

диона // Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн. 2020. № 6(72). – С. 68-73.

9. Ахмедов В.Н., Олимов Б.Б., Назаров Ш.К. Электронная структура и квантово-химические расчёты виниловых эфиров фенолов // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2020. № 4(70). – С. 53-56.

10. Tukhvatullin R. F. et al. Synthesis and study of geometry and electronic density of sterically hindered phenols used as antioxidant additives to lubricating oils // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol. – 2018. – Т. 61. – №. 4-5. – С. 84-92.

11. Ganiyev B., Ostonov F., Kholikova G., Salimov F. Calculations of quantum chemical parameters of the compound of isocyanuric acid with semicarbazide // International Independent Scientific Journal. 2020. Vol.2. №. 16. P. 3-9.

12. Ганиев Б.Ш., Умаров Б.Б., Холикова Г.К., Салимов Ф.Г., Аслонова Ф.С. Синтез, строения, таутомрия и исследование некоторых квантово-химических параметров соединения 2-(4,6-диоксо-1,3,5-триазинан-2-илиден)гидразин-карбоксамид // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) – 2020. – № 7(76). Часть №5. – С. 65-68 doi: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.76.930

13. Бабкин В. А. и др. Квантово-химические исследования механизма синтеза 2-метил (бензил)

тио-4-метил (бензил) оксипиримидина //Химическая физика и мезоскопия. – 2007. – Т. 9. – №. 3. С. 263-275

14. Попов Л. Д. и др. Синтез, физико-химическое исследование и квантово-химическое моделирование гидразонов на основе 2-гидразиноимидазолина //Журнал общей химии. – 2014. – Т. 84. – №. 4. – С. 596-601.

15. Салих С., Хасан М. Синтез и исследование структуры производных N-(4-сульфамойлфенил) амидов и соответствующих гидразонов //Химия и технология топлив и масел. – 2015. – №. 4. – С. 38-40.

16. Shul`gin V.F. Molecular structure of the binuclear samarium complex with malonic acid and 1-phenyl-3-methyl-4-formylpyrazolone-5 / V.F. Shul`gin, Z.Z. Bekirova, O.V. Konnic, G.G. Aleksandrov, I.L. Eremenko // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry.– 2012. – Vol. 25 (64), No. 1. – P. 314-319.

17. Абдурахмонов С. Ф. и др. Синтез и исследование биядерных комплексов ванадила(II) на основе бис-5-оксипиразолинов //Universum: химия и биология. – 2019. – №. 12 (66). – С. 50-55.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТРОНЫ И ОЧИЩЕННОГО БИКАРБОНАТА НАТРИЯ

Эркаева Назолат Актамовна
старший преподаватель

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

Бегдуллаев Ахмет Кобейсинович

ООО «Кунградский содовый завод»,
230614, Республика Узбекистан,

г. Кунград, поселок Елабад

Каипбергенов Атабек Тулепбергенович

Заведующий кафедрой НГПИ,
230011, Республика Узбекистан, г. Нукус, ул. Сеитов, б/н.

Эркаев Ахтам Улашев

д-р техн. наук, профессор

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

Тоиров Закир Каландарович

канд. техн. наук, доцент

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

АННОТАЦИЯ

Исследовано влияние технологических параметров на процессы получения сесквикарбоната и бикарбоната натрия газожидкостным способом.

Разработан способ получения сесквикарбоната и бикарбоната натрия, который включает стадии приготовления насыщенного раствора карбоната натрия в маточном растворе, смешивание раствора с бикарбонатом натрия и далее после отделения сесквикарбоната натрия маточный раствор карбонизируется с получением бикарбоната натрия.

