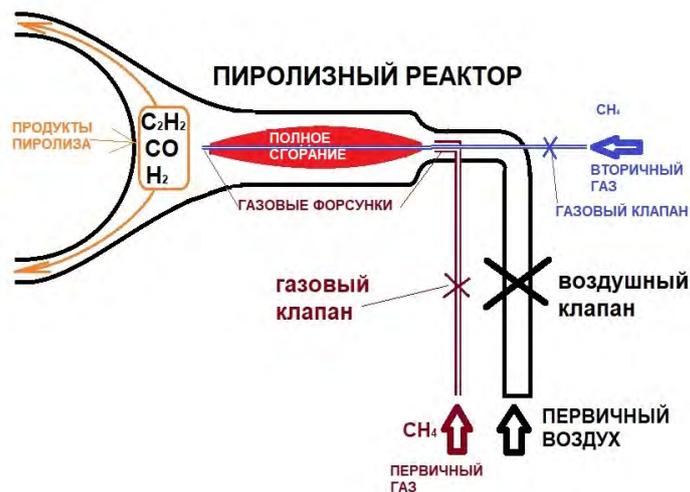


Рис. № 7.16.7. Двухэтапный окислительный пиролиз с вводом в продукты полного сгорания новой порции топлива.

Согласно классическим данным по пиролизу газов в горелках, например для мартеновских печей, первичный газа в количестве от 100-110% общего расхода газа сжигают полностью. Затем в зону догорания пламени вводят различными способами вторичный, где развивается температура 1600-1800° С. При этих условиях происходит интенсивный распад газа на выше поименованные составляющие.

На выходе получают высокотемпературные легко детонирующие летучие компоненты, такие как H₂, C₂H₂, CO.

d) **Сухой пиролиз топлива.**

Представляет собой изолированный нагрев газа в замкнутом теплообменнике без доступа кислорода. Согласно классическим данным по пиролизу газов в горелках — в этом случае теплообменники приходится исполнять сравнительно громоздкими, а опасность отложения в трубах сажи дает основание сомневаться в эксплуатационной надежности их работы. Поэтому такой метод едва ли найдет широкое применение в ближайшее время.

Вариант выбора способа в данном случае зависит от энергетической эффективности детонационно-резонансной горелки для конкретных технологических целей.

Следующий этап — подготовленное топливо поступает для смешивания с вторичным воздухом непосредственно перед кольцевым выходным соплом в короткую кольцевую зону смешивания. Смешивание происходит путём инжекции подготовленного топлива вторичным воздухом с большой скоростью.

После инжекции подготовленная к детонационному горению топливовоздушная смесь поступает в кольцевое сопло. На выходе формируется высокоскоростной поток за счёт кольцевого сопла, которое изготовлено по профилю поперечного сечения сопла Лаваля. Такой профиль позволяет сформировать радиальный центростремительный поток топливовоздушной смеси со сверхзвуковой скоростью. Большая скорости потока топливовоздушной смеси не допускает его самовоспламенения.

Завершающий этап подготовки топливовоздушной смеси к детонации, это сверхзвуковое радиальное схлопывание в геометрическом фокусе сферы с значительным повышением давления.

Заключительный этап – инициация детонационной волны. В данном случае детонация может инициироваться как самопроизвольно, так и принудительно, например — электроискровым поджогом. Самопроизвольно детонация происходит посредством струйного взаимодействия и ударной фокусировки (сжатии). Зависит от скоростных, энергетических характеристик топливовоздушной смеси. Самопроизвольная детонация ударной фокусировкой в фокусе сжатия сферы для данного типа горелок – нестабильна.

Для данного типа горелок предпочтительнее принудительный электроискровой поджог.

После инициации формируется фронт бегущей волны детонационного горения с характеристиками, заявленными выше. Затем цикл повторяется. Частота следования циклов зависит в основном от энергетических характеристик подготовленной топливовоздушной смеси и конструктивных характеристик исполнения горелки.

Исходя из Выше изложенного, конструктивное исполнение детонационно-резонансной горелки для технологических целей представлено на рис. № 7.16.8.

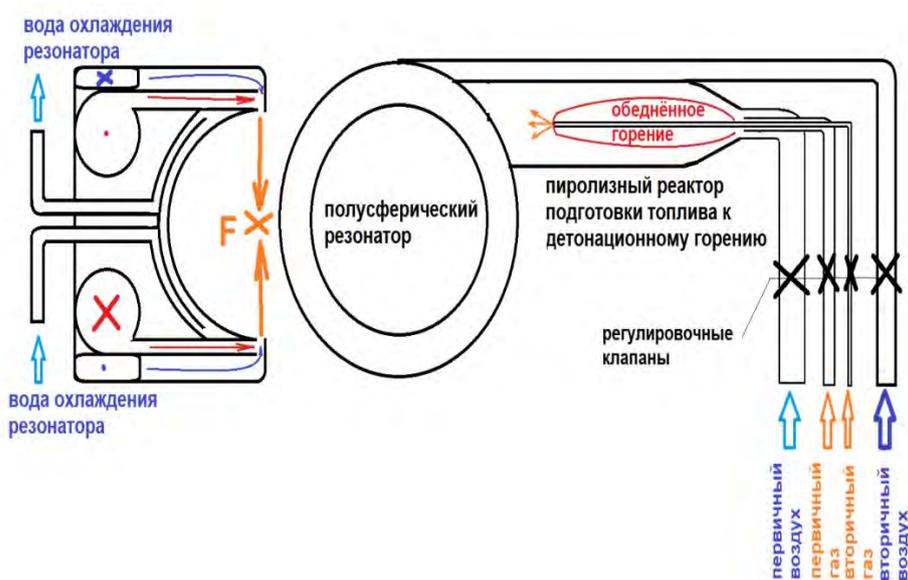


Рис. № 7.16.8. Конструктивное исполнение детонационно-резонансной горелки

Управление работой горелки (управление детонационным горением) для целей достижения заданных характеристик по частоте следования, температуре, скорости распространения и давлению детонационных волн осуществляется регулировкой расхода первичного и вторичного газа и воздуха под.

В связи с тем, что детонационно-резонансная горелка работает продолжительное время с запредельными рабочими температурами для существующих конструкционных материалов, последние обязательно должны быть оборудованы проточным охлаждением. Это относится только к стенке сферы камеры детонационного сгорания.

Предложенный вариант конструкции детонационно-резонансной горелки достаточно прост и повторим.

НИР и ОКР, проводимые в этом направлении публикуются периодически в соответствующих разделах сайта **vihrihaosa.wordpress.com** и подтверждают заявленные в п.1 настоящей публикации энергетические характеристики управляемого детонационного горения. Могут быть применены для различных технологических целей, как более эффективная замена классическим (дефлаграционным) горелкам.

ДОСТОИНСТВА:

- Высокая энергетика единичного детонационного горения.
- Квази непрерывная работа, которая приближается к непрерывной работе за счет высокой частоты следования волн детонационного горения.
- Высокая частота работы - 1 кГц.
- Высокий КПД.

НЕДОСТАТКИ:

- Требуется предварительной подготовки топлива (пиролиза) к детонации.

8 ДЕТОНАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Детонационные технологии на основе управляемого детонационного горения предлагаются для решения следующих задач:

- Термобарическое разложение (P,T).
- Пиролиз (T).
- Высокотемпературный синтез/разложение элементов.
- Термоядерный синтез.
- Генерация электричества.
- Сверхвысокие температуры.
- Сверхвысокие давления.
- Высоко энергетические потоки.
- Высоко энергетическое лазерное излучение.
- Мелко дисперсионные порошки микронного уровня.
- Диагностика толщины покрытия стального листа.

8.1. ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

Опубликован 19.12.2020 года.

Ссылка: [Термобарический способ синтеза драгоценных камней](#)

Способ производства драгоценных камней заключается в термобарическом (сверхвысокоскоростном) воздействии (плавлении) без доступа воздуха оксидов металлов высокой температурой и давлением от продуктов детонационного горения топливовоздушных смесей системы специально расположенных детонационно-резонансных горелок с полусферическими резонаторами.

В практическом плане оксиды металлов согласно рис. 1 подаются равномерно в центральную общую зону термобарического плавления. Это есть зона “схлопывания” продуктов детонационного горения от 3-х и более детонационно-резонансных горелок с полусферическими резонаторами, размещённых навстречу друг другу в одной общей горизонтальной плоскости.

Дополнительно каждая горелка имеет небольшой наклон вниз в вертикальной плоскости для целей облегчения подачи в зону термобарического восстановления порошков оксидов металлов гравитационным способом и предотвращения их выдувания. На физико-химическом плане термобарическое (высокая температура и давление) воздействие на оксиды металлов продуктами детонационного горения топливовоздушной смеси в центральном месте столкновения изломов детонационных волн от горелок приводит к сверх высокоскоростному плавлению под очень высоким давлением.

Для понимания технологии работы заявляемого способа в конструктивном плане наиболее близкий из существующих аналогов, это печь имени Огюста Вернейля для производства рубинов.

В ней мелкий как пудра, порошок окиси алюминия сыплется непрерывной тонкой струйкой в пламя гремучего газа, где температура больше двух тысяч градусов, так что порошок тут же расплавляется. Мельчайшие капельки расплава падают вниз на подставку и застывают самоцветным камнем (рубином).

Исходя из Выше изложенного, термобарический способ производства драгоценных камней заключается в термобарическом

воздействии без доступа воздуха сверхвысокоскоростном плавлении оксидов под большим давлением от продуктов детонационного горения топливовоздушной смеси системой специально расположенных детонационно-резонансных горелок с полусферическими резонаторами.

Функционально заявляемый способ представлен на рис. № 8.1.1.

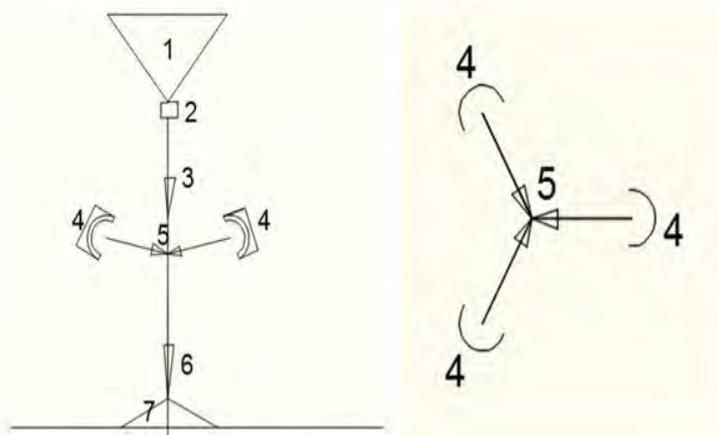


Рис. № 8.1.1. Схема термобарического способа производства драгоценных камней.

Где:

1. Бункер с порошком оксидов.
2. Дозатор.
3. Равномерное высыпание порошка оксидов в зону протекания термобарической плавления
4. Детонационно-резонансные горелки с полусферическими резонаторами.
5. Зона проведения термобарического плавления.
6. капельки расплава падают вниз на подставку и застывают самоцветным камнем (рубином).
7. Драгоценный камень.

Здесь оксиды металлов гравитационным способом подаются равномерно в зону термобарического плавления — центральное место столкновения изломов детонационных волн (схлопывания) п. 5 рис. № 2 от 3-х и более детонационно-резонансных горелок с полусферическими резонаторами, размещённых по схеме “звезда” с небольшим наклоном каждой.

ВЫВОД:

Заявленный термобарический способ с температурами в зоне реакции 3000-4000 °С и сверхвысокое давление без доступа воздуха способен наиболее эффективно проводить синтез драгоценных камней.

8.2. ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАЗЛОЖЕНИЯ ЛЮБЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОЛНЕ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СЖАТИЕМ (ЗЕЛЁНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ, УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ, И Т.П.)

Опубликован: 27.07.2021 года.

Ссылка: [Термобарический способ разложения оксидов \(отходов\) в волне детонационного горения с дополнительным сжатием](#)

Термобарический способ разложения химических соединений заключается в воздействии на химические соединения мелко дисперсионной структуры сверх высокой температурой и продуктами детонационного горения топливовоздушной смеси (ТВС).

При этом нужно учитывать, что в качестве химических соединений может выступать абсолютно любые мелко дисперсионные, вязкие или жидкие химические, органические минеральные смеси в том числе и ядовитые для утилизации или получения новых продуктов.

Термобарический способ разложения любых химических соединений на простые составляющие осуществляется непосредственно во фронте детонационного горения топливовоздушной смеси (ТВС). Химические соединения мелко дисперсионной структуры вводятся непосредственно во фронт распространения детонационного горения ТВС. При этом сам фронт детонационного горения сжимается центростремительно в одной точке – в фокусе полусферического резонатора, за счёт конструктивных особенностей источника детонационного горения.

Главным достоинством такого конструктивного решения является тот факт, что фокус полусферического резонатора, т.е. центр формирования сверхвысоких температур и давлений, в котором происходит основное термобарическое воздействие на вещество непосредственно не контактирует с конструкционным материалом. Таким образом в фокусе полусферического резонатора формируются сверхвысокие давление и температура для заявляемых целей.

При этом классические способы нагрева не способны обеспечить нужные температуры и давления для протекания термобарических процессов разложения химических соединений. Это связано с особенностью классического дефлаграционного горения, а именно в

том, что при распространении дефрагационного горения фронт волны не встречает на своём пути препятствий и распространяется от зон с высоким давлением в зоны низкого давления. Распространение горения в этом случае происходит с относительно низкой скоростью, которая зависит от температуры процесса горения, и всегда ниже 2000 °С.

В отличие от классического горения — детонация в атмосфере от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С. При этом нужно учесть тот факт, что детонация не в атмосферу (расширение), а сжатие центростремительно в фокусе полусферического резонатора обеспечивает формирование на много больших температур.

Детонация представляет собой фронт расширяющихся изломов ударных волн, которые постоянно растут и сталкиваются друг с другом. В местах столкновения изломов ударных волн возникают зоны очень высокого давления, в которых горение происходит с более высокими температурами, если бы оно происходило на границе между областью высокого и низкого давлений (как при классическом горении).

Анализ литературы открытого доступа показал, что методы термобарического разложения химических веществ на основе использования детонационного горения ни кем ещё не рассматривался.

Практические работы в области детонационного горения для интенсификации или создания новых технологических процессов в настоящее время практически не используются в промышленном производстве.

После публикаций в открытом доступе работ, связанных с гиперзвуковыми ракетами и в частности с их двигательными установками на основе управляемого детонационного сгорания топливовоздушной смеси появилась возможность использовать такие технологии в промышленности.

Исходя из выше изложенного предлагается следующее практическое решение заявляемой идеи термобарического разложения химических соединений на отдельном примере так называемой зелёной металлургии, а именно: непосредственного термобарического

разложения оксида железа (железной руды) в чистое железо минуя классическое доменное производство.

Известен факте, что если оксид железа Fe (III) нагреть до температуры +675°C (точка Нееля), то произойдёт фазовый переход: антиферромагнитные свойства оксида сменятся парамагнитными. При дальнейшем нагревании до +1565°C оксид сначала расплавится, превратившись в оксид железа Fe (I), а затем при увеличении температуры начнёт разлагаться на простые вещества по схеме: $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \Rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{O}_2$. Что нам как раз и нужно.

При этом скорость разложения будет зависеть от количества смеси (скорости её нагрева), температуры и давления. Т.е. для осуществления технологии так называемой зелёной металлургии нужно выполнить следующие условия:

1. Температура более 2000 градусов.
2. Сверхвысокое давление.
3. Высокодисперсная структура реакционной смеси.

На этом примере следует ввести коэффициент, который бы показывал эффективность заявленного способа разложения оксида железа (железной руды) в чистое железо минуя классическое доменное производство.

Таким коэффициентом в данном примере может выступать “степень металлизации”, которая показывает объём кислорода, выделенного из оксида железа в ходе реакции термобарического разложения.

Этот показатель отражает эффективность термобарического разложения в зависимости от различных режимов работы детонационного горения и количества химических соединений и его фракционного (гранулометрического) состава.

При заданном объёме расхода мелко дисперсионной железной руды “степень металлизации” всегда будет зависеть от её гранулометрического состава, частоты следования детонационных волн, а также от количества и степени подготовки топливовоздушной смеси.

В заявленном отчёте по опытно-конструкторским работам (ОКР) коэффициент — “степень металлизации” составляла меньше процента. Это связано с тем, что ОКР проводились исключительно для подтверждения самой возможности термобарического разложения

оксида железа на железо и кислород с относительно низкой частотой следования детонационных волн и т.п.

Функциональная схема заявляемого способа представлена на рис. № 8.2.1.

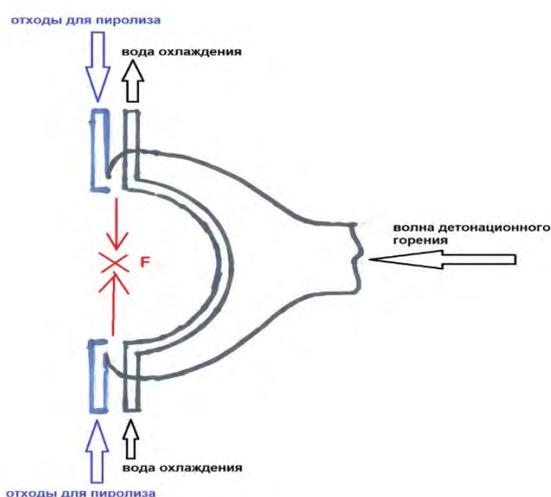


Рис. № 8.2.1.Схема реализации термобарического способа разложения отходов в волне детонационного горения с дополнительным сжатием

Принцип работы основан на том, что отдельно сформированная детонационная волна детонационного горения топливовоздушной смеси (источник на схеме не представлен) вводится радиально центростремительно в так называемый полусферический резонатор. Одновременно в резонатор также радиально и принудительно подаётся в импульсном режиме синхронно с частотой детонации мелко дисперсионное химическое соединение для термобарического разложения.

В конструктивном плане диаметральный каналы ввода химического соединения представлены на рис. № 8.2.2.



Рис. № 8.2.2. Диаметральный каналы ввода химического соединения и волны детонационного горения.

Таким образом сформированная детонационная волна детонационного горения топливовоздушной смеси перед входом в так называемый полусферический резонатор имеет сверхвысокую скорость распространения и температуру. В импульсном режиме согласно отчёта температура может достигать 2500-3000 градусов. Это значение относится к классической детонационной волне. При этом, как было заявлено выше — она ещё дополнительно центростремительно сжимается в фокусе полусферического резонатора.

Исходя из выше изложенного можно предположить, что температура и давление в таком фокусе будет ориентировочно в 2 и более раза выше, примерно— 4000-5000°C. Этого вполне достаточно для целей заявляемого.

Практические работы по заявляемому.

На примере проверки возможности термобарического разложения оксида железа (так называемая зелёная металлургия) заявленным способом провёл эксперимент с добавлением во фронт детонационного горения мелко дисперсионного порошка оксида железа. Был приобретён порошок железного сурика, который не обладает магнитными свойствами.

Взял мелкочаеистую сетку. Согнул в кольцо и окунул край в порошок оксида железа, см. рис. № 8.2.3.



Рис. № 8.2.3. Сетка ввода оксида железа в волну детонационного горения.

Сетка ввода оксида железа в волну детонационного горения детонационной горелки размещена внутри полусферического резонатора, см. рис. № 8.2.4.



Рис. № 8.2.4. Установка сетки ввода оксида железа в волну детонационного горения детонационной горелки.

Для сбора продуктов детонационного горения использовал трубу из нержавеющей стали с зеркальными внутренними стенками.

Инициировал детонацию. И так многочисленное число раз, см. рис. № 8.2.5.



Рис. № 8.2.5. Распространение волны детонационного горения в патрубке сбора продуктов горения.

Затем пыль с внутренних стенок трубы была собрана и проверены её магнитные свойства. Собранная пыль продуктов детонационного горения проявляет магнитные свойства.

Это подтверждает, что происходит термобарическое разложение не магнитного оксида железа до чистого железа.

На основании таких работ и предлагается заявленный выше термобарический способ разложения любых химических соединений на простые составляющие непосредственно во фронте детонационного горения топливовоздушной смеси (ТВС).

ВЫВОД:

Заявленный термобарический способ с достижимыми температурами в зоне реакции в 3000 — 4000°С и сверхвысоким давлением способен наиболее эффективно проводить химические реакции температурного разложения химических соединения на простые составляющие. Степень эффективности в этом случае зависит всегда от гранулометрического (фракционного) состава, частоты следования и объёма детонационных волн. При этом нужно учитывать, что в качестве химических соединений может выступать абсолютно любые мелко дисперсионные, вязкие или жидкие химические, органические минеральные смеси в том числе и ядовитые для утилизации или получения новых продуктов.

8.3 ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАЗЛОЖЕНИЯ ЛЮБЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОЛНЕ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ.

Опубликован: 27.07.2021 года.

Ссылка: [Термобарический способ разложения любых отходов \(порошки\) в волне детонационного горения](#)

Термобарический способ разложения химических соединений заключается в воздействии на химические соединения мелко дисперсионной структуры сверх высокой температурой и давлением продуктами детонационного горения топливовоздушной смеси (ТВС). При этом нужно учитывать, что в качестве химических соединений может выступать абсолютно любые мелко дисперсионные, вязкие или жидкие химические, органические минеральные смеси в том числе и ядовитые для утилизации или получения новых продуктов.

Термобарический способ разложения любых химических соединений на простые составляющие осуществляется детонацией смеси в фокусе полусферического резонатора, состоящей из топлива-окислитель и мелко дисперсионных химических соединений. Химические соединения мелко дисперсионной структуры вводятся непосредственно в подготовленную для детонационного горения топливовоздушную смесь.

Главным достоинством такого конструктивного решения является тот факт, что фокус полусферического резонатора, т.е. центр формирования сверхвысоких температур и давлений, в котором происходит основное термобарическое воздействие на химические вещества непосредственно не контактирует с конструкционным материалом.

Таким образом в фокусе полусферического резонатора формируются сверхвысокие давление и температура для заявляемых целей.

При этом классические способы нагрева не способны обеспечить нужные температуры и давления для протекания термобарических процессов разложения химических соединений. Это связано с особенностью классического дефлаграционного горения, а именно в том, что при распространении дефлаграционного горения фронт волны

не встречает на своём пути препятствий и распространяется от зон с высоким давлением в зоны низкого давления. Распространение горения в этом случае происходит с относительно низкой скоростью, которая зависит от температуры процесса горения, и всегда ниже 2000 °С.

В отличие от классического горения — детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С. При этом нужно учесть тот факт, что детонация не в атмосферу (расширение), а сжатие центростремительно в фокусе полусферического резонатора обеспечивает формирование на много больших температур.

Детонация представляет собой фронт расширяющихся изломов ударных волн, которые постоянно растут и сталкиваются друг с другом. В местах столкновения изломов ударных волн возникают зоны очень высокого давления, в которых горение происходит с более высокими температурами, если бы оно происходило на границе между областью высокого и низкого давлений (как при классическом горении).

Анализ литературы открытого доступа показал, что методы термобарического разложения химических веществ на основе использования детонационного горения ни кем ещё не рассматривался.

Практические работы в области детонационного горения для интенсификации или создания новых технологических процессов в настоящее время практически не используются в промышленном производстве.

После публикаций в открытом доступе работ, связанных с гиперзвуковыми ракетами и в частности с их двигательными установками на основе управляемого детонационного сгорания топливовоздушной смеси появилась возможность использовать такие технологии в промышленности.

Исходя из выше изложенного предлагается следующее практическое решение заявляемой идеи термобарического разложения химических соединений на отдельном примере так называемой зелёной металлургии, а именно: непосредственного термобарического разложения оксида железа (железной руды) в чистое железо минуя классическое доменное производство.

Известен факте, что если оксид железа Fe(III) нагреть до температуры +675°C (точка Нееля), то произойдёт фазовый переход: антиферромагнитные свойства оксида сменятся парамагнитными. При дальнейшем нагревании до +1565°C оксид сначала расплавится, превратившись в оксид железа Fe(I), а затем при увеличении температуры начнёт разлагаться на простые вещества по схеме: $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \Rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{O}_2$. Что нам как раз и нужно.

