



TECHNOLOGY FOR PRODUCING THERMALLY STABLE AMMONIUM NITRATE BASED ON PHOSPHATE ADDITIVES

Tanirbergenova Zaripa Bazarbaevna

1st-year doctoral student of the Faculty of Chemical Technology,
Karakalpak State University

Japakov Turdibay Jumamuratovich

Trainee-researcher of the faculty of Chemical Technology,
Karakalpak State University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17394554>

ARTICLE INFO

Received: 14th October 2025

Accepted: 19th October 2025

Online: 20th October 2025

KEYWORDS

Ammonium nitrate, thermal stability, phosphate additives, production technology, thermal decomposition.

ABSTRACT

The article examines the technology of producing thermally stable ammonium nitrate using phosphate additives that enhance the product's thermal stability. Theoretical foundations of the interaction between ammonium nitrate and phosphates are presented, as well as the stages of the production process. Results of laboratory and industrial tests are also provided. The obtained data demonstrate the effectiveness of phosphates in stabilizing the structure of ammonium nitrate, reducing its hygroscopicity, and increasing storage safety.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОСТАБИЛЬНОЙ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ОСНОВЕ ФОСФАТНЫХ ДОБАВОК

Танирбергенава Зарипа Базарбаевна

докторант 1-го курса химико-технологического факультета,
Каракалпакский государственный университет

Жапаков Турдыбай Жумамуратович

стажер-исследователь химико-технологического факультета,
Каракалпакский государственный университет

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17394554>

ARTICLE INFO

Received: 14th October 2025

Accepted: 19th October 2025

Online: 20th October 2025

KEYWORDS

Аммиачная селитра, термостабильность, фосфатные добавки, технология производства, термическое разложение.

ABSTRACT

В статье рассматривается технология производства термостабильной аммиачной селитры с применением фосфатных добавок, обеспечивающих повышение термической устойчивости продукта. Представлены теоретические основы взаимодействия аммиачной селитры с фосфатами, описаны стадии производственного процесса, а также приведены результаты лабораторных и промышленных испытаний. Полученные данные показывают эффективность применения фосфатов для



стабилизации структуры аммиачной селитры, снижения её гигроскопичности и повышения безопасности хранения.

Введение. Аммиачная селитра (нитрат аммония, NH_4NO_3) является одним из наиболее распространённых азотных удобрений благодаря высокой концентрации питательных веществ и доступности. Однако она характеризуется высокой гигроскопичностью и склонностью к термическому разложению, что ограничивает её хранение и транспортировку [10, 177-182]. Одним из методов повышения термостабильности аммиачной селитры является введение различных добавок, в частности фосфатных соединений, которые стабилизируют её структуру и предотвращают детонационную активность [2, 21-28]. Целью настоящего исследования является разработка технологии получения термостабильной аммиачной селитры с применением фосфатных добавок, а также экспериментальное обоснование эффективности данной технологии.

Методология. В процессе исследования технологии производства термостабильной аммиачной селитры с использованием фосфатных добавок был сделан акцент на практическом и экспериментальном подходах, сочетающих классические методы химического анализа с современными инженерными разработками. Особое внимание уделялось подбору компонентов, режимов взаимодействия и термостабильности получаемого продукта. Выбор фосфатных добавок не был случайным: на основе предварительного теоретического анализа были отобраны вещества, способные не только стабилизировать структуру аммиачной селитры при нагревании, но и минимизировать её склонность к разложению и слипаемости. Для осуществления экспериментальных работ использовались лабораторные образцы аммиачной селитры, полученные методом нейтрализации азотной кислоты аммиаком с последующей кристаллизацией. Исходные реагенты – азотная кислота, аммиак и фосфатные соединения (включая моноаммонийфосфат и диаммонийфосфат) – имели аналитическую степень чистоты и приобретались у сертифицированных поставщиков. Это обеспечивало воспроизводимость результатов и достоверность оценок. Процесс модификации аммиачной селитры фосфатами реализовывался на стадии сушки и грануляции, что позволяло равномерно распределять добавку в кристаллической решётке вещества. Пропорции добавок варьировались в диапазоне от 0,5 до 5 % в пересчёте на массу действующего вещества. Контрольные и экспериментальные образцы подвергались воздействию высоких температур (до 170°C) с целью определения термической стабильности и тенденции к агломерации. Для оценки термостабильности применялись методы термогравиметрического анализа (ТГА), дифференциальной термической анализа (ДТА) и термопрограммированной деградации. Измерения проводились на приборе STA 449 F3 Jupiter (NETZSCH, Германия). Для оценки прочности гранул и физико-химических характеристик



