

УДК 662.1

**Р. Р. Димухаметов, Д. В. Фадеев, И. А. Абдуллин,
З. И. Сафина, Г. И. Сафина**

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СВЯЗУЮЩЕГО И РАСТВОРИТЕЛЯ
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ**

Ключевые слова: пиротехнический состав, водно-дисперсионная технология гранулирования, связующее, растворитель.

Водно-дисперсионная технология пиротехнических составов (ПС) позволяет существенно улучшить объемно-структурные характеристики гранул. В данной работе обоснован выбор связующего и растворителя для приготовления гранулированных ПС по водно-дисперсионной технологии.

Keywords: slightly gassy composition, water-dispersion technique of granulation, the binder and the solvent/

Water-dispersion technology pyrotechnic compositions (PS) can significantly improve the volume and structural characteristics of the pellets. In justified selection of the binder and a solvent to prepare granular formulations of this technology.

Многие пиротехнические составы (ПС), например, замедлительные, зажигательные, дымовые, трассирующие, сигнальные и др., изготавливаются и применяются в гранулированном виде. В настоящее время в промышленности гранулирование ПС в основном осуществляют на механических грануляторах типа ПВГ, продавливая вязкую массу ПС через металлические или синтетические сетки с разным размером ячеек [1]. Полученные этим способом ПС имеют удовлетворительные, но не постоянные объемно-структурные характеристики (сыпучесть, насыпную плотность и др.), которые во многом определяет специальные характеристики пиротехнических изделий. Таким образом, исследования по совершенствованию технологии гранулирования ПС являются актуальными.

Анализ методов гранулирования различных материалов [2-6] в химической промышленности показал, что водно-дисперсионная технология гранулирования представляет большой интерес. По своей сути данный метод – это микрокапсулирование [4] ПС в оболочку пленкообразующего вещества (ПВ) - связующего. По аппаратурному оформлению он близок к технологии получения сферических порохов [5]. Такой вид микрокапсулирования (физико-химический), основан на разделении фаз в водной среде или органической жидкости. Процесс протекает по схеме: образование двухфазной системы в виде эмульсии (или дисперсии) капсулируемого вещества в растворе ПВ→образование новой фазы, обогащенной ПВ→образование микрокапсул→обезвоживание оболочек.

**Обоснование выбора связующего
и растворителя**

При использовании водно-дисперсионной технологии для гранулирования ПС существует следующее ограничение: все компоненты,

используемые в ПС, не должны растворяться в воде и должны быть негигроскопичными.

Для получения высоконаполненных гранул при диспергировании в жидкой среде необходимо полноценное связывание наполнителя (компонентов ПС) матрицей – связующим – высокомолекулярным соединением (ВМС). Данное обстоятельство необходимо для получения гранул ПС с неизменным составом компонентов. В данном случае ВМС выступает в роли адсорбтива.

Рассматривая влияние химической природы адсорбтива (ВМС) на его способность адсорбироваться на поверхности твердого тела (компонентов УВС), можно руководствоваться правилом [7], сформулированным П. А. Ребиндером:

«вещество В может адсорбироваться на границе раздела фаз А и С, если оно будет уравнивать полярности этих фаз».

В качестве косвенной характеристики полярности на практике широко используется значение диэлектрической проницаемости веществ (ϵ).

Таким образом, должно соблюдаться условие:

$$\epsilon A > \epsilon B > \epsilon C \text{ или } \epsilon A < \epsilon B < \epsilon C \quad (1)$$

Из правила Ребиндера следует, что ВМС должен выравнять полярности фаз «растворитель - наполнитель».

При неизменных значениях диэлектрических проницаемостей наполнителей основной задачей на данном этапе исследований является выбор связки «растворитель – ВМС».

В качестве связующих можно использовать компоненты [8], указанные в таблице 1.

В качестве растворителей можно использовать вещества [8,9], указанные в таблице 2.

Таблица 1 - Диэлектрическая проницаемость некоторых связующих

Вещество	Диэлектрическая проницаемость
Метилцеллюлоза	3,6
Этилцеллюлоза	3,3
Пропилцеллюлоза	3,0
Бутилцеллюлоза	2,7
Гексилцеллюлоза	2,3
Бензилцеллюлоза	3,1
Нитрацеллюлоза	7,5
Фторпласт 32л	3,2
Канифоль	2,5
Поливинилхлорид	56
Каучук СКН-40т	2,4
Полистирол	2,5

Таблица 2 - Диэлектрическая проницаемость некоторых растворителей

Вещество	Диэлектрическая проницаемость
Ацетон	21,4
Вода	80,08
Керосин	2,0
Четыреххлористый углерод	2,24
Этиловый спирт	25
Эфир	4,38
Этиловый эфир уксусной кислоты	6
Хлористый метилен	8,93

Исходя из уравнения 1 и данных таблиц 1, 2, для наилучшего адсорбирования связующего на поверхности наполнителя при диспергировании в

жидкой среде наиболее целесообразно использовать, например, пару этилацетат ($\epsilon \approx 6$) и нитроцеллюлоза ($\epsilon \approx 7,5$).

В данном случае ВМС – нитроцеллюлоза ($\epsilon \approx 7,5$) выравнивает полярности фаз растворителя (этилацетат ($\epsilon \approx 6$)) и наполнителя (наименьшая диэлектрическая проницаемость, например, одного из компонентов ПС - графита равна 10). Нитроцеллюлоза будет выступать в роли ПАВ и может адсорбироваться на границе раздела фаз (растворитель - наполнитель), то есть на поверхности наполнителя, при этом выполняется правило Ребиндера:

этилацетат ($\epsilon \approx 6$) < нитроцеллюлоза ($\epsilon \approx 7,5$) < наполнитель ($\epsilon_{\text{графит}} > 10$)

Литература

1. Жуков, Б. П. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь / Жуков Б. П. – М.: Янус К, 2000. – 596 с.
2. Классен, П. В. Основы техники гранулирования / П. В. Классен, И. Г. Гришин. – М.: Химия, 1982. – 272 с.
3. Вилесов, Н. Г. Процессы гранулирования в промышленности / Н. Г. Вилесов, В. Я. Скрипко, В. Л. Ломазов и др. – Киев: Техніка, 1976. – 191 с.
4. Солодовник, В. Д. Микрокапсулирование / В. Д. Солодовник. – М.: Химия, 1980. – 216 с.
5. Михайлов, Ю. М. Сферические пороха / Ю. М. Михайлов. – Черноголовка: ИПХФ РАН, 2003. – 204 с.
6. С. А. Арутюнян, И. А. Абдуллин, З. И. Сафина, Г. И. Сафина, А. С. Русалкина, Вестник Казанского технологического университета, 15, 5, 23-25 (2012).
7. Письменко В.Т. Коллоидная химия: Методические указания к лабораторным работам, 2007.- 64 с.
8. <http://www.deltacnt.com/99-00032.htm>
9. Ахадов Я.Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей, Справочник М.: Издательство стандартов, 1972.- 412 с.

© Р. Р. Димухаметов – доц. каф. технологии изделий из композиционных и пиротехнических материалов КНИТУ; Д. В. Фадеев – начальник КТОИР ОАО «МПЗ»; И. А. Абдуллин – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии изделий из композиционных и пиротехнических материалов КНИТУ, ilnur@kstu.ru; З. И. Сафина – канд. техн. наук, доц. той же кафедры; Г. И. Сафина – асс. той же кафедры.