При этом скорость разложения будет зависеть от количества смеси (скорости и технологии её сверх нагрева), температуры и давления. Т.е. для осуществления технологии так называемой зелёной металлургии нужно выполнить следующие условия:

1. Температура более 2000 градусов.
2. Сверхвысокое давление.
3. Высокодисперсная структура реакционной смеси.

На этом примере следует ввести коэффициент, который бы показывал эффективность заявленного способа разложения оксида железа (железной руды) в чистое железо минуя классическое доменное производство.

Таким коэффициентом в данном примере может выступать “степень металлизации”, которая показывает объём кислорода, выделенного из оксида железа в ходе реакции термобарического разложения.

Этот показатель отражает эффективность термобарического разложения в зависимости от различных режимов работы детонационного горения и количества химических соединений и его фракционного (гранулометрического) состава.

При заданном объёме расхода мелко дисперсионной железной руды “степень металлизации” всегда будет зависеть от её гранулометрического состава, частоты следования детонационных волн, а также от количества и степени подготовки топливовоздушной смеси.

Функциональная схема заявляемого способа термобарического способа разложения химических соединений детонационно-

резонансным горением совместно с топливоздушной смесью в фокусе полусферического резонатора представлена на рис. № 8.3.1.

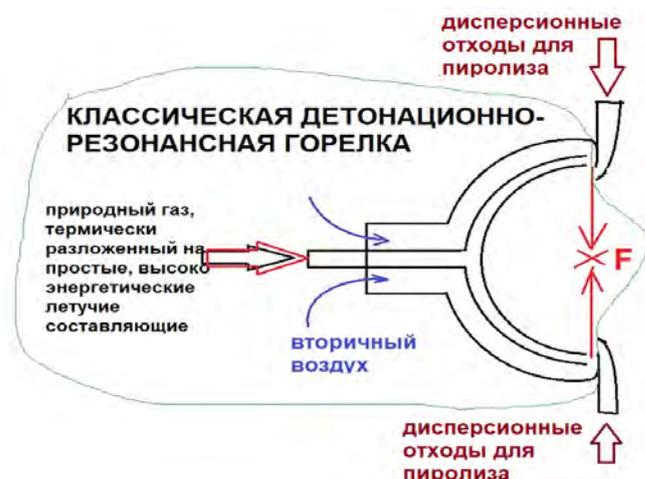


Рис. № 8.3.1. Схема реализации способа термобарического разложения отходов в волне детонационного горения.

Принцип работы основан на том, что химические соединения вводятся в готовую для детонации топливоздушную смесь (ТВС), смешиваясь с ней. Затем происходит инициация детонации и центростремительное сжатие детонационной волны в фокусе полусферического резонатора с резким увеличением температуры и давления. В фокусе полусферического резонатора протекают термобарические процессы разложения химических соединений на простые составляющие.

ЭКСПЕРИМЕНТ

На примере проверки возможности термобарического разложения оксида железа (так называемая зелёная металлургия) заявленным способом провёл эксперимент с добавлением в готовую для детонации топливоздушную смесь (ТВС) мелко дисперсионного порошка оксида железа. Был приобретён порошок железного сурика, который не обладает магнитными свойствами.

Взял мелкоячеистую сетку. Согнул в кольцо и окунул край в порошок оксида железа, см. рис. № 8.3.2.



Рис. № 8.3.2. Сетка ввода оксида железа в волну детонационного горения.

Для сбора продуктов детонационного горения использовал трубу из нержавеющей стали с зеркальными внутренними стенками.

Инициировал детонацию. И так многочисленное число раз, см. рис. № 8.3.3.



Рис. № 8.3.3. Распространение волны детонационного горения в патрубке сбора продуктов горения.

Затем пыль с внутренних стенок трубы была собрана и проверены её магнитные свойства. Собранная пыль продуктов детонационного горения проявляет магнитные свойства.

Это подтверждает, что происходит термобарическое разложение не магнитного оксида железа до чистого железа.

На основании таких работ и предлагается заявленный выше термобарический способ разложения любых химических соединений на простые составляющие непосредственно во фронте детонационного горения топливовоздушной смеси (ТВС).

ВЫВОД:

Заявленный термобарический способ с сверхвысокими температурами и давлением способен наиболее эффективно проводить химические реакции температурного разложения химических соединения на простые составляющие. Степень эффективности в этом случае зависит всегда от гранулометрического (фракционного) состава, частоты следования и объёма детонационных волн.

При этом нужно учитывать, что в качестве химических соединений может выступать абсолютно любые мелко дисперсионные, вязкие или жидкие химические, органические минеральные смеси в том числе и ядовитые для утилизации или получения новых продуктов.

8.4. ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАЗЛОЖЕНИЯ ЛЮБЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ЦЕНТРЕ СЖАТИЯ ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН ОТ НЕСКОЛЬКИХ ДЕТОНАЦИОННО-РЕЗОНАНСНЫХ ИСТОЧНИКОВ (ЗЕЛЁНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ, УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ И Т.П.).

Опубликован: 26.04.2020 года.

Ссылка: [Термобарический способ разложения любых химических соединений в центре сжатия детонационных волн от нескольких источников](#)

Термобарический способ разложения химических соединений заключается в воздействии на химические соединения мелко дисперсионной структуры сверх высокой температурой и давлением продуктами детонационного горения топливовоздушной смеси (ТВС). При этом нужно учитывать, что в качестве химических соединений может выступать абсолютно любые мелко дисперсионные, вязкие или жидкие химические, органические минеральные смеси в том числе и ядовитые для утилизации или получения новых продуктов.

Достигается это за счёт формирования зоны сверхвысокого давления и сверхвысокой температуры в локализованном месте (реакционный центр) центростремительного синхронного схлопывания (сжатия) фронтов детонационного горения топливовоздушных смесей (ТВС) от трёх и более детонационно-резонансных источников.

В реакционный центр вводят химические соединения для термобарического разложения на простые составляющие. Главным достоинством такого конструктивного решения является тот факт, что реакционный центр центростремительного синхронного схлопывания (сжатия) фронтов детонационного горения (центр протекания реакции термобарического разложения) непосредственно не контактирует с конструкционным материалом.

При этом классические способы нагрева не способны обеспечить нужные температуры и давления для протекания термобарических процессов разложения химических соединений. Это связано с особенностью классического дефлаграционного горения, а именно в том, что при распространении дефлаграционного горения фронт волны не встречает на своём пути препятствий и распространяется от зон с

высоким давлением в зоны низкого давления. Распространение горения в этом случае происходит с относительно низкой скоростью, которая зависит от температуры процесса горения, и всегда ниже 2000 °С.

В отличие от классического горения — детонация в атмосфере от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С. При этом нужно учесть тот факт, что детонация не в атмосфере (расширение), а сжатие центростремительно в фокусе полусферического резонатора обеспечивает формирование на много больших температур.

Детонация представляет собой фронт расширяющихся изломов ударных волн, которые постоянно растут и сталкиваются друг с другом. В местах столкновения изломов ударных волн возникают зоны очень высокого давления, в которых горение происходит с более высокими температурами, если бы оно происходило на границе между областью высокого и низкого давлений (как при классическом горении).

Анализ литературы открытого доступа показал, что методы термобарического разложения химических веществ на основе использования детонационного горения ни кем ещё не рассматривался.

Практические работы в области детонационного горения для интенсификации или создания новых технологических процессов в настоящее время практически не используются в промышленном производстве.

После публикаций в открытом доступе работ, связанных с гиперзвуковыми ракетами и в частности с их двигательными установками на основе управляемого детонационного сгорания топливовоздушной смеси появилась возможность использовать такие технологии в промышленности.

Исходя из выше изложенного предлагается следующее практическое решение заявляемой идеи термобарического разложения химических соединений на отдельном примере так называемой зелёной металлургии, а именно: непосредственного термобарического разложения оксида железа (железной руды) в чистое железо минуя классическое доменное производство.

Известен факте, что если оксид железа Fe(III) нагреть до температуры +675°C (точка Нееля), то произойдёт фазовый переход: антиферромагнитные свойства оксида сменятся парамагнитными. При дальнейшем нагревании до +1565°C оксид сначала расплавится, превратившись в оксид железа Fe(I), а затем при увеличении температуры начнёт разлагаться на простые вещества по схеме: $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \Rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{O}_2$. Что нам как раз и нужно.

При этом скорость разложения будет зависеть от количества смеси (скорости её нагрева), температуры и давления. Т.е. для осуществления технологии так называемой зелёной металлургии нужно выполнить следующие условия:

1. Температура более 2000 градусов.
2. Сверхвысокое давление.
3. Высокодисперсная структура реакционной смеси.

Функциональная схема заявляемого способа термобарического способа разложения химических соединений представлена на рис. № 8.4.1.

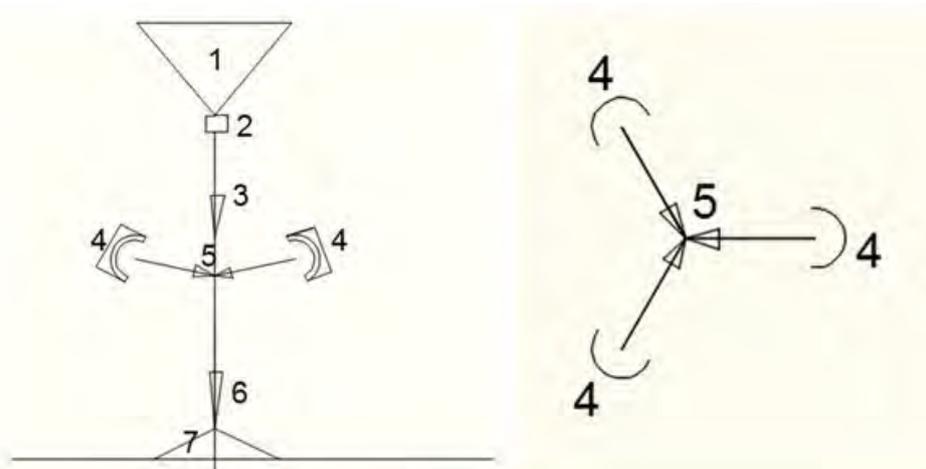


Рис. № 8.4.1. Схема термобарического способа разложения любых химических соединений в центре сжатия детонационных волн от нескольких детонационно-резонансных источников

Где:

1. Бункер с химическим соединением.
2. Дозатор.
3. Подача химического соединения в зону термобарического разложения.

4. Детонационно-резонансные горелки (источники детонационной энергии) с полусферическими резонаторами.
5. Зона термобарического разложения химических соединений.
6. Гравитационное удаление продуктов термобарического разложения химических соединений.
7. Продукты термобарического разложения химических соединений.

Согласно схемы химического соединения (в данном примере — мелко дисперсионный порошок оксида железа — руда) подаётся равномерно в реакционную термобарическую зону п. 5. Это есть зона центростремительного сжатия (схлопывания) детонационных волн от продуктов детонационного горения 3-х и более детонационно-резонансных горелок (источников энергии). Горелки (источники энергии) размещены навстречу друг другу на одной общей горизонтальной плоскости. Также каждая горелка имеет небольшой наклон вниз в вертикальной плоскости для целей облегчения ввода в зону термобарического восстановления порошков оксидов металлов, например, гравитационным способом и предотвращения их выдувания.

При центростремительном синхронном сжатии (схлопывании) детонационных волн от продуктов детонационного горения 3-х и более детонационно-резонансных горелок в центральной части возникает сферическая зона сверх высокого давления, с намного более высокой температурой и давлением.

Мелко дисперсионный химическое соединения проходя эту зону сверхвысокого давления и сверхвысокой температуры мгновенно разлагается на простые составляющие.

В данном примере на выходе сферической зоны сверх высокого давления образуется мелко дисперсионный порошок чистого железа и кислород.

Практические работы подтверждают заявленное. Был создан стенд из двух источников детонационных волн по типу трубчатой формы с сферическим резонатором и непосредственной инжекцией воздуха газом (пропаном), см. рис. № 8.4.2.



Рис. № 8.4.2. Стенд из двух источников детонационных волн трубчатой формы с встречными сферическими резонаторами на выходе

Интересные эффекты проявляются в зависимости от расстояния, на котором находятся друг от друга источники детонационного горения.

1. Расстояние между горелками = $2 \cdot (0,9 \cdot L)$. См. рис. № 8.4.3

Где: L – длина видимого сходящегося клина детонационного горения одного источника детонационного горения.

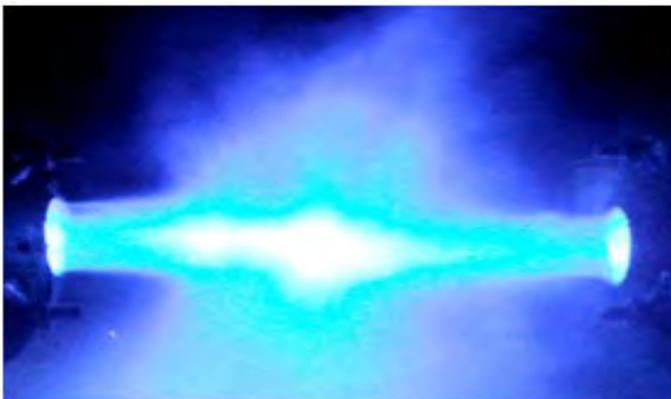


Рис. № 8.4.3. Визуализация схлопывания двух волн детонационного горения. Расстояние между горелками = $2 \cdot (0,9 \cdot L)$.

В этом случае место сжатия сверхвысоких температур и давлений локализовано в центре на расстоянии $0,9 \cdot L$ относительно небольшой областью по объёму.

2. Расстояние между горелками = L , см. рис. № 8.4.4.

Где: L – длина видимого сходящегося клина детонационного горения одного источника детонационного горения.



Рис. № 8.4.4. Визуализация схлопывания двух волн детонационного горения. Расстояние между горелками = L .

В этом случае место сжатия имеет форму шара сверхвысоких температур и давлений с диаметром, равным $= L$. По аналогии с шаровой молнией, с одним исключением – полученный шар “рождается” и “умирает” несравнимо быстрее, чем шаровая молния. Таким образом сверх быстрый нагрев газа может быть реализован встречным “схлопыванием” в общем центре двух и более источников детонационных волн детонационного горения топливовоздушной смеси. При этом объём зоны сверхвысоких температур и давлений зависит исключительно от расстояния, на котором размещены друг от друга источники детонационного горения.

ВЫВОД:

Заявленный термобарический способ с достижимыми температурами в зоне реакции в $3000 — 4000^{\circ}\text{C}$ и сверхвысоким давлением способен наиболее эффективно проводить химические реакции температурного разложения химических соединения на простые составляющие. Степень эффективности в этом случае зависит всегда от гранулометрического (фракционного) состава, частоты следования и объёма детонационных волн. При этом нужно учитывать, что в качестве химических соединений может выступать абсолютно любые мелко дисперсионные, вязкие или жидкие химические, органические минеральные смеси в том числе и ядовитые для утилизации или получения новых продуктов.

8.5. ИМПЛОЗИЯ (ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЕ ВИХРЕВОЕ СЖАТИЕ) ВОЛНЫ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ (СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР).

Опубликована 02.08.2021 года.

Ссылка: [Имплозия \(центростремителное вихревое сжатие\) волны детонационного горения для технологических целей \(способ получения сверхвысоких температур\).](#)

Идея способа заключается в изменении направления распространения сформированной детонационной волны горения топливовоздушной смеси с прямолинейного на тангенциальное (центробежное) вихревое. При вихревом распространении волны детонационного горения в центральной аксиальной зоне формируются сверхвысокие температуры, согласно рис. № 8.5.1.



Рис. № 8.5.1. Центростремителное вихревое сжатие волны детонационного горения для технологических целей (способ получения сверхвысоких температур).

Особенности классического детонационного горения и способы формирования волны детонационного горения подробно изложены в отдельных статьях ([ссылка](#)), поэтому останавливаться на них не будем.

При этом известно, что прямолинейная детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000

м/с сверхвысоким давлением, а температура горения достигает 3000-3500 °С.

Дополнительной особенностью прямолинейного распространения волны детонационного горения на выходе из источника является конусное расширение фронта за счёт силы детонационных сил.

А теперь рассмотрим вихревое (тангенциальное) распространение волны детонационного горения в полузамкнутом цилиндрическом объёме.

Для этого был собран испытательный стенд в виде трубчатого источника волн детонационного горения, тангенциально соединённого с цилиндром, в котором будет распространяться тангенциально волна детонационного горения, см. рис. № 8.5.2.



Рис. № 8.5.2. Испытательный стенд в виде трубчатого источника волн детонационного горения, тангенциально соединённого с цилиндром, в котором будет распространяться тангенциально волна детонационного горения.

В этом случае проявляются интересные свойства, связанные с резким повышением температуры в центральной зоне аксиального вихревого распространения детонационной волны. При вихревом тангенциальном центробежном распространении детонационной волны со скоростями порядка 2000-3000 м/с и сверхвысоким давлением, последняя претерпевает центростремительное сжатие в так называемом аксиальном центре вихря.

Это обусловлено тем, что центробежная сила тангенциального движения детонационного фронта горения намного меньше силы детонационного расширения фронта продуктов детонационного горения.

Иными словами, при классическом тангенциальном центробежном распространении любого воздушного потока, например, в тангенциальных завихрителях за счёт центробежных сил происходит увеличение площади воздушного потока. Ни о каком-либо дополнительном нагреве в так называемом вихревом центре не может вестись и речи. Сила расширения фронта распространения воздушного потока пренебрежимо мала по сравнению с центробежной силой.

Ситуация кардинально меняется при тангенциальном распространении волны детонационного горения. В этом случае сила расширения волны детонационного горения будет на много превышать центробежную силу. Площадь фронта тангенциального распространения детонационной волны в такой вращающейся вихревой системе будет всегда ограничена радиусом вращения. Благодаря такому ограничению происходит адиабатическое сжатие уменьшением объёма термодинамической вихревой системы в центре вращения без обмена теплотой с окружающей средой.

Таким образом сверхвысокая скорость и давление во фронте сформированной волны детонационного горения при изменении направления распространения (с прямолинейного на тангенциальное) формируют центростремительное сжатие (имплозию) детонационной волны в центре оси распространения (аксиально).

При этом в центральной оси вихревого вращения образуется зона сверхвысокой температуры более 2000 градусов, в которой возможны термохимические реакции синтеза/разложения любых химических и минеральных веществ.

8.6. МНОГОМЕРНАЯ ИМПЛОЗИЯ (МНОГОМЕРНОЕ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЕ ВИХРЕВОЕ СЖАТИЕ) ВОЛН ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ ОТ ДВУХ И БОЛЕЕ ИСТОЧНИКОВ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ (СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР).

Опубликована 03.08.2021 года.

Ссылка: [Многомерная имплозия \(многомерное центростремительное вихревое сжатие\) волн детонационного горения от двух и более источников детонационного горения для технологических целей \(способ получения сверхвысоких температур\).](#)

Идея способа заключается в формировании двух, изолированных друг от друга вихревых потоков продуктов детонационного горения с общим центром вращения. Потоки имеют противоположные направления вращения. После отдельного формирования потоков происходит их совместное со направленное распространение аксиально вокруг общей оси распространения. Вихревые потоки детонационного горения начинают взаимодействовать друг с другом. Происходят одновременно и совместно два адиабатических центростремительных процесса сжатия двух вихревых потоков детонационного горения (многомерной имплозии), см. рис. № 8.6.1.

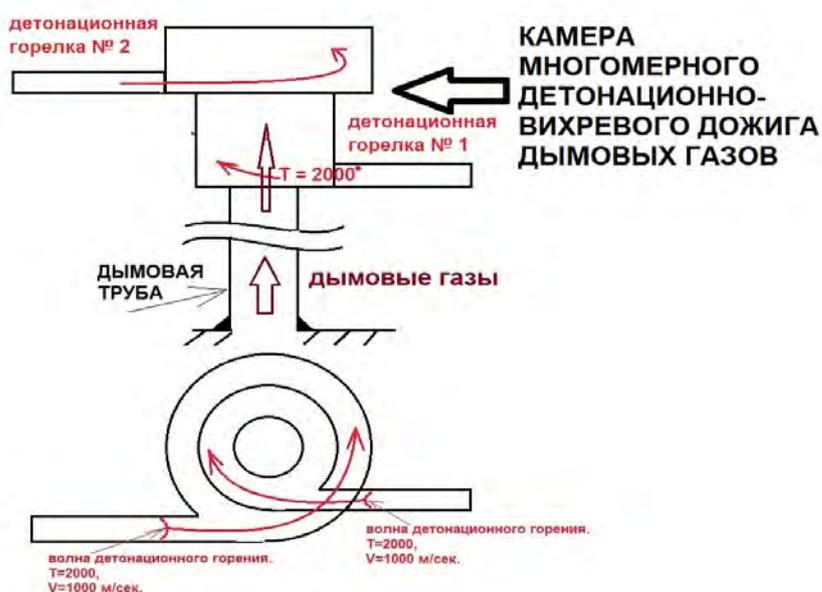


Рис. № 8.6.1. Схема многомерного центростремительного вихревого сжатия волн детонационного горения от двух и более источников детонационного горения.

В центральной аксиальной зоне распространения формируются сверхвысокие температуры для целей протекания реакций синтеза/разложения любых химических, минеральных веществ.

В качестве основы идеи многомерной имплозии выступают практические работы по одномерной имплозии (центростремительного сжатия) волны детонационного горения (ссылка), в которых проявляются интересные температурные эффекты в центральной зоне центростремительного сжатия.

Визуализация тангенциального распространения волны детонационного горения показана на рис. № 8.6.2.

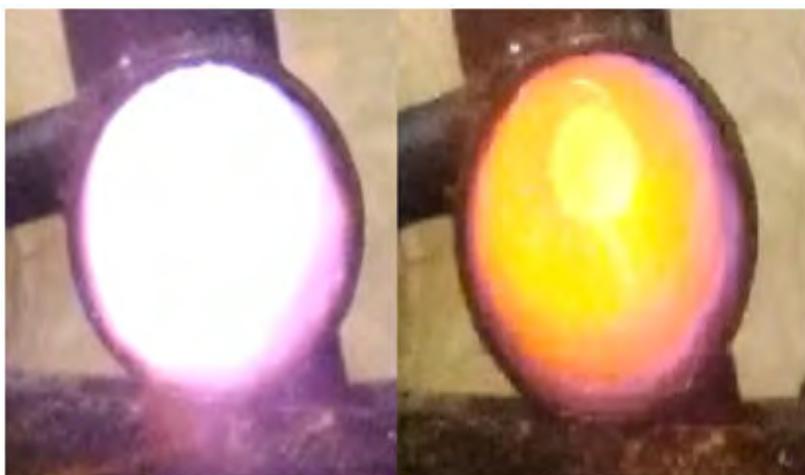


Рис. № 8.6.2. Тангенциальное распространение волны детонационного горения.

Это обусловлено тем, что центробежная сила тангенциального движения детонационного фронта горения намного меньше силы детонационного расширения фронта продуктов детонационного горения.

Иными словами, при классическом тангенциальном центробежном распространении любого воздушного потока, например, в тангенциальных завихрителях за счёт центробежных сил происходит увеличение площади воздушного потока. Ни о каком-либо дополнительном нагреве в так называемом вихревом центре не может вестись и речи. Сила расширения фронта распространения воздушного потока пренебрежимо мала по сравнению с центробежной силой.

Ситуация кардинально меняется при тангенциальном распространении волны детонационного горения. В этом случае сила расширения волны детонационного горения будет на много превышать

центробежную силу. Площадь фронта тангенциального распространения детонационной волны в такой вращающейся вихревой системе будет всегда ограничена радиусом вращения. Благодаря такому ограничению происходит адиабатическое сжатие уменьшением объёма термодинамической вихревой системы в центре вращения без обмена теплотой с окружающей средой.

С учётом выше сказанного можно сказать, что один адиабатический процесс — это хорошо, а два и более — ещё лучше.

В этом случае происходят одновременно и совместно, например, два адиабатических центростремительных процесса сжатия двух потоков, при котором внутренний сжимается к центру вращения, а внешний поток сжимает внутренний.

