

## УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЫМООБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОХЛОРИДНЫХ МАСКИРУЮЩИХ СОСТАВОВ

А.Н. Карабалин, С.Е. Коксегенов, И.М. Вонгай\*, Н.Т. Макулбек

ТОО «АлмаДК», ул.Туркебаева, 199, Алматы, Казахстан

### АННОТАЦИЯ

В работе исследованы химические изделия, обеспечивающие требования оперативной постановки дымовых завес для маскировки наземных объектов, людей и техники, скрытного перемещения на местности личного состава. Изученные рецептуры характеризуются полным выходом продуктов горения в газо-аэрозольную фазу, простотой в технологии изготовления дымовых шашек, используемых как в ручных, так и отстреливаемых гранатах.

### 1. Введение

Разнообразные системы, состоящие из мельчайших частиц, взвешенных в газовой среде, носят общее название аэродисперсных систем или, иначе, аэрозолей. К ним также относятся природные туманы и облака.

Современные средства обнаружения позволяют фиксировать снаряды, ракеты на этапах поиска цели, прицеливания и даже на траектории полета к поражаемому объекту. Поэтому требования к эффективной дымовой маскирующей завесе стали определяющим в оценке эффективности защиты объектов с помощью дымовых боеприпасов.

Дымовые составы – это пиротехнические смеси, образующие при горении в атмосфере устойчивые дымы или туманы. Температура горения – 400-1500 °С. Различают составы для создания белых маскирующих и цветных сигнальных дымов. Дымообразующие вещества в составах, предназначенных для получения маскирующих дымов, могут содержаться в готовом виде (возгонный тип) или образовываться в результате горения. Основные компоненты составов первого типа: окислитель –  $\text{KClO}_3$ ; горючее – древесный уголь; дымообразователь –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , нафталин или технический антрацен.

Дымовые составы, в которых дымообразующее вещество получается при горении (металлхлоридный тип смеси), содержат хлорорганические соединения [1] (гексахлорэтан, гексахлорбензол и др.), окислитель, органическое связующее, го-

рючее (Me) и дымообразователь ( $\text{ZnO}$ ). При химическом превращении смеси, например, по реакции (1):



образуется дым из мельчайших частиц  $\text{ZnCl}_2$ . Углерод придает дыму серый цвет. Скорость горения смеси в значительной степени зависит от содержания металлических порошков и степени измельчения компонентов.

Для полного сгорания углерода в состав вводят окислитель, однако солевые кислородсодержащие компоненты направляют течение химических реакций в невыгодном для качественного дымообразования направлении.

Один из лучших маскирующих дымов, полученных путем химической реакции, – это дым хлорида цинка [2]. Впервые он был получен из смеси Бергера – однородной пасты, состоящей из цинковой пыли и четыреххлористого углерода, смешанных с окисью цинка и кизельгуром в качестве абсорбента. При воспламенении цинковая пыль бурно реагирует с четыреххлористым углеродом, образуя пары хлорида цинка, при конденсации которого получается дым. Хлорид цинка очень гигроскопичен и поэтому эффективность маскировки повышается за счет поглощения влаги.

Как описано выше, основной дымообразующей реакцией является образование хлорида цинка, поэтому в качестве донора хлора, а заодно и роль связующего должны будут играть промыш-

\*Ответственный автор  
E-mail: [vongaiicp@mail.ru](mailto:vongaiicp@mail.ru)

ленные хлорорганические продукты, где система не требует введения дополнительных компонентов.

Обычно в качестве связующих материалов в дымовых составах используются фенолформальдегидные смолы на испаряемых растворителях или смолы эпоксидной природы. Для приемлемых технологических параметров содержание смол должно составлять 20-30 мас.% за счет уменьшения содержания основных компонентов дымового состава.

Интересные результаты приведены в работе [3], где в пиротехническую смесь введен современный промышленный хлорорганический продукт – хлорпарафин в твердом и жидком состояниях. При этом, в состав также введены тиомочевина и пиротехнический графит.

Использование неорганических компонентов для получения металлохлоридных рецептур рассмотрено в работе [4], однако массовый выход газоаэрозольной фазы здесь составляет менее 45%, что не позволяет в полном объеме реализовать качественное дымовыделение, а трудность и непредсказуемость получения смешанного хлорида железа и калия дают низкую технологичность производства.

