



Стационарного горения

Достоинства

- устойчивость горения,
- отсутствие высокого уровня шума,
- отсутствие вибраций большой амплитуды с низкой частотой колебаний.

Недостатки

- необходимость принудительной подачи воздуха (окислителя) на горение;
- сравнительно невысокие величины коэффициента теплоотдачи от продуктов сгорания к поверхности нагрева;
- неполнота сгорания топлива и, соответственно, наличие в продуктах сгорания относительно большого количества окислов азота.

Пульсирующего горения

Достоинства

- для работы КПГ не требуется вентилятор или компрессор для подачи воздуха в камеру сгорания, воздух подается «самовсасыванием»;
- обеспечение более полного сгорания топлива. При этом в 2 – 3 раза, по сравнению со стационарным горением, уменьшается выделение окислов азота и углерода и в 10 раз образование сажи в продуктах сгорания ;
- неприхотливость к топливу, т. е. имеется возможность сжигания низкосортного горючего;
- конструкция камер пульсирующего горения отличается простотой и компактностью;
- акустические колебания, возникающие в камере пульсирующего горения, способствуют образованию атмосферных ядер конденсации, что приводит к интенсивному образованию аэрозоля;
- за счет акустического воздействия на поток рабочей жидкости, поступающей в резонансную трубу, достигается механическое распыление, что в свою очередь, ведет к чрезвычайно быстрому ее испарению.

Недостатки

- наличие вибраций и аэродинамический шум при относительно низких частотах пульсации.

Теплогенераторы пульсирующего горения имеют существенные преимущества, что свидетельствует о целесообразности разработки аэрозольных генераторов на базе камер пульсирующего горения.

В РФ исследования в этой области весьма ограничены.

За рубежом: США , Канада, Германия имеются действующие пульсирующие аэрозольные генераторы. Специалисты в области ПАГ зарубежных фирм не раскрывают свои соображения по теории ПАГ, вследствие чего, информация о конструкции и внутрикамерных процессах в ПАГ ограничена.

Экспериментальные исследования камер пульсирующего горения для пульсирующего аэрозольного генератора

Камера пульсирующего горения с перпендикулярным расположением воздушного клапана.



Достоинства:

1. Простота конструкции и эксплуатации.
2. Отсутствие подвижных механических элементов.
3. Не требует принудительной подачи топлива и какого-либо привода.
4. Большой ресурс работы.
5. Возможность изменения расхода горючего.

Результаты экспериментальных исследований:

- для использования в пульсирующих аэрозольных генераторах рекомендована новая конструкция КПП с перпендикулярным расположением воздушного мембранного клапана;
- установлены эмпирические зависимости между основными геометрическими параметрами КПП, рекомендуемые при проектировании ПАГ;
- рекомендовано обеспечить работу пульсирующего генератора с частотой 130 Гц.

Рекомендуемые эмпирические соотношения между основными геометрическими параметрами КПП

Параметры	L_{kc} / d_{kc}	L_{pt} / d_{pt}	L_{fk} / d_{fk}	d_{fk} / d_{kc}
Значение	0,97	32	3,5	0,27

Предлагаемая КПП является основным элементом конструктивной схемы ПАГ.

