

UO‘K: 661.832.532

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.35

## MAHALLIY VA SANOAT CHIQUINDILARINI QAYTA ISHLASH ORQALI KALIYLI O‘GIT OLIISH



**Umarova Maftuna Mashrabjon qizi**

“Kimyo va kimyoviy texnologiya” kafedrası doktoranti, Farg‘ona davlat texnika universiteti, Farg‘ona, O‘zbekiston  
E-mail: [Maftuna93umarova@gmail.com](mailto:Maftuna93umarova@gmail.com)



**Dexkanov Zulfikahar Kirgizbayevich**

“Oziq-ovqat texnologiyasi” kafedrası professori, Farg‘ona politexnika instituti, Farg‘ona, O‘zbekiston  
E-mail: [zulfikahar2404@gmail.com](mailto:zulfikahar2404@gmail.com)

**Annotatsiya.** Maqolada mahalliy va sanoat chiqindilari asosida  $\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$  reaksiyasiga ko‘ra kalsiy sulfatni kaliy karbonati bilan konversiyalash orqali kaliy sulfat imkoniyatlari ko‘rsatilgan. Konveriya jarayoni uchun maqbul sharoitlar aniqlangan. Suvli muhitda  $30^\circ\text{C}$  haroratda, boshlang‘ich komponentlarning 1:1 stexiometrik nisbati va 15-30 minut davomida 300 rpm bo‘lgan aralashtirgich aylanish tezligida  $\text{Ca}^{2+}$  ionlaridan foydalanish darajasi 90-93% ni tashkil etkanligi ko‘rsatilgan. Suyuq fazadagi kaliy sulfatni bug‘latish va keyinchalik kristallash orqali kaliy sulfat olingan. Tajribalar asosida olingan namunalar kimyoviy tahlil qilingan. Kimyoviy tahlil natijalari jadval holida keltirilgan. Shu bilan birga, Kungaboqar kulining skanerli elektrom mikroskop tahlili hamda Fosfogipsni asosiy kimyoviy tahlillari keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** kaliy xlorid, kaliyli o‘g‘itlar, kaliy sulfat konversiya, xlorsiz kaliyli o‘g‘itlar.

## ПЕРЕРАБОТКА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ЧЕРЕЗ ПЕРЕРАБОТКУ МЕСТНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

**Умарова Мафтуна Маишрабджон кизи**

Докторант кафедры «Химия и химическая технология»  
Ферганского государственного технического университета,  
Фергана, Узбекистан

**Дехканов Зулфикахар Киргизбаевич**

Профессор кафедры «Технология пищевых продуктов»  
Ферганского политехнического института,  
Фергана, Узбекистан

**Аннотация.** В статье представлены возможности получения сульфата калия путем конверсии сульфата кальция карбонатом калия по реакции:  $\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ . Определены оптимальные условия процесса конверсии. Показано, что в водной среде при температуре  $30^\circ\text{C}$ , стехиометрическом соотношении исходных компонентов 1:1 и скорости перемешивания 300 об/мин в течение 15–30 минут степень использования ионов  $\text{Ca}^{2+}$  составляет 90–93%. Полученный в жидкой фазе сульфат калия был выделен методом выпаривания с последующей кристаллизацией. Проведен химический анализ полученных образцов, результаты которого представлены в таблице. Также приведены данные сканирующей электронной микроскопии золы подсолнечника и основные химические анализы фосфогипса.

**Ключевые слова:** хлорид калия, калийные удобрения, конверсия сульфата калия, бесхлорные калийные удобрения.

## PRODUCING POTASSIUM FERTILIZER THROUGH RECYCLING OF LOCAL AND INDUSTRIAL WASTE

*Umarova Maftuna Mashrabjon kizi*

*Doctoral student of the Department of "Chemistry and Chemical  
Technology", Fergana State Technical University,  
Fergana, Uzbekistan*

*Dekhkanov Zulfikahar Kirgizbaevich*

*Professor of the Department of "Food Technology", Fergana  
Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan*

**Abstract.** The article presents the possibilities of obtaining potassium sulfate through the conversion of calcium sulfate with potassium carbonate according to the reaction:  $\text{CaSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$ . Optimal conditions for the conversion process have been determined. It has been shown that in an aqueous medium at a temperature of 30°C, with a stoichiometric ratio of the initial components of 1:1 and a stirring speed of 300 rpm for 15–30 minutes, the utilization rate of  $\text{Ca}^{2+}$  ions reaches 90–93%. Potassium sulfate obtained in the liquid phase was isolated by evaporation followed by crystallization. The obtained samples were subjected to chemical analysis, with the results presented in tabular form. Additionally, scanning electron microscopy analysis of sunflower ash and the basic chemical analyses of phosphogypsum are provided.