Кальцинированную соду растворяли при температуре 95°C в маточном растворе бикарбоната натрия. При необходимости добавляется технический бикарбонат натрия. Образующаяся сесквикарбонатная суспензия фильтруется с получением влажного сесквикарбоната натрия. Полученный маточный раствор карбонизировали при температуре 90°C до степени карбонизации 170% и охлаждали до 35°C;

образовавшуюся суспензию фильтровали; влажный осадок промывали 17%-ным раствором бикарбоната натрия и после сушки при 70°C получали (99%-ный) бикарбонат натрия.

Предложена технологическая схема и составлен материальный баланс процесса получения сесквикарбоната и бикарбоната натрия.

Технико-экономические расчеты свидетельствуют о рентабельности предлагаемого способа. Экономия достигается за счёт улучшения качества продукта и увеличения коэффициента использования исходных компонентов.

ABSTRACT

The influence of technological parameters on the processes of obtaining sesquicarbonate and sodium bicarbonate by the gas-liquid method has been investigated.

A method for producing sesquicarbonate and sodium bicarbonate has been developed, which includes the stages of preparing a saturated solution of sodium carbonate in a mother liquor, mixing the solution with sodium bicarbonate, and then, after separating sodium sesquicarbonate, the mother liquor is carbonized to obtain sodium bicarbonate.

Soda ash was dissolved at a temperature of 95°C in the mother liquor of sodium bicarbonate. If necessary, added technical sodium bicarbonate. The resulting sesquicarbonate suspension is filtered to obtain moist sodium sesquicarbonate. The resulting mother liquor was carbonized at 90°C to a carbonation degree of 170% and cooled to 35°C; the resulting suspension was filtered; the wet cake was washed with 17% sodium bicarbonate solution, and after drying at 70°C (99%) sodium bicarbonate was obtained.

A technological scheme is proposed and the material balance of the process of obtaining sesquicarbonate and sodium bicarbonate is compiled.

Technical and economic calculations indicate the profitability of the proposed method. Savings are achieved by improving product quality and increasing the utilization of the original components.

Ключевые слова: сесквикарбонат натрия, карбонат натрия, кристаллизация, материальный баланс

Keywords: sodium sesquicarbonate, sodium carbonate, crystallization, material balance

Для теоретического анализа процесса карбонизации содовых растворов использовали внутренний кусок $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ системы $\text{Na}_2\text{O-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ [1, с.312; 2, с.1273; 3, с.1170; 4, с.13-16; 5, с. 154-160; 6, с.6-9; 7, с.4-9].

Из изотермы (рис.1) видно, что область образования сесквикарбоната натрия увеличивается с повышением температуры до 80°C. При 100°C и выше область образования сесквикарбоната натрия уменьшается за счет образования соли Шегвейдера $3\text{NaHCO}_3\cdot\text{Na}_2\text{CO}_3$. В соответствии с этим температура карбонизации выбрана в интервале 80-90°C, а стадии кристаллизации - не выше 35°C ввиду образования кристаллов бикарбоната натрия.

Для обоснования процесса карбонизации содовых растворов с концентрацией 22,5; 25,0; 27,0; 30,0% от точек диаграммы 1, 2, 3 и 4 проводили луч карбонизации к точке состава CO_2 .

Процесс карбонизации продолжается до пересечения лучей карбонизации 1(N)-КА с

границей сесквикарбоната натрия при 35°C в точках 1", 2", 3" и 4" (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что с повышением концентрации содовых растворов степень карбонизации достигает максимума - 43,67% , а со снижением Ж:Т при 35°C от 2,9:1 до 3,67:1 содержание сесквикарбоната натрия в твердой фазе суспензии достигает до 21,01 г на 100 г суспензии.

После отделения твердой фазы образуется определенная масса влажного сесквикарбоната натрия и маточного раствора с содержанием, масс. %: Na_2CO_3 - 17,30; NaHCO_3 - 4,90 и H_2O - 77,80.

