

Рижова О. П.,
Гуржій О. Б.

РОЗРОБКА ДЕКОРАТИВНИХ ЕМАЛЕЙ ДЛЯ ВИРОБІВ ІЗ ЗОЛОТА, СРІБЛА ТА МІДІ

У статті йдеться про особливості декоративних емалей для золота, срібла та міді. Розглянуті основні види художніх емалей та техніки отримання емалевих виробів з використанням спеціальних прийомів нанесення. Приведений аналіз сучасного стану художніх емалей та виробів із них. Представлені результати розробки безсвинцевої емалі з високими декоративно-якісними показниками.

Ключові слова: емаль, золото, срібло, мідь, фондон, декорування.

1. Вступ

Розвиток матеріалознавства на початку третього тисячоріччя ознаменувався серйозними досягненнями в галузі створення принципово нових типів покриттів для захисту металів й неметалів і технологій їхнього нанесення. Проте, емаль — стародавній синтетичний матеріал — не втратив свого значення і сьогодні, завдяки унікальному сполученню експлуатаційних і декоративних характеристик.

Застосування кольорового скла в якості покриття наплавленого на металеву поверхню є однією з найдавніших технологій в декоративно-прикладному мистецтві [1].

Емальовані вироби у всі часи були дорогими прикрасами інтер'єрів. Емаль завжди була супутницею дорогоцінних металів і каменів та прирівнювалася до ювелірного мистецтва. Емаль — не лише прекрасний декоративний матеріал, із старовини її використовували як матеріал образотворчого мистецтва. Знамениті візантійські, ліможські або китайські емалі відомі усьому світу.

На протязі багатьох віків художнє емальовання було більш мистецтво ніж точна наука. Секрети ремесла були надбанням майстра та передавались від покоління до покоління. Тож з плином часу багато складів були втрачені. Тому розробка нових складів художніх емалей є актуальною задачею, що допоможе розвитку декоративно-прикладного мистецтва та ювелірного виробництва.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Емальовання має багатовікову історію. Першим з'явилося емальовання саме дорогоцінних металів, а лише потім почали емальовати сталь та чавун.

Техніка перегородчастої емалі виникла в середземноморському басейні в Греко-римський період і отримала найвищий розвиток в Візантійській імперії в X-XII ст. до н. е., звідки вона, скоріш всього, проникла в Азію, Китай. Паралельно мистецтво перегородчастої емалі широко розвивалося в західній Європі (провінція Лімож), де мистецтво емалі було відомо ще з V ст. до н. е. у вигляді кельтських виїмчастих емалей [1].

На дизайн середньовічних перегородчастих емалей значний вплив мала техніка інкрустації золотих ювелірних виробів напівдорогоцінним камінням, шматочками смальти і кольоровими пастами, що з'явилася в Давньому Єгипті і одержала широке поширення в Європі в епоху Меровінгів (V-VIII ст. н. е.). На золоту основу напаявали тонкі золоті перегородки, а потім проміжки між ними заповнювали ретельно підігнаними шматочками каміння, скла.

Пізніше цю складну і кропітку техніку витіснила перегородчаста емаль — клуазоне, де також на металеву пластину напаявались перегородки, але простір між ними заповнювався дрібномеленими кольоровими емальми.

Давньоруські ювеліри самі виготовляли емалеву масу для виробів. Але починаючи з XVII ст. вони стали використовувати покупну емаль, привозили з Європи, яка відрізнялася більш високою якістю, а головне великим розмаїттям кольорів, що особливо важливо для виробництва художніх виробів [2].

Так як емалі стійкі до впливу не лише атмосфери, а й до дії кислот, лугів, газу, тому вироби з них можуть бути використані в архітектурних спорудах, які працюють в умовах екстер'єру. Наприклад, в кінці XIX віку в Москві були виготовлені крупні емальовані мідні черепиці декількох кольорів для покриття куполів храму «Воскресіння на крові» в Ленінграді [3].

Особливою славою користувалася заснована в 1842 р. в Петербурзі фабрика Фаберже і відкрите у кінці 90-х років відділення організації Фаберже в Москві, що об'єднують декілька виробничих майстерень по виготовленню дорогоцінних ювелірних предметів. У цих майстернях виконувалися емальєрні роботи високої технічної якості. Різноманітні за характером, вони іноді повторювали форми XVII ст. з включеннями елементів інших стилів, але частіше вони мали яскраво виражені риси власного стилю [4].

Емальовали ювелірні вироби, вази, предмети кінської зброї, ікони, церковну утварь, зброю, посуд та багато іншого.

