

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОКСИДА КАЛИЯ ИЗВЕСТКОВЫМ СПОСОБОМ

**Туракулов Бехзод Бегматович**

*старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г.Ташкент, улица Навои, 32  
E-mail: nmktbehzod@mail.ru*

**Кучаров Бахром Хайриевич**

*доцент Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г.Ташкент, улица Навои, 32*

**Эркаев Ақтам Улашевич**

*профессор Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, улица Навои, 32*

**Тоиров Зокир Каландарович**

*доцент Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, улица Навои, 32*

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**

*Зам. директора по науке, д-р техн. наук,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,  
100170, Узбекистан, Ташкент, улица Мирзо Улугбек, 77-а*

## PRODUCTION DEVELOPMENT OF POTASSIUM HYDROXIDE BY THE CALCIC METHOD

**Behzod Turakulov**

*senior lecturer of Tashkent Chemical Technology Institute  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32*

**Baxrom Kucharov**

*assistant professor of Tashkent Chemical Technology Institute  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32*

**Aktam Erkayev**

*professor of Tashkent Chemical Technology Institute  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32*

**Zokir Toirov**

*assistant professor of Tashkent Chemical Technology Institute  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st.,32*

**Ahmed Reimov**

*Deputy on science, doctor of science of the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy  
of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek st., 77-a*

### АННОТАЦИЯ

Исследован процесс получения гидроксида калия известковым способом, отличающийся дальнейшим упариванием раствора каустификации с выделением карбоната калия, который может быть добавлен к шламу каустификации для получения чистящих средств.

Установлено влияние параметров на процесс каустификации карбоната калия известковым молоком, определены химический состав образующейся жидкой и твердой фазы, а также реологические свойства растворов и суспензий.

## ABSTRACT

The process of obtaining potassium hydroxide by the calcic method is studied differing by further evaporation of the causticization solution with distinguishing potassium carbonate which can be added to the causticisation slurry to obtain cleaning agents.

The effect of parameters on the process of causticizing potassium carbonate with lime milk is established, the chemical composition of the formed liquid and solid phase, as well as the rheological properties of solutions and suspensions are determined.

**Ключевые слова:** гидроксид калия, карбонат калия, гидроксид кальция.

**Keywords:** potassium hydroxide; potassium carbonate; calcium hydroxide.

Технический гидроксид калия должен удовлетворять требованиям ГОСТа 9285-78, для химически чистого продукта предусмотрен ГОСТ 24363-80.

Гидроксид калия имеет широкую область применения. Его используют в щелочных батареях, при катализе, производстве моющих средств, буровых растворов, красителей, удобрений.

Одной из важнейших сфер использования гидроксида калия является изготовление мягкого мыла. Моющие средства, шампуни, кремы для бритья, отбеливатели получают с использованием КОН.

В производстве перманганата калия заложен процесс сплавления каустического поташа с диоксидом марганца и последующее окисление полученного перманганата калия в камере осуществления электролиза. Для получения дихромата калия можно использовать способ, аналогичный описанному выше. Но чаще его изготавливают путём сплавления тонкомолотой хромитной руды с гидроксидом (альтернатива - карбонат) калия с последующим воздействием кислотой на полученный хромат.

Используя КОН с каустической содой можно добиться существенных результатов при производстве широкого спектра красителей, а также набора органических соединений. Он прекрасно проявляет себя как адсорбент газов, агент для дегидратации, вещество провоцирующее выпадение нерастворимых гидроксидов, электролит в аккумуляторах щелочного типа.

Жидкий технический гидроксид калия применяется при производстве удобрений, синтетического каучука, электролитов, реактивов, в медицинской промышленности. Основной тенденцией в мировом производстве гидроксида калия в последние 20 лет является переход производителей на мембранный метод электролиза.

При этом получают бесцветные, очень гигроскопичные кристаллы, но гигроскопичность меньше, чем у гидроксида натрия.

В России производство гидроксида калия осуществляется ртутным (ЗП КЧХК) и диафрагменным (сода-хлорат) методами [4].

В литературе широко [1] описаны химические способы, в основе которых лежат обменные реакции.

