

МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИ АСОСИДАГИ ЭКСТРАКЦИОН ФОСФАТ КИСЛОТАДАН ЮҚОРИ СИФАТЛИ АММОНИЙ ФОСФАТЛАРИ ОЛИШ

Нажмиддинов Р.Ю.

НамМҚИ докторанти

Шамшидинов И.Т.

НамМҚИ профессори, DSc

Қодирова Г.Қ.

НамМҚИ доценти, PhD

Нишонов А.А.

НамМҚИ магистранти

Сайфиддинов О.О.

НамМҚИ талабаси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6930948>

Аннотация. Ушбу тадқиқот ишида фосфат кислотани экстракциялаш жараёнида қисман тозалаш йўли билан сувда тўла эрийдиган юқори сифатли аммоний фосфатлари олиш жараёнлари бўйича маълумотлар келтирилган. Натижада бир вақтнинг ўзида фтор миқдорини 0,8-1% гача камайтирган ҳолда таркибида ~52% P_2O_5 ва ~12% N бўлган маҳсулотлар олинган. Олинган маҳсулотлар сувда тўла эрийдиган азот-фосфорли мураккаб ўғитлар ҳисобланиб, томчилаб сугориши ва гидропоника йўли билан қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини етиштиришида ишлатилади.

Калит сўзлар: фосфат кислота, экстракцион фосфат кислота, ўғит, минерал ўғит, фторсизланган ўғит, комплекс ўғит, азот-фосфорли ўғит, аммоний фосфатлари, моноаммонийфосфат, диаммонийфосфат.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ФОСФАТОВ АММОНИЯ ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Аннотация. В настоящей работе представлены данные по изучению процессов получения высококачественных водорастворимых фосфатов аммония путем частичной очистки фосфорной кислоты при экстракции и полной очистки при аммонизации экстракционной фосфорной кислоты. В результате были получены продукты, содержащие ~52% P_2O_5 и ~12% N, при одновременном снижении содержания фтора до 0,8-1,0%. Полученные продукты являются полностью водорастворимыми азотно-фосфорными удобрениями и используются в качестве удобрений для выращивания сельскохозяйственных культур методом капельного орошения и гидропоники.

Ключевые слова: фосфорная кислота, экстракционная фосфорная кислота, удобрения, минеральные удобрения, обесфторенные удобрения, комплексные удобрения, азотно-фосфорные удобрения, фосфатов аммония, моноаммонийфосфат, диаммонийфосфат.

OBTAINING OF AMMONIUM PHOSPHATES HIGH-QUALITY FROM EXTRACTIVE PHOSPHORIC ACID ON THE BASIS OF CENTRAL KYZYKUM PHOSPHORITES

Abstract. This paper presents data on the study of the processes of obtaining high-quality water-soluble ammonium phosphates by partial purification of phosphoric acid during

extraction and complete purification during ammonization of wet-process phosphoric acid. As a result, products containing ~52% P₂O₅ and ~12% N were obtained, while reducing the fluorine content to 0.8-1.0%. The resulting products are completely water-soluble nitrogen-phosphorus fertilizers and are used as fertilizers for growing crops by drip irrigation and hydroponics.

Keywords: *phosphoric acid, wet-process phosphoric acid, fertilizers, mineral fertilizers, defluorinated fertilizers, complex fertilizers, nitrogen-phosphorus fertilizers, ammonium phosphate, monoammonium phosphate, diammonium phosphate.*

КИРИШ

Дунёда фосфатли хомашёларга бўлган талаб йилига 190 млн тонна ёки 43 млн тонна P₂O₅ ни ташкил этади. Башоратларга кўра, фосфатли хомашёларга бўлган талаб 2030 йилга қадар 2 млн тоннага ўсиши кутилмоқда. 2050 йилга келиб эса хомашёга талаб фосфатли хомашё бўйича 220 млн тоннага ёки P₂O₅ ҳисобида 70 млн тоннага етади [1].

