

HF-СЕКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕМНО-ЗЕЛЕНОГО БУТЫЛОЧНОГО СТЕКЛА

В.А. ШАРАГОВ¹, Г.Г.ДУКА², С. В. РАЙФУРА¹,

¹Бэлцький государственный университет им. Алеку Руссо, Республика Молдова

²Академия наук Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова

Abstract: *The method of the section etching by HF solution is proposed to be used for the analysis of the surface layers of the bottles green glasses. The data for the dissolving rate of the bottles green glasses surface layers at the depth of not more than 10 μm are given here. The graphs of the dissolving rate of industrial glasses in dependence to the different duration of one etching are analyzed. The possibility of the revealing of the stratified structure in the bottles green glasses with help of the method of the section etching by HF solution is discussed.*

Keywords: *bottles green glass, HF solution, section etching, surface layer, dissolving rate, stratified structure.*

Введение

Важными эксплуатационными свойствами стеклянных бутылок являются механическая прочность, твердость, термостойкость и химическая стойкость. Значительное влияние на эксплуатационные свойства промышленных стеклоизделий оказывают состав и структура их поверхностных слоев. Для исследования поверхностных слоев стекла применяются различные методы физико-химического анализа [1]. В большинстве случаев анализируются поверхностные слои стекла толщиной менее 0,1 мкм.

Для анализа модельных стекол простых составов на глубину до 20 мкм применяется секционирование раствором HF. Впервые метод секционного травления раствором HF для анализа поверхностных слоев модельных стекол простых составов применили ученые Будапештского университета им. Л. Этвеша [2-3]. Фундаментальные исследования состава и структуры модельных стекол простых составов (двух- и трехкомпонентных) с помощью метода секционного травления раствором HF проведены в Ленинградском государственном университете [4-5]. Сущность метода заключается в последовательном послойном растворении стекла в растворе HF. Вытяжки после травления анализируются разными методами. Это позволяет рассчитать толщину растворенного слоя стекла и скорость его растворения. Методика HF-секционирования тарных стекол в литературе не описана.

Цель настоящей работы заключается в разработке методики исследования поверхностных слоев темно-зеленых бутылочных стекол толщиной до 10 мкм и более.

Методика эксперимента

Объектами исследований являлись бутылки из темно-зеленого стекла, выработанные на стекольных заводах Республики Молдова.

Методика травления образцов бутылочных стекол состоит в следующем. Бутылки отбирали на технологических линиях и визуально проверяли на отсутствие пороков (свилей, шлиров, камней, пузырьков и т. п.). Из корпуса бутылки нарезали образцы размерами примерно 3x3 см, а затем края образцов шлифовали. Подготовленные образцы промывали дистиллированной водой и спиртом, сушили и взвешивали на электронных аналитических весах.

Травление стекла выполняли в пластмассовом стакане, в который наливали 1 л раствора HF. Массовая доля HF в растворе составляла 0,1 %. Стакан с раствором вставляли в ультратермостат и выдерживали до тех пор, пока раствор не нагреется до температуры $(30 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. После этого три образца помещали в раствор и выдерживали заданное время.

После окончания травления образцы вынимали из раствора и промывали дистиллированной водой, сушили, охлаждали до комнатной температуры и вновь взвешивали.

В наших экспериментах образцы в растворе HF находились в стационарном положении или вращались. Продолжительность одного травления варьировалась в ходе эксперимента и составляла от 5 до 60 мин.

Толщина растворенного слоя рассчитывалась по формуле:

$$h = \frac{\Delta m \cdot 10}{S \cdot \rho}, \quad (1)$$

где h – толщина стравленного слоя стекла, мкм;

Δm – потери массы стекла, г;

S – площадь поверхности травления стекла, см²;

ρ – плотность стекла, г/см³.

Скорость растворения стекла определялась с помощью выражения:

$$v = \frac{\Delta m \cdot 100}{S \cdot \tau}, \quad (2)$$

где v – скорость растворения стекла, мг/[дм² (поверхности стекла)·мин];

τ – продолжительность травления, мин.

