



УДК 631.875

A.A.NABIEV, A.M.REYMOV, SH.S.NAMAZOV, B.M.BEGLOV.

INVESTIGATION OF MAGNESIUM CONTAINING AND CALCIUM AMMONIUM NITRATE  
OBTAINMENT PROCESS

Аммоний нитратини Фаргона вилоятидаги Шорсу кони доломити билан ўзаро таъсирлаштириш йўли орқали таркибида магний бўлган оҳакли-аммиакли селитра олиш жараёни тадқиқотлари натижалари келтирилган. Масса нисбатлари АС : ДМ 100 : 3 дан 100 : 35 гача ўзгартирилган. Нитрат-карбонатли суюқланмани гранулалаш учун минорада пуркаш усули қўлланилган. Олинган ўғитларнинг таркиб ва хоссалари аниқланган. Таркибида 25,49-32,77 % азот, 0,90-8,09 % CaO, 0,56-4,97 % MgO ва кам миқдорда калий бўлган донатор ўғит олиш мумкинлиги кўрсатилган. АСни такомиллаштиришнинг асосий вазифаси – бу махсулот доналарининг юқори мустаҳкамлиги. Тоza аммиакли селитра доналарининг мустаҳкамлиги 1,6 МПа га тенглиги кўрсатилган бўлса, у АС : ДМ = 100 : 35 моль нисбат билан олинган янги ўғитда 10,18 МПа ни таъкил этади.

**Таянч сўзлар:** аммиакли селитра суюқланмаси, доломит минерали, таркибида магний бўлган оҳакли-аммиакли селитра, гранулаларнинг таркиби, мустаҳкамлиги ва эриш тезлиги.

Приведены результаты изучения процесса получения магнийсодержащей известковой аммиачной селитры (ИАС) путем взаимодействия расплава нитрата аммония с доломитным минералом (ДМ) месторождения «Шорсу» Ферганской области. Массовое соотношение АС : ДМ менялось от 100 : 3 до 100 : 35. Для гранулирования нитратно-карбонатного расплава применён метод приллирования. Определены состав и свойства полученных удобрений. Показана возможность получения гранулированных удобрений с содержанием 25,49-32,77% азота, 0,90-8,09% CaO, 0,56-4,97% MgO и незначительного количества калия. Основная задача модифицирования АС – это повышение прочности гранул продукта. Показано, что если она у чистой аммиачной селитры равно 1,6 МПа, то для нового удобрения с соотношением АС : ДМ = 100 : 35 составляет 10,18 МПа.

**Ключевые слова:** плав аммиачной селитры, доломитный минерал, магнийсодержащая известково-аммиачная селитра, состав, прочность и скорость растворения гранул.

In this article the results of process for obtaining magnesium containing carbonate ammonium nitrate (CAN) by interaction of ammonium nitrate melt in dolomite mineral (DM) from "Shorsu", Fergana region, have been given. Mass ratio of AN:DM is varied from 100 : 3 to 100 : 35. The prilling method was used to granulate nitrate-carbonate melt. It was determined that the composition and property of fertilizer obtained. The possibility of granular fertilizer production with content of 25.49-32.77% of nitrogen, 0.90-8.09% CaO, 0.56-4.97% MgO and petty amount of potassium was shown.

The main task for modification of AN is increasing strength of product. It was shown that if this strength for is 1.6 MPa for novel fertilizer with content AN:DM = 100 : 35 constitutes 10,18 MPa.

**Keywords:** ammonium nitrate melt, dolomite mineral, magnesium containing carbonate-ammonium nitrate, composition, strength and granule dissolution rate.

Аммиачная селитра (АС) - это универсальное азотное удобрение, легко усваиваемое растениями. Ас широко применяется во всех странах мира на всех типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. В 2007 году мировые мощности её производства составили 43 млн. т в год [1]. В Узбекистане аммиачную селитру производят три крупнейших АО: «Максам-Чирчик», «Навоiazот» и «Ферганаазот» в объеме свыше 1 млн. 750 тыс. т в год. Выпускаемый объем селитры покрывает потребность нашего сельского хозяйства, кроме того её значительная часть экспортируется. АС имеет два недостатка – это её слёживаемость при хранении и взрывоопасность [2, 3]. Слёживаемость АС снижают путем введения сульфатной, сульфатно-фосфатной, сульфатно-фосфатно-боратной добавок, каустического магнетита и других веществ.

Наилучший эффект достигается при использовании каустического магнезита. Этот способ широко применяется во всех странах мира [2]. Магнезиальную добавку готовят в виде 30-40%-ного раствора нитрата магния путем разложения азотной кислотой каустического магнезита. Нитрат магния хорошо растворим в воде и в растворах АС. Он в безводном состоянии может присоединять шесть молекул воды, образуя гексагидрат нитрата магния. Одна массовая часть безводного нитрата магния может связать около 0,7 массовых частей воды.

В технологическом процессе производства АС нитрат магния используют в виде водного раствора, который вводят в раствор АС, поступающий на выпарку и гранулирование. Находящийся в растворе АС нитрат магния постепенно обезвоживается в процессе получения высококонцентрированного плава аммиачной селитры. На наших заводах в качестве добавки используют именно магнезит, затем поверхность гранул обрабатывается антислеживающей добавкой “Novo Flow-3047” (производство Голландия), представляющей собой смесь искусственного воска с поверхностно-активными веществами. Обработка гранул “Novo Flow-3047” придаёт продукту хорошую рассыпчатость при хранении.

Проблема взрывобезопасности АС во всем мире пока полностью не решена. Известны случаи взрывов при нарушении правил обращения с аммиачной селитрой при её производстве, хранении и перевозке. Также известно, что в некоторых странах за истекшее столетие произошло множество террористических актов с использованием АС в качестве взрывчатого вещества. Поэтому, как и в других странах мира, в Узбекистане предусматриваются меры по выпуску взрывобезопасной АС.

С целью увеличения термической стойкости АС в качестве добавки используют известняк или мел, калийсодержащие вещества, сульфат аммония, орто- и полифосфаты аммония [4-7]. Представляет определенный интерес способ получения термостабильной аммиачной селитры путем введения в её плавы фосфатного сырья либо аммофоса [8-10]. АО «Навоизот» в Узбекистане с 2009 года освоил производство фосфатизированной аммиачной селитры путем введения в её плавы перед грануляцией в гранбашне рядовой фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов. Но наибольшее распространение, особенно в странах Западной Европы, получило производство известково-аммиачной селитры, когда в плавы аммиачной селитры вводятся известняк или мел. В последние годы и Российские заводы: Ангарский завод минудобрений, Куйбышевский «Азот», ОАО “Дорогобуж”, ОАО “Невинномысский Азот” и Новомосковская АК “Азот” – стали производить известково-аммиачную селитру с содержанием азота 32 %.

Хотя известково-аммиачная селитра (ИАС) в гранулированном виде при содержании в ней азота до 32% невзрывоопасна, при концентрации азота свыше 28-29 % сильно возрастают взрывоопасные свойства образующейся в процессе истирания гранул пыли продукта, поэтому в качестве предельно допустимого содержания азота в известково-аммиачной селитре принимается величина 29 % [11]. В работе [12] указывается, что для обеспечения термической стабильности известково-аммиачной селитры, содержащей от 22 до 33 % азота, не следует повышать её температуру выше 200<sup>0</sup>С.

Основными питательными элементами для растений агрохимии считают азот, фосфор, калий, кальций, магний и серу [13]. Мы считаем, что для производства известково – аммиачной селитры лучше подойдет доломит  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , (ДМ), а не известняк. Помимо кальция он содержит ещё и магний, который играет важную физиологическую роль в процессе фотосинтеза. Он влияет также на окислительно-восстановительные процессы в растениях. Для поддержания положительного баланса магния в почве требуется ежегодное его внесение в количестве 30-40 кг MgO на 1 га.

Узбекистан располагает двумя крупными месторождениями доломита: месторождение «Шорсу» в Ферганской области и месторождение «Навбахор» в Навоийской области.

Поэтому мы решили осуществить получение магнийсодержащей известково – аммиачной селитры путем введения в плавы аммиачной селитры доломита месторождения «Шорсу»

Ферганской области. Для этого вначале отобрали представительную пробу доломита и определили полный химический состав образца (таблица 1).

