

УДК 539

Г.Г. Дощенко, О.В. Вороненко, О.М. Целікова, О.В. Короленко  
Херсонський державний технічний університет

## МАТЕРІАЛИ ТА ВЛАСТИВОСТІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ АПЛІКАТОРНИХ БІОСТРУКТУР

© Дощенко Г.Г., Вороненко О.В., Целікова О.М., Короленко О.В., 2002

**Вивчено структуру та властивості багатокомпонентного скла. Встановлено, що багатокомпонентне скло можливо використовувати для формування визначеного променевого теплового поля з метою створення на його основі терапевтичного аплікатора.**

**A research has been carried out into the structure and properties of multicomponent glass. It is established that multicomponent glass may be used to form a certain beam and thermal field to the end that a therapeutical applicator is made on its basis.**

Модель резонансної взаємодії, реалізована у вигляді плоских матричних аплікаторів, є новою медичною технологією коректування енергетики організму. У запропонованій технології резонансних впливів на організм людини коштує принцип оптимального компонування інформаційного навантаження у над малого крапкового ланка. Перевагою матричного аплікатора – є те, що він являє собою плоский зріз схеми просторових зв'язків і є контурним резонатором. Однак технологія його виготовлення через структурну насиченість дуже складна. На сьогоднішній день розроблена методика виготовлення тільки однієї з простих схем.

У роботі вивчалися можливості використання багатокомпонентного скла для формування визначеного променевого і теплового поля з метою створення на його основі терапевтичного аплікатора. Вивчено скло такого складу (мас. %):

1. титано-боратне  $x \text{ TiO}_2 - 40 \text{ BaO} - (60-x) \text{ B}_2\text{O}_3$  ; ( $x = 5, 10, 15, 20$ )
2. мідно-ртутно-боратне  $10 \text{ CuO} - 25 \text{ BaO} - 55 \text{ B}_2\text{O}_3$  ( 2 HgO понад норми).

Експериментально визначено коефіцієнт теплопровідності з використанням приладу ІТ-2-400, теплоємність визначена на компараторі ДСМ-2М (з похибкою  $\pm 3$  %), вивчені спектри поглинання в діапазоні 200 – 1000 нм на установці КВСУ-23, досліджена схема проходження промислової енергії галогенової лампи потужністю 100 Вт крізь модельне скло. Для фіксації минулого відбитого випромінювання використаний фотодіод ФД-24ДО. Вимір температури поверхні тіла проведено за допомогою напівпровідникового давача (з похибкою  $\pm 0,5$  %).

Титано-боратне скло оптично прозоре у діапазоні 470 – 1000 нм, а мідно-ртутно-боратне – 300 – 800 нм [1]. Титано-боратна скляна матриця формувалася у вигляді ряду шарів зі зменшуваним змістом концентрації  $\text{TiO}_2$  від 20 до 59 (мас. %). При цьому спостерігалось зменшення коефіцієнта переломлення від 2,32 до 1,92. Променеве поле такої матриці формується для кожного шару як променями прямого відображення від зовнішньої лінії відображення (із двома переломленнями на зовнішній полірованій поверхні скла), так і променями, що багаторазово відбиваються від зовнішньої і внутрішньої поверхонь кожного шару. У цьому випадку променеве поле поширюється як убик нормалі до полірованої поверхні, так і уздовж поверхні шару.

Поздовжньо-поперечна траєкторія поширення променів з багаторазовим відображенням у скляній матриці є променевою хвилею енергетичного інформаційного поля [2]. Безліч променів падаючого пучка світла від джерела випромінювання відбиваються від внутрішніх шарів і відповідно до законів відображення поширюються на  $360^{\circ}$  від центра плями падіння пучка по ламаних траєкторіях багаторазового відображення. У кожному наступному шарі, у проекції в напрямку до нормалі до його зовнішньої і внутрішньої поверхні ці траєкторії створюють відцентрові «промені». При цьому відбивається тільки частина випромінювання, основний же потік – переломлюється і створює переломлене минаюче поле променів.

Експериментально встановлено, що, проходячи через шар до 75 %, 8 % відбивається, а інше випромінювання радіально поширюється.

Поглинання енергії випромінювання в ближньої ІЧ-області приводить до розподілу температури в склі і як наслідок на його зовнішній поверхні, стикаємою зі шкірою.

На рис. 1 подані результати зміни температури зовнішньої поверхні скла залежно від типу скла, відстані від джерела випромінювання та часу впливу. Як видно з рис. 1, найбільшою поглинаючою здатністю характеризується мідно-ртутно-боратне скло. Титанове скло поглинає значно менше, причому склад його не сильно позначається на поглинаючих здібностях теплової складової променистої енергії.

