NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

AZNEK FOSFORITLARINI TURLI KONSENTRATSIYALI EKSTRAKSION FOSFOR KISLOTASI BILAN FAOLLASHTIRISHNING FIZIK-KIMYOVIY VA TEXNOLOGIK QONUNIYATLARI

Kudiyarova Ayimxan Abdijabbarovna
Qoraqalpoq davlat universiteti "Kimyoviy injeniring" yo‘ nalishi 3-kurs doktoranti
Nurmurodov Tulkin Isomurodovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘ yicha prorektor,
Kimyoviy texnologiya kafedrasi texnika fanlari professori

Annotatsiya: *Ushbu maqolada Navoiy viloyatida joylashgan Aznek koni fosforitlarini turli konsentratsiyali (16,5% va 25,0%) ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) bilan kimyoviy faollashtirish jarayonining fizik-kimyoviy va texnologik ko‘ rsatkichlari qiyosiy tadqiq etildi. Fosforit va kislota nisbatlari (50:10 dan 50:450 gacha hamda 50:15,15 dan 50:681,8 gacha), xomashyo dispersligi (0,2 va 0,5 mm), reaksiya harorati (60, 80, 100) va jarayon davomiyligi (20–120 min) bo‘ yicha keng qamrovli tahlillar o‘ tkazildi. Kislota konsentratsiyasi va me’yorining pulpa reologiyasiga, yuvilgan va quritilgan qoldiq massasiga, massaviy yo‘ qotish (pateriya) miqdoriga, to‘ yingan hamda siqilgan zichlikka, granulometrik tarkibga va suspenziya pH ko‘ rsatkichiga ta’siri aniqlandi. Shuningdek, karbonatli minerallar parchalanishi jarayonida gaz ajralishi tufayli yuzaga keladigan ko‘ piklanish kinetikasi va tizimdagi ekzotermik harorat profili modellashtirildi. Aniqlanishicha, kislota konsentratsiyasining 16,5% dan 25,0% ga oshishi dekompozitsiya chuqurligini kuchaytiradi, massaviy yo‘ qotishni 63,86% gacha yetkazadi va tizim pH qiymatini 2,11 gacha pasaytiradi. Tadqiqot natijalari mahalliy fosfat xomashyosi negizida fosforli o‘ g‘ itlar olish rejimlarini optimallashtirish uchun muhim ilmiy-texnik asos yaratadi.*

Kalit so‘ zlar: *Aznek fosforiti, ekstraksion fosfor kislotasi, konsentratsiya, faollashtirish, pulpa reologiyasi, to‘ yingan zichlik, siqilgan zichlik, fraksion tarkib, ko‘ piklanish kinetikasi, pH qiymati.*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АКТИВАЦИИ АЗНЕКСКИХ ФОСФОРИТОВ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Аннотация: *В данной статье представлено сравнительное исследование физико-химических и технологических параметров процесса химической активации фосфоритов из месторождения Азнек в Навоийской области с различными концентрациями (16,5% и 25,0%) экстрактивной фосфорной кислоты (ЭФК). Проведены обширные анализы соотношений фосфорита и кислоты (от 50:10 до 50:450 и от 50:15,15 до 50:681,8), дисперсии сырья (0,2 и 0,5 мм), температуры реакции (60, 80, 100) и продолжительности процесса (20–120 мин). Определено влияние концентрации и скорости кислоты на реологию пульпы, массу промытого и высушенного остатка, потерю массы (патерию), плотность в насыщенном и уплотненном состоянии, гранулометрический состав и pH суспензии. Также смоделирована кинетика пенообразования за счет выделения газа при разложении карбонатных минералов и экзотермический температурный профиль в системе. Было установлено, что увеличение концентрации кислоты с 16,5% до 25,0% увеличивает глубину разложения, повышает потерю массы до 63,86% и снижает значение pH системы до 2,11. Результаты исследования предоставляют важную научно-техническую основу для оптимизации режимов производства фосфорных удобрений на основе местного фосфатного сырья.*

Ключевые слова: *фосфорит Азнека, экстрактивная фосфорная кислота, концентрация, активация, реология пульпы, плотность насыщения, плотность уплотнения, фракционный состав, кинетика пенообразования, значение pH.*

PHYSICOCHEMICAL AND TECHNOLOGICAL REGULARITIES OF ACTIVATION OF AZNEK PHOSPHORITES WITH EXTRACTIVE PHOSPHORIC ACID OF VARIOUS CONCENTRATIONS

Abstract: *This article presents a comparative study of the physicochemical and technological parameters of the chemical activation process of phosphorites from the Aznek deposit in Navoi region with different concentrations (16.5% and 25.0%) of extractive phosphoric acid (EFK). Extensive analyses were conducted on the ratios of phosphorite and acid (from 50:10 to 50:450 and from 50:15.15 to 50:681.8), raw material dispersion (0.2 and 0.5 mm), reaction temperature (60, 80, 100) and process duration (20–120 min). The effect of acid concentration and rate on pulp rheology, washed and dried residue mass, mass loss (pateria), saturated and compacted density, granulometric composition and pH of the suspension were determined. Also, the kinetics of foaming due to gas evolution during*

the decomposition of carbonate minerals and the exothermic temperature profile in the system were modeled. It was found that an increase in acid concentration from 16.5% to 25.0% increases the depth of decomposition, increases mass loss to 63.86%, and reduces the pH value of the system to 2.11. The results of the study provide an important scientific and technical basis for optimizing the production regimes of phosphorus fertilizers based on local phosphate raw materials.

