

чина α , соответственно, составляет 58; 40 и 14 %; при $k_f^0=10^4$ и $K_p^0=10^6$ она составляет уже только 4...2 %; наконец, при $k_f^0=10^8$ и $K_p^0=10^6$ величина $\alpha \leq 1$ %. И так, при прочих неизменных условиях, чем быст-

рее последующая объемная химическая реакция (чем выше k_f^0), тем эффективнее разделение двух соседних обратимо и необратимо окисляющихся анодных пиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городовых В.Е. Исследования по теории обратимых электродных процессов в методе амальгамной полярографии с накоплением и его применение к анализу олова высокой чистоты: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. — Томск: Томский госуниверситет, 1964. — 21 с.
2. Стромберг А.Г., Каплин А.А., Карбаинов Ю.А., Назаров Б.Ф., Колпакова Н.А., Слепченко Г.Б., Иванов Ю.А. Инверсионная вольтамперометрия в работах Томской научной школы // Известия вузов. Химия и хим. технология. — 2000. — Т. 43. — № 3. — С. 8–33.
3. Карбаинов Ю.А., Блиникова А.А., Стромберг А.Г. К теории обратимых электродных процессов, контролируемых последующими химическими реакциями, в методе амальгамной полярографии с накоплением на ртутном пленочном электроде // Электрохимия. — 1975. — Т. 11. — № 6. — С. 1621–1623.
4. Карбаинов Ю.А., Блиникова А.А., Стромберг А.Г. О влиянии последующей химической реакции на обратимые анодные пики в методе амальгамной полярографии с накоплением на ртутном пленочном электроде // Журнал физической химии. — 1976. — Т. 50. — № 1. — С. 266–268.
5. Блиникова А.А. Исследование обратимых электродных процессов с последующими химическими реакциями 1-го порядка в методе АПН на ртутном пленочном электроде: Автореферат дис. ... канд. хим. наук. — Алма-Ата: Ин-т орг. катализа и электрохимии, 1977. — 20 с.

УДК 666.1.022.4:66.093.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФЕЛИНОВОЙ СОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОВАКУУМНОГО СТЕКЛА

Н.С. Крашенинникова, О.В. Казьмина, И.В. Фролова

Томский политехнический университет
E-mail: kazmina@tpu.ru

Представлены результаты комплексного анализа свойств кальцинированной соды и соды из нефелинового сырья, а также рассмотрены технологические особенности приготовления стекольной шихты на ее основе. Установлено, что применение компактированного сырьевого концентрата является эффективным способом введения соды из нефелинового сырья в состав шихты с целью повышения ее качества.

Вопросы расширения сырьевой базы стекольной промышленности за счет использования отходов других производств остаются актуальными до настоящего времени. С одной стороны, такое решение проблемы позволяет утилизировать отходы, отрицательно влияющие на окружающую среду, с другой — экономить дефицитное дорогостоящее синтетическое сырье. В последнее время появился ряд публикаций об использовании в стекольном производстве соды, получаемой при переработке нефелинового сиенита на ОАО "Ачинском глиноземном комбинате" (АГК) [1–3]. Относительно низкая стоимость нефелиновой соды по сравнению с синтетической содой, а также возможность сокращения транспортных расходов, в случае использования ее предприятиями Западно-Сибирского региона, объясняют повышенный интерес к данному виду щелочесодержащего сырья.

Однако при замене синтетической кальцинированной соды (C_c) (г. Стерлитамак) на нефелиновую соду (C_n) (г. Ачинск) в составе стекольной шихты для производства электровакуумного стекла на Томском электроламповом заводе (ТЭЛЗ), возникли определенные трудности, связанные с потерями

шихты и нарушением ее химической однородности. При этом, в 3...3,5 раза увеличилась доля шихты низкого качества и снизилась однородность стекломассы (табл. 1).

В данной работе приводятся результаты комплексных исследований свойств соды из нефелинового сырья АГК с целью получения шихты высокого качества.

