



УДК: 631.842.4

DOI: 10.24412/2181-144X-2023-1-5-10

Хушвақтова Д.С., Турдалиев У.М., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С.

МОДИФИЦИРОВАННАЯ АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА С ДОБАВКОЙ БЕНТОНИТА

Хушвақтова Динара Салим кизи – магистрант Ташкентского химико-технологического института, г.Ташкент, Узбекистан,

Турдалиев Умид Мухторалиевич – ректор Андижанского машиностроительного института, доктор технических наук, г. Андижан, ул. Бабура, 56, Узбекистан,

Маматалиев Абдурасул Абдумаликович – ведущий научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, д.т.н., E-mail: abdirasul.86@mail.ru;

Намазов Шафоат Саттарович – заведующий лабораторией фосфорных удобрений, Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, докт. техн. наук, профессор, академик, заслуженный изобретатель и рационализатор РУз, E-mail: igic@rambler.ru

Аннотация. Исследованы процессе получения модифицированной аммиачной селитры (АС) на основе её расплава и добавки бентонита (Б). Определены состав, прочность и слеживаемость гранул полученных удобрений. Основной показатель модифицирования – прочность гранул. Если для чистой АС он равен 1,32 МПа, то для удобрения с соотношением АС: Б = 100:3,0 он составляет 3,77 МПа.

Ключевые слова: аммиачная селитра, расплав, бентонит, состав, прочность и слеживаемость гранул.

MODIFIED AMMONIA NITER WITH BENTONITE

Xushvaqtova Dinara Salim qizi – master student of the Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan,

Turdaliyev Umid Muxtoraliyevich – Rector of the Andijan Machine-Building Institute, doctor of technical sciences, Andijan, st. Babur, 56, Uzbekistan,

Mamataliev Abdurasul Abdumalikovich – Leading Researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, st. Mirzo Ulugbek, 77-a, doctor of technical sciences, E-mail: abdirasul.86@mail.ru,

Namazov Shafokat Sattarovich – Head of the Laboratory of Phosphate Fertilizers, Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan Tashkent, st. Mirzo Ulugbek, 77-a, doctor of technical sciences, Professor, Academician, Honored Inventor and Innovator of the Republic of Uzbekistan, E-mail: igic@rambler.ru

Abstract. The process of obtaining modified ammonium nitrate (AN) based on its melt and addition of bentonite (B) has been studied. The composition, strength and caking of the obtained fertilizer granules were determined. The main indicator of modification is the strength of the granules. If for pure AS it is equal to 1.32 MPa, then for fertilizer with a ratio of AS:B =100:3.0 it is 3.77 MPa.

Key words: ammonium nitrate, melt, bentonite, composition, strength and caking of granules.



BENTONIT QO`SHIMCHALI MODIFIKASIYALANGAN AMMIAKLI SELITRA

Xushvaqtova Dinara Salim qizi – Toshkent kimyo-texnologiya instituti magistranti, Toshkent sh., O‘zbekiston,

Turdialiyev Umid Muxtoraliyevich – Andijon mashinasozlik instituti rektori, texnika fanlari doktori, Andijon sh., Bobur shoh ko‘chasi, 56-uy, O‘zbekiston,

Mamataliyev Abdurasul Abdumalikovich – O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti yetakchi ilmiy xodimi, Toshkent sh., Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 77-a. uy, t.f.d., kat.i.x., E-mail: abdirasul.86@mail.ru,

Namazov Shafolat Sattarovich – O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti Fosfatli o‘g‘itlar laboratoriyasi mudiri, Toshkent sh., Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 77-a. uy, texnika fanlari doktori, professor, akademik, O‘zbekiston Respublikasida xizmat ko‘rsatgan ixtirochi va rasionalizator, E-mail: igic@rambler.ru

Аннотация. ammoniy nitrat (AN) suyuqlanmasiga bentonit (B) qo‘shilish asosida modifikatsiyalangan ammiakli selitra (AS) olish jarayoni o‘rganildi. Olingan o‘g‘it granulalarining tarkibi, mustahkamligi va yopishqoqligi aniqlandi. Modifikatsiyaning asosiy ko‘rsatkichi bu granulalarning mustahkamligi hisoblanadi. Agar “toza” AS uchun u 1,32 MPa ga teng bo‘lsa, AS: B = 100: 3,0 nisbatli o‘g‘iti uchun 3,77 MPa.

Tayanch so‘zlar: ammoniyli selitra, suyuqlanma, bentonit, granulalarning tarkibi, mustahkamligi va yopishqoqligi.

Важнейшим азотным удобрением после карбамида является аммиачная селитра (АС). Однако АС превосходит карбамид быстрым действием, т.е. за счет усвоения растений. В настоящее время Узбекистан производит её более 1,7 млн. тонн в год для внутренних нужд (сельскохозяйственных культур) и на экспорт [1].

