

УДК 666.0

doi:10.20998/2413-4295.2017.32.22

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛОМАТРИЦІ ОПТИЧНОГО КОЛЬОРОВОГО СКЛА ДЛЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО ФІЛЬТРУ

Д. В. ПЕТРОВ<sup>1\*</sup>, Л. Л. БРАГІНА<sup>2</sup>, С. В. ФІЛОНЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Державне підприємство «Ізюмський приладобудівний завод», Ізюм, УКРАЇНА

<sup>2</sup> Кафедра технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, УКРАЇНА

\*email: petrovdmitry@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** Розглянуто сучасний стан виробництва безкольорових та кольорових оптичних стекол для оптико-електронних систем ОЕС. Показана актуальність створення вітчизняного інфрачервоного скла для використання його як інтерференційного фільтру в ОЕС приладів оборонної галузі. Встановлено фактори, що відповідають за забезпечення повного поглинання у ультрафіолетовій та видимій частинах спектру та максимальне пропускання такого скла при довжині хвилі 1060 нм. Наведені результати досліджень зі створення скломатриць інфрачервоного скла з вказаними характеристиками, високою якістю виробів з них та з відпрацювання технологічних параметрів їх одержання.

**Ключові слова:** оптичне скло; інфрачервоне оптичне скло; спектральні характеристики; інтерференційний фільтр; оптико-електронні системи; інфрачервоний спектр; коефіцієнт пропускання.

## INVESTIGATION OF THE GLASS MATRIX SPECTRAL PROPERTIES OF THE OPTICAL COLOR GLASS FOR INTERFERENCE FILTER

D. PETROV<sup>1</sup>, L. BRAGINA<sup>2</sup>, S. PHILONENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> State Development «Izyum's Instrument-Making Plant», Izyum, UKRAINE

<sup>2</sup> Department of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel Technology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, UKRAINE

**ABSTRACT** The current state of colorless and colored optical glasses production for optoelectronic systems is considered. The actuality of creating domestic infrared glass for use as an interference filter in optoelectronic systems of defense detachments is shown. The aim of the work is to create a glass matrix of infrared optical glass with an intrinsic refractive index  $\tau = 90\%$  at a wavelength  $\lambda = 1060 \pm 20$  nm. In work the standard methods of spectral analysis, the determination of the number and size of bubbles and fibrils in glass are used. The experimental glass compositions were melted in an electric furnace with silicon carbide heaters. The factors responsible for providing full absorption in the UV and visible parts of the spectrum and maximum transmission at a wavelength of 1060 nm are established. The results of studies on the development of infrared glasses with these characteristics and high quality of the products from them are worked out. The possibility of creating a boron-containing and aluminium-containing technological and cost-effective glass matrix with a refractive index of  $\tau = 91.5\%$  and  $\tau = 92.8\%$ , respectively, at a wavelength  $\lambda = 1060 \pm 20$  nm is established. The technological parameters of their production have been worked out. All this is the basis for the development of domestic optical colored infrared glass of a new generation, which will act as an interference filter in optoelectronic systems.

**Key words:** optical glass; infrared optical glass; spectral characteristics; interference filter; optoelectronic devices; infrared spectrum; transmission coefficient.

### Вступ

Однією з вузькогалузевих та специфічних наукових тематик на сьогоднішній день є розробка складів та технології безкольорових та кольорових оптичних стекол. До їх властивостей, зокрема спектральних характеристик, та якості й властивостей виробів з них: однорідності, звельності, пузирності, - на відміну від листових, тарних, архітектурно-будівельних та інших промислових стекол, висуваються значно більш жорсткі вимоги [1].

Окрім того, особливістю оптичного скловаріння є обмежений інформаційний доступ, обумовлений тим, що один з провідних напрямків

використання цього скла це військово-оборонна галузь. Її розвиток значною мірою залежить від рівня технічного оснащення приладобудування, у якому суттєву роль відіграє стан оптичного скловиробництва, особливо при створенні оптико-електронних приладів [2].

Сьогодні на стрімку еволюцію електронних систем спрямовані зусилля багатьох науково-дослідних та освітніх світових закладів. Для вдосконалення сучасних оптико-електронних приладів, особливо задіяних у оборонній галузі, поряд з електронною складовою, схемотехнікою, комп'ютерною інженерією, необхідно інтенсивно розвивати технологію оптичного скловаріння. При

цьому одним з важливих питань приладобудування є створення оптичного інфрачервоного скла, яке виконуватиме роль інтерференційного фільтру у оптико-електронних системах (ОЕС) приладів оборонної галузі. Головною умовою їх повноцінної роботи є забезпечення певних спектральних характеристик такого скла: повне поглинання в ультрафіолетовій й видимій областях спектру та крутий підйом кривої  $\tau=f(\lambda)$  з максимальним пропусканням  $\tau$  при довжині хвилі  $\lambda=1060$  нм [3].

