



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ТРИКАЛЬЦИЙФОСФАТА СМЕСЬЮ ТЕРМИЧЕСКОЙ ФОСФОРНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ

¹Шамшидинов Исраилжон Тургунович

Доктор технический наук,

профессор, Наманганский инженерно-строительный институт.

E-mail: israiljon2010@mail.ru

Тел: +998981501661

²Арисланов Акмалжон Сайиббаевич

PhD, доцент, Наманганский инженерно-технологический институт.

E-mail: arislanov2019@gmail.com. Тел: +998941591060

³Абдуллаев Ганишер Махмуджон угли

9 бу-20, студент 3-курса,

Наманганский инженерно-технологический институт.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7445427>

ARTICLE INFO

Received: 06th December 2022

Accepted: 15th December 2022

Online: 16th December 2022

KEY WORDS

Узбекистан,
трикальцийфосфат,
разложения
трикальцийфосфата,
термическая фосфорная
кислота, серная кислота,
агрохимический комплекс,
макроэлемент, азот,
фосфор, калий, кальций,
магний, сера, коэффициент
разложения, Степень
извлечения SO_3 в водный
раствор, водорастворимую
форму, нитрат аммония,
реологические свойства.

ABSTRACT

В статье исследование процесса разложения трикальцийфосфата смесью термической фосфорной кислоты с частичной заменой фосфорной на серную в присутствии нитрата аммония и их совместном присутствии, изучению процесса конверсии сульфата кальция в сульфат аммония.

В Узбекистане, в качестве концентрированных фосфорных удобрений, в настоящее время, в основном, используют аммофос, получаемый из фосфоритов Центральных Кызылкумов. В результате использования аммофоса ежегодно уменьшается количество

вносимых в почву растворимых и усвояемых растениями соединений кальция, магния и серы, что в свою очередь приводит к дефициту этих элементов в организме животных и растений.

В этом аспекте важной задачей является обоснование научно-технических



решений по разработке технологий одинарных и концентрированных фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов.

Для теоретического обоснования переработки фосфоритов на одинарные фосфорные удобрения фосфорной кислотой, с частичной заменой P_2O_5 фосфорной кислоты на серную кислоту, проведены исследования по разложению трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой с содержанием 20% P_2O_5 с заменой 10, 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту при суммарной стехиометрической норме кислот, при температуре $80^\circ C$ и продолжительности процесса 2 часа.

Исследование процесса разложения трикальцийфосфата проводили также с более концентрированной термической фосфорной кислотой, и заменой 10, 20 и 30% P_2O_5 на H_2SO_4 с концентрацией 91,8% на лабораторной установке в периодических условиях. Для этого в термостатируемый реактор, снабженный лопастной мешалкой, вносили определенное количество фосфорной кислоты и после достижения заданной температуры дозировали расчетное количество трикальцийфосфата.

Через определенный промежуток времени производили отбор проб пульпы на анализ для определения содержания различных форм P_2O_5 , CaO , SO_3 и расчета коэффициента разложения трикальцийфосфата, коэффициентов извлечения CaO и SO_3 в жидкую фазу.

Для выявления роли серной кислоты при частичной замене P_2O_5 термическая фосфорная кислоты на

серную кислоту изучено разложение трикальцийфосфата смесью кислот при замене 10, 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту.

Химический анализ пульпы на содержание основных компонентов показал, что при разложении трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой с исходной концентрацией 18,25% P_2O_5 и содержащей 1,14% SO_3 содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ составляет 23,25%, $P_2O_{5\text{усв}}$ 21,69 %, $P_2O_{5\text{в.р}}$ 19,83 %. С увеличением количества замены P_2O_5 на серную кислоту содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ в прордукте снижается до 21,83% и 20,39%, соответственно, при замене 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту. Коэффициент разложения трикальцийфосфата повышается с 81,21% до 87,50% и 94,58%.

При использовании более концентрированной фосфорной кислоты содержание общей формы SO_3 составляет 1,28-4,85% и водной 0,52-1,16%. Коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу, с увеличением доли H_2SO_4 , снижается и составляет 39,79-24,13% при замене 10% P_2O_5 на H_2SO_4 , 40,63-23,80% при замене 20% и 41,14-23,92% при замене 30%. Это указывает на то, что с повышением содержания H_2SO_4 в фосфорной кислоте доля водорастворимой формы SO_3 в пульпе снижается.

В таблице 1 приведены результаты влияния процесса сушки продуктов разложения трикальцийфосфата 20% термической фосфорной кислотой при замене 10%, 20% и 30% P_2O_5 на серную кислоту.



Таблица 1.

