МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМНИНГ ЮВИБ КУЙДИРИЛГАН ФОСФОРИТ КОНЦЕНТРАТИНИ ОДДИЙ СУПЕРФОСФАТГА ҚАЙТА ИШЛАШ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

[1]Турсунов Л.А.
[1]Наманган давлат техника университети
[1]Шамшидинов И.Т.
[1]Наманган давлат техника университети
[1]Нажмиддинов Р.Ю.
[1]Наманган давлат техника университети
[2]Исраилжонова С.Қ.
[2]Тошкент фармацевтика институти
[2]Кузибаев Ф.Т
[2]Тошкент фармацевтика институти

Аннотация. Ўтказилган тадқиқотда Марказий Қизилқумнинг ювилган куйдирилган фосфорит концентратини оддий суперфосфатга қайта ишлашда сульфат кислота меъёрини маҳсулотнинг кимёвий ва физик-механик хоссаларига таъсири ўрганилган. Натижада фосфатли хомашёни қайта ишлаш натижасида олинган маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари (фосфоритнинг парчаланиш даражаси, гранулометрик таркиби, доналарнинг мустаҳкамлиги) бошланғич кислота меъёрига боғлиқлиги ҳамда сульфат кислотанинг мақбул меъёри 115-120% бўлиши аниқланди. Жараённинг мақбул шароитларида олинган маҳсулотлар оддий суперфосфат ишлаб чиқариш учун белгиланган талабларга жавоб беради ва яхши сифат кўрсаткичларига эга бўлади.

Калит сўзлар: фосфоритлар, ўғит, минерал ўғитлар, фосфорли ўғитлар, оддий суперфосфат, аммонийланган суперфосфат, сульфат кислотали парчалаш, аммонийлаш, донадорлаш, доначалар мустаҳкамлиги.

Аннотация. В проведенном исследовании изучено влияние нормы серной кислоты на химические и физико-механические свойства продукта при переработке промытого обожженного фосфоритного концентрата Центральных Кызылкумов в простой суперфосфат. В результате установлено, что качественные показатели продукта, полученного в результате переработки фосфатного сырья (степень разложения фосфорита, гранулометрический состав, прочность гранул), зависят от нормы исходной кислоты, а оптимальная норма серной кислоты составляет 115-120%. Продукция, полученная в оптимальных условиях процесса, отвечает требованиям, установленным для производства простого суперфосфата, и имеет хорошие качественные показатели.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: фосфориты, удобрения, минеральные удобрения, фосфорные удобрения, простой суперфосфат, аммонизированный суперфосфат, сернокислотаная разложения, аммонизация, грануляция, прочность гранул.

Abstract. In the conducted research, the influence of sulfuric acid norms on the chemical and physical-mechanical properties of the product during the processing of washed, fired phosphorite concentrate from the Central Kyzylkum to simple superphosphate was studied. As a result, it was established that the quality indicators of the product obtained as a result of processing phosphate raw materials (phosphorite decomposition degree, granulometric composition, granule strength) depend on the initial acid norm, and the optimal sulfuric acid norm is 115-120%. The products obtained under optimal process conditions meet the requirements established for the production of simple superphosphate and have good quality indicators.

Keywords: phosphorites, fertilizers, mineral fertilizers, phosphorus fertilizers, simple superphosphate, ammoniated superphosphate, sulfuric acid decomposition, ammonization, granulation, granule strength.

Кириш.

Агрокимё мажмуаси мамлакатлар иқтисодий ривожланишининг асосий таркибий қисми бўлиб, озиқ-овқат хавфсизлиги ва аҳоли фаровонлиги унинг ривожланишига боғлиқ бўлади. Бу борада энг янги технологиялар, серҳосил навлар, сувни тежайдиган технологияларни жорий этиш, минерал ва органоминерал ўғитлардан фойдаланиш билан бир қаторда тупроқ унумдорлигини ошириш қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилдорлигини оширишни таъминлайдиган асосий омил ҳисобланади [1].