Ці вимоги визначаються роботою систем наведення на вказаній довжині хвилі у зв'язку з використанням активного елементу – лазерного скла ГЛС, що містить неодим, з генерацією випромінювання, яке забезпечує передачу сигналу до приймача на  $\lambda=1060$  нм (далі точка  $\lambda_1$ ) [4]. Інтерференційний фільтр повинен пропускати лише випромінювання активного елементу передатчика, фільтруючи при цьому всі інші довжини хвиль. На даний момент жодне оптичне скло в повному обсязі не відповідає наведеним вище вимогам, а саме:  $\tau$  в в точці  $\lambda_1$  від 70 % та вище. Вітчизняні оптичні стекла мають пропускання в точці  $\lambda_1$  близько 52 % при товщині 2,5 мм. При цьому в діапазоні 850-1020 нм вони мають пропускання від 2 до 25 %, що є небажаним для ОЕС, оскільки передача сигналу в указаному діапазоні погіршує точність системи на 15 %. Збільшення концентрації барвників призведе до зростання поглинання у діапазоні 850-1020 нм, але зменшить пропускання в точці  $\lambda_1=1060$  нм. Тому актуальною проблемою є створення інфрачервоного оптичного скла, яке б до 1020 нм мало повне поглинання, а в точці  $\lambda_1$  – пікове значення більше 70 %.

### Мета роботи

Одним з головних чинників, що впливають на поведінку спектральної кривої  $\tau=f(\lambda)$ , є барвники. Саме завдяки їм оптичне кольорове скло набуває свого цільового призначення, у даному випадку виконання ролі інфрачервоного фільтру. При створенні такого оптичного кольорового скла необхідно враховувати спектральні характеристики самої оптичної основи – скломатриці. Якщо в точці  $1060 \pm 20$  нм вона не буде прозорою, тобто пропускання буде менше ніж 90%, додавання барвників не підвищить цей показник, який як мінімум залишиться на тому ж рівні, як максимум – додасть своє поглинання та погіршить коефіцієнт пропускання [5,6]. Тому мета даної роботи полягала у створенні скломатриці інфрачервоного оптичного скла, яка б мала власний показник пропускання  $\tau=90\%$  у точці  $1060 \pm 20$  нм. Для досягнення цієї мети необхідним було вирішити наступні завдання: здійснити вибір складу вихідних стекел, провести їх варку та виконати дослідження впливу певних хімічних компонентів на спектральні й технологічні характеристики модельних стекел.

### Експериментальна частина

Синтез скломатриць здійснювали у керамічних тиглях в лабораторній печі з електричними нагрівачами. Заміри температури камери печі проводили з використанням термопар типу ТПР.

Вимірювання спектральних характеристик проводили на атестованому приладі спектрофотометрі СФ-26, згідно ГОСТ 3520-92.

Кількість та розміри пузирів заміряли на установці визначення пузирів за ГОСТ 3522-81.

Оцінку звельності здійснювалася за тінювою картиною на проекційній установці, згідно ГОСТ 3521-81.

Для проведення синтезу модельних стекел використовували сировинні матеріали марки ос. ч..

### Результати та їх обговорення

Від вибору складу вихідної скломатриці суттєво залежать оптичні характеристики скла та характер дії барвників на них. До скломатриці висуваються наступні вимоги: характер спектральної кривої, який би початково задовольняв поставленій меті; технологічність та економічна доцільність.

*Показник пропускання.* Оптична матриця повинна сама мати високе пропускання (90-98%) в діапазоні 1040-1080 нм. Невід'ємна характеристика поглинання оптичного скла залежить від довжини хвилі, товщини зразку та складу оптичного скла. Оскільки поглинання в УФ та видимій областях повинно досягатися системою барвників, то головна задача скломатриці – забезпечення необхідного пропускання в ІЧ області.

