

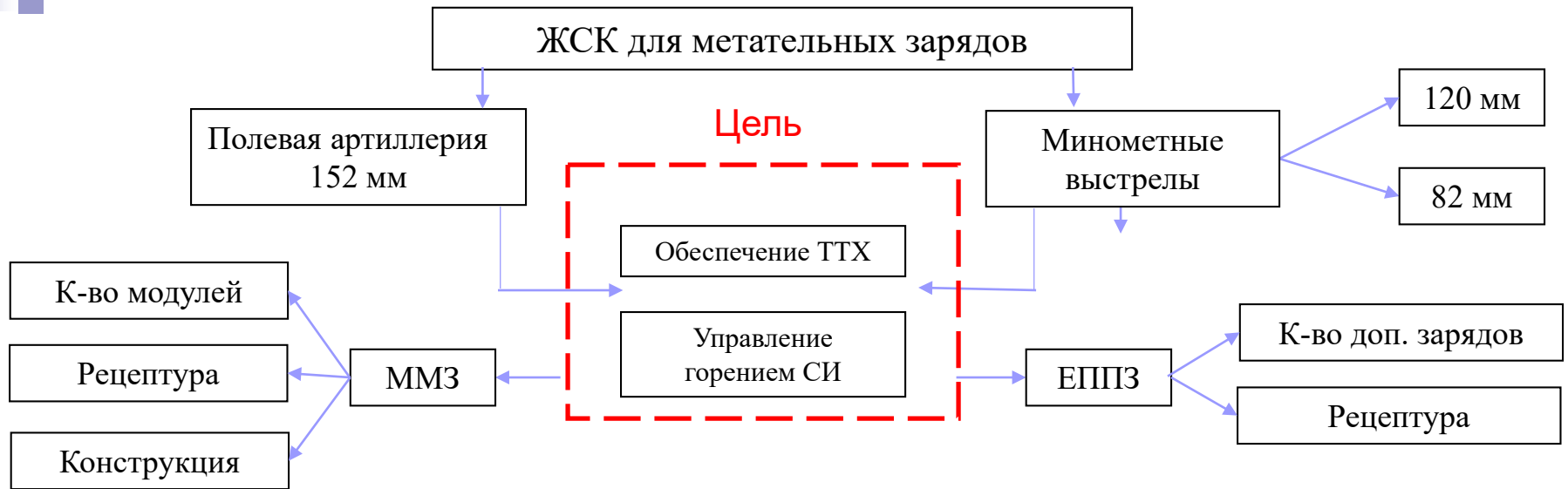
Управление процессом горения сторающих изделий для минометных и артиллерийских выстрелов в ЖСК

