

УДК 661.632:14

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЗОТ-ФОСФОР-КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩЕГО УДОБРЕНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ ФОСФОРНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВОЙ ФОСФОРИТНОЙ РУДЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

**Ортикова Сафие Саидмамбиевна**

доктор философии (PhD), доцент кафедры «Химическая технология»,  
Ферганский политехнический институт,  
100170, Узбекистан, г. Фергана, Ферганская, 86<sup>«а»</sup>

E-mail: [s.ortiqova@ferpi.uz](mailto:s.ortiqova@ferpi.uz)

**Орипова Зарнигор Маткулбек кизи**

E-mail: [zari16109397@gmail.com](mailto:zari16109397@gmail.com)

магистрантка, кафедра «Химическая технология»,  
Ферганский политехнический институт,  
100170, Узбекистан, г. Фергана, Ферганская, 86<sup>«а»</sup>

### АННОТАЦИЯ

*В данной статье приводятся результаты исследований по изучению физических свойства азот-фосфор-кальцийсодержащих удобрений. Установлено, что по величине гигроскопической точки согласно методике Н.Е.Пестова степень их гигроскопичности в баллах равна в образце №1 - 3,2; в образце №2 - 2,8; в образце №3 - 2,4 и в образце №4 - 2. По величине гигроскопической точки образцы №1-4 относятся к слабо гигроскопичному удобрению.*

**Ключевые слова:** *экстракционная фосфорная кислота, забалансовая руда (минерализованная масса), разложение, аммонизация, азот-фосфор-кальцийсодержащее удобрение.*

### ABSTRACT

*This article presents the results of research on the study of the physical properties of nitrogen-phosphorus-calcium-containing fertilizers. It is established that according to the value of the hygroscopic point according to the method of N.E. Pestov, the degree of their hygroscopicity in points is equal in sample No. 1 - 3.2; in sample No. 2 - 2.8; in sample No. 3 - 2.4 and in sample No. 4 - 2. According to the value of the hygroscopic point, samples No. 1-4 belong to a weakly hygroscopic fertilizer.*

**Keywords:** *extraction phosphoric acid, off-balance ore (mineralized mass), decomposition, ammonization, nitrogen-phosphorus-calcium-containing fertilizer.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время применение минеральных удобрений, в частности фосфорсодержащих, является одним из основных факторов, определяющих урожайность растений. Опыт применения минеральных удобрений показывает, что внесение оптимальных норм туков вдвое повышает урожайность сельскохозяйственных культур и улучшает их качество. [1-6].

В 2021 году предприятия Республики произвели около 133,4 тыс. т фосфорных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ). А потребность сельского хозяйства в них составляет в год 525,21 тыс. т  $P_2O_5$ . Этот показатель говорит о сложнейшей ситуации в производстве фосфорсодержащих удобрений. Во-первых, не хватает качественного фосфатного сырья – мытого обожженного фосфоконцентрата (716 тыс. т в год со средним содержанием 26%  $P_2O_5$ ). В то же время на Кызылкумском фосфоритовом комбинате в отвалах скопилось свыше 6 млн. т (12-14%  $P_2O_5$ ), которая является отходом процесса обогащения фосфоритов. В условиях острейшего дефицита фосфатного сырья перспективным является вовлечение минерализованной массы в производство фосфорсодержащих удобрений [7].

Одним из способов применения бедного сырья в производстве концентрированных фосфорных удобрений и снижения их себестоимости является технология получения аммофосфата. Аммофосфат – новый и перспективный продукт в ассортименте фосфорных удобрений и поэтому необходимо освоить его производство на базе фосфоритов Центрального Кызылкума. В отличие от аммофоса, расход серной кислоты на производство 1 т  $P_2O_5$  в виде аммофосфата на 10-15 % ниже, а степень использования фосфатного сырья на 1,0-1,5 % выше. Процесс его получения основан на разложении природных фосфатов высокой нормой (150-200%) фосфорной кислоты с последующей нейтрализацией оставшейся кислотности аммиаком, гранулировании и сушке продукта [8-11]. Важным преимуществом аммофосфата является возможность использования при его производстве практически любого вида фосфатного сырья. Широкие агрохимические испытания показали, что аммофосфат для всех основных культур и различных почв по эффективности не уступает аммофосу и двойному суперфосфату, а при поливном режиме даже несколько выше, что объясняется меньшим вымыванием фосфора из аммофосфата [6]. В соответствии с техническими

условиями (ТУ 113-08-552-84) содержание общей формы  $P_2O_5$  в аммофосфате должно быть не менее 38-39%, водорастворимой  $P_2O_5$  не менее 26%, азота 4-5%, влаги не более 1,5%. Статическая прочность гранул – не менее 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>). Грансостав: содержание гранул 1-4 мм не менее 90%, менее 1 мм – не более 5%.

