

Проведенный комплексный анализ водопроводной воды из двух районов г. Брянска показал, что вода соответствует нормативной документации СанПиН 2.1.4.1074-01 по таким параметрам как: определение рН, общей жесткости, содержания ионов кальция и ионов магния, определение устранимой и остаточной жесткости, общей щёлочности, определение концентрации хлорид-ионов, перманганатной окисляемости, однако исследования показали завышенное значение концентрации катионов железа.

Список литературы:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
2. ГОСТ 33776-2016 Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение рН, кислотности и щелочности.

3. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости. ГОСТ 4151-72- М.: ИПК Издательство стандартов, 2001 – 7 с.

4. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов кальция и магния. ГОСТ 23268.5-78 – М., Госстандарт СССР, 1978 – 15 с.

5. Химия и общество / под ред. М.Г. Гольдфельда. – М.: Мир, 1995. 160с.

6. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. // М., «Недра», изд. 3-е, 1970 – 488 с.

7. Щегинская, О.С. Химия окружающей среды. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов 5 курса ЕГФ. Брянск: БГПУ, 1999. – 72с.

8. Логинов, Н.Я. Аналитическая химия / Н.Я. Логинов, А.Г. Воскресенский, И.С. Солодкин. – М.: Просвещение, 1979. 460с.

9. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения перманганатной окисляемости. ГОСТ 23268.12-78 – М., Госстандарт СССР, 1978 – 4 с.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ТАРНОГО ОБЕСЦВЕЧЕННОГО СТЕКЛА ФТОРХЛОРСОДЕРЖАЩИМИ ГАЗООБРАЗНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Шарагов Василий Андреевич,

доцент, д. х. н., заведующий лабораторией физической и экологической химии Бельцкий государственный университет имени Алеку Руссо,

Курикеру Галина Ивановна

аспирант, младший научный сотрудник лаборатории физической и экологической химии, Бельцкий государственный университет имени Алеку Руссо, г. Бельцы, Республика Молдова

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.1.56.69-72](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.1.56.69-72)

АННОТАЦИЯ

Целью проведенных экспериментов являлось определить факторы, влияющие на процесс выщелачивания тарного обесцвеченного стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами. Объектами исследований являлись разные виды стеклянной тары (бутылки, банки и флаконы) из обесцвеченного стекла. Для термохимической обработки стекла применяли хлорид водорода, дифтордихлорметан, дифторхлорметан и смеси этих реагентов с диоксидом серы. Нами исследовано влияние следующих факторов на процесс тарного обесцвеченного стекла фторхлорсодержащими реагентами: температуры, химического состава газовой среды, продолжительности термохимической обработки, концентрации и влажности газообразного реагента, повторной термообработки и состояния поверхности образцов.

ABSTRACT

The aim of the undertaken experiments was to determine the factors affecting the process of dealkalization of container colorless glass with fluorine- and chlorine-containing gaseous reagents. The subjects of investigation were various types containers (bottles, jars and flasks) of colorless glass. Hydrogen chloride, difluorodichloromethane and difluorochloromethane and mixtures of these reagents with sulfur dioxide were used for the chemical treatment of glass. We have investigated the influence of the following factors on the process of dealkalization of container colorless glass with fluorine- and chlorine-containing reagents: temperature, chemical compositions of the gas medium, duration of the thermochemical treatment, concentration and humidity of gaseous reagent, repeated thermal treatment and surface state of the samples.

Ключевые слова: тарное обесцвеченное стекло, фторхлорсодержащий газообразный реагент, термохимическая обработка, выщелачивание.

Keywords: container colorless glass, fluorine- and chlorine-containing gaseous reagent, thermochemical treatment, dealkalization.

Введение

Неорганические стекла обладают уникальными оптическими свойствами. Применение стеклоизделий существенно ограничивается из-за их низкой механической прочности на растяжение и

изгиб, плохой термостойкости, а в некоторых случаях и недостаточной химической устойчивости [2].

Для повышения эксплуатационных свойств стеклоизделий применяются различные методы: закалка в разных средах, ионный обмен и его разновидности, нанесение разного рода покрытий, термомагнитная обработка и многие другие. По принципу изменения состава и структуры стекла методы повышения его эксплуатационных свойств следует разделить на два главных направления: модификация поверхностных слоев стекла и создание в нем напряжений сжатия [3].

Наиболее доступным и эффективным методом повышения химической устойчивости поверхности стекла является выщелачивание кислотными газами. Водо- и кислотоустойчивость поверхности промышленных стекол под воздействием кислотных газов возрастает в несколько раз, при этом также повышается его механическая прочность на 15-20 %, термостойкость и микротвердость – на 10-15 % [1, 4, 5, 9]. В качестве газообразных реагентов чаще всего применяются оксиды серы, хлористый водород, фторхлорсодержащие соединения, а также смеси газов [4-9].