Keywords: *Aznek phosphorite, extractive phosphoric acid, concentration, activation, pulp rheology, saturated density, compacted density, fractional composition, foaming kinetics, pH value.*

KIRISH (INTRODUCTION)

O‘ zbekiston Respublikasida mineral o‘ g‘ itlar ishlab chiqarish sanoatini rivojlantirish hamda tuproq unumdorligini oshirishda mahalliy past va o‘ rta navli fosforit konlaridan oqilona foydalanish strategik ahamiyatga ega. Markaziy Qizilqum fosforitlari havzasiga mansub Aznek koni fosforitlari tarkibida kalsiy oksidi va karbonat minerallari (kalsit, dolomit) miqdorining yuqoriligi hamda CaO ning P_2O_5 ga nisbatining kattaligi bilan ajralib turadi[1-2].Bunday xomashyoni to‘ liq sulfat kislotali usulda ekstraksiyalash ortiqcha kislota sarfiga va utilizatsiyasi ekologik hamda texnologik jihatdan og‘ ir bo‘ lgan fosfogips chiqindisining haddan tashqari ko‘ p hosil bo‘ lishiga olib keladi.Fosforit xomashyosini ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) bilan faollashtirish (to‘ liqsiz parchalash) jarayoni ushbu muammoni bartaraf etuvchi istiqbolli yo‘ nalish hisoblanadi[3]. Mazkur usulda qo‘ shimcha ballast gips cho‘ kmasi ajralmaydi, balki sarflangan kislota tarkibidagi fosfor yakuniy o‘ g‘ it mahsulotiga to‘ liq o‘ tib, uning samaradorligini oshiradi. Jarayonning asosiy kimyoviy mexanizmi erishi qiyin bo‘ lgan kalsiy ftorapatit hamda karbonatlarning kislota bilan ta’sirlashib, suvda va o‘ simliklar tomonidan oson o‘ zlashtiriladigan monokalsiyfosfat ($Ca(H_2PO_4)_2$) va dikalsiyfosfat ($CaHPO_4$) shakllariga aylanishiga asoslanadi. Fosfaritni kislota bilan parchalaganimizda quyidagi (1-2) kimyoviy reaksiya sodir bo‘ ladi

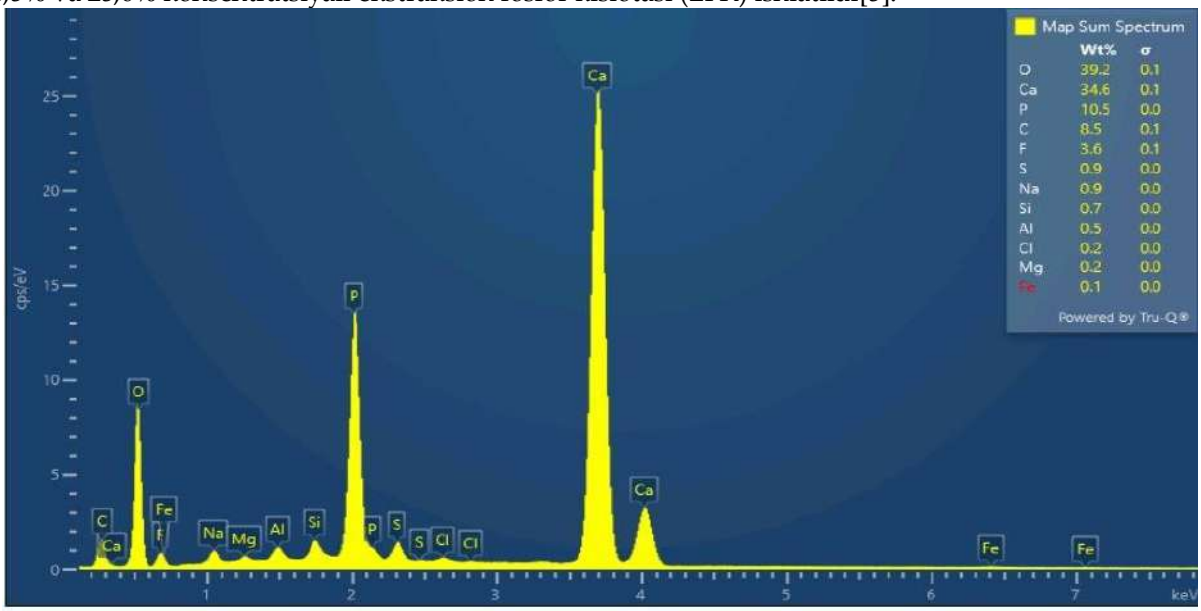
$$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + 5H_2O = 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF \quad (1)$$

$$CaCO_3 + 2H_3PO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + H_2O + CO_2 \quad (2)$$

Biroq fosforit tarkibidagi karbonatlar dekompozitsiyaga uchraganda kuchli karbonat angidrid (CO_2) gazi ajraladi, bu esa reaktor hajmida intensiv ko‘ piklanishni keltirib chiqaradi[8].Ko‘ piklanish darajasi va tizimning reologik xatti-harakati qo‘ llanilayotgan EFK ning konsentratsiyasi va me’yoriga, haroratga hamda zarrachalar dispersligiga bevosita bog‘ liq. Ushbu tajriybaning maqsadi — Aznek koni fosforitlarini turli konsentratsiyali (16,5% va 25,0 %) ekstraksion fosfor kislotasi bilan faollashtirish jarayonining fizik-kimyoviy va texnologik parametrlarini (massaviy o‘ zgarishlar, zichlik, granulometriya, suspenziya pH qiymati, harorat kinetikasi va ko‘ piklanish dinamikasi) kompleks qiyosiy tadqiq qilishdan iborat[7].