Докладчик

Фаталиев

Рустам Видадиевич

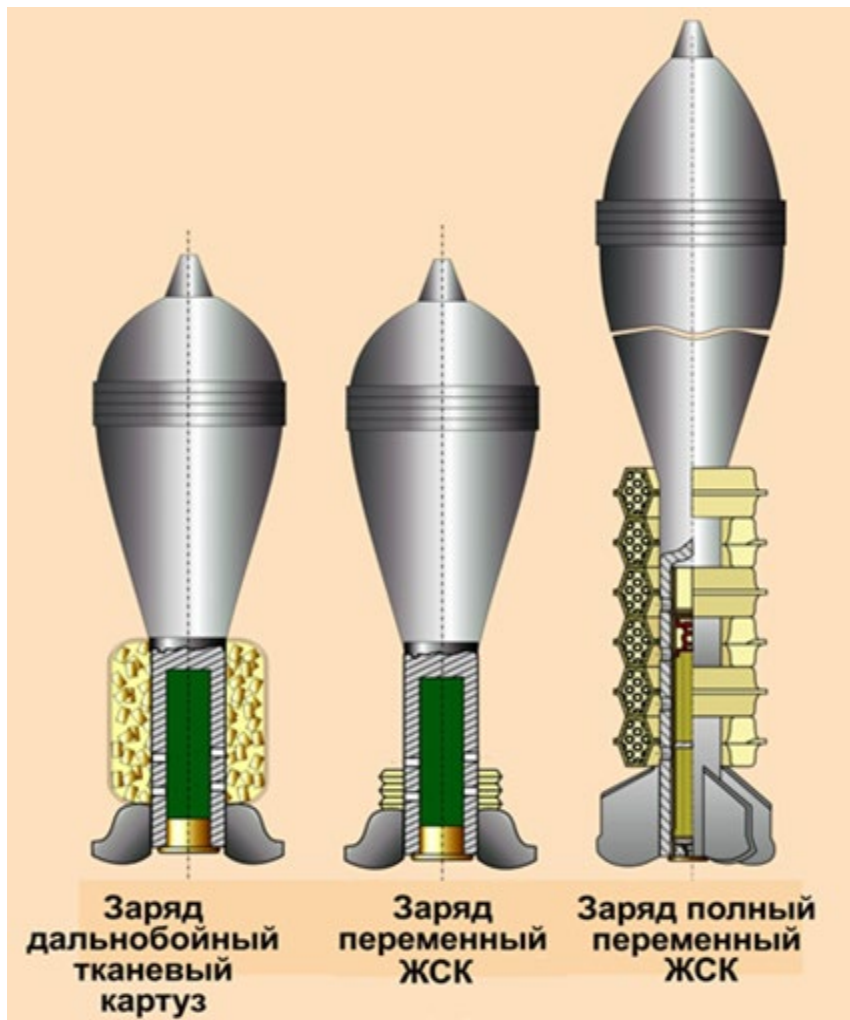




Отечественные и зарубежные метательные заряды (МЗ) к минометным выстрелам и САО по конструктивному облику подобны. Дополнительные заряды размещаются в картузах из ткани (миткаль, батист, шелк) или в **жестком сгорающем картузе (ЖСК)**. Тканевые картузы применяемые, длительное время для комплектации МЗ, имеют ряд недостатков, в частности:

- дают несгоревшие остатки при стрельбе;
- не обеспечивают гарантированного сохранения физико-химических и баллистических характеристик порохового заряда в процессе хранения боеприпасов;
- длительность подготовки к выстрелу, связанная с необходимостью ручного комплектования МЗ для САО;
- неэффективность крепления для минометного выстрела.

Для современных минометных боеприпасов вместо переменного и дальнобойного зарядов разрабатывается **единый полный переменный метательный заряд (ЕППЗ)**, представляющий собой конструкцию, в которой объединены дальнобойный и переменный заряды. А для артиллерийских выстрелов - **модульный метательный заряд (ММЗ)** в ЖСК.



Технология	Состав СМ, % мас					
	НЦ	Целлюлоза	ТНТ	Камфара	Бутилацетат	Капроновое полотно
<p>1. Фильтрационное литье</p> 	55±5	A	B	-	-	-
<p>1. Пневмоформование</p>  	85±5	-	-	V	Y	Z

1. Технология фильтрационного литья предполагает обязательное использование целлюлозы волокнистой формы для образования прочных межволоконных связей в процессе фильтрационного литья, прессования и сушки, обеспечивающих прочность материала наряду с энергетическим связующим – тротилом.

2. Изготовление сгорающего материала пленки дублированной осуществляется по технологии пленкоотлива на бесконечную ленту с последующим дублированием капроновым полотном, само сгорающее изделие получают пневмоформованием на другом предприятии. Для данной технологии используется гомогенная термопластичная матрица на основе пластифицированных НЦ.

Ввиду временного отсутствия основных отечественных компонентов для получения дублированной нитропленки: камфары, полиамидной нити, хлопкового волокна для получения коллоксилина и особого периода времени, связанного **с проведением СВО**, технология фильтрационного литья может оказаться перспективным **альтернативным вариантом изготовления ЖСК** как для САО, так и для минометных систем. Такая возможность была апробирована на примере изготовления ЖСК для 120 мм минометных выстрелов.