Объем выпуска АС постоянно возрастает. Основными недостатками удобрения является его высокая слеживаемость, обусловленная гигроскопичностью, растворимостью, модификационными переходами, термическая нестабильность [2-4].

В настоящее время важной задачей является улучшение товарных и потребительских свойств АС. Для этого ведутся исследования по подбору высокоэффективных добавок, улучшающих прочность гранул, повышающих термостабильность удобрения [5]. Большое значение для перевозки представляет вопрос слеживаемости АС, ввиду чего активно ведется поиск новых кондиционирующих добавок.

В мире проблема устранения слеживаемости АС решается путём применения различных добавок: доломита, известняка, бентонита, каустического магnezита, фосфатно-сульфатной и фосфатно-сульфатно-боратной добавки, представляющая собой смесь ортоборной кислоты, диаммонийфосфата, сульфата аммония и другие [6].

Одной из наилучшей добавкой к АС, устраняющих её слеживаемость, является магнезиальная добавка. Сырьем для её приготовления служит каустический магнезит, получаемый при обжиге природного минерала – магнезит Саткинского месторождения, добываемого на Урале (Россия). Каустический магнезит, выпускаемый в качестве товарного продукта, представляет собой тонкий сухой сыпучий порошок сероватого или желтоватого цвета. Согласно ГОСТ 1216-75, он выпускается нескольких марок, состав некоторых из них (в %) приведен в таблице 1.

Для его разложения применяют 35 %-ную азотную кислоту, получая при этом примерно 40 %-ный раствор нитрата магния.

В цикл производства АС раствор магния можно вводить как в аппараты – нейтрализаторы, в которых азотная кислота нейтрализуется аммиаком, либо в растворы, поступающие на выпаривание. При содержании остаточной влаги в готовом продукте 0,3-



0,4% содержание нитрата магния в продукте (в пересчете на MgO) должно быть 0,36-0,48%. Нитрат магния относится к добавкам, связывающим воду в плаве, АС. Нитрат магния вводится в технологический процесс производства селитры в виде раствора, который по мере упаривания и получения высококонцентрированного плава селитры обезвоживается. Находясь в гранулах селитры, безводный нитрат магния связывает остающуюся в плаве свободную воду в химическое соединение $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (кристаллогидрата нитрата магния), в результате чего получается безводный продукт, обладающий хорошими физико-химическими свойствами [7].

Таблица 1

Состав качественных добавок магнезита различных марок

Марка	MgO	CaO	CO ₂	R ₂ O ₃	ППП	H ₂ O
ПМК-75	73	4,5	3,5	Не	18	1,5
ПМК-83	83	2,5	2,5	нормируется	8	1,3
ПМК-87	87	1,8	1,8	2,2	6	1,0

Наши заводы в качестве добавки к АС применяют каустический магнезит – MgO и брусит – $Mg(OH)_2$, которые закупают из зарубежья, что приводит к увеличению себестоимости продукта. С учетом крупнотоннажности АС для экономии валютных средств необходимо заменить как магнезит, так и брусит на местные сырьевые источники. В этом плане наиболее перспективной добавкой может служить бентонит, запасы которого в Узбекистане достаточно велики.

Мы решили испытать в качестве добавки к селитре бентонитовый порошок из бентонитовых глин различных месторождений Узбекистана. Кстати говоря, на территории Узбекистана выявлено около 200 месторождений и проявлений бентонитовых глин с запасами более 2 млрд. тонн [8].

В литературе имеются сведения об устранении слёживаемости селитры с помощью бентонита. Предполагаемый механизм действия бентонита как добавки, повышающей прочность гранул АС и одновременно уменьшающей её слёживаемость, основан на создании множества центров кристаллизации, что ускоряет процесс кристаллизации и вызывает образование мелких кристаллов, которые делают гранулы более плотными и прочными. Кроме того, высокая гидрофильность бентонита позволяет предположить, что его частицы будут интенсивно поглощать влагу, содержащуюся в селитре, и тем самым удалять из гранул насыщенный маточный раствор, присутствие которого способствует разрушению и слёживанию гранул при хранении [9]. Это дает основание считать бентонитовую добавку весьма перспективной для получения селитры, пригодной для бестарной перевозки и хранения. Однако следует отметить, что эффективность применения бентонитовых глин различных месторождений в производстве АС может быть совершенно разной, ввиду непостоянства состава и свойств этого сырья. Поэтому для определения пригодности бентонитовой глины того или иного месторождения для указанной выше цели требуются специальные исследования для подбора оптимальных условий.

Для получения образцов неслёживающейся АС использовали бентонитовые глины Каттакурганского, Лагонского, Азкамарского и Навбахорского месторождений. Прежде чем ввести их в плав нитрата аммония, они размалывались до размера частиц 40 мкм.

