

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

Обзор литературы по теме:

Закономерности и механизм горения гексанитрогексаазаизовюрцитана  
(CL-20) и высокоэнергетических твердых ракетных топлив на его основе

Аспирантка

Научный руководитель

д.т.н.

Преподаватель

английского языка

к.э.н., доцент

---

Москва 2016

## Оглавление

1. Обзор литературы.....	3
2. Основная часть, перевод статей.....	11
2.1. Diffusion Flame Calculations for Composite Propellants Using a Vorticity-Velocity Formulation.....	12
2.2 Calculation of Solid-Propellant Burning Rates from Condensed-Phase Decomposition Kinetics.....	55
2.3. Crystal structure of cocrystals 2,4,6,8,10,12-hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazatetracyclo[5.5.0.05.9.03.11]dodecane with 7H-tris-1,2,5-oxadiazolo 89 (3,4-b:3',4'-d:3'',4''-f) azepine.....	89
3. Словарь терминов и аббревиатур.....	99
4. Список переведенной литературы.....	109
5. Список литературы.....	114

**Введение.** Развитие оборонной техники, несомненно, связано с созданием новых, более эффективных компонентов смесевых ракетных топлив, взрывчатых составов и артиллерийских порохов. Одним из путей решения данной задачи является получение энергоемких соединений, превосходящих по мощности существующие. К таким соединениям, относятся полициклические нитрамины, в частности, гексонитрогексоазоизовюрцитан (2,4,6,8,10,12-гексанитро-2,4,6,8,10,12-гексаазотетрацикло[5.5.0.0.3,11.05,9]додекан, ГНИВ, CL-20) – уникальный представитель этого класса соединений. CL-20 был впервые синтезирован в 1987 году в Naval Air Warfare Center (США). С тех пор проводятся интенсивные исследования по совершенствованию методов синтеза, технологий получения этого вещества и созданию взрывчатых веществ и топлив различного назначения на его основе.

## 1. Обзор литературы

Смесевые твердые ракетные топлива (ТРТ) являются ярко выраженными гетерогенными системами, представляющими собой, как правило, смесь неорганического окислителя, органического высокомолекулярного горючего-связующего (ГСВ) и специальных добавок (энергетические, эксплуатационные, технологические). По своей структуре ТРТ – высоконаполненные композиционные материалы, в полимерной матрице которых распределены дисперсные окислитель, металлическое горючее и другие компоненты.

Проблемы создания эффективных ракетных двигательных установок требуют постоянного усовершенствования твердых ракетных топлив. Одним из наиболее распространенных приемов увеличения энергетических характеристик ТРТ является использование высокоэнергетических наполнителей и «активных» горючих связующих (АГСВ). В качестве

## 2. Основная часть, перевод статей

№	Название статьи, автор, журнал, год выпуска, страницы	Количество печатных знаков
1	Diffusion Flame Calculations for Composite Propellants Using a Vorticity-Velocity Formulation, Gross M., Beckstead M., Journal of Propulsion and Power, 2009, Vol. 25, No. 1, P. 74-82	44000
2	Calculation of Solid-Propellant Burning Rates from Condensed-Phase Decomposition Kinetics, Waesche R., Wenograd J., Combustion, Explosion, and Shock Waves, 2000, vol. 36, No. 1, P. 125-134	27600
3	Crystal structure of cocrystals 2,4,6,8,10,12-hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazatetracyclo[5.5.0.05.9.03.11]dodecane with 7H-tris-1,2,5-oxadiazolo (3,4-b:3',4'-d:3'',4''-f) azepine, Aldoshin S., Aliev Z., Goncharov K., Milyokhin M., Shishov N., Journal of Structural Chemistry, 2014, Vol. 55, No. 2, pp. 327-331	14000
Итого:		85600

## 2.1. Diffusion Flame Calculations for Composite Propellants Using a Vorticity-Velocity Formulation

### Расчеты диффузионного пламени для смесевых топлив с использованием метода дискретных вихрей

1 Introduction	1 Введение
<p>Ammonium perchlorate (AP) has been in use as a major propellant ingredient for decades. AP is the standard ingredient in solid rocket propellants and is used in many applications: ballistic missiles, military attack missiles, space applications, etc. Two major reasons for AP's widespread use are its stability, resulting in safe munitions, and its ability to control a propellant's burning rate. By varying the AP particle-size distribution, it is possible to achieve vastly different overall propellant burning rates. No other current oxidizer has the capacity to control a propellant's burning rate in this manner. This unique behavior of AP has not been accurately predicted using detailed a priori numerical models; thus, empirical studies are still relied upon heavily to characterize AP-</p>	<p>На протяжении десятилетий перхлорат аммония (ПХА) использовался в качестве основного ингредиента ракетных топлив. ПХА является стандартным компонентом в твердых ракетных топливах и применяется в ракетах различного типа: баллистических, военного назначения, в космических ракетах и т.д. Две основные причины широкого использования ПХА – это его стабильность, обеспечивающая безопасность боеприпасов, а также его свойства, дающие возможность контролировать скорость горения. Варьируя гранулометрический состав ПХА, можно добиться очень разных значений скорости горения топлив. Никакие другие известные сейчас ракетные окислители не способны таким образом влиять на горение.</p>

### 3. Словарь терминов и аббревиатур

№	Термин	Перевод
1	Absorption	Поглощение
2	Accuracy	Точность
3	Activation energy	Энергия активации
4	Agglomeration	Агломерация
5	Alkali	Щелочь
6	Alloy	Сплав
7	Aluminium	Алюминий
8	Ammonium perchlorate (AP)	Перхлорат аммония (ПХА)
9	Amorphous	Аморфный
10	Amount	Количество
11	Appreciable	Заметное
12	Approach	Подход
13	Argon	Аргон
14	Assume (to)	Предполагать
15	Atomic mass	Атомная масса
16	Avoid (to)	Избегать
17	Azepine	Азепин
18	Beckstead-Derr-Price model	Модель Бекстеда-Дерра-

#### 4. Список переведенной литературы

№	Название	Автор, журнал, №, год, изд., стр.	Число знаков	Подпись преподавателя
1	Diffusion Flame Calculations for Composite Propellants Using a Vorticity-Velocity Formulation	Gross M., Beckstead M., Journal of Propulsion and Power, 2009, Vol. 25, No. 1, P. 74-82	44000	
2	The diffusion flame structure of an ammonium perchlorate based composite propellant at elevated pressures	Hedman T., Groven L., Cho K., Lucht R., Son S., Proceedings of the Combustion Institute, 2013, Vol. 34, P. 649 - 656	27400	
3	Location of Action of Burning-Rate Catalysts in Composite Propellant Combustion	Charles U., Pittman Jr., AIAA Journal, 1969, Vol. 7, P. 328-334.	35000	
4	Calculation of Solid-Propellant Burning Rates from Condensed-Phase	Waesche R., Wenograd J., Combustion, Explosion, and Shock Waves, 2000 vol. 36, No. 1, P. 125-134	27600	