Во втором цикле маточный раствор E_K^{35} направляется на стадию карбонизации для получения чистого бикарбоната натрия. Далее после отделения кристаллов бикарбоната натрия маточный раствор циркулируется на стадии растворения новой порции карбоната натрия

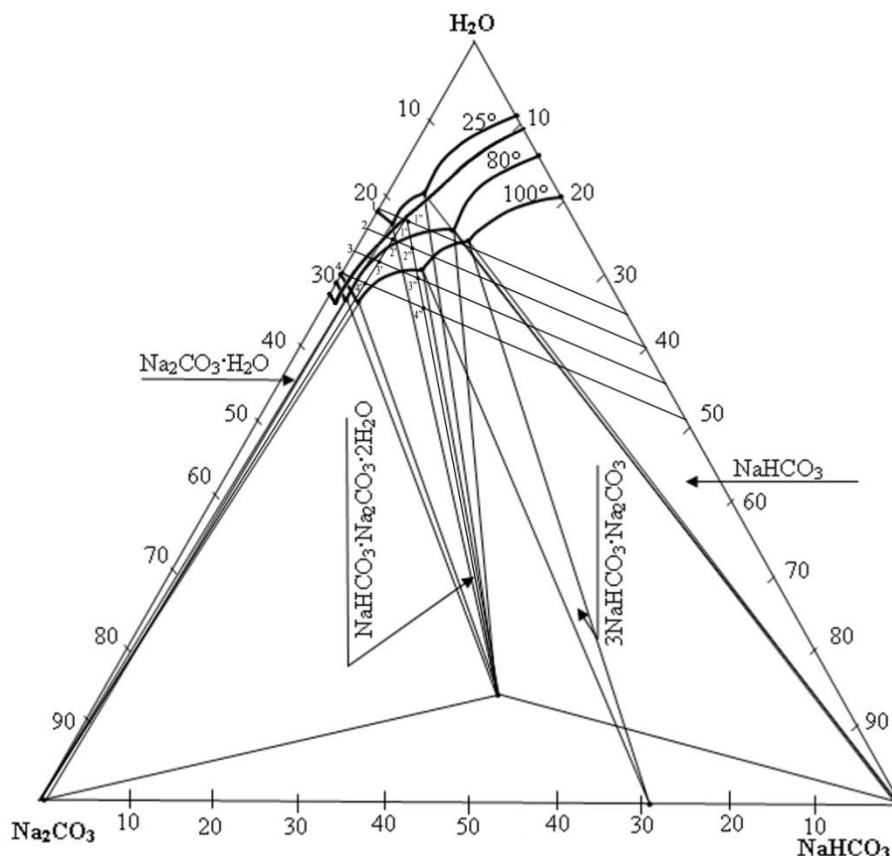
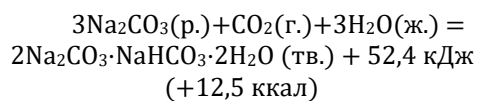


Рис.1. Анализполучения сесквикарбоната натрия газо-жидкостным методом на основе системы $Na_2O-CO_2-H_2O$ ($Na_2CO_3-NaHCO_3-H_2O$)

Бикарбонат натрия растворяется в воде плохо. Кроме того, как уже отмечалось, $NaHCO_3$ термически неустойчив и при нагревании часть его переходит в соду, снижающую растворимость $NaHCO_3$.

Исходя из вышеизложенного в промышленных масштабах трону можно получать карбонизацией содового раствора согласно реакции



Применение метода карбонизации позволяет значительно сократить объем жидкости, необходимой для получения единицы продукта, так как растворимость соды в несколько раз выше растворимости $NaHCO_3$ и троны.

Содовый раствор для карбонизации можно получить растворением в воде твердой технической

соды, образующейся при кальцинации сырого бикарбоната.