Минерал ўғитлар қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг асосий омили ҳисобланади. Ўзбекистон Республикаси кимё саноати агросаноат мажмуасини азотли ва калийли ўғитлар билан етарли миқдорда таъминламоқда, аммо фосфорли ўғитлар борасида бундай деб бўлмайди [2, 3].

Суперфосфатни қўллашнинг дастлабки йилида, экишдан олдин ҳайдалган ерга сочилганда, унинг фойдали таъсир коэффициенти 10-15 фоизини ташкил этади, қатор ораларига берилганда эса бир ярим-икки баробарга ошади. 2-3 йилдан кейинги эса суперфосфатдан фойдаланиш коэффициенти тахминан 40 фоизга етади [4].

Бундан ташқари, сўнгги 100 йил ичида сув, тупроқ ва ҳаво таркибидаги азот, фосфор ва калийнинг антропоген бирикмалари миқдори икки баравар ошди. Бу муаммоларни фосфатли хомашёдан фойдаланиш самарадорлигини

ISSN 3030-3907

ошириш ҳамда узоқ муддат таъсир этувчи фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш орқали бартараф этиш мумкин [5-12].

Ўзбекистон нафақат Олмалиқ "Amafos-Maxam" АЖ ва Қўқон "Indorama Kokand fertilizers and chemicals" АЖ каби фосфат хомашёсини қайта ишлаш бўйича кучли базага эга, балки фосфоритларни қазиб олиш ва бойитиш бўйича йирик ишлаб чиқариш корхонаси – Қизилқум фосфорит мажмуасига ҳам эгадир. Корхона ҳар йили таркибида 26-27% P_2O_5 бўлган 716 минг тоннадан ортиқ ювиб куйдирилган фосфорит концентрати (ЮКФК) ишлаб чиқаради. Шу билан бир қаторда таркибида 16-18% P_2O_5 бўлган бойитилмаган фосфат хомашёси (БФХ) – фосфорит унини етказиб беради. Бу фосфорит уни фақат оддий суперфосфат олиш учун ишлатилади. Бироқ, фосфат хомашёсининг ушбу миқдори мамлакатни фосфорли ўғитлар билан таъминлаш учун зарур бўлган миқдорнинг ҳатто учдан бир қисмини ҳам қоплай олмайди [13].

Бундан ташқари, Республиканинг фосфорли ўғитларга бўлган эҳтиёжи атиги 30-35 фоиз даражасида қондирилмоқда. Ушбу ҳолат нафақат фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш, балки озуқа моддаларидан фойдаланиш самарадорлигини оширишга ёрдам берадиган технологик жараёнларни такомиллаштириш зарурлигини кўрсатиб турибди. Бошқа томондан, оддий суперфосфат ишлаб чиқаришда ўғитдаги P_2O_5 нинг 20 фоиздан ортиғи ўсимликлар ўзлаштира олмайдиган шаклда қолиб кетмоқда [14].

Нордон тупроқларда суперфосфат таркибидаги фосфорнинг боғланиши ўғит билан тупроқ ўртасидаги алоқа тўлиқроқ бўлганда (сочма ҳолда қўлланганда ва заррачалар ўлчами майда бўлганда) кучлироқ кечади. Донадор суперфосфатнинг фосфори кукунсимон суперфосфатникига нисбатан тупроқда камроқ боғланади. Бу эса, ўз навбатида, тупроқларда фосфорнинг ретроградатсиясини пасайтиради [4].

Бу жиҳатдан ювиб куйдирилган фосфорит концентратини саноат ишлаб чиқаришига жалб этиш, оддий суперфосфат технологиясини такомиллаштириш орқали ўсимликшуносликда фойдаланиш самарадорлиги юқори бўлган ўғит олиш муҳим вазифа ҳисобланади.