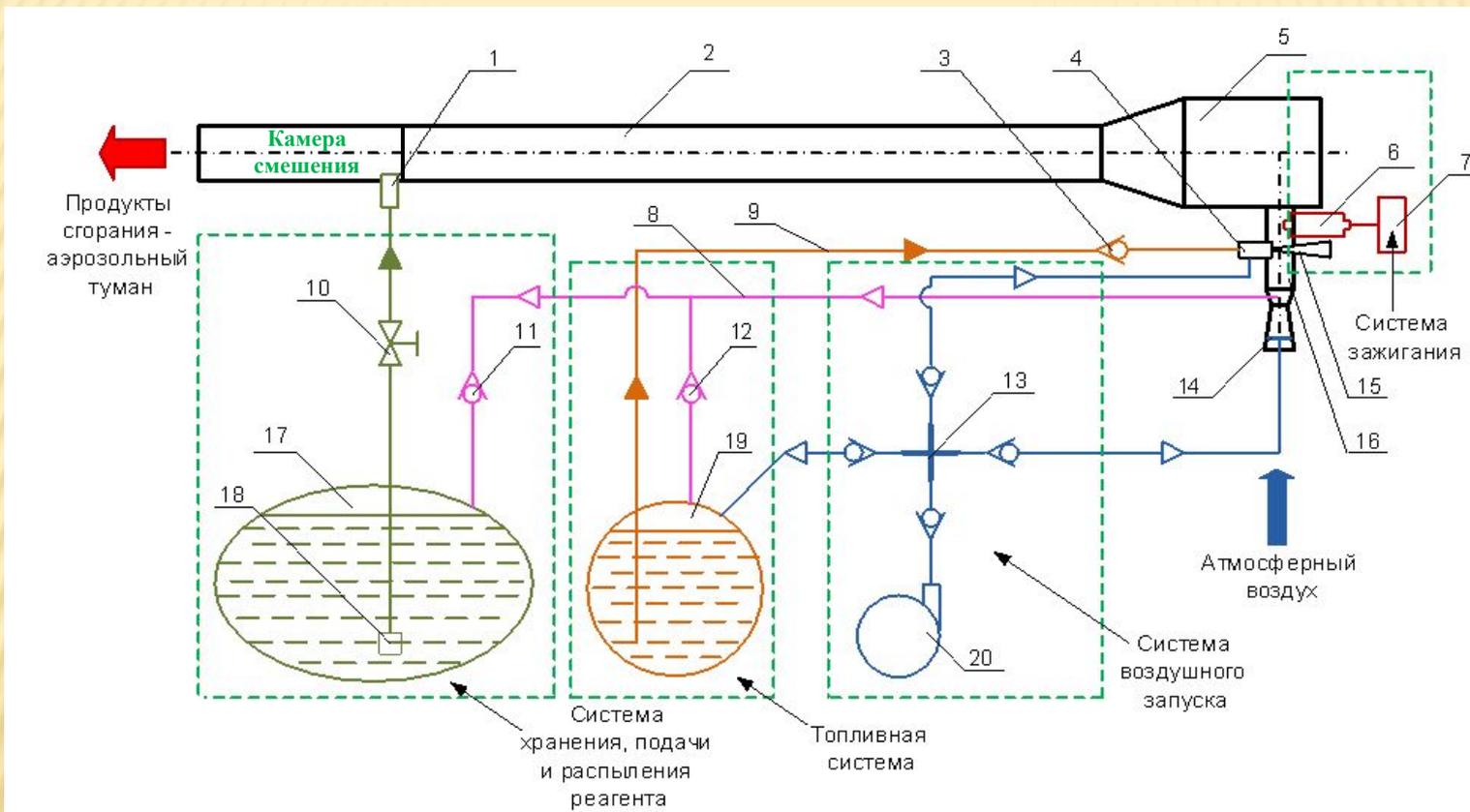


Схема включает в себя форсунку впрыска реагента 1, резонансную трубу 2, обратный клапан топливной системы 3, топливную форсунку 4, камеру сгорания 5, свечу зажигания 6, электронный блок зажигания 7, магистраль наддува бака с горючим и реагентом 8, топливную магистраль 9, кран пуска реагента 10, обратный клапан системы наддува бака реагента 11, обратный клапан системы наддува бака горючего 12, система распределения потоков воздуха с обратными клапанами 13, воздушный клапан 14, регулятор подачи топлива 15, форкамеру 16, бак с реагентом 17, фильтр реагента 18, бак с горючим 19, пусковой воздушный насос 20.

