

December 2018

## Research of process of reception of solutions and salts of sodium, suitable polyphosphates for reception

Sherzod Musurmanovich Khujamberdiev

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, sherzod0108@mail.ru*

Kamola Sayfullayevna Arifdjanova

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, mkksamola@mail.ru*

Kholtura Chorievich Mirzakulov

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, khchmirzakulov@mail.ru*

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

---

### Recommended Citation

Khujamberdiev, Sherzod Musurmanovich; Arifdjanova, Kamola Sayfullayevna; and Mirzakulov, Kholtura Chorievich (2018) "Research of process of reception of solutions and salts of sodium, suitable polyphosphates for reception," *Chemistry and Chemical Engineering*: Vol. 2018 : No. 3 , Article 5. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2018/iss3/5>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Chemistry and Chemical Engineering by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [brownman91@mail.ru](mailto:brownman91@mail.ru).

## RESEARCH OF PROCESS OF RECEPTION OF SOLUTIONS AND SALTS OF SODIUM, SUITABLE POLYPHOSPHATES FOR RECEPTION

*Sherzod Musurmanovich KHUJAMBERDIEV (sherzod0108@mail.ru),  
 Kamola Sayfullayevna ARIFDJANOVA (mkskamola@mail.ru), Kholtura Chorievich MIRZAKULOV (khchmirzakulov@mail.ru)*  
 Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan

*Results of researches on reception of the cleared solutions and salts of phosphates of sodium from extraction phosphoric acid on the basis of phosphorites Central Kyzylkum are resulted. Optimum norms of a technological mode are established. It is shown, that neutralisation defluorination and desulfonation extraction phosphoric acid a sodium carbonate it is possible to receive the solutions containing less of 0,004 % of fluorine and to allocate salts mono and disodiumphosphate, suitable for reception of sodium polyphosphates.*

**Keywords:** extraction phosphoric acid, clearing, neutralisation, monosodium, disodiumphosphate.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРОВ И СОЛЕЙ НАТРИЯ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИФОСФАТОВ

*Шерзод Мусурманович ХУЖАМБЕРДИЕВ (sherzod0108@mail.ru),  
 Камола Сайфуллаевна АРИФДЖАНОВА (mkskamola@mail.ru), Холтура Чориевич МИРЗАКУЛОВ (khchmirzakulov@mail.ru)*  
 Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан

*Приведены результаты исследований по получению очищенных растворов и солей фосфатов натрия из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов. Установлены оптимальные нормы технологического режима. Показано, что нейтрализацией обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты карбонатом натрия можно получить растворы, содержащие менее 0,004% фтора и выделить соли моно- и динатрийфосфатов, пригодные для получения полифосфатов натрия.*

**Ключевые слова:** экстракционная фосфорная кислота, очистка, нейтрализация, моносодий, динатрийфосфат.

## POLIFOSFATLAR OLISH UCHUN YAROQLI BO'LGAN NATRIY TUZLARI VA ERITMALARINI OLISH JARAYONI TADQIQOTI

*Sherzod Musurmanovich XUJAMBERDIYEV (sherzod0108@mail.ru),  
 Kamola Sayfullayevna ARIFDJANOVA (mkskamola@mail.ru), Xoltura Chorievich MIRZAKULOV (khchmirzakulov@mail.ru)*  
 Toshkent kimyo-texnologiya instituti, O'zbekiston

*Markaziy Qizilqum fosforitlari asosidagi ekstraksion fosfor kislotasidan tozalangan eritmalar va natriy fosfat tuzlari olinishi bo'yicha tadqiqot natijalari ko'rsatilgan. Muqobil texnologik rejim normalari belgilandi. Ftorsizlantirilgan va sulfatsizlantirilgan ekstraksion fosfor kislotasini natriy karbonat bilan neytrallab, tarkibida 0,004% dan kamroq ftor bo'lgan eritmalar hosil qilishi va natriy polifosfatlar olish uchun yaroqli bo'lgan mono va dinatriyfosfat tuzlarini hosil qilishi mumkinligi ko'rsatilgan.*

**Kalit so'zlar:** ekstraksion fosfat kislotasi, tozalash, neytrallash, mononatriy, dinatriyfosfat.

### Введение

Основным фосфатным сырьем в Узбекистане являются фосфориты Центральных Кызылкумов. Получаемая фосфорная кислота из мытого обожженного фосконцентрата используется, в основном, для получения фосфорсодержащих удобрений [1]. Несмотря на большую потребность в чистых солях фосфорной кислоты они в республике производятся в ограниченном количестве. Основная причина – отсутствие технологии очистки экстракционной фосфорной кислоты от сопутствующих примесей – сульфатов, полуторных окислов, фтора. Разработаны условия очистки экстракционной фосфорной кислоты от соединений фтора и сульфатов [2]. Однако, степень очистки недостаточна для получения из нее солей кормовой чистоты. Кроме того, не изучены вопросы очистки кислоты от полуторных окислов до требуемой чистоты. В этом аспекте представляет интерес получение чистых орто- и полифосфатов натрия из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов путем очистки кислоты осадительными методами.