использовались стандартные методики ГОСТ: ГОСТ 21560.1-82 (прочность), ГОСТ 20851.2-75 (определение влаги), ГОСТ 20851.3-75 (определение содержания нитратов) [7, 96-114]. Важной частью работы стало моделирование процессов теплового воздействия и расчёты возможных путей разложения селитры с различными фосфатными добавками. Здесь были задействованы программные пакеты ChemOffice и ThermoCalc, что дало возможность спрогнозировать термодинамическое поведение соединений при различных условиях. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 12.0. Расчёт среднего значения, стандартного отклонения и доверительного интервала позволил провести сопоставительный анализ между контрольными и опытными образцами. Статистическая значимость различий определялась при уровне $p < 0,05$ с использованием t-критерия Стьюдента. Таким образом, данная методология позволила провести всестороннее и комплексное исследование свойств термостабильной аммиачной селитры, модифицированной фосфатами, и получить объективные данные о влиянии добавок на физико-химические свойства конечного продукта. Такой подход обеспечил высокую достоверность выводов и дал основание для разработки технологических рекомендаций, применимых в промышленной практике.

Результаты. В ходе проведённых исследований была получена серия образцов аммиачной селитры с различным содержанием фосфатных добавок. Главной задачей опытной части работы стало изучение влияния этих добавок на термическую стабильность и физико-химические свойства конечного продукта. Первоначально была произведена стандартная аммиачная селитра (контрольный образец), после чего к ней добавлялись различные количества фосфатных соединений — в основном фосфаты аммония и кальция. Каждый образец был протестирован на устойчивость к термическому разложению, агрегационной стабильности, гигроскопичности и гранулометрическому составу. Особое внимание уделялось термостабильности — ключевому параметру, определяющему пригодность аммиачной селитры к безопасному хранению и транспортировке. Результаты показали, что даже незначительное введение фосфатных добавок (в пределах 0,5–2,0 % от массы) способствовало значительному снижению склонности к термическому разложению. Образцы, содержащие 1,5 % фосфата аммония, демонстрировали наилучшую стабильность при повышенных температурах, сохраняя структуру при нагревании до 190 °С без видимых признаков разложения. Также были получены данные о влиянии добавок на гранулометрические характеристики. С введением фосфатов наблюдалось снижение образования мелкодисперсной фракции, что повышало прочность гранул и улучшало сыпучесть продукта. Это особенно важно при производстве удобрений, так как такие характеристики влияют на дозированность и равномерность внесения в почву. Результаты анализа гигроскопичности показали, что добавки фосфатов не только повышают термостойкость, но и способствуют снижению способности селитры поглощать влагу из воздуха. Это качество



существенно продлевает срок хранения продукта в условиях переменной влажности. Итоговые данные были сведены в таблицу, позволяющую наглядно сравнить ключевые параметры контрольного и модифицированных образцов:

№ образца	Вид добавки	Массовая доля добавки, %	Температура начала разложения, °С	Гигроскопичность (через 48 ч), %	Прочность гранул, % целых гранул
1	Без добавки	0	170	14,2	76
2	Фосфат аммония	0,5	180	10,5	83
3	Фосфат аммония	1,5	190	7,8	89
4	Фосфат кальция	1,5	188	8,2	87

Таблица демонстрирует влияние вида и количества фосфатной добавки на ключевые свойства аммиачной селитры: устойчивость к термическому разложению, степень поглощения влаги и прочность гранул. Наиболее эффективной добавкой оказался фосфат аммония в концентрации 1,5 %, обеспечивший оптимальные параметры продукта. Таким образом, полученные результаты подтверждают эффективность использования фосфатных соединений для модификации аммиачной селитры с целью повышения её термостабильности и улучшения эксплуатационных характеристик.

Обсуждение. Полученные результаты указывают на то, что применение фосфатных добавок в процессе производства аммиачной селитры оказывает положительное влияние на её термостабильность. Это особенно важно в условиях хранения и транспортировки удобрений в жарком климате, где нестабильные формы могут привести к агрегации, слеживаемости или даже к опасности самовозгорания. Наблюдаемое снижение склонности к агрегации и повышение температуры начала разложения указывает на формирование более устойчивой к тепловому воздействию кристаллической структуры. Вероятно, фосфаты играют роль модификаторов кристаллической решётки, вмешиваясь в структуру нитрата аммония и препятствуя образованию метастабильных форм. Это также может быть связано с образованием труднорастворимых аммоний-фосфатных комплексов, стабилизирующих структуру гранул. Интересно отметить, что эффективность добавок различалась в зависимости от их природы. Например, использование дигидрофосфата аммония ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) показало наилучшие результаты по сравнению с другими соединениями. Это может быть связано с тем, что аммонийный компонент не нарушает общий ионный баланс среды, в то время как введение кальциевых или натриевых солей фосфатов могло изменить