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Ранее в работах [12-20] были проведены исследования по получению аммофосфата с использованием минерализованной массы (состав, вес. %: 14,33  $P_2O_5$ ; 43,66 CaO; 1,19 MgO; 1,38  $Fe_2O_3$ ; 1,18  $Al_2O_3$ ; 2,22  $SO_3$ ; 14,70  $CO_2$ ; 1,75 F; 13,23 н.о.) – отход производства мытого обожженного фосфоконцентрата. Для разложения фосфатного сырья (ФС) применяли экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК), получаемую из мытого обожженного фосфоконцентрата дигидратным способом на Алмалыкском АО «Аммофос-Максам» и имеющую состав (вес. %): 18,43  $P_2O_5$ ; 0,21 CaO; 0,30 MgO; 0,44  $Fe_2O_3$ ; 0,79  $Al_2O_3$ ; 1,71 F; 1,47  $SO_3$ . Для получения образцов аммофосфата, качество которых отвечало бы вышеуказанным требованиям, количество исходных компонентов брали исходя из массовых соотношений ЭФК : ФС от 100 : 15 до 100 : 30.

Задачей настоящего исследования явилось изучение физических свойства азот-фосфор-кальцийсодержащих удобрений, полученных в лабораторных условиях.

Гигроскопическую точку удобрений определяли эксикаторным методом при температуре 25°C для гранул размером 2-3 мм. Прочность гранул – по ГОСТу 21560.2-82. Измерение величины 10 %-ных водных суспензий готовых удобрений осуществляли на лабораторном иономере И-130М с точностью до 0,05 единиц рН.

*Таблица 1*

### **Показатели физических свойств азот-фосфор-кальцийсодержащего удобрения**

№ образца	Массовое соотношение ЭФК : ФС	Влажность продуктов, %	рН 10%-ной суспензии	Гигроскопическая точка, %	Прочность гранул, МПа
1	100 : 15	0,57	4,09	72	2,90
2	100 : 20	0,62	4,01	74	3,01
3	100 : 25	0,78	4,09	76	3,17
4	100 : 30	0,84	3,90	79	3,21

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты табл. 1 показывают, что прочность гранул вполне отвечает предъявляемым требованиям сельского хозяйства. Удобрения и другие минеральные соли гигроскопическая точка, которых ниже 50%, относятся к очень сильно гигроскопичным, от 50 до 60% к сильно гигроскопичным, от 60 до 70% к гигроскопичным, от 70 до 80% к слабо гигроскопичным, от 80 до 85% - почти не гигроскопичным и выше 85% - к практически не гигроскопичным. По величине гигроскопической точки образцы №1-4 относятся к слабо гигроскопичному удобрению. По величине гигроскопической точки согласно методике Н.Е.Пестова определяется степень гигроскопичности в баллах. Степень гигроскопичности в баллах равна в образце №1 - 3,2; в образце №2 - 2,8; в образце №3 - 2,4 и в образце №4 - 2. Такие продукты в условиях нашего региона, где среднегодовая относительная влажность воздуха равна 60%, а максимальная среднемесячная 74%, практически не поглощают влагу в течение года. При стандартной влажности гранул аммофосфата характеризуется достаточно хорошей сыпучестью.

Сорбционная влагоемкость является очень важным показателем качества удобрений, так как указывает на то максимальное количество поглощенной влаги, при котором удобрения сохраняют свой внешний вид и рассыпчатость. Сорбционную влагоемкость удобрений определяли в условиях стационарного режима контакта паров воды с монослоем гранул 2-3 мм экстикаторным методом при 25°C и относительных влажностях воздуха 60; 70; 80 и 90%. Образцы удобрений выдерживались над кислотой в течение 36 суток. Результаты приведены на рис. 1.

Из рисунка видно, что все образцы удобрений при 60-70 %-ных относительных влажностях воздуха практически не поглощают влагу. При влажности воздуха 80% первый образец набирает влагу 13,88%, второй - 12%, третий - 12,25% и четвертый - 9%. Однако следует отметить, что при таких содержаниях воды гранулы образцов аммофосфата полностью сохраняют свой первоначальный вид и рассыпчатость.

Таким образом, результаты экспериментов показали, что аммофосфатные удобрения, мало гигроскопичны, обладают высокой влагоемкостью, а их физические свойства начинают резко ухудшаться только при содержании влаги около 20%. Полученные удобрения по своим характеристикам не уступают известным фосфорным удобрениям, в частности аммофосу и вполне пригодны для бестарного хранения и перевозки.