Орто- и полифосфаты используются во многих отраслях промышленности и, в некоторых случаях, их просто невозможно заместить другими веществами [3-6]. Наиболее важным

свойством полифосфатов натрия является способность связывать кальций и магний, умягчая тем самым воду. Другим свойством дегидратированных фосфатов аммония является способность пептизировать суспензии и снижать их вязкость, вследствие чего они используются при флотации руд. Пиро- и триполифосфаты натрия применяются в производстве синтетических моющих средств, в пищевой, кожевенной, текстильной промышленности и других отраслях.

Полифосфаты натрия получают на основе термической фосфорной или полифосфорной кислот. Однако эти кислоты в Узбекистане не производятся. Поэтому представляет интерес получение полифосфатов натрия из экстракционной фосфорной кислоты, производимой в стране, путем дегидратации дигидро- или гидрофосфатов натрия и их смеси.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводили в стеклянном реакторе, снабженном механической мешалкой и помещенном в термостат. В качестве исходной ЭФК использовали кислоту производства АО «Аммофос-Максам», полученную в дегидратном режиме из мытого обожженного фосконцентрата. Состав использованных кислот приведен в таблице 1.

Таблица 1

**Состав исходной, обесфторенных и обессульфаченных экстракционных фосфорных кислот из фосфоритов Центральных Кызылкумов**

№	Химической состав, масс. %						
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	F
Исходная ЭФК							
1	18,31	2,28	1,05	1,02	0,55	0,71	0,29
Обесфторенная ЭФК							
1	14,45	1,50	0,35	0,85	0,65	0,18	0,15
2	20,45	2,65	0,35	1,20	1,32	0,90	0,21
3	24,62	3,17	0,42	1,43	1,58	1,08	0,25
Обесфторенная и обессульфаченная ЭФК							
1	15,37	2,49	0,87	0,66	0,19	0,67	0,27
2	19,17	2,28	1,05	1,02	0,55	0,71	0,29
3	21,66	2,07	1,24	1,39	0,91	0,75	0,32
4	26,09	1,73	1,49	1,67	1,10	0,81	0,36

Таблица 2

**Изменение состава кислоты от степени нейтрализации карбонатом натрия**

Норма Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , %	Na <sub>2</sub> O/ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pH	Химической состав, масс. %							
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	F
100	0,44	4,86	20,42	9,14	9,14	0,72	0,065	0,016	0,52	0,004
170	0,74	7,65	18,95	14,74	14,74	0,63	0,028	0,011	0,42	0,002
200	0,87	9,18	18,39	16,96	16,96	0,59	0,025	0,010	0,40	0,002

Таблица 3

**Реологические свойства пульпы при нейтрализации ЭФК Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Норма, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>					Вязкость, мПа·с				
	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С	100 °С	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С	100 °С
Концентрация ЭФК – 14,63 масс. % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>										
100	1,249	1,237	1,224	1,212	1,199	12,25	6,19	4,34	3,94	3,82
170	1,294	1,280	1,266	1,253	1,242	30,66	20,63	15,50	13,81	12,78
200	1,315	1,301	1,287	1,275	1,262	40,21	27,51	20,77	18,73	17,75
Концентрация ЭФК – 20,07 масс. % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>										
100	1,320	1,310	1,299	1,288	1,285	16,68	9,11	7,11	6,37	5,82
170	1,383	1,376	1,368	1,359	1,351	37,42	25,435	21,22	18,54	17,45
200	1,427	1,419	1,411	1,403	1,395	46,55	34,81	29,19	27,32	25,74

Предварительную очистку от сульфатов и фтора проводили мытым обожжённым фосконцентратом (МОФК), карбонатом и метасиликатом натрия при их массовом соотношении 1,4:1 [7, 8]. Более концентрированные растворы кислоты получали упаркой обесфторенной и обессульфаченной кислоты. Анализ кислоты, промежуточных и конечных продуктов проводили известными методами химического анализа [9-11].