Республикамизда кенг кўламли аниқ чора-тадбирларни амалга ошириш натижасида маҳаллий хомашё асосида янги турдаги фосфорли ўғитларни олиш ва қишлоқ хўжалигини юқори сифатли минерал ўғитлар билан таъминлаш соҳасида илмий изланишларнинг юқори натижаларига эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги Фармонида миллий иқтисодиётни жадал ривожлантириш ва юқори ўсиш суръатларини таъминлаш «...иқтисодиёт учун зарур минерал хомашё базасини кенгайтириш, илм-фан ва инновацияга асосланган агрохизматлар кўрсатиш тизимини такомиллаштириш, агросаноат корхоналарини хомашё билан таъминлаш ва ишлаб чиқариш ҳажмини 1,5 баравар ошириш, хомашё нархига нисбатан 2-3 баравар юқори қўшилган қиймат яратадиган инновацион маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини ўзлаштириш...»га қаратилган муҳим вазифалар белгиланган [2]. Мазкур йўналишда томчилаб ва гидропоника усулида суғориш талабларига жавоб берадиган юқори сифатли аммоний фосфатлари ишлаб чиқариш технологиясини яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Бу борада технологик жараённинг ўзида маҳсулот таркибидаги фтор ва бошқа қўшимчаларни тозалаш алоҳида ўрин тутади. Чунки фтор бирикмалари теварак атроф-муҳитга катта зарарли таъсир кўрсатади. Тадқиқотлар кўрсатадики, фтор нафақат ўсимликларгагина салбий таъсир кўрсатиб қолмасдан, балки инсонлар ва бошқа тирик организмларда турли хил жиддий касалликлар келтириб чиқаради.

ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Фосфатли хомашёдан фторнинг ажратиб олиниши ва ишлатилишида иккита: фторли бирикмалар ишлаб чиқаришни кенгайтириш ва атроф-муҳитга фторли моддалар чиқиши ҳисобига биосферага зарар етказилишини олдини олиш масалалари ечилади. Фосфатли хомашёлардаги фторнинг бир қисми экстракциялаш жараёнида ажратиб олинади, қолган қисми эса буғлатиш, донадорлаш ва қуритиш жараёнида ажратилади. Фосфатлардан олинган экстракцион фосфат кислотани таркибида фтор тутмаган компонентлар билан нейтраллаш орқали ҳам маҳсулотдаги фторнинг нисбий улушини камайтиришга эришилади [3, Б. 21-26; 4, Б. 174-180; 5, Б. 225-228].

Кўпгина ўсимликлар катта миқдордаги фторни ўзлаштириб олиш хусусиятига эга.

Масалан, 1 кг миқдоридаги чойда 57 дан 1370 мг гача, пахтада 4500 мг гача фтор ўзлаштирилади [6, Б. 136; 7, Б. 32]. Бунда фтор пахта чигитида тўпланади ва унинг кўп қисми пахта мойи таркибига ўтади. Тадқиқотлар кўрсатадики, тупроққа, жумладан минерал ўғитлар билан фтор тушганда ҳосилдаги фтор миқдори ҳам ортиб боради [8, Б. 10-12]. Азот-фосфор-калийли ўғитлар иштирокида ўсимликларга ўзлашадиган фтор миқдори янада ортиб боради [9, Б. 172].

Тупроққа тушадиган фторнинг асосий манбаи фосфорли ўғитлар ҳисобланади. Масалан, апатит ва фосфоритлар таркибида, мос ҳолда, ўртача 3,0 ва 2,7% фтор бўлади. Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида ишлаб чиқариладиган экстракцион фосфат кислота (ЭФК) таркибида 1,2% атрофида фтор бўлади. Кислотадан ишқорий металллар ёрдамида кремнефторидлар тарзида чўктириш усули катта самара бермайди, чунки ЭФК таркибида кислотада эрийдиган кремний бирикмалари амалда жуда ҳам кам миқдорда бўлади [10].

Табийий фосфатларни қайта ишлаш жараёнида, улар таркибидаги фтор газ, суюқ (ЭФК) ва қаттиқ (фосфогипс) фазалар орасида тақсимланади. Дигидратли схема бўйича фосфат кислота олишда хомашёдаги (apatит ва фосфорит) 80-85% фтор кислотага ҳамда уни кейинги қайта ишлашда эса ўғитлар таркибига ўтади.

Қишлоқ хўжалигидаги ўғитларга бўлган талабни тўла қондиришда фосфорли, айниқса комплекс ўғитлар ишлаб чиқаришнинг ўсиши тупроқ, ўсимликлар ва сув ҳавзаларининг фтор билан тўйиниш хавфи юзага келади [11, Б. 55]. Атмосфера ва очик сув ҳавзаларига тушадиган ҳамда тирик организмлар ва ўсимлик дунёсида тўпланадиган фтор бирикмаларининг салбий таъсири етарлича тўла ўрганилган [8, Б. 12-18; 9, Б. 172; 12, Б.42-47].

ЭФКдан фторни кам эрийдиган ишқорий металлларнинг кремнефторид бирикмалари тарзида чўктириш учун натрий ва калий сульфатлари, хлоридлари, фосфатлари, карбонатлари ва гидроксидлари ишлатилади [13, Б.191-206]. Бу усуллар юқоридаги тузларнинг ЭФК таркибидаги кремнефторид кислота билан ўзаро кимёвий таъсирлашишига асосланган. Фтордан тозалаш даражаси 90% гача етади.

