

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 определяют 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: $\epsilon_A > \epsilon_B > \epsilon_C$ или $\epsilon_A \epsilon_B \epsilon_C$ (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 ($\epsilon_{\text{графит}} > 10$)