

The Effect Of The Sulfuric Acid Dosage On The Degree Of Phosphorus Recovery In The Production Of Phosphoric Acid From Ordinary Phosphorite Flour By The Clinker Process

Alisher Avazjonovich Nodirov

PhD, Academic Lyceum No. 2,

Tashkent State Medical University

Оддий Фосфорит Унидан Клинкер Усулида Фосфат Кислота Олишда Сульфат Кислота Меъёрининг Фосфорни Ажратиб Олиш Даражасига Таъсири

Ҳозирги пайтда фосфат кислота икки хил усулда ишлаб чиқарилмоқда. Биринчи усул фосфат хом ашёларидаги фосфорни қайтариб, фосфор ҳолига келтирилади, олинган фосфор оксидланиб фосфат ангидридга айлантирилади ва ҳосил бўлган фосфат ангидрид сувга юттирилади. Фосфат кислота ишлаб чиқаришнинг ушбу усули куруқ (электропечли) усул ва олинган фосфат кислота термик фосфат кислота (ТФК) деб аталади. Фосфат кислота ишлаб чиқаришнинг иккинчи усули бу фосфат хом ашёларини кучли минерал кислоталар (нитрат, хлорид ва сульфат кислоталар) ёрдамида қайта ишлаб уни ажратиб олишдир. Бундай усул ҳўл (экстракцион) усул ва олинган фосфат кислота экстракцион фосфат кислота (ЭФК) деб аталади.

Ҳозирги вақтда ЭФК ишлаб чиқаришнинг иккита усули мавжуд бўлиб, улар фосфат хом ашёларини аввал ЭФК билан парчалаб кейин сульфат кислотали экстракция қилиш (ҳўл усул) ва фосфат хом ашёни аввал 93-98%-ли сульфат кислота билан таъсирлаштириб кейин ундан фосфат кислотани сув билан ажратиб олишдир (клинкер усул).

Биринчи усул, яъни ҳўл усул дунё бўйлаб жуда кенг тарқалган. Деярли фосфат хом ашёси бор мамлакатларда ушбу усул қўлланилади. Ушбу жараёнларда кальций сульфат чўкма сифатида ҳосил бўлади ва у асосий суспензиядан ажратилади. Ҳарорат ҳамда эритмадаги P_2O_5 ва SO_4^{2-} ларнинг миқдорларига қараб, кальций сульфат дигидрат ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), ярим гидрат ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) ва ангидрид ($CaSO_4$) кўринишида ҳосил бўлади. ЭФК ишлаб чиқаришнинг асосий усули бизнинг мамлакатда ҳам ва бошқа мамлакатларда ҳам нисбатан оддий ва ишончли бўлган асосий усули бу дигидратли усулдир.

Ҳозирда бутун дунёда ЭФК ишлаб чиқаришнинг клинкер усули, яъни иккинчи усул амалда қўлланилмайди. Лекин шундай бўлсада, бу усул ҳам чет мамлакатларда ўрганилган. Айниқса АҚШ олимлари томонидан келтирилган ихтиро диққатга сазовордир. Бунда фосфат хом ашёси 98%-ли сульфат кислотаси билан аралаштирилади ва донадорланади, доналарни фтордан тозалаш мақсадида 200-240°C ёки 350-400°C да қиздирилади ва ҳосил бўлган аралашмадан фосфат кислота сув ёрдамида ажратиб олинади. Ушбу усулда ЭФК олишни бир қатор афзалликлари мавжуд: ЭФК таркибидаги P_2O_5 ни концентрациясини юқорилиги ва ундаги фтор миқдорини камлиги.

