

ВІДГУК

офіційного опонента Світличного Євгенія Олександровича
на дисертаційну роботу Яїцького Сергія Миколайовича
«Низькоемісійні флоат-стекла зі зміцненими магнетронними покриттями»,
яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів

Актуальність теми.

Створення нових енергозберігаючих стекол, які витримують високі термічні та механічні навантаження, мають удосконалені оптичні властивості, естетичний вигляд та характеризуються екологічністю та безпечністю для організму людини є однією з важливих проблем сучасного матеріалознавства.

Це обумовлює актуальність даної дисертаційної роботи, що присвячена розробці технологічних параметрів виробництва енергозберігаючого І-скла із зміцненими магнетронними покриттями для використання у будівельній та архітектурній галузях. Розробка принципів синтезу таких покриттів та подальше впровадження їх у виробництво дасть можливість значно підвищити енергоефективність стекол та суттєво збільшити конкурентоспроможність вітчизняних виробників скла.

Актуальність теми дисертації також підтверджується тим, що вона виконана в межах науково-дослідної тематики кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» відповідно до завдань прикладних держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України «Розроблення наукових основ ефективного використання енергоносіїв і техногенних ресурсів в технологіях композиційних, керамічних та скломатеріалів для сучасних технічних об'єктів» (ДР № 0120U001009) та «Розробка складів композиційних високоміцних склокристалічних матеріалів для елементів бронезахисту» (ДР №0115U000538), в яких здобувач був виконавцем окремих етапів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Наукові результати, що одержані автором, положення і висновки вважаю вельми обґрунтованими, оскільки вони базуються на аналізі літературних джерел за даною проблемою та проведені з використанням сучасного обладнання та існуючих методів дослідження.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження підтверджується використанням стандартних і спеціально розроблених методик. Наукові результати здобувача успішно використані під час розробки технології та промислових випробувань, що підтверджується відповідними актами.

Основні нові наукові результати дисертації полягають в тому, що

здобувачем вперше:

– обґрунтовано та експериментально доведено можливість сумісного використання для одержання високоякісного флоат-скла різних за хімічним та гранулометричним складом й формою зерен кварцових пісків Новоселівського та Старовірівського родовищ;

– розроблено принципи зміцнення м'яких магнетронних покриттів для одержання низькоемісійних стекол, які полягають у коригуванні складу та властивостей їх адгезійного, діелектричного та функціонального шарів шляхом легування, регулюванні потужності роботи магнетронів та використанні робочих газів O_2 , N_2 , Ar , що дозволяє формувати певні сполуки у шарах;

– встановлено закономірності розташування шарів плівкової системи $Si_3N_4/NiCr/Si_3N_4$ для витримування термічної обробки стекол системи $R_2O-RO-SiO_2$ та розроблено принципи коригування їх спектральних й механічних характеристик в залежності від концентрації та співвідношення компонентів тонкоплівкового наночару, що сприяє створенню флоат-стекла з необхідним рівнем відбиття в інфрачервоному спектрі;

– розроблено підхід до гартування листового скла із нанесеними низькоемісійними покриттями шляхом створення спеціальних їх складів та оптимізації процесів магнетронного нанесення, що дозволило здійснювати термообробку такого типу стекол.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає в розробці мультифункціональних низькоемісійних флоат-стекол зі зміцненими магнетронними покриттями, які забезпечують суттєве енергозбереження та комфортне освітлення у внутрішніх приміщеннях різноманітних будівель. Використання розроблених зміцнених магнетронних багаточарових нанопокриттів вперше дозволило здійснювати гартування готового листового І-скла.

Впровадження результатів роботи на ТОВ «Лисичанський скляний завод» дозволило підвищити вихід годної продукції до 94 % при одночасному збереженні її спектральних характеристик й значної механічної міцності, а також використовувати одержані І-скла при склінні багатопверхових громадських будівель.

Важливість роботи також визначає істотний економічний ефект від використання розроблених низькоемісійних І-стекол.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи опубліковані у 21 науковій праці, з яких 8 статей в наукових фахових виданнях України, 1 стаття у закордонних фахових виданнях, 13 – у матеріалах міжнародних конференцій.

У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

Оцінка змісту дисертаційної роботи:

Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 160 сторінок; з них основного тексту 128 сторінок.

Робота містить 24 рисунки, 32 таблиці, список використаних джерел, що включає 146 найменувань на 15 сторінках, та 6 додатків на 12 сторінках.

У вступі здобувачем обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено об'єкт та предмет досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі виконано аналіз науково-технічної і патентної літератури. Автором розкрито сучасний стан проблем синтезу флоат-стекло, зокрема І-стекло із енергозберігаючими покриттями. Розглянуто особливості сировини для виробництва флоат-скла, типи вогнетривкої футерівки скловарних печей та перспективні шляхи оптимізації параметрів скловарного процесу. Визначено доцільність створення нового типу І-стекло із зміцненими покриттями та поставлені задачі для досягнення цієї мети.

Другий розділ присвячений вибору напрямків і методик досліджень властивостей стекло, розрахункових та експериментальних методів досліджень, які застосовано в роботі. Наведено характеристики сировинних матеріали, обладнання та сформульовано методологічний підхід.

Третій розділ присвячений дослідженням впливу характеристик кварцового піску на фізико-хімічні властивості флоат-скла. На підставі виконаних досліджень встановлено можливість сумісного використання кварцових пісків Новоселівського та Старовірівського родовищ. Встановлено оптимальні гранулометричний та хімічний склади та параметри процесу склоутворення при виробництві флоат-скла.

Четвертий розділ присвячено результатам експериментальних досліджень стану вогнетривких матеріалів кладки скловарної ванної печі і особливості їх руйнування після 5,5 років експлуатації при виробництві листового скла флоат-способом.

Показано, що найбільш вразливими ділянками варочної частини є головне склепіння, підвісні стіни та вліт горілок. Основною причиною їх корозії є результат випаровування шихти і термічного навантаження вогнетривів під дією полум'я. На підставі результатів аналізу вогнетривів після служби наведено комплекс заходів, що дозволить значно збільшити компанію скловарних печей.

У п'ятому розділі розроблено принципи зміцнення м'яких магнетронних покриттів для одержання низькоемісійних стекло, які полягають у заміні адгезивних оксидних шарів на нитридні, й коригуванні технологічних параметрів нанесення багат шарових нанопокриттів, що дозволило гартувати

I-скло з ними.

Шостий розділ присвячений впровадженню результатів роботи на ТОВ «Лисичанський склозавод». Це визначило підвищення до 94 % випуску якісної продукції, яка практично не поступається кращим закордонним аналогам.

Слід відмітити, що висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко і виразно та відповідають змісту дисертаційної роботи. Список використаних джерел досить повний і охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації із 146 найменувань.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

Зауваження по дисертаційній роботі:

1. Дисертаційна робота містить 24 рисунки, на деяких рисунках структури дослідних матеріалів вказано збільшення, на деяких рисунках вказано масштаб в мкм, а на деяких - масштаб відсутній взагалі. Слід було внести відповідні корективи.

2. В роботі здобувач вказує на те, що флоат-скло повинно бути термостійким і витримувати перепад температур не менше 120 °С, окрім цього автор наводить різні методики визначення термостійкості, але чомусь не приводить відповідного показника.

3. В третьому та п'ятому розділах здобувач надає багато інформації, яка стосується різних методів дослідження, зокрема методики хімічного аналізу для визначення оксидів кремнію, заліза та титана; а також методики визначення міцності покриття, оптичних характеристик та інших властивостей зразків скла. Слід було привести вищезгадані методики у другому розділі, що присвячений матеріалам, обладнанню та методам досліджень, які використано у роботі.

4. Відповідно до висновків розділу 5 автором вказано, що розроблені стекла, в порівнянні з імпорнтними аналогами, мають кращі показники коефіцієнтів відбиття та затінення, але порівняльні характеристики наведено автором лише у розділі 6.

5. У висновках роботи здобувач вказує на розробку принципів зміцнення м'яких магнетронних покриттів для одержання низькоемісійних стекол, які полягають у заміні адгезивних оксидних шарів на нитридні, й коригуванні технологічних параметрів нанесення багатошарових нанопокриттів, що дозволило гартувати I-скло з ними. Слід було виконати дослідження мікроструктури розроблених зразків і таким чином додатково підтвердити наявність нанопокриттів.

Зроблені зауваження не спростовують основних результатів роботи і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи, яка виконана на високу науковому рівні та оформлена відповідно до існуючих вимог.

ВИСНОВОК

В результаті розгляду дисертації Яїцького Сергія Миколайовича «Низькоемісійні флоат-стекла зі зміцненими магнетронними покриттями», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, вважаю, що вона є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на підставі проведених досліджень розв'язані важливі задачі, що спрямовані на розробку вітчизняної технології виробництва енергозберігаючого І-скла із зміцненими магнетронними покриттями для використання у будівельній та архітектурній галузях.

За актуальністю теми, ступенем обґрунтованості наукових положень, достовірністю, науковою новизною, теоретичною і практичною цінністю, об'ємом і рівнем одержаних результатів, висновків, повнотою їх викладення в опублікованих працях, дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567, а її автор, Яїцький Сергій Миколайович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів.

Офіційний опонент,
старший науковий співробітник Інституту фізики
твердого тіла, матеріалознавства і технологій
Національного наукового центру
«Харківський фізико-технічний інститут»
НАН України, к.т.н.
22 березня 2021 р.

Світличний
Євгеній СВІТЛИЧНИЙ

ЗАСВІДЧУЮ
Учасний секретар
ІНЦ ХФТІ

22 " *03* *2021*