Дополнительной особенностью такого совместного многомерного распространения и имплозии является полное отсутствие тепловых потерь внутреннего вихревого потока.

При этом температура в центральной зоне вихревого распространения увеличивается, по сравнению с одномерной имплозией и может составлять более 3000 градусов и выше.

8.7. ДЕТОНАЦИОННО-ВИХРЕВОЙ ДОЖИГ ЛЮБЫХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Опубликован: 03.08.2021 года.

Ссылка: [Детонационно-вихревой дожиг любых дымовых газов промышленного производства | вихри хаоса \(wordpress.com\)](https://wordpress.com)

Идея способа заключается в центростремительном вихревом сжатии (имплозии) волны (волн) детонационного горения. Происходит формирование сверхвысокой температуры в осевой аксиальной зоне вихревого сжатия. Дополнительно благодаря конструктивному решению распространения и сжатия детонационных волн центральная область сверхвысоких температур не имеет механического контакта с конструктивными элементами. Таким образом исключаются большие тепловые потери.

Детонационно-вихревой дожиг любых дымовых газов основывается на двух работах, связанных с формированием сверхвысоких температур в области центростремительного сжатия:

Одномерная имплозия, с проведением

опытно-конструкторских работ (ОКР), подтверждающих заявляемое.

Многомерная имплозия, ОКР не проводились.

В конструктивном плане реализация способа дожиг любых дымовых газов промышленного производства показана на ниже приведённом рисунке в зависимости от количества детонационных источников энергии.

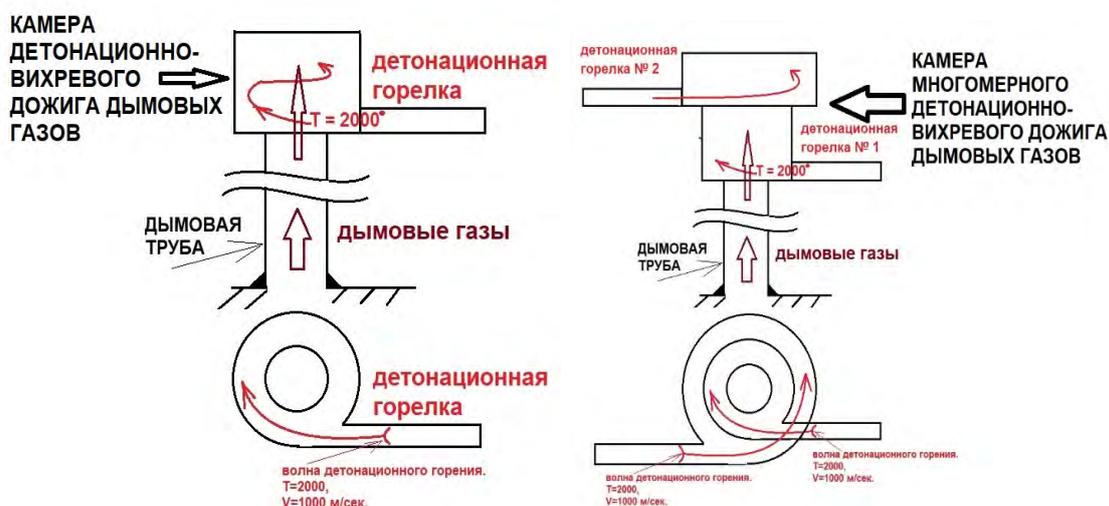


Рис. № 8.7.1. Схема реализации детонационно-вихревого дожига дымовых газов

За основу взяты конструкции детанационно-вихревых горелок с нижним осевым подводом дымовых газов в зону сверхвысоких температур. Горелки должны быть установлены сверху дымовых труб промышленного производства.

Подача дымовых газов в зону сверхвысоких температур может осуществляться, как естественной тягой, так и с помощью так называемой “всасывающей” силы вихревого движения. Это зависит от состава дымового газа, т.е. времени нахождения дымовых газов в области сверхвысоких температур до полного термического разложения.

Регулировка осуществляется за счёт выдвигания патрубка дымовых газов к (или от) зоны сверхвысоких температур.

8.8. ДЕТОНАЦИОННО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.

ЭФФЕКТ

Опубликован 26.09.2021 года.

Ссылка: [Детонационно-электрический эффект.](#)

Детонационно-электрический эффект — явление образования электродвижущей силы между двумя проводниками, размещёнными в направлении фронта детонационной волны частично ионизированного газа детонационного горения топливовоздушной смеси.

Схема реализации детонационно-электрического эффекта представлена на рис. № 8.8.1.

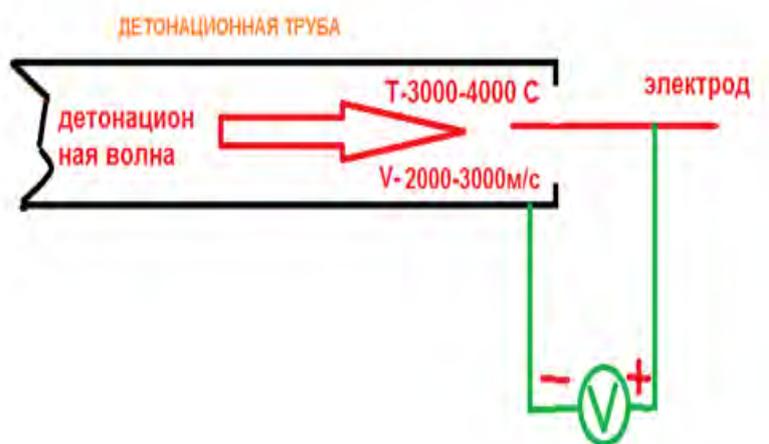


Рис. № 8.8.1. Схема реализации детонационно-электрического эффекта.

Рассмотрим сначала детонационное горение. Детонация – самый эффективный способ прямого превращения вещества в энергию и использования полученной энергии по назначению, который позволяет повысить КПД технологических устройств (горелок, двигателей, реакторов и т.п.).

При детонации химическая реакция окисления горючего протекает при более высоких значениях температуры и давления за сильной ударной волной, бегущей с высокой сверхзвуковой скоростью. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядков выше дефлаграционного фронта (классического медленного горения). Кроме того, в отличие от продуктов медленного горения, продукты детонации обладают огромной кинетической энергией.

Это связано с тем, что детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-4000 °С.

А теперь рассмотрим, что из себя представляет источник электрической энергии в широком смысле слова? Это источник упорядоченного непрерывного или периодического движения носителей электрического заряда. Применительно к нашему случаю такими носителями в газах являются ионы и электроны. При этом необходимо отметить, что газ в нормальном состоянии не является проводником. Его нужно каким-либо образом ионизировать, например, термически.

В идеале, нужно иметь плазменное состояние вещества, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы и которая является лучшим проводником. Для создания полностью плазменного состояния газа нужны сверхвысокие температуры, которые практически не достижимы для нас.

На практике термическая ионизация газа начинается уже при температурах около 2000 С.

А теперь обратим внимание на заявленные выше энергетические характеристики детонационного горения. Детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-4000 °С.

Таким образом можно представить волну детонационного горения как частично ионизированный газ, который является источник упорядоченного периодического движения носителей электрического заряда в заявленном случае. Значит детонационно-электрический эффект — явление образования электродвижущей силы между двумя проводниками, размещёнными в направлении фронта детонационной волны частично ионизированного газа детонационного горения топливовоздушной смеси.

ЭКСПЕРИМЕНТ:



Рис. № 8.8.2. Практическая реализация детонационно-электрического эффекта, его энергетика.

В эксперименте, см. рис. № 8.8.2 использовалась стальная труба внутренним диаметром 28 мм и длиной 0,3 м. Объём 0,14 литра. Топливовоздушная смесь формировалась классической газовой горелкой. Детонация топливовоздушной смеси осуществлялась пьезоподжогом горелки. Электроды использовались различные – стальная, алюминиевая, медная спицы, спирали и т.п. Максимальный эффект приблизительно 0,07 литра горючего газа генерируют 0,1 вольта на электроде.

ПРИМЕНЕНИЕ:

1. Датчик скорости детонационной волны.
2. Датчик температуры детонационной волны.
3. Датчик степени ионизации продуктов детонационного горения.
4. Детонационно-электрический генератор.

8.9. ВИХРЕ КОЛЬЦЕВАЯ ГАЗОВАЯ ПУШКА ОЧИСТКИ ВАГОНОВ ОТ ОСТАТКОВ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ

Опубликован 06.12.2020 года.

Ссылка: [Вихре кольцевая газовая пушка](#)).

ПРОБЛЕМА:

При выгрузке насыпных грузов из ж/д вагонов часть груза всегда остается в вагоне. ж/д вагоны должны возвращаться железной дороге очищенными. это прямая обязанность грузополучателей.

Комплектование отдельных производственных площадок механическими вибраторами, щеточными устройствами или высоко энергетическими системами жидкостной / газовой очистки зачастую экономически не целесообразно.

В таких случаях очистка вагонов от остатков насыпного груза на производственных площадках выполняется вручную через открытые нижние люки.

Ручная очистка ж/д вагонов через открытые нижние люки является одной из самых трудоемких и дорогостоящих операций, т.к. напрямую влияет на простой вагонов.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ:

Предлагается использовать высоко энергетические вихревые газовые кольца для дистанционной очистки ж/д вагонов, кинетического воздействия на остатки насыпных грузов.

Для этого предлагается оснастить грейфер манипулятора быстросменной вихре кольцевой газовой пушкой – вихре кольцевым сферическим резонатором, см. рис. № 8.9.1.

Работой вихре кольцевой газовой пушки управляет оператор манипулятора.

Оператор визуально определяет места остатков насыпных грузов. направляет в это место вихре кольцевую газовую пушки и производит очистку энергетикой вихревых колец с частотой следования – несколько герц.

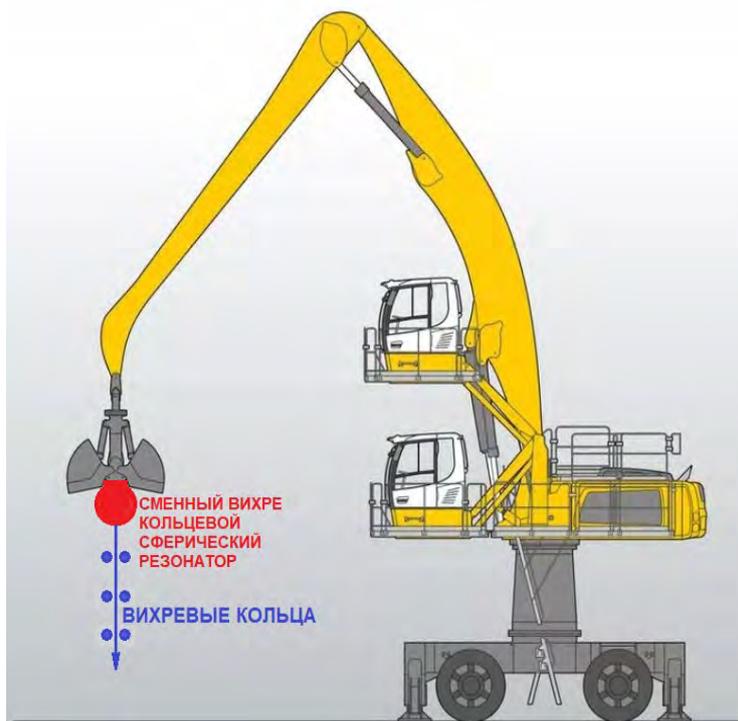


Рис. № 8.9.1. Грейфер манипулятора с быстросменной вихре кольцевой газовой пушкой.

ТЕХНОЛОГИЯ

Вихре кольцевая газовая пушка представляет собой полузамкнутый патрубок детонационного горения топливовоздушной смеси со сферическим резонатором на выходе.

Вихре кольцевая газовая пушка формирует высоко энергетические газовые вихревые кольца с частотой следования не более 3 герц.

Принцип работы вихре кольцевой газовой пушки основан на преобразовании в сферическом резонаторе линейных волн детонационного горения топливовоздушной смеси в высоко энергетические вихревые кольца. В этом случае продукты детонационного горения обладают огромной кинетической энергией, большая часть которых переходит в энергетику вихревого газового кольца и распространяется на значительное расстояние для заявленных целей.

Вариант конструктивного исполнения вихре кольцевой газовой пушки представлен на рис. № 8.9.2 и 8.9.3.

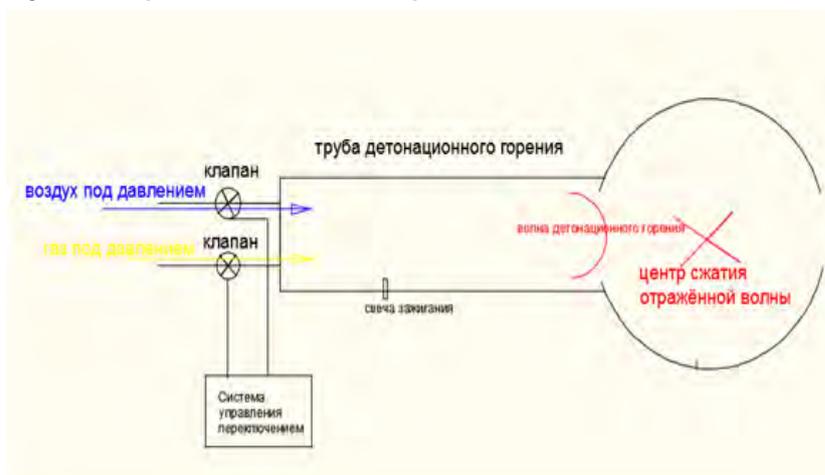


Рис. № 8.9.2. Схема детонационной пушки с сферическим резонатором на выходе.

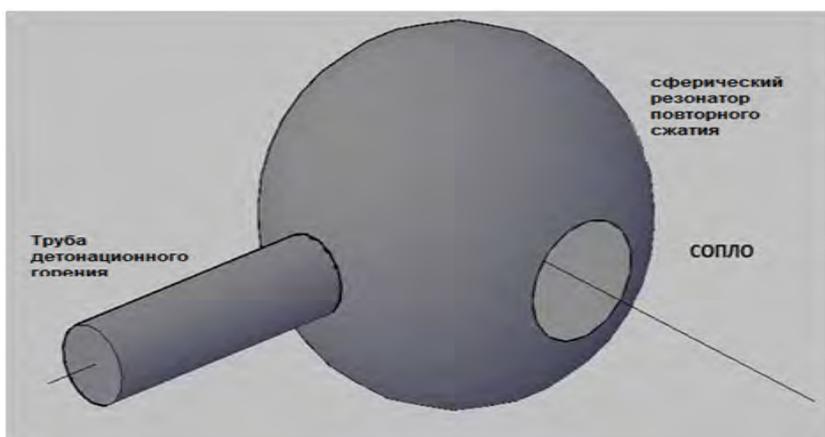


Рис. № 8.9.3. 3-D вид детонационной пушки с сферическим резонатором на выходе.

Рабочий процесс предложенной воздушной вихревой импульсно-детонационной пушки основан на периодической подаче в детонационный патрубок топливовоздушной смеси, периодическом поджигании электро-искровым способом топливовоздушной смеси, распространении детонации в сферический резонатор и истечения продуктов в окружающее пространство формируя высокоэнергетическое вихревое кольцо.

ЧТО СДЕЛАНО НА ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ:

Собран прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,08 м. См. рис. № 8.9.4.

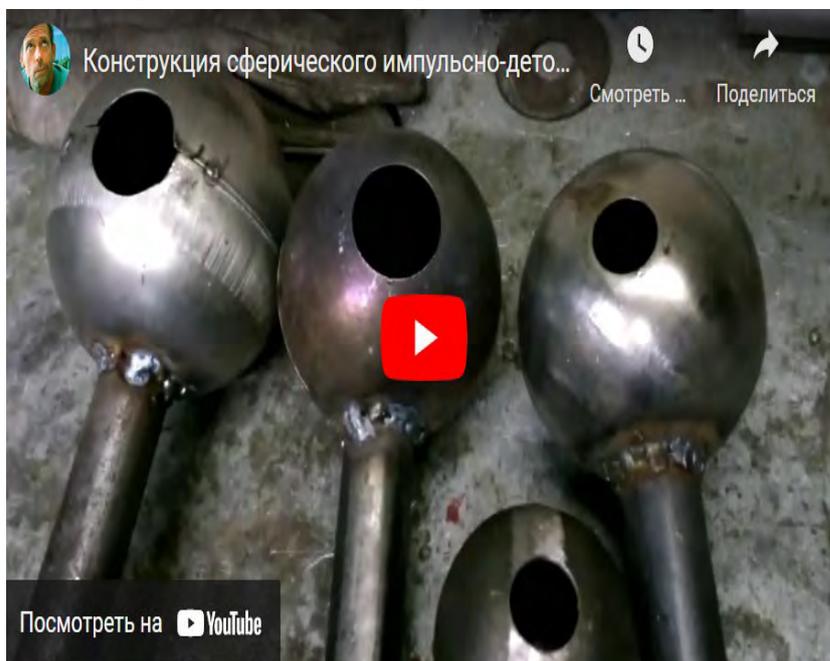


Рис. № 8.9.4. Прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,08 м.

Вихревое кольцо на расстоянии 1 метр сдвигает с места тестовый куб размером 80*80*80 мм. и весом 200 грамм. Визуализация формирования вихревого кольца показана на рис. № 8.9.5.



Рис. № 8.9.5. Вихревое газовое кольцо на выходе сферического резонатора.

Собран прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,15 м. См. рис. № 8.9.6.



Рис. № 8.9.6. Прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,15 м.

Визуализация формирования вихревого кольца показана на рис. № 8.9.7. Вихревое кольцо на расстоянии 1 метр сдвигает с места тестовый куб размером 0,15*0,15*015 м. и весом 5 кг.



Рис. № 8.9.7. Вихревое газовое кольцо на выходе сферического резонатора.

Выведена зависимость энергии, переносимой вихревым кольцом от размеров детонационной трубы, как квадрат произведения длины на внутренний диаметр - $(L \cdot D)^2$.

ПЛАН ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА:

Собрать полноразмерный генератора высоко энергетических вихревых колец с диаметром резонатора - 0,4 м., которые на расстоянии до 10 метров сдвигают с места тестовый куб размером 0,4*0,4*04 м. и весом 180 кг.

Провести полноценные испытания (ОКР) с воздействием на различные типы препятствий.

Опубликовать результаты ОКР на сайте научно-исследовательского проекта ВИХРИ ХАОСА.

8.10 МОЩНЫЙ ЛАЗЕР НА ВСТРЕЧНЫХ ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛНАХ

Опубликован 08.10.2021 года.

Ссылка: [Лазер на встречных детонационных волнах](#)

Известно, что в лазерной технике существует два метода получения инверсной населенности: быстрое расширение газа в сопле (колебательная температура газа больше температуры активных степеней свободы $T^{\sim} > T^{\wedge}$) и быстрый нагрев газа (например, в ударной волне), когда $T^{\sim} > T^{\wedge}$. Обращается внимание на то, что при сверх быстрого изменения температуры системы в силу различия времен релаксации для разных энергетических уровней в процессе установления термодинамического равновесия для некоторых пар энергетических уровней возникает состояние с отрицательной температурой. Возникает инверсия населённости. Дальнейший самопроизвольный переход системы в нормальное состояние сопровождается излучением фотонов стохастически (не упорядочено).

Настоящим предлагается вариант конструктивного исполнения второго метода получения инверсной населенности. Основу метода составляет распространение навстречу друг другу двух волн детонационного горения топливовоздушной смеси с “схлопыванием” в одном общем центре резонатора по форме эллипсоида вращения.

Введение.

Источники лазерного излучения неразрывно связаны с таким базовым понятием, как инверсия электронных населённостей атомов. Инверсия электронных населённостей, это базовое понятие для описания работы лазеров. Можно сказать, упрощённо, что инверсия населённостей – искусственное добавление атомам энергии (накачка) или перевод атомов в возбуждённое состояние. Дальнейший самопроизвольный переход атомов в нормальное состояние сопровождается излучением фотонов стохастически (не упорядочено). Для упорядочивания такого излучения в области, где существует инверсионная населенность, устанавливаются зеркала резонатора, ось которых перпендикулярна потоку газа.

Использование сверхзвуковых течений газа для получения инверсной населенности частиц было предложено ещё в 1963 году в работах Басова Н. Г. и Ораевского А. Н. “Получение отрицательных температур методом нагрева и охлаждения системы”.

Предлагалось два метода получения инверсной населенности: быстрое расширение газа в сопле (колебательная температура газа больше температуры активных степеней свободы $T^{\sim} > T^{\wedge}$) и быстрый нагрев газа (например, в ударной волне), когда $T^{\sim} > T^{\wedge}$.

Первый метод получения инверсной населенности.

Первый метод реализован в существующих газодинамических лазерах. Существующие газодинамические лазеры на колебательно-вращательных переходах в молекулах газа осуществляют излучение в основном в ближней и средней инфракрасной области спектра. В них газовая смесь с давлением 15 атмосфер и температурой 1500 градусов расширяется через сопло. Истечение из сопла адиабатическое. На выходе температура газа резко падает. Таким образом после зоны расширения за соплом будет достаточно широкая область с инверсией населённости.

Второй метод получения инверсной населенности.

Второй метод, как быстрый нагрев газа (например, в ударной волне), когда $T^{\sim} > T^{\wedge}$ предлагается реализовать в заявленном лазере на встречных детонационных волнах.

Метод основан на встречном “сжатии” двух и более волн детонационного горения газовоздушной смеси в общем центре.

Встречное “сжатие” двух и более волн детонационного горения газовоздушной смеси в общем центре.

Из области взрывчатых веществ (ВВ), в том числе и из горного дела давно известно, что при встрече двух детонационных волн ВВ давление в центре сжатия мгновенно увеличивается более чем в 3 раза в направлении, перпендикулярном линии соединения источников

детонационных волн (ВВ), а температура мгновенно увеличивается в разы.

Предполагалось, что такая энергетика должен присутствовать при встречном “сжатии” двух волн детонационного горения топливовоздушной смеси.

Для подтверждения идеи был создан стенд, состоящий из двух источников детонационных волн [трубчатой формы с сферическим резонатором и непосредственной инжекцией воздуха газом \(пропаном\)](#).

Внешний вид стенда для исследования схлопывания двух детонационных волн навстречу друг другу представлен на рис. № 1.



Рис. № 1. Стенд исследования детонационного схлопывания двух волн.

Эксперимент подтвердил, что в центре сжатия двух волн детонационного горения топливовоздушной смеси формируется зона сверхвысоких температур и давлений.

Примеры встречного “сжатия” двух волн детонационного горения газооздушной смеси показаны на следующем рисунке.

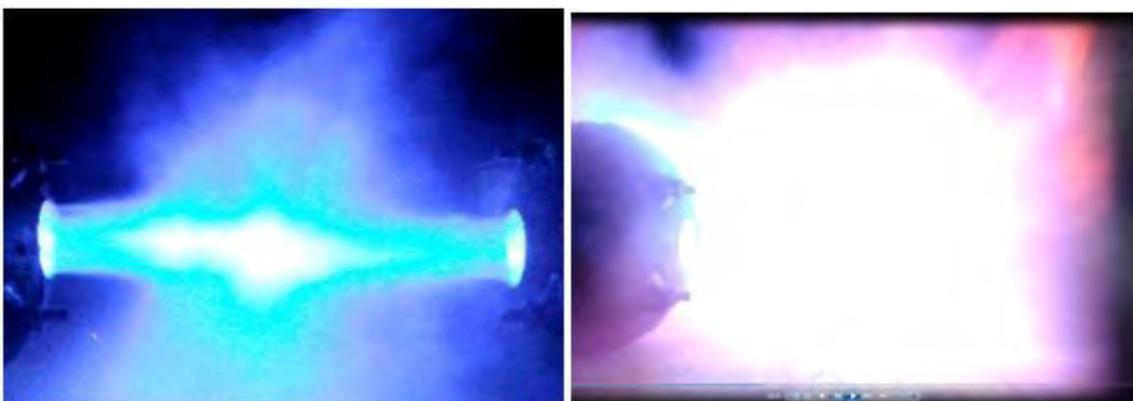


Рис. 2. Зоны сверхбыстрого нагрева и сверхвысокого давления.

