

властивостям переходять в основу нейтралізуючого розчину. Таким чином, в результаті нейтралізації олії в гліцериново-етаноло-водному розчині луґу відбувається зниження вмісту вторинних продуктів окиснення, це є рішенням доволі актуального завдання переробної промисловості таких олій та жирів, що зберігаються протягом тривалого часу в незадовільних умовах або піддаються тривалому механічному чи термічному впливу, наприклад, при тривалому транспортуванні морським транспортом з подальшими неодноразовими перекачування.

**Висновки.** Використання основи нейтралізуючого розчину розробленого компонентного складу при рафінації олій дозволить не тільки підвищити ефективність нейтралізації олій, а ще й поліпшити їх якість та безпечність.

**Список літератури:** 1. *Петік І. П.* Вплив компонентного складу основи нейтралізуючого розчину на його характеристики [Текст] / *І. П. Петік, Ф. Ф. Гладкий, З. П. Федякіна, А. П. Белінська, Л. М. Філенко* // Вісник Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2011. – № 58. – С. 31-35. 2. *Петік І. П.* Склад основи нейтралізуючого розчину як фактор ефективності рафінації олій та жирів [Текст] / *І. П. Петік, Ф. Ф. Гладкий, З. П. Федякіна, А. П. Белінська* // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей [Текст]: матеріали Міжнародної наук.-техн. конф., 22-23 березня, 2012 р. / оргкомітет: А.І. Українець (голова). – Київ: НУХТ. – 2012. – с. 108.

*Надійшла до редколегії 20.03.2013*

УДК 665.12

**Снижение содержания продуктов окисления в маслах, прошедших нейтрализацию в растворе, содержащем этанол // Петик И. П.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. – № 1 (977). – С. 150-152. – Бібліогр.: 2 назв.

В статье представлена информация о влиянии нейтрализации масел в нейтрализующем растворе обоснованного компонентного состава на содержание в них продуктов окисления. Установлено, что в результате нейтрализации масел в обоснованном растворе обеспечивается снижение вторичных продуктов окисления по сравнению с нейтрализацией в водном растворе NaOH. На содержание первичных продуктов окисления нейтрализация масел в основе нейтрализующего раствора практически не влияет

**Ключевые слова:** нейтрализация масел, основа нейтрализующего раствора, первичные и вторичные продукты окисления масел.

The article provides information on the impact of neutralization of oils in neutralizing solution sound component composition on the content of oxidation products. Found that the neutralization of the oil in the reasonable solution ensures reduction of secondary oxidation products compared with the neutralization of an aqueous solution of NaOH. For the maintenance of the primary products of oxidation of oils based neutralization neutralizing solution has virtually no effect.

**Keywords:** neutralization of oils, the basis of the neutralizing solution, primary and secondary oxidation products of oils.

УДК 666.213

**О. В. САВВОВА**, канд. техн. наук, н. с. НТУ «ХПІ»

**Г. М. ШАДРИНА**, аспірант, НТУ «ХПІ»

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ЛІНІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ КАЛЬЦІЙСИЛІКОФОСФАТНИХ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ТИТАНУ**

В статті досліджено вплив кристалізаційної здатності кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалів для захисту титану на основі стекел системи  $R_2O - RO - RO_2 - R_2O_3 - P_2O_5 - SiO_2$  на їх температурний коефіцієнт лінійного розширення. Визначено, що для забезпечення високої міцності зчеплення склокристалічних покриттів з титаном необхідною умовою є забезпечення їх ТКЛР в межах

© О. В. САВВОВА, Г. М. ШАДРИНА, 2013

$(90 - 130) \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>. Одержані дані доцільно використовувати при проектуванні біоактивних склокристалічних матеріалів для захисту титану для кісткового ендопротезування.

