

Світлозахисні властивості скляної тари

М.М. Племянніков, к.т.н, С.Р. Костирко, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

Закінчення. Початок у № 4, 2017 р., с. 36–38.

У першій частині статті, надрукованій у журналі «Упаковка», мова йшла про спектроскопічні дослідження, метою яких була спроба дати якісну й кількісну оцінку світлозахисних властивостей скла, забарвленого тим чи іншим барвником. Було наведено методику досліджень, подано характеристики зразків скла промислового виробництва та склад основних компонентів модельних зразків. Було вибрано алгоритм [1] покрокового оброблення результатів спектрально-оптичних досліджень.

Спектральні характеристики досліджених зразків промислових та модельних стекол, оброблені за вибраним алгоритмом [2], наведено на рис. 1-2.

Підсумкові значення кратності ослаблення світлової енергії в актинічному інтервалі 380–500 нм наведено в табл. 1.

Як випливає з табл. 1, зразки промислового скла відповідно до зростання світлозахисних властивостей можна розташувати в наступному порядку: світло-зелене й оливкове (1) → оливкове (2) → зелене → коричневе.

Зразки модельного скла за зростанням світлозахисних властивостей

можна розташувати в наступному порядку (при сталій концентрації барвникового компонента 2 %): $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeS}$.

За результатами дослідження зразків модельного скла можна орієнтовно оцінити вплив концентрації барвникового компонента на світлозахисні власти-

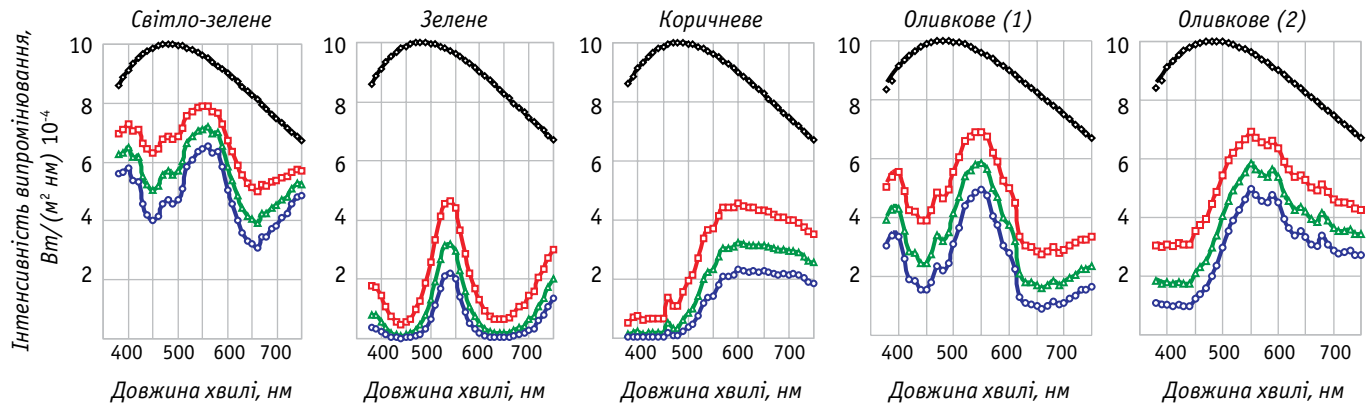


Рис. 1. Інтенсивність пропускання денного світла: початкова (◆) та через промислове скло товщиною 2 (□), 3 (▲) і 4 (○) мм