Технология	Физико-механические характеристики ЖСК					
	Высота , мм	Толщина стенки, мм	Плотность , г/см ³	Прочность на разрыв, σ, МПа	Скорость горения, U ₁ , м/с, при давлении 98 МПа (1000 кгс/см ²)	Время задержки воспламе- нения, т, с
1. Фильтрационное литье	49,5	2,4	1,1	12,5	0,70	0,0057
2. Пневмоформование	16,5	0,25	1,4	18,0	0,35	0,0018

Время задержки воспламенения СМ, полученного по технологии фильтрационного литья, **в 3 раза выше по сравнению с СМ в виде пленки дублированной.**

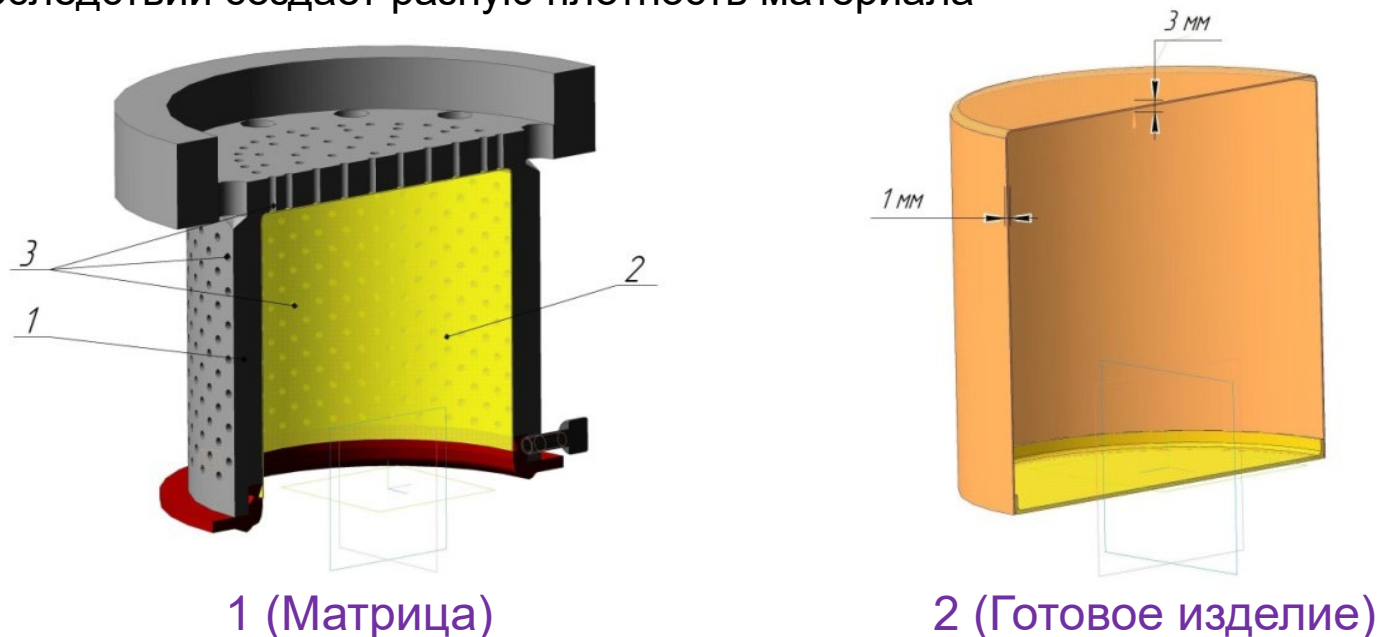
Полигонные испытания показали наличие недогоревших остатков материала после стрельбы. Анализ причин недогорания сгорающего изделия, изготовленного по технологии фильтрационного литья, выявил два фактора:

- **высокая задержка воспламенения самого материала ЖСК;**
- наличие защитного лакового покрытия на поверхности СИ, препятствующего быстрому распространению тепла вглубь СМ.

Было выдвинуто ряд гипотез **о возможных путях управления процессом** горения при выстреле из миномета и САО и сформулированы следующие направления модификации сгорающего изделия:

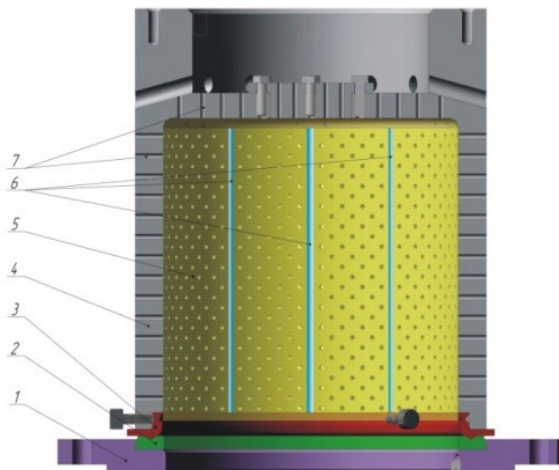
- **варьирование плотностью материала сгорающего изделия;**
- **использование специальной формы с распадающейся боковой поверхностью сгорающего изделия**
- **покрытие поверхности специальными защитными составами с улучшенными показателями воспламенения**
- **введение в состав СМ термостойких веществ для обеспечения безопасности использования ММЗ в условиях темповой стрельбы САО**
- **введение в состав СМ катализаторов горения.**

Для обеспечения времени задержки воспламенения основного метательного заряда при выстреле и полноты сгорания СИ была изменена плотность. В простейшем случае толщина материала стенок донной и боковой поверхностей зависит от количества и диаметра дренажных отверстий в матрице 1. Разная толщина материала боковой (1 мм) и донной частей корпуса (3 мм) впоследствии создает разную плотность материала

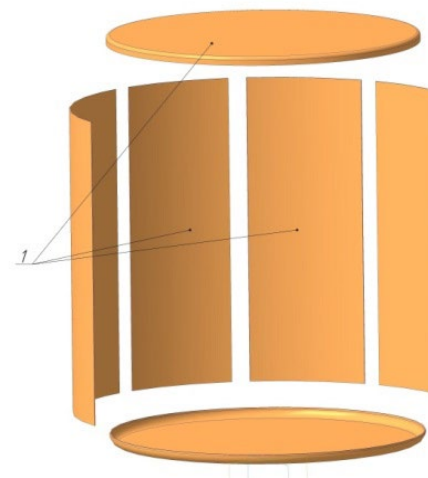


При увеличении на донной поверхности на каждые 100 см^2 количество отверстий диаметром 3 мм до 130 происходит увеличение толщины дна заготовки на 1,0-2,0 мм. Соответственно увеличивается плотность материала после термопрессования на $0,1-0,45 \text{ г/см}^3$ и увеличивается времени задержки воспламенения на 0,015-0,018 с. Этим же методом можно снижать плотность время задержки воспламенения и обеспечивать полноту сгорания СИ

Вертикальные полосы меньшей плотности на боковой поверхности ЖСК (2) позволяют прогнозировать количество элементов распада жесткого сгорающего картуза в момент выстрела и, тем самым, изменять характер горения изделия в камере орудия. Таким образом, достигается **меньший разброс по давлению пороховых газов, создаваемого в момент выстрела.**



1 (Специальная матрица)



2 (ЖСК с распадающейся поверхностью)

Жесткий сгорающий картуз с различной плотностью материала боковой поверхности позволяет прогнозировать количество **элементов распада жесткого** сгорающего картуза в момент выстрела, то есть напрямую влиять на характер горения ЖСК в камере орудия, обеспечивая прогрессивность

Для проведения эксперимента по исследованию влияния защитного состава на характеристики горения на основе предыдущих работ были подобраны различные композиции защитных составов

Наименование	№ образца	Покрyтия	Способ нанесения
Штатный материал	1	Без покрытия	-
	2	Лак ЭП-5123	Пульверизацией в 2 слоя
	3	ПВБ	Пульверизацией в 2 слоя
	4	Полиуретановый эластомер	Кистью в 1 слой
	5	Лак АС-583	Пульверизацией в 2 слоя
	6	Лак АФЭ-32 лнх с алюминиевой пастой	Пульверизацией в 2 слоя
Термостойкий	7	Без покрытия	
	8	ПВА+ Лак ЭП-5123	Кистью ПВА 1 слой, лак 2 слоя
	9	ПВА+ ПВБ	Кистью ПВА 1 слой, лак 2 слоя

Результаты манометрических испытаний модельных образцов

№ образцов	Время задержки воспламенения, с	Скорость горения (дм/с)/(кгс/см ³)	Давление, МПа
1	0,033	0,652	801
2	0,058	0,362	737
3	0,064	0,375	709
7	0,039	0,386	906
8	0,087	0,275	809
9	0,070	0,410	905

Из приведенных данных следует, что лаковое покрытие оказывает сильное влияние на характер воспламенения и горения: Покрытие СМ эпоксидным лаком или ПВБ увеличивает время задержки воспламенения до 2 раз и снижает скорость горения (в 2 раза), наименьшим временем задержки воспламенения и наибольшей скоростью горения обладают образцы без покрытия (образцы №1 и №7).