**Ключові слова:** склокристалічні матеріали, кристалізаційна здатність, гідроксіапатит, титан.

**Вступ.** При одержанні біосумісних склокристалічних покриттів по титану для кісткового ендопротезування важливим є відповідність їх властивостей до комплексу наступних вимог: медико-біологічних, хімічних, механічних та технологічних. До важливих експлуатаційних характеристик, які пред'являються до вказаних видів матеріалів, відносяться термічні властивості, зокрема температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР). Для забезпечення високої міцності покриття та попередження появи напруг стиснення необхідно, щоб ТКЛР склопокриття був менше ТКЛР металу, оскільки газонасичення, яке стає помітним при температурі  $> 700$  °С, та інтенсивним при  $800 - 1000$ °С, призводить до втрати технологічної пластичності та погіршення механічних властивостей титану та його сплавів [1, 2]. Відомо, що значення ТКЛР для титанового сплаву, який використовується в кістковому ендопротезуванні, складає  $-99 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>, для біоситалів  $-(80 - 100) \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup> [3]. Однак, нанесення склопокриття по титану, на відміну від сталі, можливе з ТКЛР значно більшим, аніж у титану. Слід зазначити, що ці покриття витримують досить високу роботу руйнування. Однак, для запобігання утворення окалини на титані, яка складається з рутилу та характеризується високою твердістю, та запобігання фазових перетворень, що протікають при температурах  $> 880$  °С, необхідним є зниження температури та часу термообробки покриттів [1].

Встановлено, що значний вплив на значення ТКЛР склокристалічних матеріалів відіграє вид та вміст кристалічних фаз у їх складі [3]. В таких матеріалах результуючий ТКЛР залежить від кількісного співвідношення фаз і, зокрема, від кількості склоподібної фази, що залишилася в ситалі. Крім того, на температурну зміну ТКЛР склокристалічного матеріалу впливають поліморфні перетворення.

Біоактивні склокристалічні покриття по титану одержують на основі кальційсилікофосфатних стеклок, які характеризуються високою кристалізаційною здатністю фосфатів кальцію зі значеннями ТКЛР для гідроксіапатиту (ГАП) відповідно  $138 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup> [4]. Окрім фосфатів кальцію в даних стеклах після варки та термообробки можуть кристалізуватися інші фази, які будуть значно впливати на термічні властивості кінцевого матеріалу. Наприклад, кристалічні фази кварцу значно підвищують ТКЛР, так як мають достатньо високі значення ТКЛР  $-112 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup> [5]. Необхідність вивчення впливу процесів фазоутворення на ТКЛР в біоактивних склокристалічних матеріалах полягає у встановленні оптимального співвідношення між склофазою та кристалічною фазою, як основного критерію забезпечення біоактивності та відповідних технологічних властивостей для кісткових імплантатів.

Метою даної роботи є дослідження впливу кристалізаційної здатності на ТКЛР склокристалічних матеріалів для захисту титану на основі стеклок системи  $R_2O - RO - RO_2 - R_2O_3 - P_2O_5 - SiO_2$ .

**Методика експерименту.** Наявність кристалічної фази в дослідних кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалах після термообробки було встановлено за допомогою рентгенофазового аналізу на установці «ДРОН-3М». Відносне подовження матеріалу при нагріванні ( $\Delta t_H - t_K$ ) визначали на вертикальному кварцовому дилатометрі. Температурний коефіцієнт лінійного розширення розраховували для кожного температурного інтервалу  $t_H - t_K$  за формулою 1, де  $t_H$  – початкова температура зразку, °С або температура приміщення;  $t_K$  – кінцева температура зразку, °С при початковій довжині зразку  $l_H$ , (мм), абсолютному подовженню його  $\Delta l_{t_H - t_K}$ , (мм) та поправці до приладу  $K$ , ( $\mu \cdot \text{мм}^{-1}$ ):

$$\alpha_{t_H - t_K} = \frac{1000 \cdot \Delta l_{t_H - t_K} + K \cdot l_H}{1000 \cdot (t_K - t_H) \cdot l_H} \quad (1)$$

Відносне подовження матеріалу, яке виражене в відсотках, при тих же значеннях  $t_H$ ,  $t_K$ ,  $l_H$ ,  $\Delta l_{t_H-t_K}$  та  $K$  розраховували за формулою 2:

$$\Delta_{t_H-t_K} = \frac{1000 \cdot \Delta l_{t_H-t_K} + K \cdot l_H}{10 \cdot l_H} \quad (2)$$

