

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ****ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ  
ОБОГАЩЕНИЯ ФОСФОРНОГО КОНЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ****Умаров Шавкат Исомиддинович**

старший преподаватель Джиззакского государственного педагогического института  
130100, Республика Узбекистан, г. Джиззак, ул. Ш. Рашидова, 4  
E-mail: [khchmirzakulov@mail.ru](mailto:khchmirzakulov@mail.ru)

**Меликулова Гавхар Эшбоевна**

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32

**Усманов Илхам Икрамович**

старший научный сотрудник Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32

**Мирзакулов Холтура Чориевич**

профессор Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32

**RESEARCH OF PROCESS OF PROCESSING PHOSPHORIC ACID SOLUTIONS  
OF ENRICHMENT PHOSPHOR CONCENTRATE OF CENTRAL KYZYLKUM****Shavkat Umarov**

Senior teacher of Jizzak State pedagogical institute,  
130100, Republic of Uzbekistan, Jizzak, Sh. Rashidov str., 4

**Gavkhar Melikulova**

Senior teacher of Tashkent Institute of chemical technology  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**Illham Usmano**

Senior scientific employee of Tashkent Institute of chemical technology  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**Kholtura Mirzakulov**

Professor of Tashkent Institute of chemical technology  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**АННОТАЦИЯ**

Приведены данные переработки растворов обогащения мытого обожженного фосфорного концентрата Центральных Кызылкумов экстракционной фосфорной кислотой. Показано, что растворы обогащения можно переработать на высококачественные фосфорсодержащие удобрения и кормовые фосфаты аммония и кальция.

Путем аммонизации растворов обогащения газообразным аммиаком до pH 4,51 получил аммофос с содержанием 53,16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11,06% азота.

Введение в растворы обогащения необоженного фосфатного сырья до соотношения раствор обогащения: фосфосырья 10:1 и менее позволяет получить аммофосфат с содержанием 47,05-48,68% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 5,93-7,84% азота.

Увеличением нормы раствора обогащения до 95-120% на разложения фосфосырья получен двойной суперфосфат с содержанием 40,54-40,68% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 3,21-4,02% азота. Удобрения содержит в 3-4 раза меньше азота по сравнению с аммофосом и может использоваться под зяблевую вспашку.

## ABSTRACT

The given processings of solutions enrichment washed burnt phosphor concentrate of Central Kyzylkum extraction are cited by phosphoric acid. It is shown, that enrichment solutions can be processed on high-quality the phosphor containing fertilizers and feed phosphates of ammonium and calcium.

By ammoniation solutions of enrichment by gaseous ammonia to pH 4,51 has received ammophos with the maintenance of 53,16%  $P_2O_5$ , 11,06% of nitrogen.

Introduction in enrichment solutions deburnt phosphatic raw materials to a parity an enrichment solution: phosphatic raw material 10:1 and less allows to receive ammophosphate with the maintenance of 47,05-48,68%  $P_2O_5$  and 5,93-7,84% of nitrogen.

The increase in norm of a solution of enrichment to 95-120% on decomposition phosphatic raw material receives double superphosphate with the maintenance of 40,54-40,68%  $P_2O_5$  and 3,21-4,02% of nitrogen. Fertilizers contains in 3-4 times of less nitrogen in comparison with ammophos and it can be used under autumn ploughing.

**Ключевые слова:** мытый обожженный фосконцентрат, экстракционная фосфорная кислота, раствор обогащения, фосфорсодержащие удобрения, кормовые фосфаты.

**Keywords:** washed burnt phosconcentrate, extraction phosphoric acid, enrichment solution, phosphor containing fertilizers, feed phosphates.

Фосфатные руды являются важнейшим видом горно-химического сырья для получения фосфорсодержащих удобрений, кормовых фосфатов, солей фосфорной кислоты. Сельскохозяйственной практикой доказано, что эффективное растениеводство невозможно без применения фосфорсодержащих удобрений, а интенсивное животноводство без кормовых минеральных добавок.

Основным сырьем для производства фосфорсодержащей продукции в Республике являются фосфориты Центральных Кызылкумов. Отличительной особенностью фосфоритов Центральных Кызылкумов является их высокая степень карбонатности и трудность разделения фосфатных минералов от кальцита из-за тесного и глубокого прорастания кальцита с фторапатитом [1].

Результаты химического обогащения небогатых фосфоритов Центральных Кызылкумов с использованием соляной, азотной кислот, азотнокислотной вытяжкой фосфатного сырья не нашли промышленного применения из-за трудности разделения жидкой и твердой фаз, обильного пенообразования, большого расхода минеральных кислот, больших объемов перерабатываемого фосфатного сырья и образующихся слабых растворов обогащения и потерь фосфора при обогащении. [2-4]. Поэтому, наиболее подходящим способом обогащения фосфоритов оказался термический [5-7]. В результате процесса обжига содержания  $P_2O_5$  фосконцентрата повышается до 26-28%, за счет декарбонизаций кальцита в составе фосконцентрата, содержание свободной окиси кальция достигает до 17% и кальциевый модуль сохраняется на уровне 1,9-2,1. Это в свою очередь приводит к перерасходу серной кислоты, выделению большого количества тепловой энергии и образова-

нию агломератов полугидрата сульфата кальция, забивающих экстрактор, повышению коррозионной активности фосфорной кислоты [8].

Поэтому ниши исследования были направлены на обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов экстракционной фосфорной кислотой и переработку растворов обогащения [9].

Исследования по обогащению МОФК экстракционной фосфорной кислотой и получению растворов обогащения проводили на лабораторной установке, состоящей из реакционной колбы, электромеханической мешалки, обратного холодильника, термометра и водяного термостата. Для этого в реакционной сосуд заливали расчетное количество азотной кислоты, выдерживали в термостате с работающей мешалкой в течение 15 минут при температуре 25 °С и затем вносили навеску МОФК и при перемешивании выдерживали в течении заданного времени. Затем содержимое реакционной колбы фильтровали, промывали и высушивали при температуре 105 °С до постоянного веса. Жидкую и твердую фазы анализировали на содержание  $P_2O_5$ , CaO известными методами [10-12]. В качестве фосфатного сырья ЦК использовали МОФК состава (масс. %):  $P_2O_5$  – 26,20; CaO – 57,70; CaO: $P_2O_5$  – 2,202; MgO – 0,60;  $Fe_2O_3$  – 0,43;  $Al_2O_3$  – 0,60;  $SO_3$  – 3,78 и ЭФК, состава (масс.%):  $P_2O_5$  – 18,31;  $SO_3$  – 2,32;  $Fe_2O_3$  – 0,93;  $Al_2O_3$  – 1,36; CaO – 0,31; F – 1,25.

При обогащении МОФК, ЭФК при Т:Ж= 1:(5-8) содержание  $P_2O_5$  с 26,20% повышается до 28,15, содержание CaO снижается с 57,70% до 43,75% при этом кальциевый модуль снижается до 1,56 и потерь  $P_2O_5$  с растворами обогащения не наблюдается (табл. 1).

Таблица 1.

**Влияния Т:Ж на изменение кальциевого модуля МОФК при обогащении  
экстракционной фосфорной кислотой**

№	Т:Ж	Состав твердой фазы, масс. %		Состав жидкой фазы, масс. %		Кальциевый модуль
		CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1	1:3	46,45	31,15	4,18	16,30	1,4911
2	1:4	45,48	30,05	4,13	16,71	1,5135
3	1:5	43,93	28,15	3,92	17,91	1,5605
4	1:8	43,75	28,01	2,25	18,31	1,5620

Растворы обогащения содержат 2,25-3,92% CaO и 17,91-18,31% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Для переработке использовали растворы обогащения состава (масс.%) : CaO -3,92; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 17,91; SO<sub>3</sub> - 0,58, F – 0,73.

При аммонизации растворов обогащения газообразным аммиаком до pH 4,51 получен аммофос с содержанием 53,16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ., 52,74% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>усв., 49,60%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>водн. и 11,06% азота (табл. 2). Это указывает на возможность получения аммофоса высшего сорта из растворов обогащения мытого обожженного фосконцентраата экстракционной фосфорной кислотой.

Таблица 2.

**Составы аммофоса и аммофосфата, полученных из растворов обогащения**

Массовое соотношение РО:ФС	pH пульпы	Химический состав продукта, вес. %			
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> общ.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> усв.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> водн.	N
PO	4,51	53,16	52,74	49,60	11,06
20:1	4,37	50,85	50,35	43,00	10,40
10:1	3,60	48,68	47,82	36,67	7,84
6,67:1	3,72	48,09	46,75	34,37	6,64
5:1	3,79	47,05	44,67	29,35	5,93

Для получения фосфорсодержащего удобрения с более высоким содержанием солей кальция в растворы обогащения вводили небогащенное фосфатное сырье (НФС) до общего соотношения РО:ФС равного от 20:1 до 5:1, амонизировали до pH 3,5-4,0 и сушили в сушильном шкафу при температуре 105 °С. Результаты анализа химических составов продуктов приведены в таблице 3.

