

Нитрат аммония (НА), известный как эффективное азотное удобрение, привлекает специалистов по разработке взрывчатых составов (ВС), порохов и твердых ракетных топлив (ТРТ) хорошими окислительными свойствами, большим объемом и исключительно благоприятным составом продуктов распада, относительно невысокой температурой взрывчатого разложения, низкой чувствительностью к механическим воздействиям, а также практически неограниченной сырьевой базой. Однако, ВС, ТРТ и удобрения на основе НА обладают недостаточной физико-химической стабильностью, связанной с ее полиморфизмом и гигроскопичностью. Одним из путей стабилизации НА является применение термо-вакуумно-импульсной (ТВИ) технологии сушки [1]. ТВИ сушка НА позволяет максимально удалить из него имеющуюся влагу и сократить время сушки. Для отработки технологических параметров предварительной подготовки НА к созданию композиций на ее основе необходимо так же учитывать ее технологические характеристики, которые, в свою очередь, зависят от дисперсного состава, формы, а также совершенства поверхности кристаллических частиц. На наш взгляд оценку указанных характеристик может дать микроморфологический анализ исходных образцов НА [2]. Для микроморфологического анализа порошкообразных материалов можно использовать несложные оптические приборы – обычный школьный или биологический микроскопы. Суть морфологического анализа и методика проведения описаны в работе [3]. На рис. 1 представлены микрофотографии порошкообразного НА различных марок. НА марки Б (рис. 1а) состоит из кристаллических осколков и сросшихся кристаллов (небольших по размеру конгломератов). Частицы непрозрачны, не имеют огранку, диапазоны размеров частиц, за исключением конгломератов, а б в г Рис. 1 – Микрофотографии различных марок порошкообразного НА: а) марки Б; б) водо-устойчивого; в) кристаллического марки ХЧ; г) марки ХЧ после ТВИ сушки 100-200 мкм. НА марки ЖВК (водоустойчивый) (рис. 1б) имеет светло-коричневую матовую окраску. Кристаллические осколки, составляющие основную массу продукта, немного меньше по размеру. Содержание конгломератов 3-10%. НА марки ХЧ (рис. 1в) крупнокристаллический, состоит из полупрозрачных кристаллических частиц, различных по своим размерам. Последний образец был подвергнут сушке по ТВИ технологии. После сушки образцы хранились в полиэтиленовой однослойной оболочке в течении 8 месяцев. Последующий морфологический анализ этого продукта (рис. 1г) показал, что он состоит из прозрачных кристаллических частиц и сросшихся, также, прозрачных, кристаллических осколков. Заметно отсутствие маточного раствора, т.е. практически полное удаление влаги, что подтверждено результатами ДТА [1]. Образование сростков можно объяснить последующим частичным увлажнением материала. В настоящее время отечественная промышленность выпускает в основном гранулированный НА марок А и Б, водоустойчивый марки ЖВК, пористый гранулированный марки ХЧ

[4]. К гранулированному НА в соответствии с ГОСТ 2.85 [5] предъявляются повышенные требования по размеру, однородности по размерам, прочности и пористости гранул. Немаловажным является и совершенство поверхности. Все перечисленное естественно определяет технологические характеристики гранулированного НА, а именно, сыпучесть, насыпную плотность, увлажняемость и последующую слеживаемость, электризуемость, пыление и ряд других. а б в г

Рис. 2 – Микрофотографии различных марок гранулированного НА: а) марки А; б) марки Б; в) водоустойчивого; г) марки ХЧ На рисунке 2 представлены фотографии исследованных марок гранулированного НА. НА марки А (рис. 2а) состоит из гранул размером 3-4мм. 15-20% от общего объема содержится гранул размером > 4мм. Поверхность гранул в большинстве случаев ровная, имеются отдельные наросты кристаллических зародышей, образовавшиеся в процессе частичного увлажнения и последующего испарения влаги. Гранулированный НА марки Б (рис. 2б) по качеству заметно хуже. Гранулы уже не имеют ровную и гладкую поверхность и по внешнему виду напоминают конгломераты. Практически такую же картину имеет образец водоустойчивого гранулированного НА (рис. 2в), хотя она должна быть более устойчивой к воздействию влаги. Причиной ухудшения качества НА марки ЖВК, по-видимому, является нарушение параметров технологии при ее получении. На рис. 2г представлен образец гранулированного НА марки ХЧ. Размеры гранул 5-6мм, поверхность идеально ровная, гладкая, форма – приплюснутая, отклонений в размерах гранул нет. Практически такую же картину имеют образцы гранулированного НА со стабилизирующими добавками оксидов никеля и цинка (рис. 3а, б). Образцы получены в лабораторных условиях. а б

Рис. 3 – Микрофотографии гранулированного НА: а) с добавкой оксида никеля; б) с добавкой оксида цинка

Выводы 1. Образцы порошкообразного НА различных марок по своим технологическим характеристикам не удовлетворяют предъявляемым требованиям, за исключением марки ХЧ. 2. ТВИ сушка, позволяющая предельно удалить из НА влагу, обеспечивает сохранность технологических характеристик даже после длительного хранения. 3. Гранулированный НА марки А сохраняет положительные технологические характеристики после длительного хранения. 4. Гранулированный НА марки ХЧ и с добавками оксидов металлов обладает наилучшими технологическими характеристиками.