**Експериментальні результати та їх обговорення.** В роботі для встановлення області існування стекол як основи для синтезу біоактивних склокристалічних покриттів для захисту титану була обрана система  $R_2O - RO - RO_2 - R_2O_3 - P_2O_5 - SiO_2$ , де  $R_2O - Na_2O, K_2O$ ;  $RO - CaO, ZnO, MgO$ ;  $RO_2 - TiO_2, ZrO_2$ ;  $R_2O_3 - Al_2O_3, B_2O_3$  з вмістом  $SiO_2$  від 45 до 50 мас. %;  $P_2O_5$  від 3 до 10 мас. %;  $Na_2O$  від 3,3 до 10,0 мас. %;  $K_2O$  від 3,3 до 10,0 мас. %;  $CaO$  від 10 до 20 мас. %;  $ZnO$  від 2 до 3 мас. %;  $MgO$  від 3 до 13,8 мас. %;  $TiO_2$  від 2,0 до 5,0 мас. %;  $ZrO_2$  від 3,0 до 5,0 мас. %;  $B_2O_3$  від 2 до 7 мас. %,  $Al_2O_3 - 5$  мас. % з різним співвідношенням  $CaO / P_2O_5$ . В системі була обмежена область та синтезовані 10 складів модельних стекол з маркуванням Т. Всі стекла були зварені в однакових умовах при температурах 1300 – 1500 °С в корундових тиглях з наступним охолодженням на металевому листі. Склокристалічні матеріали на основі експериментальних стекол Т були отримані шляхом їх термообробки при температурах от 880 до 1100 °С на протязі 0,5 часа. Маркування матеріалів відповідає маркуванню стекол, на основі яких вони були отримані.

З метою вивчення процесів фазоутворення, які протікають при термообробці модельних стекол, була досліджена кристалізаційна здатність склокристалічних матеріалів на їх основі. За даними рентгенофазового аналізу дослідні склокристалічні матеріали характеризуються різною кристалізаційною здатністю ГАП після термообробки.

Склокристалічні матеріали висококремнеземістої області Т1 та Т2 характеризуються незначною кристалізаційною здатністю ГАП серед матеріалів дослідної системи. Однак, ці матеріали мають найвищі значення ТКЛР в температурному інтервалі 25 – 700 °С –  $(216 - 217) \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup> (табл.1), що обумовлюється заміною 10 мас. % оксиду кальцію на оксиди стронцію та магнію, що узгоджується з даними Ящишина Й. М. [6].

В матеріалах Т3 та Т4, які характеризуються співвідношенням  $CaO/P_2O_5 = 2,0$  та вмістом  $SiO_2$  45 мол.%, спостерігається невелика кількість ГАП, і, як наслідок, найнижчі показники ТКЛР відповідно  $106,5 \cdot 10^{-7}$  та  $95,22 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup> в температурному інтервалі 25 – 700 °С. Для склокристалічного матеріалу Т3 у порівнянні з Т4 характерним є більш високий ТКЛР, що пояснюється виділенням кварцу в процесі термообробки.

Для склокристалічних матеріалів Т7, Т8, Т9 та Т10 спостерігається деяке збільшення ТКЛР від  $115,84 \cdot 10^{-7}$  до  $118,96 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup> у порівнянні з Т3 та Т4, що пов'язано зі збільшенням кристалізаційної здатності ГАП після термообробки. Введення до складу матеріалів Т7, Т8, Т9 та Т10 оксидів магнію та цирконію позначається на зниженні ТКЛР у порівнянні з Т5 та Т6. Загальне зниження вмісту ГАП у складі Т5 та Т6 не суттєво позначається на зниженні їх ТКЛР (табл.).

За кривими відносного подовження  $\Delta/l$ , % дослідних матеріалів були визначені важливі характеристичні температури необхідні для режиму термообробки: температура склування ( $T_g$ ), та дилатометрична температура розм'якшення ( $T_{дил}$ ), які знаходяться в межах відповідно 400 – 550 та 450 – 600 °С (рис.).

Отже, визначальним фактором при визначенні впливу фазового складу на ТКЛР дослідних кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалів для захисту титану поряд з наявністю та вмістом ГАП є наявність у складі вихідних стекол оксидів стронцію та

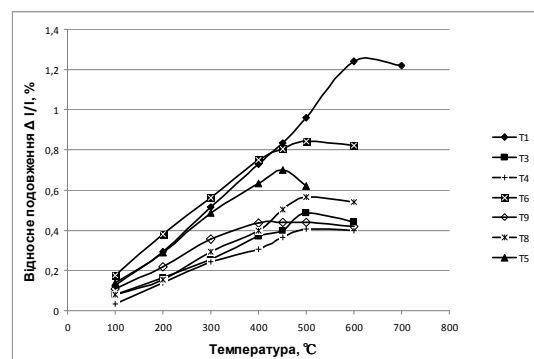


Рис. - Відносне подовження дослідних матеріалів

магнію.

