

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ НАСЫЩЕННЫХ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ УГЛЕАММОНИЙНЫМИ СОЛЯМИ

**Соддигов Фатхиддин Бурхониidinovich**

докторант Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32  
E-mail: [soddikov@bk.ru](mailto:soddikov@bk.ru)

**Мавлянова Мавджуда Набиевна**

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

**Мирзакулов Холтура Чориевич**

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

## INVESTIGATION OF THE PROCESS OF CONVERSION OF SATURATED SOLUTION OF SODIUM CHLORIDE BY CARBOAMMONIUM SALTS

**Fatkiddin Soddikov**

PhD student of Tashkent institute of chemical technology,  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**Mavjuda Mavlyanova**

associate professor of Tashkent institute of chemical technology,  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**Kholtura Mirzakulov**

Professor of Tashkent institute of chemical technology,  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

### АННОТАЦИЯ

Приводятся результаты исследований по одновременной аммонизации и карбонизации очищенных растворов хлорида натрия из галитовых отходов калийного производства. Показано, что с увеличением соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$  с 1:1,12:0,80 до 1:2,11:1,50 содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  снижается с 10,17% до 8,37, хлора с 11,62 до 9,56, тоже как содержания  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$  повышаются с 11,55% до 17,81% и с 6,26% до 9,66%, соответственно. pH медленно повышается с 7,469 до 7,726 при температуре 20°C и с 7,184 до 7,431 при температуре 50°C. При достижении продолжительности процесса 60 минут и больше pH практически не изменяется.

Получены образцы бикарбонат натрия с промывкой насыщенным раствором бикарбонат натрия и без промывки.

Установлены оптимальные нормы технологического режима процесса кальцинации. Степень конверсии для очищенных растворов при соотношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2 = 1:1,47:1,05$  достигает 79,76% через 60 минут. При этом выход карбоната натрия составляет 75,31% и продукт содержит 99,64% карбоната натрия.

### ABSTRACT

The results of studies on simultaneous ammonium and carbonization of purified sodium chloride solutions from halite waste of potassium production are presented. It is shown that with the increase of the ratio of  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$  from 1:1,12:0,80 to 1:2,11:1,50 the content of  $\text{Na}_2\text{O}$  decreases from 10,17% to 8,37, chlorine from 11,62 to 9,56, as well as the content of  $\text{CO}_2$  and  $\text{NH}_3$  increases from 11,55% to 17,81% and from 6,26% to 9,66%, respectively. pH slowly increased from 7,469 to 7,726 at temperature of 20°C and from 7,184 to 7,431 at temperature of 50°C. When reaching the duration of process 60 minutes or more of pH is almost constant.

Samples of sodium bicarbonate with washing with solution of sodium bicarbonate and without washing are obtained.

The optimal norms of the technological regime of the calcification process are established. The conversion rate for purified solutions at the ratio  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2 = 1:1,47:1,05$  reaches 79,76% in 60 minutes. The yield of sodium carbonate is 75.31% and the product contains 99.64% sodium carbonate.

**Ключевые слова:** галитовые отходы, технический хлорид натрия, насыщенный растворов, аммонизация, карбонизация, карбонат, бикарбонат натрия.

**Keywords:** halite waste, technical sodium chloride, saturated solutions, ammonization, carbonization, carbonate, sodium bicarbonate.

Кальцинированная сода является одним из самых крупнотоннажных продуктов химической промышленности в мире. Промышленные предприятия Узбекистана испытывают острый дефицит в этой продукции. В 2016 году выпущено 124,88 тыс. т кальцинированной соды. Концепцией развития химической промышленности Республики Узбекистан на 2017-2021 годы предусмотрено увеличения мощности УП «Кунградский садовый завод» до 200 тыс. т. в год. Для этого необходимо увеличить добычу и поставку на предприятие хлористого натрия [8].

На УП «Дехканабадский завод калийных удобрений» ежегодно скапливаются большие объемы низкосортных сильвинитовых руд и галитовых отходов, содержащих хлористый натрий. Поэтому исследования, направленные на вовлечение в производство кальцинированной соды низкосортных сильвинитовых руд и галитовых отходов калийного производства, очень актуальны.