Дальнейшая переработка щелоков и шламов энерго- и трудоемки, вследствие чего эти способы реализуются только в лабораторной практике для получения небольших количеств гидроксида калия реактивной квалификации; для многотоннажного производства способы были не пригодны.

Экономичность производства гидроксида калия путем электролиза хлорида калия и последующей переработкой щелочи на гидрокарбонат калия усложняется значительными затратами электроэнергии, а также прямой зависимостью от потребления хлора.

Проведенный аналитический обзор в этой области показал, что большинство авторов характеризуют известковый способ получения гидроксида калия как наиболее безопасный. Основным недостатком данного способа является низкая концентрация гидроксида калия и значительное содержание карбоната калия в продукте и образование каустического шлама [1].

Исходя из вышеизложенного, в данной работе были исследованы процессы получения гидроксида калия известковым способом с дальнейшим упариванием раствора с выделением карбоната калия, который добавляют к шламу каустификации для получения чистящих средств [6; 2].

Процесс каустификации проводили в изотермическом реакторе в течение 90 минут. Максимальная температура достигает до 95°C. В отобранной пробе определяли содержание  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_2$ , содержание иона кальция устанавливали трилометрическим методом [5], иона хлора - аргентометрическим методом [3] с использованием блока автоматического титрования БАТ-15. Содержание калия определяли методом пламенной фотометрии [7].

В таблице 1 приведены оптимальные параметры и химический состав полученных продуктов, выделенных из реакционной суспензии и фильтрата при 25°C.

Таблица 1.

## Влияние условий коастификации на выходные технологические параметры процесса

№	Концентрация раствора карбоната калия, %	Известковое молоко, %	Ж:Т	Скорость фильтрации, сек		Влажность, %	Степень осветления через 20 минут, %	Плотность фильтрата при 25°C, г/см <sup>3</sup>
				по осадку	по фильтрату			
стадия основной фильтрации								
1.	30	15	4,84:1	101,94	441,36	33,83	49,11	1,09
2.	30	18	5,80:1	133,64	775,53	36,17	53,34	1,09
3.	30	21	4,84:1	177,12	857,19	37,40	50,45	1,10
4.	40	18	3,13:1	141,86	441,13	34,40	30,45	1,11
5.	50	18	2,78:1	108,75	303,38	32,20	35,70	1,15
стадия промывки								
6.	30	15	6,51:1	92,39	601,45	42,20	53,34	1,03
7.	30	18	6,81:1	189,83	671,72	37,78	73,34	1,03
8.	30	21	6,69:1	139,14	930,9	44,05	60,97	1,05
9.	40	18	5,58:1	94,25	684,97	40,35	51,22	1,09
10.	50	18	6,52:1	171,22	1117,51	32,44	67,44	1,12

Было изучено влияние концентрации известкового молока, на процесс коастификации карбоната калия. При проведении экспериментов определяли скорость фильтрации, степень осветления, влажность осадков и их химический состав до и после промывки.

Как показывают данные табл.1, при основной фильтрации с повышением концентрации известкового молока от 15 до 21 % скорость фильтрации по осадку и по фильтрату повышается, а с повышением концентрации раствора карбоната калия от

30 до 50 % она снижается. При промывке осадка эта закономерность не сохраняется, то есть при повышении концентрации известкового молока скорость фильтрации проходит через максимум при концентрации 18 %, а при повышении концентрации раствора карбоната калия кривая зависимости проходит через минимум при концентрации 40 %.

Эта закономерность сохраняется при осветлении реакционной суспензии, что связано с образованием структурированных агрегатов осадка.

Таблица 2.

