

O'zbekiston

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

УДК 631.85:661

## ТОВАРНЫЕ СВОЙСТВА АЗОТФОСФОРКАЛИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, КЫЗЫЛКУМСКИХ ФОСФОРИТОВ И ХЛОРИДА КАЛИЯ

Ф.А. Ибатов, А.А. Маматалиев, А.Р. Сейтназаров, Ш.С. Намазов

**Введение.** Важнейшими питательными веществами для растений – это азот, фосфор и калий, которые являются главными сегментами рынка минеральных удобрений. В настоящее время крупнейшими мировыми производителями минеральных удобрений являются Китай, который занимает более 25 % глобального рынка, Индия (около 13 %), США (около 10 %) и Россия (около 8 %). В последние годы доля США на мировом рынке удобрений постепенно сокращается [1]. В мировом рынке доля азотных удобрений составляет примерно 59 %, фосфорных – 24 % и калийных – 17 %. В сельскохозяйственные культуры основное количество азота поступает за счет применения азотных удобрений. Производством азотных удобрений, в том числе и аммиачной селитры (АС), занимаются многие ведущие страны мира - Китай, РФ, США, Индия, Индонезия, Тринидад и Тобаго, Украина, Канада, Узбекистан и др. По данным International Fertilizer Association – IFA, в 2017-2018 гг. мировые мощности по производству азотных удобрений достигли 185,10 и 187,0 млн. т питательного вещества в год. В производстве минеральных удобрений на основе азотных соединений с 2014 по 2017 годы Китай и Индия доминируют, занимая в совокупности более 35 % от мирового производства. Далее по масштабам следуют США и Россия, 8,7 % и 7,9 %, соответственно. В остальных странах показатель производства не превышает 3,2%. Среди азотных удобрений основная массовая доля приходится на карбамид, АС и КАС [2]. По данным IFA, мировые мощности по выпуску карбамида с 2014 по 2019 гг. выросли более, чем на 3 млн. тонн в действующем веществе (д.в.) и составил 97,22 млн. т N, АС – более, чем на 1 млн. тонн д.в., в результате составил 30,35 млн. т N, а КАС составил 11,07 млн. д.в. АС является универсальным азотным удобрением, так как одновременно содержит аммиачную и нитратную формы азота. Она эффективна во всех зонах и практически под все сельскохозяйственные культуры. Однако к ней присущи такие недостатки, как слеживаемость при хранении и взрывоопасность [3]. Для устранения слеживаемости АС применяются в малых дозах (0,3-1,0 %) различные добавки: связывающие свободную влагу, влияющие на

процесс полиморфных превращений, образующие центры кристаллизации, опудривание гранул и обработка их поверхностно-активными веществами [4]. Проблема создания взрывобезопасного удобрения на основе АС решены несколькими путями. В Европе и России распространено производство известково-аммиачной селитры (ИАС) (до 22-32 % N) на основе плава нитрата аммония и известковой либо доломитовой муки [5]. На ОАО «Череповецкий азот» налажено производство стабилизированной АС состава 32 % N и 5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> путём введения в расплав селитры жидкого комплексного удобрения (11 % N и 37 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) из суперфосфорной кислоты [6]. Заводчане назвали эту селитру САФУ (сложное азотно-фосфатное удобрение). Однако производство суперфосфорной кислоты в Узбекистане отсутствует. Сотрудники Института общей и неорганической химии АН РУз совместно с работниками АО «NAVOIYAZOT» под руководством академика АН РУз Ш.С.Намазова разработали способ получения АФУ (азотнофосфорного удобрения). Суть технологии АФУ заключается в смешении плава АС с фосмукой и последующим прилированием нитратнофосфатного плава на гранбашне [7]. Согласно техническим условиям TSh 6.1-00203849-111:2007 АФУ в своем составе содержит 22-28 % азота, 1-6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и имеют гранулометрический состав: 1-4 мм – не менее 95 %, менее 1 мм - не более 3 %. Прочность гранул АФУ в 4-5 раза превышает прочность АС.