Таблица 1. Категория шихт с использованием различных щелочесодержащих компонентов шихты

Вид соды	Суммарная доля шихты различной категории, %			Однородность стекломассы, нм
	I–III	IV–V	Некондиция	
Кальцинированная	88,2	11,5	0,3	150
Нефелиновая	55,9	43,08	1,02	200

По содержанию в стекольной шихте сода обычно занимает второе место после кварцевого песка. В связи с этим в стекловарении предъявляются жесткие требования к ее химическому и гранулометрическому составам.

Таблица 2. Химический состав щелочесодержащих компонентов шихты

Вид соды	Содержание вещества, % мас.					
	Na ₂ CO ₃	NaCl	Na ₂ SO ₄	Fe ₂ O ₃	н.о.	Δm _{тп}
Синтетическая (г. Стерлитамак)	99,16	0,37	0,02	0,003	0,03	0,417
Нефелиновая (г. Ачинск)	98,1...98,5	K ₂ CO ₃ 0,5...1,1	K ₂ SO ₄ 0,3...0,7	0,01	0,05	0,1...1,0
Из нефелинового сырья ГОСТ 10689-75	87,0...96,5	K ₂ CO ₃ 2,3...6,5	K ₂ SO ₄ 1,2...6,5	0,005...0,02	0,1...0,2	0,5-1,0

По химическому составу (табл. 2) сода АГК в целом соответствует требованиям ГОСТ 10689-75 на соду из нефелинового сырья. Основное отличие от соды синтетической связано с присутствием солей калия, которые являются источниками оксида калия в стекле. На ТЭЛЗ для введения в состав электровакуумного стекла оксида калия применяют сравнительно дорогостоящий технический поташ, расходы которого могут быть сокращены в случае использования нефелиновой соды.

Известно, что карбонаты и сульфаты щелочных металлов способны образовывать термически неустойчивые кристаллогидраты различной степени водности. Поэтому при решении вопросов, связанных с заменой щелочесодержащих компонентов в составе стекольных шихт, следует уделять внимание изучению их фазового состава.

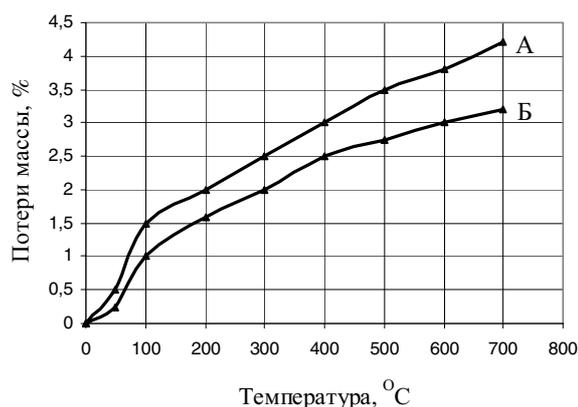
Результаты рентгенофазового анализа показали, что дифрактограмма нефелиновой соды содержит максимумы отражения, соответствующие безводному Na₂CO₃ ($d=2,962; 2,545; 2,366 \text{ \AA}$), двойной соли KNaCO₃ ($d=3,07; 2,72; 2,24; 2,21 \text{ \AA}$), а также кристаллогидратам Na₂CO₃·H₂O ($d=2,761; 2,668; 2,386 \text{ \AA}$) и K₂CO₃·1,5H₂O ($d=2,783; 2,767; 2,742 \text{ \AA}$). В то время, как на дифрактограмме синтетической кальцинированной соды главным образом присутствуют максимумы отражения, соответствующие карбонату натрия и его моногидрату.

Увлажнение стекольной шихты на стадии ее приготовления, сопровождается процессами растворения и кристаллизации химически активных компонентов и, прежде всего, кальцинированной соды. Химическую активность соды оценивали по теплоте растворения, определение которой осуществляли на учебно-лабораторном комплексе "Химия". Для расчета теплоты растворения Q использовали уравнение теплового баланса.

Расчеты показали, что значение теплоты растворения нефелиновой соды составляет 817,39 Дж, а соды синтетической – 808,68 Дж.