Ҳозирги кунда Қўқон "Indorama Kokand fertilizers and chemicals" АЖда бойитилмаган юқори карбонатли фосфат хомашёси – фосфорит уни асосида оддий аммонийлашган суперфосфат ишлаб чиқарилмоқда. Бироқ, тайёр ўғит таркибидаги P_2O_5 дан фойдаланиш даражаси 80% га етмайди, бу эса ўсимликларга қўллаш жараёнида фосфорнинг тахминан 20% дан ортиғини йўқолишига олиб келади. Бу ҳолат фосфат хомашёсининг ўн кунлик етилишидан кейин ҳам парчаланиш даражаси паст бўлиши билан боғлиқ

ISSN 3030-3907

бўлади. Ўғит таркибидаги P_2O_5 нинг ўзлашувчан шакли улушини 80% дан ошириш, ишлаб чиқарилаётган ўғитларнинг озуқа моддалари унумини кўпайтириш имконини беради.

Ювилган куйдирилган фосфорит концентратининг парчаланиш жараёнини жадаллаштириш ва етилиш босқичини бартараф этиш ва аммонийлаштириш ишлаб чиқариш унумдорлигини ошириш, технологик схемани соддалаштириш ва корхонадаги экологик вазиятни яхшилаш имконини беради. Шунинг учун тадқиқотларимиз технологик жараённи жадаллаштириш ва фосфат хомашёсининг парчаланиш даражасини ошириш имконини берадиган ЮКФКни қайта ишлаш шароитларини излашга қаратилган.

МЕТОДИКА. Дастлаб, Қўқон "Indorama Kokand fertilizers and chemicals" АЖ да ишлаб чиқаришга яқин шароитда ЮКФКни сульфат кислота билан парчалаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди.

Марказий Қизилқум (МҚ) ювилган куйдирилган фосфат концентрати (ЮКФК) таркибидаги P_2O_5 нинг турли шаклларининг кимёвий таркиби ва миқдорига сульфат кислота меъёрининг таъсирини ўрганиш 65% ли сульфат кислота ёрдамида амалга оширилди. Тадқиқотлар 100-140°С ҳароратда, 60 дақиқа давомида қувур-парракли аралаштиргичда жадал аралаштириш ва кейинчалик очиқ ҳавода 10 кун давомида етилтириш орқали олиб борилди. Сульфат кислота меъёри дикальцийфосфат ҳосил бўлиши ҳисобига 100% дан 130% гача ўзгартирилди.

ОЛИНГАН НАТИЖАЛАР. Фосфатларни сульфат кислотаси ёрдамида оддий суперфосфатга қайта ишлашда кислота меъёри олинаётган маҳсулот сифатини белгиловчи муҳим омил ҳисобланади. Сульфат кислота меъёри ошиши билан маҳсулотдаги балласт – гипс миқдори кўпайиши натижасида $P_2O_{5умум.}$ нинг улуши камаяди. Хусусан, кислота меъёри 100% бўлганда $P_2O_{5умум.}$ миқдори 15,15% ни ташкил этса, 130% га етганда бу кўрсаткич 13,11% гача пасаяди. Шунга қарамай, ўсимликлар ўзлаштира оладиган ва сувда эрийдиган фосфатларнинг улуши мос равишда 11,42% ва 3,36% дан 11,48% ва 6,76% гача ортади. Кислота меъёрининг 100% дан 130% гача оширилиши оқибатида етилган суперфосфат массасидаги эркин кислоталикнинг миқдори 0,14% дан 1,28% гача кўтарилади (1-жадвал).