Выпадающий при насыщении содового раствора диоксидом углерода трону и бикарбонат натрия отделяют, а маточную жидкость, содержащую $NaHCO_3$, Na_2CO_3 и растворенные примеси, например, $NaCl$, возвращают в начало процесса для получения исходного содового раствора. В результате многократной циркуляции маточной жидкости в ней накапливаются примеси, что может привести к их появлению в продукте. Поэтому часть маточной жидкости выводят из цикла и направляют обычно на рассолоочистку для разбавления крепкого содового раствора.

Комбинированная технологическая схема получения сесквикарбоната и бикарбоната натрия представлено на рис.2. Полученный «мокрым» или «сухим» способом содовый раствор подвергают карбонизации для выделения из него $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$ в твердую фазу по уравнению (1).

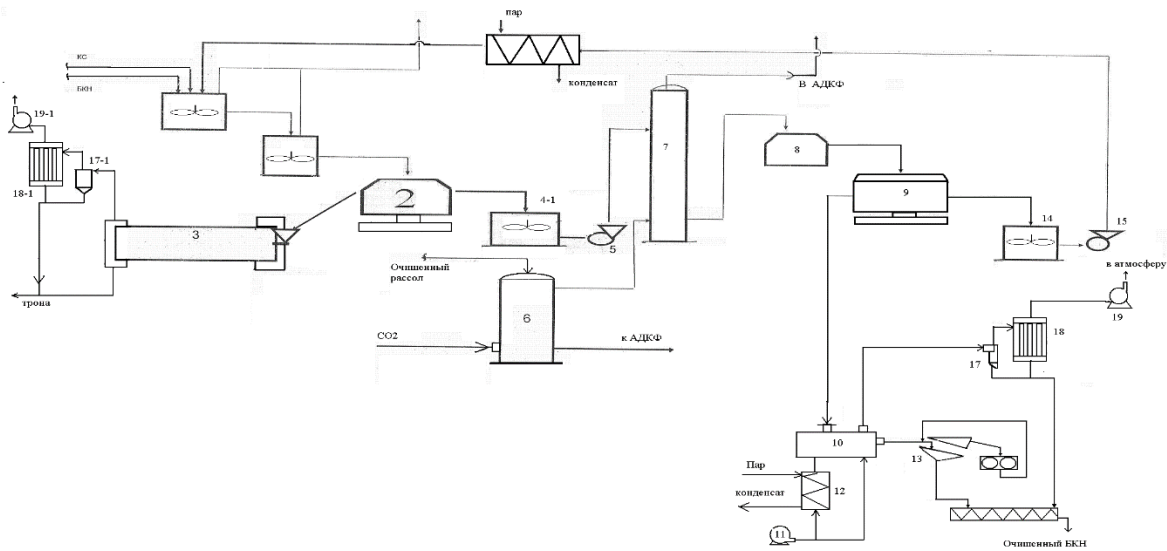


Рис.2. Принципиальная технологическая схема получения троны и очищенного бикарбоната натрия по комбинированному способу: 1- реактор- растворитель; 1-1, 4, 8, 14 – сборники; 2-центрифуга; 3, 9-барabanная сушилка; 5, 15 – центробежный насос; 6-насадочная промывочная колонна; 7-карбонизационная колонна; 10-сушильный аппарат кипящего слоя; 11-воздуходувка; 12-калорифер; 13-грохот; 16-подогреватель; 17-циклон; 18-рукавный фильтр

В процессе карбонизации лимитирующей стадией является скорость абсорбции CO_2 . Как и при поглощении CO_2 аммонизированным рассолом при получении кальцинированной соды аммиачным способом, скорость абсорбции CO_2 содовым раствором при повышении температуры, с одной стороны, возрастает, так как увеличивается скорость реакции, и уменьшается вязкость раствора, что облегчает подвод активного компонента - CO_2 к поверхности контакта фаз, но, с другой стороны, снижается, так как уменьшается движущая сила абсорбции - разность давлений CO_2 в карбонизирующем газе и над раствором. Эти два фактора, влияющие в противоположных направлениях, говорят о наличии оптимума для температуры карбонизации. Он находится в пределах $80-60^\circ\text{C}$. Первая температура относится к поступающему на карбонизацию раствору соды, в котором еще мало троны и равновесное давление CO_2 невелико, вторая - к конечному карбонизованному раствору, в котором возросшее содержание троны с повышением температуры начинает заметно влиять на равновесное давление CO_2 над раствором, а значит, уменьшать движущую силу абсорбции.

