

ЭКСТРАКЦИОН ФОСФАТ КИСЛОТНИ ОҲАКТОШ ХОМАШЁСИ БИЛАН НЕЙТРАЛЛАШ АСОСИДА КАЛЬЦИЙ ВА МАГНИЙ ФОСФАТЛИ ЎҒИТЛАР ОЛИШ

Шамшидинов И.Т.

НамМҚИ профессори, DSc

Қодирова Г.Қ.

НамМҚИ доценти, PhD

Мамуров Б.А.

НамМҚИ кафедра мудири, PhD

Нажмиддинов Р.Ю.

НамМҚИ докторанти

Нишонов А.А.

НамМҚИ магистранти

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6930986>

Аннотация. Ишда маҳаллий карбонатли хомашё – оҳактошдан фойдаланган ҳолда таркибида кальций ва магний бўлган фосфорли оддий ўғит олиш жараёни келтирилган. Ишлаб чиқаришда мазкур усул фойдаланилганда фосфорли оддий ўғитлар олишига маҳаллий карбонатли хомашёларни қамраб олиш мумкинлиги аниқланган.

Калит сўзлар: фосфат кислота, экстракцион фосфат кислота, ўғит, минерал ўғит, фосфорли ўғит, кальций карбонат, магний карбонат, оҳактош, монокальцийфосфат, дикальцийфосфат, қўшалоқ суперфосфат.

ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЬЦИЙ И МАГНИЙ ФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗВЕСТНЯКОМ

Аннотация. В работе приведены процессы получения кальций и магнийсодержащих одиарных фосфорных удобрений с использованием местного карбонатного сырья – известняка. Установлено, что использование данного способа в производстве приводит к привлечению местного карбонатного сырья для получения одиарных фосфорных удобрений.

Ключевые слова: фосфорная кислота, экстракционная фосфорная кислота, удобрения, минеральные удобрения, фосфорные удобрения, карбонат кальция, карбонат магния, известняк, монокальцийфосфат, дикальцийфосфат, двойной суперфосфат.

OBTAINING OF CALCIUM AND MAGNESIUM PHOSPHATE FERTILIZERS ON THE BASE ON NEUTRALIZATION OF EXTRACTION PHOSPHORIC ACID BY LIMESTONE

Abstract. The article presents the processes of obtaining calcium and magnesium-containing ordinary phosphorus fertilizers using local carbonate raw materials - limestone. It is established that the use of this method in production leads to the attraction of local carbonate raw materials to produce ordinary phosphorus fertilizers.

Keywords: phosphoric acid, extraction phosphoric acid, fertilizers, mineral fertilizers, phosphorus fertilizers, calcium carbonate, magnesium carbonate, limestone, monocalcium phosphate, dicalcium phosphate, double superphosphate.

Бутун дунёда ишлаб чиқарилаётган фосфорли ўғитлар апатит ва фосфатли концентратлар асосида олинади. Ўғитлар ишлаб чиқариш Халқаро ассоциацияси (IFA) маълумотлари бўйича сўнгги йилларда фосфорли ўғитлар 100% P_2O_5 ҳисобида 42,706 дан 46,648 миллион тоннагача ортган. Бу эса таъсир этувчи модда бўйича фосфорли ўғитларга талаб йилига ўртача 1 млн тоннага ортганлигини кўрсатади. Лекин бой фосфатли хомашёларнинг камайиб бориши натижасида ишлаб чиқаришга камбағал паст навли, хусусан, карбонатли хомашёларни қамраб олиш тенденцияси кузатилади, улар дунё миқёсидаги фосфатлар захирасининг учдан икки қисмини ташкил этади [1].

Қишлоқ хўжалигини жадал ривожлантиришнинг асосий бош омилларидан бири, биринчи навбатда ўғитлардан кенг қамровли ва самарали фойдаланиш билан боғлиқ бўлган кимёлаштириш ҳисобланади, шу орқали қишлоқ хўжалиги ўсимликларининг ҳосилдорлигини ўртача 40-50% оширишга эришиш мумкин [2, 3]. Ўғитларни ишлаб чиқариш ва қўллашга сарфланган харажатлар кўшимча ишлаб чиқарилган қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ҳисобидан 2-3 баробар қопланади.

ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Республикамиз қишлоқ хўжалигида фосфорли ўғитлар сифатида асосан Қизилқум фосфоритларидан олинган аммофос, шунингдек оддий суперфосфат ишлатилади. Маълумки, аммофос таркибида кальций бўлмайди. Аммофосдан узоқ вақт мунтазам фойдаланиш натижасида тупроқ таркибидаги ҳаракатчан кальций ва магний йилдан-йилга камайиб боради. Бу эса ўсимлик ва тирик организмлардаги кальций ва магнийнинг етишмовчилигига олиб келади. Натижада тупроқ структураси ёмонлашади, ўсимликлар ҳосилдорлиги пасаяди, тирик организмларда касалликлар келиб чиқади.

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 [4]. Республикамиз давлат балансига олинган 24 та оҳактош ва доломитлашган оҳактош конлари (шунингдек 4 та бошқа турдаги карбонат хомашёлари конлари) бўлиб, уларнинг захираси 1017,8 млн тоннани ташкил қилади, саноат категориялари бўйича оҳак олиш учун атиги 294 минг тонна оҳактош ишлатилади. Бундан ташқари, сув тозалаш иншоотларида катта миқдорда таркибида кальций ва магний карбонатлари бўлган чиқиндилар ҳосил бўлади ва уларни комплекс қайта ишлаш йўлга қўйилмаган. Кальций ва магний карбонатли хомашёлар ва чиқиндиларни технологик нуқтаи назардан комплекс ўрганиш ҳамда улардан саноат миқёсида сифатли маҳсулотлар – ўсимликлар томонидан осон ўзлаштириладиган кальций (шунингдек магний) фосфатли ўғитлар ишлаб чиқаришда фойдаланишни йўлга қўйиш муҳим аҳамият касб этади.

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Амалда фосфоритлардан олинган экстракцион фосфат кислотани (ЭФК) нейтраллашга асосланган ҳолда концентранган фосфорли ўғитлар ишлаб чиқарилади. Бунда нейтралловчи восита сифатида аммиак газидан (аммофос ишлаб чиқаришда), фосфорит (қўшалок суперфосфат туридаги ўғитлар ишлаб чиқаришда) кабилардан фойдаланилади. ЭФКни нейтралланиш жараёнида табиий карбонатли хомашёлар – бўр, оҳактош, доломит кабилар билан ҳам амалга оширилиши мумкин. Натижада таркибида осон ўзлашадиган шаклдаги кальций ва магний тутган фосфорли ўғитлар олиш мумкин бўлади [5-30].

Фосфат кислотали тузлар эритмаларига аммоний нитрат қўшилганда эритма таркибидаги тузларнинг сувда эрувчанлиги яхшиланади [31, 32]. Шу сабабли бошланғич ЭФКга аммоний нитрат қўшилади ва уни карбонатли хомашёлар билан нейтраллаш орқали осон ўзлашадиган шаклдаги кальций ва магний тутган концентранган фосфорли ўғитлар олишга эришилади.

Тадқиқот объекти сифатида таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO – 54,09, MgO – 1,07, R₂O₃ – 0,19, SO₃ – 0,09, CO₂ – 43,65, H₂O – 0,29, э.қ – 0,62 бўлган Наманган вилояти Янгикўрғон тумани Паромон кони оҳактоши ва таркибида, оғ.% ҳисобида: P₂O₅ – 17,23, CaO – 0,32, MgO – 0,66, Fe₂O₃ – 0,30, Al₂O₃ – 0,41, F – 1,18 бўлган «Аммофос-Максам» АЖ экстракцион фосфат кислотаси (ЭФК) хомашёлари ишлатилди. Оҳактошни куйдириш муфель печида амалга оширилди, бошланғич хомашёлар, оралик ва тайёр маҳсулотларни кимёвий таҳлиллари маълум бўлган усулларда амалга оширилди [33-35].

ЭФКни фосфоритлар ва карбонатли хомашёлар билан нейтралланганда кўп миқдорда кўпик ҳосил бўлади. Сўниши қийин бўлган бундай кўпик ишлаб чиқариш самарадорлигининг кескин пасайишига олиб келади. Шунинг учун ЭФКни нейтраллашда кўпикланиш жараёнига оҳактош хомашёсини дастлабки термик қайта ишлашнинг таъсири ўрганилди. Бунинг учун таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO = 54,09, MgO = 1,07, R₂O₃ = 0,19, SO₃ = 0,09, CO₂ = 43,65, H₂O = 0,29, эримайдиган қолдиқ = 0,62 бўлган оҳактош хомашёсига 100÷1050⁰С ҳарорат интервалида термик ишлов берилди ва ҳосил қилинган маҳсулотларнинг кимёвий таркиби аниқланди (1-жадвал).