Относительно высокая химическая активность нефелиновой соды подтверждается результатами термогравиметрического анализа, согласно кото-

рых потери ее массы при нагревании до 700 °С приблизительно в 1,3 раза выше, чем у синтетической (рис. 1).

**Рис. 1.** Термогравиметрические кривые: А) нефелиновой и Б) синтетической соды

Согласно требованиям ГОСТ 3578-73 порошкообразная сода должна проходить без остатка через сито с размером отверстий 1,2 мм. Как показали результаты ситового анализа, нефелиновая сода является сравнительно тонкодисперсным материалом – до 50 % состоящим из частиц размером менее 0,2 мм, в то время как содержание данной фракции в синтетической соде не превышает 20 % (рис. 2).

Физико-механические характеристики соды представлены в табл. 3. Как видно, нефелиновая сода имеет сравнительно высокие значения гигроскопичности (84 %), удельной поверхности (4499 см²/г) и насыпной плотности (0,92 г/см³).

Установленные различия химического, фазового, гранулометрического составов, а также различная химическая активность соды по отношению к воде, очевидно, будут оказывать влияние на свойства и технологию подготовки стекольной шихты.

Важным этапом в технологии приготовления стекольной шихты является очередность подачи сырьевых материалов в смеситель. По мнению авторов [5] нефелиновую соду следует подавать в смеситель в последнюю очередь, при этом изменение

Таблица 3. Физические свойства щелочесодержащих компонентов шихты

Вид соды	Плотность, г/см ³		Удельная поверхность, см ² /г	Гигроскопичность, %
	насыпная	пикнометрическая		
Кальцинированная	0,66	2,83	2874	54
Нефелиновая	0,92	2,38	4499	84

схемы подготовки и увлажнения шихты позволяет повысить выход качественной шихты первой и второй категории на 10...20 %. Применение данной циклограммы на ТЭЛЗ позволило снизить потери шихты, связанные с ее налипанием на рабочие поверхности смесителя. Однако химическая однородность шихты, которая оценивается по отклонениям в содержании Na_2CO_3 , составила $\pm 2\%$, в то время как согласно требованиям отраслевых стандартов она не должна превышать 1 %.

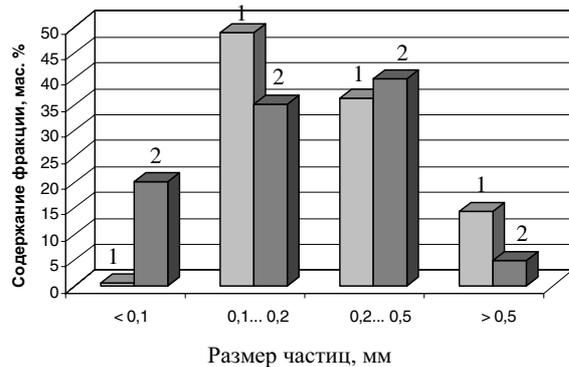


Рис. 2. Гранулометрический состав соды: 1) нефелиновой; 2) синтетической

В данной работе для улучшения качества шихты предлагается использовать нефелиновую соду в виде компактированного сырьевого концентрата.

Для получения сырьевого концентрата готовили шихту, представляющую собой смесь песка и соды, увлажнение которой осуществляли водой и раствором поташа в количестве 5...7 мас. %. Компактирование шихты проводили на валковом прессе полупромышленного типа, расстояние между валками в зоне прессования – 2 мм. Выход компактированного сырьевого концентрата в виде плиток неправильной формы, толщиной 2 мм составил 80...85 %, остальное – просыпь в виде крупки и отдельных зерен песка.

Результаты опытов показали, что образцы, полученные с использованием для увлажнения раствора поташа, имели механическую прочность в 3...5 раз превышающую прочность образцов, полученных из смеси увлажненной водой. Количество просыпи при этом не превышало 10 %.

Компактированную шихту измельчали с целью получения крупки размером не более 0,6 мм. Химическая однородность компактированного сырьевого концентрата составила $\pm 0,5\%$.