Количество осаждаемой троны при карбонизации содового раствора зависит от концентрации исходного раствора, температуры и степени карбонизации, определяемой как отношение общего содержания CO_2 в осадке и в растворе к общей щелочности исходного раствора.

Очевидно, что чем выше концентрация общего натрия в исходном растворе и степен ее карбонизации и ниже конечная температура суспензии, тем больше будет в осадке $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Однако следует отметить, что конечная температура суспензии определяется не количеством оседающего бикарбоната натрия, а

его качеством, поэтому степень карбонизации поддерживается достаточно далекой от равновесной.

Ответственной операцией в процессе получения троны является кристаллизация $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. При кристаллизации $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в процессе карбонизации содовых растворов установлена непосредственная зависимость между скоростями кристаллизации и абсорбции CO_2 , так как последняя определяет величину пересыщения раствора по $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. С другой стороны, скорость кристаллизации троны влияет на скорость абсорбции CO_2 , так как в процессе кристаллизации $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ уменьшается концентрация HCO_3^- -ионов, отрицательно влияющих на поглощение CO_2 раствором. Кристаллизация $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ может определяться гидродинамическими условиями турбулентной системы (интенсивностью ее перемешивания) или температурой. В этих условиях скорость кристаллизации зависит только от температуры. Для обеих областей протекания процесса кристаллизации, носящих название диффузионной и кинетической, скорость в общем виде выражается уравнением

$$W_{\text{кр}} = K_k \Delta C^n$$

где K_k - константа скорости кристаллизации $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; ΔC - пересыщение раствора по $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или разность между текущей и равновесной концентрациями $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в растворе; n - показатель степени, равный для диффузионной области 1 и для кинетической 2.

Опыты показали, что при малой интенсивности перемешивания процесс кристаллизации лежит в диффузионной области, а

при высокой степени турбулизации системы - в кинетической.

Крупные, хорошо фильтрующиеся кристаллы $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ получаются при поддержании высокой температуры карбонизируемой суспензии ($70-90^\circ\text{C}$) вплоть до ее выхода из карбонизационной колонны. Получению крупных кристаллов $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ способствует также сама конструкция карбонизационной колонны с малым числом тарелок, обеспечивающая продольное перемешивание жидкости внутри колонны, вынос мелких кристаллов $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из нижней части колонны в верхнюю в качестве затравки, на которой протекает массовая кристаллизация. Снижаются пересыщение, скорость кристаллизации, и кристаллы укрупняются.

Для получения очищенного бикарбоната натрия из маточного раствора, образующегося при получении троны, состав раствора должен соответствовать эвтонической точке E_1 ³⁰. При карбонизации данного раствора в интервалах температуры менее $30-35^\circ\text{C}$ образуется смесь троны и бикарбоната натрия. Поэтому температуру карбонизации и фильтрации образующейся суспензии необходимо поддерживать не ниже 55°C .

После отделения очищенного бикарбоната натрия к фильтрату добавляется расчетное

количество соды и бикарбоната натрия и процесс вновь повторяется.

При необходимости получения троны с большим выходом необходимо повысить исходное содержание карбоната кальция и соответственно увеличивать содержание бикарбоната натрия.