Новизна схемы заключается :

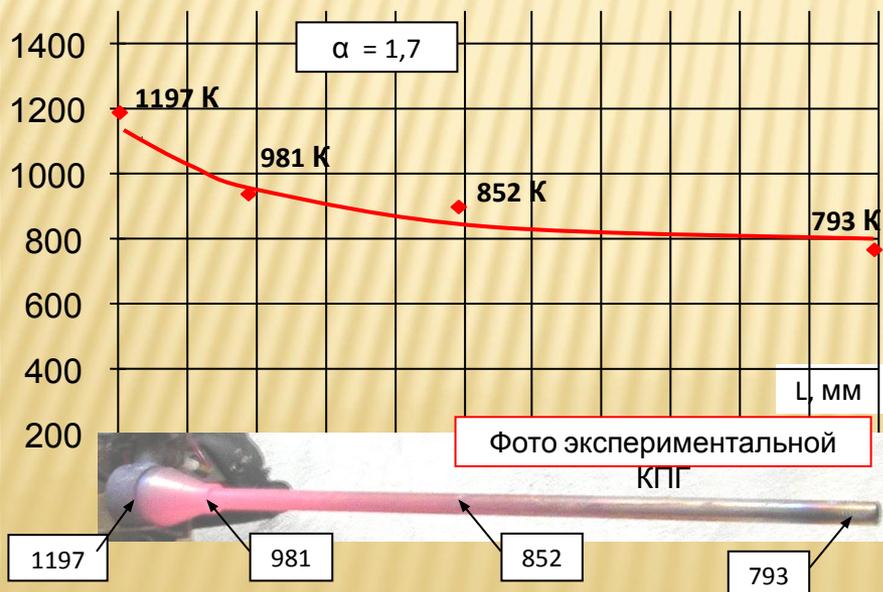
1. В использовании КПГ, как теплогенератора для создания аэрозольного образования.
2. В отсутствии агрегатов, обеспечивающих подачу топлива и воздуха, а также привода, обеспечивающего работу данных агрегатов.
3. В наличии камеры смешения, необходимой для возгонки реагента.
4. В обоснованном выборе точке впрыска реагента

Результаты экспериментальных исследований

Основные параметры КПП

Основные параметры КПП	
Наименование параметров, размерность	Значение
Расход бензина, кг/с	0,00035
Расход воздуха, кг/с	0,0044
Частота пульсаций давлений, Гц	≈ 130
Максимальная температура в камере сгорания, К	≈ 1300
Температура газов на выходе из системы наддува, К	≈ 300
Наработанный ресурс, с	10000

Распределение температуры вдоль стенки КПП



Анализ состава газа, истекающего из резонансной трубы

Компонент	Полученная концентрация (объемная)
CO ₂	0,0771
CO	0,001
H ₂ O	0,031
O ₂	0,0831
N ₂	0,693
другие	0,1478

Испытание КПП на различных видах горючего

№ запуска	Время работы (τ), с	Температура воздуха на входе в КПП, °К	Температура воздуха на выходе из КПП, °К	Расход горючего, мл/с.
Режим № 1 (горючее – бензин)				
1	605	296	1250	10,1
2	603	299	1300	9,9
3	601	305	1350	10
Среднее значение	≈ 603	300	≈ 1300	10
Режим № 2 (горючее – ДС - В)				
1	602	294	1000	10,3
2	604	300	1093	10
3	605	306	1107	9,7
Среднее значение	≈ 603	300	≈ 1100	10
Режим № 3 (горючее – биодизель)				
1	605	326	1000	10,7
2	600	286	810	9,3
3	604	288	900	10
Среднее значение	≈ 603	300	≈ 900	10
Режим № 4 (горючее – этиловый спирт)				
1	600	295	795	10,1
2	602	305	813	10
3	601	300	803	9,9
Среднее значение	≈ 601	300	≈ 800	10
Режим № 5 (горючее – дизельное)				
1	600	278	1000	9,7
2	601	305	1050	9,9
3	604	317	1200	10,2
Среднее значение	≈ 600	300	≈ 1100	10