ISSN 3030-3907

1-жадвал

Етилган суперфосфат массасининг кимёвий таркиби ва жараённинг технологик кўрсаткичларига 65 фоизли сульфат кислотаси меъёрининг таъсири

H_2SO_4 меъёри, %	Етилтирилган (10 кун) суперфосфатнинг кимёвий таркиби (% ҳисобида) ва сифат кўрсаткичлари								Фосфоритни парчаланиш даражаси, %	
	P_2O_5 шакллари			H_3PO_4 эркин	CaO	MgO	SO_3	намлик	$\frac{P_2O_{5ўзл}}{P_2O_{5ум.}} \cdot 100$	$\frac{P_2O_{5с.э}}{P_2O_{5ум}} \cdot 100$
	умум.	ўзл.	с.э.							
100	15,15	11,22	3,36	0,14	30,72	0,83	28,96	18,08	**74,06**	**22,18**
105	14,77	11,26	3,66	0,31	29,94	0,81	29,56	18,51	**76,24**	**24,78**
110	14,40	11,30	4,02	0,48	29,21	0,79	30,14	18,92	**78,47**	**27,92**
115	14,06	11,37	4,36	0,65	28,50	0,77	30,69	19,30	**80,87**	**31,01**
120	13,73	11,43	4,78	0,77	27,84	0,76	31,21	19,67	**83,25**	**34,81**
125	13,41	11,45	5,49	0,93	27,20	0,74	31,71	20,02	**85,38**	**40,94**
130	13,11	11,48	6,76	1,28	26,59	0,72	32,19	20,38	**87,57**	**51,56**

Бошланғич сульфат кислота миқдорининг оширилиши суперфосфат массасидаги бошқа компонентлар миқдорига ҳам таъсир кўрсатади. CaO ва MgO миқдори мос равишда 30,72% ва 0,83% дан 26,59% ва 0,72% гача пасаяди. Шу билан бирга, гипс миқдорининг кўпайиши ҳисобига SO_3 миқдори 28,96% дан 32,19% гача ортади.

Ўн суткалик етилиш давомида кислота меъёри 100% бўлганда $P_2O_{ўзл.}$ нинг $P_2O_{5умум.}$ га нисбати 74,06% дан, 120-130% бўлганда эса 83,25-87,57% гача кўтарилади. $P_2O_{5с.э.}$ нинг $P_2O_{5умум}$ га нисбати эса 22,18% дан 34,81%-51,56% гача ортади.

Жадвалдан шуни кўриш мумкинки, сульфат кислота меъёрининг оширилиши секин эрийдиган фосфатлар улушини камайтиради. Кислота меъёри 100% бўлганда 51,88% ни ташкил этган бўлса, 130% га етганда бу кўрсаткич 36,01% гача пасаяди.

ISSN 3030-3907

2-жадвалда МҚ ЮКФК дан олинган оддий суперфосфатнинг кимёвий таркибига $105^{O}C$ ҳароратда қуритиш ва жараённинг 1 соат давом этишининг таъсири натижалари келтирилган.

Етилган суперфосфатни қуритиш жараёни суперфосфат массасидаги намликни йўқотиш ҳисобига кимёвий таркибнинг ўзгаришига сезиларли таъсир кўрсатади, аммо фосфоритнинг парчаланиш даражасига, яъни $P_2O_{5ўзл.}$:$P_2O_{5умум.}$ ва $P_2O_{5с.э.}$:$P_2O_{5умум.}$ нисбатларига деярли таъсир этмайди. Шундай қилиб, $P_2O_{5ўзл.}$ нинг $P_2O_{5умум.}$ га нисбати сульфат кислотанинг 100% меъёрида 74,06% дан 74,08% гача, 120-130% меъёрларида эса 83,25-87,57% дан 83,45-87,94% гача кўтарилади.

Сульфат кислота меъёри 100% дан 130% гача оширилганда, P_2O_5 умумий шаклининг миқдори 15,15-13,11% дан 18,02-16,08% гача, ўзлашадиган шакли 11,22-11,48% дан 13,35-14,14% гача, сувда эрийдиган шаклии эса 3,36-6,76% дан 4,01-8,30% гача кўтарилади. Эркин H_3PO_4 миқдори 0,14-1,28% дан 0,16-1,56% гача, CaO 30,72-26,59% дан 36,53-32,60% гача, MgO 0,83-0,72% дан 0,99-0,89% гача, SO_3 28,96-32,19% дан 34,44-39,47% гача ортади. Бунда намлик миқдори 2,36-3,22% ни ташкил этади.