Предлагаемый нами способ получения сложных NPK-удобрений предусматривает добавление в этот нитрофосфатный расплав порошки KCl с последующим гранулированием нитрофосфатнохлоридной массы в барабанном грануляторе. В этом случае не потребуется транспортировка фоссырья до верхней части гранбашни, что имеет место в технологии АФУ. Данное решение позволяет освоить новые виды продукции.

**Объекты и методы исследования.** Для получения образцов NPK-удобрений выбраны мытый сушёный концентрат (МСК – 26,08 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), рядовая фосфоритовая мука (РФМ – 17,76 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), минерализованная масса (ММ – 14,33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), шламовый фосфорит (ШФ – 11,57 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Последние два вида сырья являются отходами

процесса обогащения высококарбонатных фосфоритов. Первая образуется при сухой сортировке, а вторая – обесшламливания. В качестве калийного компонента взят КСl (60 % K<sub>2</sub>O). Опыты проводили следующим образом: в расплав АС при 175 °С вводили сначала фосфатное сырьё (ФС) при массовых соотношениях АС:ФС от 100:20 до 100:30. Нитратно-фосфатный расплав при постоянной температуре интенсивно размешивали в течение 15 минут. При этом в расплаве АС происходит как декарбонизация, так и активация фосфатного сырья. После чего туда добавляли КСl в количестве от 5,75 до 57,5 г по отношению к 100 г АС и через одну минуту НРК-расплав охлаждали и гранулировали методом окатывания. Масса охлаждалась, а затем рассеивалась по размерам частиц. Частицы размером 2-3 мм подвергались испытанию на

прочность по ГОСТу 21560.2-82. После чего продукты анализировались по известным методикам [8].

**Результаты и их обсуждение.** Результаты химического анализа показали, что при изучаемых массовых соотношениях АС : МСК : КСl = (100 : 20-30 : 5,75-57,5) состав НРК-удобрений меняется (вес. %): N от 18,35 до 27,36; K<sub>2</sub>O от 2,62 до 19,41; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ. от 2,05 до 5,78; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>усв. : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ. от 68,17 до 81,36 %; СаО<sub>общ.</sub> от 5,96 до 11,69; СаО<sub>усв.</sub> : СаО<sub>общ.</sub> от 79,04 до 88,93; СаО<sub>водн.</sub> : СаО<sub>общ.</sub> от 10,86 до 15,77. Аналогичная картина наблюдается с применением РФМ, ММ и ШФ, но с относительно низким содержанием компонентов.

В настоящем сообщении приводятся результаты определения прочности и скорости растворения гранул, а также рН значений АС с добавками МСК, РФМ, ММ, ШФ и КСl (таблица).

Таблица

Товарные свойства азотнофосфорнокалийных удобрений на основе плава аммиачной селитры, Кызылкумских фосфоритов и хлорида калия

Массовое соотношение АС : ХК	рН 10 %-ного раствора	Прочность гранул			Время полного растворения, сек.
		кг/гранул	кгс/см <sup>2</sup>	МПа	
100 : 0,0	5,17	0,81	16,33	1,60	46,8
Массовое соотношение АС : МСФК = 100 : 20					
100 : 5,75	7,54	2,89	58,26	5,71	79,9
100 : 11,5	7,55	3,04	61,29	6,01	84,2
100 : 23,0	7,61	3,25	65,53	6,42	92,7
100 : 46,0	7,70	3,85	77,72	7,61	109,8
100 : 57,5	7,73	4,12	83,03	8,14	118,4
Массовое соотношение АС : МСФК = 100 : 30					
100 : 5,75	7,46	3,08	62,02	6,08	86,2
100 : 11,5	7,47	3,21	64,67	6,34	90,7
100 : 23,0	7,51	3,44	69,97	6,81	100,4
100 : 57,5	7,62	4,26	85,88	8,42	127,4
Массовое соотношение АС : РФМ = 100 : 20					
100 : 5,75	7,01	3,65	73,58	7,21	85,1
100 : 11,5	7,02	3,75	75,60	7,41	89,8
100 : 23,0	7,05	3,98	80,23	7,87	99,7
100 : 57,5	7,23	4,59	92,53	9,07	128,9
Массовое соотношение АС : РФМ = 100 : 30					
100 : 5,75	7,11	3,84	77,41	7,59	94,5
100 : 11,5	7,12	3,88	78,22	7,67	96,4
100 : 23,0	7,15	4,03	81,24	7,96	106,7
100 : 46,0	7,22	4,44	89,51	8,78	125,2
100 : 57,5	7,25	4,65	93,74	9,19	135,6
Массовое соотношение АС : ММ = 100 : 20					
100 : 5,75	7,18	3,82	77,01	7,55	86,4
100 : 11,5	7,20	3,94	79,43	7,79	98,4
100 : 23,0	7,23	4,12	83,06	8,14	100,6
100 : 57,5	7,32	4,64	93,54	9,17	129,0
Массовое соотношение АС : ММ = 100 : 30					
100 : 5,75	7,23	3,98	80,24	7,87	95,4
100 : 11,5	7,25	4,06	81,85	8,02	97,2
100 : 23,0	7,27	4,20	84,67	8,30	107,2
100 : 57,5	7,35	4,71	94,95	9,31	136,0