Проведенные исследования показали возможность получения насыщенных растворов хлорида натрия из низкосортных сильвинитовых руд и технического хлорида натрия, полученного из галитовых отходов, путем очистки их от кальция карбонатом натрия [7, 9-11].

В качестве объекта исследования выбраны галитовые отходы калийного производства, в частности, технический хлористый натрий, полученный из галитовых хвостов УП «Дехканабадский завод калий-

ных удобрений». Насыщенные и очищенные растворы хлористого натрия готовили растворением в воде при Т:Ж = 1:2,8. После фильтрации и отделения нерастворимого остатка раствор имеет состав (масс. %):  $K_2O$  – 0,09;  $Na_2O$  – 13,47;  $CaO$  – 0,012;  $Cl^-$  – 15,40;  $SO_4^{2-}$  – 0,15;  $Na_2CO_3$  – 0,031 и pH 9,085 при температуре 20°C. Углеаммонийную соль использовали состава (масс. %):  $CO_2$  – 46,95%; N – 21,00%. Дальнейшие исследования были направлены на получение бикарбоната натрия из очищенных растворов путем карбонизации углеаммонийными солями [11].

Процесс конверсии очищенных от ионов кальция насыщенных растворов хлористого натрия углеаммонийными солями проводили при температуре 25°C, постоянном числе оборотов мешалки в течении 60 минут. Соотношение хлорида натрия к аммиаку и диоксиду углерода варьировали от 1:1,12:0,80 до 1:2,11:1,50.

Химический анализ сырья, промежуточных и конечных продуктов проводили по известным методам [1-6].

В таблице 1 приведены данные влияния соотношения  $Na_2O:NH_3:CO_2$  на химический состав пульпы при одновременной аммонизации и карбонизации насыщенного, очищенного раствора технического хлорида натрия углеаммонийной солью при температуре 25°C и продолжительности процесса 60 минут.

Таблица 1.

Влияние соотношения  $Na_2O:NH_3:CO_2$  на химический состав пульпы

Соотношение $Na_2O:NH_3:CO_2$	Химический состав пульпы, масс., %.						
	$Na_2O$	$K_2O$	$CaO$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$CO_2$	$NH_3$
1:1,12:0,80	10,17	0,07	0,009	11,62	0,11	11,55	6,26
1:1,26:0,90	9,87	0,07	0,009	11,27	0,11	12,60	6,83
1:1,41:1,00	9,58	0,07	0,008	10,94	0,10	13,59	7,37
1:1,47:1,05	9,45	0,06	0,008	10,79	0,10	14,07	7,63
1:1,55:1,10	9,32	0,06	0,008	10,64	0,10	14,54	7,88
1:2,11:1,50	8,37	0,06	0,007	9,56	0,09	17,81	9,66

Из таблицы 1 видно, что с увеличением соотношения  $Na_2O:NH_3:CO_2$  содержание  $Na_2O$  снижается с 10,17% при отношении равном 1:1,12:0,80 до 8,37% при отношении 1:2,11:1,50. Содержания  $K_2O$  и  $CaO$  снижаются незначительно. Содержание хлора снижается с 11,62% до 9,56%, тогда как содержания  $CO_2$  и  $NH_3$  повышаются с 11,55% до 17,81% и с 6,26% до 9,66%, соответственно.

Важным фактором контроля процессов аммонизации и карбонизации является pH среды. В таблице 2 приведены данные изменения pH от соотношения  $Na_2O:NH_3:CO_2$  в зависимости от температуры при одновременной аммонизации и карбонизации насыщенного, очищенного раствора технического хлорида натрия при температуре 20, 40 и 60°C и продолжительности процесса 60 минут.

Таблица 2.

