ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ СИЛІКАТІВ

УДК 621.78(075.8)

Т.Б. Жеплинський, О.К. Серкіз
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра хімічної технології силікатів

ПОШАРОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ГАРТОВАНОГО І НЕГАРТОВАНОГО СКЛА ШЛЯХОМ ТРАВЛЕННЯ У СУМІШІ ФТОРИДНОЇ ТА СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТ

© Жеплинський Т.Б., Серкіз О.К., 2012

Досліджено пошарову зміну величини мікротвердості негартованого скла і скла, гартованого повітряним методом, при травленні у суміші фторидної і сульфатної кислот. Встановлено, що її величина залежить від навантаження на індентор і має складний характер зміни в процесі травлення. Мікротвердість гартованого скла є меншою, ніж вихідного, у всіх випадках.

Ключові слова: гартування, мікротвердість, травлення, залишкові напруження, листове скло.

It is investigated layer change of size of microhardness of the untempered glass and air tempered glass after digestion in mixture of hidrofluoric and sulphuric acids. It is shown it parameter depend on leading and it's has difficult character change during digestion. Microhardness of tempered glass is lower than untempered one in all stages of digestion.

Key words: tempering, microhardness, digestion, residual stress, sheet glass.

Постановка проблеми

Враховуючи сучасні вимоги, що ставлять до споруд і технічних конструкцій, будівельне і технічне скло слід розглядати не тільки як огороджувальний матеріал, який пропускає світло, але і як конструкційний матеріал, призначений для довготривалого сприйняття механічних навантажень [3]. Необхідно пам'ятати, що експлуатаційна надійність скловиробів, безперечно, пов'язана зі структурою, хімічним складом, об'ємом та властивостями поверхні скла [4].

До відомих способів підвищення міцності належить усунення поверхневого дефектного шару. Поверхневі дефекти можна виправити хімічним травленням скла в розчинах плавикової кислоти [1], проте невідомим є характер зміни величини мікротвердості в процесі травлення. Тому пошарове дослідження величини мікротвердості становить великий науковий інтерес. Цей інтерес виправданий тим, що вимірювання мікротвердості дає змогу оцінити зв'язок механічних властивостей скла з їх будовою, яка визначається з самої структури скла і є характеристикою міцності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню методів зміцнення скла присвячено ряд фундаментальних робіт [1–4]. Встановлено, що в результаті стравлювання 50 – 150 мкм поверхневого шару підвищується механічна міцність скла [1], проте невідомим є характер зміни величини мікротвердості в процесі травлення. Дослідження величини мікротвердості становить великий інтерес для виявлення схильності скла до руйнування, оскільки велике значення для руйнування твердих тіл має поверхня матеріалу, звідки починається процес зародження і розвиток тріщин [5].

Мета роботи

Пошарове дослідження зміни величини мікротвердості негартованого скла і скла, гартованого повітряним методом, при травленні у суміші фторидної і сульфатної кислот.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Результати досліджень

Для дослідження величини мікротвердості 6 мм листового скла використано вихідний зразок і зразок скла, гартований повітряним методом (величина залишкових напружень 1,1 пор/см). Спочатку досліджували властивості нетравленого скла. Згодом зразки скла травили у суміші концентрованих кислот і води у об'ємному співвідношенні $HF:H_2SO_4:H_2O$ = 1:1:1,3 протягом 1–25 хв. Після цього їх висушували у сушильній шафі при температурі 100 ^{0}C з подальшим витримуванням у ексикаторі впродовж 30 хв. Мікротвердість визначали за допомогою мікротвердоміра ПМТ – 3, вимірюючи величину відбитка, отриманого на поверхні дослідженого зразка при проникненні пірамідального алмазного індентора під навантаженням. Наведені результати – середнє значення із 20 уколів, нанесених у різних місцях поверхні скла.

Величину мікротвердості вихідного зразка вимірювали з навантаженням на індентор 30, 50, 100 і 200 г. Як видно із рис.1, крива залежності величини мікротвердості від навантаження на індентор має логарифмічний характер і зі збільшенням навантаження зростає на 10 % (від 5360±160 до 5960±160 МПа). Середнє значення мікротвердості дорівнює 5700±160 МПа.