Массовое соотношение АС : ШФ = 100 : 20					
100 : 5,75	7,32	3,55	71,56	7,02	85,6
100 : 11,5	7,33	3,64	73,38	7,20	90,2
100 : 23,0	7,35	3,86	77,81	7,63	99,4
100 : 57,5	7,38	4,50	90,72	8,90	127,1
Массовое соотношение АС : ШФ = 100 : 30					
100 : 5,75	7,42	3,68	74,18	7,27	93,5
100 : 11,5	7,43	3,79	76,40	7,50	98,1
100 : 23,0	7,44	4,01	80,84	7,93	107,3
100 : 46,0	7,46	4,46	89,91	8,81	125,6
100 : 57,5	7,48	4,65	93,74	9,19	134,8

Из таблицы видно, что с увеличением массовых долей, как КС1, так и ФС повышается прочность гранул продукта. Так, с увеличением соотношения АС : МСК от 100 : 20 до 100 : 30 с добавкой 23 г КС1 прочность гранул продукта повышается с исходного 1,60 МПа от 6,42 до 6,81 МПа. А при АС: РФМ = 100: 30 с увеличением количества добавки КС1 от 5,75 до 57,5 г прочность гранул повышается с 7,59 до 9,19 МПа. Повышение прочности гранул свидетельствует об уменьшении пористости и внутренней удельной поверхности селитры, что ведёт к снижению проникновения внутрь гранулы дизельного топлива, и, следовательно, уменьшению детонационной способности селитры.

Из таблицы также видно, что добавки ФС и КС1 значительно увеличивают скорость растворения гранул АС. Так, с использованием РФМ при АС: РФМ = 100:20 увеличение массовой доли КС1 от 5,75 до 57,5г увеличивает

время растворения гранул продукта от 85,1 до 128,9 сек., при этом рН продукта повышается от 7,01 до 7,23. А при АС:РФМ = 100:30 эти показатели меняются от 94,5 до 135,6 сек. и от 7,11 до 7,25. Такая же закономерность наблюдается и в случае применения МСК, ММ и ШФ.

**Закключение.** Были получены новые виды НРК-удобрений путём смешения расплава АС с карбонатными фосфоритами и КС1 с последующим гранулированием нитрофосфатнохлоридной массы методом окатывания. Показано, что расплав селитры активизирует фоссырьё, то есть переводит неусвояемую в нём форму Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> в усвояемую для растений форму. Добавление как ФС, так и КС1 к селитре значительно увеличивает прочность гранул последней. Гранулы НРК-удобрений растворяются в воде значительно медленнее, чем гранулы АС.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://eurasia.expert/belarus-na-mirovom-rynke-kaliya-vozmozhnosti-i-podvodnye-kamni/>
2. Волкова А.В. Рынок минеральных удобрений - 2019/ Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики Центр развития. 2019. - 52 с.
3. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности АС и удобрений на её основе // Научно–технические новости: «ИНФОХИМ». Спецвыпуск, 2004, № 2. С. 44-49.
4. Турдалиев У.М. Разработка технологии получения модифицированной АС с добавкой бентонитовых глин: Дисс. доктора PhD, ИОНХ АН РУз. – Ташкент, 2017. – 120 с.
5. Таран А.Л., Долгалев Е.В., Таран Ю.А. Получение известково-аммиачной селитры в грануляционных башнях производства аммиачной селитры // Химическая техника. – 2006, № 1, с. 28-31.
6. Ильин В.А. Разработка технологии сложного азотно-фосфатного удобрения на основе сплава аммиачной селитры: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, Ивановский Гос. химико-технол. ун-т, г. Иваново, 2006, 17 с.
7. Патент № IAP 04527 РУз. Кл. С 05 G 1/00, С 05 В 7/00, С 05 С 1/00. Способ получения азотнофосфорного удобрения / Ш.С.Намазов, Б.Б.Ботиров, В.В.Пак, Ш.И.Салихов, А.М.Реймов, Р.Якубов, Б.М.Беглов, Р.К.Курбаниязов и др. – Б.И. 2012, № 7.
8. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М. Винник, Л.Н. Ербанова, П.М. Зайцев и др. – М.: Химия, 1975.– 213 с.