Ҳозирги вақтда мамлакатимиз олимлари томонидан фосфат хом ашёларидан бундай усулда ЭФК олиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмаган. Аммо сўнгги пайтда биз томонимиздан паст навли юқори карбонатли Марказий Қизилқум (МҚ) фосфоритларидан ЭФК олишнинг клинкер усули бўйича дастлабки илмий тадқиқотлар ишлари олиб борилган [3]. Ушбу тадқиқот ишида Марказий Қизилқум (МҚ) фосфорити бўлган оддий фосфорит унидан (ОФУ) клинкер усулда экстракцион фосфат кислота олиш ва унинг сифат кўрсаткичларига ОФУни парчаланиш вақти давомийлигини таъсири, ҳамда

фосфат кислотагипсли пульпадан сув ва фосфат кислота эритмаси орқали ЭФКни ажратиб олиш жараёнлари ўрганилган. Келтирилган парчаланиш вақтларида таркибида 8,19-9,37% P_2O_5 тутган ЭФК (сув билан ажратиб олинганда) ва 16,57-17,39% P_2O_5 тутган ЭФК (10% ли ЭФК билан ажратиб олинганда) ҳосил бўлиши кўрсатилган. Сув ва ЭФК билан ажратиб олишда фосфаткислота гипсли пульпаларнинг филтрланиш тезликлари ўрганилган.

Ушбу мақолада эса ЭФК нинг сифат кўрсаткичларига сульфат кислота меъёрлари ва концентрацияларини таъсири ўрганилган. Тажрибалар учун оддий фосфорит унидан (ОФУ) дан фойдаланилди. Унинг кимёвий таркиби ва тажрибаларни бажариш тартибида батафсил келтирилган. Сульфат кислота меъёрлари: 95, 100, 103, 105 ва 110% (Фосфорит хом ашёсидаги СаО га нисбатан) деб олинди. Сульфат кислота концентрацияси-93%. Парчаланиш вақти 30 дақиқа. Ҳосил бўлган клинкердан фосфат кислота қайноқ (80-90°C) сув билан ФХА: $H_2O=1,0:2,5$ нисбатда 5-10 дақиқа давомида аралаштирилди ва вакуум остида филтрлаб ажратиб олинди. ОФУ ни юқори концентрацияли сульфат кислота билан парчаланиши туфайли катта ҳажмдаги кўпиклар ҳосил бўлиши кузатилмади. ОФУ ни парчаланиш коэффициенти ($K_{парч.}$), P_2O_5 ни эритмага ажралиш коэффициенти ($K_{ажрал.}$) ва фосфат кислотали гипсли пульпаларни (бўтқа) филтрланиш тезликлари ҳисобланди. Олинган ЭФК ва фосфогипсдаги асосий моддалар аниқ бўлган усулларда таҳлил қилинди. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган. Ушбу келтирилган натижалардан кўриниб турибдики, сульфат кислота меъёрини 95 дан 110% гача ортиши билан олинган ЭФК таркибидаги P_2O_5 нинг миқдори 8,46 дан 9,22% гача ортиши, СаО нинг миқдори 1,19 дан 1,15% гача камайиши ва SO_3 нинг миқдори эса 3,05 дан 4,25% гача ортиши кузатилади. Қуруқ фосфогипсдаги $P_2O_{5умум.}$ ва $P_{2O_{5сув.}}$ нинг миқдорлари мос равишда 3,08 дан 2,47% гача ва 0,49 дан 0,20% гача камайиши кузатилади. СаО ва SO_3 ларнинг миқдорлари эса мос равишда 29,61 дан 30,01% гача ва 40,19 дан 40,46% гача ортиши кузатилади. Худди шу меъёрларда $K_{парч.}$ ва $K_{ажр.}$ мос равишда 90,15 дан 94,02% гача ва 88,52 дан 92,18% гача ортади. Бунда филтрланиш тезлиги нам фосфогипс бўйича 859 дан 981 $кг/м^2 \cdot с$ гача бўлган ораликда ётади.

1-жадвал. Олинган ЭФК ва фосфогипснинг асосий кимёвий таркиби кислота меъёрини таъсири.