Для приготовления образцов неслёживающейся АС заведомое количество нитрата аммония (НА) марки «ч» помещали в металлический стакан, который нагревали при 175 °С на электрической плитке до полного расплавления, затем в полученный расплав вводили навеску порошка бентонитовой глины (БГ) при массовых соотношениях АС: БГ от 100: 0,5 до 100: 3,0.

Бентонитно-нитратный расплав выдерживали в течение 3-х минут, после чего его выливали в гранулятор, представляющий собой металлический стакан, изготовленный из нержавеющей стали марки X18H10T, с перфорированным дном, диаметр отверстий в котором равнялся 1,2 мм. Насосом в верхней части стакана создавалось давление и плав



Таблица 2

Прочность гранул удобрений, полученных на основе плава нитрата аммония и бентонитовой глины различных месторождений

Массовое соотношение АС : БГ	Содержание N, %	Прочность гранул		
		кг/гранула	кгс/см ²	МПа
АС с магниезиальной добавкой (0,28% MgO)	34,6	0,80	16,13	1,60
Нитрат аммония марки «ч» (без добавки)	34,96	0,67	13,51	1,32
с добавкой БГ Азкамарского месторождения				
100 : 0,5	34,29	0,94	18,95	1,86
100 : 1,0	34,12	1,03	20,76	2,03
100 : 1,5	33,94	1,08	21,77	2,12
100 : 2,0	33,75	1,33	26,81	2,63
100 : 3,0	33,42	1,56	31,45	3,08
с добавкой БГ Каттакурганского месторождения				
100 : 0,5	34,28	0,93	18,75	1,83
100 : 1,0	34,14	1,09	21,97	2,14
100 : 1,5	33,96	1,15	23,18	2,26
100 : 2,0	33,77	1,30	26,21	2,57
100 : 3,0	33,44	1,55	31,25	3,06
с добавкой БГ Лагонского месторождения				
100 : 0,5	34,30	0,92	18,55	1,82
100 : 1,0	34,11	1,11	22,38	2,19
100 : 1,5	33,95	1,17	23,59	2,31
100 : 2,0	33,78	1,41	28,43	2,79
100 : 3,0	33,46	1,92	38,71	3,80
с добавкой БГ Навбахорского месторождения (марки ПБГ)				
100 : 0,5	34,29	0,96	19,35	1,90
100 : 1,0	34,10	1,19	23,99	2,34
100 : 1,5	33,92	1,35	27,22	2,67
100 : 2,0	33,71	1,42	28,63	2,82
100 : 3,0	33,45	1,75	35,28	3,47
с добавкой БГ Навбахорского месторождения (марки ППД)				
100 : 0,5	34,31	1,02	20,46	2,01
100 : 1,0	34,12	1,24	24,90	2,44
100 : 1,5	33,98	1,41	28,53	2,80
100 : 2,0	33,80	1,53	30,95	3,03
100 : 3,0	33,60	1,91	38,40	3,77



распылялся с высоты 35 метров. То есть гранулы продукта получали путем имитации процесса гранулирования в башнях. При этом получались гранулы удобрений, которые по внешнему виду и цвету схожие со светлой гранулой аммиачной селитры. После чего производился замер прочности и слеживаемости полученных гранул размером 2-3 мм на приборе МИП-10-1.

В качестве образцов для сравнения с исследуемыми образцами были выбраны нитрат аммония марки «ч» и производственная АС (АО «Максам-Чирчик») с 0,28% магниевой добавкой в пересчете на MgO.

Данные таблицы 2 показывают, что в изучаемых диапазонах соотношений АС : БГ продукты с добавкой Азкамарского бентонита содержат от 33,42 до 34,29% N, Каттакурганского от 33,44 до 34,28% N, Лагонского от 33,46 до 34,30% N, Навбахорского с маркой ПБГ (щелочноземельная) от 33,45 до 34,29% N, с маркой ППД (карбонатно-пальгорскитовая) от 33,60 до 34,31% N.

Из таблицы 2 также видно, что введение бентонитового порошка в плав АС позволяет повысить прочность гранул последней.

Чем больше бентонита в плаве АС, тем выше значения прочности её гранул. Так, при добавлении Азкамарского бентонита в плав АС при соотношении АС : БГ = 100 : 0,5 прочность гранул составляет 1,86 МПа, при 100 : 1 – 2,03 МПа, при 100 : 1,5 – 2,13 МПа, при 100 : 2,0 – 2,63 МПа, а при 100 : 3 – уже 3,08 МПа, против значения прочности гранул АС производства АО «Максам-Чирчик» (0,28% MgO) – 1,60 МПа и чистой АС без добавки – всего 1,32 МПа.

Общая картина изменения прочности гранул продуктов с применением бентонитовой глины для остальных месторождений аналогична. Различаются между собой только абсолютные значения данного показателя.