## 2. Экспериментальная часть

Ранее известные металлохлоридные дымовые составы имеют только черный или серый цвет дыма, что обусловлено отсутствием активных кислородсодержащих окислителей в рецептурах на основе гексахлорбензола, наличием органического цементатора, высоким содержанием шлака до 30-40 мас.%.

Аэрозольный углерод в составах на основе гексахлорбензола в атмосфере за время порядка единиц секунд коагулирует, при этом его рассеивающая способность в видимом диапазоне резко сокращается, что в целом ухудшает маскирующую способность дымовой завесы.

Для разработки новых металлохлоридных дымовых составов были проанализированы промышленные хлорорганические продукты [1] по содержанию хлора, а также по токсичности, опасности и наличию в реестрах ограничения по применению по различным критериям (таблица 1).

Добавление инертного пластификатора на органической нейтральной основе приводило к резкому ухудшению параметров процессов горения и, соответственно, дымообразования за счет появления конкурирующих реакций продуктов

**Таблица 1.**

Содержание хлора в хлорорганических соединениях

Гексахлорпаракилол (ГХПК)	68%
Гексахлорэтан (ГХЭ)	89%
Хлорпарафин порошковый (ХПп)	70%
Хлорпарафин жидкий (ХПж)	45-54%
Хлорированный поливинилхлорид (ХПВХ)	64%

пиролиза пластификатора с хлором из хлорорганического компонента с выносом получаемых соединений из зоны реакции.

Соответственно, доступность хлора для получения одного из основных дымообразующих агентов  $ZnCl_2$  по реакции (1) уменьшается протеканием реакции (2):



Решением поставленной задачи является применение композиции твердого и жидкого хлорпарафинов, выполняющей функции как пластификатора, так и донора хлора для реакции (1). Этому отвечает смесь хлорпарафинов твердого и жидкого в соотношении 1:3 и содержанием хлора 50-60 мас.%, в количестве до 15 мас.% пиротехнического состава.

Хлорпарафины стойки к действию кислот, слабых щелочей, растворов солей. Жидкие хлорпарафины хорошо растворяются в минеральных и смазочных маслах, технических хлорорганических растворителях, простых и сложных эфирах, кетонах, циклогексаноле, касторовом и других растительных маслах. Хлорпарафины не взрывоопасные, не токсичные продукты, являются антипиренами, не входят в список Стокгольмской конвенции стойких органических загрязнителей.

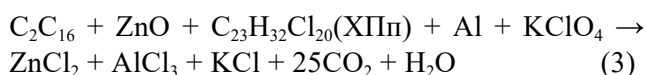
Обнаруженное при изготовлении прессованных образцов послойное растрескивание образцов подавлялось добавлением хлорированного поливинилхлорида (ХПВХ) в виде чешуек и нитей в количестве до 4,5 мас.%, очевидно, за счет образования композиционного тела прессованного химического изделия и перехода смеси хлорпарафинов и ХПВХ в гелеобразную субстанцию.

ХПВХ, кроме всего прочего, имеет значительные антистатические и антипереновые свойства, что обеспечивает понижение опасности производства разработанных дымовых составов и изделий из них.

Таким образом, все органические компоненты в разработанных пиротехнических дымовых ме-

таллохлоридных составах содержат хлор не менее 50 мас.% и являются активными по основной реакции синтеза дымообразующего агента – хлорида цинка.

Преимущественное отличие разработанного нами состава с наиболее полным выходом продуктов горения в газо-аэрозольную фазу до 98,5 мас.% видно по реакции горения (3):



Стоит отметить, что получаемая вода в продуктах горения по этой реакции тут же взаимодействует с дымообразующими агентами, что выражается в значительном увеличении кроющей способности дымовой завесы по сравнению с составами на основе гексахлорбензола.

Технологические свойства разработанной рецептуры дымообразующей пиротехнической смеси позволили изготавливать фасонные изделия с прочностью  $\delta_{\text{сж}}$  20-30 МПа, что удовлетворяет применению в отстреливаемых дымовых гранатах для установок 902 разработки СССР/РФ.

Примерная рецептура пиротехнических дымовых составов металлохлоридного типа, приведенная ниже (таблица 2), была использована для изготовления собственно разработанных дымовых гранат для бронетехники и промышленной партией поставлена на экспорт (рис. 1). По результатам применения была поставлена высокая оценка качества продукции.