Сырой бикарбонат натрия с транспортной ленты поступает в реактор растворитель (поз.1) (рис.2.), туда же подается кальцинированная сода и оборотный маточный раствор с температурой 80°C . Образующаяся суспензия через промежуточный сборник (поз.1.) поступает в центрифугу (поз.2). Выделенная влажная трона из центрифуги (поз.2) поступает в декарбонизатор, где происходит отделение осадка троны. Сушка осадка троны осуществляется в барабанной сушилке (БС) (поз.3). Фильтрат через сборник (поз.4) центробежным насосом (поз. 5) направляется в карбонизатор-осадитель поз.7. Одновременно подается промытый углекислый газ кальцинации или отход углекислый газ из Устюртского ГХК после насадочного скруббера (поз.6.). Кальцинированный газ промывается очищенным рассолом, который далее направляется в АДКФ. Отходящие газы из (поз.7) также отправляются в цех АДКФ. Суспензия, образующаяся в (поз.7), через сборник (поз.8) поступает на центрифугу (поз.9).

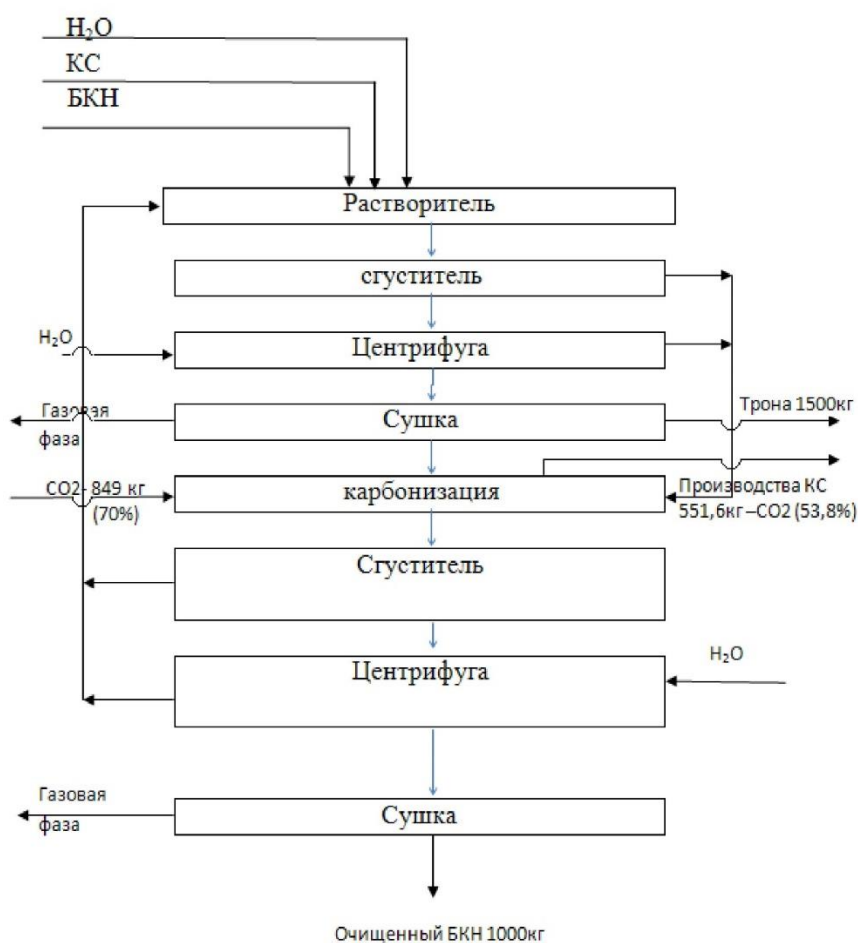


Рис.3. Материальный баланс получения троны и очищенного бикарбоната натрия

Здесь осуществляется промывка насыщенным раствором бикарбоната натрия при соотношении 0,5-0,9:1 от массы осадка. Сушка осадка очищенного бикарбоната натрия осуществляется в аппарате со взвешенным слоем (поз.10), куда подается воздуходувкой (поз.11) осушенный воздух, подогретый паром в калорифере (поз.12). Осушенный воздух подается также в зону охлаждения сушильного аппарата (поз.10). Температура отходящих газов после сушки не должна превышать 70°C, так как может происходить разложение бикарбоната натрия. Высушенный бикарбонат натрия через грохоты (поз.13) транспортером и элеватором поступает на хранение для отправки потребителю.