Наибольшей прочностью гранул обладают продукты с бентонитовой глиной Навбахорского месторождения марки ППД (при соотношении АС : БГ = 100 : 0,5 прочность гранул составляет 2,01 МПа, при 100 : 1 – 2,44 МПа, при 100 : 1,5 – 2,80 МПа, при 100 : 2 – 3,03 МПа и при 100 : 3 – 3,77 МПа).

Таблица 3.

Слеживаемость (кг/см²) удобрений, полученных на основе плава нитрата аммония и бентонитовой глины различных месторождений

Месторождение	Массовое соотношение АС : БГ				
	100 : 0,5	100 : 1,0	100 : 1,5	100 : 2,0	100 : 3,0
АС с магниевой добавкой (0,28% MgO) – 4,67					
Нитрат аммония марки «ч» (без добавки) – 5,62					
Азкамарское	2,74	2,86	2,95	3,26	3,74
Каттакурганское	2,55	3,08	3,19	3,51	3,69
Лагонское	1,06	2,25	2,40	2,43	2,78
Навбахорское (марки ПБГ)	3,71	3,49	2,32	1,93	1,81
Навбахорское (марки ППД)	3,55	3,18	2,17	1,81	1,46

Такая прочность гранул свидетельствует об уменьшении пористости и внутренней удельной поверхности селитры.



Слеживаемость является одним из важнейших показателей товарных свойств удобрений.

В табл. 3 приведены степень слеживаемости гранулированных образцов удобрений в зависимости от вида бентонитовой глины и массового соотношения АС : БГ.

Из неё видно, что добавка любого вида бентонита значительно снижает слеживаемость АС. При массовых соотношениях АС : Б = 100 : (0,5-1,0) наиболее эффективной добавкой можно считать бентонитовую глину Лагонского месторождения, а при соотношениях АС : Б = 100 : (1,5-3,0) карбонатно-пальгорскитовую глину (ППД) Навбахорского месторождения. Так, для Лагонского бентонита при соотношении АС : БГ = 100 : 1,0 слеживаемость продукта снижается в 2,1 раза, а при 100 : 0,5 – даже в 4,4 раза по сравнению со слеживаемостью производственной АС с добавкой 0,28% MgO (слеживаемость которой составляет 4,67 кг/см²). При соотношении АС : Б = 100 : 1,5 слеживаемость продуктов для Навбахорского месторождения марки ППД составляет 2,17 кг/см², при 100 : 2,0 – 1,81 кг/см² и при 100 : 3,0 – 1,46 кг/см², то есть по сравнению со слеживаемостью производственной АС ниже чем в 2,2; 2,6 и 3,2 раза соответственно.

Таким образом, на основе результатов лабораторных исследований показана возможность процесса получения модифицированной АС на основе плава селитры с бентонитом. Бентонит позволяет устранить ряд недостатков АС, улучшает физико-химические и потребительские свойства удобрения: увеличивает прочность гранул, уменьшает слеживаемость и взрывоопасность.

Список литературы:

1. Официальный сайт АО «МАХАМ-ЧИРЧИҚ» г. Ташкент – 2018. // <http://www.maxam-chirchiq.uz/ru/about/demesne/>
2. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на её основе // Научно-технические новости: ЗАО «ИНФОХИМ». Спецвыпуск. – 2004. – № 4. – С. 44-49.
3. Bozorov, I., Iskandarova, M., Mamataliyev, A., Usanbayev, N., & Temirov, U. (2022, June). Nitrogen-sulfur-containing fertilizers based on melt ammonium nitrate and natural gypsum. AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1, p. 050062).
4. Дибров И.А., Николаев Ю.Н., Боровиков В.А., Уголков В.Л. Использование термического анализа для оценки термодинамических параметров процесса термического разложения нитрата аммония // ЖПХ, 2000. – Т.73. – № 6. – С. 900-905.
5. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности / Под ред. В.М. Олевского. М.: Химия. – 1990. – 288 с.
6. Жмай Л., Христианова Е. Аммиачная селитра в России и в мире. Современная ситуация и перспективы // Мир серы, N, P и K. – 2004. – № 2. – С. 8-12.
7. Технология аммиачной селитры / Под ред. проф. В.М.Олевского. – М.: Химия, 1978, 312 с.
8. Авлиякулов А., Тунгушова Д., Слесарёва Л.С. Применение агроруд под хлопчатник // Сельское хозяйство Узбекистана. – 2003. – № 9. – С. 15.
9. Фридман С.Д., Скум Л.С., Демченко В.А., Кириндасова Я.Я., Дубова В.Н., Беляева Н.Н. Получение и свойства гранулированной аммиачной селитры с бентонитовой добавкой // Тр. Гос. науч.-исслед. и проект. института азотной промышленности. - 1974 – Вып. 24. – С.15-21.