Результаты экспериментальных исследований

Температура газового потока на режиме с пуском АОС и поджигом его горелкой

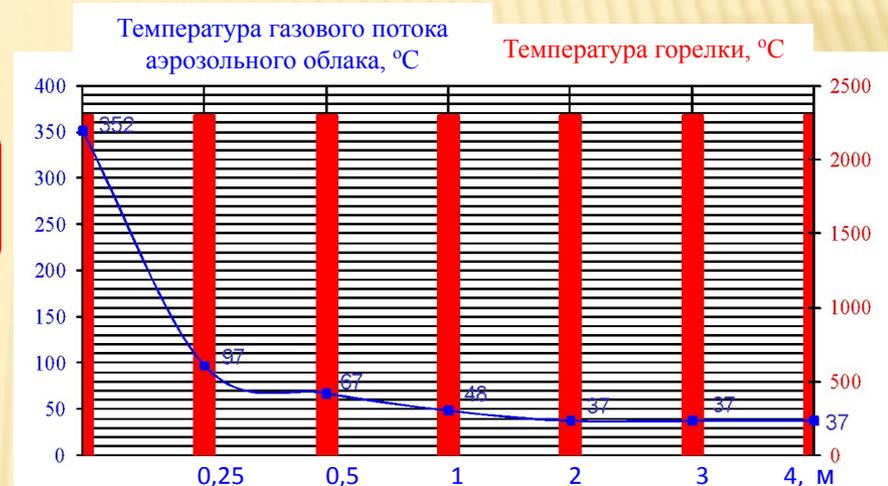
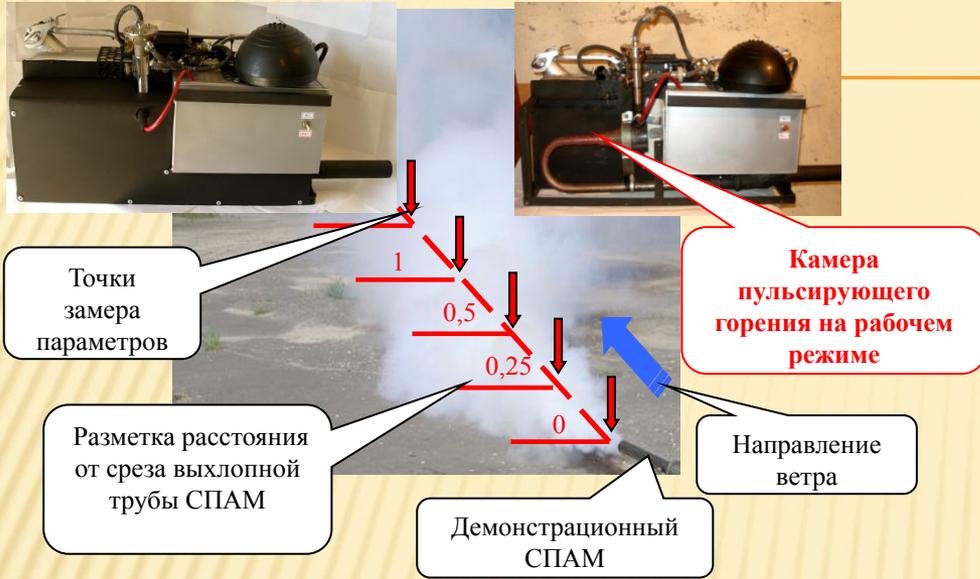
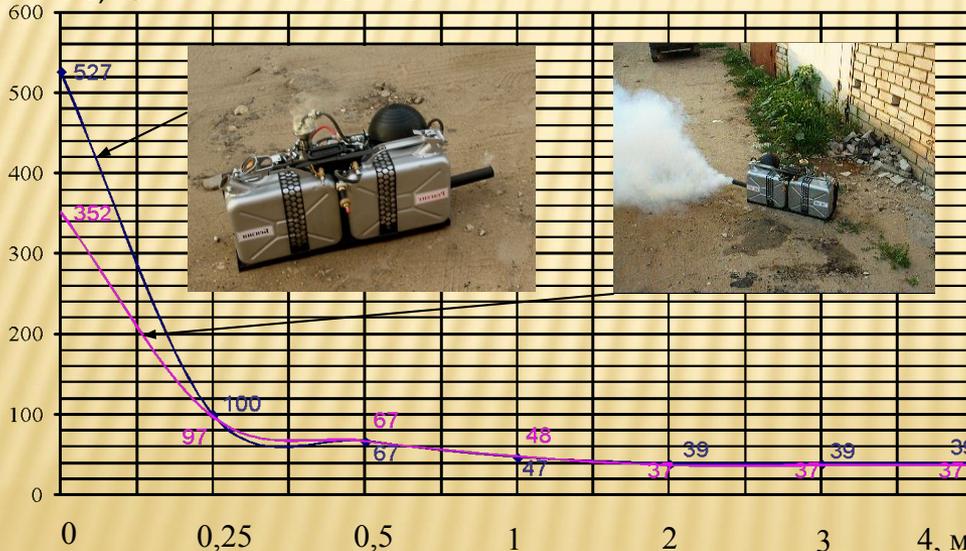