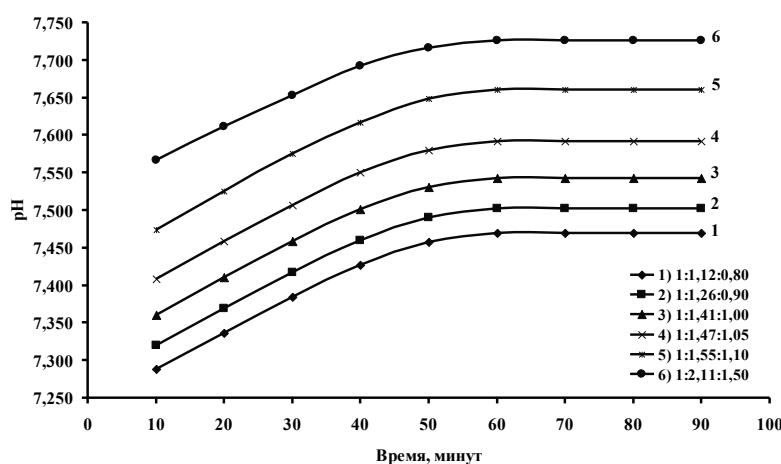
Влияние соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$  и температуры на изменения pH

$\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$	pH пульпы после конверсии		
	20°C	40°C	50°C
1:1,12:0,80	7,469	7,280	7,184
1:1,26:0,90	7,502	7,312	7,216
1:1,41:1,00	7,543	7,352	7,255
1:1,47:1,05	7,592	7,400	7,302
1:1,55:1,10	7,660	7,466	7,368
1:2,11:1,50	7,726	7,530	7,431

При карбонизации с повышением соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$  pH медленно повышается 7,469 при соотношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2 = 1:1,12:0,80$  до 7,726 при соотношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2 = 1:2,11:1,50$  и температуре 20°C. При 50°C повышается 7,184 до 7,431. Из полученных данных видно, что при одновременной аммонизации и при карбонизации с повышением

соотношения компонентов pH изменяется незначительно.

На рисунке 1 приведены данные влияния соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$  и продолжительности процесса на изменения pH среды при одновременной аммонизации и карбонизации насыщенных растворов хлористого натрия углеаммонийной солью при 20°C.

Рисунок 1. Влияние соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$  и продолжительности процесса на изменения pH

При достижении продолжительности процесса 60 минут и более pH среды практически не изменяется для всех соотношений. pH возрастает с повышением соотношения компонентов.

Для сравнения процесса получения кальцинированной соды из бикарбоната натрия проведены исследования с бикарбонатом натрия без предварительной его промывки. Полученные результаты приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3.

## Химический состав влажного бикарбоната натрия без промывки

$\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$	Химический состав, масс., %.									
	$\text{NaHCO}_3$	$\text{NaCl}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{KCl}$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{CaSO}_4$	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	н.о	$\text{H}_2\text{O}$
1:1,12:0,80	64,38	3,08	0,04	0,0003	4,15	0,002	3,00	5,19	0,012	20,14
1:1,26:0,90	64,56	3,79	0,07	0,0002	2,98	0,003	2,30	6,89	0,015	19,40
1:1,41:1,00	64,36	4,12	0,09	0,0002	2,45	0,004	2,14	7,97	0,016	18,85
1:1,47:1,05	62,77	4,25	0,11	0,0002	2,24	0,005	2,10	10,04	0,016	18,46
1:1,55:1,10	60,15	4,25	0,11	0,0002	2,08	0,006	2,07	13,21	0,016	18,10
1:2,11:1,50	45,44	3,23	0,09	0,0002	1,56	0,005	2,08	32,87	0,012	14,71

Из таблицы 3 видно, что без промывки бикарбонат натрия содержит 45,44-64,38% основного вещества, от 14,71% до 20,14% влаги, от 3,08 % до 4,25% хлористого натрия, от 5,19 % до 32,87 % бикарбоната

аммония и от 1,56% до 4,15% хлористого аммония. Остальные компоненты составляют десятые и сотые доли процента.

Таблица 4.

## Химический состав бикарбоната натрия после сушки без предварительной промывки

Na <sub>2</sub> O:NH <sub>3</sub> :CO <sub>2</sub>	Химический состав, масс., %.						
	NaHCO <sub>3</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	NH <sub>4</sub> Cl	CaSO <sub>4</sub>	н.о
1:1,12:0,80	89,79	4,30	0,055	0,038	5,79	0,0029	0,017
1:1,26:0,90	90,39	5,31	0,093	0,034	4,17	0,0035	0,021
1:1,41:1,00	90,57	5,80	0,13	0,032	3,45	0,0053	0,023
1:1,47:1,05	90,42	6,13	0,16	0,031	3,23	0,0072	0,023
1:1,55:1,10	90,27	6,38	0,17	0,031	3,12	0,0083	0,023
1:2,11:1,50	90,24	6,42	0,18	0,031	3,10	0,0088	0,023

Если присутствие бикарбоната аммония не может влиять на состав кальцинированной соды, так как он легко разлагается на аммиак и углекислый газ, то присутствие хлоридов натрия и аммония оказывает существенное влияние на состав и выход кальцинированной соды (табл. 4).