Марказий Қизилқум фосфоритлари асосидаги ЭФКни ишқорий металллар тузлари билан тозалаш жараёни адабиётлар манбааларида етарлича келтирилган. ЭФКни даставвал сульфатлардан, сўнгра фтордан бирин-кетин тозалаш ҳам келтириб ўтилади [14].

Марказий Қизилқум фосфоритлари асосидаги ЭФКни натрий сульфати, дигидрофосфати, метасиликати билан фторсизлантириш жараёни муаллифлар томонидан атрофлича ўрганилган ва фторсизланиш даражасини 38-40% дан 80-85% гача ошириш мумкинлиги кўрсатиб ўтилган ҳамда ЭФКни фторсизлантириш технологияси яратилган [15, 16].

Фторсизланган ЭФКни Марказий Қизилқумнинг бойитилмаган хомашёси, кальций карбонати ва оксиди, ювиб бойитилган фосфоритлари билан сульфатсизлантириш бўйича материаллар ҳам мавжуддир [1, 10]. Лекин Марказий Қизилқум фосфоритларидан ЭФК олишда экстракцион бўтқани бир пайтнинг ўзида фтор ва сульфатлардан тозалаш бўйича материаллар мавжуд эмас.

ЭФКни бир пайтнинг ўзида фтор ва сульфатлардан тозалаш натижасида, биринчидан экологик тозаланган маҳсулот олинади, иккинчидан маҳсулот таркибидаги

озука элементлари улуши катта бўлади, учинчидан паст навлардаги хомашёлар ишлаб чиқаришга маълум даражада қамраб олинади, тўртинчидан эса қимматбаҳо хомашё ҳисобланган фтор бирикмаларини технологик жараённинг ўзида ажратиб олинишига имконият яратилади [17-39]. Шунинг учун ЭФКни бир пайтнинг ўзида фтор ва сульфатлардан тозалаш жараёнига қаратилган тадқиқотлар долзарб ҳисобланади.

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Экстракцион фосфат кислотадаги фтор ва бошқа қўшимчаларни тозалаш ҳамда юқори сифатли аммоний фосфатлари олиш мақсадида фосфат кислотани экстракциялаш вақтида тозалаш ва тозаланган кислотани газ ҳолатидаги аммиак билан нейтраллаш жараёнлари ўрганилди.

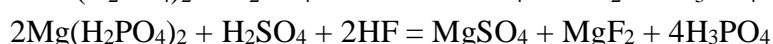
Тадқиқот учун таркибида, оғ. % ҳисобида: $P_2O_5 = 26,20$; $CO_2 = 3,08$; $CaO = 57,64$; $MgO = 1,07$; $R_2O_3 = 0,79$; $SO_3 = 2,18$; $F = 2,88$; э.к. = 1,54 бўлган Марказий Қизилқумнинг ювиб куйдирилган фосфатли концентрати (ЮКФК) ишлатилди.

Экстракцион бўтқадан фтор ва сульфатларни чўктириш кальций оксиддан кальций фторид ҳосил бўлиш меъёрига нисбатан 60-150% ва SO_3 ни кальций сульфат тарзида боғлаш меъёрига нисбатан 80-100% ҳисобида кальций карбонат (оҳактош ва бошқалар) ҳамда ЮКФК билан амалга оширилди. Фосфат кислотани сульфат кислотали экстракциялаш жараёни дигидратли режимда ўтказилди, ҳосил қилинган экстракцион бўтқани филтрлашдан олдин ундаги фтор ва эркин сульфат кислота кальций карбонат ёки ЮКФК билан чўктирилди.

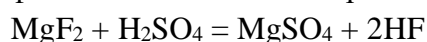
Республикамиз ҳудудида саноат ишлаб чиқариш технологик талабларига жавоб берадиган кальций ва магний карбонатларидан ташкил топган: кальцит, оҳактош, доломит ва бошқа маҳаллий норуда минерал хомашёлар кўп миқдорда учрайди [40, Б. 603-616]. Фосфат кислотани сульфат кислотали экстракциялаш жараёнида экстракцион бўтқани фторсизлантириш ва сульфатсизлантиришда маҳаллий карбонатли хомашёлардан фойдаланиш катта самара беради.

Олинган натижалар 1- ва 2-жадвалларда келтирилган.