## Химический состав жидкой и твердой фаз, образующихся при коастификации карбоната калия известковым молоком

№	Содержание компонентов, масс %			
	К	Са	ОН <sup>-</sup>	СО <sub>2</sub>
жидкая фаза				
1.	16,28	следы	6,84	0,26
6.	7,65	-	3,30	0,03
2.	17,08	-	7,18	0,31
7.	8,58	-	3,71	0,29
3.	21,35	-	9,04	0,34
8.	17,08	-	7,42	0,03
4.	15,43	-	6,38	0,45
9.	5,68	-	2,46	0,02
5.	18,51	-	7,51	0,08
10.	13,37	-	5,77	0,07
Осадок				
1.	6,65	0,41	2,90	0,87
6.	3,49	0,30	1,71	0,22
2.	6,18	0,20	2,51	0,47
7.	3,24	0,31	1,84	0,34
3.	7,98	0,40	3,47	0,45
8.	3,78	0,33	1,64	0,33
4.	5,31	0,39	2,31	0,43
9.	2,29	0,31	0,99	0,34
5.	5,96	0,34	2,59	0,47
10.	4,34	0,43	1,89	0,37

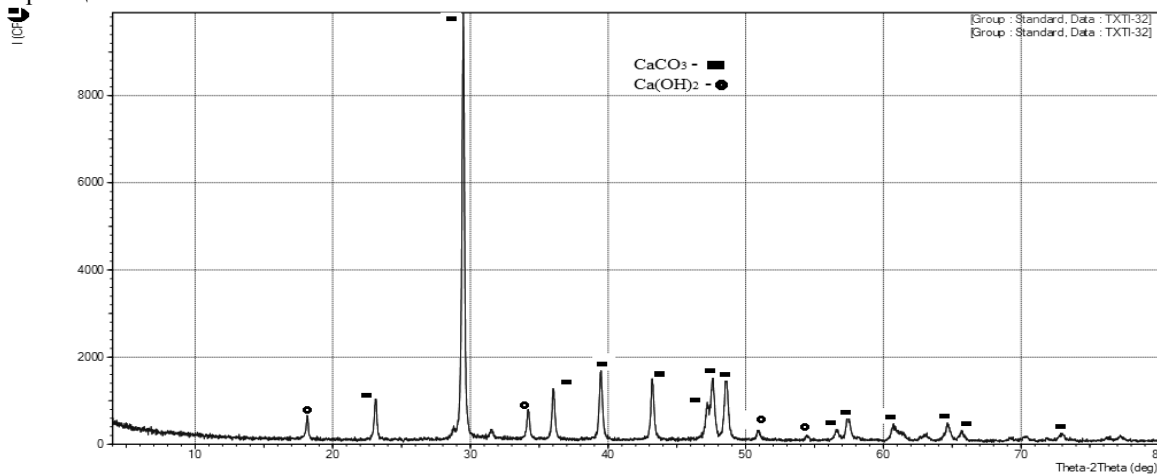
**Примечание.** Номера соответствуют номерам табл.1

Состав осадка определяли из водной вытяжки. Из таблицы 2 видно, что содержание К в продукте основного фильтрата составляет 15,43-21,3 % при содержании  $CO_2$  0,24-0,72 %. Остальной К переходит в осадок после основной фильтрации и в зависимости от условий опыта его значение достигает до 6,8- 9,2 %, а после одностадийной промывки понижается до 1,50-4,01%.

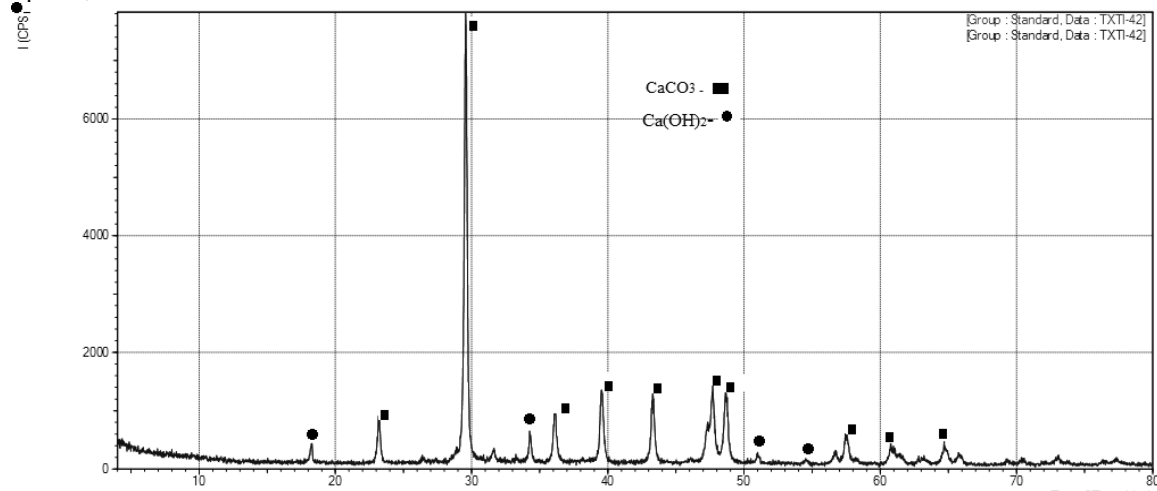
Для определения минералогического состава образцов осадков проводили рентгенографический анализ. Идентификацию образцов проводили на основе дифрактограмм (рис 1), которые снимали на