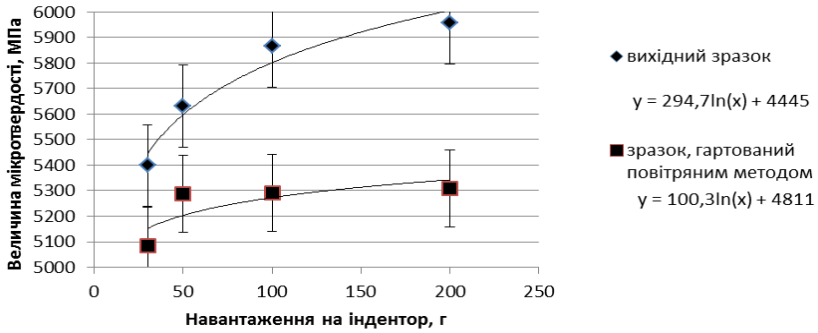

Рис. 1. Графік залежності величини мікротвердості від навантаження на індентор на нетравленій поверхні зразків скла

У результаті травлення поверхні листового скла (табл. 1) величина мікротвердості зменшується, особливо при стравлюванні 0,02 і 0,15 мм товщини. Це можна пояснити розпушенням структури поверхні скла в результаті дії розчину плавикової кислоти на кремнійкисневий каркас скла. Надалі величина мікротвердості майже не змінюється (рис. 2). Зазначимо, що залежність величини мікротвердості від навантаження після травлення зберігає логарифмічний вигляд (табл. 2). Зі збільшенням товщини стравленого шару зростає величина передлогарифмічного множника і зменшується – вільного члена.

Таблиця 1

Результати досліджень вихідного зразка після травлення

Тривалість травлення, хв	Втрата маси, %	Товщина, мм		Величина мікротвердості, МПа
		зразка	Сумарна стравлена	
-	-	-	-	5710
1	0,8	6,06	0,02	5360
10	3,8	6,04	0,15	5230
31	8,8	5,91	0,3	5440
45	16,4	5,76	0,5	5210

Мікротвердість зразка скла, гартованого повітряним методом, є меншою, ніж у вихідному склі, на 8 % і дорівнює 5240±150 МПа (5700±160 МПа для вихідного скла). При збільшенні навантаження на індентор від 30 до 200 г величина мікротвердості зростає на 4 % (від 5090±150 до 5310 МПа). Як і у вихідному зразку скла, ця залежність описується логарифмічним рівнянням (рис. 1). Отже, після гартування величина мікротвердості зменшується, що узгоджується із літературними джерелами [2, 6].

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

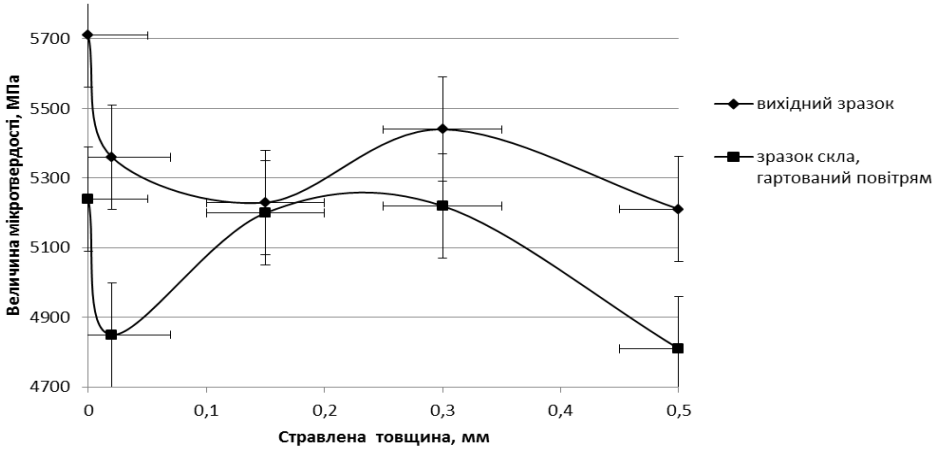

Рис. 2. Залежність величини мікротвердості від зміни товщини скла

Таблиця 2

Рівняння залежності величини мікротвердості (МПа) від величини навантаження на індентор, г

Сумарна стравлена товщина	Вихідний зразок	Гартований зразок
0,02	y = 63,44ln(x) + 5090	y = 153,4ln(x) + 4190
0,15	y = 241,7ln(x) + 4190	y = 165,8ln(x) + 4480
0,3	y = 434,1ln(x) + 3350	y = 376,9ln(x) + 3810
0,5	y = 488,1ln(x) + 3110	y = 123,3ln(x) + 4280

Таблиця 3

Результати досліджень зразка скла, гартованого повітряним методом, після травлення

Тривалість травлення, хв	Втрата маси, %	Товщина, мм		Величина мікро-твердості, МПа
		зразка	сумарна стравлена	
-	-	-	-	5240
1 хв 30 с	1,1	6,06	0,02	4850
11 хв 30 с	2,5	6,04	0,15	5190
35 хв 30 с	9,8	5,91	0,3	5220
55 хв	15,23	5,76	0,5	4800

Як і у вихідному зразку скла, травлення призводить за зменшення величини мікротвердості (табл. 3), але менше, ніж у вихідному зразку скла. При стравлюванні 0,02 мм товщини вона зменшується, а під час подальшого травлення до 0,15 мм підвищується, далі зберігається незмінною і зменшується, коли товщина стравленого шару дорівнює 0,5 мм (рис. 2).