Таким образом встречное “сжатие” в одном общем центре двух и более источников детонационных волн детонационного горения топливовоздушной смеси подходит для метода получения инверсной населенности, как быстрый нагрев газа.

Возникает инверсия населённостей. Дальнейший самопроизвольный переход системы в нормальное состояние сопровождается излучением фотонов стохастически (не упорядочено). Осталось упорядочить излучение с помощью специальных резонаторов.

Конфокальные неустойчивые резонаторы.

Для упорядочивания излучения в газодинамических лазерах широко используются конфокальные неустойчивые резонаторы, см. рис. № 3.

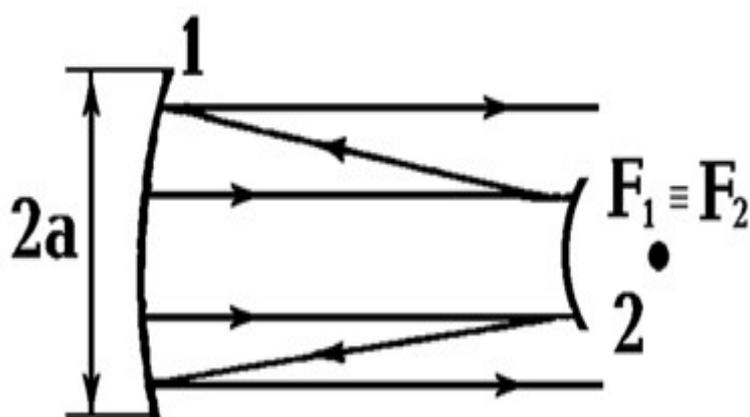


Рис. № 3. Конфокальный неустойчивый резонатор.

Неустойчивый – такой резонатор, когда произвольный луч, последовательно отражаясь от каждого из двух зеркал, удаляется на неограниченно большое расстояние от оси резонатора. В противоположность ему устойчивый резонатор – такой резонатор в котором луч после отражения от зеркал остается в пределах ограниченной области.

Лучи, покидая резонатор, формируют на выходе узконаправленное излучение. Таким образом, помимо хорошего заполнения активного вещества излучением неустойчивые резонаторы обеспечивают малую угловую расходимость выходного излучения, приближающуюся к дифракционному пределу.

В неустойчивом резонаторе излучение при отражении от зеркал стремится выйти за пределы их апертуры.

Казалось бы, для лазера такие резонаторы являются плохими, однако в они успешно применяются в квантовой электронике. Это связано с мощностями излучения. Классические полупрозрачные зеркала не могут пропускать мощное излучение, они быстро нагреваются выходят из строя.

Генерация в резонаторе такого типа (как и в любом неустойчивом резонаторе) начинается в при осевой области активного элемента. С каждым двойным проходом излучения по телескопическому резонатору происходит увеличение поперечного размера светового пучка. Чем больше коэффициент расширения пучка, тем быстрее совершается процесс формирования поля излучения в резонаторе. Этот процесс можно завершить всего лишь за несколько проходов по резонатору.

Эллиптические резонаторы

Для заявленных целей предлагается использовать эллиптические резонаторы. Более подробная информация о эллиптических резонаторах заявлена в соответствующем разделе сайта “Вихри хаоса”.

Лазер на встречных детонационных волнах

Основа лазера – неустойчивый резонатор в форме эллипсоид вращения или эллиптического патрубка. Рассмотрим лазер с резонатором с форме эллипсоида вращения.

Внешний вид лазера представлен на следующем рисунке.

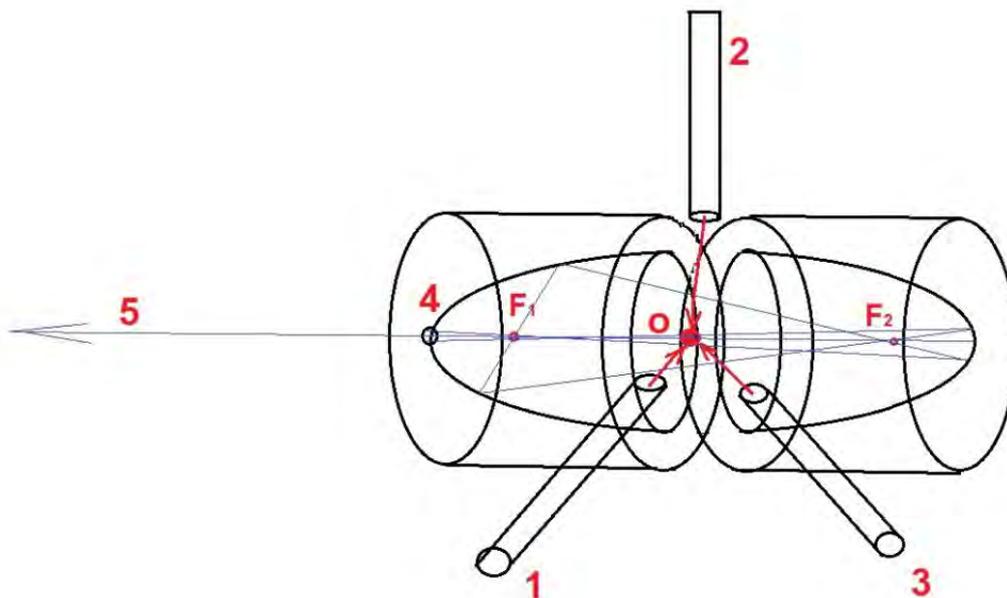


Рис. № 4. Лазер на встречных детонационных волнах.

Где:

1,2,3 – детонационные трубы.

4-выходное окошко излучения.

5-отдельные лучи отражения в эллипсоиде через два фокуса F_1 , F_2 .

F_1 , F_2 – фокусы эллипсоида.

O- центр формирования инверсии населённости уровней CO_2 .

Практические работы:

Полноценный эллипсоид вращения изготовить не удалось. Для проверки идеи использовался упрощённый резонатор в виде эллиптического патрубка.

Резонаторы изготовлены из двух патрубков из нержавеющей стали диаметром 76 мм и 110 мм с отполированными до блеска внутренними стенками.

Из фанеры были вырезаны на ЧПУ фрезере эталонные эллипсы. Патрубки были сжаты до формы эллипсов и вставлены плотно в эталоны. С одной стороны, по линии фокусов просверлены отверстия диаметром 2 мм для выхода ИК когерентного излучения.

Внешний вид резонаторов представлен на следующем рисунке.



Рис. № 5. Резонаторы в виде эллиптического патрубка.

В резонаторе в виде эллиптического патрубка когерентное излучение формируется отражением через фокусы F_1 , F_2 не по основной части эллипсоида вращения, а только по вертикальному сечению в весьма узком диапазоне выходного окошка. Это примерно 0,01% от общей площади, как если бы резонатор был в форме эллипсоида вращения. Для проверки идеи этого достаточно.

В эксперименте был использован ранее изготовленный стенд для исследования схлопывания двух детонационных волн навстречу друг другу, см. рис. № 2.

Внутри резонатора в виде эллиптического патрубка инициировалось сжатие двух волн детонационного горения топливовоздушной смеси от двух источников детонационного горения, см. рис. № 6.



Рис. № 6. Стенд детонационного схлопывания (накачки) в резонаторе двух волн детонационного горения от двух источников.

Сверх быстрый нагрев газа происходит в импульсном режиме за счёт встречного “схлопывания” в общем центре двух детонационных волн детонационного горения топливовоздушной смеси.

В качестве теста на излучение использовался кусок пенопласта. Резонаторы оказались очень капризными в настройках. Это связано с “топорной” технологией изготовления “оптической” системы. Но даже такие тестовые резонаторы при определённых условиях обеспечили формирование в импульсном режиме когерентного ИК излучения вдоль оси фокусов F1, F2 с прожигом пенопластового образца.

РЕЗУЛЬТАТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ:

- 1. В эксперименте прожиг пенопластового образца происходил на расстоянии не более 0,3 метра в момент детонационного схлопывания с одновременным расширением размеров резонатора в весьма небольших пределах.**
- 2. Визуализируется послесвечение в виде змейки в пространстве перед рядом из круглых выходных “окошек” резонатора, см. видео работы:**
<https://www.youtube.com/watch?v=WUURtj5Yhkc>
- 3. Наружное послесвечение в пространстве перед резонатором возникает после завершения процесса сжатия двух волн детонационного горения внутри резонатора.**

8.11. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ДАВЛЕНИЙ (ВСТРЕЧНОЕ “СХЛОПЫВАНИЕ” ДВУХ И БОЛЕЕ ВОЛН ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ В ОБЩЕМ ЦЕНТРЕ.

Опубликован 09.10.2021 года.

Ссылка: [Способ получения сверхвысоких температур и давлений \(встречное “схлопывание” двух и более волн детонационного горения в общем центре.](#)

Рассмотрим сначала детонационное горение от одного источника.

Детонация – самый эффективный способ прямого превращения вещества в энергию и использования полученной энергии по назначению, который позволяет повысить КПД технологических устройств (горелок, двигателей, реакторов и т.п.).

При детонации химическая реакция окисления горючего протекает при более высоких значениях температуры и давления за сильной ударной волной, бегущей с высокой сверхзвуковой скоростью. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядка выше дефлаграционного фронта (классического медленного горения). Кроме того, в отличие от продуктов медленного горения, продукты детонации обладают огромной кинетической энергией.

Это связано с тем, что детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростями 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-4000 °С.

Рассмотрим встречное “схлопывание” двух и более волн детонационного горения топливовоздушной смеси в общем центре.

Из области ВВ, в том числе и из горного дела давно известно, что при встрече двух детонационных волн ВВ давление в центре сжатия мгновенно увеличивается в 2,6 раза в направлении, перпендикулярном линии соединения источников детонационных волн (ВВ). Температура мгновенно увеличивается в разы.

Применительно к детонационным источникам горения топливовоздушной смеси схема выглядит согласно рис. № 8.11.1.

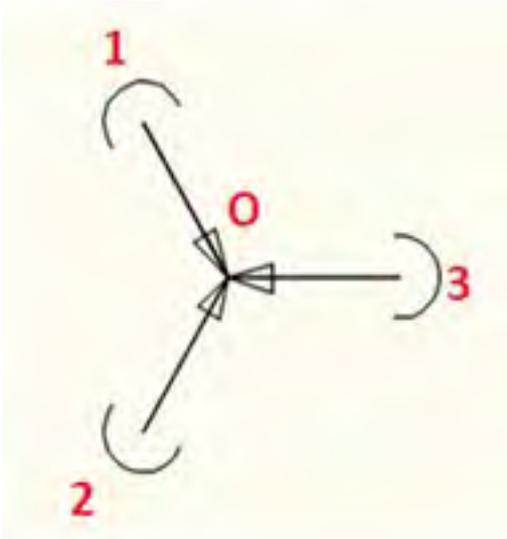


Рис. № 8.11.1. Встречное схлопывание трёх волн детонационного горения.

Детонационные источники энергии размещены навстречу друг другу на одной общей горизонтальной плоскости. При центростремительном синхронном сжатии (схлопывании) детонационных волн от продуктов детонационного горения 3-х и более детонационно-резонансных горелок в центральной части возникает сферическая зона сверх высокого давления, с намного более высокой температурой и давлением.

Практические работы подтверждают заявленное. Был создан стенд из двух источников детонационных волн по типу трубчатой формы с сферическим резонатором и непосредственной инжекцией воздуха газом (пропаном), см. рис. № 8.11.2.



Рис. № 8.11.2. Стенд изучения схлопывания двух волн детонационного горения.

Интересные эффекты проявляются в зависимости от расстояния, на котором находятся друг от друга источники детонационного горения.

1. Расстояние между горелками = $2 \cdot (0,9 \cdot L)$. Рис. № 8.11.3.
Где: L – длина видимого сходящегося клина детонационного горения одного источника детонационного горения.



Рис. № 8.11.3. Визуализация встречного схлопывания двух волн детонационного горения на расстоянии между горелками = $2 \cdot (0,9 \cdot L)$.

В этом случае место сжатия сверхвысоких температур и давлений локализовано в центре на расстоянии $0,9 \cdot L$ относительно небольшой областью по объёму.

2. Расстояние между горелками = L , Рис. № 8.11.3
Где: L – длина видимого сходящегося клина детонационного горения одного источника детонационного горения.



Рис. № 8.11.3. Визуализация встречного схлопывания двух волн детонационного горения на расстоянии между горелками = L .

В этом случае место сжатия имеет форму шара сверхвысоких температур и давлений с диаметром, равным $= L$. По аналогии с шаровой молнией, с одним исключением – полученный шар “рождается” и “умирает” несравнимо быстрее, чем шаровая молния. Таким образом сверх быстрый нагрев газа может быть реализован встречным “схлопыванием” в общем центре двух и более источников детонационных волн детонационного горения топливовоздушной смеси. При этом объём зоны сверхвысоких температур и давлений зависит исключительно от расстояния, на котором размещены друг от друга источники детонационного горения.

8.12. УДАРНО-ВОЛНОВОЙ (ДЕТОНАЦИОННЫЙ) ПРОТИВОТОЧНЫЙ СПОСОБ СКОРОСТНОГО ТОРМОЖЕНИЯ РОТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ШАХТНОГО ВЕНТИЛЯТОРА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Опубликован: 22.08.2021 года.

Ссылка: [Ударно-волновой \(детонационный\) противоточный способ скоростного торможения ротора центробежного шахтного вентилятора](#)

ВСТУПЛЕНИЕ

В настоящее время техническое обслуживание в том числе и балансировка шахтных вентиляторов занимает продолжительное время. Это связано с большой запасённой энергией вращения массивным ротором вентилятора и как следствие со значительным временем выбега самого ротора до полной его остановки.

В этом случае простой шахтного вентилятора непосредственно связан с остановкой работ всей шахты и оказывает непосредственное влияние на экономическую эффективность.

Для сокращения времени выбега до полной остановки, как правило, применяют искусственные методы преобразования кинетической энергии, запасённой в роторе.

К сожалению, все известные механические и электрические способы торможения массивных роторов вентиляторов с мощностями уровня 500 кВт и выше мало эффективны и потенциально опасны. (см. ВЫВОД)

ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Предлагается принципиально новый по сравнению с существующими противоточный способ скоростного торможения ротора центробежного вентилятора.

Основой способа является взаимодействие высокоэнергетического фронта высокоскоростного воздушного потока с воздушным противотоком, который формируется непосредственно радиальными лопатками решетки рабочего колеса центробежного вентилятора и с последующим воздействием

порядок больше скорости воздушного потока и энергии формируемого одной лопатки решетки рабочего колеса центробежного вентилятора. Сформированный таким образом высокоэнергетический газодинамический купол как раз и будет тем препятствием, который одновременно воздействует на воздушный поток вентилятора и непосредственно на сами радиальные лопатки решетки рабочего колеса центробежного вентилятора.

НЕМНОГО О ДЕТОНАЦИОННОМ ГОРЕНИИ.

Известно, что при детонации химическая реакция окисления горючего протекает при более высоких значениях температуры и давления за сильной ударной волной, бегущей с высокой сверхзвуковой скоростью. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядков выше дефлаграционного фронта. Кроме того, в отличие от продуктов медленного горения, продукты детонации обладают огромной кинетической энергией.

При этом детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С.

Принцип работы любого детонационного устройства достаточно прост и известен давно. Топливо закачивается в камеру сгорания при небольшом давлении. В процессе сгорания топлива образуется фронт, который уплотняет смесь и происходит по сути взрыв. Здесь мы получаем локальное увеличение давление не доступное классическими способами сгорания топлива.

Наиболее подробно о принципе работы, технологиях и конструктивному исполнению различных видов и типов детонационных источников энергии можно ознакомиться здесь: [Детонационные источники энергии и технологии](#)

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В конструктивном плане предлагается доработать улитку вентилятора. Необходимо приварить дополнительный тангенциально размещённый к улитке патрубок с фланцем и установленной

заглушкой. Доработка улитки вентилятора, таким образом, не будет влиять на энергетические характеристики, пока патрубок закрыт заглушкой, см. рис. № 8.12.2.

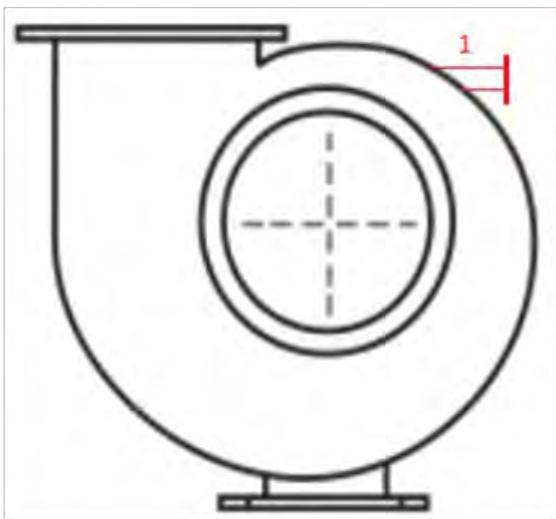


Рис. № 8.12.2. Центробежный вентилятор с фланцем противоточного ввода волн детонационного горения.

Где:

1. Тангенциальный фланец ударно волнового торможении ротора.

К работающему вентилятору перед его отключением болтовым контр фланцевым способом монтируется ударно волновой тормоз – классическая детонационная горелка формирования высокоэнергетического воздушного волнового фронта, см. рис. № 8.12.3.

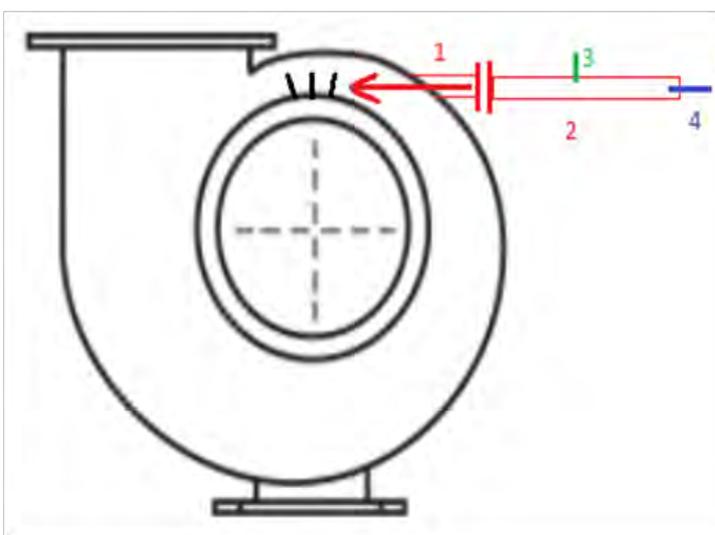


Рис. № 7.12.3. Центробежный вентилятор детонационной горелкой (газодинамическим тормозом)

Где:

- 1-Тангенциальный фланец ударно волнового торможении ротора.
- 2-Классический источник ударной волны – детонационная труба.
- 3-Газовая форсунка.
- 4-Свеча зажигания.

УДАРНОВОЛНОВОЙ ИСТОЧНИК

Особенности конструктивного исполнения, принцип работы, характеристики высокоэнергетических ударно волновых источников энергии наиболее подробно изложены здесь: (**Детонационные источники энергии и технологии**)

Один из возможных внешних видов ударноволнового источника представлен на рис. № 8.12.4.

На основании практических работ основным требованием к такому источнику является расположение газовой форсунки строго по центру детонационной трубы.



Рис. № 8.12.4. Трубчатый источник волн детонационного горения.

Детонационный источник высокоэнергетического волнового фронта (детонационная труба)

Где:

1. Соединительный фланец.
2. Детонационная труба.
3. Газовая форсунка.
4. Свеча зажигания.

С учётом выше сказанного, конструктивное исполнение детонационной трубы в этом случае на много проще, чем все рассматриваемые виды источников детонационной энергии согласно исследованиям (**Детонационные источники энергии и технологии**)

Это связано с тем, что так называемая принудительная вентиляция трубы детонационного горения после каждого детонационного импульса не нужна. Вентиляция трубы происходит за счёт существующего воздушного напора, который формируется самим центробежным вентилятором.

При этом формирование топливовоздушной смеси для детонационного горения происходит в пределах самой детонационной трубы. Это обеспечивается газовой форсункой, которая размещена строго по центру детонационной трубы. Как только сформируется так называемая готовая топливовоздушная смесь внутри трубы за счёт подачи природного газа – свечи зажигания инициирует детонационное горение.

Пример конструктивного исполнения представлен на рис. № 8.12.5, 8.12.6

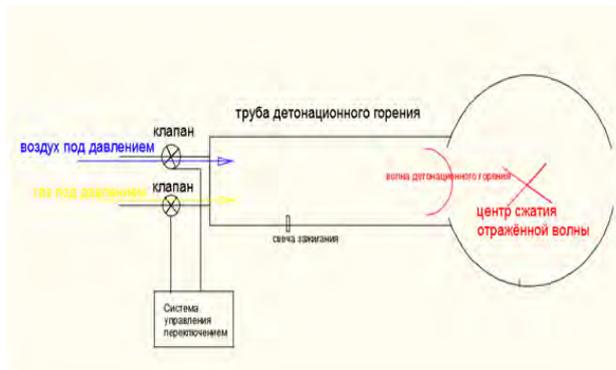


Рис. № 8.12.5. Схема трубчатого детонационного источника энергии с сферическим резонатором на выходе.

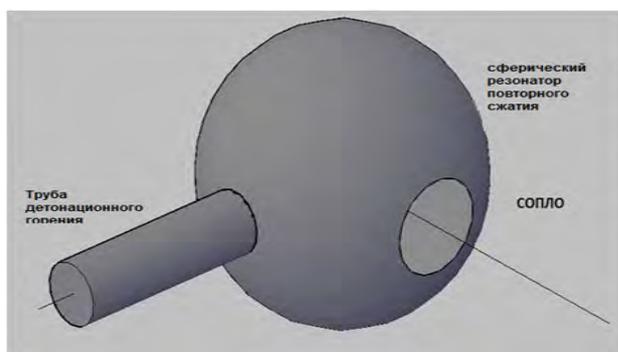


Рис. № 8.12.6. 3-D вид трубчатого детонационного источника энергии с сферическим резонатором на выходе.

ВЫВОД

Приблизительно оценить эффективность заявленного способа можно следующим образом.

Например шахтный вентилятор обеспечивает ежесекундный расход воздуха 100 м³/сек. Мощность привода 450 кВт. Диаметр ротора 1,8 м. Вес ротора 400 кг. Скорость вращения – 20 об/сек. (1200 Об/мин). Привод вентилятора отключается.

Количество запасаемой энергии ротора — более 1 Мдж. !!! Время свободного пробега до полной остановки ротора – 40 минут. Все известные механические и электрические способы скоростного торможения таких массивных роторов с такими энергетическими характеристиками мало эффективны и к тому же — потенциально опасны.

Предлагаемый способ позволит в разы уменьшить скорость свободного пробега ротора вентилятора до полной его остановки.

Рассмотрим один источник детонационной волны в виде детонационной трубы диаметром 100 мм и длиной 1 м. Такой источник детонационной волны обеспечивает ежесекундный противоток с расходом 1 м³/сек. Работает в импульсном режиме с частотой 1 Гц (для простоты расчёта). Время остановки ротора в таком случае без учёта запасённой кинетической энергии массивного ротора будет составлять 100 секунд.

С учётом запасённой кинетической энергии вращения массивного ротора время его полной остановки увеличится и будет зависеть от энергетических характеристик источника (-ков) детонационной волны и частоты работы.

Можно предположить, что непосредственное противоточное взаимодействие фронта детонационной волны с воздушным потоком вентилятора и одновременно с радиальными лопатками решетки рабочего колеса центробежного вентилятора увеличит время свободного пробега ротора до полной его остановки не более 3-х минут. Здесь уместно привести аналогию с процессами, происходящими в турбинах, турбореактивных двигателях. Принципиальное отличие здесь только одно. Детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а

температура горения достигает 3000-3500 °С. Такие температуры во фронте детонационной волны в классических турбинах, турбореактивных двигателях приведут к быстрому перегреву лопаток и выходу из строя.

