

9-10-2019

## COMPOSITION AND PROPERTIES OF NITROGEN AND SULFUR CONTAINING FERTILIZERS

Abdurasul Mamataliyev

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Ruzmat Radjabov

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Boris Beglov

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu>

 Part of the [Education Commons](#)

---

### Recommended Citation

Mamataliyev, Abdurasul; Radjabov, Ruzmat; and Beglov, Boris (2019) "COMPOSITION AND PROPERTIES OF NITROGEN AND SULFUR CONTAINING FERTILIZERS," *Scientific Bulletin of Namangan State University*. Vol. 1 : Iss. 7 , Article 11.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss7/11>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin of Namangan State University by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

---

## COMPOSITION AND PROPERTIES OF NITROGEN AND SULFUR CONTAINING FERTILIZERS

**Cover Page Footnote**

???????

**Erratum**

???????

## СОСТАВ И СВОЙСТВА АЗОТСЕРУСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ

<sup>1</sup>Маматалиев Абдурасул Абдумаликович,

<sup>1</sup>Намазов Шафоат Саттарович,,<sup>1</sup>Беглов Борис

<sup>1</sup>Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан

**Аннотация:** Изучен процесс получения гранулированного азотсерусодержащего удобрения на основе смешения плава нитрата аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) с сульфатом аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) производства АО «Навоийазот» при массовых соотношениях  $\text{NH}_4\text{NO}_3:(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  от 97:3 до 60:40. Изучены состав и свойства продуктов. Показано, что увеличение количества  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , вводимого в расплав  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с 3,0 до 40% уменьшает в продукте содержание азота с 34,53% до 29,26%, но с другой стороны увеличивает содержание серы с 0,70 до 9,59%. При этом используемая добавка  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  значительно снижает слёживаемость, пористость и впитываемость по отношению к жидкому топливу, повышает прочность и скорость растворения гранул удобрений в воде.

**Ключевые слова:** нитрат аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), сульфат аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), азотносерные удобрения, состав и свойства.

## АЗОТОЛТИНГУГУРТЛИ ЎҒИТЛАРНИНГ ТАРКИБ ВА ХОССАЛАРИ

Маматалиев Абдурасул Абдумаликович

Намазов Шафоат Саттарович

Раджабов Рузмат

Беглов Борис Михайлович

Ўзбекистон Республикаси ФА Умумий ва ноорганик кимё институти

**Аннотация:** Аммоний нитрат суюқланмасига  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 97 : 3$  дан 60 : 40 гача оғирлик нисбатларда “Навоийазот” АЖда ишлаб чиқарилган аммоний сульфати билан аралаштириш орқали азотолтингугуртли ўғитлар олиш жараёни ўрганилган. Маҳсулотларнинг таркиб ва хоссалари ўрганилган. Кўрсатдики,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасида  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  нинг миқдори 3,0 дан 40% гача ортиши маҳсулот таркибидаги азотнинг миқдорини 34,53 дан 29,26% гача камайтирган бошқа томондан олтингугуртнинг миқдорини 0,7 дан 9,59% гача орттирган. Бунда қўлланилган  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  қўшимчаси ўғит доналарининг ёпишқоқлигини, қовушқоқлигини ва суюқ ёқилгини шимишини сезиларли даражада камайтирган ва мустаҳкамлиги ҳамда сувда эриш тезликларини эса орттирган.

**Калит сўзлар:** аммоний нитрат ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), аммоний сульфат ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), азотолтингугуртли ўғит, таркиб ва хосса.

## COMPOSITION AND PROPERTIES OF NITROGEN AND SULFUR CONTAINING FERTILIZERS

Abdurasul Mamataliyev

Radjabov Ruzmat

Beglov Boris

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

**Аннотация:** Аммоний нитрат суюқланмасига  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 97 : 3$  дан 60 : 40 гача оғирлик нисбатларда “Навоийазот” АЖДа ишлаб чиқарилган аммоний сульфати билан аралаштириш орқали азотолтингугуртли ўғитлар олиш жараёни ўрганилган. Маҳсулотларнинг таркиб ва хоссалари ўрганилган. Кўрсатдики,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасида  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  нинг миқдори 3,0 дан 40% гача ортиши маҳсулот таркибидаги азотнинг миқдорини 34,53 дан 29,26% гача камайтирган бошқа томондан олтингугуртнинг миқдорини 0,7 дан 9,59% гача орттирган. Бунда қўлланилган  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  қўшимчаси ўғит доналарининг ёпишқоқлигини, қовушқоқлигини ва суюқ ёқилгини шимишини сезиларли даражада камайтирган ва мустаҳкамлиги ҳамда сувда эриш тезликларини эса орттирган.

**Калит сўзлар:** аммоний нитрат ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), аммоний сульфат ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), азотолтингугуртли ўғит, таркиб ва хосса.

The process of obtaining granular nitrogen and sulfur-containing fertilizer was studied on the basis of mixing melt of ammonium nitrate with ammonium sulfate produced by Navoiazot JSC at the mass ratios  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  from 97:3 to 60:40. The composition and properties of the products were studied. It was shown that an increase in the amount of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  introduced into the  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  melt from 3.0 to 40% reduces the nitrogen content in the product from 34.53% to 29.26%, but on the other hand increases the sulfur content from 0.70 to 9.59%. At the same time, the  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  additive used significantly reduces caking, porosity and absorbency with respect to liquid fuel, and increases the strength and dissolution rate of fertilizer granules in water.

**Введение.** Суть разрабатываемого нами способа получения азотсерусодержащего удобрения заключается в следующем: в плав  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  вводят  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в реакторе-смесителе, нитратно-сульфатный расплав выдерживают в течение 3-5 мин при 170-175°C, далее нитратно-сульфатный расплав гранулируют в грануляционной башне методом приллирования.

В работах [1-5] изучен процесс получения азотсерусодержащего удобрения на основе плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (34,9% N) и  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , состава (масс. %): N – 21,2; S – 24,2. При этом количество  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  варьировалось в пределах от 3,0 до 40 г по отношению к плаву селитры от 97 до 60 г.

**Таблица 1**

**Температура кристаллизации и состав азотсерусодержащего удобрения**

№	Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Температура кристаллизации, °C	Содержание в продуктах, %			
			№общ.	№аммиач.	№нитр.	S
1	Гранулированный $\text{NH}_4\text{NO}_3$ марки «Ч»	167,0	35,0	17,50	17,50	–
2	АС с магниальнойной	164,5	34,5	17,25	17,25	–

	добавкой (0,28% MgO)					
3	97 : 3,0	168,5	34,53	17,57	16,96	0,70
4	95 : 5,0	171,5	34,28	17,66	16,62	1,16
5	93 : 7,0	172,3	34,0	17,73	16,27	1,64
6	90 : 10	173,0	33,50	17,80	15,70	2,38
7	86 : 14	174,1	33,02	18,02	15,0	3,35
8	83 : 17	174,7	32,54	18,13	14,41	4,03
9	80 : 20	175,2	32,12	18,17	13,95	4,76
10	78 : 22	176,7	31,90	18,26	13,64	5,27
11	75 : 25	177,3	31,47	18,37	13,10	6,0
12	70 : 30	178,5	30,71	18,48	12,23	7,14
13	65 : 35	179,6	30,05	18,69	11,36	8,40
14	60 : 40	180,4	29,26	18,85	10,41	9,59

Показано, что добавление  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  к селитре значительно увеличивает прочность гранул последней. А состав азотсерусодержащего удобрения меняется в зависимости от массовых соотношений  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  следующим образом: N-от 29,26 до 34,53%; S- от 0,70 до 9,59%. Следует также отметить, что при добавке  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  температура кристаллизации  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  повышается с исходного 167°C до 168,5-180,4°C, что создает благоприятные условия для формирования гранул в грануляционной башне (таблица 1).

В настоящем сообщении приводятся результаты изучения некоторых физико-химических свойств данных азотсерусодержащего удобрения (таблицы 2 и 3).

**Прочность гранул образцов.** Прочность гранул образцов удобрений с размерами гранул 2÷3 мм определяли на приборе МИП-10-1 [6].

Из таблицы 2 видно, что с увеличением количества добавки  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  повышается прочность гранул продукта. С изменением массового соотношения плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  к  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  прочность гранул меняется следующим образом:

**Таблица 2**

**Прочность гранул азотсерусодержащего удобрения**

№	Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Прочность гранул		
		кг/гранул	кгс/см <sup>2</sup>	МПа
1	Гранулированный $\text{NH}_4\text{NO}_3$ марки «ч»	0,67	13,50	1,32
2	АС с магниезиальной добавкой (0,28% MgO)	0,80	16,12	1,58
3	97 : 3,0	1,95	39,31	3,85
4	95 : 5,0	2,16	43,54	4,27
5	93 : 7,0	2,34	47,17	4,62
6	90 : 10	2,53	51,0	5,0
7	86 : 14	2,70	54,43	5,34
8	83 : 17	2,86	57,65	5,65
9	80 : 20	3,05	61,48	6,03

10	78 : 22	3,24	65,31	6,40
11	75 : 25	3,58	72,17	7,08
12	70 : 30	3,65	73,58	7,21
13	65 : 35	3,73	75,19	7,37
14	60 : 40	3,92	79,02	7,75

для соотношений  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 97 : 3,0 - 3,85$  МПа;  $86 : 14 - 5,34$  МПа;  $70 : 30 - 7,21$  МПа и  $60:40-7,75$  МПа; против значения прочности гранул АС с магниальной добавкой (0,28% MgO) производства АО «Максам-Чирчик»–1,58 МПа и чистой АС без добавки – всего 1,32 МПа. Чем выше прочность гранул, тем меньше их пористость и внутренняя удельная поверхность, поэтому меньше дизтоплива попадает внутрь гранул, и как следствие, детонационная способность нитрата аммония определяется в меньшей степени.

**Таблица 3**

**Физические свойства азотсерусодержащего удобрения**

№	Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Слѣживаемость, кг/см <sup>2</sup>	Пористость, %	Впитываемость, г	Время полного растворения гранул, сек.
1	Гранулированный $\text{NH}_4\text{NO}_3$ марки «Ч»	5,62	22,0	4,82	44,60
2	АС с магниальной добавкой (0,28% MgO)	4,67	9,10	4,33	46,80
3	97 : 3,0	2,72	8,54	4,18	70,32
4	95 : 5,0	2,59	8,26	4,0	72,79
5	93 : 7,0	2,46	7,95	3,86	75,53
6	90 : 10	2,35	7,67	3,65	76,88
7	86 : 14	2,20	7,33	3,47	78,40
8	83 : 17	2,04	7,10	3,31	82,64
9	80 : 20	1,91	6,81	3,12	89,07
10	78 : 22	1,80	6,52	2,94	93,66
11	75 : 25	1,68	6,28	2,76	97,91
12	70 : 30	1,53	5,93	2,63	102,56
13	65 : 35	1,37	5,64	2,40	110,45
14	60 : 40	1,26	5,36	2,29	116,24

**Слѣживаемость гранул образцов.** Слѣживаемость удобрений определяли по экспресс-методу [7]. Условия брикетирования: давление сжатия образца при грузе 2,8 кг, температура-50°C; продолжительность пребывания цилиндрической кассеты в пресс-форме-8 часов. Брикетные образцы испытывали на разрушение с помощью прибора МИП-10-1. Слѣживаемость образцов X (в МПа) вычисляли по формуле:

$$X = P / S,$$

где:  $P$  –разрушающее усилие, (кгс);  $S$ –площадь поперечного сечения образца (см<sup>2</sup>).

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> добавка любого вида значительно снижает слёживаемость АС. Для получения гранул азотсерусодержащего удобрения, содержащего не менее 28% N, которые обладают достаточной прочностью (3,85-7,75 МПа), весовое соотношение NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> : (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> должно быть от 97 : 3,0 до 60 : 40. При этом слёживаемость АС с добавкой (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> составляет 2,72-1,26 кг/см<sup>2</sup> (таблица 3), что в 1,7-3,7 раза меньше по сравнению со слёживаемостью стандартной селитры с добавкой 0,28% MgO (4,67 кг/см<sup>2</sup>). Предполагаемый механизм действия сульфатных (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> добавок, повышающих прочность гранул АС и одновременно уменьшающих её слёживаемость, основан на создании множества центров кристаллизации, что ускоряет процесс кристаллизации и вызывает образование мелких кристаллов, которые делают гранулы более плотными и прочными.

**Пористость гранул образцов.** Одним из показателей качества удобрений является пористость гранул. Величину пористости гранул удобрений определяли объёмным методом [8]. Для этого в 25 мл бюретку, снабженную краном, наливают определенный объём криоскопического бензола ( $V_1$ ). Затем в неё всыпают примерно 10 г образца и через 1-2 мин фиксируют изменившийся в бюретке объём ( $V_2$ ). Затем открывают кран, спускают бензол, находящийся между гранулами селитры, во вторую бюретку и измеряют его объём ( $V_3$ ). Пористость в % вычисляют по формуле:

$$П = \frac{V_1 - V_2}{V_2 - V_3} \cdot 100$$

У пористой АС, применяемой в качестве компонента взрывчатых смесей, этот показатель составляет 20% и более, в то время как у обычной АС с плотными гранулами он не превышает 8-10%. Данные таблицы 3 показывают, что добавление (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в плав АС, как правило, приводит к значительному снижению пористости и внутренней удельной поверхности гранул нитрата аммония. В азотсерусодержащем удобрении значение пористости для массовых соотношений NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> : (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 97:3,0 составляет 8,54%, для NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> : (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 84 : 14–7,33%, а для NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> : (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 60:40–5,36%. Опять же для сравнения – пористость гранул чистой без добавок селитры составляет 22,0%, а селитры с магниальной добавкой–9,10%.

**Впитываемость солярового масла гранулами образцов.** Ещё одним из показателей, характеризующим качество гранулированной АС, является адсорбционная способность гранул к жидкому топливу. Впитывающую способность гранул по отношению к жидкому топливу (соляровому маслу) определяли по методике, предусмотренной ТУ 6-03-372-74 на гранулированной пористой АС марки «П». Этот показатель выражается числом граммов, которые могут поглотить 100г гранул (г/100г). Чем меньше пористость гранул, тем ниже должна быть их впитываемость. Как показывают данные таблицы 3, это положение действительно увязывается между собой. В зависимости от массового соотношения исходных компонентов впитываемость гранул азотсерусодержащего

удобрения колеблется в пределах 4,18-2,29г топлива по отношению к 100г продукта. Она у гранулированного  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  равна 4,82г. Результаты показывают, что  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  даёт наибольший эффект в плане снижения как пористости, так и впитываемости гранул селитры. Но в любом случае все эти факты объясняют причины увеличения прочности гранул продуктов. Низкая адсорбционная способность азотсерусодержащего удобрения на основе АС по отношению к жидкому топливу обеспечивает меньшую детонационную способность, следовательно, термическую устойчивость нитрата аммония.

**Скорости растворения гранул образцов в воде** Высокая скорость растворения гранул нитрата аммония—одна из причин неблагоприятных товарных и физико-химических свойств этого удобрения, которая обуславливает её слёживаемость при хранении и большие потери питательных веществ в результате вымывания из почвы после внесения под сельскохозяйственные культуры. Повышение скорости растворения гранул – важная задача при создании высокоэффективных удобрений на основе нитрата аммония. Поэтому нами была проведена работа по определению скоростей растворения гранул азотсерусодержащих удобрений. Была изучена скорость растворения гранул получаемых удобрений размером 2÷3 мм. Для этого гранулу опускали в стакан со 100 мл дистиллированной воды, визуально наблюдали и фиксировали время её полного растворения. Температура комнатная, испытания пятикратные.

Скорость растворения полученных удобрений также приведена в таблице 3. Из этих данных видно, что при одном и том же массовом соотношении  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  увеличение мольного соотношения  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  по отношению к  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  значительно повышает время растворения гранул NS-удобрений. Так, полное растворение в воде гранул АС с добавкой магнезита составляет в среднем 46,8 сек, а при соотношении  $\text{NH}_4\text{NO}_3:(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 97:3,0$  увеличивает время растворения гранул 73,32 сек., при  $\text{NH}_4\text{NO}_3:(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4=86:14-78,40$  сек. и при  $\text{NH}_4\text{NO}_3:(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 60:40-116,24$  сек. Это говорит о том, что получаемые удобрения будут значительно (в 1,5-2,5 раза) медленнее вымываться из почвы, чем чистая аммиачная селитра и следовательно, присутствие сульфата аммония в селитре способствует постепенному высвобождению азота из гранулы.

**Заключение.** Таким образом, введение в расплав аммиачной селитры  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  позволяет не только повысить её агрохимическую эффективность, но и улучшает её физико-химические и товарные свойства: снижает слёживаемость, пористость и впитываемость по отношению к жидкому топливу, повышает прочность и скорость растворения гранул в воде.

#### References:

1. Mamataliev A.A. Granulirovannye azotserusoderjashie udobreniya na osnove nitrata i sulfata ammoniya. // Uzbekskiy ximicheskij jurnal.–Tashkent.–2019.– № 5.–S. 47-53.
2. Mamataliev A.A., Namazov SH.S., Seytnazarov A.R., Reymov A.M., Bozorov I.I., Nomozov SH.YU. Granulirovannye azotno-sernie udobreniya na osnove plava nitrata ammoniya i sulfata ammoniya. // UNIVERSUM, texnicheskie nauki, elektronniy nauchniy jurnal.–Rossiya.–2017.–№5(38).–S. 35-39.



3. Mamataliev A.A., Namazov SH.S., Seytnazarov A.R., Nomozov SH.YU., Reymov A.M. Azotnosernie udobreniya na osnove plava ammiachnoy selitri i sulfata ammoniya // Materiali IX-Mejdunarodnoy texnicheskoy konferensii: «Dostijeniya, problemi i sovremennie tendensii razvitiya gorno-metallurgicheskogo kompleksa» g. Navoi, 12-14 iyunya, 2017 g.–S. 316.
4. Mamataliev A.A., Seytnazarov A.R., Namazov SH.S., Beglov B.M. Tovarnie svoystva sulfat-nitrata ammoniya v zavisimosti ot sootnosheniya v nyom isxodnix komponentov. // Ximicheskaya promishlennost.–Sankt-Peterburg.–2016.–№ 2– S. 63-69.
5. Mamataliev A.A., Seytnazarov A.R., Namazov SH.S., Reymov A.M., Beglov B.M. Fiziko-ximicheskie i tovarnie svoystva sulfat-nitrata ammoniya na osnove plava ammiachnoy selitri i sulfata ammoniya. // Uzbekskiy ximicheskij jurnal. –Tashkent.–2015.–№ 6.– S. 67-72.
6. GOST 21560.2-82. Udobreniya mineralnie. Metodi ispitaniy.–M.: Gosstandart. –1982.–30 s.
7. Olevskiy V.M., Polyakov N.N. i dr. Rezultati promishlennix ispitaniy ammiachnoy selitri na slyojivaemost i rassipchatost // Referativniy sbornik «Azotnaya promishlennost». // M.: NIITEXIM.–1974.–S. 6-8.
8. Texnologiya ammiachnoy selitri / Pod red. prof. V.M.Olevskogo.–M.:Ximiya.– 1978. – 312 s.