2-жадвал

Қуритишдан сўнг оддий суперфосфатнинг кимёвий таркиби ва технологик кўрсаткичларига 65% ли сульфат кислотаси миқдорининг таъсири

H_2SO_4 меъёри, %	Етилтирилган (10 кун) суперфосфатнинг кимёвий таркиби (% ҳисобида) ва сифат кўрсаткичлари								Фосфоритни парчаланиш даражаси, %	
	P_2O_5 шакллари			H_3PO_4 эркин	CaO	MgO	SO_3	намлик	$\frac{P_2O_{5ўзл}}{P_2O_{5ум.}} \cdot 100$	$\frac{P_2O_{5с.э.}}{P_2O_{5ум.}} \cdot 100$
	умум.	ўзл.	с.э.							
100	18,02	13,35	4,01	0,16	36,53	0,99	34,44	2,58	**74,08**	**22,25**
105	17,60	13,43	4,37	0,34	35,69	0,97	35,23	2,91	**76,31**	**24,83**
110	17,31	13,60	4,84	0,57	35,10	0,95	36,22	2,57	**78,57**	**27,96**
115	16,82	13,61	5,23	0,75	34,11	0,93	36,72	3,58	**80,92**	**31,09**
120	16,62	13,87	5,78	0,93	33,70	0,91	37,79	2,74	**83,45**	**34,78**

ISSN 3030-3907

125	16,23	13,90	6,64	1,10	32,92	0,89	38,38	3,22	**85,64**	**40,91**
130	16,08	14,14	8,30	1,56	32,60	0,89	39,47	2,36	**87,94**	**51,62**

Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, қуритиш жараёни P_2O_5 умумий шаклини оширишни ва тайёр маҳсулотдаги намлик миқдорини камайтиришни таъминлайди, аммо P_2O_5 нисбатларининг ўзгаришига, яъни фосфоритнинг парчаланиш даражасига деярли таъсир кўрсатмайди.

1- ва 2-жадваллардан кўриниб турибдики, МҚ ЮКФК дан оддий суперфосфат олишда кислота меъёри 100-110% бўлганда P_2O_5 ўзлашувчан шаклининг тайёр маҳсулотдаги улуши 80% дан ошмайди. Кислота меъёри 115% дан юқори бўлганда $P_2O_{5ўзл.}$:$P_2O_{5умум.}$ нисбати 80% дан катта бўлади, аммо кислота меъёри 125-130% бўлганда маҳсулотдаги эркин кислоталилик 1% дан ошиб кетади, бу эса оддий суперфосфат ишлаб чиқариш регламенти талабларига мос келмайди. Бундай маҳсулотларни меъёрий талабларга мувофиқлаштириш учун аммонийлаштириш босқичи зарур бўлади.

ЮКФКни оддий суперфосфатга қайта ишлашда дастлабки сульфат кислотаси миқдорининг таъсирини ўрганиш натижасида, дикальцийфосфат ҳосил бўлишига нисбатан сульфат кислотанинг мақбул меъёри 115-120 фоизни ташкил этиши аниқланди.

Қаттиқ ўғитларнинг муҳим кўрсаткичларидан бири унинг донадорлик таркиби ва доначаларнинг мустаҳкамлиги ҳисобланади. Бу кўрсаткичлар кислота концентрацияси, унинг меъёри, бошланғич кислоталилик, намлик ва бошқа кўрсаткичларга сезиларли даражада боғлиқ бўлади. Шу сабабли, МҚ ЮКФКдан олинган суперфосфат массасини донадорлаш жараёнига бошланғич сульфат кислота меъёрининг таъсири ўрганилди.