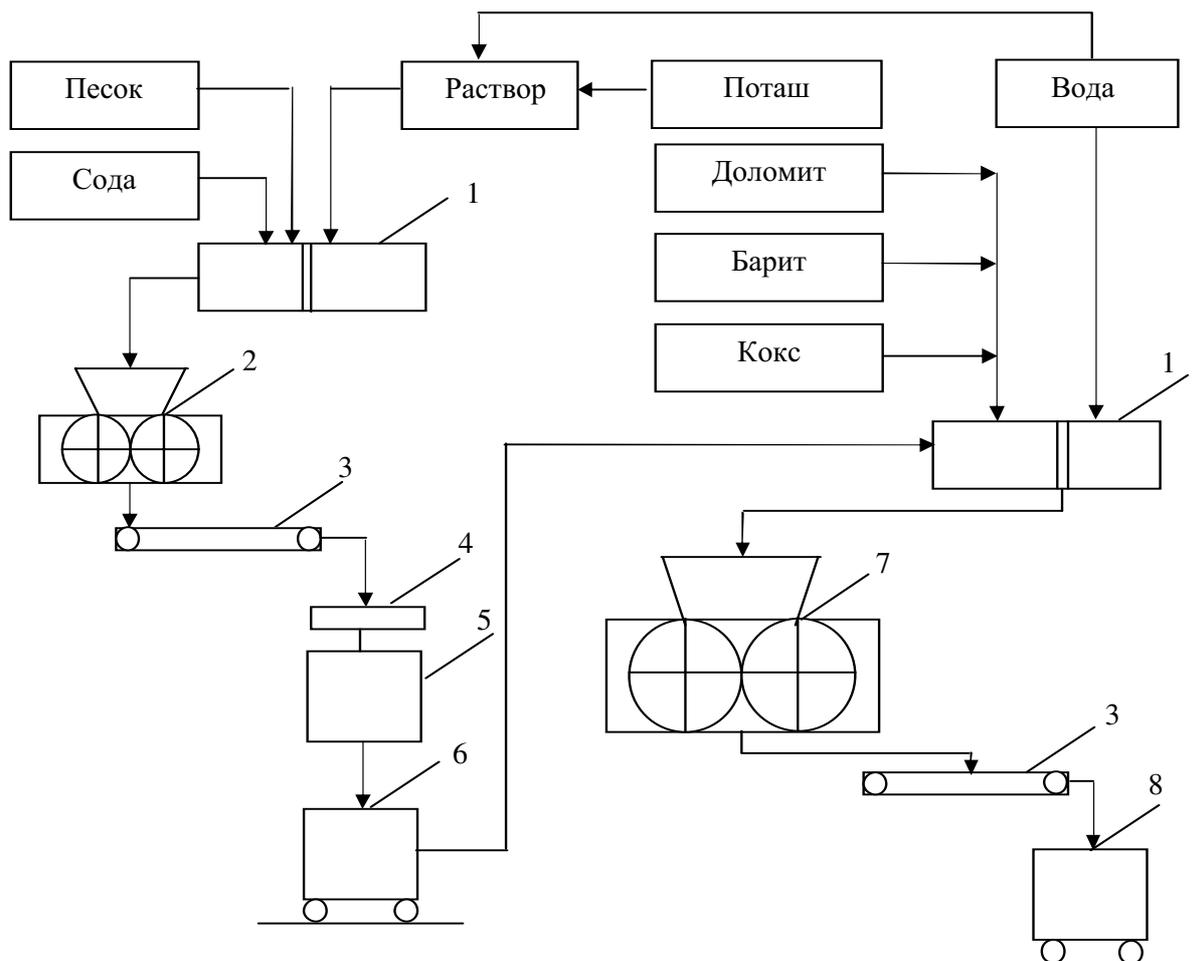


Рис. 3. Технологическая схема приготовления стекольной шихты с использованием компактированного сырьевого концентрата: 1) смеситель; 2) валки; 3) транспортер; 4) классификатор; 5) дробилка; 6) бункер запаса; 7) валковый пресс; 8) кобель

С учетом полученных данных, внесены изменения в существующую технологию приготовления стекольной шихты на ТЭЛЗ (рис. 3), согласно которой песок, сода и поташ вводятся в состав стекольной шихты в виде компактированного сырьевого концентрата. Для получения концентратов смесь песка и соды увлажняется раствором поташа и перемешивается в смесителе в течение 1...2 мин. Полученная рабочая смесь компактируется на валках, по транспортеру подается в классификатор, затем в щековую дробилку и в бункер запаса.