Характерным критерием выщелачивания стекла кислотными газами является образование на поверхности изделий налета, представляющего собой тонкую пленку продуктов реакции. Главным недостатком метода термохимической обработки газообразными реагентами является небольшая толщина выщелоченного слоя стекла. В зависимости от режима и условий термохимической обработки толщина уплотненного слоя у промышленных стекол изменяется от долей мкм до 1 мкм. При хранении и эксплуатации стеклоизделий выщелоченный слой легко повреждается, вследствие чего их физико-химические свойства ухудшаются [4].

Цель настоящих исследований заключалась в определении факторов, влияющих на интенсивность выщелачивания тарного обесцвеченного стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами.

Методика эксперимента

В качестве объекта исследований применяли стеклянную тару (бутылки, банки, флаконы) из обесцвеченного стекла следующего химического состава (массовые доли, %): 71,84 SiO₂, 2,41 Al₂O₃, 0,08 Fe₂O₃, 6,73 CaO, 4,45 MgO, 13,69 Na₂O, 0,37 K₂O, 0,32 SO₃. Для термохимической обработки стекла использовали дифторхлорметан, дифтордихлорметан и хлорид водорода. Эффективность выщелачивания стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами сопоставлялась с результатами экспериментов, в которых применялся диоксид серы.

Во всех ранее проведенных работах интенсивность выщелачивания неорганических стекол кислотными газами характеризовалась массой продуктов реакции, образовавшихся на поверхности обработанных образцов [5, 6, 9 и др.]. Это имеет суще-

ственные недостатки. Во-первых, невозможно сопоставлять реакционную способность различных кислотных газов даже по отношению к стеклу одного и того же состава, так как продукты взаимодействия имеют различные химические и минералогические составы. Во-вторых, нельзя сравнивать данные, полученные при различной продолжительности выщелачивания стекла кислотными газами.

В наших экспериментах, проведенных в лабораторных и производственных условиях, термохимическая обработка различных видов промышленных стекол кислотными газами (SO₂, HCl, HBr и др.) сопровождается образованием на их поверхности продуктов реакции, которые содержат катионы щелочных металлов. Аналогичные данные получены при термохимической обработке модельных синтезированных стекол газообразными реагентами. Из этого следует, что кинетику взаимодействия стекла с кислотными газами целесообразно характеризовать скоростью экстракции из стекла Me⁺ [4].

Полученные результаты и их обсуждение

В результате термохимической обработки стекла хлоридом водорода, дифтордихлорметаном, дифторхлорметаном, диоксидом серы, а также смесями фторхлорсодержащих газообразных реагентов с диоксидом серы наблюдалось образование на поверхности образцов продуктов реакции разной интенсивности.

Лабораторные режимы термохимической обработки образцов стекла: температура – изменялась от 300 до 600 °С, объем реагента на одну обработку – от 1,5 до 30 л, продолжительность – от 5 до 30 мин. В производственных экспериментах режимы термохимической обработки стеклоизделий были следующими: температура – от 450 до 600 °С, объем реагента на одну изделие – от 0,05 до 100 мл, продолжительность – от 1 с до 30 мин.

Нами исследовано влияние следующих факторов на скорость выщелачивания тарного обесцвеченного стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами: температуры, химического состава газовой среды, продолжительности термохимической обработки, концентрации и влажности газообразного реагента, дополнительной термообработки и состояния поверхности образцов. Термохимическая обработка образцов стекла газообразными реагентами проводилась в лабораторных и промышленных условиях.

Влияние температуры на скорость выщелачивания Na⁺ из тарного обесцвеченного стекла, обработанного некоторыми газообразными реагентами, представлено в таблице.

Зависимость скорости выщелачивания тарного обесцвеченного стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами от температуры обработки

Температура, °С	Скорость выщелачивания, мкмоль Na ⁺ /(дм ² ·мин)					
	SO ₂	HCl	CHF ₂ Cl	CF ₂ Cl ₂	Смесь SO ₂ и CF ₂ Cl ₂	Повторная термическая обработка
200	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
300	0,18	0,29	0,14	0,17	0,24	0,09
400	0,81	1,26	0,52	0,67	1,14	0,11
500	1,46	2,07	1,70	1,88	2,95	0,14
600	2,02	3,79	3,87	4,07	11,23	0,23

Скорость выщелачивания стекла, обработанного неувлажненными фторхлорсодержащими газообразными реагентами при температурах от 20 до 200 °С составляла 0,09 мкмоль Na⁺/(дм²·мин) и не отличалась от скорости выщелачивания исходных образцов, промытых дистиллированной водой.

Повышение температуры обработки до 300 °С и выше сопровождается увеличением скорости выщелачивания Na⁺, что свидетельствует о протекании химической реакции между стеклом и фторхлорсодержащими газообразными реагентами. Налет выщелачивания на образцах визуально был замечен при температуре 400 °С. Термохимическая обработка при температуре 500, и особенно 600 °С, сопровождается образованием интенсивного налета на поверхности образцов и резким повышением скорости выщелачивания Na⁺, что связано с усилением степени пиролиза фторхлорсодержащих газообразных реагентов при более высокой температуре, продукты которых вступают во взаимодействие со стеклом. Из табличных данных видно, что интенсивность выщелачивания стекла хлоридом водорода, дифтордихлорметаном и дифторхлорметаном примерно одинакова.