Результати попередніх досліджень з визначення показників пропускання різних груп оптичних безкольорових стекел в області спектру 300-1500 нм, виконаних провідним оптичним інститутом ГОІ сумісно з ІПЗ та відображених у РТМ 3-995-77, свідчать, що переважна більшість таких стекел має схожі спектральні характеристики. Початок їх пропускання відповідає  $\lambda=300-340$  нм. Також в залежності від чистоти сировинних матеріалів та товщини зразку має місце різний рівень пропускання в видимій частині спектру. Спектральна крива в інфрачервоній зоні майже для всіх стекел має тенденцію до спаду.

У зв'язку з необхідністю створення скломатриці з найвищим пропусканням у діапазоні 1040-1080 нм як вихідні були обрані матриці оксидних стекел ІЧС-5 та ІЧС-7 [7]. Хоча для відомих безкисневих оптичних стекел марки ІЧС [8] та близьких до них за властивостями закордонних халькогенідних стекел [9], що мають значення  $\tau$  близько 50% в точці  $\lambda_1$ , за допомогою термічної наводки можна отримати крутий підйом спектральної кривої з точки 1020 нм, їх широке використання унеможливлено суттєвими технологічними складнощами та дуже значною вартістю.

Безпосереднє використання обраних марок стекол ІЧС-5 та ІЧС-7 обмежується наступним. Хоча скло ІЧС-5 має високий коефіцієнт пропускання в точці 1060 нм, однак зміщення початку підйому кривої  $\tau=f(\lambda)$  у видиму область спектру не задовольняє вимогам роботи ОЕС. Збільшення поглинання у згаданій частині може досягнути нанесенням багат шарових покриттів, але це призведе до багаторазового зростання вартості та зменшення  $\tau$  у вказаній вище частині спектральної кривої. Окрім того, завдяки початку підйому спектральної кривої з 810 нм пік пропускання після нанесення покриттів зсувається до точки 1010 нм. Лівіша ж частина спектру має небажано високе пропускання.

Перевагою скла ІЧС-7 є його майже повне поглинання у діапазоні до 1000 нм. Однак коефіцієнт пропускання в інфрачервоній зоні і, більш конкретно, у точці 1060 нм не перевищує 42%. Тому на цій ділянці сигнал передавача буде вловлюватися в неповному обсязі, що не забезпечить стабільну роботу ОЕС.

При розробці складу нового оптичного інфрачервоного скла урахували наведені дані, а також парціальний вплив на  $\tau$  компонентів скломатриць стекол ІЧС-5 та ІЧС-7, хімічний склад яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад матриць стекол марок ІЧС

Оксидний склад скломатриць	Масова доля компоненту, %, у стеклах марок:	
	ІЧС-5	ІЧС-7
SiO <sub>2</sub>	61-68	62-69
PbO	10-18	9-16
K <sub>2</sub> O	8-13	9-15
Na <sub>2</sub> O	2-8	1-6
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-3	-
ZnO	-	0-2

Для обґрунтування присутності тих чи інших компонентів у складі основної шихтної суміші, необхідно знати вплив оксидів на необхідні спектральні властивості. При дослідженні залежності оптичних характеристик матриці від її складових було виявлено, що високе пропускання притаманне SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, та P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Стекла, в яких присутні ці оксиди, при товщині в декілька міліметрів мають область пропускання зі значенням  $\tau = 89-97\%$  від 180 до 2000 ~ 4000 нм в залежності від наявності груп -ОН. Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, ВаО, а також ZnO знижують пропускання в УФ- та ІЧ-областях на 5-11%. СаО та MgO мають значне поглинання в УФ-спектрі: близько 28%. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> підвищує пропускання в ІЧ-області на 3-5%, але погіршує його в УФ на 10%. Суттєве зниження пропускання на 11% в УФ-області, але не в ІЧ, обумовлюють PbO та Sb<sub>2</sub>O [10]. Але необхідно підкреслити, що ці дослідження вірні у випадку

використання сировинних компонентів марок ос. ч., оскільки наявність домішок сильно впливатиме на показник пропускання [11,12].

Ретельний аналіз впливу компонентів скломатриць оптичних стекол марок ІЧС-5 та ІЧС-7 на їх спектральні характеристики показав наступне.