METODIKA (MATERIALS AND METHODS)

Xomashyo va reagentlar: Tadqiqot obyekti sifatida Navoiy viloyatining Aznek koni fosforiti tanlab olindi. Boshlang‘ ich xomashyoning element tarkibi zamonaviy skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM/EDX) usulida tahlil qilindi (1-rasm). Olingan spektr tahliliga ko‘ ra, namunaning asosiy massasini kalsiy (Ca - 34,6%), kislorod (O - 39,2%), fosfor (P - 10,5%) hamda karbonat faza mavjudligini tasdiqlovchi uglerod (C - 8,5%) tashkil etadi. Bu ko‘ rsatkichlar fosforit tarkibida kalsit va apatit minerallari ustunlik qilishini hamda xomashyoning yuqori karbonatli ekanligini ko‘ rsatadi. Xomashyo maydalandi va standart elaklar yordamida 0,5 mm hamda 0,2 mm o‘ lchamdagi fraksiyalarga ajratildi. Reagent sifatida 16,5% va 25,0% konsentratsiyali ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) ishlatildi[5].



1-rasm. Elektron skanerlovchi mikroskopda Aznek koni rudasining kimyoviy tahlili

Laboratoriya tajribasi va jihozlar: Faollashtirish jarayoni doimiy haroratni saqlab turuvchi suv hammomi, mexanik aralashtirgich (aralashtirish tezligi bir maromda) va termojuft bilan ta'minlangan laboratoriya reaktorida olib borildi. Barcha tajribalarda dastlabki fosforit massasi 50 g qilib olindi.

- 16,5% li EFK bilan reaksiyalar fosforit : EFK = 50:10 dan 50:450 gacha bo‘ lgan massaviy nisbatlarda o‘ rganildi.
- 25,0% li EFK bilan esa stexiometrik va texnologik me'yorlarga mos ravishda fosforit : EFK = 50:15,15 dan 50:681,8 gacha bo‘ lgan nisbatlarda olindi.
- Jarayon harorati 60, 80 va 100 °C da, reaksiya vaqti esa 20, 40, 60 va 120 daqiqa davomida o‘ rganildi.

O‘ lchash va tahlil usullari:

1.**Ko‘ piklanish kinetikasi:** Reaktor devoriga o‘ rnatilgan o‘ lchov shkalasi bo‘ yicha reaksiya boshlangan dastlabki daqiqalardan boshlab vaqt bo‘ yicha ko‘ pik qatlamining balandligi (sm) qayd etildi.

2.**Harorat dinamikasi:** Reaksiyaning ekzotermik samarasini o‘ rganish maqsadida reaktor ichidagi pulpa harorati har 10 daqiqa oralig‘ ida o‘ lchab borildi.

3.**Massa va yo‘ qotish (pateriya):** Reaksiya yakunlangach, hosil bo‘ lgan cho‘ kma 250 g distillangan suv bilan yuvildi, vakuum-filtrda ajratildi va nam holatdagi massasi tortildi. So‘ ngra cho‘ kma quritish shkafida 60°C Charoratda doimiy og‘ irlikkacha quritilib, quruq qoldiq massasi va massaviy yo‘ qotish % hisoblandi[9].

4.**Zichlik va disperslik tahlili:** Yuvilgan va quritilgan qoldiqning to‘ yingan (erkin to‘ kilish zichligi) va siqilgan zichligi standart usulda (100 sm li silindrda tebranish platformasida) aniqlandi. Granulometrik tarkib 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 mm va >3,0mm elak to‘ plamida fraksiyalarga ajratish yo‘ li bilan baholandi.

5.**pH ko‘ rsatkichi:** Namunaning 10%-li suvli suspenziyasi tayyorlanib, 27°C haroratda laboratoriya pH-metrida o‘ lchandi[7].

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI (RESULTS AND DISCUSSION)

1. Pulpa reologiyasi, massa o‘ zgarishi va zichlik ko‘ rsatkichlari;

Kislota miqdori va konsentratsiyasining ortishi tizimning agregat holatini tubdan o‘ zgartiradi. 1-jadval (16,5 %li EFK) va 2-jadval (25,0% li EFK) ko‘ rsatkichlaridan ko‘ rinadiki, fosforitga nisbatan kislota sarfi kam bo‘ lganda mahsulot quruq kukunsimon shaklda bo‘ ladi. Kislota ulushi oshishi bilan tizim avval quyuq bo‘ tqasimon, so‘ ngra oquvchan suyuq va nihoyat juda suyuq fazaga o‘ tadi. Fosforit zarrachalarining o‘ lchami kamayishi va qattiq faza konsentratsiyasining o‘ zgarishi pulpa reologiyasiga sezilarli ta'sir ko‘ rsatib, Nyuton oquvchanlik dinamikasini keltirib chiqaradi[10].