структуру осадков или вызвать побочные реакции. Кроме того, стоит обратить внимание на технологические аспекты: введение добавок возможно как на стадии нейтрализации, так и в момент грануляции. Однако наилучшие результаты были получены при предварительном смешивании фосфатной добавки с аммиачной селитрой перед этапом тепловой обработки. Это позволило добиться более равномерного распределения добавки и полного её взаимодействия с основным веществом. С практической точки зрения, предложенная технология может быть рекомендована для внедрения на отечественных предприятиях, особенно в районах с жарким климатом. При этом важно учитывать не только термостабильность конечного продукта, но и его удобоиспользуемость, сыпучесть, влагостойкость, а также экономическую эффективность. Согласно расчетам, затраты на введение фосфатных добавок несущественно повышают себестоимость продукции, но при этом значительно увеличивают её качество и срок хранения. Таким образом, результаты исследования подтверждают целесообразность использования фосфатных добавок в технологии получения термостабильной аммиачной селитры. Это не только повышает безопасность продукта, но и улучшает его потребительские характеристики, что особенно важно в условиях конкурентного рынка минеральных удобрений.

Заключение. Проведенное исследование показало, что использование фосфатных добавок при производстве аммиачной селитры позволяет значительно повысить её термическую стабильность, а также улучшить физико-химические и эксплуатационные характеристики конечного продукта. Экспериментальные данные подтверждают, что добавление определенных концентраций фосфатных соединений способствует снижению склонности гранул к слеживанию, увеличивает устойчивость к термическому разложению и повышает безопасность хранения и транспортировки продукта. Анализ технологических параметров также свидетельствует о том, что внедрение данной модификации не требует существенных изменений в существующем производственном процессе, что делает метод промышленно привлекательным и экономически оправданным. Особое внимание следует уделить выбору типа фосфатной добавки и её дозировки, так как от этого зависит оптимальный баланс между стабильностью продукта и экономической эффективностью производства. Таким образом, предложенная технология может быть рекомендована к широкому внедрению в химической промышленности. Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение влияния фосфатных добавок на агрономические свойства аммиачной селитры, а также оценка экологических аспектов её применения.

References:

1. Бозоров, И. И., Примкулов, Б. Ш., Маматалиев, А. А., Темиров, У. Ш., & Намазов, Ш. С. (2023). АЗОТНО-ФОСФОРНЫЕ И АЗОТНО-СЕРНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, ГУЛИОБСКОГО ФОСФОРИТА И ПРИРОДНОГО ГИПСА. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 4(1), 11-19.



2. Жураев, Н. Ё., Намазов, Ш. С., Маматалиев, А. А., & Сейтназаров, А. Р. (2018). Известково-аммиачная селитра на основе плава нитрата аммония и известняка. Узбекский химический журнал, (1), 21-28.
3. Москаленко, Л. В. (2007). Разработка технологии получения термостабильного удобрения на основе аммиачной селитры (Doctoral dissertation, Российский химико-технологический университет им. ДИ Менделеева).
4. Намазов, Ш. С., Пак, Д. Г., Маматалиев, А. А., Сейтназаров, А. Р., & Беглов, Б. М. (2016). Фосфатизированная аммиачная селитра на основе плава аммиачной селитры и некондиционных фосфоритов Центральных Кызылкумов. Химическая технология, 2876(8), 29.
5. Сейтханов, Н. А., & Бестереков, У. Б. (2019). РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОЛУЧЕНИЮ НР УДОБРЕНИЙ. ICITE-2019, 35.
6. Тожибоев, М. М., Абдуллаева, М. А., Хамракулова, М. Х., & Сайдазимов, М. С. (2020). Методы снижения слёживаемости аммиачной селитры. Universum: технические науки, (1 (70)), 82-86.
7. Торлова, А. С., Виткалова, И. А., & Пикалов, Е. С. (2017). Технологии производства, свойства и области применения композиций на основе фенолформальдегидных смол. Научное обозрение. Технические науки, (2), 96-114.
8. ТУРДИАЛИЕВ, У. АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ КАЧЕСТВА.
9. Хошимов, А. А. (2022). ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОЙ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОРНЫХ ДОБАВОК. Scientific progress, 3(7), 84-89.
10. Хошимханова, М., Дехканов, З., & Шарапова, Д. (2025). АЗОТНОФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ С ДОБАВКОЙ ОТХОДА ТРИНАТРИЙФОСФАТА. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 3(2), 177-182.