Враховуючи технологічні вимоги для одержання бездефектного склокристалічного покриття для захисту титану, оптимальними є дослідні матеріали з показниками ТКЛР в межах 95 – 107 град<sup>-1</sup>. Для матеріалів з ТКЛР в межах 115 – 119 град<sup>-1</sup> одержання якісного склокристалічного покриття по титану можливе при зниженні температури та часу випалу.

Таблиця - Значення ТКЛР, T<sub>g</sub> та T<sub>дил</sub> дослідних матеріалів

t <sub>n</sub> – t <sub>k</sub> , T <sub>g</sub> , T <sub>дил</sub> , °C	Дослідні склокристалічні матеріали Т									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Значення ТКЛР (α·10 <sup>-7</sup> ), град <sup>-1</sup>									
25-200	168,3	169,1	93,3	80,08	165,71	218,85	71,34	78	125,62	97,42
25-300	188	190	92,2	88,77	177,09	204,36	95,03	106	129,24	108,9
25-400	194,4	196,1	98,2	91,14	169,33	200	104	106,54	116	105,66
25-500	202,5	204	106,5	95,22	164,47	177,78	118,0	118,96	116,63	115,84
25-600	216,0	217,48	84,7	90,74	130,31	170	92,36	93,72	92,64	91,65
25-700	202,3	201	-	-	-	-	-	-	-	-
T <sub>g</sub>	450	450	400	400	400	400	400	400	400	400
T <sub>дил</sub>	600	600	500	500	450	500	500	500	450	500

**Висновки.** Досліджено вплив кристалізаційної здатності на ТКЛР кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалів для захисту титану на основі стеклової системи R<sub>2</sub>O – RO – RO<sub>2</sub> – R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – SiO<sub>2</sub>. Враховуючи технологічні вимоги для одержання бездефектного склокристалічного покриття для захисту титану, оптимальними є дослідні матеріали з показниками ТКЛР в межах 95 – 107 град<sup>-1</sup>.

**Список літератури:** 1. Литвинова Е. И. Металл для эмалирования / Е. И. Литвинова. – М.: Металлургия, 1964. – 180с. 2. Солнцев С. С. Защитные технологические покрытия и тугоплавкие эмали / С. С. Солнцев. – М.: Машиностроение, 1984. – 256с. 3. Саркисов П. Д. Направленная кристаллизация стекла – основа получения многофункциональных стеклокристаллических материалов / П. Д. Саркисов. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1997. – 218с. 4. Мاستрюкова Д. Л. Стеклокерамика с регулируемой пористой структурой для медицины / Д. Л. Мاستрюкова, Б. И. Белецкий, О. В. Полухина // Стекло и керамика. – 2007. – № 4. – С. 23 – 26. 5. Павлушкин Н. М. Практикум по технологии стекла и ситаллов / Н. М. Павлушкин, Г. Г. Сентюрин, Р. Я. Ходаковская. – М.: Издательство литературы по строительству, 1970. – 509с. 6. Яцишин Й. М. Технологія скла: підручник для вищих навчальних закладів: в 3 ч. / Й. М. Яцишин. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2001. – Ч. 1.: Фізика і хімія скла. – 188с.

Надійшла до редколегії 20.03.2013

УДК 666.213

**Дослідження впливу кристалізаційної здатності на температурний коефіцієнт лінійного розширення кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалів для захисту титану / Саввова О. В., Шадріна Г. М. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. – № 1 (977). – С. 152-156. – Бібліогр.: 6 назв.**

В статті досліджено вплив кристалізаційної здатності на ТКЛР кальційсилікофосфатних склокристалічних матеріалів для захисту титану на основі стеклової системи R<sub>2</sub>O – RO – RO<sub>2</sub> – R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – SiO<sub>2</sub>. Визначено, що для забезпечення високої міцності з'єднання склокристалічних покриттів з титаном необхідною умовою є забезпечення їх ТКЛР в межах (90 – 130)·10<sup>-7</sup> град<sup>-1</sup>. Отримані дані цілесообразно використовувати при проектуванні біоактивних склокристалічних матеріалів для захисту титану для кістяного ендопротезування.