Из таблицы 4 видно, что при сушке бикарбонат аммония разлагается, а содержания хлористого натрия

и аммония увеличиваются и составляют 4,30-6,42% и 3,10-5,79%, соответственно. Это в свою очередь приводит к снижению содержания бикарбоната натрия до 89,79-90,24%.

В таблице 5 приведены составы кальцинированной соды, полученной из бикарбоната натрия без предварительной промывки.

Таблица 5.

## Химический состав кальцинированной соды без предварительной промывки бикарбоната натрия

Na <sub>2</sub> O:NH <sub>3</sub> :CO <sub>2</sub>	Химический состав, масс., %.					
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	CaSO <sub>4</sub>	н.о
1:1,12:0,80	92,78	7,04	0,09	0,062	0,0047	0,028
1:1,26:0,90	91,27	8,49	0,15	0,054	0,0056	0,033
1:1,41:1,00	90,51	9,19	0,20	0,050	0,0084	0,036
1:1,47:1,05	89,99	9,67	0,25	0,049	0,0113	0,037
1:1,55:1,10	89,60	10,03	0,27	0,048	0,0130	0,0369
1:2,11:1,50	89,53	10,09	0,28	0,048	0,0139	0,0368

Из таблицы 5 видно, что при кальцинации хлористый аммоний также разлагается и образуются аммиак и хлористый водород, а хлористый натрий полностью сохраняется и его содержание достигает 7,04-10,09% в зависимости от исходного соотношения Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub>. При этом кальцинированная сода содержит 89,53-92,78% карбоната натрия. Полученные результаты указывают на то, что бикарбонат натрия перед кальцинацией необходимо

обязательно промывать насыщенным раствором бикарбоната натрия.

В таблицах 6 и 7 приведены химические составы твердых фаз в зависимости от мольного соотношения Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> после промывки.

В таблице 6 приведен состав влажного осадка, а в таблице 7 – высушенного при температуре 80-100°C до постоянного веса.

Таблица 6.

## Химический состав влажной твердой фазы

Na <sub>2</sub> O:NH <sub>3</sub> :CO <sub>2</sub>	Химический состав, масс., %.							
	NaHCO <sub>3</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	н.о	H <sub>2</sub> O
1:1,12:0,80	70,11	0,095	0,016	0,00024	4,096	2,792	0,0133	21,74
1:1,26:0,90	71,08	0,114	0,018	0,00027	3,602	3,373	0,0162	20,41
1:1,41:1,00	71,08	0,124	0,019	0,00037	3,633	3,774	0,0180	19,80
1:1,47:1,05	69,41	0,123	0,019	0,00039	4,062	4,932	0,0180	19,42
1:1,55:1,10	66,54	0,119	0,018	0,00038	4,799	6,877	0,0173	18,82
1:2,11:1,50	49,10	0,089	0,013	0,00031	9,409	18,823	0,0127	14,55

Таблица 7.

## Химической состав высушенного бикарбоната натрия

Na <sub>2</sub> O:NH <sub>3</sub> :CO <sub>2</sub>	Химический состав, масс., %.					Степень конверсия
	NaHCO <sub>3</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	н.о	
1:1,12:0,80	99,82	0,135	0,024	0,00034	0,020	71,03
1:1,26:0,90	99,80	0,154	0,024	0,00037	0,022	76,65
1:1,41:1,00	99,77	0,174	0,026	0,00052	0,025	79,28
1:1,47:1,05	99,77	0,177	0,027	0,00056	0,026	79,76
1:1,55:1,10	99,77	0,179	0,027	0,00057	0,026	79,86
1:2,11:1,50	99,76	0,180	0,027	0,00063	0,026	79,86

Результаты влияния мольного соотношения Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> на степень конверсии и выход

карбоната натрия при температуре 25°C и времени 60 минут приведены в таблице 8.

Таблица 8.