1-жадвал

Доломитлашган бўрсимон хомашё кимёвий таркибининг куйдириш ҳароратига боғлиқлиги

№	Куйдириш ҳарорати, °С	Куйдириш давомийлиги, минут	Масса ўқотилиши, %	Олинган маҳсулот кимёвий таркиби, %						
				CaO	MgO	R ₂ O ₃	SO ₃	CO ₂	H ₂ O	э.қ.
				54,09	1,07	0,19	0,09	43,65	0,29	0,62
1.	100	60	0,07	54,13	1,07	0,19	0,09	43,68	0,22	0,62
2.	200	60	0,08	54,13	1,07	0,19	0,09	43,68	0,21	0,62
3.	300	60	0,13	54,16	1,07	0,19	0,09	43,71	0,16	0,62
4.	400	60	0,19	54,19	1,07	0,19	0,09	43,73	0,10	0,62
5.	500	60	0,21	54,20	1,07	0,19	0,09	43,74	0,08	0,62
6.	600	60	0,29	54,25	1,07	0,19	0,09	43,78	-	0,62
7.	700	60	1,08	54,68	1,08	0,19	0,09	43,33	-	0,63
8.	800	60	3,05	55,79	1,10	0,20	0,09	42,18	-	0,64
9.	850	60	6,77	58,02	1,15	0,20	0,10	39,87	-	0,67
10.	900	60	18,87	66,67	1,32	0,23	0,11	30,90	-	0,76
11.	950	60	31,9	79,43	1,57	0,28	0,13	17,68	-	0,91
12.	1000	180	43,92	96,45	1,91	0,34	0,16	0,04	-	1,11
13.	1050	180	43,94	96,49	1,91	0,34	0,16	-	-	1,11

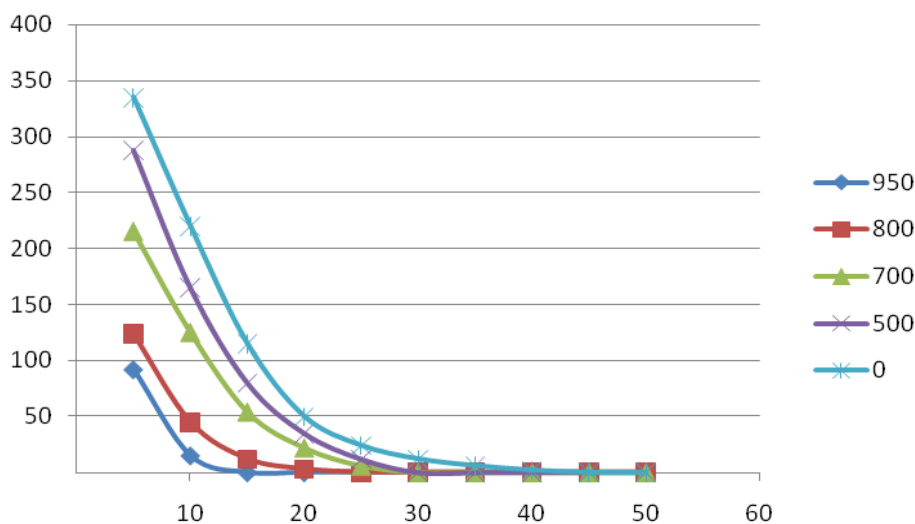
Хомашёга 100÷500^oC ҳарорат интервалида термик ишлов берилганда ундаги намлик ва кристаллизация сувларининг ажралиб чиқиши ҳамда темир ва алюминий гидроксидларининг парчаланишидан ҳосил бўлган сув буғи ҳисобига намунанинг массаси 0,29% га камаяди.

МУҲОКАМА

Назарий маълумотларга кўра, магний карбонатнинг (MgCO₃) парчаланиши 500^oC, доломитнинг (CaCO₃·MgCO₃) парчаланиши 600^oC, кальцитнинг (CaCO₃) парчаланиши эса 850-900^oC дан бошланади [36] ва 1050^oC ҳароратда 1 соат давомида карбонатли минералларнинг барчаси тўла парчаланаяди. Бунинг натижасида таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO = 96,49, MgO = 1,91, R₂O₃ = 0,34, SO₃ = 0,16 ва эримайдиган қолдиқ = 1,11 бўлган маҳсулот олинади.