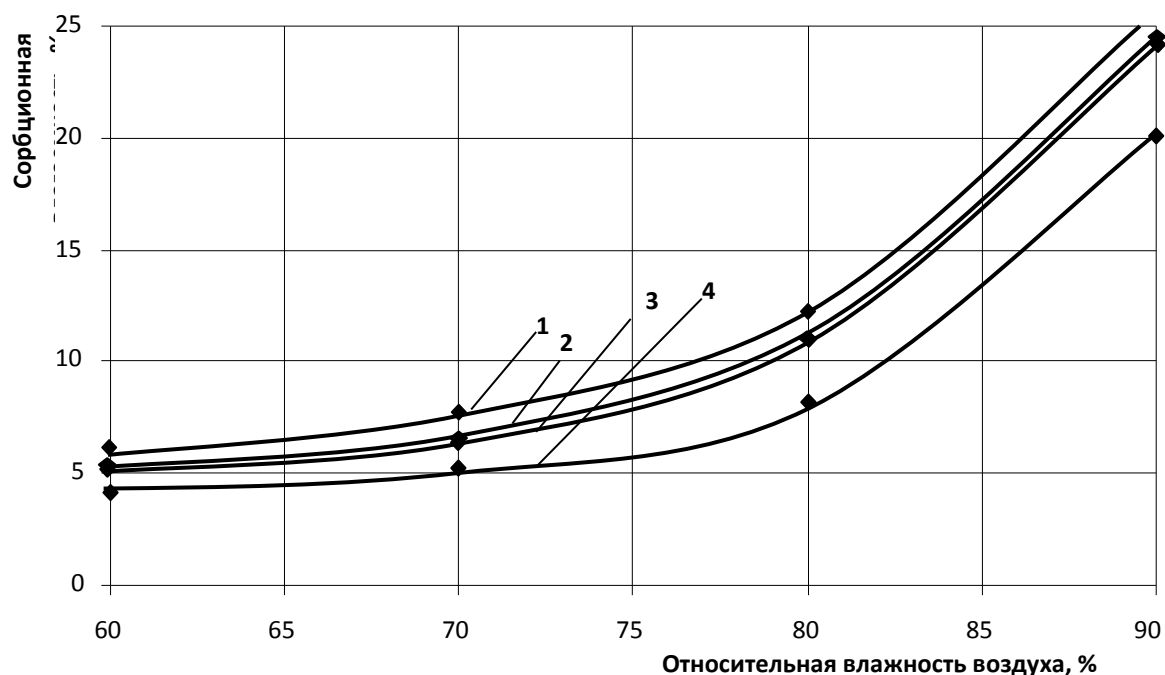


Рис. 1. Зависимость сорбционной влагоемкости аммофосфатных удобрений от относительной влажности воздуха: нумерация кривых соответствует номерам образцов в табл. 2.

## REFERENCES

1. Ортыкова С. С. и др. Рациональный способ решения проблемы переработки забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов на аммофосфатное удобрение //Узбекский химический журнал. – 2015. – №. 5. – С. 56-60.
2. Намазов, Ш. С., Ташпулатов, Ш. Ш., Ортыкова, С. С., & Эминов, Ш. О. (2021). Химическая активация минерализованной массы с помощью нитрата аммония и нитрата цинка. *Universum: технические науки*, (6-3 (87)), 62-64.
3. Намазов, Ш. С., Ташпулатов, Ш. Ш., Ортыкова, С. С., & Эминов, Ш. О. (2021). Простой аммонизированный суперфосфат полученный от минерализованной массы кызылкумских фосфоритов. *Universum: технические науки*, (6-3 (87)), 59-61.
4. Ортыкова С. С. и др. Химический состав односторонних фосфорных удобрений, полученных из сбалансированной фосфоритной руды центральных кызылкумов фосфорнокислотной активацией с добавлением серной кислоты. *ACADEMICIA: Международный междисциплинарный исследовательский журнал*, Год: 2021, Том: 11, Выпуск: 3Первая страница: (805) Последняя



страница: (813) Онлайн ISSN: 2249-7137. Статья DOI: 10.5958/2249-7137.2021.00693.5

5. Ортикова С. С. и др. Односторонние фосфорные удобрения на основе забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов и их водонерастворимая часть //Химическая промышленность. – 2017. – Т. 94. – №. 6. – С. 309-319.

6. Намазов Ш. С. и др. Простой аммонизированный суперфосфат полученный от минерализованной массы кызылкумских фосфоритов //Universum: технические науки. – 2021. – №. 6-3. – С. 59-61.