В заявляемом противоточном способе скоростной остановки ротора ситуация другая. Так называемый газодинамический купол, сформированный двумя противотоками (о чём было сказано выше) является одновременно и термо-изолирующим буфером. Газодинамический купол предотвращает непосредственный контакт фронта детонационной волны с температурами порядка 3000-3500 °С с радиальными лопатками решетки рабочего колеса центробежного вентилятора.

В упрощённом расчёте рассмотрен только один источник детонационной волны. При этом в конструктивном плане нет ограничений в количестве тангенциальных источников детонационных волн, смонтированный на улитке вентилятора. Таки образом заявленный способ позволит в десятки раз сократить время свободного пробега ротора вентилятора до полной его остановки.

8.13 ТЕРМОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ (НАПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ В ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ ЗАВИСИТ ОТ ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР МЕЖДУ ВХОДНЫМ ВИХРЕОБРАЗУЮЩИМ ПОТОКОМ И ТЕМПЕРАТУРОЙ НАРУЖНОГО КОРПУСА ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ).

Опубликован 07.02.2022 года.

Ссылка: [Дтонационно-вихревой эффект в классике ранка-хилша, или способ получения сверхвысоких температур для различных технологических целей.](#)

СУЩНОСТЬ

Считается, что в вихревой трубе направление температурного разделения постоянно и не может меняться. Приосевой выходной поток всегда имеет более низкую температуру, чем периферийный.

Заявленный эффект заключается в том, что направление температурного разделения двух вихревых потоков в вихревой трубе не постоянно. Зависит от направления и перепада температур между входным вихре формирующим потоком и температурой наружного корпуса вихревой трубы.

ОПИСАНИЕ

Парадоксальность эффекта Ранка известна и заключается в том, что горячие слои располагаются в вихревой коаксиальной противоточной структуре снаружи, а холодные концентрируются аксиально по центру вихревой структуры. При этом, как известно, более тёплый поток газа имеет меньшую плотность и центробежными силами должен стремиться к центру, а более холодный поток газа имеет большую плотность и, соответственно, должен стремиться к периферии. В вихревой трубе всё происходит в точности наоборот.

При классическом истечении сжатого воздуха в вихревую трубу, его температура уменьшается. При этом стенки вихревой трубы имеют большую температуру. Теплообмен от стенок вихревой трубы повышает температуру внешнего вихревого потока совсем не

значительно. Этого вполне достаточно для начала полноценного проявления вихревого терморазделительного процесса в вихревой трубе. Происходит лавинообразное увеличение температуры внешнего вихревого потока с одновременным понижением температуры внутреннего вихревого противотока. Степень изменения температур двух потоков зависит от конструктивных особенностей исполнения самой вихревой трубы и энергетических характеристик первичного потока.

После проведения многочисленных практических работ в области вихревых технологий обнаружено, что на начальной стадии формирования двух коаксиальных вихревых противотоков в вихревой трубе температурного разделения нет!

Изначально два сформированных вихревых противотока имеют одинаковую температуру. Потоки температурно нейтральны.

Направление начала терморазделения зависит от того, и зависит от направления и перепада температур между входным вихреформирующим потоком и температурой наружного корпуса вихревой трубы.

В случае детонационного горения/формирования вихревого потока - в вихревую трубу подаётся уже сформированный высоко скоростной высоко температурный поток. Холодная стенка вихревой трубы первоначально охлаждает внешний вихревой поток. Тем самым происходит лавинообразное уменьшение температуры внешнего вихревого потока с одновременным нагревом за счёт трения внутреннего вихревого потока.

Эксперименты с распространением сверхзвуковых аксиально-радиальных волн детонационного горения в трубах, в том числе и в вихревой трубе Ранка-Хилша обнаружили весьма любопытный, и можно назвать – обратный вихревой эффект температурного разделения вихревых потоков.

Эффект заключается в строго противоположном нагреве внутреннего вихревого потока и охлаждении наружного вихревого потока.

Первоначально предполагалось, что проявление эффекта обеспечивается за счёт аксиально-тангенциального высокоскоростного распространения периодически следующих друг за другом волн

детонационного горения и сжатия, которые формируют два соосных вихревых противотоков.

После анализа результатов экспериментальных работ подтверждается тот факт, что на начальной стадии формирования два противотока температурно нейтральны. Направление начала терморазделения зависит исключительно от того, какая первичная температура теплообмена подводится к внешнему вихревому потоку, но обо всём по порядку.

Рассмотрим заявленное подробно.

Классическая терморазделительная трубка Ранка-Хилша известна, достаточно широко представлена и практически используется в технике и технологиях. При этом “физика” работы самого процесса терморазделения по настоящее время не однозначна. В данной публикации вопросы работы классической вихревой трубы затронуты не будут, они и так хорошо известны, за исключением акцентирования внимания на 3-х следующих особенностях, которые непосредственно относятся к заявленному:

Известно, что:

1. Вихревые течения в классической вихревой трубе отличаются интенсивной турбулентностью с присутствием радиальных пульсации скоростей распространений.
2. Практические работы по изучению турбулентной структуры потоков в вихревых трубах затруднены. Это связано в первую очередь с их относительно малыми габаритами.

1. Термодинамическая эффективность процесса терморазделения в вихревых трубах зависит в первую очередь от степени расширения первичного вихре образующего потока.

$\pi = P1/P0$.

Где:

P_1 – давление в потоке на входе в вихревую трубу (T потока= \uparrow).

P_1 – давление среды, в которую происходит истечение (T потока= \downarrow).

А теперь немного о детонационном горении.

Известно:

1. Детонация в атмосфере от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С.
2. Последовательное следование волн детонационного горения формирует авто волновой высокоскоростной высокотемпературный поток следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия
3. В соответствующих разделах сайта <https://vihrihaosa.wordpress.com> представлены различные типы детонационных источников энергии с частотами следования от 1 гц до 1 кГц и выше.

С учётом выше изложенного были проведены практические работы с вихревыми течениями волн детонационного горения в вихревой трубе.

ЭКСПЕРИМЕНТ

1. Был сделан корпус вихревой трубы диаметром 100 мм. с осевым полно проходным затвором диаметром 28 мм, Который мог закрываться. Тангенциально приварен входной патрубок диаметром 32 мм. См. рис. № 8.13.1.

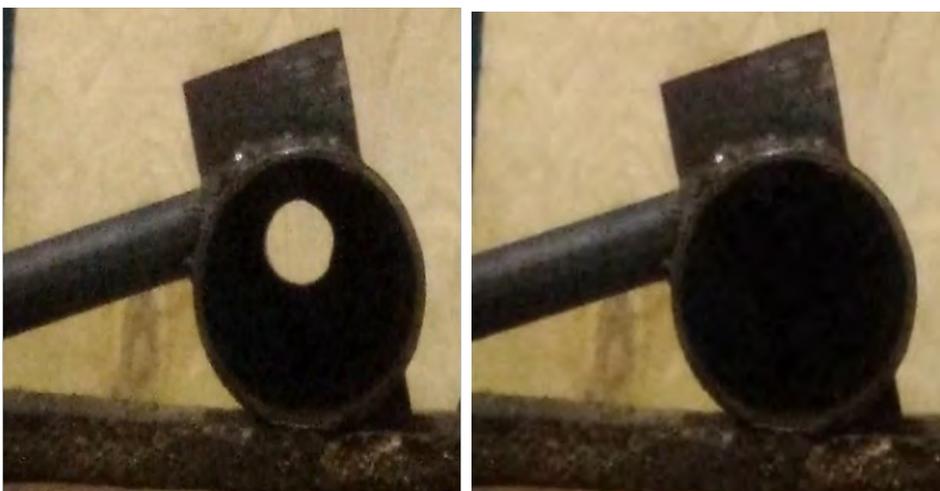


Рис. № 8.13.1. Корпуса вихревых прямых и обратных вихревых труб.

2. В качестве источника волн детонационного горения в экспериментах использовалась самая простая конструкция детонационной бесклапанной горелки трубчатой формы с непосредственной инжекцией воздуха газом (пропаном), см. рис. № 8.13.2. Частота следования волн детонационного горения 1 гц.



Рис. № 8.13.2. Источник волн детонационного горения.

3. В первую очередь проверялась возможность формирования в трубе вихревого потока на скоростях входного линейного потока 2000 м/с. Было сомнение, что на таких скоростях вместо вихревого потока в трубе будет идентифицироваться сильно турбулентный аксиальный поток. Эксперименты подтвердили, что это не так.

На рис. № 8.13.3 визуализируется огненный вихрь продуктов детонационного горения с температурой по свечению 1600 градусов.



Рис. № 8.13.3. Визуализация огненного вихря

4. Завещающий этап - детонационное горение в вихревой прямооточной трубе Ранка-Хилша и достижимые температуры. В вихревой трубе использовались три съёмных конуса с углом раскрытия в 45 градусов и диаметрами проходных сечений: 60, 50 и 40 мм. Температуры выходных потоков планировалось измерять по цвету свечения.



Рис. № 8.13.4. Конструктивное исполнение вихревой трубы для экспериментов по детонационному горению.

Результат эксперимента подтвердили ошибочность постоянства направления температурного разделения, что приосевой выходной поток всегда имеет более низкую температуру, чем периферийный.

Визуализация и цвет (температура) двух потоков детонационно-вихревого горения на выходе из прямооточной трубки Ранка-Хилша представлена на рис. № 8.13.5.



Рис. № 8.13.5. Визуализация и цвет (температура) двух потоков детонационно-вихревого горения на выходе из прямоточной трубки Ранка-Хилша.

На рис. № 8.13.5 видно, что приосевой выходной поток детонационно-вихревого горения имеет более высокую температуру, чем выходной периферийный поток детонационно-вихревого горения. Результат эксперимента подтвердил ошибочность утверждения постоянства направления температурного разделения, что приосевой выходной поток всегда имеет более низкую температуру, чем периферийный.

Приблизительно оценить температуры выходных двух вихревых потоков можно по цвету пламени.

Центральный “белый” внутренний вихревой поток имеет температуру уровня 1500 градусов. Периферийный внешний вихревой поток имеет температуру намного ниже центрального.

ВЫВОД:

ВИХРЕВОГО ПАРАДОКСА НЕТ!

Два противотока на начальной стадии формирования - температурно нейтральны!

Направление начала терморазделения зависит от того, какая первичная температура теплообмена подводится к внешнему

вихревому потоку для лавинообразного изменения температур двух потоков. В этом случае степень изменения температур двух потоков зависит от конструктивных особенностей исполнения самой вихревой трубы и энергетических характеристик первичного потока.

ПРИМЕНЕНИЕ

Заявленный эффект является перспективным для проведения высокоскоростного высокотемпературного пиролиза или синтеза элементов.

1. Детонационно-вихревой сверх высокотемпературный пиролиз любых отходов промышленного производства. Ссылка: [Детонационно-вихревой скоростной сверх высокотемпературный пиролиз \(ССВП\)](#)
2. Многостадийный детонационно-вихревой способ получения сверх высоких температур для сверх высокотемпературного пиролиза. Ссылка: [Многостадийный детонационно-вихревой способ освоения сверхвысоких температур](#)
3. Детонационно-вихревой дожиг любых дымовых газов промышленного производства. Ссылка: [Детонационно-вихревой дожиг любых дымовых газов](#)

8.14. ДЕТОНАЦИОННО-ВИХРЕВОЙ СКОРОСТНОЙ СВЕРХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПИРОЛИЗ (ССВП) ЛЮБЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ (СОЕДИНЕНИЙ) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВА, В ТОМ ЧИСЛЕ И ВОДОРОДА.

Опубликован: 21.01.2022 года.

Ссылка: [Детонационно-вихревой скоростной сверх высокотемпературный пиролиз \(ССВП\) любых органических отходов \(соединений\). | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixrihaosa.wordpress.com)

Предлагаемый к рассмотрению скоростной сверх высокотемпературный пиролиз (ССВП) любых органических отходов (соединений) для целей получения топлива, в том числе и водорода протекает без доступа кислорода в системе сформированных конструктивным исполнением трубки Ранка-Хилша и взаимодействующих между собой двух высокотемпературных коаксиальных вихревых противотоков один в другом. Вихревые потоки имеют температуры уровня 3000 и 1000 градусов соответственно. Формируются одним или несколькими источниками волн детонационного горения с температурой 2000 градусов и скоростью уровня 2000 м/сек. Сам пиролиз протекает в горячем внутреннем при осевом вихревом потоке с дальнейшим центробежным обогащением продуктами пиролиза (CO, H₂) наружного относительно холодного потока. Дальнейшая сепарация водорода, т.е. удаление из обогащённого потока CO₂ проходит известными способами, которые не являются предметом заявляемого.

Способ основан на следующих классических и необычных явлениях:

1. Детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С.
2. Существуют различные типы источников детонационной энергии с частотами следования волн от нескольких герц до 1 кГц и выше. Наиболее подробно представлены в соответствующих разделах сайта vixrihaosa.wordpress.com. ([Вихри хаоса.](https://vixrihaosa.wordpress.com))

3. Скоростной высокотемпературный пиролиз (не ССВП!) представляет собой быстрый бескислородный нагрев уровня 1000 град/сек органических соединений с одновременным разложением на простые высоко энергетические составляющие.
4. Вихревой эффект (Ранка — Хилша) температурного разделения газа при закручивании в цилиндрической или конической камере при условии, что поток газа в трубке проходит не только прямо, но и обратно. Парадоксальность эффекта Ранка заключается в том, что горячие слои газа располагаются в вихревой коаксиальной противоточной структуре — снаружи, а холодные — по центру вихря. При этом, как известно, более тёплый поток газа имеют меньшую плотность и центробежными силами должен стремиться к центру, а более холодный поток газа имеет большую плотность и, соответственно, должен стремиться к периферии. В реальности всё происходит в точности наоборот. Наиболее подробно вихревые технологии представлены в соответствующих разделах сайта vihrihaosa.wordpress.com. (Вихри хаоса.)
5. **Обратный вихревой эффект.** В ходе экспериментальных работ с распространением сверхзвуковых аксиально-радиальных волн детонационного горения в вихревых трубках обнаружен весьма любопытный, можно назвать – обратный вихревой эффект классике Ранка – Хилша. Эффект заключается в строго противоположном нагреве внутреннего потока и охлаждении наружного потока. Более подробно об эффекте заявлено в соответствующем разделе сайта vihrihaosa.wordpress.com. (Вихри хаоса.)

Исходя из Выше изложенного предлагается детонационно-вихревой скоростной сверх высокотемпературный пиролиза любых органических отходов (соединений) для целей получения топлива, в том числе и водорода, который объединяет в одном конструктивном решении протекание всех выше поименованных явлений, а именно:

В прямоточную вихревой трубу классического исполнения тангенциально вводятся периодически следующие друг за другом волны детонационного горения, от одного или нескольких источников.

Фронт одной волны детонационного горения имеет температуру 1500-2000 градусов и скорость уровня 2000 м/сек.

В сформированный прямолинейный фронт следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия перед тангенциальной “воронкой” (завихрителем) принудительно вводятся органические соединения любой природы (жидкость, газ, порошок).

Распылённое органическое соединение любой природы внутри такого потока следующих друг за другом волн сжатия/разряжения подвержено началу скоростного нагрева без доступа кислорода.

На входе в вихревую трубу формируется авто волновой высокоскоростной высокотемпературный вихревой пульсирующий поток следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия, который благодаря самой конструкции вихревой трубы разделяется на два коаксиальных вихревых потока с температурами на выходе уровня 3000 градусов и 1000 градусов соответственно.

Следующий этап, это непосредственно сам скоростной сверх высокотемпературный пиролиз (ССВП).

Например, пиролизу подвергается CH_4 для целей получения H_2 . Скоростное температурное разложение CH_4 без доступа кислорода проходит исключительно во внутреннем сверх высокотемпературном вихревом потоке с уровнем температур 3000 градусов. Высокоактивные продукты скоростного пиролиза CH_4 , имеют большую плотность, поэтому за счёт центробежных сил обогащают внешний, так называемый “холодный” поток с температурами уровня 1000 градусов.

Обогащённый продуктами пиролиза метана (CH_4) “холодный” наружный поток из вихревой трубы имеет температуру уровня 1000 градусов. В основном состоит из CO_2 и высокоактивных элементов топлива CO , H_2 .

“Горячий” осевой поток после выхода из вихревой трубы состоит в конечном счёте из CO_2 . При этом необходимо учесть тот факт, что реакция термического разложения оксида углерода начинает протекать с температур более 2000 градусов с образованием кроме O_2 , высокоактивного компонента CO .

С учётом того, что:

— при повышенных давлениях реакция термического разложения протекает более энергично.

— вихревой фронт состоит из следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия с высокими пульсациями давлений. “Горячий” поток будет также содержать высокоактивный компонент топлива, который можно сепарировать, но на этом процессе сейчас останавливаться не будем.

С учётом Выше изложенного предлагается адаптированный вариант конструктивного исполнения так называемого вихревого реактора ССВП (скоростного сверх высокотемпературного пиролиза) любых органических отходов (соединений) для целей получения топлива, в том числе и водорода.

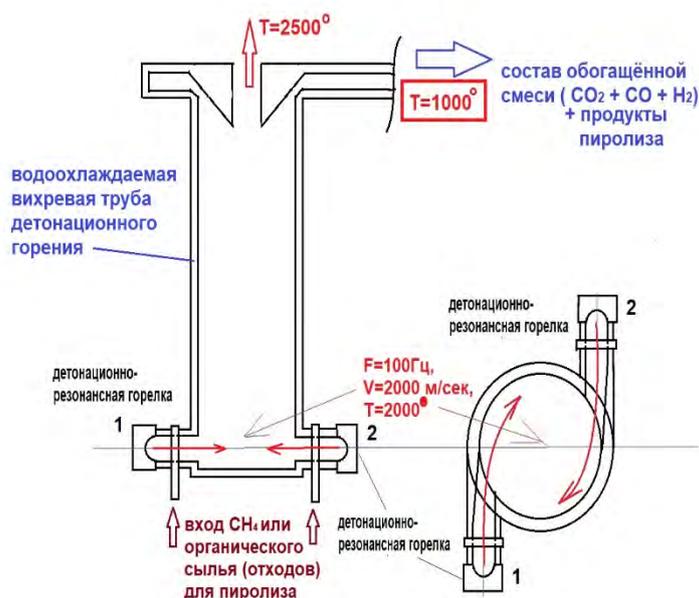


Рис. № 8.14.1 Детонационно-вихревой скоростной сверх высокотемпературный пиролиз (ССВП) любых органических отходов (соединений) для целей получения водорода.

Расчёты по вихревым трубам в настоящее время известны и адаптированы для любых конструктивных исполнение такого реактора ССВП.

Заключительный этап – выделение высокоэнергетического топлива из продуктов скоростного высокотемпературного пиролиза (СВП).

Данные технологии также давно отработаны и используются в промышленности.

Для примера, рассмотрим выделение продуктов ССВП метана CH_4 методом противотока водой (под давлением).

“Холодный” поток продуктов детонационного горения кроме CO_2 на выходе вихревой трубы обогащён высокоактивными компонентами H_2 и CO . Имеет температуру 1000 градусов и высокую скорость. Состоит из следующих друг за другом волн давления/разряжения продуктов детонационного горения. Подача воды в противоток такому потоку в системе из нескольких циклонов аналогична сепарации CO_2 под давлением. Водная очистка газа с одновременным охлаждением под давлением является в настоящее время одной из эффективной и одновременно не затратная.

В данном случае очистка потока от CO_2 это процесс, протекающий в несколько стадий:

— Во-первых, происходит физическое удаление CO_2 различными существующими технологиями.

— Во-вторых – одновременно проходит химическая реакция, результатом которой является дополнительный водород по схеме:



ВЫВОД:

Предложенный реактор ССВП любых органических отходов представляет собой простейшую конструкцию, синтез классической вихревой трубы и источника волн детонационного горения. Результатом работы реактора ССВП является поток CO_2 , значительно обогащённый высокоактивными компонентами H_2 и CO . При этом способы сепарации водорода (широко известны и технологичны) не являются предметом заявленного.

7.15 МНОГОСТАДИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТОНАЦИОННО-ВИХРЕВОГО ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР.

Опубликована 08.02.2022 года.

Ссылка: [Многостадийный детонационно-вихревой способ освоения сверхвысоких температур для технологических нужд.](#)

Предлагается использовать волны детонационного горения с температурами уровня 2000 градусов и скоростями уровня 2000 м/сек в качестве источника первичной энергии для целей проявления вихревого терморазделительного эффекта в системе из последовательно соединённых по схеме “осевой горячий выход — следующий вход” нескольких прямоточных вихревых труб .

ВСТУПЛЕНИЕ

Согласно классике, вихревой эффект Ранка -Хилша заключается в температурном разделении газа при закручивании в цилиндрической камере при условии, что поток газа в трубке проходит не только прямо, но и обратно, см. рис. № 7.15.1.

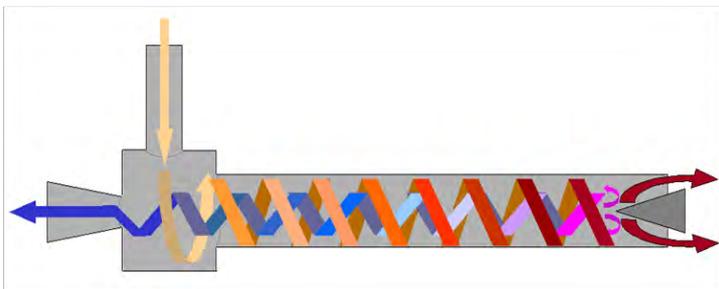


Рис. № 7.15.1. Вихревая трубка Ранка –Хилша.

Эффект хорошо известен и практически давно используется для технологических целей нагрева и охлаждения.

Результат вихревого эффекта — на периферии образуется закрученный поток с большей температурой, а из центра в противоположную сторону выходит охлажденный поток. Такое направление температурного разделения является одним из интереснейших парадоксов вихревого эффекта. Теоретически, более тёплый поток газа имеет меньшую плотность и центробежными силами

должен стремиться к центру, а более холодный поток газа имеет большую плотность и, соответственно, должен стремиться к периферии. Практически всё происходит в точности наоборот.

Касательно расчётных данных по вихревым трубам нет никаких ограничений, связанных с какими-либо ограничениями по температурами и скоростными характеристиками первичного формирующего и вторичных терморазделительных газовых потоков. На первый план в этом случае выступает проблема выбора конструкционных материалов, способных достаточно продолжительное время противостоять температурам уровня 3000 + градусов и сверхзвуковым тангенциальным скоростям. Любой газовый поток с такими начальными характеристиками со временем "вымывает" любой существующий конструкционный материал.

Вот если бы сверх высокотемпературный вихревой поток находился как в матрёшке — снаружи относительно более холодного вихревого потока, тогда проблема с выбором конструкционных материалов не была бы актуальной.

Такое возможно с учётом обнаруженного обратного вихревого эффекта детонационного горения в вихревых трубах.

ОБРАТНЫЙ ВИХРЕВОЙ ЭФФЕКТ

В ходе экспериментальных работ с распространением сверхзвуковых аксиально-радиальных волн детонационного горения в вихревых трубках обнаружен весьма любопытный, можно назвать — обратный вихревой эффект классике Ранка – Хилша.

Эффект заключается в строго противоположном нагреве внутреннего потока и охлаждении наружного потока. Обеспечивается за счёт формирования двух высокоскоростных высокотемпературных вихревых противотоков путём распространении периодически следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия.

В прямоточную вихревой трубу классического исполнения тангенциально вводятся периодически следующие друг за другом волны детонационного горения, от одного или нескольких источников. В вихревой трубе формируются два авто волновых высокоскоростных высокотемпературных вихревых противотока следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия.

Фронт каждой волны детонационного горения имеет температуру 1500-2000 градусов, сверхвысокое давление и скорость распространения порядка 2000 м/сек. Наружный вихревой поток имеет температуру уровня 1000 градусов и скорость уровня сверхзвука. Внутренний вихревой поток имеет температуру уровня 3000 градусов и скорость уровня сверхзвука.

