

УДК 66.091:549.6:546.33

А.А. Авдейчик

Науч. рук. ст. преп. Н.М. Шалухо

(кафедра химической технологии  
вяжущих материалов, БГТУ)

## **НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ СИЛИКАТОВ НАТРИЯ**

Жидкие стекла (натриевые и калиевые) производятся в различных отраслях промышленности (химической, целлюлозно-бумажной, литейной и др.) и применяются для самых разнообразных целей: производство штучных огнеупорных материалов, жаростойких бетонов, для проклейки картона, для изготовления литейных форм, в составе сухих строительных смесей, флотореагентов, в синтетических моющих средствах, в составе буровых растворов и др.

Жидкие стекла или растворимые силикаты натрия обладают высокой когезионной прочностью, легки и безопасны, не подвергаются коррозии, не испаряют пожароопасных летучих компонентов и не ухудшают окружающую среду в процессе эксплуатации [1].

Достойной альтернативы жидким стеклам в указанных областях нет, и не предвидится.

Натриевые жидкие стекла выпускают обычно в пределах значений силикатного модуля 2,0–3,5 при плотности растворов 1,3–1,6 г/см<sup>3</sup> [2].

В последнее время применение жидких стекол в качестве связующего в производстве современных теплоизоляционных строительных материалов является весьма актуальным. Особый интерес представляет синтез низкомодульных жидких стекол, поскольку такие щелочные силикаты подвержены более полному гидролизу и диссоциации, по сравнению с высокомодульными, за счет чего большее количество натрия находится в активном состоянии и концентрация ионов  $\text{OH}^-$  увеличивается.

В настоящее время жидкие стекла получают в основном двумя способами. Первый способ заключается в предварительном получении силикат-глыбы путем плавления двухкомпонентных шихт при температурах 1350–1400°C в стекловаренных печах с последующим растворением силикат-глыбы во вращающихся автоклавах при температуре 120–130°C. Этот способ наиболее распространен, но и самый энергоемкий. Кроме того, за счет присутствия полуторных оксидов в кварцевом песке происходит образование в стекле нерастворимых кластеров, которые после автоклавирования отделяются и отправляются в отвал, что составляет примерно 5%.

Второй способ заключается в растворении кремнезема в каустической соде натриевой или калиевой, но он не распространен из-за высокой стоимости каустической соды и дефицитности аморфного кремнезема [3]. Поэтому актуальным является снижение энергозатрат на его производство, что можно осуществить за счет снижения температуры синтеза низкомодульных жидких стекол.

Целью исследования являлось получение низкомодульного жидкого стекла с силикатным модулем 1 при более низких энергозатратах, по сравнению с трехмодульным.

В предыдущих исследованиях разработан оптимальный состав жидкого стекла ( $\rho = 1,23 \text{ кг/м}^3$ ,  $n = 1$ ), который получен при  $T = 900^\circ\text{C}$ , выдержке в течении 60 мин при данной температуре и растворении спёка с непрерывным перемешиванием на водяной бане в течении 60 мин при  $V/T = 3:1$  [4].

Целью настоящего исследования явилось дальнейшее снижение температуры синтеза и времени выдержки стекольной шихты.

Для приготовления составов шихт использовали кварцевый песок (содержание  $\text{SiO}_2$  не менее 96%) и кальцинированную соду (квалификации «чда»). Гранулированную шихту подвергали обжигу в электрической печи при температуре  $880^\circ\text{C}$  со скоростью нагрева  $5^\circ\text{C/мин}$  и выдержке при максимальной температуре в течение 30 мин.

Полученные гранулы характеризовались достаточной сыпучестью и спекаемостью. Затем гранулы измельчали, просеивали через сито № 063 и подвергали растворению на водяной бане при  $T = 85^\circ\text{C}$  и непрерывном перемешивании в течение 30 мин при  $V/T = 3:1$ . В результате растворения осадка не образовывалось.

На следующем этапе осуществляли дальнейшее снижение температуры обжига сырьевой смеси до  $860^\circ\text{C}$  и временем выдержки при максимальной температуре 30 мин. По внешнему виду гранулы были достаточно спекшимися с хорошей сыпучестью. Продукты обжига измельчали и подвергали растворению аналогичным способом. Не растворившийся осадок также не образовывался.

Поскольку дальнейшее снижение температуры обжига сырьевой смеси не целесообразно ввиду возможного недостаточного образования силикатов натрия, на следующем этапе осуществляли обжиг при  $860^\circ\text{C}$ , но с меньшим временем выдержки при максимальной температуре – 20 и 10 мин.

Результаты растворения гранул показали, что в обоих случаях нерастворившегося осадка не образовалось. Однако гранулы, обжигаемые при  $860^\circ\text{C}$  и 10 мин выдержки отличались хрупкостью и недостаточной прочностью.

Для полученных образцов жидких стекол определяли силикатный модуль и плотность (таблица).

**Таблица – Свойства образцов жидких стекол**

Температура обжига, °С	Время выдержки, мин	Свойства жидких стекол	
		силикатный модуль	плотность, г/см <sup>3</sup>
860	30	1,052	1,31
	20	1,030	1,25
	10	1,028	1,19

Данные таблицы свидетельствуют о том, что полученные значения силикатного модуля соответствуют заданным (расчетным). Плотность полученных растворов жидких стекол также находится в необходимых пределах и при необходимости ее можно регулировать в зависимости от области применения составов.

Таким образом, подобраны технологические параметры для получения низкомолекулярного жидкого стекла. Технологический процесс производства низкомолекулярного жидкого стекла малоэнергоёмким синтезом предполагает следующие стадии: прием и складирование исходных материалов (кварцевый песок, сода); дозирование и смешение компонентов шихты; подача шихты в бункера-накопители; подача шихты на грануляцию; подача шихты в шахтную печь; растворение силикат-глыбы; отгрузка потребителю.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технология специальных цементов и композиционных материалов технического назначения : учеб. пособие / М.И. Кузьменков, Н.М. Шалухо. – Минск : БГТУ, 2014. – 258 с.
2. Корнеев, В.И. Растворимое и жидкое стекло / В.И. Корнеев, В.В. Данилов. – Санкт-Петербург: Стройиздат, СПб., 1996. – 216 с.
3. Способ получения низкомолекулярного жидкого стекла: пат. 1013404 Российской Федерации, С01В33/32 / С.А. Виденин, Н.Г. Дьяконов, П.А. Михалев, Л.П. Мирсанова; заявитель Виденин Н.Г.: заявл. 31.07.78; опубл. 23.04.83 // Изобретения. – 1983.
4. Блинова, Н.Н., Шалухо, Н.М., Сушкевич, А.В., Кузьменков, Д.М. Твердофазовый синтез силикатов натрия / 18 апреля 2018 г., Ярославль: сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Ярославль : Издат. дом ЯГТУ, 2018. – С. 90–93.