

10-26-2019

## Research of rheological properties and filtrability of suspension in the production of potassium hydroxide by calcareous method

Behzod Begmatovich Turakulov

Tashkent Chemical Technology Institute, 100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32, Phone: +99897-748-66-76; nmktbehzod@mail.ru

Aktam Ulashevich Erkayev

Tashkent Chemical Technology Institute, 100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32, Phone: +99897-748-66-76;

Baxrom Xayrievich Kucharov

Tashkent Chemical Technology Institute, 100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32, Phone: +99897-748-66-76;

Zokir Kalandarovich Toirov

Tashkent Chemical Technology Institute, 100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32, Phone: +99897-748-66-76;

Akhmed Maksetbaevich Iskenderov

Tashkent State Technical University, Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan, Phone: +99897-781-82-28., axmed\_73g@mail.ru

 Part of the [Engineering Commons](https://uzjournals.edu.uz/ijctcm)

### Recommended Citation

Turakulov, Behzod Begmatovich; Erkayev, Aktam Ulashevich; Kucharov, Baxrom Xayrievich; Toirov, Zokir Kalandarovich; and Iskenderov, Akhmed Maksetbaevich (2019) "Research of rheological properties and filtrability of suspension in the production of potassium hydroxide by calcareous method," *Chemical Technology, Control and Management*: Vol. 2019 : Iss. 4 , Article 3.

DOI: <https://doi.org/10.34920/2019.3.30-36>

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2019/iss4/3>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Chemical Technology, Control and Management by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

---

## Research of rheological properties and filtrability of suspension in the production of potassium hydroxide by calcareous method

### Cover Page Footnote

Tashkent State Technical University, SSC «UZSTROYMATERIALY», SSC «UZKIMYOSANOAT», JV «SOVPLASTITAL», Agency on Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan



ISSN 1815-4840

Himičeskaâ tehnologiâ. Kontrol' i upravlenie

**CHEMICAL TECHNOLOGY.  
CONTROL AND MANAGEMENT**2019, №4-5 (88-89) pp.30-36. <https://doi.org/10.34920/2019.3.30-36>International scientific and technical journal  
journal homepage: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/>

Since 2005

UDC 661.342

**RESEARCH OF RHEOLOGICAL PROPERTIES AND FILTRABILITY OF SUSPENSION IN THE PRODUCTION OF POTASSIUM HYDROXIDE BY CALCAREOUS METHOD****Turakulov Behzod Begmatovich<sup>1</sup>, Erkayev Aktam Ulashevich<sup>1</sup>, Kucharov Baxrom Xayrievich<sup>1</sup>,  
Toirov Zokir Kalandarovich<sup>1</sup>, Iskenderov Akhmed Maksetbaevich<sup>2</sup>.**<sup>1</sup>Tashkent Chemical Technology Institute

100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32

E-mail: [nmktbehzod@mail.ru](mailto:nmktbehzod@mail.ru), Phone: +99897-748-66-76;<sup>2</sup>Tashkent State Technical University

Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: [axmed\\_73g@mail.ru](mailto:axmed_73g@mail.ru), Phone:+99897-781-82-28.

**Abstract:** The problems of the production of potassium hydroxide from local raw materials of Uzbekistan are considered. The methods for producing potassium hydroxide are analyzed. The rheological properties of the intermediate solutions and suspensions formed in the process of obtaining potassium hydroxide by the calcareous method have been investigated. The optimal technological parameters of the process — the content of potassium hydroxide in the liquid phase, the ratio of the solid and liquid phases and the concentration of the washing solution were established to achieve the maximum filtration rate. The effect of the amount and concentration of washing water on the filtration rate during three-time washing of the precipitate in the washing stage and the degree of washing the precipitate relative to potassium hydroxide in dry sediment were studied. A chemical analysis of the initial precipitation and precipitation after the third washing was performed in order to determine the possible transition of potassium hydroxide into them. It is proposed to use the technological scheme for obtaining potassium hydroxide with three times washing the precipitate and returning the washing water to the caustification stage.

**Keywords:** potash, milk of lime, calcium carbonate, potassium hydroxide, caustification, filtration, sediment, density, viscosity, suspension.