Таким образом обеспечивается локализация одного высокотемпературного вихревого потока внутри второго относительно холодного внешнего вихревого потока. В этом случае решается задача с выбором конструкционных материалов.

КАК ЭТО РАБОТАЕТ

Первоначально предполагалось, что проявление эффекта обеспечивается за счёт аксиально-тангенциального высокоскоростного распространения периодически следующих друг за другом волн детонационного горения и сжатия, которые формируют два соосных вихревых противотока.

На основании многочисленных экспериментов по вихревому температурному разделению, заявленных на сайте <https://vihrihaosa.wordpress.com> можно заявить, что при формировании на начальной стадии двух коаксиальных вихревых противотоков в вихревой трубе температурного разделения нет!!!.

Формирующиеся два вихревых противотока температурно нейтральны!!!.

Какому потоку быть холодным, а какому горячим определяется тем, какая первичная температура теплообмена подводится к внешнему вихревому потоку по отношению к температуре самого потока.

Рассмотрим два варианта формирования вихревых противотоков:

1. Тангенциальный ввод газа под давлением с его расширением (классика).

При классическом истечении сжатого воздуха в вихревую трубу его температура уменьшается. При этом стенки вихревой трубы имеют большую температуру. Теплообмен от стенок вихревой трубы повышает температуру внешнего вихревого потока совсем не значительно. Этого вполне достаточно для начала полноценного проявления вихревого терморазделительного процесса в вихревой трубе.

Происходит лавинообразное увеличение температуры внешнего вихревого потока с одновременным понижением температуры внутреннего вихревого противотока. Степень изменения температур двух потоков зависит от конструктивных особенностей исполнения самой вихревой трубы и энергетике первичного потока.

2. Тангенциальный ввод высокоскоростного высокотемпературного газового потока (обратный вихревой эффект)

В вихревую трубу подаётся уже сформированный скоростной высокотемпературный поток. В этом случае относительно холодная стенка вихревой трубы первоначально придаёт импульс охлаждению внешнему вихревому потоку. Тем самым происходит лавинообразное уменьшение температуры внешнего вихревого потока с одновременным нагревом внутреннего вихревого потока. Степень изменения температур двух потоков также зависит от конструктивных особенностей исполнения самой вихревой трубы и энергетике первичного потока.

ВЫВОД

Исходя из Выше изложенного предлагается объединить последовательно по схеме “горячий выход — следующий вход” несколько прямоточных вихревых труб с пропорционально уменьшающимися размерами в единую систему многоступенчатого повышения и локализации сверхвысоких температур. Последняя ступень будет содержать осевой сверх высокотемпературный вихревой поток например уровня начала протекания ядерного синтеза

водорода в гелий. Он будет локализован в относительно более холодном внешнем вихревом потоке последней ступени.

За счёт такой локализации решается задача выбора конструкционных материалов, которые непосредственно контактируют с относительно более холодными вихревыми потоками.

Источником первичной энергии (горелки) для этих целей являются следующие друг за другом волны детонационного горения и сжатия с частотами следования от 1 Гц до 1 кГц, температурами во фронте волны детонационного горения уровня 2000-3000 градусов и сверхзвуковыми скоростями уровня 2000 м/сек.

Сверхзвуковая скорость вихре образующего первичного потока позволяет соединить вихревые трубы последовательно по схеме “горячий выход — следующий вход” без значительного снижения эффективности терморазделения следующих ступеней.

За счёт уменьшения размеров последующих ступеней вихревых труб в том числе и проходных сечений подводных и отводных труб обеспечивается равномерное распространение в общей системе.

ЗАМЕЧАНИЕ!!!

Одновременно для второй и следующих ступеней, так называемый, первичный вихре образующий поток, уже сам будет является вихревым потоком, т.е. будет иметь дополнительную орбитальную ось вращения. В этом случае во второй и последующих ступенях за счёт взаимодействия между собой уже многомерных вихревых противотечений эффективность терморазделения будет увеличена.

ПРИМЕР:

Всего четыре ступени, см. рис. № 7.15.2. Четыре прямоточные вихревые трубы соединены последовательно по схеме “горячий выход — следующий вход”. Первая ступень запитана от источника следующих друг за другом волн детонационного горения с температурой 2000 градусов и скоростью 2000 м/сек. На “горячем” выходе первой ступени температура внутреннего вихревого потока будет 3000 градусов. В каждой ступени температура повышается на 1000 градусов.



Рис. № 7.15.2. Многоступенчатый способ получения сверх высоких температур.

В итоге, на выходе четвёртой ступени в значительно меньшем объёме по сравнению с первой ступенью, в относительно более холодном наружном вихре будет локализована сверх высокотемпературная вихревая область уровня термоядерного синтеза.

8.16 ДЕТОНАЦИОННО-РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКО ДИСПЕРСИОННЫХ ПОРОШКОВ МИКРОННОГО УРОВНЯ ЛЮБЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ЖИДКИХ РАСПЛАВОВ.

Опубликован: 14.02.2022.

Ссылка: [Гравитационно-детонационный распылительный способ получения мелко дисперсионных порошков микронного уровня любых металлов из жидких расплавов. | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](https://vixri.xaosca.wordpress.com)

ВСТУПЛЕНИЕ

Получение порошков металлов методом газового распыления является относительно простым и дешевым технологическим процессом. При этом, и это важно — уровень “микронности” ограничен энергетическими характеристиками первичного газового потока:

1. Размер образующихся частиц зависит от скорости газового потока.
2. Размер образующихся частиц зависит от энергетики газового потока.
3. Размер образующихся частиц зависит от температуры газового потока. Наиболее эффективно распыление идёт при температуре газового потока, совпадающего с температурой расплава или выше её, так как вязкость и поверхностное натяжение при этом не претерпевают изменений в процессе дробления струи из-за отсутствия переохлаждения расплава.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Анализируя выше поименованные ограничения получается, что для увеличения эффективности процесса получения мелко дисперсионных порошков микронного уровня необходимо увеличивать энергетику, скоростные и температурные характеристики первичного газового потока.

Исходя из выше изложенного, предлагается обратить внимание на детонационные источники энергии в качестве источника первичного высокоскоростного, высокоэнергетического и высокотемпературного

Детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С. Мощность тепловыделения в детонационном фронте на несколько порядков выше дефлаграционного фронта (обычного горения). Продукты детонации обладают огромной кинетической энергией. Теплопередача от продуктов детонации к теплоносителю существенно выше, чем при использовании обычного горения, ввиду огромной конвективной составляющей.

Наиболее подробно принципы работ, виды, типы, особенности, конструктивные исполнения детонационных источников энергии заявлены здесь:

Детонационные источники энергии и технологии

Предлагается для заявленных целей в качестве источника высокотемпературного, высокоскоростного и высокоэнергетического газового потока использовать классическую сферическую детонационно-резонансную горелку, например такого конструктивного исполнения, ссылка:

[Детонационно-резонансная горелка.](#)

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ПО ЗАЯВЛЯЕМОМУ СПОСОБУ

Предлагаемое конструктивное исполнения по заявленному способу достаточно просто и выглядит согласно рис. № 8.16.1.

Сферическая детонационно-резонансная горелка размещена сверху по центру достаточно габаритного пылеуловительного бункера. Сама горелка имеет конструктивное отличие от классики тем, что дополнительно на наружной части сферического резонатора горелки в центральной части установлена ёмкость с жидким металлом. В ёмкости внизу на выходе установлен клапан регулировки потока подачи жидкого металла. Бункер снабжён по середине пылеуловительными тарелками и нижним затвором для выгрузки мелко дисперсионного порошка металла.

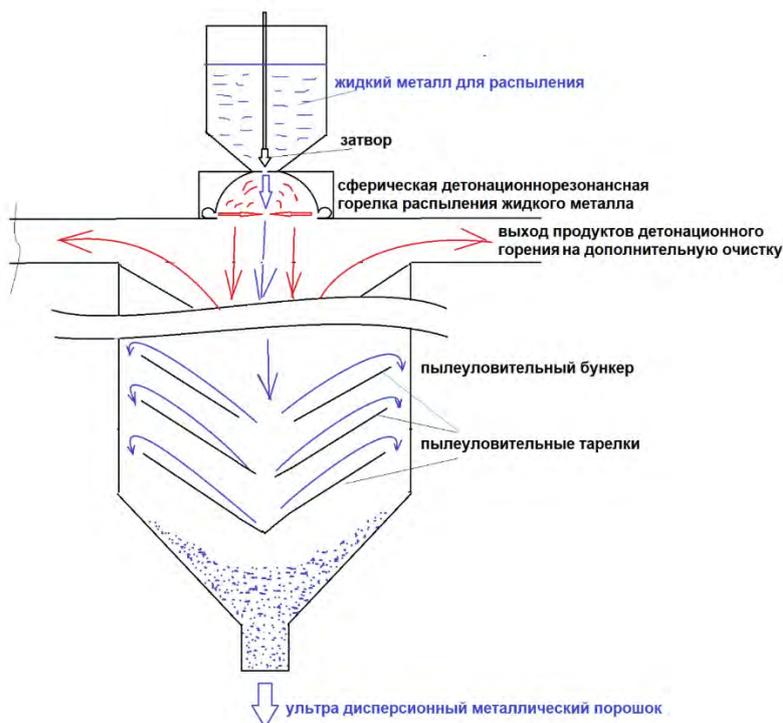


Рис. № 8.16.1. Гравитационно-детонационный распылительный способ получения мелко дисперсионных порошков микронного уровня любых металлов из жидких расплавов.

ПРИНЦИП РАБОТЫ:

Жидкий металл гравитационным способом подаётся в фокус сжатия/разряжения волн детонационного горения классической детонационно-резонансной горелки. Структура потока определяется клапаном регулировки подачи жидкого металла.

Разрушение жидкого металла начинается непосредственно в фокусе формирования следующих друг за другом волн детонационного горения в детонационно-резонансной горелке. Затем частицам жидкого металла придаётся значительное ускорение следующими друг за другом сверхзвуковыми волнами горения/сжатия.

Происходит высоко энергетическое, высокотемпературное и высокоскоростное распыление жидкого металла. Время пребывания частичек металла в волнах горения несоизмеримо мало, поэтому последние не успевают сгореть с образованием оксидов. Продукт распыления оседает в крупногабаритном бункере с встроенными пылеуловительными тарелками.

8.17. ВИХРЕКОЛЬЦЕВОЙ ДЕТОНАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ СТАЛЬНОГО ЛИСТА.

Опубликован: 24.05.2021 года.

Ссылка: [Вихревой способ измерения толщины покрытия стального листа.](#)

Идея способа основывается на одном интересном эффекте, который проявляется в любом вихревом кольце при его прямолинейном распространении.

Сформированное любым способом и движущееся прямолинейно воздушное интенсивное вихревое кольцо является достаточно продолжительное время замкнутой самоподдерживающейся упругой вихревой структурой, степень упругости которой зависит только от интенсивности формирования вихревого кольца.

В такой кольцевой вихревой структуре любые внешние изменения, влияющие на геометрические характеристики вихревого кольца, в любом месте при его распространении мгновенно отражаются во всём объёме его объёме.

Можно сказать, что вихревое кольцо ведёт себя как достаточно упругий движущийся элемент, в котором степень упругости зависит от скорости его распространения, циркуляции и угла расходимости. В этом легко убедиться на примере дымового сигаретного кольца курильщика. Такое кольцо с совсем небольшой циркуляцией и скоростью распространения проявляет свойства упругого элемента – достаточно слегка толкнуть движущееся кольцо.

При этом сам Роберт Вуд о вихревых кольцах говорил следующее: Аудитория может получить представление о «твердости» вращающегося воздушного вихря, если последовательно выпускать невидимые кольца в зал. Удар кольца в лицо человека ощущается как мягкий толчок пуховой подушкой.

Этот эффект можно считать относящимся и для **вихревых полуколец**, сформированных так называемым “материнским” вихревым кольцом при прохождении через относительно тонкий лист. Такой разделитель не способен разрушить ядра полукольцевых вихрей, но оказывает влияющее воздействие, о котором будет сказано ниже и на основании которого базируется сама идея измерений.

Вихревые полукольца являются движущимися с обеих сторон листа независимыми “твёрдыми” элементами. Толщина листа в этом случае будет являться тем маркером, изменение которого в каждом конкретном месте мгновенно влияет на ядра полукольцевых вихрей, сжимая их или растягивая. Это означает, что мгновенно будут меняться, но с разными знаками значения давлений снаружи таких вихревых полуколец, движущихся поперёк так называемого “делительно-измеряемого” стального листа.

Вихревые полукольца, сформированные от общего “материнского” вихревого кольца имеют абсолютно идентичные характеристики по скорости, распространения, циркуляции, углу расходимости и т.п. Это значит, что измеряя значения давлений снаружи движущихся вихревых полуколец можно определить математическую зависимость толщины листа с покрытием, относительно толщины листа без покрытия. При этом влияющие на значения давлений вибрации при движении самого листа также могут быть нивелированы математически.

ИНТЕНСИВНОЕ ВИХРЕВОЕ КОЛЬЦО

В качестве источника формирования следующих друг за другом с частотой 2 Гц высокоинтенсивных вихревых кольцевых структур предлагается использовать детонационный источник энергии цилиндрической формы, бесклапанный с сферическим резонатором на выходе, см. рис. № 8.17.1.

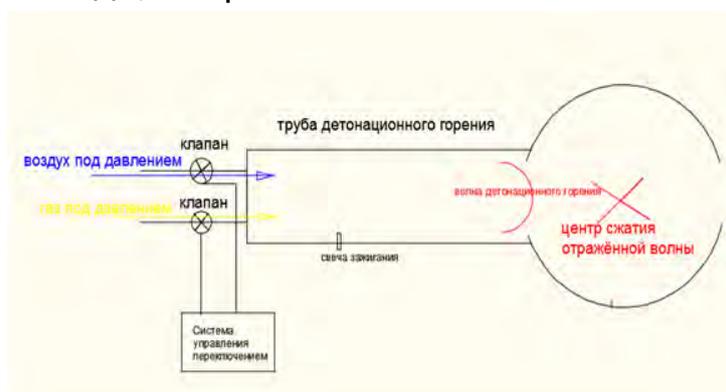


Рис. № 8.17.1. Трубчатый источник волн детонационного горения с сферическим резонатором на выходе.

Экспериментальным путём установлено формирование одновременно два вихревых кольца, т.е. волна детонационного горения формирует два вихревых кольца, одно – фронтом волны, другое – областью между волной горения и разряжением.

Первичное высокоинтенсивное вихревое кольцо распространяется прямолинейно с углом расширения – 0,2 градуса.

Вторичное вихревое кольцо распространяется с углом расширения примерно 150 градусов.

На основании выше изложенного реализация предлагаемого способа представлена на рис. № 8.17.2.

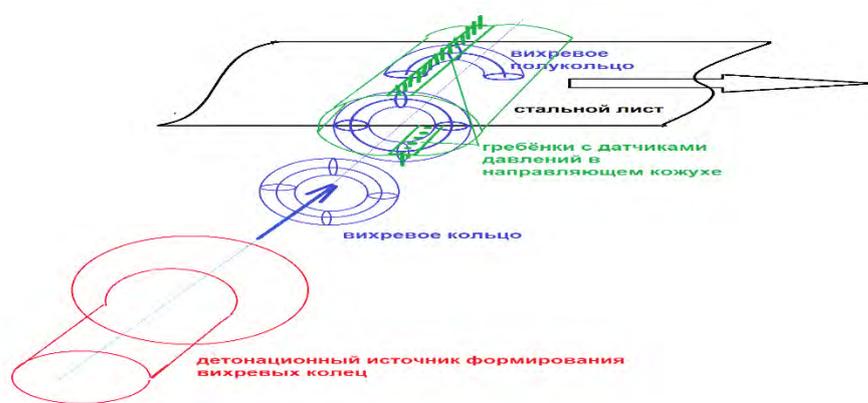


Рис. № 8.17.2. Вихре кольцевой детонационный способ измерения толщины покрытия стального листа.

Симметрично с обеих сторон листа на одинаковом расстоянии установлены строго параллельные линейки с датчиками давления.

Поперёк стального листа друг за другом движутся сформированные внешним детонационным источником энергии воздушные высокоинтенсивные вихревые кольца.

Каждое такое вихревое кольцо после полного формирования при своём движении “разрезается” тонким стальным листом пополам. Таким образом, с обеих сторон стального листа движутся уже синхронно два зеркальных вихревых полукольца, имеющие одинаковую скорость распространения, циркуляцию и угол расходимости.

Одновременно с движением вихревых полу колец – датчиками измеряются значения их наружных давлений в каждом месте стального листа по всей его длине.

Изменение толщины листа в определённом месте или местоположение в случае вибрации даже на 1 микрон приведёт к мгновенному воздействию на полу ядра полукольцевых вихревых потоков. Это означает, что практически мгновенно изменятся значения давлений диаметрально по всему объёму обоих вихревых полуколец. С одной стороны листа давление увеличится, с другой стороны листа либо уменьшится, либо останется без изменений.

Два диаметрально расположенных датчика давления, зафиксируют изменения, которое затем математически будут преобразованы в единицы линейных размеров толщины в заданном месте.

Достоинства заявленной технологии:

1. Высокая чувствительность.
2. Технологическая простота исполнения механической части.
3. Чрезвычайно низкие затраты по отношению ко всем другим существующим измерительным системам. Для примера: для листа шириной 1 метр достаточно 100 датчиков давлений + плата сопряжения и компьютер.
4. Конструктивное исполнение детонационного источника вихревых колец также просто и не требует больших финансовых затрат.

Недостатки заявленной технологии.

1. Невозможно определить толщину покрытия с одной стороны стального листа.
2. Толщина покрытия определяется по всей поверхности движущегося листа дискретно. Шаг выборки зависит по ширине от количества используемых датчиков давления. Шаг выборки по длине зависит от периодичность детонационного формирования так называемых “материнских” вихревых колец.

Газовой горелкой нагреваем небольшое пятно оцинкованного стального листа до температуры плавления цинка и скребком счищаем с него цинк. Визуализируется достаточно большой объём цинка для маленького пятна. А теперь умножим его в тысячи и десятки тысяч раз и поймём бесперспективность гальванических, электролитических и химических способов. Они заключаются в технологиях сначала растворить, затем обратно выделить такой объём цинка с больших площадей. Количество энергии, химических реагентов и их рециркуляция обесценивают все выше предлагаемые гальванические, электролитические и химические способы утилизации цинковых покрытий.

СУЩНОСТЬ СПОСОБА.

Способ предполагает одновременное сверхвысокотемпературное и кинетическое воздействие на обе поверхности оцинкованного стального листа внутри детонационной камеры продуктами детонационного горения со скоростями уровня 2000м/с и температурой во фронте уровня 3000°C. Такое воздействие совмещает сразу два технологических этапа: сверхвысокоскоростной нагрев цинкового покрытия до жидкого состояния и одновременный перевод его в аэrorированное состояние (сдувание) с последующим улавливанием продуктов аэrorирования (цинка) классическими способами.

На технологиях улавливания аэrorированного цинка останавливаться не будем. Такие аспирационные установки широко известны и в конструктивном плане давно отработаны.

ОПИСАНИЕ СПОСОБА

Удаление оцинкованного покрытия с поверхности стального листа продуктами детонационного горения достигается в результате:

- одновременного сверхвысокоскоростного детонационного нагрева поверхностей стального листа с обеих сторон до температур плавления цинка .
- одновременного воздействия на расплав кинетической энергией продуктами детонационного горения топливовоздушной смеси .

- импульсного периодического следования волн детонационного горения. При этом энергетическая эффективность способа зависит непосредственно от частоты следования .

Основой способа удаления цинкового покрытия является детонационная горелка, которая способна обеспечить высокоэнергетические, высоко кинетические, следующие друг за другом потоки волн детонационного горения для заявленных целей.

Конструктивные решения детонационных источников энергии под заявленные цели выбираются на основании рациональной классификации всех возможных и будущих источников детонационного горения, которая заявлена в главе 6 настоящей книги.

Схематически реализация способа очистки стального листа от цинкового покрытия представлена на рис. № 8.18.1.

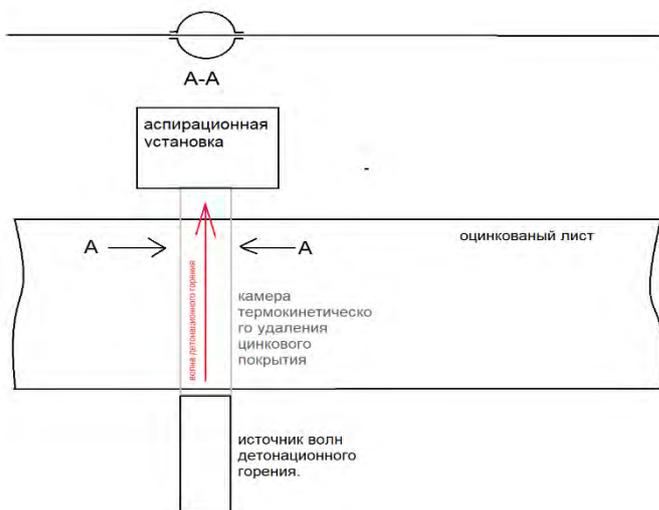


Рис. № 8.18.1. Детонационный термокинетический способ очистки стального листа от цинкового покрытия

Стальной лист перемещается внутри и поперёк оси трубчатой камеры детонационного воздействия. Трубчатая камера с одной стороны соединена с выходной частью детонационного источника энергии (высокочастотной детонационной горелки). С другой стороны трубчатая камера соединяется с аспирационной установкой, например, мокрого улавливания. Для продолжительной работы в условиях промышленного производства трубчатая камера должна быть оборудована водоохлаждаемым кожухом (на рисунке не показан).

Такое конструктивное исполнение позволяет сформировать в локализованной габаритами трубчатой камере, с обеих сторон стального листа — два идентичных высокотемпературных и

кинетических потока продуктов детонационного горения от источника детонационной энергии (горелки).

Необходимо отметить особенность распространения волны детонационного горения:

В импульсном режиме одна волна детонационного горения распространяется со скоростями уровня 2000 м/с и температурой во фронте уровня 3000°С. В единичных импульсах такие сверхвысокие температуры с точки зрения нагрева поверхности оцинкованного стального листа нивелируются сверхзвуковой скоростью распространения. Т.е. одной волной детонационного горения нагреть поверхность стального листа до температур плавления цинка невозможно. Здесь нужно использовать следующие друг за другом в импульсном режиме волны детонационного горения. Это может быть достигнуто, например, классическими трубчатыми детонационными источниками энергии.

Классические трубчатые источники волн детонационного горения хороши для проведения опытно-конструкторские работ для целей подтверждения заявленного способа удаления цинкового покрытия, работа которого представлена на рис. № 8.18.2.



Рис. № 8.18.2. Размещение стального листа в волне детонационного горения.

Как уже было заявлено выше - трубчатые источники энергии хороши, но обладают существенным недостатком. Это низкая частота следования волн детонационного горения, ограниченная 100 Гц. В случае обязательной продувки камеры детонационного горения между импульсами – частота уменьшается до 20-50 Гц.

Наиболее перспективное решение в заявленном способе видится применение квазиимпульсных детонационных источников энергии, способных обеспечить частоты следования волн детонационного

горения уровня 1 кГц, которые достаточно подробно изложены в 6 главе настоящей книги.

Например, полусферическая детонационно-резонансная горелка, согласно рис. № 8.18.3.

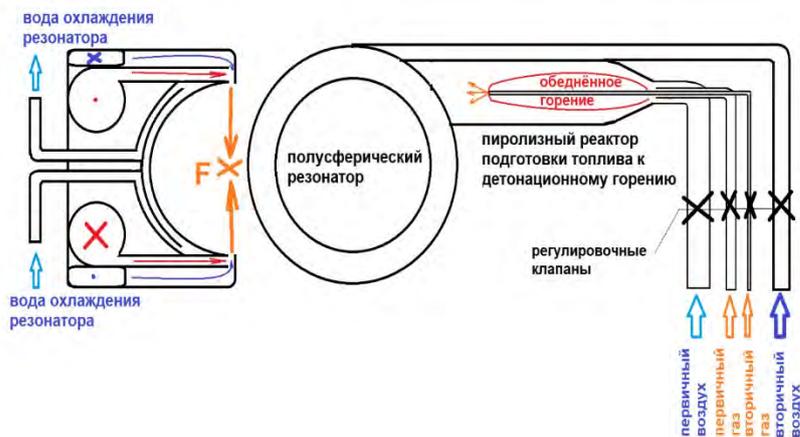


Рис. № 8.18.3. Детонационно-резонансная полусферическая горелка для заявленных целей

Для примера, в главе 6 настоящей книги представлены различные типы спиновых источников детонационного горения с механическими и электромагнитными системами клапанов управления детонационного горения.