Аналогичный характер изменения скорости выщелачивания тарного обесцвеченного стекла от температуры обработки выявлен при использовании диоксида серы, однако интенсивность выщелачивания стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами более высокая, чем сернистым газом.

Наиболее интенсивно выщелачивают тарное обесцвеченное стекло смеси, состоящие из фторхлорсодержащих газообразных реагентов с диоксидом серы в объемном соотношении 1:1 (пример приведен в таблице).

Повышение температуры от 200 до 600 °С практически не повлияло на значение скорости выщелачивания стекла. Это свидетельствует о том, что увеличение скорости выщелачивания Na⁺ при термохимической обработке образцов газообразными реагентами полностью зависит от интенсивности протекания химической реакции между щелочными компонентами стекла и газообразными реагентами и не связано с влиянием температуры на процесс диффузии Na⁺.

Увеличение продолжительности термохимической обработки, концентрации и влажности газообразного реагента способствует повышению скорости экстракции Na⁺ из стекла, но до определенных значений этих параметров.

В заводских условиях свежеработанные горячие стеклоизделия более активно выщелачиваются реагентами, чем находившиеся на хранении и в эксплуатации.

На основе проведенных экспериментов определен следующий оптимальный режим термохимической обработки листового стекла в лабораторных условиях: температура – 600 °С, объем реагента на одну обработку – 15 л, продолжительность – 15 мин.

Выявлены следующие недостатки методики оценивания интенсивности выщелачивания стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами при помощи скорости экстракции Me⁺ (Na⁺, K⁺ и др.). Во-первых, если продукты реакции имеют температуру плавления ниже температуры взаимодействия стекла с газообразными реагентами, то они интенсивно испаряются с поверхности образца, в результате чего получают заниженные значения скорости выщелачивания Me⁺. Следовательно, в результаты по определению скорости выщелачивания из стекла Me⁺ следует вводить поправку на улетучивание продуктов реакции.

Во-вторых, возможно образование газообразных продуктов реакции. В этом случае определить скорость выщелачивания Me⁺ не представляется возможным. В-третьих, иногда выщелачивание стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами сопровождается образованием продуктов реакции, которые "пригорают" к поверхности стекла и не полностью смываются водой. В-четвертых, в продуктах реакции возможно присутствие веществ плохо растворимых в воде, например, фторидов щелочных металлов. Следовательно, необходимо всегда проверять полноту смывания водой продуктов реакции с поверхности термохимически обработанного стекла.

Выводы

1. Предложено определять интенсивность выщелачивания стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами при помощи скорости экстракции Me⁺ (Na⁺, K⁺ и др.) из стекла.
2. Выщелачивание тарного обесцвеченного стекла фторхлорсодержащими газообразными реагентами выявлено при температуре 300 °С и выше. Сопоставлена интенсивность выщелачивания стекла различными газообразными реагентами в диапазоне температур от 300 до 600 °С.
3. Увеличение продолжительности термохимической обработки, концентрации и влажности газообразного реагента способствует повышению

скорости экстракции Me^+ (Na^+ , K^+ и др.) из стекла, но до определенных значений этих параметров.

4. В заводских условиях свежеработанные горячие стеклоизделия более активно выщелачиваются реагентами, чем изделия находившиеся на хранении и в эксплуатации.

5. Выявлены достоинства и недостатки применения скорости экстракции Me^+ (Na^+ , K^+ и др.) из стекла в качестве критерия интенсивности выщелачивания его фторхлорсодержащими газообразными реагентами.

Список литературы:

1. Безбородов М. А. Химическая устойчивость силикатных стекол. Минск: Наука и техника, 1972. - 304 с.

2. Бутаев А. М. Прочность стекла. Махачкала: Дагестанский государственный университет, 1997. - 253 с.

3. Сильвестрович С. И. Механические свойства стекла. Обзорная информация. Москва: ВНИИЭСМ, 1987. - 70 с.

4. Шарагов В. А. Химическое взаимодействие поверхности стекла с газами. Кишинев: Штиинца, 1988. - 130 с.

5. Douglas, R. W., Isard, J. O. The Action of Water and of Sulphur Dioxide on Glass Surfaces. J. Soc. Glass Technol. 1949. Vol. 33, N 154. P.289-335.

6. Gaar H. Untersuchung uber den Alkalientzug an Kristall - und Bleikristallglas durch Bildung von "Huttenrauch" und die dadurch bewirkten Oberflächenveränderungen. Glastechn. Ber. //1974. J. 47, N 4. S. 63-69.

7. Hense C. R., Mecha J., Schaeffer H. A. Treatment of soda-lime-silica glass surfaces with fluorine-containing gases // Glasstech. Ber. 1990. Vol. 63, N 5. P. 127-134.

8. Hubert F. Improving the chemical durability of hollow glass containers by a combined fluorine - SO_3 treatment // Riv. star. sper. vetro. 1986. Vol. 16, N 6. P. 29-35.

9. Ryder R. J., Poad W. J., Pantano C. G. Improved Internal Treatments for Glass Containers // J. Can. Ceram. Soc. 1982. Vol. 51. P. 21-28.