**Keywords:** potassium chloride, potassium fertilizers, potassium sulfate conversion, chlorine-free potassium fertilizers.

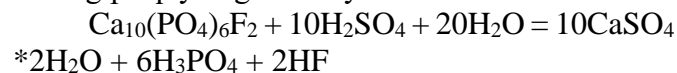
**Kirish.** Dunyoda eng keng tarqalgan kaliyli o'g'itdan kaliy xloriddir. Biroq, uning qishloq xo'jaligida tizimli qo'llanilishi qishloq xo'jaligi ekinlari, ayniqsa meva va rezavorlar hamda sitrus mevalariga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Bu ekinlar uchun kaliy sulfat ko'rinishidagi xlorsiz kaliyli o'g'itlardan foydalanish nafaqat hosildorlikni oshiradi, balki sifatini ham yaxshilashga olib keladi: kartoshkadagi kraxmal, qand lavlagidagi qand miqdori, uzumning ta'mi ortadi [1]. Kaliyli o'g'itlar qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Kaliyli o'g'itlar o'simliklarni issiq va sovuqqa chidamliligini oshiradi, turli xil kasalikalarga chalinishini oldini oladi, o'simliklarning hosildorligini ham oshishiga katta hissa qo'shadi. Kaliyli o'g'itlarni issiqxonalariga qo'llash hosildorlikni bir necha baravar oshishiga sabab bo'ladi. Kaliy xlorid, kaliy karbonat, kaliy sulfat, kaliy nitrat keng qo'llaniladigan kaliyli o'g'itlar hisoblanadi. Bu o'g'itlar ichida eng samaradorlari kaliy sulfat va kaliy nitrat hisoblanadi. Chunki bu mineral o'g'itlar bir vaqtning o'zida ikkita ozuqaviy elementlarni tutadi [2].

Bizning Respublikada asosan kaliyli o'g'it sifatida kaliy xlorid qo'llaniladi. Kaliy xlorid O'zbekistonda keng miqyosda ishlab chiqariladi. Biroq kaliy xloridni uzoq muddat davomida yerga qo'llanilsa, tuproqning kislotalik darajasini oshib ketishiga olib keladi. Bu esa xlorga ta'sirchan o'simliklar rivojlanishiga salbiy ta'sir etadi. Shu

sababli Respublikada kaliy sulfatga bo'lgan ehtiyoj oshib bormoqda. Kaliy sulfat kaliy bilan birgalikda oltingugurt ozuqa elementi saqlashi bilan afzal hisoblanadi. Biroq qimmat o'g'it hisoblanganligi uchun ham yurtimizda kam qo'llaniladi.

Ushbu maqolada mahalliy chiqindi kullar va sanoat chiqindisi hisoblangan fosfogipsni qayta ishlash orqali kaliy sulfat olish bo'yicha olib borilgan tajriba natijalari ko'rsatilgan.

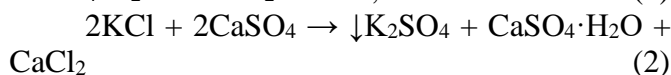
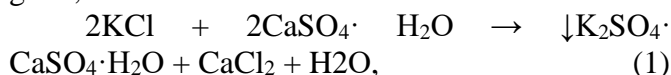
Fosfogipsni qayta ishlash hozirgi kundagi Respublikamizda mavjud katta muammolardan biridir. Fosfogips ho'l usulda fosfat kislotasi ishlab chiqarishda hosil bo'ladi va odatda kalsiy sulfat degidrat  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  shaklida olinadi. Shuning uchun fosfogips tarkibida fosfor kislotasi, fluorid, metal qoldiqlari (Cr, Cu, Cd, Zn), radioaktiv elementlar (U va Th), nodir tuproq elementlari bo'ladi. Fosfogips quyidagi reaksiya asosida hosil bo'ladi:



Ushbu usul eng arzon usul hisoblanadi. Biroq, ushbu usulda butun dunyo bo'ylab yiliga 100-280 ming tona fosfogips chiqindisi hosil bo'ladi. Har bir tonna fosfat kislotasi uchun taxminan 5 t fosfogips hosil bo'ladi. Hosil bo'gan fosfogipsni yo'q qilish maqsadida to'g'ridan-to'g'ri dengizga tashlab yuboriladi yoki zavod yaqinida to'planadi. Adabiyotlarga ko'ra, dunyoda ishlab chiqarilgan fosfogipsning 15% ni qayta ishlanadi. Asosan, tuproqni qayta ishlashda, sement ishlab chiqarishda,

qog'oz ishlab chiqarishda, yong'inga qarshi material sifatida va kimyoviy xom ashyo sifatida (kalsiy xlorid, ammoniy sulfat, natriy sulfat ishlab chiqarishda) qo'llaniladi. Qolgan 85% fosfogips qayta ishlanmasdan utilitatsiya qilinadi [3]. Biroq, fosfogipsdan ko'p miqyosda foydalanishning istiqbolli usullari hali ham o'rganilmoqda.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Ma'lumki, suvli muhitda fosfogips va kaliy xloridning konversiyasini amalga oshirish mumkin emas. Biroq, bu tizimga bir qator organik (spirtlar, ketonlar) yoki azot o'z ichiga olgan moddalarning kiritilishi, (mono-, di-, trietanolaminlar, karbamid, ammiak va boshqalar) bir tomondan, CaSO<sub>4</sub> ning eruvchanligini oshiradi, ikkinchi tomondan, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning eruvchanligini pasaytiradi, bu CaSO<sub>4</sub> va KCl o'rtasidagi konversiya uchun qulay sharoit yaratadi [4]. Natijada quyidagi reaksiyalar orqali ham singenit, ham arkanit olish mumkin:



Yuqorida taklif qilingan fosfogipsni kaliy karbonat bilan reaksiyaga kiritish orqali K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> olish usuli katta qiziqish uyg'otdi. Bu jarayon (3) tenglamaga muvofiq amalga oshiriladi. Suvli muhitda, bu juda muhim, chunki reaksiya organik erituvchisiz sodir bo'ladi:



Bunda CaCO<sub>3</sub> qattiq fazaga cho'kadi va K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmada qoladi, u bug'lanishdan o'tadi va undan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kristallanishi kuzatiladi. Bu usul ikki bosqichdan iborat: birinchisi - fosfogips va kaliy karbonatning asosiy konversiyasi; ikkinchisi kaliy sulfat olish uchun filtratning bug'lanishidan iborat.

Reaksiya uchun zarur bo'lgan kaliy karbonatni mahalliy kullardan olish mumkin deb hisobladik. Bunda biz, kungaboqar kulidan foydalandik.

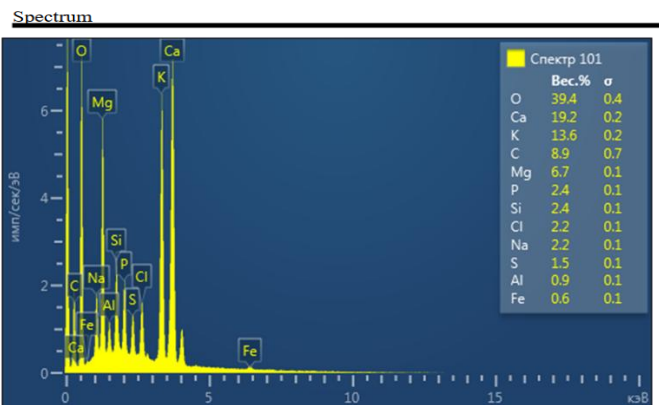
**Tajriba qismi.** Tadqiqot uchun quruq moddaga (og'.%) hisoblangan quyidagi tarkibdagi fosfogips (fosfor kislotasi ishlab chiqarish chiqindilari) olindi: CaO – 35,4%; SO<sub>3</sub> – 46,7%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,64%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,05%; SiO<sub>2</sub> – 2,08%. Mavjud Mavjud iflosliklar e'tiborsiz qoldirildi. Konversiya qilishdan oldin fosfogipsni namligi 17-19% gacha quritilgan va bir xil massaga kelguncha maydalandi. Kungaboqar kul tarkibi: Ca – 19,2%; S – 1,5%; Mg – 6,7%; Fe – 0,6%; Al – 0,9%; Si –