**Результаты и обсуждение**

Состав обесфторенных и обессульфаченных кислот из фосфоритов Центральных Кызылкумов представлен в таблице 1.

С увеличением концентрации кислоты с 15,37% до 26,09% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> содержание всех компонентов возрастает. Как видно из таблицы основными примесями остаются кальций, магний, полуторные окислы, сульфат-ионы. Для сниже-

ния их содержания в кислоте использовали карбонат натрия. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Увеличение степени нейтрализации с pH 4,86 до 9,18 приводит к снижению содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> с 20,42% до 18,39% и соответственно, повышению Na<sub>2</sub>O. Содержание остальных компонентов кислоты с исходным содержанием 26,66% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> снижается и тем больше, чем выше степень нейтрализации. Повышение нормы карбоната натрия приводит к существенному снижению содержания CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и фтора, содержание которых составляет сотые доли процента. Содержание магния составляет 0,59-0,72%, SO<sub>3</sub> 0,40-0,52%. Составы нейтрализованных растворов соответствуют моносодиевому фосфату, дисодиевому фосфату и смеси 1 моли моносодиевого фосфата и 2 молей дисодиевого фосфата.

Таблица 4

**Реологические свойства очищенных растворов фосфатов натрия,  
полученных при нейтрализации ЭФК Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Норма, отн. %	Плотность, г/см <sup>3</sup>					Вязкость, мПа·с				
	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С	100 °С	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С	100 °С
Концентрация ЭФК – 14,63 масс. % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>										
100	1,231	1,222	1,212	1,203	1,195	5,27	3,32	2,24	1,86	1,40
170	1,258	1,249	1,237	1,228	1,219	6,13	3,86	2,62	2,16	1,64
200	1,269	1,260	1,249	1,240	1,232	6,37	4,02	2,71	2,25	1,69
Концентрация ЭФК – 20,07 масс. % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>										
100	1,297	1,291	1,284	1,279	1,273	7,17	4,89	3,17	2,57	2,13
170	1,329	1,322	1,315	1,308	1,301	8,34	5,71	3,66	2,99	2,48
200	1,338	1,331	1,324	1,318	1,312	8,68	5,92	3,84	3,11	2,58

Таблица 5

**Химические составы моно- и динатрийфосфатов и их смеси**

Фосфат натрия	Химический состав, масс. %							
	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F
Из раствора фосфата натрия								
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	24,79	55,39	1,44	0,25	1,95	0,18	0,043	0,010
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	45,60	49,45	1,08	0,19	1,59	0,67	0,027	0,0054
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + 2Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	39,41	51,21	1,19	0,21	1,70	0,53	0,032	0,048
Из выкристаллизованного фосфата натрия								
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	25,50	57,66	0,70	0,15	0,034	0,0010	0,0012	0,0006
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	42,74	52,21	0,75	0,24	2,05	0,0086	0,012	0,0009
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + 2Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	37,62	53,83	0,74	0,21	1,45	0,0063	0,0087	0,0008

Технологичность и эффективность осуществления отдельных стадий процесса получения фосфатов натрия в значительной мере определяется реологическими характеристиками исходных, промежуточных и конечных растворов и пульп. Наиболее важным, с точки зрения анализа возможности транспортирования пульпы на стадии нейтрализации, гранулирования и сушки является зависимость плотности и вязкости пульпы от температуры и концентрации кислоты. В связи с этим были изучены реологические свойства пульп и очищенных растворов фосфата натрия, образующихся при нейтрализации ЭФК карбонатом натрия. Норма нейтрализующего реагента составляла 100, 170 и 200 %, а температура изменялась от 20 до 100 °С. Нейтрализация проводилась при температуре 60 °С. Экспериментальные данные представлены в табл. 3 и 4.

Как видно из таблицы плотность и вязкость пульп и растворов увеличиваются с повышением нормы карбоната натрия и снижаются с повышением температуры. Максимальные значения плотности и вязкости наблюдаются при норме нейтрализующего реагента 100% и составляют 1,259-1,429 г/см<sup>3</sup> и 6,37-46,55 мПа·с при температуре 20 °С.

Для получения полифосфатов натрия полученные растворы после отделения выпавших осадков использовали для выделения солей ортофосфатов натрия путем выпарки до влажного

состояния и последующей сушки. По второму варианту очищенные растворы упаривали до содержания 60-65% натрийфосфата и при охлаждении до температуры 25-30 °С отделяют кристаллы фосфатов натрия, которые затем сушат. Составы солей мононатрийфосфата, динатрийфосфата и их смеси приведены в таблице 5.