1-жадвалдан кўринадики, кальций карбонат қўшмасдан ЭФК олинганда фосфоритдаги умумий фторнинг 5,45% газ фазасига, 40,5% фосфогипсга ўтади ва ЭФКда 54,05% фтор қолади. Экстракцион бўтқага кальций карбонат қўшилганда куйидаги реакциялар содир бўлиши мумкин:



Магний фторид кальций фторидга қараганда кислоталарда нисбатан яхши эрийди, кучли кислоталар, жумладан сульфат кислота билан таъсирлашиб:



реакцияси бўйича магний сульфат ва водород фторид ҳосил қилади.

Бу жараён мураккаб ҳисобланади, ЭФКда яхши эрийдиган магний монофосфат ва сульфатлари кальций карбонат билан таъсирлашиб, кальций сульфати монофосфати ҳосил қилиши мумкин. Лекин, магний карбонат ҳам фосфат кислота билан таъсирлашиб магний монофосфатга айланади. Бу ЭФКдаги магний миқдорининг ўзгаришсиз қолиши ва 0,80-0,82% даражасида қолиши билан тасдиқланади (1-жадвал). Кальций карбонат қўшилганда

ва кальций фторид ҳосил бўлганда газ фазасига ажралиб чиқадиган фтор миқдори 5,45 дан 4,11% гача камаяди, бу унинг асосий миқдорини жараённинг бошидаёқ ажралиб чиқишини кўрсатади. Парчалаш жараёнига 100-150% меъёрда CaCO_3 киритилганда газ фазасига ва фосфогипсга фторнинг умумий ўтиш даражаси 86,6-90,9% ни ташкил этади. Бунда ЭФКдаги фтор миқдори 0,25-0,32% ни ташкил этади, бу эса кальций карбонат қўшилмагандагига нисбатан 4,1-5,3 марта камдир. CaCO_3 тарзидаги CaO меъёри 100-120% бўлганда ЭФК фторсизланиш даражаси 75,4-80,5%, сульфатсизланиш даражаси эса 78,7-79,6% ни ташкил этади. Кислотадаги мавжуд фтор ва сульфатлар миқдори ҳисобига нисбатан 120% дан ортиқ меъёрдаги кальций карбонат қўшилганда фторсизланиш ва сульфатсизланиш жуда кам даражада ўзгаради. ЭФК таркибида қоладиган фтор миқдори фосфоритдаги умумий миқдорига нисбатан 9,1-13,4% ни ташкил этади. Фосфоритдаги мавжуд фторга нисбатан кальций карбонат меъёри 60 дан 100% гача ўзгарганда фосфогипсга фторнинг қўшимча ўтиши 27,9-42,0% ни ташкил этиши кузатилади. Кальций карбонат меъёри 120-150% га оширилганда қаттиқ фазага фторнинг ўтишини атиги 3,2-4,3% га оширади. ЭФКдан фторни чўктиришдаги ортиқча кальций карбонат мавжуд ортиқча сульфат кислота ҳисобига кальций сульфат, фосфат кислота билан таъсирлашиши ҳисобига эса монокальцийфосфат ҳосил бўлишига сарфланади.

2-жадвалдаги маълумотлардан кўринадики, SO_3 миқдори 2,22% дан 0,44-0,52% гача камаяди, кальция оксид миқдори эса 0,41 дан 2,61% гача ортади. Бунда парчаланиш, ажралиш, ювилиш ва унум коэффицентлари, фторни боғлашга 60 дан 150% гача, ортиқча сульфат кислотани нейтраллашга 80 дан 100% гача меъёрдаги кальций карбонат учун мувофиқ ҳолда 98,4-98,7%, 95,5-95,8%, 99,2-99,4% ва 94,8-95,0% ни ташкил этади.

1-жадвал

Кальций карбонат меъёрининг ЭФК кимёвий таркибига, газ фазаси ва фосфогипсга фторнинг ўтиш даражасига таъсири, шунингдек фторсизланган ва сульфатсизлангирлан ЭФК ишлаб чиқариш технологик кўрсаткичлари

Кўрсаткичларнинг номланиши	Стехиометрияга нисбатан эркин фторни боғлаш учун кальций карбонат меъёри, %						
	-	60	80	100	120	140	150
Стехиометрияга нисбатан эркин H_2SO_4 ни боғлаш учун кальций карбонат меъёри, %	-	80	100	100	100	100	100
ЭФК кимёвий таркиби, оғир. %							
P_2O_5	20,15	20,08	19,97	19,85	20,24	19,94	20,02
CaO	0,41	0,39	0,58	0,94	1,46	2,14	2,61
MgO	0,82	0,81	0,81	0,80	0,82	0,81	0,81
SO_3	2,22	0,86	0,51	0,48	0,52	0,47	0,44
R_2O_3	0,61	0,61	0,60	0,60	0,59	0,60	0,59
F	1,32	0,69	0,51	0,32	0,27	0,25	0,25
муаллақ заррача	0,25	0,32	0,28	0,19	0,24	0,17	0,16
Фторнинг ўтиш даражаси, %							
Фосфогипсга	40,5	68,4	74,1	82,5	85,7	86,6	86,8