2,4%; K – 13,6%; O – 39,4%; Cl – 2,2%; C – 8,9%.

1-jadval

**Fosfogipsni asosiy kimyoviy tahlili**  
**bo'yicha ma'lumotlar**

Analyzed result (FP method, Scatter)						
No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Al2O3	0.569	mass%	0.0146	0.0307	0.0920
2	SiO2	2.08	mass%	0.0135	0.0141	0.0422
3	P2O5	0.638	mass%	0.0075	0.0154	0.0553
4	SO3	46.7	mass%	0.0404	0.0024	0.0071
5	K2O	0.0354	mass%	0.0022	0.0053	0.0160
6	CaO	35.4	mass%	0.0462	0.0020	0.0061
7	TiO2	0.0288	mass%	0.0011	0.0017	0.0052
8	Fe2O3	0.0528	mass%	0.0011	0.0011	0.0034
9	NiO	0.0023	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
10	CuO	0.0073	mass%	0.0002	0.0003	0.0008
11	ZnO	0.0035	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
12	As2O3	(0.0003)	mass%	<0.0001	0.0002	0.0007
13	SeO2	0.0005	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
14	SrO	0.0927	mass%	0.0003	0.0003	0.0008
15	Y2O3	0.0088	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0003
16	ZrO2	0.189	mass%	0.0018	0.0006	0.0017
17	Ta2O5	0.0025	mass%	0.0003	0.0008	0.0023
18	PbO	0.0036	mass%	0.0001	0.0002	0.0006
19	Tb4O7	(0.0078)	mass%	0.0011	0.0027	0.0081
20	Dy2O3	0.0088	mass%	0.0007	0.0013	0.0038
21	U3O8	0.0013	mass%	<0.0001	0.0002	0.0006



**1-rasm. Kungaboqar kulining skanerli elektromikroskop tahlili.**

Tadqiqot quyidagi tarzda o'tkazildi. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> fosfogipsga (3) reaksiyaga ko'ra stoxiometrik nisbatda qo'shildi va shunday miqdorda distillangan suv qo'shildi. Konversiya jarayonida eritmada K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miqdori to'yinganlikka erishmadi, lekin taxminan 9% ni tashkil etdi. Mexanik aralash-tirgichda intensiv aralashirilgandan so'ng suspenziya filtrlanadi, so'ngra qattiq va suyuq fazalarning tarkibi ma'lum usullar yordamida SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> ionlari uchun tekshirildi. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ionlari gravimetrik, K<sup>+</sup> – olovli fotometriya, Ca<sup>2+</sup> – Trilon B bilan kompleksometrik titrlash, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> – yig'indisi farqi bilan aniqlandi.

$$E = \frac{\infty(Ca)}{\infty'(Ca)} * 100$$

bu yerda ∞(Ca) - konvertatsiya qilingandan keyin mahsulotdagi Ca<sup>2+</sup> ionlarining miqdori; ∞'(Ca) – ayirboshlash uchun olingan fosfogipsdagi Ca<sup>2+</sup> ionlarining tarkibi.

Konversiya jarayoniga bir qator omillar ta'sir

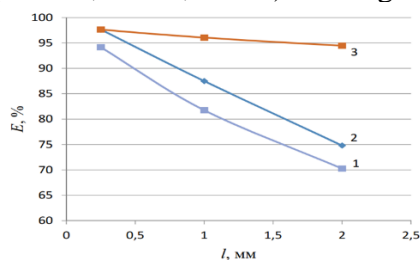
qiladi: aralashtirish vaqti va tezligi, fosfogipsning zarrachalarining hajmi, harorat va  $K_2CO_3$  ning stexiometrik meyorini. Ushbu jarayonni o'tkazish uchun maqbul sharoitlarni tanlash uchun fosfogips va mahalliy chiqindi kungaboqar kulidan foydalanilgan holda texnologik parametrlarning ta'siri o'rganildi. Haroratni oshirish va kaliy karbonat stexiometrik me'yorini oshirish  $Ca^{2+}$  ionlaridan foydalanish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatmadi, shuning uchun keyingi barcha tadqiqotlar  $30^\circ C$  da o'tkazildi.

Tajribalarning birinchi bosqichida o'rganilayotgan tuzlarning parchalanishiga aralashtirish vaqtining ta'siri o'rganildi. Tajribalar 0,25 mm fraksiyalik fosfogips yordamida, aralashtirish rejimi 300 rpm, harorat  $30^\circ C$  yordamida amalga oshirildi. O'rganilgan bu jarayon yuqori tezlikda sodir bo'ladi va faqat 5 daqiqa aralashtirilgandan so'ng  $Ca^{2+}$  ionlaridan foydalanish darajasi 88,40% ni tashkil qiladi. 10-15 daqiqa davomida aralashtirganda, reaksiya tezligi yanada oshadi va 15-25 daqiqada maksimal qiymat 90,11% ga etadi. Aralashtirish vaqtining yanada ortishi bilan reaksiya sekinlashadi va  $Ca^{2+}$  ionlaridan foydalanish darajasining ortishi deyarli kuzatilmaydi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Fosfogipsning zarracha kattaligining ta'sirini o'rganishda shuni hisobga olish kerakki, zarrachalar qanchalik kichik bo'lsa, reaksiya shunchalik to'liq va tezroq bo'ladi. Sanoat sharoitida olingan fosfogipsning zarrachalar hajmi 0,314 mm dan past o'lchamda maydalashni iloji bo'lmadi.

Tadqiqotlar uchun quyidagi fraksiyalar ishlatilgan: -0,25 mm, -1,0 mm va -2,0 mm.  $Ca^{2+}$  ionlaridan foydalanish darajasining ishlatiladigan fosfogips zarrachalarining o'lchamiga bog'liqligi.

**Natijalar.** 2-rasmda turli xil aralashtirish vaqtlari (15 min, 1 soat, 3 soat) keltirilgan.



**2-rasm:  $Ca^{2+}$  ionlarini (E) ishlatish darajasining fosfogipsning turli zarracha o'lchamiga (l) va aralashtirish vaqtiga bog'liqligi:**  
 1) 15 min; 2) 60 min; 3) 180 min.

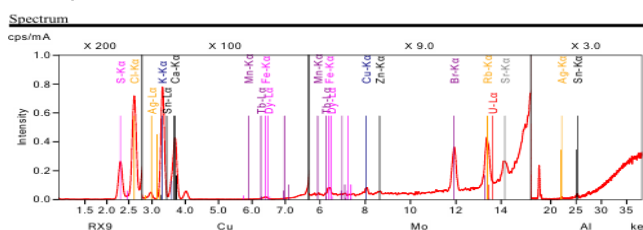
2-jadval

**Fosfogips va kaliy karbonat konversiyasining sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari fosfogips aralashtirish rejimi 300 rpm va harorat  $30^\circ C$**

Jarayon davomiy-ligim, min	Faza	Ion tarkibi, %				Tuz tarkibi, %			
		K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CaSO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
5	filtrat	2,92	0,07	3,31	0,29	0,05	5,78	-	0,39
	qattiq faza	1,97	30,5	10,45	45,32	15,7	-	72,19	4,20
10	filtrat	3,11	0,05	3,87	0,33	0,02	5,82	-	0,47
	qattiq faza	1,63	31,8	6,96	49,55	11,8	-	79,78	3,69
15	filtrat	3,07	0,06	3,76	0,28	0,02	5,78	-	0,30
	qattiq faza	1,37	31,9	6,82	47,71	8,23	-	81,58	2,55
25	filtrat	2,90	0,06	4,04	0,22	0,03	5,98	-	0,35
	qattiq faza	1,26	30,1	4,78	52,13	7,56	-	84,11	2,33

Analyzed result (FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Total	885	mg/cm <sup>2</sup>			
2	S	0.638	mass%	0.0023	0.0007	0.0020
3	Cl	0.773	mass%	0.0017	0.0003	0.0008
4	K	1.92	mass%	0.0077	0.0012	0.0036
5	Ca	0.705	mass%	0.0037	0.0033	0.0099
6	Mn	(0.0007)	mass%	0.0002	0.0005	0.0014
7	Fe	0.0022	mass%	0.0002	0.0003	0.0010
8	Cu	0.0008	mass%	-0.0001	0.0001	0.0003
9	Zn	0.0003	mass%	-0.0001	-0.0001	0.0002
10	Br	0.0012	mass%	-0.0001	-0.0001	-0.0001
11	Rb	0.0010	mass%	-0.0001	-0.0001	0.0001
12	Sr	0.0004	mass%	-0.0001	-0.0001	0.0001
13	Ag	0.0005	mass%	-0.0001	-0.0001	0.0003
14	Sa	0.0014	mass%	0.0001	0.0002	0.0007
15	U	(0.0001)	mass%	-0.0001	-0.0001	0.0003
16	H2O	95.9	mass%	0.0005	0.0001	0.0003
17	Zr	0.0574	mass%	0.0004	0.0010	0.0029
18	Tb	(0.0010)	mass%	0.0001	0.0003	0.0008
19	Dy	0.0010	mass%	0.0001	0.0003	0.0008



**3-rasm. Kaliy sulfat eritmasining elementar tahlil analizi.**

**Muhokama.** Birinchi bosqichdan so'ng olingan suspenziya filtrlanadi, natijada taxminan 89%  $CaCO_3$  va 6,5-7%  $K_2SO_4$  o'z ichiga olgan filtrat hosil bo'ladi. Filtrdan  $K_2SO_4$  ni ajratib olish undan suvni bug'lantirish orqali amalga oshirildi. Aniqlanishicha, dastlabki massadan 18,7% suv bug'langanda eritma loyqa bo'lib qoladi, bu esa yomon eriydigan kalsiy tuzlari hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular issiq filtrlash orqali chiqariladi. Tozalangan eritma suvning 70% gacha qayta-qayta bug'lanishi va sovutilish jarayonlari olib boriladi, buning natijasida 98,9%  $K_2SO_4$  o'z ichiga olgan mahsulot kristallanadi.

Suvda yomon eriydigan kalsiy birikmalarini ajratmasdan to'liq olib tashlagan taqdirda hosil bo'lgan cho'kma tarkibida atigi 94,9%  $K_2SO_4$  yoki 50,99%  $K_2O$  bo'lib, u qishloq xo'jaligi talablarini to'liq qondiradi.

**Xulosa.** Fosfogips va kaliy karbonatni suvli muhitda  $20^\circ C$  haroratda, o'rganilayotgan tuzlarning stexiometrik normasi va 15-30 daqiqa davomida 200 rpm aylanish tezligida aralashtirish orqali kaliy sulfat olish imkoniyati o'rnatildi. Olingan sus-

penziya filtrlanadi, natijada 90-91%  $\text{CaCO}_3$  va 8%  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ni o'z ichiga olgan filtrat hosil bo'ladi. Olingan eritma bug'langanda tarkibida 92-95%  $\text{K}_2\text{SO}_4$  bo'lgan tuz kristallandi. Bundan tashqari qishloq xo'jaligi ekinlari uchun xlorsiz kaliyli o'g'itlar olish mumkinligi o'rganildi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Готто З. А. и др. Получение сульфата калия конверсией фосфогипса карбонатом калия //Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. – 2019. – Т. 55. – №. 4. – С. 483-489.
2. Umarova M., Dekhkanov Z., Aripov K. Obtaining potassium sulphate by conversion of potassium chloride and ammonium sulphate //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 460. – С. 09035.
3. Mohamed C., López F. A., López-Delgado A. Environmental impact and management of phosphogypsum. Environ Manag.
4. Goncharik I. I. et al. Production of Potassium Sulphate by Conversion of Phosphogypsum and Potassium Chloride in Ammonia Solution //Russian Journal of Applied Chemistry. – 2020. – Т. 93. – С. 346-351.