Таблица 1

**Химический состав доломита месторождения «Шорсу» Ферганской области**

Содержание оксидов на воздушно- сухое вещество, %											
SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
2,87	0,02	0,32	0,29	19,17	0,01	31,48	0,05	0,15	0,03	0,30	45,00

После этого нами проведены опыты по получению магнийсодержащей ИАС на основе плава АС и тонкоизмельченного ДМ.

Опыты проводили следующим образом: чистую АС марки х.ч. расплавляли на электроплитке. В расплав при перемешивании вводили порошкообразный ДМ в определенном количестве, далее расплав смеси АС и ДМ выдерживали в течение 10 мин. при 170-175°C, после чего его переливали в лабораторный гранулятор, представляющий из себя металлический стакан с перфорированным дном, диаметр отверстий в котором равнялся 1,2 мм. Насосом в верхней части стакана создавалось давление и плав распылялся с высоты 35 м на полиэтиленовую пленку, лежащую на земле. Масса охлаждалась, а затем рассеивалась по размерам частиц. Частицы размером 2-3 мм подверглись испытанию на прочность по ГОСТ [14]. После чего продукты измельчались и анализировались по известным методикам [15]. По содержанию CO<sub>2</sub> в удобрениях определяли степень декарбонизации доломита. Измерение величины рН 10 %-ных водных суспензий готовых удобрений осуществляли в лабораторном иономере И-130М с точностью до 0,05 единиц рН. Для определения скорости растворения гранул изучаемых удобрений, гранулу продукта опускали в стакан со 100 мл дистиллированной воды, в котором визуально наблюдали и фиксировали полное её растворение. Температура комнатная, испытания – пятикратные. Результаты анализа приведены в таблицах 2-3 и на рисунке.

Таблица 2

**Химический состав магнийсодержащей известковой аммиачной селитры**

Массовое соотношение АС: ДМ	Содержание компонентов, масс. %				
	N	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	34,6	-	-	0,40	-
100 : 3	32,77	0,004	0,90	0,56	0,98
100 : 5	32,44	0,007	1,48	0,91	1,61
100 : 10	30,93	0,014	2,82	1,74	3,12
100 : 15	29,58	0,019	4,05	2,50	4,61
100 : 18	29,04	0,023	4,75	2,92	5,44
100 : 20	28,52	0,025	5,20	3,19	6,06
100 : 22	28,09	0,027	5,64	3,45	6,68
100 : 25	27,61	0,030	6,24	3,83	7,51
100 : 30	26,45	0,035	7,20	4,42	8,78
100 : 35	25,49	0,039	8,09	4,97	10,04

Из таблицы 2 видно, что в зависимости от количества добавляемого ДМ получают гранулированные удобрения с содержанием 25,49-32,77% азота, 0,90-8,09% CaO, 0,56-4,97% MgO и незначительного количества калия.

В ходе проведения экспериментов было установлено, что при взаимодействии расплава нитрата аммония с доломитом при указанных выше температурах в реакционной массе наблюдается образование неустойчивой мелкоячеистой пены. Это говорит о том, что карбонаты, входящие в состав ДМ, подвергаются частичному разложению, т.е. декарбонизации, что

свидетельствует о протекании реакции между нитратом аммония и карбонатами кальция и магния. При этом образуются нитраты кальция и магния, аммиак, углекислый газ и пары воды. В связи с этим мы определили степень декарбонизации доломита – в зависимости от его количества, добавляемого в расплав селитры (рисунок).

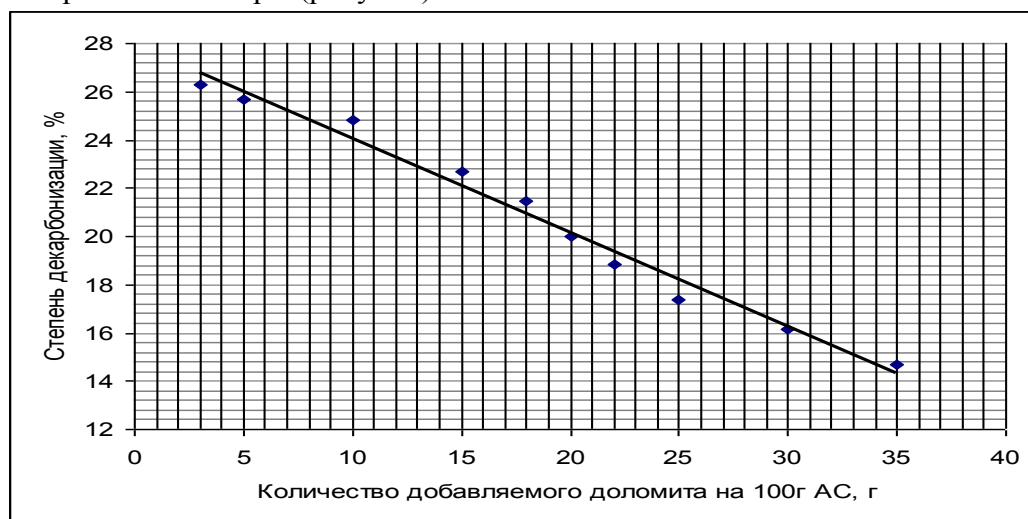


Рисунок. Степень декарбонизации доломита в зависимости от его количества.

Результаты показывают, что степень декарбонизации доломита изменяется в зависимости от количества добавляемого ДМ в пределах от 14,71 до 26,32%. Увеличение количества добавляемого ДМ приводит к уменьшению значения степени декарбонизации.

Таблица 3

Свойства магнийсодержащей известковой аммиачной селитры

Массовое соотношение АС: ДМ	рН 10 %- ного раствора продукта	Прочность гранул			Время полного растворения гранул, с.
		кг/гранул	кгс/см <sup>2</sup>	МПа	
Гранулированный NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5,50	0,81	16,32	1,60	46,80
100 : 3	5,72	1,42	28,63	2,81	57,71
100 : 5	5,77	1,67	33,66	3,30	59,56
100 : 10	5,91	2,25	45,36	4,45	60,83
100 : 15	6,05	2,66	53,62	5,26	61,16
100 : 18	6,07	3,07	61,89	6,07	62,18
100 : 20	6,08	3,49	70,35	6,90	63,17
100 : 22	6,09	3,90	78,62	7,71	64,32
100 : 25	6,12	4,32	87,09	8,54	65,38
100 : 30	6,14	4,73	95,35	9,35	66,56
100 : 35	6,16	5,15	103,82	10,18	67,85

Из таблицы 3 видно, что увеличение количества добавляемого ДМ приводит к заметному увеличению рН получаемого удобрения. Например, если рН 10 %-ного раствора стандартной АС составляет 5,5; добавление же в 100 г АС от 3 до 35г доломита повышает этот показатель с 5,72 до 6,16. Прочность же гранул возрастает с 2,81 до 10,18 МПа. Прочность гранул чистой АС

составляет всего 1,60 МПа. Высокая прочность гранул магнийсодержащей ИАС свидетельствует о меньшей склонности к детонации и более высоком уровне её взрывобезопасности. Время полного растворения гранулы чистой АС составляет 46,8 с.

С увеличением доли ДМ в смеси с селитрой время полного растворения гранул магнийсодержащей ИАС неуклонно растет и достигает своего максимума (76,85 с). для образца при массовом соотношении АС : ДМ = 100 : 35. Это говорит о том, что получаемые удобрения будут медленнее вымываться из почвы, чем чистая аммиачная селитра.

Таким образом, на основе результатов лабораторных исследований показана возможность получения магнийсодержащей ИАС на основе плава АС с доломитом месторождения Шорсу Ферганской области. Доломит позволяет устранить ряд недостатков аммиачной селитры, в частности, закисление почв при длительном применении данного удобрения, улучшает физико-химические и потребительские свойства удобрения: увеличивает прочность гранул, уменьшает слеживаемость и взрывоопасность.