аппарате XRD-6100 (Shimadzu, Japan), управляемом компьютером. Применяли  $CuK_{\alpha}$ -излучение ( $\beta$ -фильтр, Ni, 1.54178 режим тока и напряжения трубки 30 mA, 30 kV) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин с шагом 0,02 град ( $\omega/2\theta$ -сцепление), а угол сканирования изменялся от 4 до 80°. Для количественного определения мы использовали комплекс программного обеспечения BGMN / Profex Rietveld (Doebelin & Kleeberg 2015). Показано, что эта процедура позволяет определять состав из смеси кристаллических ингредиентов и оценивать статистическую ошибку, вытекающую из процедуры Ритвельда в смеси веществ.

Образец 8



Образец 9



Образец 10

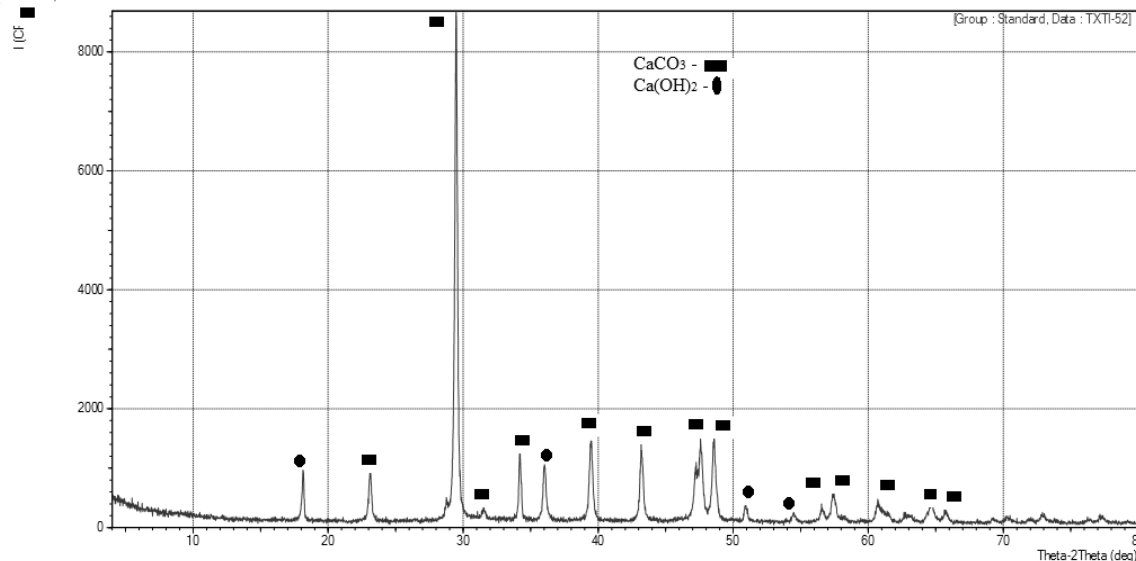


Рисунок 1. Рентгенограмма промытых осадков каустификации. Номера проб соответствуют номерам табл. 1.

Параметр	Значение	ЭСР
Образец - 8		
Карбонат кальция /сумма	0.9276	0.0022
Гидроксид кальция /сумма	0.0724	0.0022
Образец - 9		
Карбонат кальция /сумма	0.945	0.0024
Гидроксид кальция /сумма	0.055	0.0024
Образец - 10		
Карбонат кальция /сумма	0.9104	0.0022
Гидроксид кальция /сумма	0.0896	0.0022

Как показывают результаты рентгенофазового анализа (рис. 1), содержание карбоната кальция в образце 8 составляет 92,76 %, а гидроксида кальция - 7,24 %. В образце 9 эти показатели равны 94,50 % и 5,50 %.