**Аннотация:** Ўзбекистон маҳаллий хом ашёларидан калий гидроксидни ишлаб чиқариш муомолари кўриб чиқилган. Калий гидроксид олиш усуллари таҳлил қилинган. Охакли усул билан калий гидроксид олиш жараёнида ҳосил бўлган оралиқ эритмалар ва суспензияларнинг реологик хоссалари тадқиқот этилган. Филтрлашнинг максимал тезлигига эришиш учун жараёнинг оптимал технологик параметрлари аниқланган: суюқ фазада калий гидроксиднинг миқдори, қаттиқ ва суюқ фазаларнинг нисбати ва ювувчи эритманинг концентрацияси. Ювиш поганасида чўкма уч марта ювилишидаги филтрлаш тезлиги ва қуруқ чўкмадаги калий гидроксидига нисбатан чўкманинг ювилиш даражасига нисбатан ювувчи сувлар миқдори ва концентрация таъсири ўрганилган. Бошлангич ва учинчи ювишдан кейинги чўкмаларда калий гидроксид ўтишини аниқлаш учун уларнинг кимёвий анализи бажарилган. Чўкмани уч марта ювилиши билан ва ювувчи сувнинг каустификациялаш поганасига қайтарилиши билан технологик схемадан фойдаланиш тавсия этилган.

**Таянч сўзлар:** поташ, охакли сут, кальций карбонат, калий гидроксид, каустификациялаш, филтрациялаш, чўкма, зичлик, қовушқоқлик, суспензия.

**Аннотация:** Рассмотрены проблемы производства гидроксида калия из местных сырьевых материалов Узбекистана. Проанализированы способы получения гидроксида калия. Исследованы реологические свойства промежуточных растворов и суспензий, образующихся в процессе получения гидроксида калия известковым способом. Установлены оптимальные технологические параметры процесса – содержание гидроксида калия в жидкой фазе, соотношение твердой и жидкой фаз и концентрации промывного раствора для достижения максимальной скорости фильтрации. Изучено влияние количества и концентрации промывных вод на скорость фильтрации при трехкратной промывке осадка в стадии промывки и степень промывки осадка относительно гидроксида калия в сухом осадке. Выполнен химический анализ исходных осадков и осадков после третьей промывки с целью определения возможного перехода в них гидроксида калия. Предложено использовать

технологическую схему получения гидроксида калия с трехкратной промывкой осадка и возвращением промывной воды на стадию каустификации.

**Ключевые слова:** поташ, известковое молоко, карбонат кальция, гидроксид калия, каустификация, фильтрация, осадок, плотность, вязкость, суспензия.

### Введение

Гидроксид калия применяется для производства удобрений, синтетического каучука, пластмасс, электролитов для аккумуляторов, реактивов, ксантогенатов, выщелачивания отливок стального литья, поддержания в заданных пределах щелочности буровых растворов, в производстве биодизельного топлива в качестве катализатора, а также используется в фармацевтической промышленности и других отраслях экономики.

Мировой рынок гидроксида калия оценивается в 2,06 млн. тонн. Крупнейшим поставщиком этого продукта на мировой рынок является США. Далее следует Китай, где производство гидроксида калия активно развивается, а также страны Западной Европы [1].

Крупнейшими потребителями гидроксида калия являются страны Западной Европы и Азии, США. В товарной структуре потребления ключевыми направлениями использования являются карбонат калия и другие соли калия, моющие средства, минеральные удобрения. Кроме того, в ряде регионов быстрыми темпами растет использование гидроксида калия в специфических областях потребления. Например, в Европе это – биодизельное топливо, в Китае – ксантогенаты [2].

Основной тенденцией в мировом производстве гидроксида калия в последние 20 лет является переход производителей на мембранный метод электролиза. При этом после упарки получают бесцветные, очень гигроскопичные кристаллы, но гигроскопичность меньше, чем у гидроксида натрия.

Экономичность производства гидроксида калия путем электролиза хлорида калия и последующей переработки щелочи на гидрокарбонат калия усложняется значительными затратами электроэнергии, а также прямой зависимостью от потребления хлора [3-5].

### Методы исследования и полученные результаты

Процесс каустификации проводили в лабораторном цилиндрическом реакторе с мешалкой в течение 90 минут. Максимальная температура достигает 95°C В отобранной пробе определяли содержание иона кальция трилометрическим методом [6-9], калия методом пламенной фотометрии [10,11].