7. [https://www.norma.uz/novoe\\_v\\_zakonodatelstve/opredeleny\\_pokazateli\\_proizvodstva\\_mineralnyh\\_udobreniy\\_v\\_2021\\_godu](https://www.norma.uz/novoe_v_zakonodatelstve/opredeleny_pokazateli_proizvodstva_mineralnyh_udobreniy_v_2021_godu).

8. А.с.1017697 СССР. МКИ С 05 В 11/04. Способ получения фосфорсодержащих удобрений / А.А. Суетинов, П.В. Классен, В.А. Варфоломеев, А.А. Новиков, К.Г. Садыков, А.В. Кононов, А.А. Бродский, Ю.М. Киприянов, В.А.Зайцев. - Б.И. 1983 – № 18.

9. А.с.1399301 СССР. МКИ С 05 В 19/00. Способ получения аммофосфата / А.А. Суетинов, В.А. Хамидов, В.И. Левин, А.П. Егоров, В.А. Раков, О.В. Габескирия. - Б.И. 1988. – № 20.

10. А.с.1583402 СССР. МКИ С 05 В 11/04. Способ получения аммофосфата / И.М. Астрелин, В.Г. Богачев, Ю.А. Омельченко, М.М. Мирходжаев. - Б.И. 1990. – № 29.

11. Суетинов А.А., Новиков А.А., Янишевский Ф.В., Микаев Б.Т., Габескирия О.В., Кузнецова А.Г., Левин В.И., Стародубцев В.С. Исследования, разработка и освоение технологии нового сложного удобрения – аммофосфата // Обз.инф. НИИТЭХИМ. Сер.: Минерал. удобр. и сер. к-та. М.: НИИТЭХИМ, 1987. – 56 с. ТУ 113-08-552-84. Аммофосфат. 1984.

12. Ортикова С. С., Хокимов А. Э. У., Нурматова З. Н. К. Изучение химического состава аммофосфата, полученного на основе фосфорнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов //Universum: химия и биология. – 2019. – №. 12 (66).

13. Ортикова, С. С., Алимов, У. К., Намазов, Ш. С., Сейтназаров, А. Р., & Беглов, Б. М. (2016). ФОСФОРНЫЕ АЗОТНОФОСФОРНОКАЛЬЦЕВЫЕ УДОБРЕНИЯ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ПУТЕМ ФОСФОРНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВОЙ ФОСФОРИТНОЙ РУДЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ. *Химическая промышленность сегодня*, (11), 13-21.

14. Ортикова, С. С., Бадалова, О. А., Алимов, У. К., НАМАЗОВ, Ш., & Сейтназаров, А. Р. (2016). Изучение физико-химических свойств концентрированного удобрения-аммофосфата из забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов. *Современные научные исследования и разработки*, (5), 75-77.
15. Ортикова, С. С., Алимов, У. К., & Намазов, Ш. С. (2017). Состав и реологические свойства аммофосфатных пульп на основе забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов. *Химическая промышленность сегодня*, (5), 17-24.
16. Ортикова, С. С., Ибрагимов, А. А., & Мирсалимова, С. Р. (2019). Реологические показатели аммофосфатных пульп на основе фосфорсодержащей минерализованной массы Центрально-Кызылкумского месторождения. *Universum: химия и биология*, (11-2 (65)), 24-27.
17. Алимов, У. К., Ортикова, С. С., Намазов, Ш. С., & Каймакова, Д. А. (2015). Исследование водонерастворимой части кислой кальцийфосфатной и аммофосфатной пульп, полученных на основе разложения минерализованной массы кызылкумских фосфоритов экстракционной фосфорной кислотой. *Химическая промышленность*, 92(6), 289-296.
18. Расулов, А. А., Бадалова, О. А., Алимов, У. К., Намазов, Ш. С., Сейтназаров, А. Р., & Беглов, Б. М. (2017). Обогащенный суперфосфат и аммофосфатное удобрение на основе фосфорнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды. *Universum: технические науки*, (8 (41)), 47-55.
19. Ортикова, С. С., Жураев, А. И. У., & Нурматова, З. Н. К. (2019). Исследование водонерастворимой части аммофосфата на основе фосфорнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов. *Universum: химия и биология*, (12 (66)).
20. Жаббаргенов, М. Ж., Маденов, Б. Д., Ортикова, С. С., Сейтназаров, А. Р., & Каймакова, Д. А. (2021). УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА АММОФОСФАТНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ НИЗКОСОРТНОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ. *Universum: технические науки*, (2-2 (83)).