**Таблица 2.**

Рецептура промышленного металлохлоридного дымового состава производства АлмаДК

Компонент	Содержание, мас. %
$\text{C}_2\text{C}_{16}$	40-60
ZnO	25-35
$\text{C}_{23}\text{H}_{32}\text{Cl}_{20}$	10-15
Al	6-12
$\text{KClO}_4$	10-18
ХПВХ	3-5

### 3. Заключение

В результате выполнения работы обоснована и разработана рецептура металлохлоридного пиротехнического дымового состава с низким (менее 1,5 мас.%) количеством шлака.



Рис. 1. 81 мм граната 3Т6 для установок 902 белого дыма.

Введенные активные компоненты – смесь хлорпарафинов и ХПВХ обеспечили хорошую технологичность при прессовании химических изделий и производстве пиротехнической продукции.

Добавка перхлората калия с алюминиевым порошком обеспечила необходимую энергонасыщенность пиротехнического состава, что положительно повлияло на качество дымовой завесы при его горении.

Разработанная продукция успешно поставлена на экспорт, где получила высокую оценку импортера.

На основе этих данных, многократных экспериментов и анализов нами был выпущены целый ряд серийных, промышленных образцов инженерных боеприпасов.

### Список литературы

- [1]. Л.А. Ошина. Промышленные хлорорганические продукты. Справочник. – М.: Химия, 1978. – 656 с.
- [2]. Ю.И. Вейцер, Г.П. Лучинский. Химия и физика маскирующих дымов. – М.: Оборонгиз, 1938.
- [3]. Патент RU2602568C1. РФ. Дымовой пиротехнический состав // М.С. Резников, А.Ш. Мингазов, В.В. Емельянов, А.И. Сидоров. – Оpubл. 05.10.2015.
- [4]. Patent US2614083A. США. Metal Chloride screening smoke mixture // Jr. John C. Bailar, Robert W. Parry. – Оpubл. 13.10.1944.

### References

- [1]. L.A. Oshina (1978). Industrial organochlorine products. Handbook. Chemistry, Moscow, Russia. – P. – 656.

- [2]. Yu.I. Weitzer, G.P. Luchinsky (1938). Chemistry and physics of masking fumes. Oborongiz, Moscow, Russia.
- [3]. M.S. Reznikov, A.S. Mingazov, V.V. Yemelyanov, A.I. Sidorov (2015) Smoke pyrotechnic composition. Patent of the Russian Federation No. RU2602568C1.
- [4]. Jr. John C. Bailar, Robert W. Parry. (1944) US2614083. Metal Chloride screening smoke mixture Patent of the United States No. US2614083A.

### **Improving the efficiency of smoke generation of metallochloride masking compounds**

A.N. Karabalin, S.E. Koksegenov, I.M. Vongai, N.T. Makulbek

AlmaDK LLP, 199 Turkebayeva str., Almaty, Kazakhstan

#### **ABSTRACT**

The paper investigates chemical products that meet the requirements for the operational installation of smoke screens for masking ground objects, people and equipment, and covert movement of personnel on the ground. The studied formulations are characterized by the complete release of gorenje products into the gas-aerosol phase, simplicity in the technology of manufacturing smoke bombs used in both hand and shot grenades.

### **Металлохлоридті бүркемелеу құралының құрамының түтін шығару тиімділігін жақсарту**

А.Н. Карабалин, С.Е. Көксеменов, И.М. Вонгай, Н.Т. Макұлбек

«АлмаДК» ЖШС, Түркебаев көшесі, 199, Алматы, Қазақстан

#### **АНДАТПА**

Жұмыста жердегі объектілерді, адамдар мен техниканы бүркемелеу, жеке құрамның жергілікті жерінде жасырын орын ауыстыру үшін түтін перделерін жедел қою талаптарын қамтамасыз ететін химиялық бұйымдар зерттелді. Рецептураны зерттеу арқылы өнімдер толығымен газ аэрозольді фазаға жанып шығуымен, түтін дойбысын дайындаудың технологиясының қарапайымдылығымен, қолмен басқарылатын, сондай-ақ ату гранаталарында пайдаланылуымен сипатталды.