Фильтрат через сборник (поз.14) центробежным насосом (поз.15) направляется в подогреватель (поз.16) и далее поступает в реактор-растворитель (поз.1).

Отходящие газы проходят очистку от пыли бикарбоната натрия в циклоне (поз.17) и фильтре (поз.18) и газодувкой (поз.19) выбрасываются в атмосферу. Отделенные на фильтрах частицы бикарбоната натрия присоединяются к его потоку на транспортере.

В предложенной технологии удается получение очищенного от примесей бикарбоната натрия за счет следующих факторов:

1. В реакторе-растворителе удаляется примесь углеаммонийных солей из-за их термической нестабильности при температуре выше 70°C.

2. При разделении суспензии при 80°C основное количество примесей удаляется совместно с кристаллами троны.

3. Образование новых кристаллов бикарбоната натрия происходит при взаимодействии карбоната натрия с углекислым газом в стадии карбонизации и при отделении его от суспензии.

УДК - 54.063

ГРНТИ - 29.19.04

Технико-экономические расчеты свидетельствуют о рентабельности предлагаемого способа. Экономия достигается за счёт улучшения качества продукта и увеличения коэффициента использования исходных компонентов.

Список литературы:

1. Зайцев И.Д., Стоев Н.Д. Производство соды. – М.: Химия, 1986. – 312 с.
2. Здановский А.Б. и др. Справочник по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. Том 2. Четырехкомпонентные и более сложные системы. Ленинград. - 1954. - 1273 с.
3. Коган В.Б., Огородников С.К., Кафаров В.В. Справочник по растворимости. Том 3. Книга вторая. Ленинград. - 1969. - 1170 с.
4. Эркаев А.У., Каипбергенов А.Т., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Теоретический анализ получения сесквикарбоната натрия исследованием четырехкомпонентной системы $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$. Узбекский химический журнал. Ташкент, 2015 г. №5, с.13-16.
5. Kaipbergenov A.T., Erkaev A.U., Kucharov V.H. Basis of the obtained sodium sesquicarbonate carbonate and sodium bicarbonate. European science review № 5–6 2015 Austria, p.154-160.
6. Эркаев А.У., Каипбергенов А.Т., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Исследование процесса получения сесквикарбоната натрия жидкофазным способом. Журнал «Химия и химическая технология» №3., Ташкент 2015 г. с.6-9.
7. Эркаев А.У., Каипбергенов А.Т., Кучаров Б.Х., Тоиров З.К. Разработка технологии получения сесквикарбоната натрия жидкофазным способом на основе системы $\text{Na}^+ // \frac{1}{2} \text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$. Журнал «Химия и химическая технология» №4., Ташкент 2015 г. с.4-9.

СТРУКТУРНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НАНОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ NiCrMnSi – Fe В КОРРОЗИОННО-АКТИВНОЙ СРЕДЕ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.78.1012

Саликова Е.В.

*аспирант кафедры химии,
Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13*

STRUCTURAL TRANSFORMATION OF THE NiCrMnSi – Fe NANODISPERSE SYSTEM IN A CORROSIIVE ENVIRONMENT

Salikova E. V.

*postgraduate student of the Department of chemistry,
Orenburg state University
13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018*

АННОТАЦИЯ

Исследованы структурные изменения в нанодисперсной системе NiCrMnSi, нанесенной на металлическую Fe подложку методом HVOF, в коррозионно-активной среде H₂S (pH - 2,4). Структурная трансформация в системе NiCrMnSi - Fe, вызвана процессом окисления в сероводородсодержащей среде.