Газ фазасига	5,4	5,3	5,1	4,1	4,2	4,0	4,1
Ҳаммаси	45,9	73,7	79,2	86,6	89,9	90,6	90,9
Фторсизланган ва сульфатсизлантирилган ЭФК ишлаб чиқариш технологик кўрсаткичлари							
К _{п.} %	98,7	98,7	98,7	98,6	98,5	98,5	98,4
К _{ажр.} %	95,8	95,7	95,5	95,5	95,6	95,5	95,5
К _{ювил.} %	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,3
К _{унум.} %	95,0	95,0	94,8	94,9	95,0	94,9	94,8
Бўтқа зичлиги (ρ), г/см ³ , 25°С да	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27
Бўтқа қовушқоқлиги (η), спз, 25°С да	3,31	3,48	3,58	3,61	3,66	3,70	3,72
Экстракцион бўтқа филтрланиш тезлиги, кг/м ² ·с	810,11	809,07	808,20	807,41	806,85	806,60	806,46
Фосфогипс кристаллари ўлчами, мкм	100x24, 120x20, 220x20, кўпгина 560x80, 400x80, 360x28 ва қисман 100x16, 80x60, 60x20						

2-жадвал

ЮКФК билан фторсизланган ва сульфатсизлантирилган ЭФК ишлаб чиқариш технологик кўрсаткичлари

Кўрсаткичларнинг номланиши	Стехиометрияга нисбатан эркин фторни боғлаш учун МОФК меъёри, %						
	-	60	80	100	120	140	150
Стехиометрияга нисбатан эркин H ₂ SO ₄ ни боғлаш учун МОФК меъёри, %	-	80	100	100	100	100	100
ЭФК кимёвий таркиби, оғир. %							
P ₂ O ₅	20,15	20,87	21,28	21,13	21,71	21,81	21,89
CaO	0,41	1,04	1,17	1,26	1,55	1,94	2,15
MgO	0,82	0,85	0,86	0,85	0,88	0,89	0,88
SO ₃	2,22	0,90	0,61	0,47	0,48	0,48	0,48
R ₂ O ₃	0,61	0,63	0,64	0,63	0,65	0,66	0,66
F	1,32	0,74	0,56	0,36	0,30	0,31	0,31
муаллақ заррача	0,25	0,34	0,31	0,25	0,27	0,28	0,19

Фосфогипснинг филтрланиш тезлиги нисбатан юқори бўлади ва куруқ қолдик ҳисобида 806,46-809,07 кг/м²·с ни ташкил этади.

2-жадвалда ЭФКни Марказий Қизилқумнинг ЮКФК билан фторсизлантириш ва сульфатсизлантириш бўйича натижалар келтирилган. Кислотани тозалаш жараёнида кальций карбонат ишлатилишидан фарқли равишда ЮКФКдан фойдаланилганда маҳсулот ЭФКдаги P₂O₅ микдори 19,85-20,15% дан 20,15-21,89% гача ортади, кальций фторид ҳосил бўлишига 120-150% ва кальций сульфат ҳосил бўлишига 100% меъёрида олинганда кислотадаги CaO микдори 1,26-2,15% ни ташкил этади, MgO ва SO₃

микдорлари деярли ўзгаришсиз қолади, кислотадаги фтор микдори эса 0,31% гача камаяди.

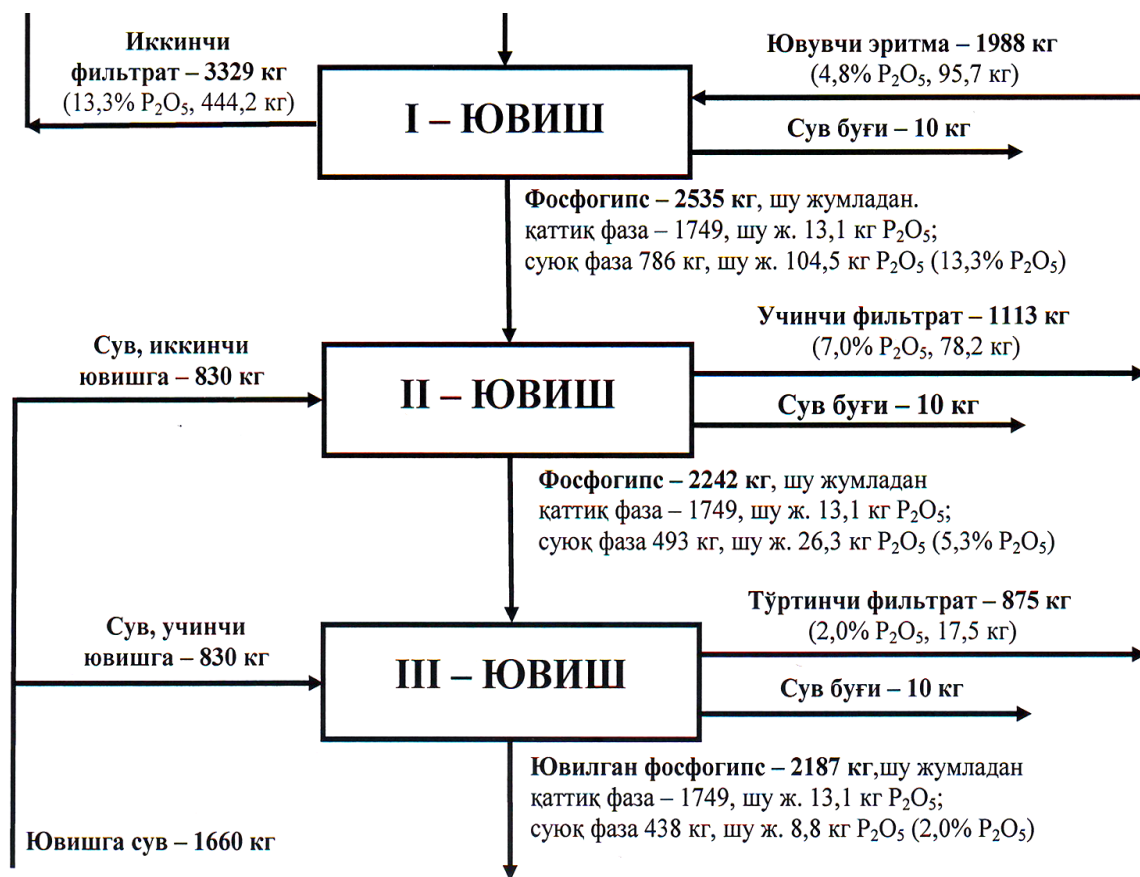
МУҲОКАМА

Ўтказилган тадқиқотлар асосида Марказий Қизилқум ювиб куйдирилган фосфатли концентратидан экстракцион фосфат кислота ишлаб чиқаришда кислотани фтор ва сульфатлардан тозалаш моддий баланси ишлаб чиқилди (1-расм). Фтор ва сульфатлардан тозаланган ЭФК асосида юқори сифатли концентранган фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш таъминланади.

Фтор ва сульфатлардан тозаланган ЭФК олиш технологияси «Amphos-Maxam» АЖдаги саноат ишлаб чиқаришга мослаштирилган қурилмада синовдан ўтказилди ва бу кислотадан юқори навдаги аммофос минерал ўғитининг тажриба намунаси ишлаб чиқарилган. Олий ва биринчи навдаги аммофос таннархи орасидаги фарқ ҳар тоннаси ҳисобига 94000 сўмни ташкил этади. 100 минг тонна ўғит ишлаб чиқарилиши ҳисобидан 9,4 млрд сўм иқтисодий самарага эришиш таъминланади.

Шундай қилиб, ўтказилган тадқиқотлар Марказий Қизилқум фосфоритлари асосидаги ЭФКни экстракцион бўтқага кальций карбонат ёки ЮКФК қўшиш йўли билан бир пайтнинг ўзида фторсизлантириш ва сульфатсизлантиришнинг принципиал жиҳатдан амалга ошириш мумкинлигини кўрсатди. Кальций карбонат ва ЮКФКнинг мақбул меъёри кальций фторид ҳосил бўлишига СаО ҳисобида 100-120%, кальций сульфат ҳосил бўлишига СаО ҳисобида 100% ни ташкил этади. Бунда сульфатлар микдори 2,22% дан 0,44-0,48% гача, фтор 1,32% дан 0,25-0,30% гача камаяди, экстракциялашда фторнинг газ фазасига ўтиш даражаси 5,4% дан 4,1-4,2% гача камаяди, фосфогипсга ўтиш даражаси эса 40,5% дан 82,5-85,7% гача ортади.





1-расм. Карбонатли хомашёлардан фойдаланган ҳолда фтор ва сульфатлардан тозаланган ЭФК ишлаб чиқариш моддий баланси.

ХУЛОСА

Фтор ва сульфатларни тозалашдан олинган аммофос таркибида 0,8-1,0% дан кўп бўлмаган фтор ва 52,0% дан кўп P₂O₅ бўлади. Тозаланган ЭФКни таркибида 52,0% P₂O₅ дан кам бўлмаган 100 минг тонна миқдордаги аммофосга қайта ишланганда соф фойда 9,4 млрд сўмни ташкил этади.

Олинган маҳсулотлар сувда тўла эрийдиган азот-фосфорли мураккаб ўғитлар ҳисобланиб, томчилаб суғориш ва гидропоника йўли билан қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ётиштиришда ишлатилади.

REFERENCES

1. Шамшидинов, И. Т. (2017). Разработка усовершенствованной технологии производства экстракционной фосфорной кислоты и получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов. Дисс.... докт. техн. наук, Ташкент.
2. «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон [Фармони](#). – Тошкент. – 2022.\
3. Мамуров, Б. А., Шамшидинов, И. Т., Усманов, И. И., & Кодирова, Г. К. (2019). Исследование процесса нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты мелом. *Universum: химия и биология*, (2 (56)), 21-26.
4. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik

- hisoblari. – Т.: Fan va texnologiya, 2010. – 360 b.
5. Shamshidinov I.T. Noorganik moddalar va mineral o'g'itlar texnologiyasi: Darslik. – Т.: IQTISOD-MOLIYA, 2014. – 324 b.
 6. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (1988-2007). – Ташкент, 2008. – 298 с.
 7. Степень и экономические последствия фторидного загрязнения. Обзорная информация. – Обнинск, 1983. – Вып.1. – 55 с.
 8. Васяев Г.В., Шевченко Т.П. О содержании фтора в урожае // Записи Ленинградского с-х. ин-та. – Л.: Изд-во ЛСХИ, 1974. – Т. 218. – С.10-18.
 9. Халитов А.Х., Розин В.И. О необходимости исключения фтора из состава минеральных удобрений / В кн. Интенсификация сельскохозяйственного производства и проблемы защиты окружающей среды. – М.: Наука, 1980. – 296 с.
 10. Israiljon Turgunovich. Shamshidinov. Переработка фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов на экстракционную фосфорную кислоту и концентрированные фосфорсодержащие удобрения. – М.: Издательство Lambert Academic Publishing, 2021. – 225 с. (монография)
 11. World Fertilizer trends and Outlook to 2018. Food and Agriculture Organization of the Unated Nations. Rome, FAO, 2015. – P. 55.
 12. Зайцев В.А., Родин В.И. Влияние фтора на организм животных // Журн. ВХО им. Д.И.Менделеева, 1979. – Т. 24. – № 1. – С. 42-47.
 13. Кочетков С.П. Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты. – Иваново: ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 304 с.
 14. Шамшидинов, И. Т. (2014). Технология неорганических веществ и минеральных удобрений: Учебник для профессиональных вузов. ИТ Шамшидинов.
 15. Gafurov, K., Shamshidinov, I. T., & Arislanov, A. S. (2020). Sulfuric acid processing of high-magnesium phosphates and obtaining NPS-fertilizers based on them. Monograph. Publishing house" Istedodziyo press" Namangan, 26-27.
 16. G'afurov, Q., & Shamshidinov, I. (2010). Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. Т.: Fan va texnologiya, 360.
 17. Кодирова, Г. К., Шамшидинов, И. Т., Тураев, З., & Нажмиддинов, Р. Ю. У. (2020). Исследование процесса получения высококачественных фосфатов аммония из экстрактной фосфатной кислоты на основе фосфоритов Центрального Кызылкума. Universum: технические науки, (12-3 (81)), 71-75.
 18. Шамшидинов, И. Т. (1994). Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау.
 19. Нажмиддинов, Р. Ю., Қодирова Г.Қ., Мелиқўзиева, Г. Қ., Зокиров, М., & Юсупов, И. (2022). Марказий Қизилқум фосфоритларидан таркибида кальций ва магний бўлган концентрланган фосфорли оддий ўғитлар олиш. Ijtimoiy fanlarda innovasiya onlayn ilmiy jurnali, 2(6), 56-61.
 20. Шамшидинов, И. Т. (2017). Исследование процесса переработки фосфоритов Каратау на концентрированные фосфорные удобрения по поточной технологии. Universum: технические науки, (3 (36)), 29-34.
 21. Gafurov, K. (2005). Shamshidinov. IT, ArislanovA. S. Defluorination of extraction

- phosphoric acid during its extraction." *VestnikFerPI*", Fergana, (1).
22. Gafurov, K., Arislanov, A., & Shamshidinov, I. (2004). Reduction of fluoride compounds in phosphogypsum. *Scientific and technical journal FerPI.-Fergana*, (3), 63-66.
 23. No, P. 5698 UZ. Method of obtaining extraction phosphoric acid/Gafurov K., Shamshidinov IT, Arislanov A., Mamadaliev A.(UZ)/1998.
 24. Gafurov, K. Shamshidinov. IT, Arislanov AS Research and development of obtaining complex defluorinated fertilizers from phosphorites of Karatau (No. 01.88, p. 0017867). Research report on the state budget, state register.
 25. Turgunovich, S. I., Sayibbaevich, A. A., & Najmiddinog'li, I. O. (2022). Removal of Fluorine during the Extraction of Phosphoric Acid. *European Multidisciplinary Journal of Modern Science*, 6, 258-267.
 26. Madaminzhonovna, I. O., Zokirjon, T., Turgunovich, S. I., & Ikramovich, U. I. (2021). Study of Activities Components of Industrial Products and Performed Catalysts under Conditions of Obtaining Ammofos. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 5089-5098.
 27. Арисланов, А. С., Шамшидинов, И. Т., Хусанова, М. Н., & Усманова, З. Ш. (2021). Удаления фтора в процессе экстракции фосфорной кислоты. *Global Science and Innovations: Central Asia* (см. в книгах), (2), 20-24.
 28. Мамуров, Б. А., & Шамшидинов, И. Т. (2021). Исследование процесса термообработки известняка для получения кальциймагнийсодержащих фосфорных удобрений. In *Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании* (pp. 101-104).
 29. Мамуров, Б. А., & Шамшидинов, И. Т. (2020). Использование доломита при получении одинарных фосфорных удобрений. *Символ науки*, (9), 22-24.
 30. Zokirzhon, T., Usmanov, I. T., Madamindzanovna, I. O., & Usmanov, I. I. (2019). Researches of the solubility of copper sulfate in orthophosphoric acid at 30 and 80° c. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(12), 1870-1872.
 31. Turgunovich, S. I., & Chorievich, M. K. (2017). Research of process of washing of fluorine from phosphor gypsum. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, (1-2), 107-111.
 32. Шамшидинов, И. Т., Мирзакулов, Х. Ч., & Мамажанов, З. Н. (2017). Исследование процесса получение удобрения типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау. *Химия и химическая технология*, (1), 12-15.
 33. Shamshidinov, I. T., & Mamajanov, Z. N. (2014). Use of low-grade of phosphorites at picking calcium and microelement containing nitrogen-phosphorus fertilizers. *Europaische Fachhochschule*, (3), 117-119.
 34. Гафуров, К. (2005). Шамшидинов. ИТ, Арисланов АС Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты в процессе ее экстракции.« Вестник ФерПИ», Фергана, (1).
 35. Шамшидинов Исраилжон Тургунович, Арисланов Акмалжон Сайиббаевич, & Isomiddinov Oybek Najmiddin og'li. (2022). Влияние магния на процесс экстракции фосфорной кислоты. *Central asian journal of theoretical & applied sciences*, 3(6), 485-491. Retrieved from <https://cajotas.centralasianstudies.org/index.php/CAJOTAS/article/view/686>
 36. Saidbaevich, A. A. , Turgunovich , S. I. , & og'li, I. O. N. (2022). Thermodynamic Justification for the Production of Sulfur-containing Nitrogen-Phosphorus

- Fertilizers. *European Multidisciplinary Journal of Modern Science*, 5, 164–169. Retrieved from <https://emjms.academicjournal.io/index.php/emjms/article/view/239>
37. Тураев, З., Шамшидинов, И. Т., & Усманов, И. И. (2019). Растворимость сульфата меди в ортофосфорной кислоте в процессе получения микроудобрений. In вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса (pp. 378-381).
 38. Mamurov, B. A., & Shamshidinov, I. T. Dolomite Use in the Production of Single Phosphate Fertilizers. *JournalNX*, 81-83.
 39. Мамуров Б.А., Шамшидинов И.Т. Изучение процесса получения кальций и магнийфосфатных удобрений путем нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты доломитом // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2022. 7(100). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14014> (дата обращения: 28.07.2022).
 40. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / Т. Н. Долимов, Т. Ш. Шаякубов и др.: Редкол.: Т. Ш. Шаякубов (гл. ред.) и др. – Т.: Университет, 1998. – 724 с.