Максимальная относительная погрешность определения толщины растворенного слоя не превышала $\pm 5\%$, а скорости травления $\pm 4\%$.

Во всех проведенных опытах такие факторы, как температура раствора HF, его объем и концентрация, а также гидродинамические условия оставались неизменными.

На рис. 1 представлен график скорости растворения темно-зеленого бутылочного стекла от толщины растворенного слоя при продолжительности одного травления 5 мин.

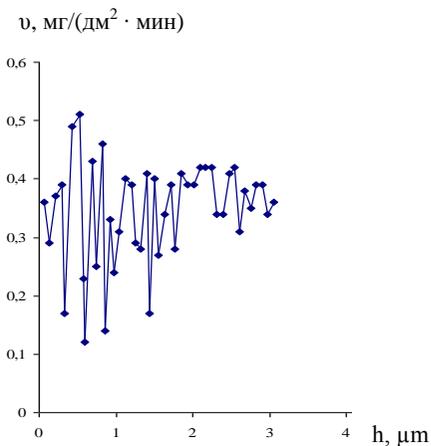


Рис. 1. Зависимость скорости растворения темно-зеленого бутылочного стекла от толщины слоя, стравленного за одно травление

Продолжительность одного травления - 5 мин.

Образцы во время травления находились в стационарном положении.

Данные рис. 1 свидетельствуют о том, что за одно травление растворяется слой стекла толщиной примерно 0,05-0,07 мкм. Обращает на себя внимание нестабильность скорости растворения стекла. Во-первых, значение скорости не повторяется. Во-

вторых, наибольшее значение скорости растворения стекла отличается от наименьшего значения примерно в пять раз. Среднее значение скорости растворения стекла составляет примерно $0,35 \text{ мг}/(\text{дм}^2 \cdot \text{мин})$.

Характер изменения скорости растворения стекла от толщины растворенного слоя при увеличении продолжительности одного травления до 20 мин представлен на рис. 2.

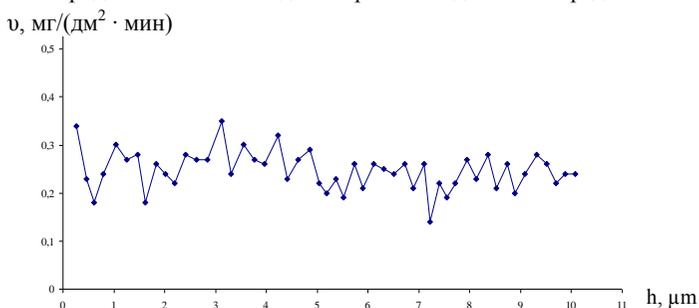


Рис. 2. Зависимость скорости растворения темно-зеленого бутылочного стекла от толщины слоя, травленного за одно травление

Продолжительность одного травления - 20 мин.

Образцы во время травления находились в стационарном положении.

График на рис. 2 существенно отличается от графика на рис. 1. Толщина растворенного слоя стекла за одно травление возросла примерно до $0,2 \text{ мкм}$. С увеличением продолжительности одного травления от 5 мин до 20 мин разброс результатов уменьшился. В частности, наибольшее значение скорости растворения стекла отличается от наименьшего значения примерно в 2 раза, в то время как в предыдущем эксперименте наибольшее значение скорости растворения стекла отличалось от наименьшего значения в пять раз.

В целом, график на рис. 2 имеет более сглаженную форму по сравнению с графиком на рис. 1. Среднее значение скорости растворения стекла (при продолжительности одного травления 20 мин) составляет примерно $0,25 \text{ мг}/(\text{дм}^2 \cdot \text{мин})$.

Форма графика резко изменилась при увеличении продолжительности одного травления до 60 мин (рис. 3).