Використання SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та PbO не суперечить поставленому завданню: підвищенню пропускання в інфрачервоній зоні. Максимальна границя пропускання – 2000 нм. Na<sub>2</sub>O та K<sub>2</sub>O погіршують пропускання в інфрачервоній зоні, але у скломасі вони відіграють важливу роль плавнів. Зниження їх концентрації суттєво підвищує температуру варки, що, окрім зростання витрат енергоносіїв, а отже й собівартості скла, ускладнює стабільність протікання фізико-хімічних процесів склоутворення. Конструктивні та технічні параметри теплових агрегатів обмежують температуру виробничої варки 1600 °С [13,14]. Присутність ZnO у складі скломатриці ІЧС-7 обумовлює низький коефіцієнт лінійного розширення, що підвищує термічну та хімічну стійкість та коефіцієнт заломлення [15]. Але ZnO погіршує пропускання в інфрачервоній зоні. Тому є сенс замінити його на B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> або на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Проведено синтез модельних стекол з вказаними оксидами. Для встановлення різниці у модельному ряді матриць виконано їх спектральний аналіз (рис. 1). Виявлено, що 2% ZnO погіршує пропускання в точці  $\lambda_1$ , порівняно з B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Пропускання в ній складо: при вмісті 2% ZnO – 81%; 2% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 91,5%; 2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 92,8%.

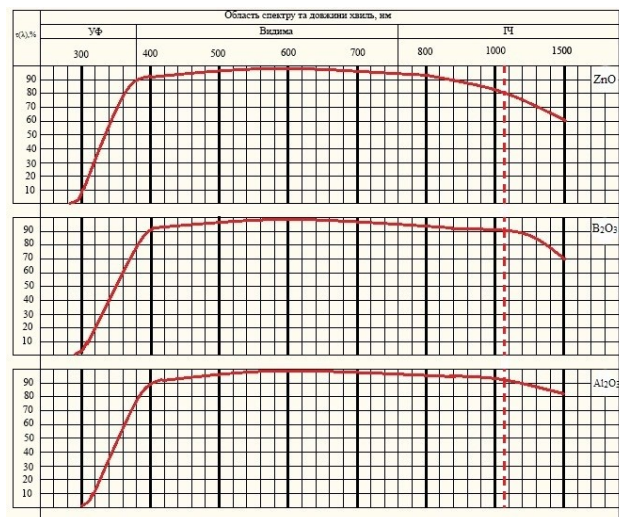


Рис. 1 – Спектральні характеристики оптичної матриці в залежності від наявності ZnO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Технологічність та економічна доцільність. Окрім оптичних властивостей, які б відповідали кінцевим вимогам для стабільної роботи ОЕС, скломатриця повинна мати оптимальні технологічні параметри та мінімально можливу собівартість.

Технологічними параметрами вважаються: температура та тривалість варки, оскільки від них залежать витрати енергоносіїв, час роботи скловарів, чіткість проведення технологічних процесів; легкість у обробці. Також з цієї точки зору потрібно розглядати і складові компоненти шихти, оскільки вони також впливатимуть як на вартість, так і на технологічність [6].

Температура варки скломатриць різного хімічного складу була приблизно однаковою: від 1370 до 1380 °, чого було достатньо для повного розвару та виходу пазирів зі скломаси. Їх кількість у готовому блоці скла до 30 шт на 1 кг при розмірі 0,2 – 0,5 мм, що відповідало існуючим вимогам. Обрані для дослідження заготовки не мали звелів.

Заміна ZnO на технічний глинозем та борну кислоту для уведення відповідно оксидів алюмінію та бору, ціни яких наведено у табл. 2, дозволила суттєво знизити собівартість скломатриць.

Таблиця 2 – Ціна сировинних матеріалів

№	Сировина	Ціна без ПДВ, грн.
1	Цинку оксид	74,16
2	Технічний глинозем	17,64
3	Борна кислота	19,21

Таким чином, введення до 2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> замість ZnO знижує собівартість 1т продукції на 1130,4 грн, 2% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> замість ZnO – на 1098,6 грн. Тому заміна ZnO на ці компоненти буде сприяти підвищенню рентабельності кінцевої продукції.

### Висновки

Проведеними дослідженнями встановлена можливість створення скломатриці з показником пропускання τ=90% у точці з довжиною хвилі λ=1060 ± 20 нм, що є підставою для одержання вітчизняного оптичного інфрачервоного скла нового покоління, яке виконуватиме роль інтерференційного фільтру у оптико-електронних системах (ОЕС) приладів оборонної галузі.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку вказаного скла, що вмщуватиме барвники.

### Список літератури

1. **Немилов, С. В.** Оптическое материаловедение: Оптическое стекло: учебн. пособие / **С. В. Немилов.** – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 175 с.
2. **Парвулюсов, Ю. Б.** Проектирование оптико-электронных приборов / **Ю. Б. Парвулюсов, С. А. Роднонов, В. П. Солдатов, А. А. Шехонин [и др.]**. – М.: Логос, 2000. – 488 с.
3. **Айхлер, Ю.** Лазеры. Исполнение, управление, применение: [пер. с немецкого Л. Н. Казанцевой] / **Ю. Айхлер, Г. Айхлер.** – М.: Техносфера, 2008. – 440 с.
4. **Denker, B.** Handbook of solid-state lasers. Materials, systems and applications / **B. Denker, E. Shklovsky**

- Cambridge: Wood Publishing Series in Electronic and Optical Materials: Number 35. – 2013. – 660 p.
5. **Ross, C. Ph.** Glass Melting Technology: A Technical and Economic Assessment/ **C. Ph. Ross, G. L. Tincher.** – Westerville: Glass Manufactory Industry Council, 2004. – 274 p.
6. **Shelby, J. E.** Introduction to Glass Science and Technology / **J. E. Shelby.** – New York: The royal society of chemistry, 2003. – 288 p.
7. Цветное оптическое стекло. Каталог. – Изюм: Изюмский казенный приборостроительный завод, 2009 г. – 126 с.
8. **Зверев, В. А.** Оптические материалы. Часть 2 / **В. А. Зверев, Е. В. Кривоустова, Т. В. Точилина.** – СПб.: ИТМО, 2013. – 248 с.
9. **Hilton, A. R.** Chalcogenide glasses for infrared optics / **A. Ray Hilton, Sr.** – Texas: The Mc Graw Hill, 2010. – 279 p.
10. **Hartmann, P.** Optical Glass / **P. Hartmann.** – Bellingham: SPIE, 2014. – 180 p.
11. **Hartmann, P.** Optical glass and glass ceramic historical aspects and recent developments: A Schott view / **P.Hartmann, R. Jedamzik, S. Reichel, B. Schreder** // *Applied Optics.* – 2010. – Vol. 49, No. 16. – P. D 157 – D 176. – doi: 10.1364/AO.49.00D157.
12. **Bamford, C. R.** Colour generation and control in glass / **C. R. Bamford.** – Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Scientific Publ., 1977. – 264 p.
13. **Петров, Д. В.** Особливості виробництва оптичного високотемпературного скла у горшкових регенераторних печах. Тези доповідей III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні тенденції розвитку і виробництва силікатних матеріалів» / **Д. В. Петров, Л. Л. Брагіна, С. В. Філоненко.** – Львів: Растр-7, 2016. – С. 23 .
14. **Yaitskiy, S.** Analysis of the Bacor Refractories after their Service in Glass Furnace / **S. Yaitskiy, L Bragina, Y. Sobol** // *Chemistry & Chemical Technology.* – 2017. – Vol. 10, No.3 – P.373 - 377. – doi: 10.23939/chcht10.03.373.
15. **Savvova, O.** Development of glass-ceramic high-strength material for personal armor protection elements / **O. Savvova, L. Bragina, G. Voronov, Y. Sobol, O. Babich, O. Shalygina, M. Kuriakin** // *Chemistry & Chemical Technology.* – 2017. – Vol. 11, No.2 – P.214-219. – doi 10.23939/chcht11.02.214.

### Bibliography (transliterated)

1. **Nemilov, S. V.** Opticheskoe materialovedenie: Opticheskoe steklo: uchebn. posobie. – SPb: SPbU ITMO, 2011, 175p.
2. **Parvulyusov, Y. B., Rodionov, S. A., Soldatov, V. P.** Proektirovanie optiko-elektronnih priborov, M.: Logos, 2000, 488.
3. **Aihler, Y., Aihler, H.** Laseri. Ispolnenie, upravlenie, primenenie. – M.: Tehnosfera, 2008, 440.
4. **Denker, B., Shklovsky, E.** Handbook of solid-state lasers. Materials, systems and applications Cambridge: Wood Publishing Series in Electronic and Optical Materials: Number 35. – 2013, 660.
5. **Ross, C. Ph., Tincher., G. L.** Glass Melting Tegnology: A Technical and Economic Assessment, Westerville: Glass Manufactory Industry Council, 2004, 274.
6. **Shelby, J. E.** Introduction to Glass Science and Technology, New York: The royal society of chemistry, 2003, 288.
7. **Zvetnoe opticheskoe steklo.** Katalog. – Izyum: IKPZ, 2009, 126.
8. **Zverev, V. A., Krivopustova, E. V., Tochilina, T. V.** Opticheskie materiali. Part 2, SPb.: ITMO, 2013, 248.