Схема проверки экспериментального образца СПАМ на пожаровзрывобезопасность



Сравнение температуры газа на режимах с пуском АОС и без пуска АОС.

Результаты экспериментальных исследований

- Полученные основные параметры соответствуют требованиям, предъявляемым к ПАГ.
 - С целью обеспечения безопасной эксплуатации ПАГ рекомендовано теплоизолировать камеру сгорания.
 - Анализ состава газа показал заниженное содержание СО, что дает возможность предположить о безопасном применении ПАГ личным составом
 - ПАГ является многотопливным агрегатом и может работать на низкосортных горючих веществах
 - Реагент охлаждает газовую струю продуктов сгорания на выходе из ПАГ. Образующееся аэрозольное облако не возгорается при воздействии на него открытым пламенем.
- ПАГ пожаровзрывобезопасен.**

Рекомендации по применению ПАГ

Предлагаемая организационно - штатная структура отдельного внештатного подразделения постановки аэрозольных завес, оснащенного ПАГ



Командир
внештатного
подразделения
РХБЗ



Военнослуж
ащий,
обеспечиваю
щий подвоз
рецептур



Оператор
ПАГ

Технические параметры ДС – В (дымовая смесь всесезонная)

№ п/п	Наименование параметра, размерность	Значение
1	Состав: масло МС-8 (или трансформаторное), % дизельное топливо «З» (или арктическое), % антиокислительные присадки «Агидол», %	70 – 80 20 – 30 0,003
2	Плотность, г/см ³ (при t _{опр.} = 20 ⁰ С)	0,83 – 0,9
3	Температура вспышки, ⁰ С	+ 45
4	Температура застывания, ⁰ С	- 50
5	Вязкость кинематическая, сСт (при t _{опр.} = - 40 ⁰ С)	300

Количество ПАГ, входящих в состав предлагаемого внештатного подразделения постановки АЗ, необходимых для маскировки агрегатов ракетного дивизиона.

Тип техники	СПУ	МБУ	МОБД	МС	БТР
Количество пульсирующих аэрозольных генераторов	3	1	5	1	4

Оператор, оснащенный ПАГ



Апробация работы. Основные результаты работы докладывались, обсуждались и были одобрены на: XVIII научно-технической конференции (НТК) РКК «Энергия» им.С.П. Королева (г. Королев); Всероссийской НТК МГТУ им. Н.Э. Баумана (г.Москва); Всероссийской научно-практической конференции ВАИУ (г. Воронеж); одиннадцати НТК различного уровня; опубликованы в 32 работах, из них: 20 статей (семь статей в журнале из Перечня ВАК); три депонированных статьи; 8 отчетов о НИР; патент на полезную модель. В единоличном авторстве издано - 5 статей.

Техническое решение по АГ, заявленное как «Аэрозольный генератор с пульсирующей камерой сгорания и принудительной системой подачи реагента», удостоено дипломом и золотой медалью Международного Салона промышленной собственности «Архимед-2010» и дипломом 3 степени РКК «Энергия» им. С.П. Королева.