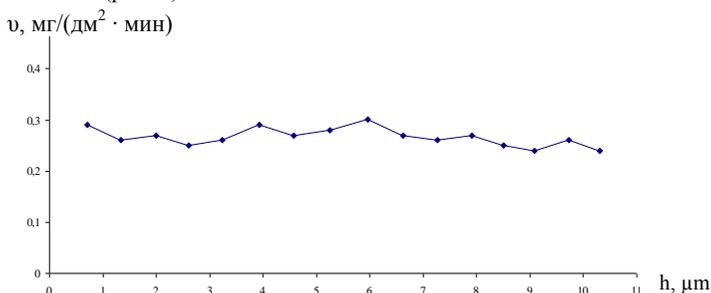


Рис. 3. Зависимость скорости растворения темно-зеленого бутылочного стекла от толщины слоя, травленного за одно травление

Продолжительность одного травления - 60 мин.

Образцы во время травления находились в стационарном положении.

Рис. 3 наглядно демонстрирует, что при увеличении времени одного травления до 60 минут график существенно сглаживается и принимает форму, приближенную к прямой линии, при этом разброс данных для скорости растворения поверхностных слоев стекла становится минимальным. Толщина растворенного слоя стекла за одно травление составляет 0,5 – 0,7 мкм.

Форму графиков на рис. 1 - рис. 3 можно объяснить слоистой структурой промышленных стекол. Толщина отдельных слоев ориентировочно изменяется от долей мкм до нескольких мкм. Полученные результаты хорошо согласуются с работами [6-8], в которых доказано наличие в промышленных стеклах слоистой структуры. Оптимальная продолжительность одного травления для темно-зеленого бутылочного стекла составляет 20 мин. В этом случае можно более точно оценить толщину отдельных слоев стекла (рис. 2).

Заключение

Разработана методика послойного анализа темно-зеленого бутылочного стекла на глубину до 10 мкм. Получены графики для скорости растворения бутылочного стекла в зависимости от разной продолжительности одного травления (от 5 до 60 мин). С увеличением толщины растворенного слоя за одно травление разброс данных для скорости растворения стекла уменьшается, при этом графики сглаживаются.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии в темно-зеленом бутылочном стекле слоистой структуры. Данные по ИФ-секционированию позволяют ориентировочно оценить характер и толщину отдельных слоев стекла.

Список литературы

1. Rupertus V., Bange K. Sophisticated techniques for studying glass surfaces. XIX-th International Congress on Glass. Extended Abstracts. Edinburgh, 2001. Vol. 1. P. 2-11.
2. Csakvari B., Boksay Z., Bouquet G. Investigation of surface layers on electrode Glasses for pH measurement. Anal. Chim. Acta. 1971.V.56. P. 279-284.
3. Чаквари Б., Бокшай З., Букэ Г., Ивановская И. Структура поверхностных слоев стекла Мак-Иннеса и Дола при его взаимодействии с растворами. Стеклообразное состояние. Труды V Всесоюз. совещ. Л.: Наука. Ленингр. отд., 1971. С. 310-313.
4. Белоустин А. А. Современные представления о строении поверхностных слоев щелочно-силикатных стекол, взаимодействующих с растворами. Физика и химия силикатов. Сб. науч. работ. Л.: Наука. Ленингр. отд., 1987. С. 223-242.
5. Белоустин А. А. Концентрационное распределение ионов в поверхностных слоях щелочно-силикатных стекол, обработанных щелочными растворами. Физика и химия стекла. 1985. Т.11, №3. С. 257-277.
6. Короткова В. Н., Смирнов Е. И. О слоистости листового стекла, вырабатываемого различными способами. Стекло и керамика. 1978. №4. С. 9-11.
7. Смирнов Е. И., Короткова В. Н. Метод определения однородности листового стекла по его слоистости. Стекло и керамика. 1974. №11. С. 6-7.
8. Яцишин И. Н., Вахула Я. И., Скрипец М. М., Горбай З. В. Исследование однородности и слоистой структуры листового стекла. Стекло и керамика. 1978. №4. С. 6-7.