Вивчення впливу температури на спектральне поглинання в червоній та ІЧ-області (рис. 2) свідчить про зріст поглинаючої здатності мідно-ртутно-боратного скла зі збільшенням температури.

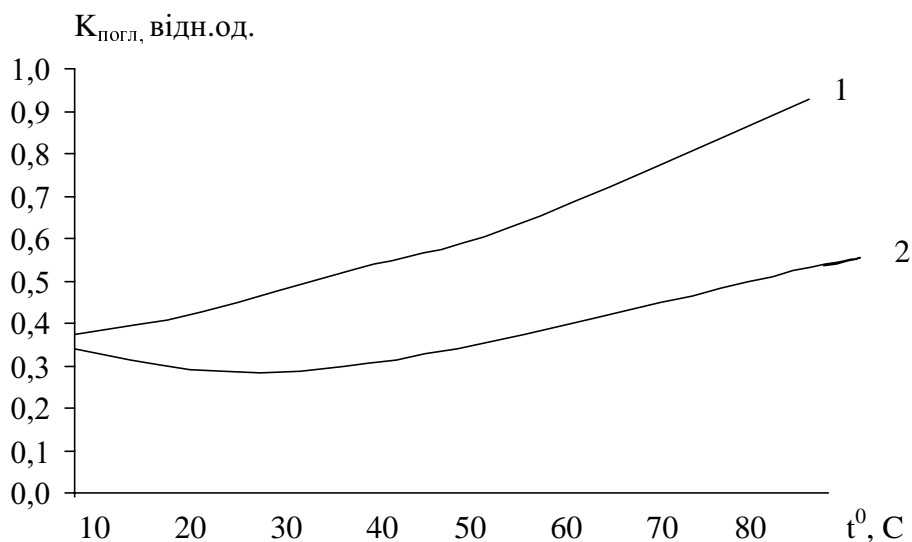


Рис. 1. Температурна залежність спектрального поглинання у червоної та ІЧ-області спектра для досліджуваного скла:  
1 – мідно-ртутно-боратне, 2 – титано-боратне

Для титанового скла характерне збільшення температури (рис. 3). На поглинаючі властивості титанового скла впливає концентрація оксиду титана в його складі. Однак цей вплив незначний.