**Ключевые слова:** стеклокристаллические материалы, кристаллизационная способность, гидроксипатит, титан.

The paper investigates the influence of crystallization ability to CTE calcium silicophosphate glass-ceramic materials for titanium based on glass system R<sub>2</sub>O – RO – RO<sub>2</sub> – R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – SiO<sub>2</sub>. Determined that for high bond strength glass-ceramic coatings with titanium is a necessary condition to ensure their CTE

within  $(90 - 130) \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>. These data should be used in designing the bioactive glass-ceramic materials for the protection of titanium for bone replacement.

**Keywords:** glass-ceramic materials, crystallization ability, hydroxyapatite, titanium.

**УДК 504.05/06: 519.816**

**С. Ю. ПЕТРУХІН**, викладач, НТУ «ХПІ»;

**Л. А. ПІСНЯ**, канд. техн. наук, п.н.с., Український НДІ екологічних проблем, Харків

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРТНО-АНАЛІТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТИПОВОГО ВІЙСЬКОВОГО ОБ'ЄКТУ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Розроблено декомпозиції завдань оцінювання впливу елементів інфраструктури типового військового об'єкту на стан навколишнього природного середовища, відповідно до вимог чинного законодавства, та оцінювання залежності інтенсивності забруднення компонентів навколишнього природного середовища. Надано результати комплексного експертно-аналітичного оцінювання впливу військового об'єкту на стан навколишнього природного середовища.

**Ключові слова:** експертно-аналітичні процедури, вагові коефіцієнти, військовий об'єкт, стан навколишнього природного середовища

**Вступ. Актуальність дослідження.** З метою практичного вирішення задач, що пов'язані з оцінкою комплексних характеристик стану навколишнього природного середовища (НПС) та прийняття управлінських рішень щодо приведення стану НПС до нормативних показників чинного законодавства України та вимог міжнародних стандартів, застосовуються методи системного аналізу та створення експертних систем. Під час надання комплексної експертної оцінки елементів, що належать до різних галузей знань та мають власну ієрархію, ефективним є використання методу аналізу ієрархій/методу аналізу систем (МАІ/МАС) в основу якого покладено попарне порівняння критеріїв (факторів, параметрів, елементів) між собою [1].

В [2] зазначено, що сутність процесу оцінювання ефективності заходів забезпечення екологічної безпеки визначається, трьома векторами інформаційного потоку:

– вектором дійсного екологічного стану навколишнього природного середовища  $I(x_{min} < x(t) < x_{max})$ ;

– вектором параметрів (спостережуваних) вимірюваності екологічного стану навколишнього природного середовища  $I^{uzm}(x^{vum}_{min} < x^{vum}(\Delta t) < x^{vum}_{max})$ ;

– вектором оцінки ефективності управління параметрами екологічного стану навколишнього природного середовища (результативність заходів забезпечення екологічної безпеки)  $\Delta R(\Delta r_{min} < \Delta r^{vum}(\Delta t) < \Delta r_{max})$ .

На думку авторів [2] перший вектор практично можливо розглядати та оцінювати лише експертно-аналітичним шляхом.

*Основною метою статті* є практична реалізація процесу комплексного експертно-аналітичного оцінювання екологічного стану НПС території військового об'єкта (ВО), який розроблено на основі методу аналізу ієрархій.

**Викладення основного матеріалу.** Обов'язковою умовою комплексного оцінювання ефективності заходів забезпечення екологічної безпеки ВО є його розгляд як цілісної системи, так і окремих елементів застосуванням декомпозиції та синтезу. Перевага використання методу аналізу ієрархій для завдань комплексного оцінювання техногенно-екологічного впливу ВО полягає в можливості знаходження вагових коефіцієнтів кожного елементу складної ієрархічної системи із урахуванням його взаємозв'язків та взаємовпливу шляхом попарних експертних порівнянь за шкалою Т. Сааті [3]. Отримані вагові коефіцієнти (пріоритети) за рівнями ієрархії дозволяють визначити внесок елементів