1-jadval. Aznek koni fosforitlarini 16,5 % li EFK bilan qayta ishlash ko‘ rsatkichlari

№	Fosfarit EFK (g)	ЭФК %	T °C	Elak o‘lchami	Faollashtirish vaqti (daqiqa)	Pulpa holati	Massa g (60 °C)			P zichlik g ◎ sm³		Yuvilgan va quritilgan qoldiqning (namunaning) fraksion tarkibi %					pH 10% 27 T°C
							Nam holati (g)	Quruq (g)	Massaviy yo‘ qotish %	To‘ yingan zichlik g ◎ sm³	siqilgan zichlik g ◎ sm³	0,5	1	2	3	3<	
1	50:10	16,5	60	0,5	60	Quruq	59,66	50,69	15,03	1,1363	1,3224	20,85	0,3	61,65	2,76	14,44	6,38
2	50:20					Quruq	62,82	51,38	18,21	1,0498	1,1490	22,63	1,57	56,7	2,80	16,3	5,94
3	50:40					Quruq	61,13	47,22	22,75	1,0379	1,2505	45,49	1,84	16,52	6,95	29,20	5,46
4	50:50					Quruq	62,14	46,37	25,37	0,9797	1,1557	28,88	0,30	51,78	6,47	17,49	5,09
5	50:75					Bo‘ tqa simon	51,38	48,08	6,42	0,9677	1,1967	21,59	0,60	47,50	6,47	24,58	4,88
6	50:100					Bo‘ tqa simon	59,24	43,68	26,26	0,9153	1,1041	26,69	0,11	39,33	4,83	29,03	4,85
7	50: 134					Bo‘ tqa simon	59,81	42,57	28,82	0,8244	1,0573	24,28	0,42	44,68	6,06	24,54	4,72
8	50: 150					Suyuq	61,24	42,36	30,83	0,7781	0,9947	27,19	0,12	33,71	5,54	33,42	4,83
9	50:200					Suyuq	62,54	42,35	32,28	0,7247	0,9938	14,88	0,12	52,23	5,99	26,70	4,79
10	50:300					Suyuq	62,29	41,29	33,71	0,5584	0,8072	11,43	0,14	39,76	7,60	41,05	4,73
11	50:340					Suyuq	63,93	35,08	45,12	0,5271	0,7119	16,96	0,05	36,40	4,73	37,88	4,71
12	50:400					Juda Suyuq	61,02	33,45	45,19	0,4949	0,6890	11,36	0,06	36,44	4,96	47,17	4,48
13	50:450					Juda Suyuq	62,14	32,30	48,02	0,4666	0,6493	6,50	0,09	27,98	4,58	60,83	4,32
14	50:134	16,5	60	0,2	60	Bo‘ tqa simon	83,5	41,83	49,90	0,7600	1,0224	25,19	0,26	18,88	7,62	48,02	4,76
15	50:200					Suyuq	67,49	41,13	39,05	0,6352	0,8081	38,26	3,42	20,10	7,68	30,51	4,69
16	50:340					Suyuq	62,71	36,01	42,57	0,5421	0,7212	17,46	1,44	26,43	8,77	45,87	3,84
17	50:400					Juda Suyuq	64,72	29,81	53,94	0,4865	0,6418	8,62	0,10	31,36	12,1	47,83	3,66
18	50:134	16,5	80	0,5	60	Bo‘ tqa simon	59,8	42,81	28,41	0,8469	1,0569	31,32	0,44	45,50	4,20	18,52	4,54
19	50:230					Suyuq	62,95	41,89	33,45	0,6921	0,9170	23,49	1,12	49,79	5,08	20,50	4,17
20	50:400					Juda Suyuq	61,1	31,76	48,02	0,5130	0,7101	15,52	1,88	31,29	8,06	43,23	3,62
21	50:200	16,5	100	0,5	60	Suyuq	67,39	41,10	39,01	0,7225	0,9572	28,95	0,19	34,47	4,93	31,43	3,88
22	50:400					Juda Suyuq	64,58	34,86	46,02	0,5403	0,7538	11,90	0,88	38,98	10,4	37,72	3,38
23	50:200	16,5	60	0,5	20	Suyuq	60,69	40,40	33,43	0,7256	0,9386	25,09	0,17	36,88	6,11	31,73	4,97
24	50:200				40	Suyuq	61,21	41,17	32,74	0,7997	0,9797	28,90	0,07	44,52	6,19	20,30	4,79
25	50:200				120	Suyuq	61,03	40,16	34,20	0,6815	0,9633	26,19	0,42	33,59	8,49	31,29	4,80

2-jadval. Aznek koni fosforitlarini 25 % li EFK bilan qayta ishlash ko‘ rsatkichlari