Экстракцион фосфат кислотани оҳақтош хомашёси билан нейтралланганда сўниши қийин бўлган кўпикнинг ҳосил бўлиши карбонатларнинг парчаланишидан ажралиб чиқадиган карбонат ангидридгагина боғлиқ бўлиб қолмасдан, балки хомашё таркибидаги органик бирикмалар қолдиғи мавжуд бўлишига ҳам боғлиқ бўлади. Нейтраллаш жараёнида ҳосил бўладиган кўпикнинг сўниши бошқа хомашёларга (бўр, сув тозалаш иншооти чиқиндиси) нисбатан жадал бориши кузатилади. Термик ишлов бериш жараёнида органик бирикмаларнинг хомашё таркибидан йўқолиши сўниши қийин бўлган кўпикнинг камайишига олиб келади.

Оҳақтош хомашёсига 500÷950^oC ҳарорат интервалида термик ишлов беришдан ҳосил қилинган маҳсулотлар билан таркибида, оғ. % ҳисобида: P₂O₅ = 17,23, CaO = 0,32, MgO = 0,66, Fe₂O₃ = 0,30, Al₂O₃ = 0,41, F = 1,18 ва бошқалар бўлган ЭФК нейтралланди ва бу жараёнлардаги кўпикланиш ва ҳосил бўлган кўпикланиш даражасининг вақт давомида ўзгариши ўрганилди (1-расм). ЭФКни хомашёнинг куйдириш маҳсулотлари билан нейтраллаш жараёнида кислота меъёри монокальцийфосфат, мономагнийфосфат, темир ва алюминий фосфатлари ҳосил бўлишига мувофиқ келадиган стехиометрик микдорга нисбатан 100% ни ташкил этди.



1-расм. Оҳақтош хомашёсига термик ишлов бериш ҳароратига боғлиқ ҳолда ЭФКни нейтраллаш жараёнида кўпикланиш даражасининг вақт давомида ўзгариши: 1 –

оҳактош хомашёсига термик ишлов берилмаган; 2 – 500^oC; 3 – 700^oC; 4 – 800^oC; 5 – 950^oC.

Жараёнда кўпик ҳосил бўлиш даражасини белгилаш учун реакция аралашмаси (суспензия) баландлигига нисбатан ҳосил бўлган кўпик баландлигининг фоиздаги ифодасини кўпикланиш даражаси деб олинди.

ЭФКни термик ишлов берилмаган хомашё билан нейтралланганда ҳосил бўладиган кўпикланиш даражаси 5 минутда 335% га кўтарилади, у 15 минутда 115% гача, кўпикланишнинг батамом сўниши учун 45 минут вақт сарфланади.

Оҳактош хомашёсига термик ишлов берилишидан ҳосил қилинган маҳсулотлар билан ЭФК нейтралланганда кўпикланиш даражаси анчагина пасаяди: 500^oC, 700^oC, 800^oC ва 950^oC ҳароратда термик ишлов берилган хомашёлардан фойдаланилганда кўпикланиш даражаси мувофиқ ҳолда 5 минут давомида 288%, 215%, 124% ва 92% ни, 15 минут давомида 80%, 54%, 12% ва 0% ни ташкил этади. Суспензияни аралаштириб туриш 20 минутгача давом эттирилганда 800^oC ва 950^oC ҳароратда термик ишлов берилган хомашёлардан ҳосил бўладиган кўпиклар тўла сўниши кузатилади.

ЭФКни оҳактош хомашёси билан нейтраллаш жараёнида кўпикланишни камайтириш мақсадида бошланғич хомашёга термик ишлов берилмаган (кимёвий таркиби юқорида келтирилган) ҳамда таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO = 55,79, MgO = 1,1, R₂O₃ = 0,20, SO₃ = 0,09, CO₂ = 42,18 ва эримайдиган қолдиқ = 0,64 бўлган 800^oC ҳароратда термик ишлов берилган оҳактош хомашёлари ишлатилди. Дастлабки термик ишлов берилмаган ва 800^oC ҳароратда термик ишлов берилган оҳактош хомашёлари билан ~17% P₂O₅ концентрацияли ЭФКни аммоний нитрат (1%) иштирокида кислота меъёри монокальцийфосфат, мономагнийфосфат, темир ва алюминий фосфатлари ҳосил бўлишига мувофиқ келадиган стехиометрик миқдорга нисбатан 100% ни ташкил этган ҳолда хона ҳароратида (20-25^oC), 60 минут давомида нейтралланди. Бунинг натижасида ҳосил қилинган суспензиялар буғлатилди ва 95-100^oC ҳароратда қуритилди.