3-жадвалда сульфат кислота меъёрининг ўғит донадорлик таркибига таъсири кўрсатилган. Суперфосфат намлиги бошланғич сульфат кислота меъёри 100% бўлганда 18,08% дан кислота меъёри 130% бўлганда 20,38% гача ортади. Етилган суперфосфат массаси қуруқ ретур билан аралаштирилгач, намлиги 12-13% бўлган масса донадорланади ва қуритилади. Бунда -1 мм ўлчамли фракция миқдори 1,84% дан 2,84% гача ошади. Асосий фракцияни +1 -4 мм ўлчамли доналар ташкил этиб, уларнинг миқдори 97% дан ортиқни ташкил қилади. -5 - +4 мм фракция эса 1% дан камроқ бўлади. Доналарнинг мустаҳкамлиги кислота меъёри 100% бўлганда 1,86 МПа дан кислота меъёри 130% бўлганда 1,35 МПа гача пасаяди.

ISSN 3030-3907

3-жадвал

Марказий Қизилқум ЮКФК дан олинган суперфосфатни донадорлаш жараёнига сульфат кислотаси меъёрининг таъсири

Кўрсаткичлар номи	Кўрсаткичлар катталиги						
Бошланғич сульфат кислота меъёри, %	100	105	110	115	120	125	130
Донадорлашга бериладиган суперфосфат массаси намлиги, %	18,08	18,21	18,92	19,30	19,67	20,02	20,38
Доначалар фракцияси (% ҳисобида):							
1 мм дан кичик	1,84	1,75	1,58	1,43	1,56	2,15	2,84
1 дан 4 мм гача	97,25	97,48	97,83	98,12	98,44	97,85	97,16
5 мм дан кичик	0,91	0,77	0,59	0,45	-	-	-
Доначалар мустаҳкамлиги, МРа (kgf/cm^2) ҳисобида	1,86	1,83	1,76	1,70	1,62	1,50	1,35

Шундай қилиб, Марказий Қизилқумнинг ювилган куйдирилган фосфат концентратини сульфат кислотали қайта ишлашда олинган маҳсулотларнинг сифат кўрсаткичлари (фосфоритнинг парчаланиш даражаси, гранулометрик таркиби, доналарнинг мустаҳкамлиги) бошланғич кислота меъёрига боғлиқ эканлиги аниқланди. Дастлабки кислота меъёрининг ошиши натижасида балласт – гипс миқдорининг кўпайиши ҳисобига якуний маҳсулотдаги умумий фосфатлар улуши 18,02 дан 16,02 фоизгача ва доналар мустаҳкамлиги 1,86 дан 1,35 МПа гача пасаяди. Фосфат хомашёсининг парчаланиш даражасига кислотанинг бошланғич меъёри катта таъсир кўрсатади. Кислота меъёрининг 100 дан 130 фоизгача кўтарилиши натижасида ($P_2O_{5ўзл.}$: $P_2O_{5умум.}$) х100 нисбати 74,08 фоиздан 87,94 фоизгача, ($P_2O_{5с.э.}$:$P_2O_{5умум.}$) х100 нисбати ҳам 74,08 фоиздан 87,94 фоизгача ортади. Шу билан бирга маҳсулотдаги эркин кислоталик ҳам 0,76 фоиздан 6,49 фоизгача кўпаяди. Бунда қуйидаги таркибли маҳсулотлар олинади (масса фоизида): $P_2O_{5умум.}$ = 16,62-16,82, $P_2O_{5ўзл.}$ = 13,61-13,87, $P_2O_{5с.э.}$ = 5,23-5,78, $H_3PO_{4эркин}$ = 0,75-0,93, CaO = 33,70-34,11, MgO = 0,91-0,93, SO_3 = 36,72-37,79. Бу маҳсулотларда ($P_2O_{5ўзл.}$:$P_2O_{5умум.}$)х100 нисбати 80,92-83,45 фоизни, ($P_2O_{5с.э.}$:$P_2O_{5умум.}$)х100 нисбати эса 31,09-34,78 фоизни ташкил этади. Оддий суперфосфат ишлаб чиқаришнинг мақбул шароитида олинган етилган суперфосфат массасини донадорлаш натижасида доналар мустаҳкамлиги 1,62-1,70 МПа бўлган маҳсулот олинди. Ушбу маҳсулотлар оддий суперфосфат ишлаб чиқариш учун белгиланган талабларга тўлиқ жавоб беради ва юқори сифат кўрсаткичларига эга бўлади.