Из таблицы видно, что безводные фосфаты натрия, полученные путем кристаллизации из растворов, соответствуют требованиям к кормовым фосфатам натрия, а полученные непосредственно путем выпарки и сушки растворов фосфатов натрия содержат повышенное содержание примесей и низкое содержание основного вещества. Для получения полифосфатов натрия лучше использовать соли натрия полученные путем их кристаллизации из очищенных растворов.

### Заключение

Проведенные исследования показали возможность получения чистых солей фосфорной кислоты путем обесфторивания, обессульфачивания, нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов карбонатом натрия, отделения выпавших осадков, упарки очищенных растворов и кристаллизации фосфатов натрия. При этом содержание фтора не превышает 0,001%. Основными примесями являются соединения кальция, магния и сульфатов.

## REFERENCES

1. Sadykov B.B., Volynskova N.V. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya proizvodstva fosfornykh udobreniy AO «Ammofos-Maksam» [Status and development prospects of the production of phosphate fertilizers of Ammophos-Maxam JSC]. *Tezisy dokl. mezhd. konf. "Resursoberegayushchiye tekhnologii pererabotki fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov v fosfosoderzhashchiye udobreniya i fosfornyye soli"* [Abstracts Int Conf. "Resource-saving technologies for the processing of phosphates of the Central Kyzyl Kum to phosphate fertilizers and phosphoric salts"]. Almalyk – Tashkent, 2016, pp. 6-10.
2. Mirzakulov Kh.Ch. *Razrabotka resursoberegayushchey tekhnologii pererabotki fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov na fosfosoderzhashchiye udobreniya. Diss. dokt. tekhn. nauk.* [Development of resource-saving technology for processing phosphorites of the Central Kyzyl Kum to phosphorus fertilizers. Dr. tekhn. nauk diss.]. Tashkent, 2009. 338 p.
3. Zotova K.S., Panidi Ye.V., Elentukh R.A. Polucheniye chistykh kondensirovannykh fosfatov natriya [Obtaining Pure Condensed Sodium Phosphates]. *Trudy NIUIF*, 1985, no. 247, pp. 112-120.
4. Klebinskiy I.P. *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoy obrabotki metallov* [Cutting fluid for machining metals]. A.s. SU, no. 1490145, 1989.
5. Khoroshavin L.B., D'yachkov P.N., Perepelitsin V.A. *Betonnaya smes'* [Concrete mix]. A.s. SU, no. 50472, 1987.
6. Kipriyanov A.N., Lukashov S.S., Yudkevich YU.D. *Sposob polucheniya sul'fatnogo myla iz chernykh shchelokov s koaguliruyushchey dobavkoy* [A method of producing a sulfate soap from black liquors with a coagulating additive]. A.s. US, no. 1620473, 1990.
7. Khuzhamkulov S.Z., Melikulova G.E., Mirmusayeva K.S., Mirzakulov Kh.Ch. i dr. Issledovaniye protsessov polucheniya kremneflorida natriya iz ekstraktsionnoy fosfornoy kisloty na osnove fosforitov Tsentral'nykh Kyzylkumov [Study of the processes for the production of sodium silicofluoride from extraction phosphoric acid based on phosphates of the Central Kyzyl Kum]. *Khimicheskaya tekhnologiya. Kontrol' i upravleniye*, 2016, no. 1, pp. 34-40.
8. Mirzakulov KH.CH., Asamov D.D., Usmanov I.I., Mirmusayeva K.S. i dr. *Sposob polucheniya fosfata natriya* [The method of producing sodium phosphate]. Patent UZ, no. 04968, 2014.
9. Kel'man F.N., Brutskus Ye.B., Osherovich R.I. *Metody analiza pri kontrole proizvodstva sernoy kisloty i fosfornykh udobreniy* [Analysis methods for monitoring the production of sulfuric acid and phosphate fertilizers]. Moscow, Goskhimizdat Publ., 1982. 352 p.
10. Vinnik M.M., Yerbanova L.N., Zaytsev P.I. i dr. *Metody analiza fosfatnogo syrya, fosfornykh i kompleksnykh udobreniy, kormovykh fosfatov* [Methods of analysis of phosphate raw materials, phosphate and complex fertilizers, feed phosphates]. Moscow, Khimiya, 1974. 218 p.
11. Shvartsenbakh G., Flashka G. *Kompleksonometricheskoye titrovaniye* [Complexometric titration]. Moscow, Khimiya Publ., 1970. 360 p.