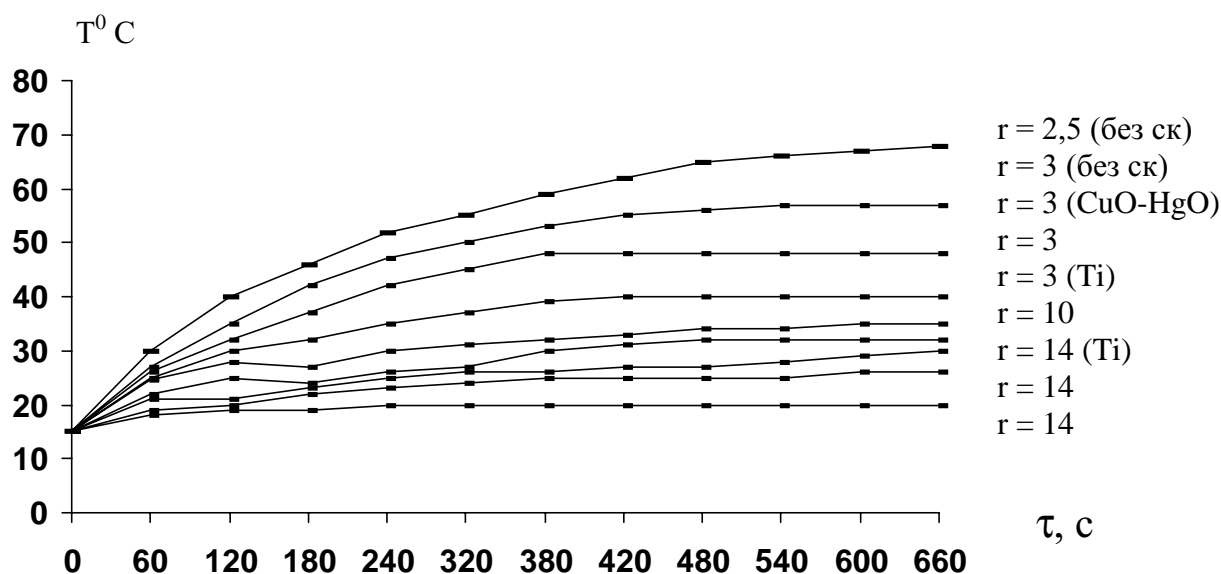


Рис. 2. Температурна залежність від часу впливу на зразки скла

Зі збільшенням температури підвищується поглинаюча здатність скла, що може означати введення свого роду позитивного зворотного зв'язку за температурою і рівномірним збільшенням енерговкладу поглинання світлового потоку. Тому для підвищення ефективності введення променистої енергії джерела світла через шарувату структуру титанових скляних плівок була виготовлена коміркова структура, що у шаховому порядку оточила титанові області і служила областями теплового контакту. Для цього використовували мідно-ртутно-боратне скло, для якого характерна теплопередача за рахунок теплопровідності. З метою біокомфортності визначена оптимальна відстань джерела випромінювання – шкіра, що повинна бути не менше ніж 4 см, при товщині скла 6 мм, для формування температурного поля на фокальній поверхні скла, яке встановлює  $46^{\circ}\text{C}$ . Експериментально встановлено, що після прогрівання оптичної системи оптимальний терапевтичний час впливу становить приблизно 5 хвилин.

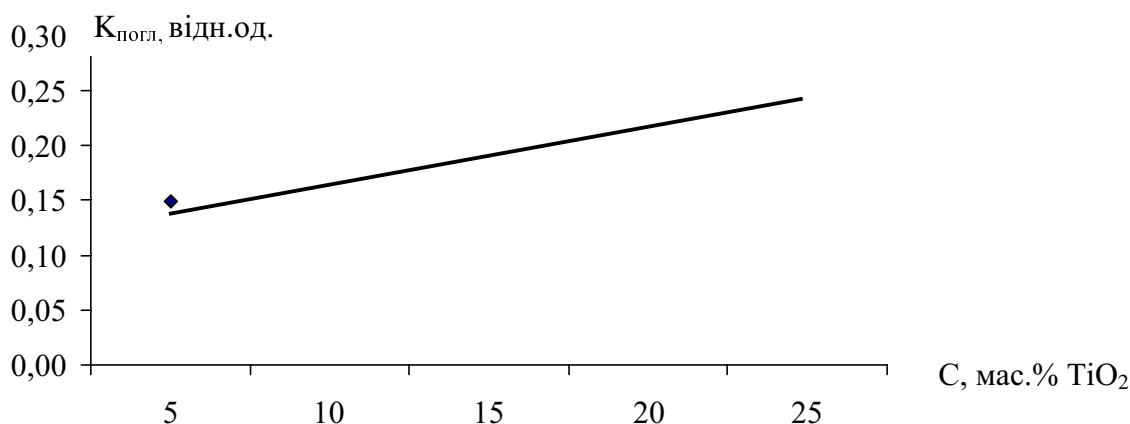


Рис. 3. Концептуальна залежність поглинаючої здатності титано-боратного скла

Проаналізуємо параметри теплообміну, які передані в шкіру за цей час як від мідно-ртутно-боратного, так і від титано-боратного скла. Вважаємо початкові температури обох тіл рівномірними, тоді:

$$t_{\text{ск}} = t_{\text{ск.нач.}}$$

$$t_{\text{шкіри}} = t_{\text{шкіри.нач.}}$$

Задача зводиться до розв'язання системи рівнянь:

$$\left[ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 t_{\text{ск.}}}{\partial x^2} = \frac{\partial t_{\text{ск.}}}{a_{\text{ск.}} \partial \tau} \\ \frac{\partial^2 t_{\text{шкіри}}}{\partial x^2} = \frac{\partial t_{\text{шкіри}}}{a_{\text{шкіри}} \partial \tau} \end{array} \right. ,$$

де  $t$ ,  $a$ ,  $\tau$  – температура, коефіцієнт теплопровідності і час:

для  $x = \pm \infty$

$$t_{\text{ск}} = t_{\text{ск.нач.}} , \quad t_{\text{шкіри}} = t_{\text{шкіри.нач.}}$$

для  $x = 0$

$$q_{\text{скла}} = q_{\text{шкіри}} = a_{\text{шкіри}} (t_{\text{п.скла}} - t_{\text{п.шкіри}}),$$

де  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}$  – щільність теплового потоку, а  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності,

$t_{\text{скла.н}}$  і  $t_{\text{п.скла}}$   $t_{\text{п.шкіри}}$  і поверхні

$t_{\text{к.н}}$  – початкові температури скла і шкіри.