Из таблицы видно, что снижение отношения РО:ФС с 20:1 до 5:1 приводит к снижению содержания всех форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Если значения общего и усвояемого P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> имеют близкие значения, то содержание водной формы со снижением соотношения резко уменьшаются. Это говорит о том, что образующийся в результате разложения в растворе монокальцийфосфат и полуторные окислы образуют малорастворимые соединения. Так монокальцийфосфат частично переходит в дикальцийфосфат.

Проведенные исследования по переработке растворов обогащения на аммофосфат показывают

возможность утилизации растворов фосфорнокислотного обогащения МОФК с получением фосфорного удобрения пролонгированного действия.

Увеличением нормы вводимого НФС или снижением массового соотношения РО:ФС можно получить удобрение двойной суперфосфат. В таблице 3 приведены составы двойного суперфосфата в зависимости от нормы раствора обогащения на образование монокальцийфосфата с учетом имеющегося кальция.

Как видно из таблицы увеличение нормы раствора обогащения на образование монокальцийфосфата приводит к некоторому повышению всех форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в удобрении. При этом содержание общей формы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> составляет 40,54-40,68%, усвояемой 39,36-39,90% и водной 31,87-35,02%. Отношение усвояемой формы к общей форме превышает 97,09%, а водной 78,62%.

Полученное удобрение является концентрированным, практически одинарным удобрением. По сравнению с аммофосом содержит в 3-4 раза меньше азота и его можно использовать под зяблевую вспашку.

Таблица 3.

## Влияние нормы раствора обогащения на химический состав двойного суперфосфата

Норма P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Химический состав, масс %					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> общ.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> усв.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> водн.	$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ водн.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$
95	3,21	40,54	39,36	31,87	97,09	78,62
100	3,45	40,58	39,48	32,91	97,29	81,10
110	3,78	40,62	39,69	33,95	97,71	83,50
120	4,02	40,68	39,90	35,02	98,08	86,09

Таким образом, проведенные исследования показали возможность переработки фосфорнокислотных растворов обогащения на концентрированные фосфорные удобрения. Путем аммонизации растворов обогащения можно получить аммофос высшего

сорта из фосфоритов Центральных Кызылкумов, путем введения в растворы обогащения фосфатного сырья в зависимости от его количества можно получить аммофосфат или двойной суперфосфат.

## Список литературы:

1. Кузовлев А.К., Мальцева И.И., Пугач А.Н. Технология обогащения зернисто-детритовых фосфатных руд Джеройского и Сардаринского месторождений // В кн.: Технология обогащения полезных ископаемых Средней Азии. – Ташкент: Изд-во САИГИМСа, 1981. – С. 73-82.
2. Мадалиева С.Х. Разработка технологии химического обогащения высококарбонизированных фосфоритов азотнокислотными растворами нитратов кальция и магния. Атореф. Дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1984. – 22 с.
3. Пягай А.Г., Беглов Б.М., Ким-Лин-Зу В.А., Борухов И.А. Обогащение высококарбонизированных фосфоритов азотнокислотной вытяжкой // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 1990. – № 3. – С. 5-7.
4. А.С. 1643512. Способ обогащения высококарбонизированных фосфоритов / Пягай А.Г., Беглов Б.М., Ким-Лин-Зу В.А., Борухов И.А. // Б.И. – 1991. – № 15.
5. Штеер В.К. Поэтапное освоение месторождения фосфоритов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2009. – №2. – С. 10-13.
6. Кучерский Н.И., Толстов Е.А., Михин О.А., Мазуркевич А.П., Иноземцев С.Б., Смирнов Ю.М., Соколов В.Д. Промышленное освоение Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов в Узбекистане // Открытые горные работы. – Москва, 2000. – № 4. – С. 62-67.
7. Кучерский Н.И., Толстов Е.А., Михин О.А., Мазуркевич А.П., Иноземцев С.Б., Соколов В.Д., Смирнов Ю.М. Комбинированная технология обогащения зернистых фосфоритов // Горная промышленность. – Москва, 2001. – № 4. – С. 48-51.
8. Волынскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Снижение негативного влияния свободного оксида кальция в термоконцентрате Центральных Кызылкумов при производстве экстракционной фосфорной кислоты // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. – 23-24 октября, 2007. – Ташкент, 2007. – С. 183-184.
9. Насридинов А.У., Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами фосфорной кислоты. Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. – № 3. – С. 62-65.
10. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошеревич Р.И., Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. –М: Госхимиздат, 1982. 352 с.
11. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов // М.М. Винник, Л.Н. Урбанов и др. –М.: Химия. 1975. 218 с.
12. Шварценбах Х.Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия. 1970. 360 с.