№	Fosfarit EFK (g)	ЭФК %	T °C	Elak o'lchami	Faollashtirish vaqti (daqiqa)	Pulpa holati	Massa g (60°C)			P zichlik g ◎ sm³		Yuvilgan va quritilgan qoldiqning (namunaning) fraksion tarkibi %					pH 10% 27 T °C
							Nam holati (g)	Quruq (g)	Massaviy yo‘ qotish %	To‘yingan zichlik g/sm³	siqilgan zichlik g ◎ sm³	0,5	1	2	3	3<	
1	50:15,15	25	60	0,5	60	Quruq	61,13	47,38	22,5	1,120	1,182	39,36	4,18	4,49	3,69	48,27	5,55
2	50:30,30					Quruq	58,11	45,47	21,7	1,089	1,230	42,92	4,77	4,28	4,64	43,37	5,17
3	50:60,60					Quruq	61,75	41,37	33,0	0,971	1,144	51,85	4,71	5,31	4,54	33,57	4,64
4	50:75,75					Quruq	62,26	42,28	32,09	0,900	1,036	47,75	5,44	4,49	5,32	36,99	4,41
5	50:113,6					Bo‘ tqas imon	62,06	38,77	37,5	0,692	0,992	60,17	3,92	4,77	4,56	26,56	3,87
6	50:151,5					Bo‘ tqas imon	59,24	35,99	39,2	0,688	1,015	45,73	3,75	4,16	5,70	40,65	3,74
7	50:203,0					Bo‘ tqas imon	61,12	33,98	44,4	0,574	0,896	54,94	6,94	6,32	9,24	22,54	3,58
8	50:227,2					Suyuq	55,92	32,44	41,9	0,595	0,888	33,70	3,11	3,70	4,99	54,50	3,49
9	50:303,0					Suyuq	57,04	29,85	47,6	0,545	0,730	27,53	2,17	2,04	6,03	62,21	3,10
10	50:454,5					Suyuq	67,00	28,08	58,08	0,466	0,672	23,61	2,31	5,73	3,56	64,78	2,67
11	50:515,1					Suyuq	80,29	36,31	54,77	0,413	0,639	22,25	2,61	5,28	3,03	66,81	2,55
12	50:606,0					Juda Suyuq	94,75	42,15	55,51	0,395	0,646	25,12	4,91	4,86	7,02	58,08	2,33
13	50:681,8					Juda Suyuq	82,88	35,23	57,49	0,384	0,621	23,70	6,50	6,27	10,8	52,65	2,28
14	50:203,0	25	60	0,2	60	Bo‘ tqas imon	61,14	33,62	45,01	0,588	0,869	23,50	5,02	8,53	10,4	52,53	3,48
15	50:303,0					Suyuq	62,87	29,99	52,29	0,497	0,693	16,07	4,03	6,07	7,70	66,12	3,12
16	50:515,1					Suyuq	72,89	35,55	51,22	1,128	1,201	23,62	6,16	5,74	10,2	54,20	2,21
17	50:606,0					Juda Suyuq	72,20	29,13	59,65	1,086	1,240	27,80	3,70	6,70	6,97	54,82	2,19
18	50:203,0	25	80	0,5	60	Bo‘ tqas imon	62,48	34,57	44,67	1,323	1,533	27,33	6,65	6,22	10,6	49,11	3,29
19	50:348,4					Suyuq	66,32	32,32	51,26	1,233	1,371	32,37	3,24	4,17	11,0	49,17	3,27
20	50:606,0					Juda Suyuq	88,18	34,99	60,31	1,047	1,258	28,72	3,34	4,23	11,7	51,93	2,41
21	50:303,0	25	100	0,5	60	Suyuq	64,58	27,67	57,15	1,188	1,374	25,84	3,18	6,36	5,24	59,37	3,09
22	50:606,0					Juda Suyuq	88,62	32,02	63,86	1,089	1,153	27,98	3,81	5,87	5,21	57,96	2,11
23	50:303,0	25	60	0,5	20	Suyuq	66,71	31,89	52,19	1,182	1,395	30,41	4,70	6,14	4,83	53,90	3,04
24	50:303,0				40	Suyuq	68,57	30,48	55,54	1,178	1,327	28,21	4,70	5,70	5,44	55,94	3,25
25	50:303,0				120	Suyuq	66,88	31,35	53,12	1,256	1,378	28,23	5,32	6,47	5,55	54,41	3,22

Massaviy yo‘ qotish (pateriya) va kislota konsentratsiyasi o‘ rtasidagi bog‘ liqlik:

• 16,5% li EFK ishlatilganda massaviy yo‘ qotish 15,03% dan 48,0% gacha bo‘ lgan oraliqda o‘ zgarsa, 25,0% li EFK qo‘ llanilganda bu ko‘ rsatkich sezilarli darajada ortib, 22,50% dan 63,86% gacha yetadi.25% li EFK ning kimyoviy faolligi yuqoriligi sababli fosforit mineral panjarasining parchalanishi va kalsiy ionlarining eritmaga o‘ tishi ancha jadal kechdi.

• Haroratning 60 °C dan 100 °C ga ko‘ tarilishi parchalanish darajasini oshiradi: 25% li EFK da 50:606 nisbatda yo‘ qotish 60 °C dagi 55,51% dan 100 °C da 63,86% ga yetdi.

Zichlik va suspenziya, pH dinamikasi:

• 16,5% li kislotada to‘ yingan zichlik 1,1363 g/sm³ dan 0,4666 g/sm³ gacha, siqilgan zichlik esa 1,3224 g/sm³ dan 0,6493 g/sm³ gacha pasayadi.