9. **Hilton, A. R.** Chalcogenide glasses for infrared optics, Texas: The Mc Graw Hill, 2010, 279.
10. **Hartmann, P.** Optical Glass Bellingham: SPIE, 2014. 180.
11. **Hartmann, P., Jedamzik, R., Reichel, S., Schreder, B.** Optical glass and glass ceramic historical aspects and recent developments: A Schott view // *Applied Optics*. 2010, **49** (16), D 157 – D 176, doi: 10.1364/AO.49.00D157.
12. **Bamford, C. R.** Colour generation and control in glass, Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Scientific Publ., 1977, 264.
13. **Petrov, D. V., Bragina, L. L., Philonenko, S. V.** Osoblivosti virobnitstva optichnogo visokotemperaturnogo skla u gorshkovij regeneratormih pichah [Manufactory Feature of the Optical High-Temperature Glass in the Regenerative Furnaces], *Tezi dopovidei III Vseukrains'koi naukovo-tehnichnoi konferencii "Suchasni tendencii rozvitky I virobnitstva silikatnih materialiv"* Lviv: Rastr-7, 2016, 23.
14. **Yaitskiy, S., Bragina, L., Sobol V.** Analysis of the Bacor Refractories after their Service in Glass Furnace, *Chemistry & Chemical Technology* .2017, **10**(3),373 - 377. – doi: 10.23939/chcht10.03.373.
15. **Savvova, O., Bragina, L., Voronov, G., Sobol, Y., Babich, O., Shalygina, O., Kuriakin, M.** Development of glass-ceramic high-strength material for personal armor protection elements, *Chemistry & Chemical Technology* , 2017, **11**, (2),214-219. – doi: 10.23939/chcht11.02.214.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Петров Дмитро Вікторович** – Інженер відділу головного метролога, Державне підприємство «Ізюмський приладобудівний завод», Ізюм, Україна; e-mail: petrovdmitry@ukr.net.

**Dmitry Petrov** – Engineer of a Chief Metrologist's Departmen, State Enterprise «Izyum's Instrument-Making Plant», Izyum, Ukraine; e-mail: petrovdmitry@ukr.net.

**Брагіна Людмила Лазарівна** – Доктор технічних наук, професор кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна; e-mail: bragina\_l@ukr.net.

**Liudmyla Bragina**– Dr. Sci, Professor of Department of Ceramics, Refractories, Glass and Enamel Technology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine; e-mail: bragina\_l@ukr.net.

**Філоненко Сергій Вікторович** – Директор підприємства, Державне підприємство «Ізюмський приладобудівний завод», Ізюм, Україна; e-mail: ipz@ipz.com.ua.

**Sergey Philonenko** – Director of Enterprise, State Enterprise «Izyum's Instrument-Making Plant», Izyum, Ukraine; e-mail: ipz@ipz.com.ua.

*Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:*

**Петров, Д. В.** Дослідження спектральних властивостей скломатриці оптичного кольорового скла для інтерференційного фільтру / **Д. В. Петров, Л. Л. Брагіна, С. В. Філоненко** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 32 (1254). – С. 139-143. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.22.

*Please cite this article as:*

**Petrov, D., Bragina, L., Philonenko, S.** Investigation of spectral properties of the glass matrix of the optical color glass for l interference filter. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017, **32** (1254), 139–143, doi:10.20998/2413-4295.2017.32.22.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Петров, Д. В.** Исследование спектральных характеристик стекломатрицы оптического цветного стекла для интерференционных фильтров / **Д. В. Петров, Л. Л. Брагіна, С. В. Філоненко** // *Вестник НТУ «ХПІ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 32 (1254). – С. 139-143. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.22.

**АННОТАЦІЯ** Рассмотрено современное состояние производства бесцветных и окрашенных оптических стекол для оптико-электронных систем ОЭС. Показана актуальность создания отечественного инфракрасного стекла для использования в качестве интерференционного фильтра в ОЭС приборов оборонной отрасли. Установлены факторы, отвечающие за обеспечение полного поглощения в УФ и видимой частях спектра и максимальное пропускание при длине волны 1060 нм. Приведены результаты исследований по разработке матриц инфракрасных стекол с такими характеристиками и высоким качеством изделий из них. Отработаны технологические параметры их получения. **Ключевые слова:** оптическое стекловарение; инфракрасное оптическое стекло; спектральные характеристики; интерференционный фильтр; оптико-электронные приборы; инфракрасный спектр; коэффициент пропускания.

*Поступила (received) 10.09.2017*