Окрім того, вимірювали зміну залишкових гартувальних напружень при зміні товщини. Результати досліджень показали, що при стравлюванні до 0,3 мм товщини напруження не змінювались і становили 1,1 пор/см, лише за зміни товщини на 0,5 мм і більше спостерігаємо релаксацію залишкових напружень (0,25 пор/см). Це може бути причиною зменшення величини мікротвердості при стравлюванні 0,5 мм товщини скла.

Висновки

Зі збільшенням навантаження на індентор від 30 до 200 г величина мікротвердості зростає як у вихідному, так і у гартованих зразках скла. У вихідному зразку вона зростає на 10 % (від

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

5400±160 до 5960±160 МПа), у зразку скла, гартованому повітряним методом на 4 % (від 5090±150 до 5310±150 МПа). Після травлення величина мікротвердості зменшується як у вихідному, так і у гартованому зразках. Травлення може приводити до релаксації залишкових напружень, цей процес відбувається при стравлюванні 0,5 мм товщини скла.

1. Термічне оброблення і напруження у склі: підруч. / С.Я. Дяківський, Т.Б. Жеплинський, Й.М. Ящишин; за ред. Й.М. Ящишина. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 196 с. 2. Богуславський И.А., Пухлик О.И. Стекло // Бюллетень ГИС. – 1961. – № 4. 3. Богуславский И.А. Высокопрочные закаленные стекла. – М.: Стройиздат, 1969. – 208 с. 4. Гулоян Ю.А. Эксплуатационная надежность стекла и стеклоизделий // Стекло и керамика. – 2008. – № 6. – С. 3–12. 5. Иоффе А.Ф. Физика кристаллов. – М.: Госиздат, 1929. 6. П.Я Бокин. Механические свойства силикатных стекол. – М.: Наука, 1970. – 177 с.

УДК 543.554.6 + 691.511(512)

А.І. Шепінько[1], Я.Б. Якимечко[1], І.П.Полюжин[2]
Національний університет "Львівська політехніка",
[1]кафедра хімічної технології силікатів
[2]кафедра аналітичної хімії

ВИЗНАЧЕННЯ КАЛЬЦІЮ В РОЗЧИНАХ ВАПНА МЕТОДОМ ПОТЕНЦІОМЕТРІЇ З ІОНСЕЛЕКТИВНИМ ЕЛЕКТРОДОМ

© Шепінько А.І., Якимечко Я.Б., Полюжин І.П., 2012

Визначено концентрацію іонів кальцію у розчинах вапна методом прямої потенціометрії з іон-селективним електродом. Калібрування здійснювали, використовуючи стандартні розчини кальцію, приведені до величини pH у межах 6–7. Оцінено концентрацію кальцію також методом фотометрії полум'я. Запропоновано підготовку водних розчинів вапна для потенціометричного аналізу з кальцієвим іон-селективним електродом.

Ключові слова: визначення кальцію, іонселективний електрод, потенціометрія, розчин вапна.

Calcium ion concentration in lime solution was determined using a calcium ion-selective electrode. Calibration was achieved using a standard curve constructed from calcium standards that matched in pH range to 6-7. The estimation of the calcium concentration was also studied by means of flame photometry. The sample preparation hydrated lime solution is proposed for the potenciometric analysis by means of calcium ion-selective electrode.

Key words: calcium determination, ionselective electrode, potenciometry, lime solution.

Постановка проблеми. Гідратне вапно широко використовується у промисловості. Зокрема, у великій кількості вапно застосовують у виробництві різних хімічних продуктів: кальцинованої, питної і каустичної соди, у виробництві карбіду кальцію, хлорного вапна, бертолетової солі, вуглекислоти, синтетичного каучуку. Вапно є необхідним реагентом у багатьох хімічних процесах. Найбільший споживач повітряного негашеного вапна – металургійна промисловість (виробництво чавуну і сталі). У цукровій промисловості вапно застосовують у вигляді вапняного молока для очищення соку цукрових буряків і цукрової тростини. У вигляді вапняного розчину вапно використовують для обробки шкіри тварин, тканин, сирих матеріалів у виробництві клею та силікатних фарб [1–3].

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua