

YUVIB QURITILGAN FOSFORIT KONSENTRATIDAN KLINKER USULDA EKSTRAKTSION FOSFAT KISLOTA OLIISH JARAYONLARINI O'RGANISH

A. Nodirov, B.Sultonov, Y. Toshmatov, G'. Doliyev

Namangan davlat universiteti

Annotatsiya. Maqolada Markaziy Qizilqum (MQ) fosforitini termik boyitilishidan hosil bo'lgan yuvib quritilgan fosforit konsentratidan (YuQFK) klinker usulda ekstraktsion fosfat kislota olish jarayonlarini o'rganish natijalari keltirilgan. Olingan EFKni sifat ko'rsatkichlariga sulfat kislota kontsentratsiyalarni ta'siri, fosfat kislota gipsli bo'tqadan fosfat kislota eritmasini turli kontsentratsiyalari orqali EFKni ajratib olish jarayonlari o'rganilgan. Ushbu jarayonlarning maqbul kattaliklari aniqlangan. Maqbul kattaliklarda olingan EFK tarkiblarida 25,39-26,89% P_2O_5 , 0,06-0,07% F bo'ladi. Turli xil kontsentratsiyali EFK bilan ajratib olishda fosfat kislota gipsli bo'tqalarning filtrlanish tezliklari 1210-1235 $kg/m^2 \cdot soatga$ teng bo'ladi. Hosil bo'lgan fosfogips larni asosiy tarkibi quyidagicha bo'lishi ham aniqlandi: 2,44-2,50% $P_2O_{5umum.}$, 30,69-30,84% $CaO_{umum.}$, 42,02-42,10% SO_3 va 1,38-1,41% F.

Kalit so'zlar: Yuvib quritilgan fosforit konsentrat, sulfat kislota, ekstraktsion fosfat kislota, parchalanish koeffitsienti, ajralish koeffitsienti va filtrlanish tezligi.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭКСТРАКЦИИ ФОСФОРИТНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ПРОМЫТОГО-СУШЕННОГО ФОСФОРИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА КЛИНКЕРНЫМ МЕТОДОМ

Нодиров А.Султонов Б. Ташматов Й. Г Долиев.

Наманганский государственный университет

Аннотация. В статье представлены результаты исследования процессов экстракционного извлечения фосфорной кислоты клинкерным методом из промыто-сухого фосфоритового концентрата (ПСФК), полученного термическим обогащением фосфорита Центрально-Кызылкумского (ЦК). Изучено влияние концентрации серной кислоты на показатели качества получаемых ЭФК, процессы извлечения ЭФК из фосфорнокислой гипсовой каши с различной концентрацией раствора фосфорной кислоты. Определены оптимальные размеры этих процессов. В состав ЭФК входят 25,39-26,89% P_2O_5 , 0,06-0,07% F, полученные в приемлемых количествах. Скорости фильтрации фосфатно-гипсовых каш при экстракции с различными концентрациями ЭФК равны 1210-1235 $kg/m^2 \cdot ч$. Также установлено, что основной состав образующегося фосfogипса следующий: 2,44-2,50% $P_2O_{5об.}$, 30,69-30,84% $CaO_{об.}$, 42,02-42,10% SO_3 и 1,38-1,41% F.

Ключевые слова: Промыто-сухой фосфоритовый концентрат, серная кислота, экстрагируемая фосфорная кислота, коэффициент разложения, коэффициент разделения и скорость фильтрации.

STUDYING THE PROCESSES OF EXTRACTION OF PHOSPHORIC ACID FROM WASHED-DRIED PHOSPHORITE CONCENTRATE USING THE CLINKER METHOD

A. Nodirov, B.Sultonov, Y. Toshmatov, G'. Doliyev

Namangan State University

Annotation. The article presents the results of a study of the processes of extraction of phosphoric acid using the clinker method from washed-dry phosphorite concentrate (WDPC), obtained by thermal enrichment of Central Kyzylkum (CK) phosphorite. The influence of sulfuric acid concentration on the quality indicators of the obtained EPA, the processes of extracting EPA from phosphoric acid gypsum porridge with different concentrations of phosphoric acid solution have been studied. The optimal dimensions of these processes have been determined. The composition of EPA includes 25.39-26.89% P_2O_5 , 0.06-0.07% F, obtained in acceptable quantities. The filtration rates of phosphate-gypsum slurries during extraction with different concentrations of EPA are 1210-1235 $kg/m^2 \cdot h$. It has also been established that the main composition of the resulting phosphogypsum is as follows: 2.44-2.50% P_2O_{5com} , 30.69-30.84% CaO_{com} , 42.02-42.10% SO_3 and 1.38-1.41% F.

Key words: Washed-dry phosphorite concentrate, sulfuric acid, extractable phosphoric acid, decomposition coefficient, separation coefficient and filtration rate.

Kirish. Hozirgi vaqtda dunyo sanoatida fosfat xom ashyolaridan (FXA) fosfat kislota ishlab chiqarishning ikkita usuli mavjud: birinchisi quruq (elektropechli) usul bo'lib, FXA lari tarkibidagi fosfor erkin holda qaytariladi, olingan fosfor oksidlanadi va hosil bo'lgan P_2O_5 dan fosfat kislota olinadi. Fosfat xom ashyolaridan elektropechli usulda ishlab chiqarilgan fosfat kislota termik fosfat kislota (TFK) deb ataladi. Ikkinchi usul ekstraksiyon usul deb ataladi va bunda fosfat kislota FXA lardan mineral kislotalar (nitrat, xlorid va sulfat kislotalar) yordamida ajratib olinadi va ajratib olingan fosfat kislota esa ekstraksiyon fosfat kislota (EFK) deb ataladi. TFK ni tozaligi va yuqori kontsentratsiyaga ega bo'lishiga qaramay uning tannarxi EFK ga nisbatan ancha qimmat. Lekin shunday bo'lsada, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatlari uchun kerak bo'lgan fosforli birikmalar olishda TFK dan foydalaniladi. EFK esa asosan fosfor tutgan oddiy va kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishga sarflanadi[1].

Hozirgi vaqtda EFK ishlab chiqarishning ham ikkita yo'nalishi mavjud bo'lib, ular fosfat xom ashyolarini avval EFK bilan parchalab keyin sulfat kislotali ekstraksiya qilish (ho'l usul) va fosfat xom ashyoni avval 93-98%-li sulfat kislota bilan ta'sirlashtirib keyin undan fosfat kislotani suv bilan ajratib olishdir (klinker usul)[2].

Birinchi usul, ya'ni ho'l usul dunyo bo'ylab juda keng tarqalgan. Deyarli fosfat xom ashyosi bor mamlakatlarda ushbu usul qo'llaniladi. Ushbu jarayonlarda kalsiy sulfat cho'kma sifatida hosil bo'ladi va u asosiy suspenziyadan ajratiladi. Harorat hamda eritmadagi P_2O_5 va SO_4^{2-} larning miqdorlariga qarab, kalsiy sulfat digidrat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), yarim gidrat ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) va angidrid ($CaSO_4$) ko'rinishida hosil bo'ladi. EFK ishlab

chiqarishning asosiy usuli bizning mamlakatda ham va boshqa mamlakatlarda ham nisbatan oddiy va ishonchli bo'lgan asosiy usuli bu digidratli usuldir.

FXA lardan sulfat kislotali usulda EFK olish bo'yicha mamlakatimizda juda ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. N.V.Volniskova va boshqalar tomonidan Markaziy Qizilqum (MQ) fosforitlaridan termik usulda boyitib olingan yuvib kuydirilgan fosforit konsentratini (YuKFK) sulfat kislotali qayta ishlab EFK olish batafsil o'rganilgan[3].

Bunda EFK olishning asosiy texnologik kattaliklari (jarayonni harorati, $Q : S$ nisbati, aylanma EFK konsentratsiyasi va EFK dagi erkin SO_3 ning miqdori) va bu kattaliklarni yuvib kuydirilgan fosforit konsentratini (YuKFK) sulfat kislotali ekstraktsiya qilishdagi $K_{parchalash}$, $K_{yuvilish}$ va $K_{chiqish}$ qiymatlariga ta'siri o'rganilgan. Sulfat kislotali ekstraktsiya qilishning maqbul kattaliklari aniqlangan: jarayon harorati – 85-90°S, $Q : S$ nisbati – 1 : (2,5-3,5), aylanma EFK konsentratsiyasi – 12-15% va EFK dagi erkin SO_3 ning miqdori – 1,5-2,5%. Bundan tashqari YuKFK dagi erkin CaO ning sulfat kislotali ekstraktsiyaga salbiy ta'sir qo'rsatishi ham o'rganilgan. Ushbu salbiy ta'sirni yo'qotish uchun sulfatfosfat kislotali bo'tqani vakuumli sovitish sistemasi qo'llanilgan, hamda YuKFK dan sulfat kislotali EFK olishni ammoniy sulfati ishtirokida olib borish bo'yicha muntazam tadqiqotlar olib borilgan va $K_{parchalash}$, $K_{yuvilish}$ va $K_{chiqish}$ qiymatlarini ortishiga erishilgan.

Hozirda yangi sxema bo'yicha tarkibida 26% P_2O_5 tutgan 716 ming tonna YuKFK ishlab chiqarilmoqda va uni xossalarini o'rganish hamda undan EFK, ammosfos va diammosfos olishni maqbul sharoitlarini aniqlash zarurati tug'ildi. Sh.S.Namazov, A.R. Seytnazarov va boshqalar tomonidan ushbu YuKFK ni fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xossalari va undan EFK olishning maqbul sharoitlari aniqlangan hamda olingan EFK asosida yaxshi sifatga ega bo'lgan ammosfos va diammosfos olingan[4].

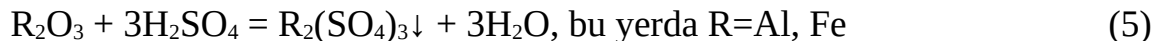
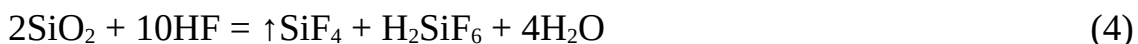
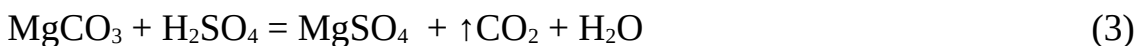
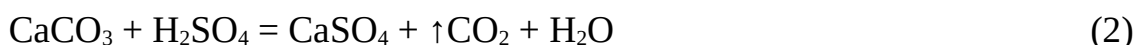
N.I. Xurramov va Sh.I.Umarovlar tomonidan yuvib quritilgan va yuvib kuydirilgan fosforit konsentratlaridan (YuQFK va YuKFK) EFK olish imkoniyatlari ko'rsatilgan[5-6]. Ammo ushbu tadqiqotlarda ancha qimmat bo'lgan fosfat xom ashyolari YuQFK va YuKFK qo'llanilgan bo'lsada, olingan EFK dagi P_2O_5 larning miqdorlari katta emas. Z.K.Dexkanov va B.E. Sultonovlar tomonidan ham kimyoviy boyitilgan fosforit konsentratlaridan (KBFK) EFK olish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan, ammo bu yerda ham yuqoridagi kabi kamchiliklar mavjud

Xom ashyolar va tajribalarni olib borilishi.

Laboratoriya tadqiqotlari uchun quyidagi tarkibga ega bo'lgan YuQFK dan foydalanildi: 27,40% $P_2O_{5sumum.}$; 9,91% P_2O_5 o'zl.; 54,68% CaO; 1,44% MgO;

4,52% CO₂; 2,11%SO₃; 2,04% F; 0,20% H₂O; CaO:P₂O₅—2 va 2,49% erimaydigan qoldiq.

YuQFKni sulfat kislota bilan parchalash bo'yicha laboratoriya tajribalari elektromotor bilan harakatlantiriladigan vintli aralashtirgich bilan jihozlangan quvurli shisha reaktorda olib borildi. Haroratni bir xilda ushlab turish uchun bu reaktor termostatga joylashtirildi. Oldindan o'lchangan fosforit namunasi (YuQFK) reaktorga solinadi, so'ngra asta sekinlik bilan 95 va 110% oraliqdagi me'yorlardagi turli xil kontsentratsiyali sulfat kislotasi qo'shib borildi. Sulfat kislota kontsentratsiyalari 70-98% daqiqa oralig'ida olindi. Fosforitning parchalanish vaqti 30 daqiqa. Fosforitning parchalanish jarayonidagi harorat kislota me'yorlar va kontsentratsiyalariga bog'liq holda 80-100°C oraliqda o'zgaradi. Reakcion massani harorati 80°Cda ushlab turiladi. YuQFK ni sulfat kislota bilan parchalanganda quyidagi kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi:



YuQFK ni yuqori kontsentratsiyali sulfat kislota bilan parchalanish tufayli katta hajmdagi ko'piklar hosil bo'lishi kuzatilmaydi. Hosil bo'lgan fosfat kislotali va gipsli klinker dastlabki YuQFK ga nisbatan 1,0:2,5 va 1,0:3,0 bo'lgan 10 %-li EFK bilan 5-10 daqiqa davomida aralashtirildi va vakuum ostida filtrlandi. YuQFK ni parchalanish koefitsienti ($K_{\text{parch.}}$), P₂O₅ ni eritmaga ajralish koefitsienti ($K_{\text{ajral.}}$) va fosfat kislotali gipsli pulpalarni (bo'tqa) filtrlanish tezliklari hisoblandi. Fosfogips va olingan EFK dagi moddalar aniq bo'lgan usullarda tahlil qilindi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Laboratoriya tajribalarini bajarishdan olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Ushbu olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, sulfat kislota me'yori 103% va YuQFK: 10%-li EFK=1,0:2,5 bo'lganda, uning kontsentratsiyasi 70 dan 98% gacha ortganda olingan EFK

Olingan EFK va fosfogipsning asosiy kimyoviy tarkibiga sulfat kislota me'yori va konsentrasiyasini ta'siri

(YuQFK: 10%-li EFK=1,0:2,5).

H ₂ SO ₄ meyor i,%	C _{H₂SO₄} ,%	Moddalar miqdori, %										K _{parch.} , %	K _{unum.} , %	Filtrlanis h tezligi, kg/ m ² · soat
		EFK				Fosfogips								
		P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	F	P ₂ O ₅ umu	P ₂ O ₅ suv.	CaO _{umu}	SO ₃	F	H ₂ O			
95	93	25,50	0,97	3,11	0,05	2,62	0,66	30,50	41,90	1,49	20,23	94,35	93,11	1115
100		26,56	0,82	3,14	0,06	2,56	0,63	30,60	41,95	1,44	20,26	95,79	93,76	1177
103		26,89	0,69	3,26	0,07	2,50	0,60	30,69	42,02	1,41	20,32	96,46	94,18	1210
105		27,33	0,56	3,37	0,08	2,48	0,56	30,78	42,10	1,39	20,36	97,07	94,28	1245
110		27,43	0,43	3,41	0,10	2,45	0,52	31,81	42,12	1,38	20,40	97,68	94,39	1271
103	70	25,41	0,56	3,06	0,03	2,39	0,49	29,52	40,89	1,23	19,21	96,05	93,31	1312
	75	25,54	0,59	3,09	0,03	2,42	0,51	29,81	40,92	1,27	19,45	96,16	93,44	1291
	80	25,96	0,61	3,12	0,04	2,45	0,53	29,92	41,08	1,32	19,68	96,22	93,59	1279
	85	26,18	0,63	3,16	0,05	2,47	0,56	30,15	41,32	1,36	19,98	96,41	93,71	1264
	90	26,42	0,67	3,20	0,06	2,49	0,58	30,37	41,77	1,38	20,15	96,44	93,95	1232
	93	26,89	0,69	3,26	0,07	2,50	0,60	30,69	42,02	1,41	20,32	96,46	94,18	1210
	98	26,98	0,71	3,29	0,09	2,53	0,63	30,72	42,12	1,43	20,35	97,18	94,76	1163

tarkibida P_2O_5 ning miqdori 25,41 dan 26,98% gacha ortishi kuzatiladi. Bunda $K_{par.}$ va $K_{unum.}$ koefitsientlari mos ravishda 96,05 dan 97,18% gacha va 93,31 dan 94,76% gacha ortadi. Fosfatkislotali gipsli bo'tqalarning filtrlanish tezligi esa 1312 dan 1163 $kg/m^2 \cdot s$ gacha kamayishi kuzatiladi. Bundan tashqari olingan EFK namunalaridagi CaO , SO_3 va F larning qiymatlari mos ravishda 0,56 dan 0,71% gacha, 3,06 dan 3,29% gacha va 0,03 dan 0,09% gacha ortishini kuzatish mumkin. Bunday qonuniyatlar bo'lishini sulfat kislotaning kontsentratsiyalarini ortishi bilan izohlash mumkin. Ushbu kattaliklarda hosil bo'lgan fosfogips namunalarida esa $P_2O_{5umum.}$ va $CaO_{umum.}$ miqdorlari mos ravishda 2,39 dan 2,53% gacha va 29,52 dan 30,72% gacha ortishi kuzatiladi. Uning tarkibidagi SO_3 va F larning qiymatlari mos ravishda 40,89 dan 42,12% gacha va 1,23 dan 1,43% gacha ortadi. Fosfogips tarkibidagi bu moddalarning miqdorlarini bir oz ortib borishini fosfogipsni filtrlanish tezligini bir kamayishi bilan izohlash mumkin. Sulfat kislotani me'yori 105% bo'lganda yuqorida keltirilgan barcha qonuniyatlar takrorlanadi. Olingan EFK tarkibidagi P_2O_5 ning miqdorlari bir oz kattaroq qiymatlarga, ya'ni 27,33 dan 27,43% gacha bo'ladi. Ammo uning tarkibidagi CaO ning qiymatlari 0,56 dan 0,97% gacha ortishi va shu bilan birga 103%-li me'yorlarda olinganga qaraganda bir oz kam bo'lishi kuzatiladi. Bunday bo'lishining asosiy sabablaridan biri bu kislota me'yorini katta bo'lishi hisobiga Ca^{2+} ionining eritmaga kamroq miqdorda o'tishidir. Sulfat kislotani 103%-li me'yorida kuzatilgan barcha qonuniyatlar 105%-li me'yorlarda ham kuzatiladi. Bu tarkibli EFK ni oddiy va kompleks o'g'itlarga qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarasiz bo'lishi mumkin, lekin shunday bo'lsada bu dastlabki natijalardir. Ushbu holatga qaramasdan ushbu kislota eritmasidan o'g'itli va ozuqaviy fosfatlar olish mumkin.

Keyingi tadqiqotlarimizda esa EFK eritmaları tarkibidagi P_2O_5 ni miqdorlarini 1,0:3,0 nisbatda 10%li EFK bilan yuvganimizda miqdorini o'zgarishiga qaratdik. Buning uchun biz hosil bo'lgan fosfat kislotali klinkerdan fosfat kislotani 10%-EFK eritmasi orqali YuQFK10%-li EFK=1,0:3,0 ajratib oldik. EFK tarkibida P_2O_5 ning miqdori 24,00 dan 25,93% gacha ortishi kuzatiladi. Bunda $K_{par.}$ va $K_{unum.}$ koefitsientlari mos ravishda 94,55 dan 97,88% gacha va 93,71 dan 94,59% gacha ortadi. Fosfatkislotali gipsli bo'tqalarning filtrlanish tezligi esa 1388 dan 1134 $kg/m^2 \cdot s$ gacha kamayishi kuzatiladi. Bundan tashqari olingan EFK namunalaridagi CaO , SO_3 va F larning qiymatlari mos ravishda 0,35 dan 0,89% gacha, 2,91 dan 3,21% gacha va 0,03 dan 0,08% gacha ortishini kuzatish mumkin. Tajribalarni bajarish tartibi yuqorida keltirilgandek bir xil. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan. Ushbu natijalardan ko'rinib turibdiki, yuqorida keltirilgan qonuniyatlar bu yerda ham takrorlanadi.

2-jadval

**Olingan EFK va fosfogipsning asosiy kimyoviy tarkibiga sulfat kislota me'yori va konsentrasiyasini ta'siri
(YuQFK: 10%-li EFK=1,0:3,0).**