**Калит сўзлар.** Аммиакли селитра (АС) суюкланмасы, фосфат хом ашёси (ФХ), калий хлориди (КС1), НРК-ўғити, таркиб ва хоссалар.

АС суюкланмасы, Қизилқум фосфоритлари ва КС1 асосида НРК-ўғитлар олиш жараёни ўрганилган. АС : ФХ : КС1 = 100 : (20-30) : (5,75-57,5) турли хил оғирлик нисбатларида олинган учкомпонентли НРК-ўғитларнинг таркиб ва хоссалари аниқланган. АС : ММ : КС1 = 100 : 30 : 57,5 да

С.А. Расулов, Ф.К. Абдуллаев, В.П. Брагина, Ш.Н. Саидходжаева. Композиционные материалы в литье.....	100
Г.Б. Бегжанова, З.Б. Якубжанова, Д.Д. Мухитдинов, Н.Д. Махсудова, М.И. Искандарова. Формирование гибридных добавок на основе техногенных отходов и оптимизация состава цементов с их использованием.....	102
М.М. Арипова, П.Х. Расулева, Н.А. Холхужаева. Разработка технологии переработки отходов на основе фосфогипса и введение их в керамическую массу.....	105
М.М. Абралов, Н.З. Худойкулов. Борирование стали в техническом карбиде бора.....	108
Sh.N. Kiyomov, N.N. Kiyomova. Hardening of isocyanate-free urethane-epoxy oligomer.....	111
Л.К. Махкамова, Ш.А. Муталов, О.С. Максумова. Волокнообразующие сополимеры акрилонитрила.....	113
С.Б. Мирзажонина, С.Т. Маткаримов, Н.К. Боходирова. Мис бойитиш фабрикаси чикиндилари таркибидан темир ва алюминий бирикмаларини ажратиб олиш технологияси.....	116
<b>4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов</b>	
З.Э. Мусабекков, Ж.О. Хакимов, О.О. Даминов, Б.З. Эргашев, Х.З. Уралова. Загрязнение атмосферы вредными выбросами транспортных средств вблизи дорожно-транспортной инфраструктур.....	120
Ф.А. Ибатов, А.А. Мамагалиев, А.Р. Сейтназаров, Ш.С. Намазов. Товарные свойства азотфосфоркалийсодержащих удобрений на основе аммиачной селитры, Кызылкумских фосфоритов и хлорида калия.....	124
Н.М. Исламбекова, Н.М. Мухиддинов, Б.Б. Очилдиев. Пилла сифатини яхши ҳолатда сақлашда сирт фаол моддалардан фойдаланиш йўллари.....	127
М.И. Мамасалиева. Автомобилсозликда ишлатиладиган полимер втулкалар ва уларнинг физик-механик хоссалари.....	131
B.A. Rahmonov, F.B. Eshqurbonov, B.B. Ahatov. Xondiza polimetall konidagi olingan ruda maydalanish darajasi ajratiladigan mis konsentratini unumiga ta'siri.....	134
A.R. Aripov, F.E. Axtamov, B.R. Voxidov, R.G. G'oyibnazarov. O'zbekiston sharoitida vermikulit asosida turli mahsulotlar olish imkoniyatlari.....	136
Ж.М. Бекпўлатов, М.М. Якубов, Х. Ахмедов, Ш.Ш. Пардаев, Н. Абдурахмонова. Флотация хвостов ангренской золотоизвлекательной фабрики АО «Алмалыкской ГМК» с новыми реагентами.....	140
А.М. Эминов, Ю.К. Жуманов, И.Р. Байжанов, М.Т. Боймуродова, М.У. Насиров. Перспективы использования каолинов Узбекистана в составе алюмосиликатной керамики.....	144
А.А. Касимов. Управление ведением аварийно-спасательных и других неотложных работ при авариях на химически опасных объектах.....	149
Э.А. Пирматов, А.Н. Шодиев, З.Б. Рахимжонин, А.А. Саидахмедов, Д.К. Хакбердиев. Исследование процесса регенерации соды и щелочи из содовых растворов выщелачивания спеков мембранным электролизом.....	152