Влияние мольного соотношения Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> на состав, степень конверсии, выход карбоната натрия при температуре 25°C и времени 60 мин.

Na <sub>2</sub> O:NH <sub>3</sub> :CO <sub>2</sub>	Химический состав кальцинированной соды, масс., %.						
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KCl	н.о	Степень конверсия	Выход Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , %
1:1,12:0,80	99,720	0,213	0,036	0,00053	0,030	71,03	67,24
1:1,26:0,90	99,670	0,254	0,039	0,00059	0,036	76,65	71,57
1:1,41:1,00	99,643	0,275	0,041	0,00082	0,040	79,28	74,66
1:1,47:1,05	99,636	0,280	0,042	0,00088	0,041	79,76	75,31
1:1,55:1,10	99,633	0,283	0,042	0,00090	0,041	79,86	75,51
1:2,11:1,50	99,631	0,285	0,042	0,0010	0,041	79,86	75,52

Как видно из таблицы с повышением мольного отношения Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> с 1:1,12:0,80 до 1:2,11:1,50 степень конверсии хлорида натрия смесью карбоната и бикарбоната аммония увеличивается с 71,03 до 79,86%. Выход карбоната натрия 75,31% достигается при соотношении Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> = 1:1,47:1,05.

Дальнейшее повышение мольного соотношения практически не влияет на степень конверсии.

Содержание карбоната натрия после кальцинации составляет более 99,6% и с повышением мольного соотношения незначительно снижается. Это

объясняется повышением содержания хлоридов калия и натрия. Так, если при соотношении 1:1,12:0,80 содержание хлорида калия в готовом продукте составляет 0,00053%. то при соотношении 1:2,11:1,50 этот показатель составляет 0,0010%. Аналогично показатели для хлорида натрия составляют 0,213 и 0,285%, соответственно.

Составы маточных растворов после конверсии для образцов технического хлорида натрия, полученные при соотношении Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> от 1:1,12:0,80 до 1:2,11:1,50 приведены в таблице 9.

Таблица 9.

Химический состав маточных растворов конверсии в зависимости от соотношении Na<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub>

Na <sub>2</sub> O:NH <sub>3</sub> :CO <sub>2</sub>	Химический состав жидкой фазы, масс., %.							
	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	KCl	NH <sub>4</sub> Cl	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>
1:1,12:0,80	6,36	0,19	1,47	0,14	15,84	1,13	1,32	0,025
1:1,26:0,90	4,54	0,17	1,71	0,14	17,17	2,04	1,84	0,023
1:1,41:1,00	3,39	0,16	1,72	0,14	17,71	3,77	2,12	0,021
1:1,47:1,05	3,13	0,15	1,64	0,14	17,78	4,28	2,24	0,020
1:1,55:1,10	3,02	0,14	1,61	0,14	17,83	4,30	2,36	0,020
1:2,11:1,50	2,96	0,14	1,58	0,14	17,59	4,31	3,21	0,020

С уменьшением содержания хлорида калия в исходном техническом хлориде натрия снижается и содержание хлорида калия в маточнике, тогда как содержание хлорида натрия остается на одном уровне. В растворе присутствуют гидрокарбонаты натрия, аммония и аммиак.

В таблице 10 приведены составы промывных растворов до и после промывки осадков гидрокарбоната натрия, полученных в зависимости от соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$ .

Таблица 10.

**Химический состав промывных растворов, полученных при промывке осадков гидрокарбоната натрия**

Соотношение $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2$	Химический состав промывка кальцинированной соды, %							
	$\text{NaHCO}_3$	$\text{NaCl}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{KCl}$	$\text{CaSO}_4$	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$
Пром. раствор	9,65	–	–	–	–	–	–	–
Промывной раствор после промывки								
1:1,12:0,80	9,02	2,38	0,019	0,021	0,0020	0,18	0,47	3,30
1:1,26:0,90	8,91	3,07	0,042	0,020	0,0021	0,16	1,15	2,48
1:1,41:1,00	8,85	3,47	0,063	0,020	0,0033	0,14	1,59	2,12
1:1,47:1,05	8,82	3,69	0,082	0,019	0,0044	0,13	1,80	2,00
1:1,55:1,10	8,78	3,84	0,092	0,019	0,0051	0,13	1,90	1,93
1:2,11:1,50	8,76	3,86	0,094	0,019	0,0055	0,13	1,96	1,91

В таблице 11 приводятся результаты влияния продолжительности процесса на состав твердой

фазы и выход карбоната натрия из очищенных растворов технического хлорида натрия при соотношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2=1:1,47:1,05$  и температуре  $25^\circ\text{C}$ .