Такие источники волн детонационного горения работают на частотах 1-10 кГц, что вполне достаточно для промышленной очистки оцинкованного стального листа от цинкового покрытия.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Для приблизительной оценки эффективности заявленного способа предлагается вариант для случая использования простейшего трубчатого детонационного источника энергии, работающего на частоте следования волн детонационного горения в 100 Гц.

— Камера детонационного воздействия представляет собой трубу с внутренним диаметром 0,1 м и длиной 1,5 метра (ширина стального листа).

— Объём камеры детонационного воздействия 0,0078 м³. Для такого объёма нужно 0,004 м³ газа для одного импульса детонационного горения.

— Две очищаемые поверхности стального листа, расположены внутри трубы и имеют общую площадь – 0,3 м².

— Стальной лист, например, оцинкован по классу П с двух сторон слоем в 60 микрон и имеет общее значение массы цинка при пересчёте на площадь в 0,3 м² — 256 грамм.

— Установим, что каждый импульс следования волны детонационного горения нагревает поверхность стального листа на 2 градуса. Для нагрева поверхности стального листа до температур плавления цинка в 420 градусов нужно 210 волн детонационного горения, и это примерно 2.1 секунда работы с частотой следования волн детонационного горения — 100 Гц. Также дополнительно необходимо по времени работы примерно 1- 2 секунды для кинетического перевод поверхностного расплава цинка в аэrorированное состояние (сдувание). Время аэrorирования должно быть точно установлено экспериментальным путём для предотвращения сгорания цинка во взвешенном состоянии. Технологии аспирации рассматривать не будем.

— На основании выше изложенного можно утверждать, что источник волн детонационного горения должен работать с частотой в 100 Гц и продолжительностью 5 секунд. Этого времени работы и количества импульсов достаточно, чтобы полностью аэrorировать весь цинк массой в 256 грамм с поверхности стального листа площадью 0,3 м². Время работы в 5 секунд обеспечат 2 м³ газа при цене за 1 м³- 25 рублей.

Таким образом цинковое покрытие с площади в 1 м² стального листа в количестве 768 грамм аэrorируется за 15-20 секунд при основных затратах в 150 рублей на газ (вопросы аспирации не рассматриваются).

ВЫВОД

- Заявленный способ является полной противоположностью предлагаемым на современном этапе гальваническим, электролитическим и химическим способам утилизации больших

объёмов цинковых покрытий, которые в условиях крупного промышленного производства для удаления цинкового покрытия с больших площадей не эффективны.

- Способ позволяет утилизировать (удалять) большие объёмы бракованной продукции производства оцинкованного листа до первоначального стального рулона до покрытия.

- Утилизация цинка происходит наиболее оптимальным способом с точки зрения экономических и временных затрат.

- Наиболее перспективно для заявленных целей использование спиновых детонационных источников энергии с механическими и электромагнитными системами клапанов управления детонационного горения.

- Реализация на металлолом очищенного таким способ рулона стального листа осуществляется без значительного дисконта на цинковое покрытие.

- Появляется возможность непосредственно вернуть очищенный рулон стального листа обратно для повторного горячего оцинкования.

- Правильность идеи подтверждается практическими работами на простом детонационном стенде, рис. № 8.18.4.



Рис. № 8.18.4. Стенд исследования воздействия волн детонационного горения на цинковое покрытие стального листа.

8.19 КВАЗИИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАПЫЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА БОЛЬШИЕ ПОВЕРХНОСТИ (НАПРИМЕР, КАК НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦИНКОВАНИЯ, АЛЮМИНИРОВАНИЯ СТАЛЬНОГО ЛИСТА).

Опубликована: 15.04.2022 года.

Ссылка: [Технология напыления защитных покрытий на большие площади \(новая технология оцинкования, алюминирования стального листа\). | вихри хаоса \(wordpress.com\)](#)

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Процесс детонационного напыления защитных покрытий был впервые разработан в 1955 году Х. Б. Сарджентом, Р. М. Пурманом и Х. Миногой.

Этот процесс позволяет наносить очень твердые и плотные поверхностные покрытия, которые полезны в качестве износостойких покрытий. По этой причине детонационное распыление обычно используется для защитных покрытий в авиационных двигателях, штекерных и кольцевых датчиках, режущих кромках (ножах), трубчатых сверлах, лопастях ротора и статора, направляющих рельсах или любом другом металлическом материале, подверженном высокому износу.

Обычно материалами, которые распыляются на детали при детонационном напылении, являются порошки металлов, металлических сплавов и металлокерамики, а также их оксиды (алюминий, медь, железо и др.).

Детонационное распыление покрытий наносится с помощью детонационного пистолета, который состоит из длинного металлического ствола с водяным охлаждением, содержащего впускные клапаны для введения газов и порошков в камеру. Предварительно выбранное количество защитного материала покрытия в виде порошка с размером частиц 5–60 мкм вводят в камеру. В камере кислород и топливо поджигается свечой зажигания для создания сверхзвуковой ударной волны, которая выталкивает смесь расплавленного и/или частично расплавленного и/или твердого сырья (в зависимости от типа используемого материала из ствола на

распыляемый объект. Затем ствол очищается с помощью короткой очереди азота, прежде чем D-пушка готова к повторному выстрелу.

Частота следования волн детонационного горения в данной технологии ограничена 20 Гц.

ДОСТОИНСТВА СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

- возможность получения покрытий из большинства порошков, плавящихся при температуре до 2800 °С без разложения.
- возможность нанесения покрытий на различные материалы (металлы, керамику, стекло, пластмассу и др.);
- отсутствие деформации напыляемой поверхности;
- возможность получения покрытий с пористостью 0,5— 1,5% и высокой прочностью сцепления покрытий;
- возможность управлять химическим составом продуктов детонации за счет регулирования газового режима;

НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Детонационное напыление из-за своего импульсного режима работы является не слишком производительным методом (по сравнению, например, с высокоскоростным газопламенным напылением).

Детонационное напыление экономично для напыления поверхностей площадью не более нескольких квадратных сантиметров.

ЗАДАЧА

Исходя из недостатков детонационного напыления, необходимо предложить технологию промышленного нанесения защитных покрытий на большие площади, например для производства стального листа с цинковым, алюминиевым и т.п. защитным покрытием, которое в разы прочнее классике горячего оцинкования или алюминирования.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Классические трубчатые источники волн детонационного горения для заявленных целей нанесения покрытий на большие площади в условиях промышленного производства **не эффективны**. Связано это в первую очередь с частотами следования волн детонационного горения, которые ограничены конструктивными особенностями самих источников волн детонационного горения. В пределе частота следования волн не превышает 20 гц.

Исходя из выше изложенного, предлагается использовать для заявленных технологических целей источники волн детонационного горения, работающие в квазиимпульсном (почти непрерывном) режиме работы с энергетическими характеристиками одной волны детонационного горения со скоростями уровня 2000 м/с и температурой во фронте уровня 3000°C. С частотой следования волн детонационного горения более 1 кГц.

Такие высокочастотные (квазирезонансные) источники энергии, конструктивные особенности, принципы работы и т.п. наиболее подробно изложены в книге: Детонационные технологии как новый технологический тренд в промышленности [2].

К таким высокочастотным источникам волн детонационного горения относятся полусферические детонационно-резонансные горелки и спиновые источники волн детонационного горения с механическими и электромагнитными системами клапанов управления детонационного горения.

Заявленные источники волн детонационного горения работают на частотах 1-10 кГц, что вполне достаточно для заявленных промышленных целей нанесения защитных покрытий на большие площади.

Для примера, схематически, предлагаемое решение на основе полусферической детонационно-резонансной горелки представлено на рис. № 8.19.1.

Полусферическая детонационно-резонансная горелка размещается сверху стального, движущегося листа. Сверху полусферы горелки размещён бункер с клапаном дозатором. В бункере находится жидкий металл.



Рис. № 8.19.1. Квазиимпульсная технология напыления защитных металлических покрытий.

Подготовленное топливо поступает для смешивания с вторичным воздухом непосредственно перед кольцевым выходным соплом в короткую кольцевую зону смешивания. Смешивание происходит путём инжекции подготовленного топлива вторичным воздухом с большой скоростью.

После инжекции, подготовленная к детонационному горению топливовоздушная смесь поступает в кольцевое сопло. На выходе в фокусе полусферы формируется высокоскоростной поток за счёт кольцевого сопла, которое изготовлено по профилю поперечного сечения сопла Лаваля. Такой профиль позволяет сформировать радиальный центростремительный поток топливовоздушной смеси со сверхзвуковой скоростью. Большая скорости потока топливовоздушной смеси не допускает его самовоспламенения.

Одновременно в эту центральную область поступает порционно жидкий металл из бункера.

Заключительный этап – инициация детонационной волны электроискровым поджогом с частотой, равной частоте следования волн детонационного горения.

После инициации формируется фронт бегущей волны детонационного горения с сверхвысокой температурой, давлением и сверхзвуковой скоростью. Волна детонационного горения придаёт порции жидкого металла высокую энергетику для заявленных целей

формирования защитного покрытия на стальном листе. Затем цикл повторяется с частотой 1 кГц.

Можно сказать, что такая полусферическая детонационно-резонансная горелка работает в квазиимпульсном (почти непрерывном) режиме формирования волн детонационного напыления.

ВЫВОД

- Переход от классических трубчатых низкочастотных (20 Гц.) источников волн детонационного горения на высокочастотные с частотами 1-10 кГц позволит расширить сферу применения детонационного способа напыления защитных покрытий. Это относится в первую очередь к высокочастотным источникам волн детонационного горения полусферического детонационно-резонансного типа и спинового типа с механическими и электромагнитными системами клапанов управления детонационного горения.

- Заявленный способ обеспечит массовое, площадное нанесение защитных покрытий, и что самое главное, с более высокими характеристиками, которые не доступны, например, горячему способу оцинкования или алюминирования стального листа. Это обеспечивается, в отличие от классических технологий горячего нанесения покрытий, за счёт следующего:

При детонационном воздействии (высоко скоростное, высоко кинетическое, высоко температурное воздействие) расплавленные частицы покрытия ударяются о более холодную поверхность с последующим растеканием и одновременным затвердеванием. По мере растекания уже затвердевшая часть покрытия бомбардируется новой порцией высоко кинетического жидкого покрытия, обеспечивая большую адгезию с подложкой (стальным листом).

- Процесс детонационного горения в заявленных высокочастотных (квазиимпульсных) источниках и параметры и сочетания различных продуктов детонационного напыления легко регулируются. Таким образом можно получать материалы с новыми характеристиками.

8.20 ДЕТОНАЦИОННО-ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫЙ ПРИВОД ТУРБИНЫ

Опубликован 14.07.2021 года.

Ссылка: [Детонационно-центростремительный привод турбины](#)

Предлагается в качестве привода турбины использовать не классическое дефлаграционное (дозвуковое) горение, а детонационное (сверхзвуковое).

Всем известно, что детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, температура горения достигает 3000-3500 °С. Продукты детонации обладают огромной кинетической энергией. И что не мало важно - снижен расход топлива по сравнению с существующими дозвуковыми дефлаграционными горелками равной тепловой мощности, т.к. работают в импульсном режиме.

Также предлагается использовать конструктивную особенность одного из типов источников волн детонационного горения, а именно тип (А.5-7) в таблице рациональной классификации.

Особенность такая, что детонационный источник энергии цилиндрической формы имеет на выходе дополнительный полусферический резонатор с центростремительным горением – дополнительным схлопыванием волн детонационного горения в фокусе полусферы. Частота работы такого источника энергии согласно рациональной классификации ограничена 100 гц. Этого вполне достаточно для эффективного привода турбины с учётом выше поименованных преимуществ детонационного горения.

Такой полусферический источник волн детонационного горения с частотой следования до 100 Гц, за счёт своих конструктивных и рабочих характеристик представляет собой идеальный привод турбины.

Детонационный источник энергии цилиндрической формы с полусферическим резонатором на выходе представлен на рис. № 8.20.1.

Код в таблице рациональной классификации - (А.5-7)

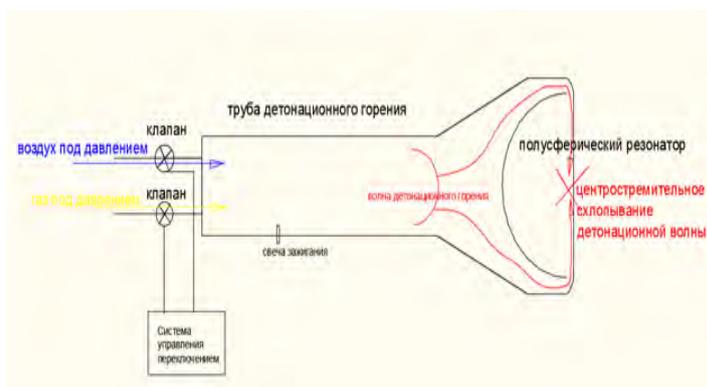


Рис. № 8.20.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы с полусферическим резонатором на выходе.

За счёт относительно низкой частоты следования волн детонационного горения и высокой энергетики единичного импульса (сверхзвукового) - такой привод выигрывает по топливу с аналогичными, работающими в дефлаграционном (дозвуковом) режиме классического горения.

Для этого необходимо оснастить выходное щелевое сопло специальной тангенциальной гребенчатой направляющей, см. рис. № 8.20.2.



Рис. № 8.20.2. Центростремительная гребёнка направляющих.

Таким образом внутри рабочей части турбины распространяется тангенциальное центростремительное сверхзвуковое детонационное горение топливо-воздушной смеси спирали к центру (см. рис. № 8.20.3), которое воздействует на лопатки турбины — приводит её во вращение.



Рис. № 8.20.3. Детонационно-центробежный привод турбины.

8.21 ДЕТОНАЦИОННЫЙ ПРИВОД ЛОПАСТЕЙ ВЕРТОЛЁТА.

Опубликован 14.07.2021 года

Ссылка: [Детонационный привод лопастей вертолётa.](#)

Известен эффект детонации топливовоздушных смесей в трубах. На основе этого эффекта предлагается конструкция привода вращения (лопастей вертолётa) по упрощённой аналогии с установкой на концах лопастей прямооточных реактивных двигателей, но с учётом следующего:

Детонационное горение осуществляется радиально в импульсном режиме поочерёдно то в одной, то в другой детонационной трубе с тангенциальным истечением продуктов детонационного горения. Дополнительный вклад в эффективность системы вносит сила Кориолиса.

В конструктивном плане представляет собой свободно вращающееся изделие, состоящее из двух детонационных труб, соединённых между собой по центру вращения системой взаимосвязанных клапанов и с тангенциальными направляющими (соплами) на концах детонационных труб. Подвод топливовоздушной смеси осуществляется по центру вращения одновременно к двум детонационным трубам через систему из двух взаимосвязанных между собой клапанов полу шарового исполнения, рис. № 8.21.1.



Рис. № 8.21.1. Клапанная система

Оба запорных элемента полу шарового типа каждого клапана связаны между собой одной штангой, которая расположена по центральной оси клапанов, см. рис. № 8.21.2.



Рис. № 8.21.2. Конструктивное исполнение одного полу шарового клапана

Конструктивная особенность такой системы взаимосвязанных клапанов заключается в том, что если один клапан “открыт”, то противоположный ему клапан всегда “закрыт”. И наоборот, рис. № 8.21.3

Клапан открыт



Клапан закрыт



Рис. № 8.21.3. Взаимосвязанные клапаны управления детонационным горением.

Принцип работы радиально-детонационного привода вращения (лопастей вертолёт) основан на том, что электрическая искра инициирует детонационную волну в одной детонационной трубе. Она

закрывает клапан, прерывая поток топливоздушной смеси и одновременно открывает второй клапан направляя топливоздушную смесь в противоположную детонационную трубу для целей её последующей детонации. И наоборот. Электроискровая система инициации детонаций должна попеременно управлять работой радиально-детонационного привода с скоростью переключения в зависимости от количества топливоздушной смеси.

Таким образом в импульсном режиме попеременно инициируется детонационное горение топливоздушной смеси и подготовка топливоздушной смеси к детонации периодически то в одной, то в другой детонационной трубе.

Работа выхода в данном случае приводит винт во вращение.



Рис. № 8.21.4. Стенд исследования детонационного привода лопастей вертолѐта

8.22 ДЕТОНАЦИОННЫЙ ПРИВОД ЛОПАСТЕЙ ВЕРТОЛЁТА НА ЭФФЕКТЕ КОАНДА

Опубликован 20.09.2021 года.

Ссылка: [Детонационный привод на эффекте Коанда](#)

Привод вращения лопастей вертолётa использует эффект Коанда для создания тяги.

В конструктивном плане привод размещается на концах лопастей и представляет собой цилиндрические детонационные источники горения с сферическим резонатором на выходе. Дополнительно выходные сопла оборудованы перевернутыми чашами (рефлекторами), рис. № 8.22.1.

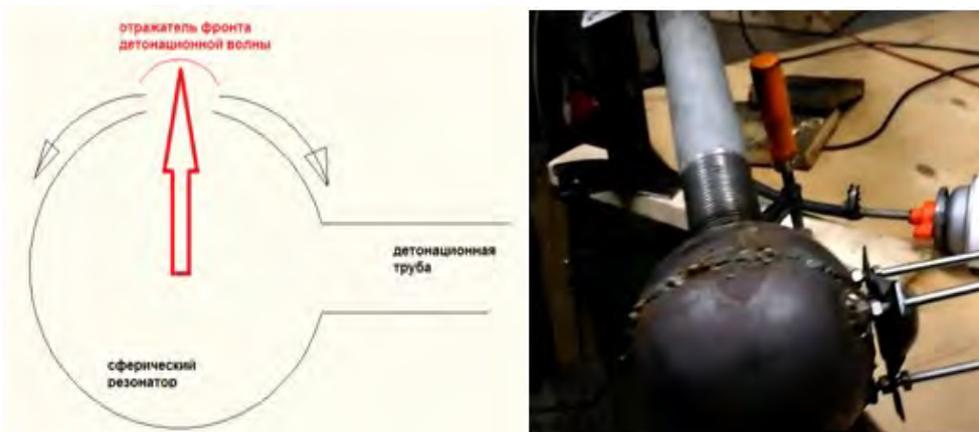


Рис. № 8.22.1. Установка рефлектора на сопло сферического резонатора детонационного горения.

Формирование импульса тяги основывается на следующем. Импульсная волна детонационного горения отразившись от рефлектора меняет направление своего движения и ометает всю поверхность шарового резонатора, см. рис. № 8.22.2.



Рис. № 8.22.2. Визуализация эффекта Коанда

В этом случае давление воздуха со стороны распространения детонационного горения на поверхность сферического резонатора из рефлектора (ометание резонатора с одной стороны) будет меньше, чем с обратной стороны сферического резонатора.

Чем больше набегающий поток воздуха, т.е. чем больше скорость вращения лопастей, тем эффективней работа привода.

Таким образом обеспечивается привод лопастей вертолѐта.

Для исследования возможности использования детонационного эффекта Коанда в приводе винта вертолѐта был создан стенд, рис. № 8.22.3.



Рис. № 8.22.3. Стенд исследования детонационного эффекта Коанда для привода винта вертолѐта.

НЕДОСТАТКИ:

- Отсутствие охлаждения торцевой части сферического резонатора. При длительной работе торцевая часть резонатора начинает оплавляться.
- Длительная работа – не возможна.

8.23 ДЕТОНАЦИОННО-ВИХРЕВАЯ ПУШКА ДИСТАНЦИОННОГО РАЗМИНИРОВАНИЯ ПРОТИВОПЕХОТНЫХ МИН

Опубликована 04.08.2022 года.

Ссылка: [Детонационно-вихревая пушка дистанционного подрыва противопехотных мин](#)

В физическом плане процесс дистанционного подрыва противопехотных мин (разминирования) осуществляется путём воздействия на детонаторы противопехотных мин упругими высоко энергетическими тороидальными вихревыми газовыми кольцами.

Особенностью таких воздушных вихревых тороидальных газовых колец является то, что при линейном распространении газовые кольца переносятся на достаточно большие расстояния почти всю энергию формирования.

Для понимания происходящих процессов можно обратиться к всем известному школьному эксперименту по физике с ящиком Вуда, который демонстрирует образование и движение низкоэнергетических вихревых колец. При этом такая стрельба воздушными кольцами не является чем-то новым. Курильщики любят пускать слабо энергетические дымовые кольца, которые могут, что только на небольшом расстоянии ронять вертикально стоящие спички.

Основная проблема в этом случае заключается в том, чтобы сформировать высокоэнергетическое воздушное тороидальное кольцо с внутренней энергией, которое при соприкосновении с любым препятствием в любом месте (сверх, вниз и т.п.) воздействовало на него с усилием взрослого человека, а именно, в 90 кг.

ТЕХНОЛОГИЯ

Вихре кольцевая газовая пушка представляет собой полузамкнутый патрубок детонационного горения топливовоздушной смеси со сферическим резонатором на выходе.

Вихре кольцевая газовая пушка формирует высоко энергетические газовые вихревые кольца с частотой следования не более 3 герц.

Принцип работы вихре кольцевой газовой пушки основан на преобразовании в сферическом резонаторе линейных волн детонационного горения топливовоздушной смеси в высоко энергетические вихревые кольца. В этом случае продукты детонационного горения обладают огромной кинетической энергией, большая часть которых переходит в энергетику вихревого газового кольца и распространяется на значительное расстояние для заявленных целей.

Вариант конструктивного исполнения вихре кольцевой газовой пушки представлен на рис. № 8.23.1 и 8.23.2.

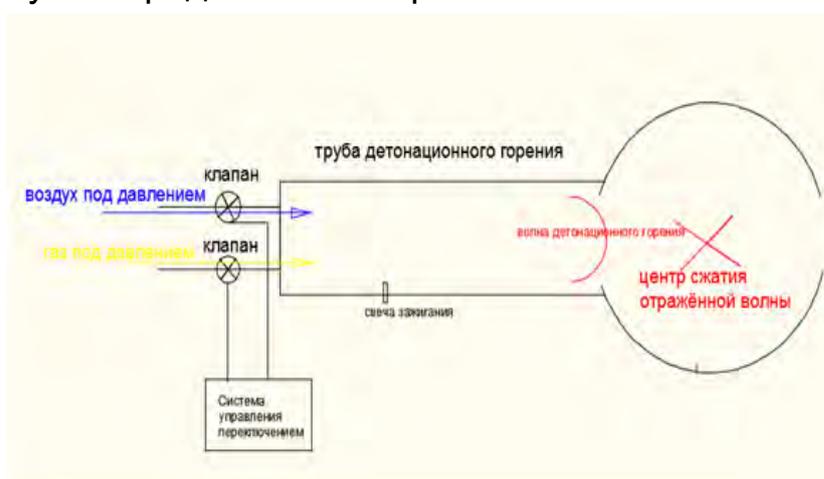


Рис. № 8.23.1. Схема детонационной пушки с сферическим резонатором на выходе.