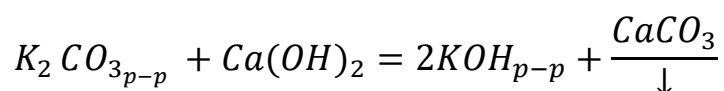
При проведении экспериментов определяли скорость фильтрации, степень осветления, влажность осадков, плотность и вязкость жидкой фазы.

В процессе каустификации с целью получения гидроксида калия исходными материалами служили поташ ( $K_2CO_3$ ), синтезированный из хлорида калия АО “Дехканабадским калийным заводом” и известь, полученная обжигом известняка Джамансайского месторождения Республики Каракалпакстан в ООО “Кунградский содовый завод”.

После окончания процесса каустификации образующаяся суспензия на лабораторной фильтровальной установке разделялась на жидкую (раствор КОН) и твердую (осадок  $CaCO_3$ ) фазы.

Были исследованы реологические свойства суспензии в зависимости от температуры, концентрации и соотношения Т:Ж, скорость фильтрации суспензии, влияние концентрации промывного раствора на процесс фильтрации, химический состав осадков до и после промывки.

Исходя из вышеизложенного, нами были исследованы процессы получения гидроксида калия известковым способом как наиболее безопасным, с дальнейшей фильтрацией образующейся суспензии и упариванием фильтрата с получением гидроксида калия:



Известно, что технологичность и эффективность осуществления отдельных стадий производства гидроксида калия из поташа и известкового молока в значительной мере определяется физико-химическими свойствами исходных, промежуточных и конечных растворов, а также образующихся суспензий. Наиболее важным фактором с точки зрения анализа возможности транспортирования подвижной массы на последующие стадии являются показатель плотности и вязкости суспензий, образующихся при каустификации поташа гидроксидом кальция. Определяющими параметрами являются концентрация гидроксида калия в жидкой фазе, соотношение твердой и жидкой фаз (Т:Ж) и температура. Измерение плотности и вязкости суспензии проводили в диапазоне 20-80°C путем нагревания до заданной температуры (табл. 1).

Ранее нами была показана возможность получения гидроксида калия известковым способом концентрацией до 29,78 % с выходом 80–85 % по КОН [12-15]. В этой работе нами изучено влияние содержания КОН в жидкой фазе и соотношения Т:Ж на реологические свойства суспензии в интервалах температуры 20–80°C и фильтруемость осадков при каустификации в интервале 90–95°C. Концентрация КОН в жидкой фазе и Т:Ж варьировались в интервалах 5-30% и 1: (1-4) соответственно, характеризующие суспензию, образующуюся в результате каустификации и промывки осадка (таблица 1).

Таблица 1

**Реологические свойства суспензии, образующейся в процессе каустификации и промывки, в зависимости от концентрации КОН в жидкой фазе, Т:Ж и температуры**

№	Концентрация КОН в жидкой фазе, масс. %	Т:Ж	Плотность, г/см <sup>3</sup>				Вязкость, сПз (с)			
			Температура, °С				Температура, °С			
			20	40	60	80	20	40	60	80
1.	5%	1:2	1,325	1,318	1,313	1,306	4,54	3,93	3,33	3,03
2.		1:3	1,223	1,203	1,200	1,192	3,93	3,63	3,03	2,72
3.		1:4	1,158	1,150	1,144	1,136	3,63	3,33	2,72	2,42
4.	10%	1:2	1,342	1,337	1,335	1,329	5,14	4,54	3,93	3,33
5.		1:3	1,228	1,210	1,208	1,206	4,54	3,93	3,33	3,03
6.		1:4	1,178	1,165	1,163	1,153	3,93	3,33	3,03	2,72
7.	15%	1:2	1,361	1,355	1,352	1,350	5,75	5,44	4,54	3,93
8.		1:3	1,290	1,258	1,256	1,251	5,14	4,8	4,54	3,63
9.		1:4	1,239	1,235	1,228	1,213	4,54	3,93	3,63	3,33
10.	20 %	1:2	1,407	1,405	1,392	1,385	9,68	7,26	6,66	5,45
11.		1:3	1,347	1,340	1,320	1,314	7,87	6,05	5,45	5,14
12.		1:4	1,310	1,302	1,295	1,288	7,57	5,75	5,14	4,84
13.	25 %	1:2	1,457	1,451	1,442	1,435	9,32	8,02	7,17	6,32
14.		1:3	1,390	1,376	1,372	1,367	7,87	7,02	6,36	5,75
15.		1:4	1,336	1,334	1,328	1,322	7,57	6,66	6,05	5,45
16.	30 %	1:2	1,534	1,530	1,527	1,521	8,93	7,57	6,96	6,08
17.		1:3	1,460	1,450	1,445	1,440	6,96	6,36	5,75	5,45
18.		1:4	1,410	1,405	1,400	1,395	6,66	6,05	5,14	4,54

Анализ полученных данных показывает, что со снижением температуры от 80 до 20°C, увеличением соотношения Т:Ж от 1:4 до 1:2 и концентрации гидроксида калия от 5 до 30% плотность и вязкость суспензии монотонно увеличиваются. При изменении концентрации гидроксида калия от 5 до 30 % в жидкой фазе суспензии, Т:Ж от 1:2 до 1:4 и температуры от 80

до 20°C плотность суспензии находится в пределах 1,136 – 1,534 г/см<sup>3</sup>, вязкость – 2,42 – 8,93 сПз.

Исследование влияния основных технологических параметров на скорость фильтрации суспензии, образующейся в процессе каустификации поташа известковым молоком показало, что при основной фильтрации с повышением концентрации известкового молока от 15 до 18 % скорость фильтрации по осадку и фильтрату повышается, а с дальнейшим повышением до 21 % приводит к снижению по сравнению с применением 15% - ного известкового молока. При концентрации известкового молока 15-18% скорость фильтрации по осадку и фильтрату повышается, а при 30 – 50% – снижается. При промывке осадка эта закономерность сохраняется, поскольку скорости фильтрации проходит через максимум при концентрации 18 %, а при повышении концентрации раствора карбоната калия скорость фильтрации снижается монотонно. Данная закономерность сохраняется при фильтрации реакционной суспензии, что связано с образованием структурированных агрегатов осадка.

Таблица 2

**Скорость фильтрации суспензии, образующейся в процессе каустификации**

Номера образцов соответствуют номерам табл. 1	Скорость фильтрации при 90 °С , кг/м <sup>2</sup> • с		Влажность, %
	по жидкой фазе	по твердой фазе	
1.	2178,3	2142,5	38,1
2.	1952,6	1121,4	38,7
3.	1376,8	578,4	39,2
4.	1852,8	1735,1	35,9
5.	1620,5	876,4	40,6
6.	1363	558,9	36,75
7.	1421,2	1186,3	31,5
8.	1410,9	842,6	34,6
9.	1254	518	33,7
10.	1887	2036	35,2
11.	1645	1037,5	34
12.	1273	571,4	36,3
13.	1174,4	1266	29
14.	958,4	605,5	32,8
15.	1036	461	31
16.	910	1146,5	25
17.	845,2	580	27,3
18.	890,6	395	26,2

Как показали экспериментальные данные, с повышением нормы известкового молока от 90 до 100 % скорость фильтрации по твердому осадку равняется 356,14; 579,72; и 699,18 кг/м<sup>2</sup> г соответственно при одинаковых условиях опытов. Однако с повышением нормы раствора карбоната калия, как и в предыдущих опытах, содержание КОН в продукте снижается на 1,5-2%.

При применении 15 % - ного известкового молока через 30 минут практически заканчивается процесс отстаивания и линия кинетической зависимости степени отстаивания занимает параллельное положение по отношению к оси времени. Поэтому она пересекается с линиями зависимости при применении 18 % - ного известкового молока.

Таблица 3

**Влияние количества и концентрации промывного раствора на технологические показатели процесса фильтрации**

№	Показатель промывки	Степень промывки, %					
		1		2		3	
		по жидкой фазе	по твердой фазе	по жидкой фазе	по твердой фазе	по жидкой фазе	по твердой фазе
	Т:Ж = 1:1,5						
1.	концентрация, промывного раствора, %	18		6		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	788,2	543,4	1006,6	581,8	1565,4	887,4
2.	концентрация промывного раствора, %	9		3		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	1312,8	985,4	1779,5	1075	1791,4	1078,0
3.	концентрация промывного раствора, %	6		1		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	1413,8	1077,6	1585	1020,4	1791,4	1078,0
	Т:Ж = 1:2,5						
4.	концентрация промывного раствора, %	18		6		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	774,7	282,6	958,8	345,2	1313,7	509,0
5.	концентрация промывного раствора, %	9		3		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	909,5	324,3	1168,4	417,8	1387,9	534,3
6.	концентрация промывного раствора, %	6		1		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	925,7	333,4	1248,1	452	1549,7	573,3
	Т:Ж = 1:3,5						
7.	концентрация промывного раствора, %	18		6		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	715,5	184,8	930,2	235,5	1146,9	295,4
8.	концентрация промывного раствора, %	9		3		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	916,2	231,7	1127,9	279,9	1599,5	405,6
9.	концентрация промывного раствора, %	6		1		0	
	скорость фильтрации, кг/м <sup>2</sup> *ч	974,00	249,7	1202,4	303,4	1705,6	436,3