Для определения оптимальных технологических условий осуществления контроля процесса и подбора насосов, перемешивающих устройств исследовались изменения плотности и вязкости растворов и суспензий.

Таблица 3.

Реологические свойства жидкой фазы каустификации

Номера опытов соответсвуют номерам табл 1	Плотность, г/см <sup>3</sup>				Вязкость, сПз (сек)		
	Температура, °C						
	20	40	60	80	40	60	80
3	1,13	1,12	1,12	1,11	6,37	5,77	5,11
8	1,03	1,02	1,02	0,99	5,02	4,82	4,33
4	1,13	1,14	1,15	1,14	6,40	5,78	5,42
9	1,03	1,03	1,02	1,02	5,41	4,7	4,38
5	1,16	1,17	1,17	1,15	6,78	6,08	5,68
10	1,05	1,04	1,04	1,02	5,05	4,52	4,26

Таблица 4.

## Реологические свойства суспензии

Номера опы- тов соответ- ствуют номе- рам табл.1	Соотноше- ние Т:Ж	Плотность, г/см <sup>3</sup>			Вязкость, сПз (сек)		
		Температура, °С					
		40	60	80	40	60	80
3	1:2	1,32	1,28	1,27	26,36	23,63	20,61
8	1:3	1,20	1,19	1,18	11,93	9,91	8,76
4	1:2	1,23	1,23	1,22	9,88	8,21	7,24
9	1:3	1,15	1,13	1,12	8,12	6,51	5,70
5	1:2	1,19	1,19	1,19	7,82	7,21	6,74
10	1:3	1,16	1,14	1,13	6,84	5,87	5,21

Повышение температуры снижает значение вязкости от 26,36 до 20,61 сПз в пробе 3. Плотность системы с повышением соотношения Т: Ж до 1:2 повышается от 1,20 до 1,31 г/см<sup>3</sup> при 40<sup>0</sup>С. Такая же картина наблюдается в других образцах.

В изученных интервалах варьирования Т:Ж, температуры, продолжительности процесса каустификации образуется подвижная масса, которая обеспечивает легкое протекание технологических стадий.

Как показывает анализ политермы диаграммы К<sub>2</sub>СО<sub>3</sub> - КОН – Н<sub>2</sub>О полученные продукты можно упаривать до концентрации 60 % КОН с выделением твердой фазы, содержащей К<sub>2</sub>СО<sub>3</sub>, СаСО<sub>3</sub>, и КОН, которая добавляется к шламу каустификации при приготовлении чистящих средств.

Таким образом, проведенные исследования показывают возможность получения гидроксида калия с концентрацией 21,01-29,78 % КОН и 0,5-2,261 % К<sub>2</sub>СО<sub>3</sub> и шлам каустификации.

## Список литературы:

1. Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока: Учебник для учащихся техникумов. – М.: Высш. школа, 1980. – 423 с.
2. Получение гидроксида калия методом каустификации / Б.Б. Туракулов и др. // IX Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» (14-16 июня 2017 года). — С. 445.
3. Полуэктов Н.С. Методы анализа по фотометрии пламени. – Л.: Химия, 1967. – 307 с.
4. Прикладная электрохимия. – 3-е изд., перераб. / Под ред. А.Л. Ротнныа. – Л.: Химия, 1974. – С. 536.
5. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ // М.Е. Позин и др. – Л.: Химия, 1968. – 360 с.
6. Туракулов Б.Б. Взаимная система К<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Са(ОН)<sub>2</sub> ↔ 2КОН + СаSO<sub>4</sub> и её применение к обоснованию получения гидроксида калия методом каустификации // ТКТИ конф. «Умидли кимёгарлар – 2017» Республики Узбекистан. – Ташкент, 2017. – Т. 1. – С. 115-116.
7. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексонометрическое титрование. – М.: Химия, 1970. – 360 с.