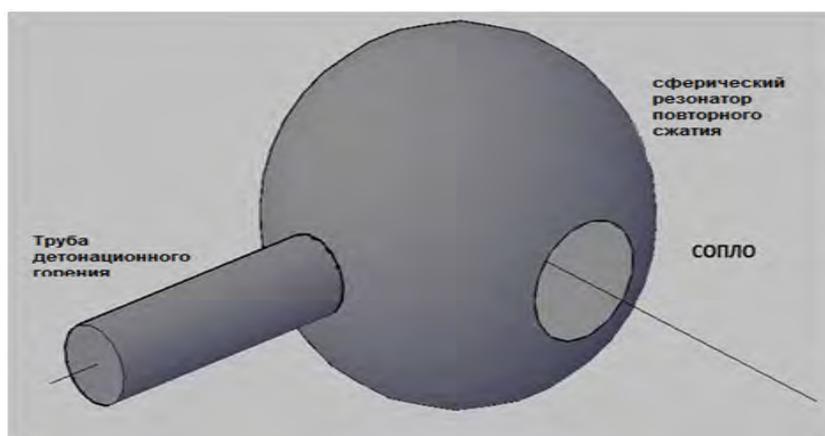


Рис. № 8.23.2. 3-D вид детонационной пушки с сферическим резонатором на выходе.

Рабочий процесс предложенной воздушной вихревой импульсно-детонационной пушки основан на периодической подаче в

детонационный патрубок топливоздушной смеси, периодическом поджигании электро-искровым способом топливоздушной смеси, распространении детонации в сферический резонатор и истечения продуктов в окружающее пространство формируя высокоэнергетическое вихревое кольцо.

ЧТО СДЕЛАНО НА ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ:

Собран прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,08 м. См. рис. № 8.23.3.

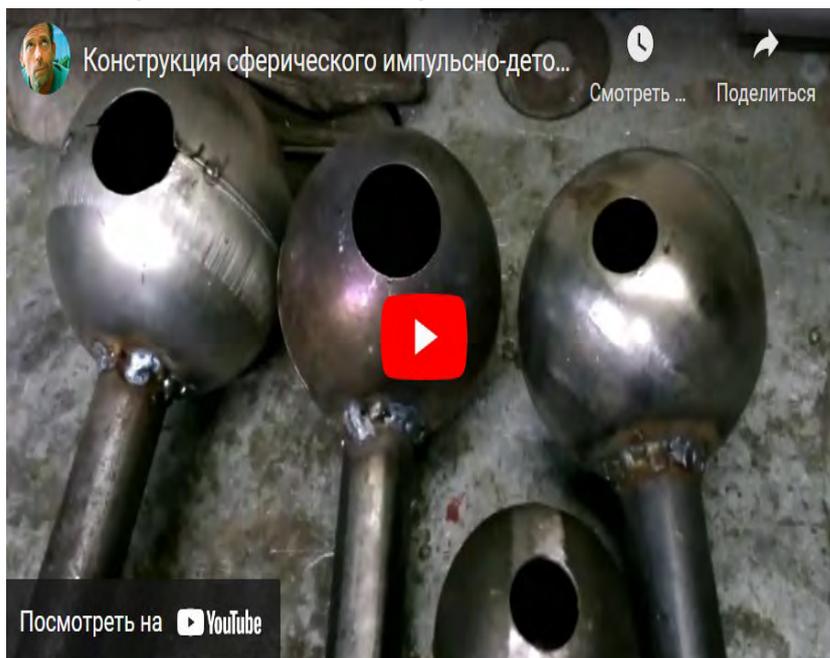


Рис. № 8.23.3. Прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,08 м.

Вихревое кольцо на расстоянии 1 метр сдвигает с места тестовый куб размером 80*80*80 мм. и весом 200 грамм. Визуализация формирования вихревого кольца показана на рис. № 8.23.4.



Рис. № 8.23.4. Вихревое газовое кольцо на выходе сферического резонатора.

Собран прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,15 м. См. рис. № 8.23.5.



Рис. № 8.23.5. Прототип генератора со сферическим резонатором диаметром 0,15 м.

Визуализация формирования вихревого кольца показана на рис. № 8.23.6. Вихревое кольцо на расстоянии 1 метр сдвигает с места тестовый куб размером 0,15*0,15*015 м. и весом 5 кг.



Рис. № 8.23.6. Вихревое газовое кольцо на выходе сферического резонатора.

ВЫВОД:

Выведена зависимость энергии, переносимой вихревым кольцом от размеров детонационной трубы, как квадрат произведения длины на внутренний диаметр - $(L \cdot D)^2$.

8.24 ДЕТОНАЦИОННО-РЕЗОНАТОРНЫЙ ЭФФЕКТ ОБРАЗОВАНИЯ ПАРЫ ВИХРЕВЫХ КОЛЕЦ.

Опубликован 15.08.2020 года.

Ссылка: [Детонационно-резонаторный эффект пары колец](#)

СУЩНОСТЬ

Сферический резонатор, установленный на выходе любого источника волн детонационного горения преобразует линейно распространяющуюся волну детонационного горения в пару энергетически зависимых воздушных вихревых колец (упругих вихревых тороидов), см. рис. № 2.24.1. Первое вихревое кольцо – высокоэнергетическое, имеет угол расширения – 0,2-0,4 градуса. Переносит на достаточно большое расстояние почти всю энергию детонационного горения. Второе вихревое кольцо – низко энергетическое, имеет угол расширения примерно 150 градусов. Энергетика первого кольца пропорциональна энергетике второго.

ОПИСАНИЕ

Образование второго вихревого кольца обнаружено случайно в ходе экспериментов по визуализации распространения вихревых тороидов. Природа формирования второго вихревого кольца в настоящее время находится на рассмотрении.

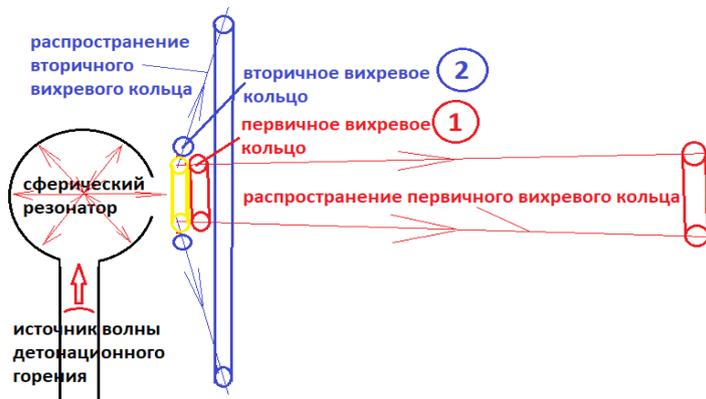


Рис. № 8.24.1. Схема образования пары вихревых колец.

ЭКСПЕРИМЕНТ:

Варианты конструктивного исполнения сферического детонационно-резонаторного источника формирования двух вихревых колец представлен на рис. № 8.24.2.



Рис. № 8.24.2. Сферические детонационно-резонаторные источники формирования пары вихревых колец.

В качестве источника детонационной волны была использована стальная труба внутренним диаметром $D_1=20$ мм, длиной $L=250$ мм. На конце трубы установлен сферический резонатор диаметром $D_2=80$ мм. Выходное сопло резонатора – диаметр $D_1=20$ мм. Топливо — газовый баллончик туриста массой 220 грамм.

РЕЗУЛЬТАТ:

1. Длина детонационного сходящегося клина (факела) = $5 \cdot D$ сопла (мм.) = 100 мм. На рис. № 8.24.3 визуализируется сходящийся клин волны детонационного горения, по оси которого формируется пара вихревых колец.



Рис. № 8.24.3. Сходящийся клин волны детонационного горения, по оси которого формируется пара вихревых колец.

2. Формируется высоко энергетическое вихревое кольцо, которое распространяется строго прямолинейно с энергетикой, которая на расстоянии 1 метр от источника позволяет стабильно сбивать прямоугольную деревянную тестовую пластину размером 100*100*30 мм, весом 200 грамм.
3. Угол расширения вихревого кольца – 0,4 градуса. Диаметр первичного вихревого кольца на расстоянии 1 метр от сопла – 100 мм.
4. Визуализация первичного вихревого кольца представлена в видео отчёте ОКР <https://www.youtube.com/watch?v=tGGMn52PV7A>
5. Зафиксирован необычный эффект – формирование одновременно с первичным вихревым кольцом — второго вихревого кольца с углом расширения примерно 150 градусов.
6. Визуализация вторичного вихревого кольца представлена в видео отчёте ОКР <https://www.youtube.com/watch?v=qwdxhVWTT-M>

ПРИМЕНЕНИЕ

1. Эффект позволяет точно определять энергетику первичного высоко кинетического вихревого кольца по энергетике вторичного вихревого кольца.
2. Высоко энергетические вихревые кольца (тороиды) могут доставлять слезоточивый газ на большие расстояния для целей, например, разгона демонстраций.
3. Высоко энергетические вихревые кольца могут доставлять горючих газов на большие расстояния с последующим поджогом.
4. Высоко энергетические вихревые кольца воздействуют на препятствия, позволяют эффективно очищать, например, бункеры или вагоны и т.п. от остатков насыпных грузов. **[Тороидально - вихревой способ очистки вагонов подвижного состава от остатков насыпного или кускового груза.](#)**
5. Высоко энергетические вихревые кольца воздействуют на препятствия, позволяют проводить дистанционное разминирование площадей от противопехотных мин по типу “лепесток”. **[Детонационно-вихревая пушка дистанционного подрыва противопехотных мин.](#)**
6. Тороидально-вихревой способ измерения толщины покрытия

стального листа. Ссылка: [Способ измерения толщины покрытия стального листа.](#)

7. ГИПОТЕЗА! Предполагается, что любое физическое воздействие на низкоэнергетическое вторичное вихревое кольцо будет мгновенно отражаться на высокоэнергетическом вихревом кольце.

8.25 ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ СХЛОПЫВАНИЯ В ОБЩЕМ ЦЕНТРЕ НЕСКОЛЬКИХ ВОЛН ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ.

Опубликован 20.12.2020 года.

Ссылка: <https://vihrihaosa.wordpress.com/термобарический-эффект-схлопывания/>

СУЩНОСТЬ

Формирование зоны сверхвысокого давления и сверхвысокой температуры в месте синхронного схлопывания (сжатия) волновых фронтов детонационного горения от двух и более источников.

ОПИСАНИЕ

Синхронное сжатие (схлопывание) нескольких детонационных волн представляет собой сферический фронт уменьшающихся изломов ударных волн, который быстро сжимается. В местах столкновения изломов ударных волн возникает сферическая зона очень высокого давления, в которой детонационное горение происходит с более высокими температурами.

При синхронном сжатии (схлопывании) детонационных волн детонационного горения от 2-х и более источников волн детонационного горения - в центральной части возникает сферическая зона сверх высокого давления, с температурами уровня 3000 градусов и выше.

Классические дефлаграционные способы нагрева не способны обеспечить такие температуры и давления. Это связано с особенностью классического дефлаграционного горения, а именно в том, что при распространении дефлаграционного горения фронт волны не встречает на своём пути препятствий и распространяется от зон с высоким давлением в зоны низкого давления. Распространение горения в этом случае происходит с относительно низкой скоростью, которая зависит от температуры процесса горения, и всегда ниже 2000 °С.

В отличие от классического горения — детонация в атмосферу от одного источника детонационного горения представляет собой взрыв, в котором взрывная волна распространяется со скоростью 2000-3000 м/с, а температура горения достигает 3000-3500 °С. При этом нужно учесть тот факт, что детонация не в атмосферу (расширение), а сжатие центростремительно в фокусе полусферического резонатора обеспечивает формирование на много больших температур.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Был создан стенд из двух источников детонационных волн по типу трубчатой формы с сферическим резонатором на выходе, см. рис. № 8.25.1.



Рис. № 8.25.1. Испытательный стенд из двух источников волн детонационного горения.

Интересные эффекты проявляются в зависимости от расстояния, на котором находятся друг от друга источники детонационного горения, см. рис. № 8.25.2 и 8.25.3.

1. Расстояние между горелками = $2 \cdot (0,9 \cdot L)$.
Где: L – длина видимого сходящегося клина детонационного горения одного источника детонационного горения.



Рис. № 8.25.2. Визуализация места сжатия сверхвысоких температур и давлений.

На рис. № 8.25.2. указано место сжатия сверхвысоких температур и давлений локализовано в центре на расстоянии $0,9 \cdot L$ относительно небольшой областью по объёму.

2. Расстояние между горелками = L .

Где: L – длина видимого сходящегося клина детонационного горения одного источника детонационного горения.



Рис. № 8.25.3. Визуализация места сжатия сверхвысоких температур и давлений .

На рис. № 8.25.3. показано место сжатия, которое имеет форму шара сверхвысоких температур и давлений с диаметром, равным $= L$. По аналогии с шаровой молнией, с одним исключением – полученный шар “рождается” и “умирает” несравнимо быстрее, чем шаровая молния.

Таким образом сверх быстрый нагрев газа может быть реализован встречным “схлопыванием” в общем центре двух и более источников детонационных волн детонационного горения топливовоздушной смеси. При этом объём зоны сверхвысоких температур и давлений зависит исключительно от расстояния, на котором размещены друг от друга источники детонационного горения.

ВЫВОД:

Заявленный эффект с достижимыми температурами в зоне реакции более 3000 °С и сверхвысоким давлением способен наиболее эффективно проводить реакции разложения или синтеза элементов в различных областях науки и техники.

ПРИМЕНЕНИЕ

1. Способ получения сверхвысоких температур и давлений. Ссылка: [Способ получения сверхвысоких температур и давлений.](#)
2. Детонационно-газодинамический мощный CO₂ лазер с неустойчивым резонатором эллипсоида вращения. Ссылка: [Газодинамический CO₂ лазер](#)
3. Термобарический способ производства драгоценных камней. Ссылка: [Термобарический способ синтеза драгоценных камней](#)
4. Термобарический способ разложения оксидов металлов до металлов в центре сжатия детонационных волн от нескольких детонационно-резонансных источников. Ссылка: [Термобарический способ разложения](#)

8.26. ДЕТОНАЦИОННО-ВИХРЕВАЯ РОТАЦИОННАЯ ТОПКА-ТЕПЛООБМЕННИК СВЕРХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СЖИГАНИЯ ЛЮБЫХ МЕЛКО ДИСПЕРСИОННЫХ ОТХОДОВ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ МНОЖЕСТВА НИЗКОЧАСТОТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ГОРЕЛОК.

Дата публикации: 05.04.2023.

Ссылка: [Детонационно-вихревая ротационная топка-теплообменник.](#)

Особенности детонационного горения и способы формирования волны детонационного горения подробно изложены в отдельных публикациях здесь: [Детонационные технологии, как новый технологический тренд в различных областях науки и техники. | ВИХРИ ХАОСА \(wordpress.com\)](#), поэтому останавливаться на них не будем.

Рассмотрим принцип работы и конструктивное исполнение детонационно-вихревой ротационной топки-теплообменника.

Работа детонационно-вихревой ротационной топки-теплообменника основывается на синергии нескольких условий:

1. В качестве источника волн детонационного горения используются трубчатые детонационные горелки. Их достоинство, это самая высокая энергетика детонационного горения и простота конструктивного исполнения. К сожалению, они имеют существенный недостаток, как низкая частота следования волн детонационного горения (не более несколько герц). Общий КПД такой горелки низкий, несмотря на высокий КПД единичного детонационного импульса. Сжигание мелко дисперсионных порошков в волнах детонационного горения с частотой следования в несколько герц – не возможно.

2. Для увеличения общего КПД используются несколько трубчатых детонационных горелок, работающие поочередно по типу “револьвера” – механического вращающегося клапана с низкой частотой вращения на одну общую нагрузку – вихревую камеру детонационного горения. Принцип работы основан на последовательном формировании волны детонационного горения

в каждой детонационной горелке посредством вращающегося клапана. При этом, в других горелках происходит процесс подготовки топливовоздушной смеси к детонационному горению за счёт «вакуума», который сопровождает детонацию после расширения от предыдущего цикла детонационного горения.

3. Для увеличения общего КПД изменяется направление распространения следующих друг за другом волн детонационного горения с прямолинейного на вихревое в полузамкнутом пространстве. Такое конструктивное решение формирует в приосевой зоне распространения волн детонационного горения пониженное давление с одновременным сжатием (локализацией) по спирали. В приосевую область детонационно-вихревого горения вводится мелко дисперсионный порошок любых отходов для полного сжигания. При температуре в вихревой волне детонационного горения 3000-3500 °С происходит сверхвысокотемпературное сжигание (разложение) любых мелко дисперсионных отходов. Кроме этого, при таких температурах происходит разрыв прочной связи атомов углерода с атомами кислорода, т.е. термическое разложение CO₂. Утилизация любых отходов происходит самым безопасным способом.

Детонационно-вихревая ротационная топка-теплообменник сверхвысокотемпературного сжигания любых мелко дисперсионных отходов с тангенциальным расположением 4-х низкочастотных импульсных горелок показана на рис. № 8.26.1.

В конструктивном плане детонационно-вихревая ротационная топка-теплообменник представляет собой коаксиальный цилиндр, в котором внешний цилиндр неподвижен, а внутренний цилиндр принудительно вращается с частотой не более 2-3 об/сек. Вращение внутреннего цилиндра обеспечивается системой из двух коаксиальных редукторов.

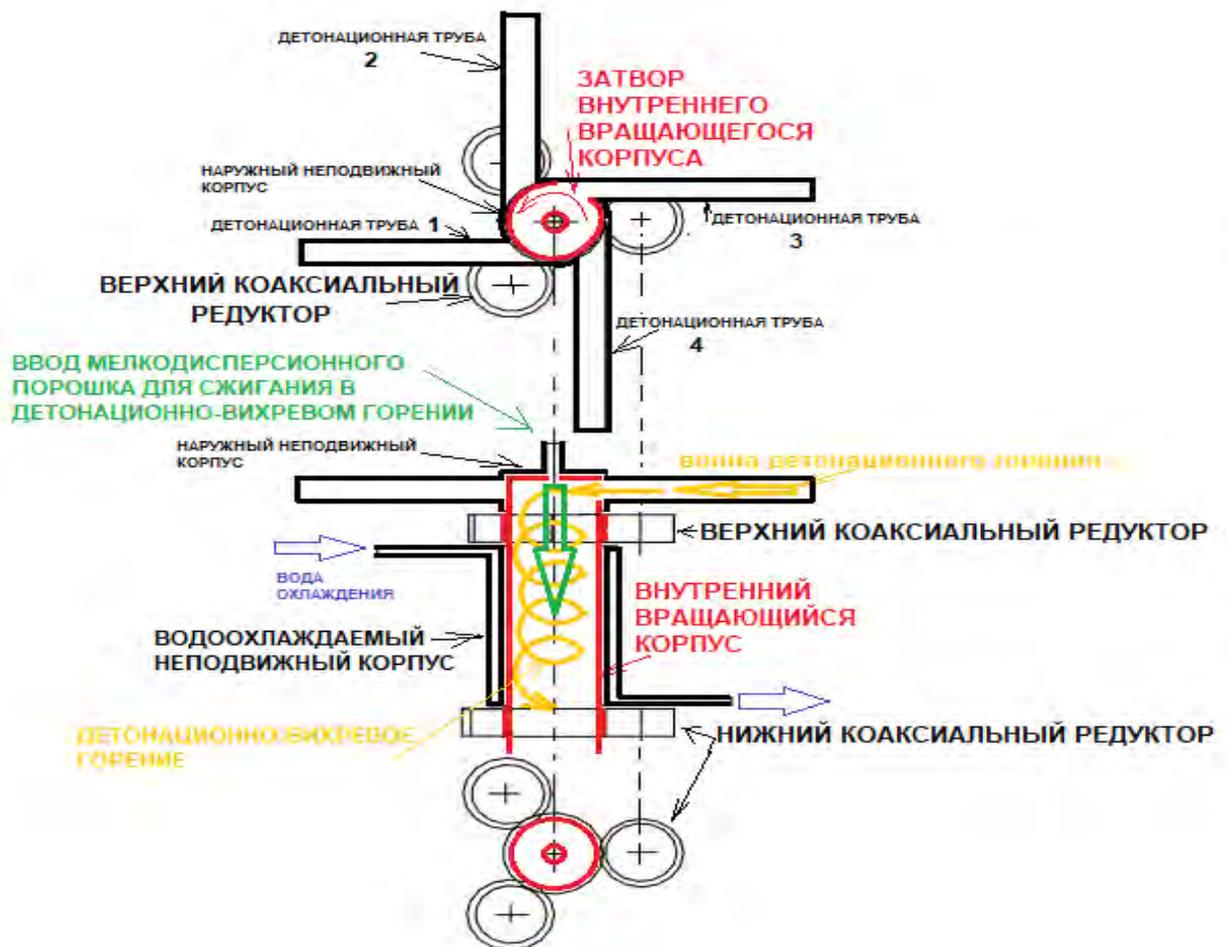


Рис. № 8.26.1. Детонационно-вихревая ротационная топка-теплообменник сжигания любых мелко дисперсионных отходов.

Во внутреннем вращающемся цилиндре происходит детонационно-вихревое сжигание любых мелко дисперсионных отходов. Внутренний вращающийся цилиндр одновременно выполняет роль механического револьверного затвора, обеспечивающего последовательную инициацию волн детонационного горения от нескольких трубчатых детонационных горелок. Между неподвижным и вращающимися цилиндрами циркулирует теплоноситель – вода. Вода выполняет одновременно две функции - охлаждение внутреннего вращающегося цилиндра и передача тепловой энергии внешним потребителям.

Сверху неподвижного цилиндра внутрь вращающегося цилиндра подаётся аксиально мелко дисперсионный порошок для сжигания.

Тангенциально к внешнему неподвижному цилиндру топки подходят 4 - 8 трубчатых источников волн детонационного горения. 4 детонационные горелки формируют волны детонационного горения с

частотой следования 12 Гц. Восемь горелок будут формировать волны детонационного горения с частотой следования 24 Гц. Таких частотных характеристик уже достаточно для детонационно-вихревого сжигания любых мелко дисперсионных порошков.

ВЫВОД:

Температура в вихревой волне детонационного горения 3000-3500 °С и частота следования 24 Гц внутри вихревой камеры позволят самым эффективным образом сжигать любые мелкодисперсные отходы. Кроме этого, при таких температурах происходит разрыв прочной связи атомов углерода с атомами кислорода, т.е. термическое разложение CO₂. Это означает, что сжигание любых отходов происходит самым безопасным способом с экологической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. [Детонационные технологии, как новый технологический тренд](#)
2. [Рациональная классификация детонационных источников энергии.](#)
3. [Детонационный источник энергии цилиндрической формы много трубный, клапанный с револьверным механическим управлением. Код в рациональной классификации – в.2.](#)

9 ДИПЛОМЫ



10. ПРИЛОЖЕНИЕ

Добро пожаловать в авторский проект инновационных идей и экспериментов, а также творчество в различных областях науки и техники - ВИХРИ ХАОСА.

vihrihaosa.ru

vihrihaosa.wordpress.com

Проект предлагает:

- инновационные не патентованные идеи, научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы и творчество в различных областях науки и техники.
- инновационные идеи и решения технических задач по заявкам сторонних лиц.
- научно-техническая оценка инновационных идей, решений, проектов сторонних лиц.
- раскрытие ноу-хау, конструкций, моделей и услуг технологического содержания.
- авторские книги в различных областях науки и техники ([ссылка](#)).
- видео отчёты результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ([ссылка](#)).
- новый формат взаимодействия изобретателей – краудсорсинговая площадка изобретателей ([ссылка](#)).

11 ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективные направления в науке и технике.
Закрученные течения. Книга 1 из 9. Издание 2020 год.
2. Перспективные направления в науке и технике.
Детонационное горение. Книга 2 из 9. Издание 2020 год.
3. Перспективные направления в науке и технике.
Контактная разность потенциалов. Книга 3 из 9.
Издание 2020 год.
4. Перспективные направления в науке и технике.
Техническая левитация. Книга 4 из 9. Издание 2020 год.
5. Перспективные направления в науке и технике.
Ядерные трансмутации. Книга 5 из 9. Издание 2020 год.
6. Перспективные направления в науке и технике.
Новые физические эффекты. Книга 6 из 9. Издание 2020 год.
7. Перспективные направления в науке и технике.
Мощные источники направленного излучения. Книга 7 из 9.
Издание 2020 год.
8. Перспективные направления в науке и технике.
Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Книга 8 из 9. Издание 2020 год.
9. Перспективные направления в науке и технике.
Альтернативные (свободные) источники энергии.
Книга 9 из 9. Издание 2020 год.