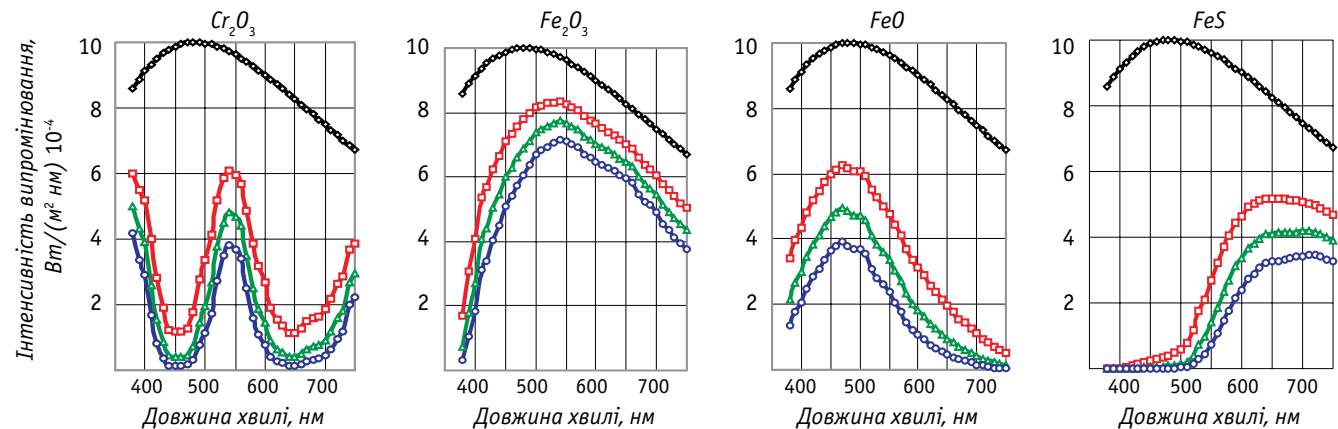


Рис. 2. Інтенсивність пропускання денного світла: початкова (◆) та через модельне скло товщиною 2 (□), 3 (▲) і 4 (○) мм

Таблиця 1.
Кратність ослаблення світлової енергії

Зразки скла	Кратність ослаблення світлової енергії при товщині скла, мм		
	2	3	4
Промислові			
Зелене	8	23	57
Світло-зелене	1,4	1,7	2,0
Коричневе	10	32	95
Оливкове(1)	1,4	1,7	2,0
Оливкове(2)	3	4	7
Модельні з домішками			
Cr ₂ O ₃ (2 %)	3	6	9
Fe ₂ O ₃ (2 %)	1,6	1,9	2,3
FeO (2 %)	1,8	2,4	3,1
FeS (2 %)	46	253	1315

Таблиця 2.
Кратність ослаблення світлової енергії для зразків модельного скла

Вміст барвника, %	Кратність ослаблення при товщині скла, мм											
	2				3				4			
	Барвник				Барвник				Барвник			
	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	FeS	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	FeS	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	FeS
1	1,9	1,3	1,3	7,8	2,6	3	1,5	19,3	3,5	4	1,8	46,3
2	3	1,6	1,8	46	6	1,4	2,4	253	9	1,6	3,1	>1·10 ³
3	5,6	1,9	2,4	252	10,3	1,9	3,6	~3·10 ³	17	2,3	5,4	>3·10 ⁴
5	12,3	2,8	4,1	>6·10 ³	26,5	2,5	8,1	>3·10 ⁵	51,7	3,3	15,9	>1·10 ⁷

вості скла. Для цього може бути використане рівняння

$$I_{\lambda} = I_{\lambda_0} \cdot e^{-K_{\lambda} \cdot H} \quad (1)$$

З урахуванням закону Бугера це рівняння набуває вигляду:

$$I_{\lambda} = I_{\lambda_0} \cdot e^{-\bar{K}_{\lambda} C \cdot H} \quad (2)$$

Треба зазначити, що для FeS таке перетворення є певною мірою умовним, оскільки закон Бугера застосовний тільки для іонних барвників. Монохроматичний коефіцієнт поглинання, використовуваний у розрахунках, може бути представлений у вигляді добутку:

$$K_{\lambda} = \bar{K}_{\lambda} C, \quad (3)$$

де $\bar{K}_{\lambda} C$ – парціальний монохроматичний коефіцієнт поглинання; C – реальна концентрація барвника.

Розрахунки кратності ослаблення для зразків модельного скла наведено в табл. 2, а їх графічна інтерпретація – на рис. 3.

За темпом наростання світлозахисних властивостей скла при зростанні концентрації барвного компонента ці компоненти можна розташувати в такій послідовності: Fe₂O₃ → FeO → Cr₂O₃ → FeS.

Колірні характеристики зразків скла мають другорядне значення порівняно зі світлозахисними характеристиками. Однак їх роль не можна применшувати, оскільки зовнішній товарний вигляд скляних пляшок може суттєво сприяти ефективності бренду. Тому результати спектральних досліджень було оброблено за методикою МКО (рис. 4).

Згідно з теорією, чим більше точка координати кольору наближається до граничної кривої (420-700), тим вище чистота кольору, тим більше колір наближається до чистого монохроматичного й тим вище естетичне сприйняття такого забарвлення.