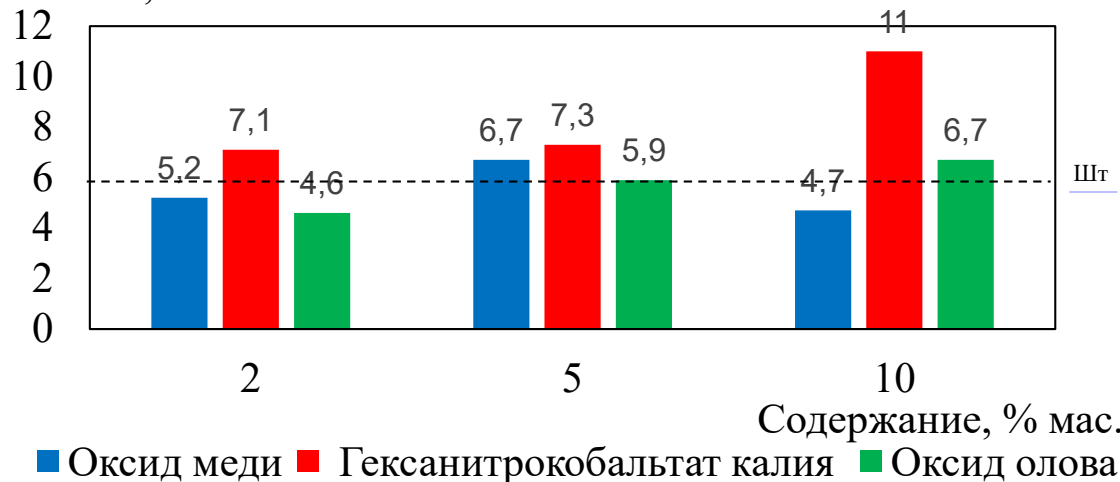
Горение СИ с содержанием БВВ-2 (обр.4) в целом удовлетворительно дублирует процесс горения штатного (обр. 1) по скорости горения. Для обр. 3 с БВВ-1 без ТНТ скорость горения снижается почти в 2 раза по сравнению с обр. 1 и 4, а время задержки воспламенения увеличивается в 5 и 1,6 раза соответственно.

Содержание компонентов, мас.%	Скорость горения, U, (дм/с)/кгс/см ³	Давление, P _{макс} , МПа (кгс/см ²)	Сила, F _{макс} кгс·дм/кг	Время задержки воспламенения t, с	Температура вспышки, T _{всп} , °С
Образец 1 Пироксилин 2П 60 ТНТ X Целлюлоза Y	6,78	69,0 (676)	676009	0,00601	198
Образец 2 БВВ 1 50 ТНТ X ПВА Y Целлюлоза Z	3,40	104,1 (1020)	780482	0,0246	256
Образец 3 БВВ 1 60 Целлюлоза X ПВА Y	2,25	98,1 (961)	718470	0,0339	270
Образец 4 БВВ 2 60 Целлюлоза X ПВА Y	6,98	105,3 (1032)	785080	0,0203	225

Примечания: Плотность материала образцов- 0,96 - 0,98 г/см³. Состав образцов дан по вводу. Температура вспышки определялась по ОСТ В 84-1582-78 при 1-минутной задержке.