• 25,0% li kislotada esa kislota ulushi yuqori bo‘ lganda (50:681,8) to‘ yingan zichlik 0,384 g/sm³ gacha pasayadi. Bu holat mineral fazalarning intensiv erishi natijasida qoldiq zarrachalarda g‘ ovakdor tuzilmalarning hosil bo‘ lishi bilan izohlanadi[4].

• Kislota konsentratsiyasi oshishi bilan eritmaning buferlik xususiyati o‘ zgaradi.16,5% li kislotada pH ko‘ rsatkichi 6,38 dan 4,32 gacha o‘ zgarsa, 25,0% li kislotada erkin vodorod ionlari faolligi yuqori bo‘ lgani sababli pH keskin pasayib, 5,55 dan 2,28 gacha tushadi[9].

2. Harorat kinetikasi va ekzotermik samaradorlik

Fosforitning kislotali parchalanishi issiqlik ajralishi (ekzotermik effekt) bilan boradi. 3-4 jadvallarda da 16,5 %va 25,0% li EFK ishlatilganda reaktor zonasidagi harorat profili keltirilgan.

25,0 %li kislotada reaksiyaning ekzotermik effekti ancha yuqori bo‘ lib, dastlabki 10–20 daqiqa davomida harorat tez ko‘ tariladi. Masalan, 100°C sharoitda 16,5 % li EFK da harorat 85°C gacha ko‘ tarilgan bo‘ lsa, 25% li EFK da 98°C gacha yetadi. 30–40 daqiqadan so‘ ng faol kimyoviy jarayon sekinlashib, tizim harorati muvozanatlashadi[7].

3. Ko‘ pik hosil bo‘ lish kinetikasi va uning reologik xususiyatlari

Aznek fosforitini kislota bilan faollashtirishda ko‘ piklanish asosiy texnologik cheklovchi omil hisoblanadi. 5 va 6 jadvallarda 16,5% li va 25 % li EFK ta’sirida ko‘ pik qatlamining vaqt bo‘ yicha o‘ zgarish dinamikasi aks ettirilgan. Kinetik qonuniyatlar shuni ko‘ rsatadiki: Reaksiyaning dastlabki 5 daqiqasida karbonat minerallarining kislota bilan tezkor ta’siri hisobiga eng maksimal ko‘ pik balandligi (16,5 % li EFK da 17,5 sm gacha, 25% li EFK da 24 sm gacha) kuzatiladi. Harorat oshishi (80–100°C) ko‘ pikning dastlabki hosil bo‘ lish tezligini oshirsa-da, qovushqoqlikning kamayishi sababli ko‘ pikning parchalanishi va so‘ nishini tezlashtiradi (15–20 daqiqada ko‘ pik keskin pasayadi). Xomashyo dispersligi 0,5 mm dan 0,2mm kamaytirilganda, solishtirma sirt yuzasi kengayishi tufayli gaz ajralishi tezlashadi, lekin hosil bo‘ lgan mayda qattiq zarrachalar ko‘ pik plyonkasini barqarorlashtirib, uning uzoqroq saqlanishiga olib keladi.Reaktordagi jarayonning 45–60 daqiqasiga kelib gaz ajralishi to‘ liq muvozanatlashadi[6].

3-jadval. Reaksiyaning vaqt bo‘ yicha harorat dinamikasi (T, °C)

№	Fosfarit EFK (g)	EFK%	T°C	Elako‘lchami	Faollashtirish vaqti (daqiqa)	Vaqt (min) / harorat T C°											
						10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min	90 min	100 min	110 min	120 min
1	50:10	16,5	60	0,5	60	45	45	46	46	45	44						
2	50:20					45	45	45	45	45	44						
3	50:40					52	53	53	50	50	50						
4	50:50					52	53	53	52	51	51						
5	50:75					53	53	54	55	54	54						
6	50:100					52	52	54	55	54	53						
7	50: 134					51	51	52	54	53	53						
8	50: 150					51	51	52	54	56	55						
9	50:200					53	54	54	54	55	55						
10	50:300					54	56	55	54	56	56						
11	50:340					54	56	56	55	55	55						
12	50:400					53	55	56	56	56	56						
13	50:450					55	56	57	57	56	56						
14	50:134	16,5	60	0,2	60	50	51	50	50	50	49						
15	50:200					55	56	55	55	55	55						
16	50:340					55	56	56	56	55	55						
17	50:400					55	55	56	55	55	55						
18	50:134	16,5	80	0,5	60	71	72	72	70	70	68						
19	50:230					72	76	70	70	71	71						

20	50:400					72	72	74	73	72	68						
21	50:200	16,5	100	0,5	60	69	73	75	78	81	78						
22	50:400					69	76	84	85	85	80						
23	50:200				20	52	56										
24	50:200	16,5	60	0,5	40	52	54	55	53								
25	50:200				120	52	51	50	52	51	50	50	50	50	50	50	50

4-jadval. Reaksiyaning vaqt bo‘ yicha harorat dinamikasi (T, °C)

№	Fosfarit EFK (g)	EFK%	T °C	Elak o‘lchami	Faollashtirish vaqti (daqiqa)	Vaqt (min) / harorat T C◦											
						10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min	90 min	100 min	110 min	120 min
1	50:15,15	25	60	0,5	60	48	50	45	43	42	41						
2	50:30,30					50	51	46	42	42	41						
3	50:60,60					53	52	51	50	49	42						
4	50:75,75					54	52	50	49	46	42						
5	50:113,6					56	55	52	49	48	44						
6	50:151,5					52	54	54	56	54	52						
7	50:203,0					54	54	56	54	54	53						
8	50:227,2					56	57	56	55	55	52						
9	50:303,0					57	58	56	55	55	54						
10	50:454,5					55	56	57	56	55	52						
11	50:515,1					56	58	58	58	56	55						
12	50:606,0					55	58	59	58	56	54						
13	50:681,8					53	55	55	56	56	55						
14	50:203,0	25	60	0,2	60	54	55	56	54	54	52						
15	50:303,0					56	56	55	54	54	53						
16	50:515,1					55	55	56	57	55	54						
17	50:606,0					54	55	56	56	56	54						
18	50:203,0	25	80	0,5	60	70	73	74	70	70	70						
19	50:348,4					68	72	75	76	75	72						
20	50:606,0					66	74	75	75	75	73						
21	50:303,0	25	100	0,5	60	94	98	98	96	96	94						
22	50:606,0					90	92	88	86	84	84						
23	50:303,0	25	60	0,5	20	54	56										
24	50:303,0				40	54	56	56	55								
25	50:303,0				120	56	57	57	58	56	55	55	55	55	54	54	54

5-jadval. Reaktor zonasida ko‘ pik hosil bo‘ lish kinetikasi (ko‘ pik balandligi, sm)

№	Fosfarit EFK (g)	EFK%	T °C	Elak o‘lchami	Faollashtirish vaqti (daqiqa)	Vaqt min / ko‘ pik hajmi sm																	
						5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min	65 min	70 min	75 min	80 min	85 min	90 min
1	50:10	16,5	60	0,5	60																		
2	50:20																						
3	50:40					5	3	2	2	1	0,8												
4	50:50					5	4	3,5	3	2,5	2,5	2											
5	50:75					5	4	4	4	3,5	3	2,5	2,5										
6	50:100					3,5	3	3	2,5	2,5	2	2	2	2									
7	50: 134					6	4	4	4	4	3,5	3	3	3									
8	50: 150					7	5	5	20	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5								
9	50:200					7	5	5	4,5	4	4	4	4	4	3,5	3							
10	50:300					10	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3						
11	50:340					10	7	6	5,5	5	5	5,5	5,5	5	5	5	4						

12	50:400					12	9	7	6	6	6	6	6	5,5	5,5	5,5	5,5						
13	50:450					17,5	12	9	7,8	7,5	7	6,8	6,5	6,5	6	6	6						
14	50:134					4,5	4	3,5	3	3	3	3	3	2,5	2,5	2	2						
15	50:200	16,5	60	0,2	60	7	5,5	5	5	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5	3	3						
16	50:340					6,5	5	5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4	4	4	4						
17	50:400					11	7	6,5	6	6	6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5						
18	50:134					12,5	6	4	3,5	3	3	3	2,5	2,5	2	2	2						
19	50:230	16,5	80	0,5	60	10	6,5	5	5	4,5	4,5	4	4	3,5	3	3	2,5						
20	50:400					14	9	6	5	5	5	5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5						
21	50:200	16,5	100	0,5	60	14	6	5	4	3,5	3,5	3	3	2,5	2,5	2	2						
22	50:400					14	7	6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5						
23	50:200				20	8	6	4	3														
24	50:200	16,5	60	0,5	40	7	5	4	3,5	3,5	3	3	3										
25	50:200				120	7	4,5	4,5	4	3,5	3,53	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,5

6-jadval Reaktor zonasida ko‘ pik hosil bo‘ lish kinetikasi

№	Fosfarit EFK (g)	EFK%	T°C	Elak o'lchami	Faollashtirish vaqti (daqiqa)	Vaqt min / ko' pik hajmi sm																
						5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min	65 min	70 min	75 min	80 min	85 min	90 min
1	50:15,15	25	60	0,5	60																		
2	50:30,30																						
3	50:60,60					3	2																
4	50:75,75					6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8						
5	50:113,6					16	15	13	8	6	4	2	2	2	2	1	1						
6	50:151,5					17	16	10	4	2	2	2	2	2	1,7	1,5	1,5						
7	50:203,0					21	17	10	6	5	4	4	4	4	3	2,5	2,5						
8	50:227,2					20	17,5	13	9	6	4	3,5	3,5	3	3	3	3						
9	50:303,0					21	15,5	8	7,5	7,5	4,5	4,5	4,5	4	4	4	4						
10	50:454,5					22	20	14	10	8	7	6,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5						
11	50:515,1					24	22	18	15	10	6	5	5	5	5	5	5						
12	50:606,0					24,5	21	19	16	8	6	6	6	6	6	6	6						
13	50:681,8					26	24	22	20	17	12	9	8	8	7	7	7						
14	50:203,0	25	60	0,2	60	21	20	7	4,5	4,5	3	3	3	3	3	2,5	2,5						
15	50:303,0					23,5	21	6	5	5	5	4,5	4	4	4	4	3,5						
16	50:515,1					24	22	18	15	9,5	8,5	8,5	8	7,5	7	7	6						
17	50:606,0					23,5	21	20	19	8	7,5	7,5	7	7	7	7	6,5						
18	50:203,0	25	80	0,5	60	18	13	6	5,4	4	3,5	3,5	3	3	3	3	3						
19	50:348,4					21	19	10	7	6	5	5	5	4,5	4,5	4	3,5						
20	50:606,0					24	16	16	14	11	7	6	6	6	6	5	5						
21	50:303,0	25	100	0,5	60	10	12	6,5	5	4,5	4	3,5	3,5	3,5	3	3	3						
22	50:606,0					11	15	14	6	5,5	5,5	5,5	5,3	5	4,5	4,5	4						
23	50:303,0	25	60	0,5	20	20	19	6	5														
24	50:303,0				40	20,5	19,5	9	6	4,5	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5						
25	50:303,0				120	22	19	7	5	4,5	4,5	4,5	4	4	4	4	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5