С повышением нормы 50 % - ного карбоната калия от 90 до 100 % продолжительность прямолинейного изменения кинетики отстаивания повышается от 25 до 30 мин при снижении скорости отстаивания от 0,036; 0,132 до 4,032; 40,073 м/ч соответственно, а дальнейшее повышение нормы до 110 % приводит к снижению скорости отстаивания от 0,066 до 0,054 м/ч.

С повышением концентрации исходных компонентов влажность осадков увеличивается в изученных интервалах варьирования входных технологических параметров и колеблется в пределах 36,16 -49,79 %. После отделения жидкой фазы осадок 2-4-кратно промывали водой при соотношении Т:Ж = 1:2. При этом в зависимости от технологических параметров остаточное содержание калийных соединений ( $K_2CO_3$  и КОН) в осадках составляет 0,7-3,0 %, выход калия в готовый продукт – 76,74 – 85,19 %.

Данные табл 2 показывают, что наибольшую скорость фильтрации имеют суспензии с содержанием в жидкой фазе 5–10% КОН и соотношением твердой и жидкой фаз 1:2 и 1:3. Скорость фильтрации при этом достигает значений 1620,5 – 2178,3 кг/м<sup>2</sup>, а их влажность находится в пределах 35,9–40,6 %. Скорость фильтрации можно считать удовлетворительной и при других значениях концентрации гидроксида калия в жидкой фазе.

Было изучено (табл.3) влияние количества и концентрации промывных вод при трехкратной промывке осадка на скорость фильтрации в стадии промывки и степень промывки осадка относительно КОН в сухом осадке. Количество промывных вод варьировали по Т:Ж при отношении к сухому осадку 1:1,5, 1:2,5 и 1:3,5, концентрацию промывных вод по КОН варьировали в пределах 6–18, 1–6% на первой и второй стадии промывки соответственно. В конечной третьей стадии использовали чистую воду.

Из табл.3 видно, что скорость фильтрации повышается с увеличением стадий промывки. Например, при Т:Ж = 1:1,5 на первой стадии скорость фильтрация повышается от 250 до 560 кг/м<sup>2</sup> \*ч.

Эта закономерность практически сохраняется для всех опытов, но значения скорости фильтрации, отличаются, особенно при Т:Ж = 1:3.

Со снижением соотношения Т:Ж = от 1:1,5 до 1:3 при одинаковых условиях промывки содержание КОН в осадке после третьей промывки снижается (табл. 3).

Очень важным является максимально полная отмывка осадка от производственного гидроксида калия, так как от этого зависит производительность всей установки.

Полученные экспериментальные данные показывают, что максимальная скорость фильтрации достигается при соотношении Т:Ж = 1:1,5 и концентрации промывного раствора до 9%. В этом случае скорость фильтрации по жидкой фазе составляет 1312,8 – 1791,4 кг/м<sup>2</sup>, а по твердой фазе – 985,4 – 1078 кг/м<sup>2</sup>. Данные также показали, что для практически полной отмывки осадка от гидроксида и карбоната калия оптимальным является трехкратная промывка (табл. 4.)

Таблица 4

Химический состав исходных осадков и осадков после третьей стадии промывки

Номера образцов соответствуют номерам таблицы 3	Содержания компонентов, масс. %			
	К	КОН	$K_2CO_3$	Влажность %
I	12,8	2,72	8,19	27,8
1	1,15	-	1,12	33,8
2	0,83	-	0,78	37,3
3	0,76	-	0,47	38,4
II	10	4,52	4,68	34
4	0,38	-	0,36	38,4
5	0,19	-	0,16	33,8
6	0,14	-	0,09	34,3
III	10	4,52	4,68	34
7	0,34	-	0,26	37,6
8	0,17	-	0,13	32,9
9	0,12	-	0,07	34,3

По результатам химического анализа наличие в осадке гидроксида калия не обнаружено, а карбонат калия присутствует в количестве 0,07 – 0,26 %.



**Заключение.** В результате проведенных исследований определены реологические свойства промежуточных суспензий и растворов, которые показали возможность их транспортирования существующими перекачивающими устройствами без каких-либо затруднений.

Максимальную скорость фильтрации имеют суспензии при содержании в жидкой фазе 5–10 % гидроксида калия, соотношении Т:Ж = 1:1,5 и концентрации промывного раствора до 9%. При этом достигается максимальная скорость фильтрации по жидкой фазе - 1312,8 –1791,4 кг/м<sup>2</sup>, а по твердой фазе – 985,4–1078 кг/м<sup>2</sup>. Установлено, что для практически полной отмывки осадка от гидроксида и карбоната калия оптимальным является трехкратная промывка.

На основании проведенных исследований возможно предложить технологическую схему, состоящую из стадий: каустификации, отстаивания, фильтрации сгущенной части с трехкратной промывкой и возвращением промывной воды на стадию каустификации.

#### References:

1. A.A.Kurilkin, V.M.Mukhin, S.G.Kireev, L.A.Kargaltseva, "Carbon adsorbents modified with potassium hydroxide", Received December 24, 2009.
2. A.G.Eikmeyet, R.F.Johnson, B.G.Goar, "Carbon Dioxide Removal Encyclopedia of Chemical Processing and Design eds" J.J.McKetta, W.A.Cunningham. New York; Basel: Marcel Dekker Inc., vol. 6, pp. 292-310, 1978.
3. B.B.Turakulov, B.X.Kucharov, A.U.Erkayev, Z.K.Toirov, A.M.Reymov, "Improvement of potassium hydroxide production by the lime process", Universum: technical sciences, G. Moskva no. 10(43), 2017.
4. S.A.Zaretskiy, V.N.Suchkov, P.B.Jivotinskiy, "Electrochemical technology of inorganic substances and chemical current sources", Textbook for students of technical schools, Moscow: Higher School, 1980, p. 423.
5. Applied electrochemistry, 3rd ed., Pererab. Ed. A.L. Rotnjana. L.: Chemistry, 1974. 536 p.
6. D.Schafer, A.P.S.Kamps, B.Rumpf, G.Maurer, "Experimental investigation on the influence of boric acid on the solubility of carbon dioxide in aqueous solutions of potassium hydroxide", Vestnik СПбГУ, Сер. 4, 2013.
7. M.Z.Kanel, E.V.Konoplev, I.A.Shestekin, "The method of obtaining pure potassium hydroxide", Patent 2064432 Russia. and others Publ, March 21, 2013.
8. A.F.Zhukov, I.F.Kolosova, V.V.Kuznetsov, "Analytical chemistry", "Physical and physicochemical methods of analysis", Moskva: Chemistry, 2001, 496 p.
9. Guide to practical training on the technology of inorganic substances. Ed. Pozina M.E. L.: Chemistry, 1980, 368 p.
10. G.Schwarzenbach, G.Flaška, "Complexometric titration", Moskva: Chemistry, 1970, 360 p.
11. Flame photometry: guidelines for laboratory work. Samara. SSTU. 2013. 13 p.
12. N.S.Poluektov, "Analysis methods for flame photometry", Moskva: Chemistry, 1967, 307 p.
13. N.S.Poluektov, "Methods of analysis by flame photometry", Moskva: Chemistry, 1967, 307 p.
14. B.B.Turakulov, A.U. Erkaev, B.Kh. Kucharov, Z.K. Toirov, "The study of some physicochemical properties of potassium hydroxide solutions I International Scientific and Practical Conference "Actual problems of introducing innovative equipment and technologies at enterprises for the production of building materials, the chemical industry and related industries" May 24-25, p. 286, 2019.
15. B.B.Turakulov, A.U.Erkaev, B.Kh.Kucharov, Z.K.Toirov, "The decantation of the solid phase of the suspension of the production of potassium hydroxide in a calcareous manner based on local raw materials", International scientific and technical conference "Innovative materials and technologies 2019" Minsk, Republic of Belarus January 9-11, 2019 pp. 500-503.