Влияние частичной замены фосфорной кислоты серной кислотой на химический состав продукта

№	Показатели	Содержание компонентов, масс. %								
		при замене H ₃ PO ₄ на H ₂ SO ₄ , %								
		10	20	30	10	20	30	10	20	30
1.	Исходная концен-трация P ₂ O ₅ в ЭФК, %	18,25	16,45	14,6 0	27,38	24,68	21,90	36,50	32,90	29,20
2.	Исходная концен-трация SO ₃ в ЭФК, %	1,14	2,32	3,53	1,71	3,48	5,30	2,28	4,64	7,06
3.	Содержание в продукте:									
	P ₂ O ₅ (общ.), %	53,44	50,36	48,5 1	53,00	50,14	50,07	53,14	49,86	48,02
	P ₂ O ₅ (усв.), %	50,22	48,37	47,6 6	50,53	48,08	48,61	52,26	49,46	47,92
	P ₂ O ₅ (в.р.), %	46,12	44,89	44,2 6	45,17	45,15	46,19	47,42	46,19	45,09
	SO ₃ (общ.), %	2,14	4,36	6,80	2,20	4,35	6,73	2,13	4,32	6,77
	SO ₃ (в.р.), %	0,86	1,42	1,82	0,94	1,42	1,67	0,90	1,36	1,75
	CaO (общ.), %	22,57	22,93	24,0 0	22,40	22,81	24,69	22,45	22,69	23,67
	CaO (общ.), %	6,62	6,24	5,58	6,78	6,48	5,38	6,99	6,02	5,28
	влага, %	1,08	2,18	0,77	1,83	2,64	2,41	1,69	3,18	1,77
4.	(P ₂ O ₅ _{усв.} :P ₂ O ₅ _{общ.})× 100, %	93,97	96,05	98,2 5	95,34	95,89	97,08	98,35	99,20	99,80
5.	(P ₂ O ₅ _{в.р.} :P ₂ O ₅ _{общ.})× 100, %	86,30	89,13	91,2 4	85,23	90,05	92,25	89,25	92,64	93,90
6.	K _p по P ₂ O ₅ _{усв.} , %	83,12	89,74	96,4 2	86,95	89,32	94,03	95,38	97,92	99,51
7.	K _{извл.} по CaO в водном растворе, %	29,33	27,21	23,2 5	30,27	28,41	21,79	31,13	26,53	22,31
8.	Степень извлечения SO ₃ в водный раствор, %	40,19	32,57	26,7 6	42,73	32,64	24,81	42,25	31,48	25,85

Использование более концентрированной фосфорной кислоты с заменой 10, 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту позволяет получить продукт с более высокой степенью разложения.

Наиболее высокие результаты коэффициента разложения получены при выпарке фосфорной кислоты до

содержания 32,90% P_2O_5 и 4,64% SO_3 , а также до 29,20% P_2O_5 и 7,06% SO_3 , соответственно, 97,92% и 99,51 %.

В работах К.Гафурова, И.Т.Шамшидинова показана возможность выпаривания ЭФК из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов до содержания 40-45% P_2O_5 и получения кислоты с



приемлемыми физико- химическими характеристиками путем введения в исходную кислоту нитрата аммония.

Введение в состав ЭФК нитрата аммония не только улучшает реологические свойства упаренных кислот, но и способствует активации фосфорной кислоты, что отражается на интенсификации процесса разложения фосфатного сырья. Принимая это во внимание, изучено влияние частичной замены P_2O_5 термической фосфорной кислоты, содержащей 1% нитрата аммония, на серную кислоту. Условия проведения те же, что и при отсутствии нитрата аммония.

Введения в исходную фосфорную кислоту с содержанием 20% P_2O_5 1% нитрата аммония и замена 10% P_2O_5 на серную кислоту приводит к снижению P_2O_5 до 18,07%, в которой содержится 1,13% SO_3 .

Химический анализ пульпы на содержание основных компонентов показал, что при разложении трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой с исходной

концентрацией 18,07% P_2O_5 и содержащей 1,13% SO_3 содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ составляет 23,06%, $P_2O_{5\text{усв}}$ 21,75 %, $P_2O_{5\text{в.р}}$ 20,04 %.

С увеличением количества замены P_2O_5 на серную кислоту содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ снижается до 21,66% и 20,22%, соответственно, при замене 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту. Коэффициент разложения трикальцийфосфата повышается с 84,10% до 88,83 % и 95,85%.

С повышением содержание H_2SO_4 в фосфорной кислоте доля водорастворимой формы SO_3 в пульпе снижается.

В таблице 2 приведены результаты влияние процесса сушки продуктов разложения трикальцийфосфата 20% термической фосфорной кислотой при замене 10%, 20% и 30% P_2O_5 на серную кислоту.

Из таблицы видно, коэффициент разложения составляет 85,72%, 89,87 % и 96,10% при замене 10%, 20% и 30% P_2O_5 на серную кислоту.

Таблица 2.

Влияние частичной замены фосфорной кислоты, содержащей нитрат аммония, серной на химический состав продукта

№	Показатели	Содержание компонентов, масс. %								
		при замене H_3PO_4 на H_2SO_4 , %								
		10	20	30	10	20	30	10	20	30
1.	Исходная концентрация P_2O_5 в ЭФК, %	18,07	16,29	14,45	27,11	24,44	21,68	36,14	32,57	28,91
2.	Исходная концентрация SO_3 в ЭФК, %	1,13	2,30	3,50	1,69	3,45	5,25	2,26	4,59	6,99
3.	Содержание в пульпе:									
	P_2O_5 (общ.), %	52,15	49,21	47,06	52,27	49,35	46,83	52,76	49,91	47,92
	P_2O_5 (усв.), %	49,4	47,2	46,16	50,07	47,79	46,01	52,3	49,6	47,8



		9	9					6	6	0
	P ₂ O ₅ (в.р.), %	45,4 2	44,2 6	43,41	45,99	45,03	43,19	48,0 4	46,6 3	46,0 7
	SO ₃ (общ.), %	2,10	4,27	6,66	2,09	4,29	6,61	2,12	4,32	6,76
	SO ₃ (в.р.), %	0,94	1,52	1,95	0,91	1,57	1,90	0,94	1,58	1,94
	CaO (общ.), %	22,0 3	22,4 0	23,20	22,07	22,45	23,10	22,3 0	23,7 3	23,6 3
	CaO (в.р.), %	7,20	6,77	6,10	7,23	6,94	5,31	7,42	6,76	5,72
	влага, %	1,57	2,58	1,79	1,95	2,94	2,91	1,37	2,15	0,98
4.	(P ₂ O ₅ _{усл.} :P ₂ O ₅ _{общ.})×100, %	94,9 0	96,1 0	98,09	95,79	96,84	98,25	99,2 4	99,5 0	99,7 5
5.	(P ₂ O ₅ _{в.р.} :P ₂ O ₅ общ.)×100,	87,1 1	89,9 4	92,24	87,99	91,25	92,23	91,0 5	93,4 3	96,1 4
6.	K _p по P ₂ O ₅ _{усл.} , %	85,7 2	89,8 7	96,10	88,21	91,79	96,42	97,8 7	98,8 0	99,4 5
7.	K _{извл.} по CaO в водном растворе, %	32,6 8	30,2 2	26,29	32,76	30,91	22,99	33,2 7	28,5 0	24,2 1
8.	Степень извлечения SO ₃ в водный раствор, %	44,7 6	35,6 0	29,28	43,54	36,60	28,74	44,3 4	36,5 7	28,7 0

Использование более концентрированной фосфорной кислоты с заменой 10,20 и 30% P₂O₅ на серную кислоту позволяет получить продукт с более высокой степенью разложения. При увеличении доли серной кислоты до 20% степень разложения повышается до 91,79% и до 96,42% при замене 30% P₂O₅ на серную кислоту. Наиболее высокие результаты коэффициента разложения получены при выпарке фосфорной кислоты до содержания 32,57% P₂O₅ и 4,59% SO₃, а также до 28,91% P₂O₅ и 6,99% SO₃, соответственно, 98,80% и 99,45 %.

Использование более концентрированной фосфорной кислоты с заменой 10, 20 и 30% P₂O₅ на серную кислоту позволяет получить продукт с более высокой степенью разложения. Наиболее высокие результаты коэффициента разложения получены при выпарке фосфорной

кислоты до содержания 32,90% P₂O₅ и 4,64% SO₃, а также до 29,20% P₂O₅ и 7,06% SO₃, соответственно, 97,92% и 99,51 %.

Разложения трикальцийфосфата термической кислотой, содержащей 1% нитрата аммония, и замене 10%, 20% и 30% P₂O₅ на серную кислоту. Наиболее высокие результаты коэффициента разложения получены при выпарке фосфорной кислоты до содержания 32,57% P₂O₅ и 4,59% SO₃, а также до 28,91% P₂O₅ и 6,99% SO₃, соответственно, 98,80% и 99,45 %.

Использование более концентрированной фосфорной кислоты с заменой 10, 20 и 30% P₂O₅ на серную кислоту позволяет получить продукт с более высокой степенью разложения. Наилучшие показатели степени перехода SO₃ в водорастворимую форму наблюдаются



при использовании смеси кислот, содержащих нитрат аммония.

References:

1. Арисланов А.С. Разработка технологии получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов: Дисс. ... канд. техн. наук. – Наманган- 2022. – 127с.
2. Гафуров К., Шамшидинов И.Т., Арисланов А.С. Сернокислотная переработка высокомагнезиальных фосфатов и получение NPS-удобрений на их основе // Монография. – Наманган: Издательство «Истеъдод зиё пресс», 2020. – 136 с.
3. Гафуров К., Шамшидинов И. Т., Арисланов А. С. Сернокислотная переработка фосфоритов Каратау и сложных удобрений на их основе. Монография. 2020 г Издательство LAMBERT Academic Publishing. – 132 с.
4. Israiljon Shamshidinov, Akmaljon Arislanov, Rikhsitilla Nazhmiddinov, Oybek Isomiddinov. Study of the process of decomposition of tricalcium phosphate by phosphoric acid with partial replacement of P_2O_5 by sulfuric acid in the presence of ammonium nitrate. NEUROQUANTOLOGY | OCTOBER 2022 | VOLUME 20 | ISSUE 12 | PAGE 3345-3352 | DOI: 10.14704/NQ.2022.20.12.NQ77343 P.3345-3352