Схема приготовления шихты для производства электровакуумного стекла включает подачу дозированных компонентов шихты и воды в смеситель с последующим добавлением компактированного

сырьевого концентрата. Далее перемешанная шихта направляется в бункер валкового пресса, компактируется и поступает в бункер запаса готовой шихты.

Использование данной схемы позволяет уменьшить гигроскопичность соды, пыление и расслоение шихты, повысить ее химическую однородность, а также создает благоприятные условия для хранения нефелиновой соды в виде компактированного сырьевого концентрата.

Таким образом, применение компактированного сырьевого концентрата является эффективным способом введения нефелиновой соды в состав шихты электровакуумного стекла с целью повышения ее качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полкан Г.А. и др. Особенности процессов приготовления шихты и стекловарения при использовании разных видов соды в производстве листового стекла // Стекло и керамика. — 2003. — № 5. — С. 14–16.
2. Фотеева Т.Б., Шеломенцева В.Ф., Соснин В.А. Опытное-промышленное испытание технической кальцинированной соды из нефелинового сырья улучшенного качества // Стекло и керамика. — 2003. — № 4. — С. 15–16.
3. Левитин Л.Я., Попов О.Н., Токарев В.Д. Использование в стекловарении соды, полученной гидрохимическим методом из нефелинового сырья // Стекло и керамика. — 2003. — № 3. — С. 3–6.
4. Ефременков В.В., Чалов В.П. Оптимизация процесса приготовления стекольной шихты // Стекло и керамика. — 2000. — № 2. — С. 3–4.
5. Кондрашов В.И. и др. Опыт замены щелочесодержащего компонента стекольной шихты // Стекло и керамика. — 1999. — № 4. — С. 3–4.
6. Полкан Г.А. и др. Кальцинированная сода из нефелинового сырья — сырье для стекольной промышленности // Стекло и керамика. — 2003. — № 7. — С. 13–16.

УДК 631.893.002.237:553.973

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОЗЕРНЫХ САПРОПЕЛЕЙ

С.А. Бабенко, О.К. Семакина, К.П. Бокуцова, О.В. Лиханова

Томский политехнический университет
E-mail: SOK@ido.tpu.edu.ru

Разработана технология гранулирования комплексных органо-минеральных удобрений пролонгированного действия на основе озерных сапропелей Томской области. Гранулирование удобрений осуществляли методом окатывания на тарельчатом грануляторе, таблетированием и экструзией. Полученные гранулы обладают достаточной прочностью, позволяющей механизированным способом вносить их в почву, и не слеживаются в процессе хранения.

Плодородие почв и повышение урожайности определяются не только увеличением количества минеральных и органических удобрений, но и рациональным их использованием. В последнее время возрос интерес к сельскохозяйственным культурам, возделываемым интенсивным способом на малых площадях (дачные, приусадебные, фермерские хозяйства). Поэтому используемые удобрения должны иметь широкий ассортимент, а, следовательно, различные химические составы, размер и форму частиц, а также способы и дозы применения [1].

Сапропели представляют собой ценное природное органическое сырье, применяемое в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Особенность фи-

зического состояния сапропеля (большая влажность, неравномерность гранулометрического состава и др.) не позволяет механизировать введение его в почву, что затрудняет использование этого сырья в сельскохозяйственном производстве.

Более рационально использовать озерные сапропели для получения органо-минеральных удобрений, которые обладают следующими преимуществами:

- полноценность состава (органические вещества, минеральные удобрения, микроэлементы, биологически активные вещества и т.д.);
- высокая механическая прочность гранул, обеспечивающая их транспортабельность;