<b>5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов</b>	
Дж.С. Файзуллаев, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова, Т.О. Камолов. Методы исследования физико-механических свойств металлокомпозитного термоупрочненного арматурного проката класса А500С.....	156
G.A. Ikhtiyarova, A.S. Mengliyev, Sh.T. Raxmonov. Different methods for obtaining of chitin and chitosan from apis mellifera and their use in the coloring process of fabrics.....	159
<b>6. Вести из лаборатории</b>	
Д.К. Холмуродова, Д.Ш. Киямова, С.С. Негматов, Н.С. Абед. Исследование влияния связующего на зольность угольных брикетов.....	161
К.М. Иноятлов, Ш.В. Рахимов, К.С. Негматова, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, З.У. Махаммаджанов, Н.О. Умирова, С.У. Султонов, М.А. Бабаханова, Ш.А. Бозорбоев, С.К. Имомназаров, Ё.С. Раджабов, М.А. Абдуразаков. Влияние диффузионных и реляционных процессов на формирование адгезионного контакта материалов.....	162
Ш.В. Рахимов, К.С. Негматова, З.У. Махаммаджанов, К.М. Иноятлов, Н.О. Умирова, Ш.А. Бозорбоев, Н.С. Абед, С.К. Имомназаров, Т.У. Улмасов, М.А. Бабаханова, С.У. Султонов. Об электронной теории адгезии материалов.....	164
М.М. Якубов, Д.Б. Холикулов, Д.Ю. Шаропова, О.Н. Болтаев. Технология получения фосфида меди (Cu <sub>3</sub> P) в виде припоев и легирующего компонента сплавов на медной основе.....	165
Ё.С. Раджабов, Н.С. Абед, Ш.А. Аликобилов, Т.У. Улмасов. Современное состояние производства железобетонных конструкций и пути повышения их эффективности путем применения смазочных и антиадгезионных полимерных материалов рабочей поверхности, формирующих их оснасти.....	167
Ш.А. Аликобилов, Ё.С. Раджабов, Н.С. Абед, М.Б. Мухитдинов, Т.О. Камолов, Т.У. Улмасов. Применение композиционных полимерных материалов в формах для повышения эффективности производства железобетонных строительных конструкций.....	169
Ё.С. Раджабов, Ш.А. Аликобилов, С.С. Негматов, Т.О. Камолов, М.Б. Мухитдинов, Т.У. Улмасов. Комплексный анализ современного состояния железобетонных формирующих оснасток в производстве строительных конструкций и изделий, пути повышения их эффективности.....	172
М.Б. Мухитдинов, Ш.А. Аликобилов, Ё.С. Раджабов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Т.О. Камолов, Т.У. Улмасов. Исследование условий эксплуатации покрытий в рабочих поверхностях оснастки из композиционных полимерных материалов с целью выявления основных факторов, влияющих на их долговечность.....	174
Р.И. Абдуллаева, В.С. Туляганова, С.С. Негматов, Р.Х. Пирматов, Г.Ф. Валиева. Исследование керамико-технологических и диэлектрических свойств электрокерамических композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья.....	176
Р.И. Абдуллаева, В.С. Туляганова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, Г.Ф. Валиева. Технология получения композиционных электрокерамических материалов.....	178