Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Самарский государственный технический университет

На правах рукописи САМБОРУК Анатолий Романович

ГОРЕНИЕ ПОРИСТЫХ ГАЗОГЕНЕРИРУКЭЩИХ И

АЭРОЗОЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ дЖвдсТБ

ПОЖАРОТУШЕНИЯ

(01.04.17 - Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва)

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук

і

аучный консультант:

ІД эктор физико-математических наук, 'Профессор

П. АМОСОВ

Президиум ВАК России

(решен:-. . ЩОІ^Ь^г т..кЩ<оЗ]

присуди/-, ученую степень ДОКТОРА

'ЫШ. наук^

Начальник управледая ВАК России

Самара-2006

2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

Глава 1. Низкотемпературные газогенерирующие топлива,

пиротехнические газообразующие составы и устройства газогенерации 19

1.1 Специальные требования, предъявляемые к газогенерирующим элементам для порошковых огнетушителей 19

1.2 Получение низкотемпературных газообразных

продуктов в режиме горения 21

1.2.1 Составы для генерации азота 22

1.2.2 Составы для генерации диоксида углерода 33

1.2.3 Составы для генерации газовых смесей 34

1.3 Конструкции газогенерирующих устройств 37

1.4 Выводы по главе 1 41

Глава 2. Обоснование и разработка нового способа

получения низкой температуры генерируемого газа 43

2.1 Закономерности горения пористых систем 43

2.2 Устойчивость горения пористых зарядов при фильтрации продуктов горения через пористое вещество 55

2.3 Разработка способа получения низкотемпературных газов

при горении пористых зарядов 61

2.4 Экспериментальная проверка возможных режимов горения

газогенерирующих составов 66

2.5 Выводы по главе 2 73

Глава 3. Экспериментальные исследования горения

газогенерирующих составов в режиме вынужденной фильтрации

продуктов горения через несгоревшую часть пористого заряда 74

3.1 Методика проведения испытаний 74

3.2 Основные направления компоновки рецептур

газообразующих составов 75

3.3 Исследование закономерностей горения

газообразующего пористого состава ГСП-15 81

3.4 Выводы по главе 3 106

Глава 4. Разработка математической модели работы

газогенерирующих устройств фильтрационного типа 108

4.1 Моделирование ГГУ с высокой пористостью заряда 108

4.2 Моделирование работы ГГУ со средней пористостью заряда

и учетом фильтрационных затруднений 123

4.2.1 Результаты численных расчетов максимального

давления газа на стадии инициирования 130

4.2.2 Анализ процесса распространения волны горения 135

4.2.3 Анализ закономерностей квазистационарного этапа горения 136

4.3 Моделирование работы ГГУ при наличии

реакционно-способного расплава 146

4.3.1 Теоретический анализ закономерностей горения

пиротехнического состава в фильтрационном газогенераторе 146

4.3.2 Результаты численных расчетов 153

4.3.3 Приближенный анализ процесса работы фильтрационного газогенератора 160

4.4 Обсуждение экспериментальных результатов по определению

характеристик работы газогенераторов низкотемпературных газов 163

4.5 Выводы по главе 4 165

Глава 5. Проектирование схемы и разработка конструкции

газогенерирующих устройств фильтрационного типа 169

5.1 Проектирование схемы газогенерирующих устройств

фильтрационного горения 170

5.2 Пиротехнические газогенерирующие устройства с

температурой газа на выходе 150 °С для порошковых огнетушителей 171

5.2.1 Газогенераторы, работающие в режиме полной фильтрации

газа через заряд 171

5.2.2 Газогенератор с частичным отводом газов. Способ регулирования скорости горения. 179

5.2.3 Газогенерирующие элементы для порошковых огнетушителей ОП-2(г) и ОП-5(г) 180

5.3 Оптимизация эксплуатационных параметров работы

газогенераторов фильтрационного типа 194

5.4 Выводы по главе 5 198

Глава 6. Горение и технология пиротехнических

аэрозолеобразующих огнетушащих составов (АОС) 200

6.1 Существующие АОС, их основные характеристики и недостатки 200

6.2 Методика проведения исследования АОС 214

6.3 Обоснование выбора исходных компонентов, характеристика

сырья и материалов 219

6.4 Термодинамические исследования горения АОС 225

6.5 Исследование закономерностей горения АОС 234

6.5.1 Влияние рецептурных факторов на скорость горения

АОС и выход аэрозоля 234

6.5.2 Влияние удельного давления прессования на плотность

зарядов и скорость горения 239

6.5.3 Исследование высоты пламени при горении АОС 242

6.5.4 Влияние охлаждающих добавок на горение АОС 247

6.6 Выбор технологии изготовления зарядов АОС 251

6.7 Оптимизация рецептуры АОС 256

6.8 Основные характеристика АОС, генерирующего хлориды щелочных металлов и образующегося аэрозоля 266

• ^^-i»

5

6.9 Выводы по главе 6 271

Глава 7. Генераторы огнетушащего аэрозоля 273

7.1 Основные характеристики ГОА, их недостатки 273

7.2 Основные принципы компоновки конструкций ГОА 287

7.3 Перспективные варианты конструкций ГОА 292

7.3.1 Конструкция ГОА с огнепреградительными сетками

и выпускным конусом 292

7.3.2 Конструкция ГОА с аэрозолеотводящим каналом

внутри заряда АОС 293

7.3.3 Конструкция ГОА с интенсивным подогревом заряда генерируемым аэрозолем 295

7.3.4 Конструкция ГОА с использованием канального

блочного охладителя 299

7.4 Основные характеристики ГОА 302

7.5 Выводы по главе 7 303 Заключение 304