H ₂ SO ₄ meyor i,%	C _{H₂SO₄} ,%	Moddalar miqdori, %										K _{parch.} , %	K _{unum.} , %	Filtrlanis h tezligi, kg/ m ² · soat
		EFK				Fosfogips								
		P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	F	P ₂ O ₅ umu	P ₂ O ₅ suv.	CaO _{umu}	SO ₃	F	H ₂ O			
95	93	24,00	0,89	2,91	0,04	2,56	0,63	30,65	41,98	1,45	20,35	94,55	93,71	1134
100		25,06	0,74	2,94	0,05	2,56	0,60	30,75	42,03	1,42	20,41	95,89	93,94	1197
103		25,39	0,61	3,06	0,06	2,44	0,57	30,84	42,10	1,38	20,46	96,99	94,32	1235
105		25,53	0,48	3,17	0,07	2,42	0,53	30,93	42,18	1,36	20,51	97,27	94,47	1271
110		25,93	0,35	3,21	0,09	2,39	0,49	31,96	42,20	1,32	20,58	97,88	94,59	1288
103	70	23,91	0,48	2,86	0,03	2,33	0,46	29,67	40,97	1,20	19,48	96,35	93,45	1388
	75	24,04	0,51	2,89	0,03	2,38	0,48	29,96	41,00	1,23	19,55	96,46	93,54	1314
	80	24,46	0,53	2,92	0,04	2,39	0,50	30,07	41,16	1,30	19,81	96,82	93,69	1298
	85	24,68	0,55	2,96	0,04	2,41	0,53	30,30	41,40	1,32	20,08	96,74	93,88	1278
	90	24,92	0,59	3,00	0,05	2,43	0,55	30,52	41,85	1,34	20,21	96,87	94,18	1264
	93	25,39	0,61	3,06	0,06	2,44	0,57	30,84	42,10	1,38	20,46	96,99	94,32	1235
	98	25,48	0,63	3,09	0,08	2,47	0,60	30,87	42,23	1,40	20,52	97,34	94,98	1223

Ma'lumki, ozuqaviy fosfat olishda qo'llanilayotgan EFK tarkibida ftorning miqdori 0,1% dan ko'p bo'lmasligi kerak. Biz tarafimizdan olingan EFK namunalarida ushbu qiymatlar 0,1% dan kam. Demak olingan EFK lar ftorga qo'yiladigan talablar bo'yicha ozuqaviy fosfatlar olish uchun yaroqli. Lekin shunday bo'lsada, EFK ni barcha talablar bo'yicha (og'ir metallar, zaharli metallmaslar) tahlil qilinishi kerak bo'ladi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

1. Yuqori kontsentratsiyali sulfat kislota ishlatilgani uchun YuQFK ni parchalashda katta hajmda ko'piklanish hosil bo'lmaydi;

2. Hosil bo'lgan EFKdagi P_2O_5 ning miqdori an'anaviy usulga qaraganda yuqori.

3. Olingan EFK dagi ftorning miqdorini kamligi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Аскарлов М.А., Давронбеков У.Ю., Донияров Н.А. Обогащение сложных фосфоритовых руд месторождения Джерой-Сардара и перспектива их интенсификации // Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2001. - № 1. - С. 77-79.

2. Волынскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Получение экстракционной фосфорной кислоты из мытого обожженного фосфатного концентрата Централъных Кызылкумов // Химия и химическая технология. Научно-технический журнал. – 2008. - №1. С. 4-7.

3. Волынскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Изучение процесса экстракционной фосфорной кислоты из мытого обожженного концентрата Централъных Кызылкумов // Умидли кимёгарлар -2008: Научно-техническая конф. проф.-проф. состава, докторантов, аспирантов, научных сотрудников, магистрантов и студентов ТХТИ. 8-11 апреля, 2008. – Ташкент. – 2008.- Химия и химическая технология. Научно-технический журнал. – 2008. - №1. С. 39-40.

4. Волынскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Интенсификация процесса экстракционной фосфорной кислоты из термоконцентрата Централъных Кызылкумов // Достижение и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана: Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. 7-8 октября, 2008. – Ташкент. – 2008. – С. 86-89.

5. Волынскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Снижение негативного влияния свободного оксида кальция в термоконцентрате Централъных Кызылкумов при производстве экстракционной фосфорной кислоты // Современное технологии переработки местного сырья и продуктов: Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. 23-24 октября, 2007. – Ташкент. – 2007. – С. 183-184.

6. Волынскова Н.В., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У. Получение экстракционной фосфорной кислоты из термоконцентрата КФК при сернокислотном разложении в присутствии сульфата аммония // Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Централъных

Кызылкумов: Материалы республиканской научно-технической конференции. 23 ноября, 2006. – Ташкент. – 2006. – С. 103-105.