XULOSA (CONCLUSION)

1.Aznek koni fosforitlarini 16,5 % va 25,0 % konsentratsiyali ekstraksion fosfor kislotasi bilan faollashtirish jarayonining fizik-kimyoviy va reologik qonuniyatlari har tomonlama tadqiq etildi.

2.Kislota konsentratsiyasining 16,5 % dan 25,0 % ga oshishi xomashyoning kimyoviy parchalanish chuqurligini sezilarli oshirib, massaviy yo‘ qotishni (pateriya) 48,02 % dan 63,86 % gacha ko‘ taradi va hosil bo‘ lgan suspenziya pH ko‘ rsatkichini 4,32 dan 2,11 gacha pasaytiradi.

3.Kislota me’yori ortishi bilan mahsulotning to‘ yingan zichligi 1,136 g/sm^3 dan 0,384 g/sm^3 gacha pasayadi, bu qoldiq faza morfologiyasining o‘ zgarishi va yuqori g‘ ovakdor tuzilma shakllanishi bilan izohlanadi.

4.Haroratning 60 C◦ dan 100 C◦ ga ko‘ tarilishi reaksiyaning ekzotermik jadalligini kuchaytiradi va ko‘ pik qatlamining so‘ nish vaqtini qisqartiradi.

5.Sanoat sharoitida Aznek fosforitlarini qayta ishlashda reaktor hajmidan samarali foydalanish, ortiqcha ko‘ piklanishning oldini olish va maqbul reologik ko‘ rsatkichlarga erishish uchun jarayonni 25% li EFK bilan 50:203 – 50:303 nisbatda, 60 C◦ haroratda va 40–60 daqiqa davomiylikda olib borish texnologik jihatdan eng optimal rejim sifatida tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1.Намазов Ш.С., Раджабов Р., Беглов Б.М. Переработка фосфоритов Центральных Кызылкумов на фосфорсодержащие удобрения // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2008. – № 3. – С. 12–18.

2.Волынскова Н.В., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Активация низкосортных фосфоритов минеральными кислотами // Узбекский химический журнал. – 2016. – № 4. – С. 55–61.

3.Реймов А.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Реологические свойства фосфатных пульп при разложении мытых сушеных концентратов // Журнал прикладной химии. – 2019. – Т. 92. – № 5. – С. 610–617.

4.Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Получение азотнофосфорно- кальциевых удобрений из Кызылкумских фосфоритов // Химия и химическая технология. – 2011. – № 4. –С. 8–11

5.A.,Kudiyarova T.Nurmurodov . Aznek fosforitlarini va kislotali parchalashda har xil miqdorda hosil bolgan konsentratlarning marfologiyasin o‘ rganish.

EURASIAN JOURNAL OF MEDICAL NATURAL SCIENCES Tashkent-2025 80-84 betlar

6.T.Nurmuradov ,N.Xurramov,G.Raximova,X.Suyarova Aznek koni fosfaritlaridan kislotali usullar asosida parchalanishdan olingan kislotali ekstrakt va suyuq o‘ g‘ itlar tarkibini o‘ rganish.Journal of Advances in CHEMICAL Engineering Technology Vol.4(16), 2024

7.Kudiyarova A.A., Nurmurodov T.I. AZNEK KONI FOSFORITLARINI KISLOTALI QAYTA ISHLASHNING TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI TADQIQ ETISH. O‘ ZBEKISTON AGRAR FANI XABARNOMASI. № 6 (30) 2026

8.Shaymardanova, M. A., Mirzakulov, Kh. Ch., Melikulova, G., Khodjamkulov, S. Z., Nomozov, A. K., & Shaymardanova, Kh. S. (2023). Study of processe of obtaining monopotassium phosphate based on monosodium phosphate and potassium chloride. *Chemical Problems*,*2*,279–293. doi.org/10.32737/2221-8688-2023-3-279-293 Cited by: 18

9. УДОБРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФАТОВ ГОСТ 20851.2-75 (ИСО 5316-77, ИСО 6598-85, ИСО 7497-84)

10. Maazioui, S., Maazouz, A., Benkhaldoun, F., Ouazar, D., & Lamnawar, K. (2021). Rheological Characterization of a Concentrated Phosphate Slurry. *Fluids*, *6*, 178. doi.org/10.3390/fluids6050178 Cited by: 15