Оксиди заліза самі по собі не можуть дати гарного кольору. Їх координати занадто близько розташовані до так званої ахроматичної (безбарвної) точки. Спільна наявність цих оксидів дасть будь-яку координату на їх сполучній прямій (на діаграмі не по-

казана). Це буде відповідати різним зеленим відтінкам, але чистота кольору буде низькою. Дуже ефективний для фарбування скла в зелений колір оксид хрому. Оливкові кольори дають колірний тон на межі між жовтим і зеленим. Формально це суміш жовтого й зеленого кольорів. На практиці ми говоримо про змішування коричневого й зеленого, однак у теорії колірності коричневого кольору не існує – це жовтий або жовтогарячий колір слабкої інтенсивності. Із цього погляду, оби-

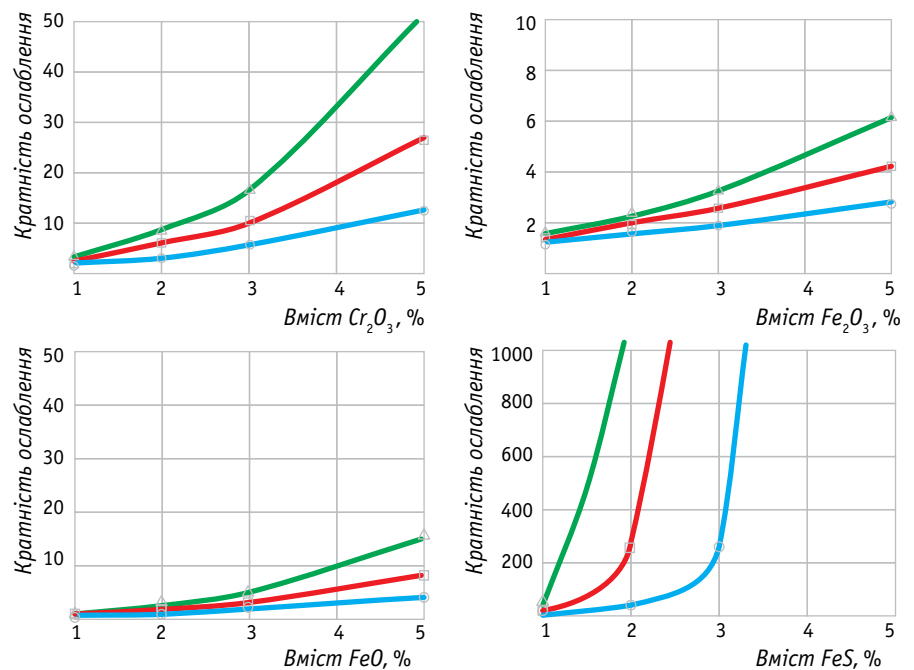


Рис. 3. Вплив концентрації барвних компонентів на світлозахисні властивості модельного скла товщиною 4 (—), 3 (—) і 2 (—) мм

два оливкових скла мають непогані колірні характеристики, хоча вони можуть бути поліпшені. Промислове коричневе скло також має досить добру колірну характеристику, однак майже ідеальний варіант отримують при використанні чистого сульфід заліза.

Висновки

Запропоновано новий метод оцінювання світлозахисних властивостей

скла, заснований на порівнянні енергетичних балансів випромінювання, що падає й проходить через скло певної товщини. Ці баланси складено для діапазону довжин хвиль від 380 до 500 нм.

За світлозахисними властивостями зразки промислового скла можна розташувати в такий ряд: світло-зелене й оливкове (1) < оливкове (2) < зелене < < коричневе, а модельного скла – в ряд: Fe_2O_3 < FeO < Cr_2O_3 < FeS .

Таким чином, найбільш ефективними з погляду надання склу світлозахисних властивостей є Cr_2O_3 і FeS . Вони ж і забарвлюють скло в найбільш гарні колірні тони – зелений і коричневий.

Отримані результати досліджень можуть бути покладені в основу досліджень зі створення пляшок, призначених для розливу певних типів напоїв. У перспективі можуть бути розроблені спеціальні покриття для пляшок, що захищають їх вміст від дії світла та яким водночас властивий певний декоративний ефект.

Література

1. Плем'яніков М.М., Крупа О.А. Хімія та теплофізика скла : навчальний посібник. Київ : НТУУ «КПІ», 2000. 560 с.
2. Плем'яніков М.М., Костирко С.Р. Світлозахисні властивості скляної тари // Упаковка. 2017. № 4. С. 36–38.