Моддаларни миқдори, %							K _{парч.} , %	K _{ажрал.} , %	Филтрланиш тезлиги, кг/м ² с
ЭФК			Қуруқ фосфогипс						
P ₂ O ₅	Ca O	SO ₃	P ₂ O ₅ _{ум.}	P ₂ O ₅ _{св.}	CaO	SO ₃			
H ₂ SO ₄ меъёри- 95 %									
8,46	1,19	3,05	3,08	0,49	29,61	40,19	90,15	88,52	859
H ₂ SO ₄ меъёри- 100 %									
8,78	1,18	3,21	2,89	0,35	29,72	40,26	91,36	89,64	885
H ₂ SO ₄ меъёри- 103 %									
9,21	1,17	3,39	2,58	0,24	29,84	40,35	93,73	91,70	948
H ₂ SO ₄ меъёри- 105 %									
9,29	1,17	3,87	2,52	0,21	29,95	40,42	93,89	92,05	969
H ₂ SO ₄ меъёри- 110%									

9,2 2	1,1 5	4,2 5	2,47	0,20	30,0 1	40,4 6	94,0 2	92,18	981
----------	----------	----------	------	------	-----------	-----------	-----------	-------	-----

Келтирилган жадвал натижаларидан яна шу нарса кўринадики, сульфат кислота меъёрлари 103, 105 ва 110% бўлганда олинадиган ЭФК ва қуруқ фосфогипсларнинг асосий кимёвий таркиблари бир-бирига жуда яқин. Бу ҳолат шундан далолат берадики, сульфат кислотани мақбул меъёрини 103-110% деб олиш мумкин, аммо сульфат кислота миқдорини тежаш нуқтаи-назаридан қараладиган бўлса ушбу миқдорларни 103-105% деб олиш мумкин. Кейинги тажрибаларда юқоридаги кўрсаткичларга сульфат кислота концентрацияларини таъсири ўрганилди. Бунда кислота концентрациялари эса 70, 75, 80, 85, 90 ва 93%, меъёри 103% га тенг. Тажрибаларни бажариш тартиби юқоридагилар билан бир хил. Олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал. Олинган ЭФК ва фосфогипснинг асосий кимёвий таркибига кислота концентрациясини таъсири.

Моддаларни миқдори, %							К _{парч.} , %	К _{ажрал.} , %	Фильтрланиш тезлиги, кг/м ² с
ЭФК			Қуруқ фосфогипс						
P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	P ₂ O ₅ _{ум.}	P ₂ O ₅ _{ув.}	CaO	SO ₃			
H ₂ SO ₄ концентрацияси- 70 %									
8,0 2	1,0 3	3,1 2	2,40	0,12	29,4 8	40,51	92,31	90,34	1095
H ₂ SO ₄ концентрацияси- 75 %									
8,2 5	1,0 7	3,1 6	2,45	0,14	29,5 2	40,48	92,76	90,45	1064
H ₂ SO ₄ концентрацияси- 80 %									
8,4 1	1,1 0	3,2 1	2,49	0,16	29,5 7	40,45	93,20	90,84	1011
H ₂ SO ₄ концентрацияси - 85 %									
8,7 5	1,1 3	3,2 9	2,53	0,19	29,6 5	40,42	93,38	91,23	985
H ₂ SO ₄ концентрацияси - 90 %									
9,1 2	1,1 5	3,3 5	2,56	0,22	29,7 3	40,38	93,61	91,62	964
H ₂ SO ₄ концентрацияси - 93 %									
9,2 1	1,1 7	3,3 9	2,58	0,24	29,8 4	40,35	93,73	91,70	948

Жадвалда келтирилган натижалардан кўриниб турибдики, сульфат кислота концентрацияси 70 дан 93% гача кўтаришганда олинган ЭФК таркибидagi P₂O₅ нинг миқдори 8,02 дан 9,21% гача ортиши, CaO нинг миқдори 1,03 дан 1,17% гача кўтарилиши ва SO₃ нинг миқдори эса 3,12 дан 3,39% гача ортиши кузатилади. Қуруқ фосфогипсдаги P₂O₅ум. ва P₂O₅ув. нинг миқдорлари мос равишда 2,40 дан 2,58% гача ва 0,12 дан 0,24% гача ортиши кузатилади. CaO ва SO₃ ларнинг миқдорлари эса мос равишда 29,48 дан 29,84% гача ортиши ва 40,51 дан 40,35% гача камайиши кузатилади. Худди шу меъёрларда K_{парч.} ва K_{ажр.} мос равишда 92,31 дан 93,73% гача ва 90,34 дан 91,70% гача ортади. Бунда фильтрланиш тезлиги нам фосфогипс бўйича 1095 дан 948 кг/м²·с гача бўлган ораликда ётади. Албатта бунда фильтрланиш тезлигини сезиларли даражада камайиши содир бўлади. Жадвал натижаларидан яна шу нарса маълум бўладики, сульфат кислота концентрациялари 90 ва 93% бўлганда олинадиган ЭФК ва қуруқ

фосфогипсларнинг асосий кимёвий таркиблари бир-бирига жуда яқин. Демак, бунда сульфат кислотани мақбул концентрацияларини 90 ва 93% деб олиш мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Zakirova S. E., Najmiddinov R., Nodirov A. A. Phosphate From Raw Materials Extraction To Obtain Phosphoric Acid //International Conference on Global Trends and Innovations in Multidisciplinary Research.–2025.–Т.1.–№.4.–С.63-64.
2. Rejabboyev Q. A., Doliyev G. A., Nodirov A. A. Metals Extension Using Local Raw Materials With Liquid Surkov Composite //TLEP–International Journal of Multidiscipline. – 2025. – Т. 2. – №. 4. – С. 287-290.
3. Nodirov A. A., Nozimov E. S., Azimjonov S. Extraction Phosphoric Acid From Washed Calcined Phosphorite Concentrate //TLEP–International Journal of Multidiscipline. – 2025. – Т. 2. – №. 4. – С. 284-286.
4. Elbekovich S. B. et al. Ekstraksion fosfat kislota olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli //Euro-Asia Conferences. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 516-518.
5. B.E. Sultonov, E.S.Nozimov, D.S. Kholmatov. Recycling of local phosphate waste-mineralized mass into activated phgosphorus fertilizers // Chemical Science International Journal, Volume 32, Issue 6, page 108-114, 2023; Article no. CSIJ.110442.
6. Nozimov, E., Sultanov, B., Kholmatov, D., Sherkuziev, D., & Nodirov, A. (2024). Phosphorus fertilizer technology activated from phosphorus powder and mineralized mass. Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology, 9(2), 129-134.
7. Nodirov, A. A., Sultonov, B. E., Sherkuziyev, D. S., & Abdulxayev, A. A. (2025, July). Research of the composition of phosphogypsum produced during the extracting of phosphoric acid from mineralized mass by the clinker method. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3304, No. 1, p. 040021). AIP Publishing LLC.
8. Nodirov, A. A., Sultonov, B. E., Abdullajanov, O. A., & Kholmatov, D. S. (2021). The clinker method of extracting phosphoric acid from Central Kyzylkum phosphorites. Scientific Bulletin of NamSU, 7, 69-75.
9. Sultonov B. E., Nodirov A. A., Xolmatov D. S. Research of the Composition of Phosphogypsum Produced During the Extracting of Phosphoric Acid from Ordinary Phosphorite Powder by the Clinker Method //Chemical Science International Journal. – 2023. – Т. 32. – №. 2. – С. 51-58.
10. Avazovich Nodirov Alisher, Sultonov Bohodir Elbekovich, and Holmatov Dilshod Sattorjonovich. "The main chemical composition of phosphogypsum. formed at the obtaining of extraction phosphoric acid by clinker method." International scientific review LXXXIX (2023): 6-8.
11. Нодиров, А. А., Султонов, Б. Э., & Холматов, Д. С. (2022). Влияние нормы и концентрации серной кислоты на параметры экстракционной фосфорной кислоты, полученных клинкерным способом из мытого обожженного фосфоритового концентрата. Universum: технические науки, (3-5 (96)), 38-43.
12. Nodirov A. A. et al. Research of the composition of phosphogypsum produced during the extracting of phosphoric acid from mineralized mass by the clinker method //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2025. – Т. 3304. – №. 1. – С. 040021.
13. Sadikjanovich N. E., Atxamjon o'g'li A. S., Avazovich N. A. Minerallashgan massa va fosforit kukunidan faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish jarayonlari //Partner conferences of the International Scientific Journal Research Focus. – 2025. – Т. 1. – №. 1. – С. 179-182.