#### References:

1. Ammiachnaya selitra: svoystva, proizvodstvo, primeneniye / A.K.Cherny'shev, B.V.Levin, A.V.Tugoukov, A.A.Ogarkov, V.A.II'in. - M.: ZAO «INFOHIM», 2009, - 544 s.
2. Tehnologiya ammiachnoy selitry' / Pod red. prof. V.M.Olevskogo. - M.: Himiya, 1978, - 312 s.
3. Lavrov V.V., SHvedov K.K. O vzry'voopasnosti ammiachnoy selitry' i udobreniy na ee' osnove // Nauchno-tehnicheskie novosti: «INFOHIM» - Specvy'pusk, 2004, № 2, - s. 44-49.
4. Levin B.V., Sokolov A.N. Problemy' i tehicheskie resheniya v proizvodstve kompleksny'h udobreniy na osnove ammiachnoy selitry' // Mir sery', N, P i K. - 2004, № 2, s. 13-21.
5. Postnikov A.V. Proizvodstvo i primeneniye izvestkovo-ammiachnoy selitry' // Himizaciya sel'skogo hozyaystva. - 1990. - № 9, - s. 68-73.
6. II'in V.A. Razrabotka tehnologii slojnogo azotno-fosfatnogo udobreniya na osnove splava ammiachnoy selitry': Avtoref. dis... kand. tehn. nauk, Ivanovskiy Gos. himiko-tehnol. un-t g. Ivanovo, 2006. - 17 s.
7. Glagolev O.L. Prakticheskiy opyt raboty' agregata AS-72 na OAO «Cherepoveckiy azot» na gibkoy sheme proizvodstva ammiachnoy selitry' i produktov na ee' osnove // Mir sery', N, P i K. - 2004, № 2, s. 21-23.
8. Patent № IAP 04527 RUz. Kl. S 05 G 1/00, S 05 V 7/00, S 05 S 1/00. Sposob polucheniya azotnofosfornogo udobreniya / SH.S.Namazov, B.B.Botirov, V.V.Pak, SH.I.Salihov, A.M.Reymov, R.YAkubov, B.M.Beglov, R.K.Kurbaniyazov, N.N.Pirmanov, B.S.Zakirov. - B.I. 2012, № 7.
9. Kurbaniyazov R.K. Tehnologiya slojnogo azotnofosfornogo udobreniya na osnove plava ammiachnoy selitry' i fosforitov Central'ny'h Ky'zy'lkumov // Avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. g. Tashkent, 2011. - 28 s.
10. Pak V.V., Ten A.V., Pirmanov N.N., Namazov SH.S., Beglov B.M. Issledovanie processa polucheniya ammiachnoy selitry', fosfatizirovannoy s pomosh'yu ammosa // Himicheskaya promy'shlennost'. 2011. T. 88, № 7, -s. 361-368.
11. Baranius V., Baruckiy YU., Krauze A., Paul' V., SHtyumer K.N. Promy'shlenny'e ustanovki dlya proizvodstva izvestkovo-ammiachnoy selitry' // Jurnal VHO im. D.I.Mendeleeva. -1983, t. 28, № 4, -s. 439-445.
12. Cehanskaya YU.V., Titova O.I., Novikova O.S., Gorelova G.K. Termicheskie harakteristiki izvestkovo-ammiachnoy selitry' // Himicheskaya promy'shlennost' . - 1986, № 5, s. 283 - 285.
13. Mineev V. G. Agrohimiya. - M.: Izd-vo MGU i "Koloss", 2004 g., 720 s.
14. GOST 21560.2 - 82. Udobreniya mineral'ny'e. Metody' ispy'taniy. - M.: Gosstandart, 1982. - S. 30.
15. Metody' analiza fosfatnogo sy'r'ya, fosforny'h i kompleksny'h udobreniy, kormovy'h fosfatov / M.M.Vinnik, L.N.Erbanova, P.M.Zaycev i dr. - M.: Himiya, 1975. - S. 213.

*Набиев Абдурахим Абдухамидович – докторант ИОНХ АН РУз,  
Тел. (99890) 948-91-58 (м.);*

*Реймов Ахмед Мамбеткаримович – доктор технических наук,  
Ректор Каракалпакского Государственного Университета им. Бердаха;  
Намазов Шафоат Саттарович – доктор технических наук, профессор, академик,  
зав. лабораторией фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз,  
Заслуженный изобретатель и рационализатор РУз;*

*Беглов Борис Михайлович – доктор технических наук, профессор, академик, Заслуженный  
деятель науки Республики Узбекистан.  
Тел.: (99871) 262-65-64; E-mail: [nabieva24@mail.ru](mailto:nabieva24@mail.ru).*