Допустимо, що контакт між шкірою та склом близький до ідеального ( $a_{\text{к.н}} = \infty$ ), тоді, незважаючи на зміну коефіцієнта теплопровідності  $a_{\text{к}}$ , поверхні скла і шкіри мають постійні температури  $t_{\text{п.скла}} \neq t_{\text{п.шкіри}}$ . Отже, щільності теплових потоків на цих поверхнях будуть дорівнювати:

$$\left[ \begin{array}{l} q_{\text{сккл}} = \frac{\varepsilon_{\text{сккл}} (t_{\text{склан.}} - t_{\text{п.скла}})}{\sqrt{\pi \tau}} \\ q_{\text{шкіри}} = \frac{\varepsilon_{\text{шкіри}} (t_{\text{п.шкіри}} - t_{\text{к.н.}})}{\sqrt{\pi \tau}} \end{array} \right.$$

Передане тепло за час сеансу впливу дорівнює:

$$Q = 2 \cdot \varepsilon_{\text{скла}} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \cdot (t_{\text{сккла.}} - t_{\text{п.с.}}),$$

де  $\varepsilon = \frac{\lambda}{\sqrt{a}}$ .

Експериментальні та розрахункові результати подані на рис. 4, як видно з цих результатів, мідно-ртутно-барієве скло передає значно більше тепла біооб'єкта, ніж титано-боратне скло.

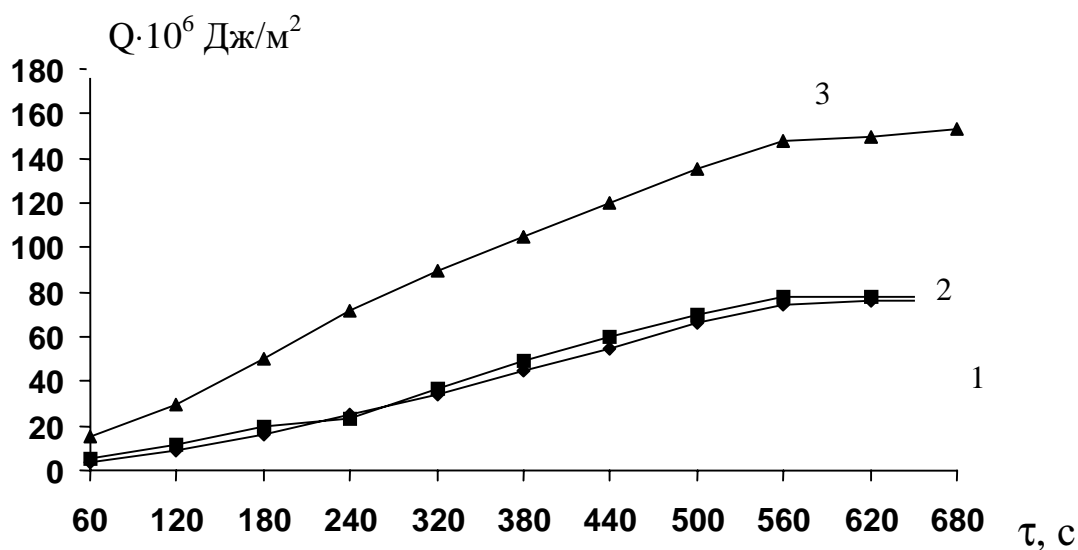


Рис. 4. Залежність переданого тепла від часу сеансу впливу на зразки скла

- 1 – скло складу CuO-Hg;
- 2 – скло складу 20 Ti- 40 Ва- 40 В<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- 3 – скло складу 5 Ti- 40 Ва- 55 В<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Склад останнього скла незначно позначається на його теплообмінних характеристиках, але під час підвищення температури збільшується його термопрозорість на 15 %.

Отже, в результаті проведеної роботи нами було сконструйовано матричний аплікатор, який є шаруватою структурою титанових скляних плівок, які виготовлені комірковою структурою, що у шаховому порядку оточили титанові області і які служать областями теплового контакту. Такі матричні аплікатори ми рекомендуємо використовувати для терапевтичного впливу на біооб'єкти.

1. Павлова Т.А. Свойство и структура стекол системы SiO-TiO // Физ. и хим. стекла. – 1982. – № 4. – С. 395. 2. Древаль Й.В., Заслоцкая М.В., Хотимченко В.С. Структурные превращения в титаносиликатных стеклообразных покрытиях под действием высокотемпературной обработки // Физ. и хим. стекла. – 1984. – № 4. – С. 408.