ЭФКни оҳактош ва уни куйдириш маҳсулоти билан нейтраллашда ҳосил қилинган суспензия, олинган маҳсулот ҳамда жараённинг технологик параметрлари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

ЭФКни оҳактош хомашёси билан нейтраллашда ҳосил қилинган суспензия ҳамда уни қуритилишидан олинган маҳсулотнинг кимёвий таркиби ва жараённинг технологик кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Суспензия		Қуритилган маҳсулот	
	–	800 ^o C	–	800 ^o C
Бошланғич карбонатли хомашёга термик ишлов бериш ҳарорати	–	800 ^o C	–	800 ^o C
P ₂ O ₅ (умумий), %	15,64	15,95	48,05	47,88
P ₂ O ₅ (ўзлашадиган), %	15,40	15,67	47,26	46,98
P ₂ O ₅ (сувда эрийдиган), %	14,48	14,73	44,18	43,96
CaO (умумий), %	6,76	6,79	20,77	20,38
MgO (умумий), %	0,74	0,76	2,29	2,23
R ₂ O ₃ (умумий), %	1,10	1,11	3,38	3,33

SO ₃ (умумий), %	0,76	0,76	2,33	2,28
F, %	1,03	1,05	0,60	0,58
N (умумий), %	0,32	0,32	0,99	0,97
H ₂ O, %	67,75	67,27	0,92	1,75
(P ₂ O ₅ _{ўзл.} :P ₂ O ₅ _{умум.})x100, %	98,45	98,24	98,36	98,12
(P ₂ O ₅ _{с.э.} :P ₂ O ₅ _{умум.})x100, %	92,58	92,36	91,94	91,83

Дастлабки термик ишлов берилмаган ва 800⁰С ҳароратда термик ишлов берилган оҳактош хомашёлари билан ~17% P₂O₅ концентрацияли ЭФКни аммоний нитрат (1%) иштирокида нейтралланганда, таркибида мос ҳолда оғ. % ҳисобида: P₂O₅_{умум.} = 15,64 ва 15,95; P₂O₅_{ўзл.} = 15,40 ва 15,67; P₂O₅_{с.э.} = 14,48 ва 14,73; СаО = 6,76 ва 6,79; MgO = 0,74 ва 0,76; N = 0,32 ва 0,32; H₂O = 67,75 ва 67,27 бўлган суспензия олинади. Бундай суспензиядаги ўзлашадиган фосфатлар миқдори, яъни (P₂O₅_{ўзл.}:P₂O₅_{умум.})x100 нисбат 98,45 ва 98,24% ни ташкил қилади.

Ҳосил қилинган суспензия 95÷100⁰С ҳарорат интервалида қуритилганда, таркибида оғ. % ҳисобида: P₂O₅_{умум.} = 48,05 ва 47,88; P₂O₅_{ўзл.} = 47,26 ва 46,98; P₂O₅_{с.э.} = 44,18 ва 43,96; P₂O₅_{эркин} = 2,05 ва 1,96; СаО = 20,77 ва 20,38; MgO = 2,29 ва 2,23; N = 0,99 ва 0,97; H₂O = 0,92 ва 1,75 бўлган кальций ва магнийфосфатли ўғит ҳосил бўлади. Олинган маҳсулотдаги (P₂O₅_{ўзл.}:P₂O₅_{умум.})x100 нисбат 98,36 ва 98,12% ни, (P₂O₅_{с.э.}:P₂O₅_{умум.})x100 нисбат эса 91,94 ва 91,83% ни ташкил этади.

Натижада ЭФКни оҳактош хомашёси билан нейтраллаш йўли билан таркибида монокальцийфосфат ва мономагнийфосфат бўлган фосфорли ўғитлар олиш жараёнининг оптимал (мақбул) шароити: бошланғич оҳактош хомашёсига термик ишлов бериш ҳарорати – 800⁰С, бошланғич ЭФК концентрацияси – ~17% P₂O₅, ЭФК меъёри – 100%, нейтраллаш вақти – 60 минут, суспензияни қуритиш ҳарорати – 95÷100⁰С бўлиши аниқланди.

ХУЛОСА

Шундай қилиб, экстракцион фосфат кислотани термик ишлов берилган оҳактош хомашёси билан нейтраллаш, суспензияни буғлатиш, қуритиш ва дондорлаш йўли билан осон ўзлашадиган кальций ва магнийфосфатли ўғитлар ишлаб чиқаришни мавжуд аммофос ишлаб чиқариш усулига солиштирилганда аммиак хомашёси сарфини батамом камайтириш ва маҳсулот умумий ҳажмини 4-5% га ошириш имконияти яратилади. Фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг мазкур усулида қимматбаҳо хомашё – фосфорит термоконцентрати сарфини қўшалок суперфосфат ишлаб чиқариш усулидагига нисбатан 15-20% га камайтиришга эришилади.

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. Шамшидинов, И. Т. (2014). Технология неорганических веществ и минеральных удобрений: Учебник для профессиональных вузов. ИТ Шамшидинов.

3. 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.
4. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / Т. Н. Долимов, Т. Ш. Шаякубов и др. (1998). Редкол.: Т. Ш. Шаякубов (гл. ред.) и др. – Т.: Университет, – 724 с.
5. Позин М. Е. (1989). Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л.: Химия, – 352 с.
6. Кодирова, Г. К., Шамшидинов, И. Т., Тураев, З., & Нажмиддинов, Р. Ю. У. (2020). Исследование процесса получения высококачественных фосфатов аммония из экстракционной фосфатной кислоты на основе фосфоритов Центрального Кызылкума. *Universum: технические науки*, (12-3 (81)), 71-75.
7. Шамшидинов, И. Т. (1994). Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау.
8. 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.
9. Нажмиддинов, Р. Ю., Қодирова Г.Қ., Мелиқўзиева, Г. Қ., Зокиров, М., & Юсупов, И. (2022). Марказий Қизилқум фосфоритларидан таркибида кальций ва магний бўлган концентранган фосфорли оддий ўғитлар олиш. *Ijtimoiy fanlarda innovasiya onlayn ilmiy jurnali*, 2(6), 56-61.
10. Шамшидинов, И. Т. (2017). Исследование процесса переработки фосфоритов Каратау на концентрированные фосфорные удобрения по поточной технологии. *Universum: технические науки*, (3 (36)), 29-34.
11. Gafurov, K. (2005). Shamshidinov. IT, Arislanov A. S. Defluorination of extraction phosphoric acid during its extraction." *VestnikFerPI*", Fergana, (1).
12. Gafurov, K., Arislanov, A., & Shamshidinov, I. (2004). Reduction of fluoride compounds in phosphogypsum. *Scientific and technical journal FerPI.-Fergana*, (3), 63-66.
13. No, P. 5698 UZ. Method of obtaining extraction phosphoric acid/Gafurov K., Shamshidinov IT, Arislanov A., Mamadaliev A.(UZ)/1998.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.

18. 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).
19. Мамуров, Б. А., & Шамшидинов, И. Т. (2020). Использование доломита при получении одинарных фосфорных удобрений. *Символ науки*, (9), 22-24.
20. 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.
21. 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), 107-11.
22. Шамшидинов, И. Т., Мирзакулов, Х. Ч., & Мамажанов, З. Н. (2017). Исследование процесса получения удобрения типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау. *Химия и химическая технология*, (1), 12-15.
23. 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.
24. Гафуров, К. (2005). Шамшидинов. ИТ, Арисланов АС Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты в процессе ее экстракции. «Вестник ФерПИ», Фергана, (1).
25. 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>
26. 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>
27. 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).
28. Mamurov, B. A., & Shamshidinov, I. T. Dolomite Use in the Production of Single Phosphate Fertilizers. *JournalNX*, 81-83.
29. 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).
30. Gulnoza Kodirova, Israiljon Shamshidinov, Boxodir Sultonov, Rikxsitilla Najmiddinov, Bakhodir Mamurov. Investigation of the Process of Purification of Wet-Process Phosphoric Acid and Production of Concentrated Phosphoric Fertilizers Based on it // *Chemical Science International Journal*. 2021/3/19. P. 1-10

31. G'afurov, Q., & Shamshidinov, I. (2010). Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. T.: Fan va texnologiya, 360.
32. G'afurov Q., Shamshidinov I.T. (2007). Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi: Darslik. – T.: Fan va texnologiya. – 352 b.
33. Винник М.М., Ербанова Л.Н. и др. (1975). Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных удобрений, кормовых фосфатов. – М.: Химия. -2018 с.
34. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошеревич Р.Х. (1963). Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. – М.: Госхимиздат, -352 с.
35. Крашенинников С.А. (1986) Технический анализ и контроль в производстве неорганических веществ. – М.: Высшая школа, 280 с.
36. Рабинович В.А. Краткий химический справочник/ В.А. Рабинович, З.Я. Хавин. – М.: Химия, 1978. – С.71-79.