ISSN 3030-3907

ХУЛОСА. Оддий аммонийланган суперфосфат олиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида ЮКФКни ишлаб чиқариш жараёнига жалб қилиш, технологик кўрсаткичларни яхшилаш, ишлаб чиқариш жараёнини жадаллаштириш ва фосфатларнинг ўзлашувчан шаклини 80% дан ошириш имконияти кўрсатиб ўтилди.

АДАБИЁТЛАР

1. Минеев В.Г., Бычкова Л.А. Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии. // Агрохимия. – 2003. - № 8. – С. 5-12.
2. Беглов Б.М. Ибрагимов Г.И., Садыков Б.Б. Нетрадиционные методы переработки фосфатного сырья в минеральные удобрения // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2005. – Т. 82. – № 9. – С. 453-468.
3. Раджабов Р.Р., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Промышленное освоение и перспективные направления технологии переработки фосфоритов Кызылкумов на фосфорсодержащие минеральные удобрения / Раджабов Р.Р., // Химическая пром-сть. - 2006. - Т. 83. - № 9. - С. 403-410.
4. Смирнов П. М., Муравин Э. А. Агрохимия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 304 с.
5. Мамуров Б.А., Шамшидинов И.Т., Усманов И.И., Кодирова Г.К. Исследование процесса нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты мелом. Universum: Химические науки: электрон. научн. журн. 2019. – № 2(57). – С. 21-26.
6. Шамшидинов И.Т. Переработка фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов на экстракционную фосфорную кислоту и концентрированные фосфорсодержащие удобрения. – М.: Издательство Lambert Academic Publishing, 2021. – 225 с.
7. Шамшидинов И.Т. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау. Автореферат дисс. канд. техн. наук. – Ташкент, 1994. – 28 с.
8. Шамшидинов И.Т. Разработка усовершенствованной технологии производства экстракционной фосфорной кислоты и получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов. Автореферат дисс. докт. техн. наук. – Ташкент, 2017. – 68 с.
9. Arislanov, A., Shamshidinov, I., Usmanov, I., Normatov, G., Isomiddinov, O. The process of decomposition of tricalcium phosphate by phosphoric acid with partial replacement of P2O5 to sulfuric acid // E3S Web of Conferences / 2024, 486, 01037.

ISSN 3030-3907

10. Kambarov, A., Shamshidinov, I., Najmiddinov, R., ...Ruzibayev, B., Samadiy, M. Study of the Effect of Magnesium Sulfate and Ammonium Nitrate on the Chemical Activity of Solutions of Phosphoric Acid // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / 2023, 1275(1), 012002.
11. Shamshidinov, I., Gafurov, K., Ikramov, M. Investigation on the phosphoric acid production from low grade phosphorites with high content of magnesium // Journal of Chemical Technology and Metallurgy / 2016, 51(2), P. 157-162.
12. Shamshidinov, I., Kambarov, A., Najmiddinov, R., Usmanov, I., Samadiy, M. Study of Physico-Chemical Properties of Phosphorate Solutions // E3S Web of Conferences / 2023, 392, 02036.
13. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. –Ташкент, 2013 г. – 460 с.
15. Технология фосфорных и комплексных удобрений/ Под ред. С.Д. Эвенчика и А.А. Бродского. – М.: Химия, 1987. – 464 с.

ISSN 3030-3907