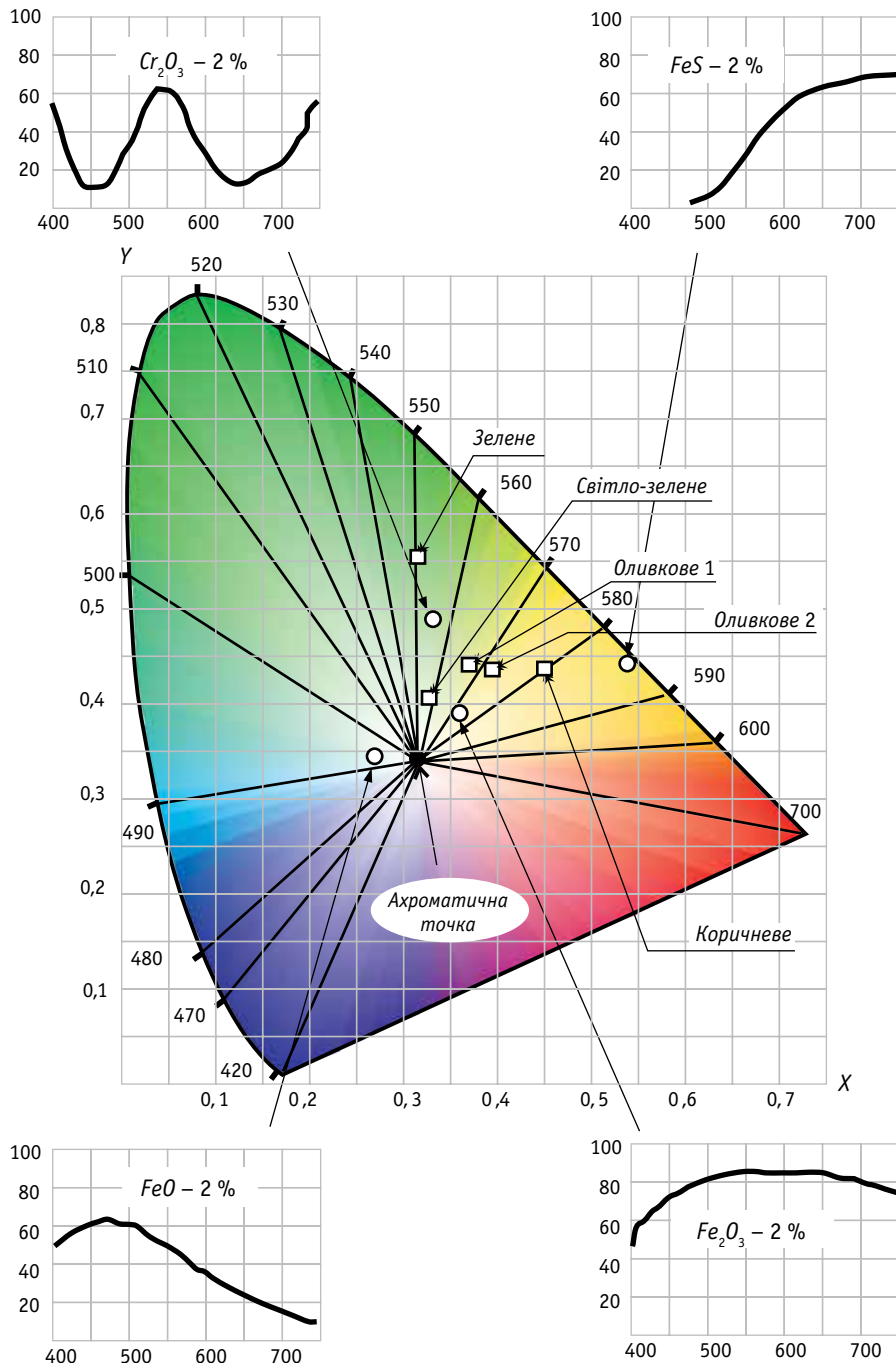


Рис. 4. Координати кольору досліджених промислових (□) і модельних (○) зразків скла

Светозащитные свойства стеклянной тары

Н.Н. Плем'яніков, к.т.н., С.Р. Костирко

Методом оптической спектроскопии изучены спектральные кривые пропускания пяти промышленных и четырех синтезированных в работе модельных стекол. При их изготовлении использовались красители в виде оксидов хрома, железа и сульфида железа.

По новой предложенной методике методом составления энергетических балансов дана количественная оценка степени ослабления пагубного электромагнитного излучения в актиническом интервале излучения видимого света.

Дана оценка эффективности того или иного красителя в зависимости от его концентрации и толщины стекла.

Изучены цветовые характеристики стекол.

Ключевые слова: тара стеклянная; свет, стекло светозащитное, цвет зеленый, коричневый, оливковый; оксиды хрома, железа, сульфид железа; координаты цвета.

Lightproof Properties of Glassware

N.N. Plem'yanikov, PhD, S.R. Kostyrko

The optical spectroscopic technique was used to identify spectral transmittance curves of different glass types: five industrial produced and four synthesised models. The composition of the modelling glasses included iron sulphide, chromium and iron oxides as colouring agents.

A novel data processing method was utilised to evaluate the decreasing level of harmful electromagnetic radiation within actinic visible light range. It is based on the summary of energy balances, which enables the quantification of the decreasing electromagnetic radiation values.

The efficiency of the colouring agents is evaluated depending on their concentration within the glass. The colour properties of glasses were studied also.

Keywords: glassware; light, lightproof glass; green colour, brown colour, olive colour, chromium oxide, iron oxide, iron sulphide; tristimulus values.