Таблица 11.

**Влияние продолжительности процесса на состав и выход карбоната натрия при мольном соотношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2 = 1:1,47:1,05$**

№	Время, мин.	Химический состав твердой фазы, масс., %					Выход $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , %
		$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaCl}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{KCl}$	Н.о.	
1	5	60,17	39,78	0,032	0,00045	0,031	51,49
2	10	61,15	38,79	0,032	0,00046	0,031	51,86
3	20	64,61	35,33	0,032	0,00050	0,031	53,70
4	30	76,93	23,00	0,033	0,00057	0,032	63,03
5	40	89,16	10,77	0,035	0,00068	0,034	71,46
6	50	97,15	2,77	0,038	0,00081	0,037	74,67
7	60	99,64	0,28	0,042	0,00088	0,041	75,31
8	80	99,64	0,28	0,042	0,00088	0,041	75,31
9	120	99,72	0,20	0,042	0,00089	0,041	75,37
10	180	99,72	0,20	0,042	0,00089	0,041	75,37

Из таблицы 11 видно, что выход карбоната натрия из растворов составляет 75,31% от общей массы через 60 минут и отличается по качеству. Из очищенного раствора получается продукт с чистотой 99,64%. Увеличение продолжительности процесса до 180 минут не приводит к существенным изменениям ни выхода продукта, ни качества карбоната натрия.

Таким образом, проведенные исследования показывают о возможности конверсии насыщенных

растворов технического хлорида натрия, полученных из галитовых отходов, углеаммонийными солями. Для этого лучше использовать очищенные растворы технического хлорида натрия при мольном соотношении  $\text{Na}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{CO}_2=1:1,47:1,05$ , время конверсии не менее 60 минут. При этом можно достичь степени конверсии не менее 79,76%. Выход бикарбоната и карбоната натрия составляет 75,31%, чистота бикарбоната натрия составляет 99,77% а карбоната натрия не менее 99,64%.

**Список литературы:**

1. ГОСТ 5100-85. Сода кальцинированная техническая. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. - 27 с.
2. ГОСТ 20851.3-93. Удобрения минеральные. Метод определения массовой доли калия. - Минск: Издательство стандартов, 1995. - 44 с.
3. Бурриель – Марти Ф., Рамирес – Муньос Х. Фотометрия пламени. М., «Мир», 1972, 520 с.
4. ГОСТ 13685-84. Соль поваренная. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. -32 с. СТАНДАРТИНФОРМ, 2010.
5. ГОСТ 30181.6-94. Удобрения минеральные. Метод определения массовой доли азота в солях аммония (в аммонийной форме формальдегидным методом). Минск: ИПК Издательство стандартов, 1996. - 8 с.
6. ГОСТ 24596.5-81. Фосфаты кормовые. Метод определения рН раствора или суспензии. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 2 с.
7. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д., Производства соды. – М.: Химия, 1986. – 312 с.
8. Постановление президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017 — 2021 годы». Собрание законодательства Республики Узбекистан. – Ташкент, 2017 г. – № 35. – С. 921.
9. Соддилов Ф.Б., Усманов И.И., Набиев А.А., Мирзакулов Х.Ч., Меликулова Г.Э. Исследование процесса получения насыщенных растворов из низкосортных сильвинитов Тюбегатана. // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2016. – № 3. – С. 67-73.
10. Соддилов Ф.Б., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процессов получения и очистки насыщенных растворов из сильвинитов Тюбегатанского месторождения. // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2017. – № 2. – С. 16-20.
11. Соддилов Ф.Б., Зулярова Н.Ш., Мирзакулов Х.Ч. Исследования по получению рассолов для производства кальцинированной соды из галитовых отходов калийного производства. Universum: // Технические науки: электрон научн. журн. Соддилов Ф.Б. [и др.]. 2016 № 9 (30). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3641>.