Гистограмма распределения скоростей горения образцов штатной рецептуры ЖСК с различным содержанием катализаторов

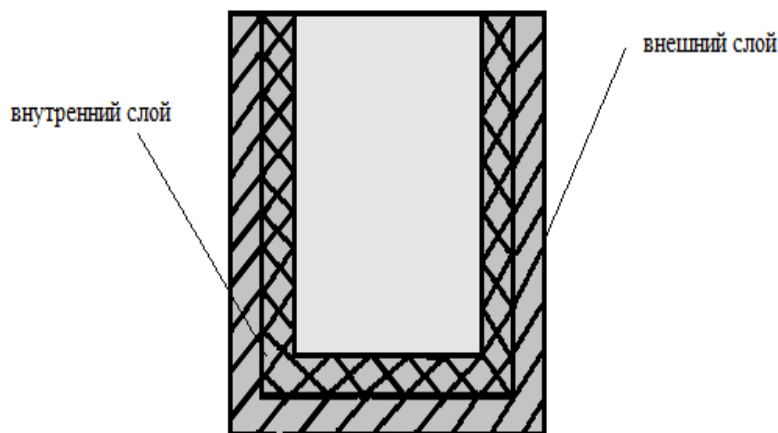
Скорость горения, $U_1 \cdot 10^6$, дм/с
при давлении 100,0 МПа



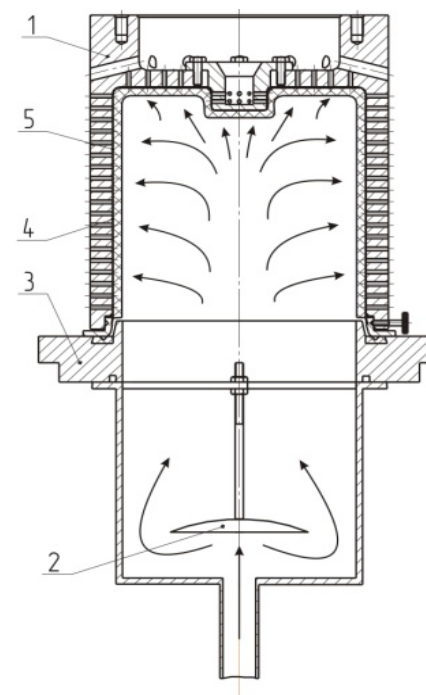
Катализатор	Содержание, мас. % (по вводу)	Задержка воспламенения, с
Оксид меди	10	0,0100
Гексанитрокобальтат калия		0,0030
Оксид олова		0,0090

Двухслойный СМ с внешним слоем, соприкасающимся с поверхностью камеры орудия и выполняющий функцию теплоизоляционного слоя, который изготавливается на основе термостойкого БВВ 1 (БВВ 2). Это позволяет примерно в 5 раз увеличить время задержки воспламенения по сравнению с однослойным штатным составом, содержащим НЦ, ТНТ и целлюлозу (с 0,0060с до 0,0339 с).

Термопрессование двух типов СМ различного компонентного состава



Послойное формование двух типов СМ различного компонентного состава



Представлены различные методы управления процессом горения сгорающих изделий, проведены исследования и описаны закономерности:

За счет **увеличения плотности** материала сгорающего изделия после термопрессования на 0,1-0,45 г/см³ можно увеличить времени задержки воспламенения на 0,015-0,018 с при одинаковой скорости горения.

Жесткий сгорающий картуз, закономерно распадающийся в процессе выстрела позволяет напрямую влиять на характер горения ЖСК в камере орудия, осуществлять процесс более прогрессивно.

Защитное лаковое покрытие оказывает сильное влияние на характер воспламенения и горения: покрытие СМ эпоксидным лаком или ПВБ позволяет увеличить время задержки воспламенения до 2 раз и снизить скорость горения (в 2 раза). Таким образом, возможно, искусственно увеличивать задержку воспламенения путем нанесения защитных составов, и управлять процессом воспламеняемости и скорости горения сгорающих изделий, без изменения рецептуры.

Замена тротила в ЖСК повышенной термостойкости на БВВ-2 60 мас. % (обр.4) позволяет увеличить время задержки воспламенения в 5 раз при сохранении скорости горения на уровне штатного. Ввод БВВ-1 (обр.3) позволяет снизить скорость горения почти в 2 раза по сравнению со штатным образцом

Ввод в штатный состав СИ катализаторов горения, таких как гексанитрокобальтат калия (ГНКК) позволяет повысить скорость горения в 2 раза.

Представлен **нестандартный способ управления горением** сгорающего изделия путем модификации состава СМ и конструкций ЖСК на их основе, за счет создание двухкомпонентного ЖСК.