Емалі поділяються на три види:

— *прозорі, або наскрізні емалі*. Використовуються вони для покриття золотих і срібних виробів. Покриті емаллю гладкі або гравіровані ділянки металу, просвічуючи через емаль, доповнюються його

блиском і забарвленням. Прозорі емалі володіють високим блиском, чистим глибоким кольором, грають і переливаються на різбленому тлі металу;

— *глухі непрозорі емалі* застосовуються в основному на міді, а також і на інших металах. Їх декоративні переваги полягають в яскравості кольору, яка перевершує прозору емаль, блиску, соковитості забарвлень, в контрастах відкритих частин металу із кольором емалей;

— *опалові емалі*. Вони поєднують в собі до певної міри якості перших двох. Залежно від кута падаючого світла така емаль здається то наскрізною (просвічує), то глухою з різноманітною грою кольору і переливами, що нагадують густий опал [5].

Існують різні техніки отримання емальованих виробів [1–6]. Кожна з яких має свої особливості та потребує від майстра емальєра певних знань.

Розписна (живописна) емаль — техніка художнього емальювання, яка використовує живописні прийоми нанесення емалі за допомогою кисточки. Тонку пластину срібла, міді об'ємної форми покривають з обох боків білою емаллю. На лицьовій стороні емалевою краскою насиченого кольору прописують контур зображення та його деталі. Потім проводять випал. Так як різнокольорові емалі наносять окремими фрагментами, то і випал проводять до 10–15 разів, враховуючи різну температуру випалу емалей які використовуються в роботі. При цьому емалі повинні витримувати багатостадійний випал — не тмянити та не змінювати свій колір.

Перегородчаста емаль — одна з самих складних емальовальних технік за способом виготовлення (рис. 1, а, з, д). Для її виготовлення береться тонка металева пластина, на якій процарапують, гравірують або прорізають наскрізь контур майбутнього малюнка. Потім за цим контуром напаяють тонкі металеві полоси, які поставлені на ребро. Таким чином отримують малюнок з різноманітних по формі і розміру комірок. Кожну комірку заповнюють емаллю різного кольору до верхнього краю перегородки і проводять випал. Після цього емаль шліфують та полірують щоб перегородка та емаль були на одному рівні. Повне, без заглиблень, заповнення емаллю комірок являється особливою ознакою перегородчастої емалі. В результаті отримують різнокольорове зображення з емалі, яке нагадує дороге каміння, з чітким контурним малюнком. При такій техніці нанесення краще використовувати емалі, що володіють високою розтічністю, мають низьку в'язкість при температурі випалу.

Емаль по скані (філіграні) — різновид техніки перегородчастої емалі. Має велику популярність.

На металічну поверхню напаяють проволоку (золоту, срібну або мідну) у вигляді орнаменту. Кожну комірку також заповнюють емаллю різного кольору, яка після випалу осідає і лежить вже нижче сканого орнаменту (рис. 1, б, в). Тому емаль по скані не полірують, щоб не зіпсувати малюнок із сканої проволоки. Інколи для посилення декоративності окремі комірки заповнюють емаллю в декілька прийомів так, щоб в результаті

емаль лежала вище країв проволоки, створюючи відчуття перлин або бусин. Щоб отримати такий ефект емаль повинна мати високий поверхневий натяг. Також в кінці XVII ст. часто емаль по скані поєднували з технікою розписних емалей. В таких випадках на емалі в сканих комірках додатково живописним прийомом промальовують рисунок трав, квітів, звірів або жанрових сцен.

Виямчаста емаль — одна з найдревніших емальєрних технік (рис. 1, ж, з). На металевій пластині достатньої товщини вирізається сюжетне або орнаментне зображення. Отримане при цьому заглиблення заповнюють прозорою або забарвленою емаллю та проводять випал. На відміну від техніки перегородчастої емалі, де малюнок піднятий над металом за рахунок перегородок, в техніці виямчастої емалі малюнок заглиблений в товщу металевій пластини. Основна вимога до емалі при такій техніці — це висока розтічність.

Емаль по гільошированому фону — це варіант техніки емалі по гравіруванню (різьбі). Тільки в цьому випадку гравірування виконується або вручну, або механічним способом, за допомогою спеціального верстата, який дозволяє прикрашати металеву поверхню геометричним декором у вигляді променів, смуг, хвилеподібних ліній, концентричних кіл, повторюваних штрихів. У техніці емалі по гільошируваній поверхні використовують виключно прозорі емалі найширшої колірної гами, в результаті чого металевий фон і нанесений на нього візерунок просвічують під емаллю. Дану техніку виконують в основному на золоті або сріблі, а з початку 20 століття стали застосовувати червону мідь для недорогих виробів. Для цієї техніки нанесення використовують емалі с високим блиском та такі, що мають опаловий ефект.

Вітражна емаль — різновид перегородчастої емалі (рис. 1, е), але тут комірки, які заповнюють емаллю не мають металеві основи, тобто весь виріб має перегородки та комірки заповненні прозорою емаллю, що просвічують та нагадують вітражі, але вже в мініатюрі.

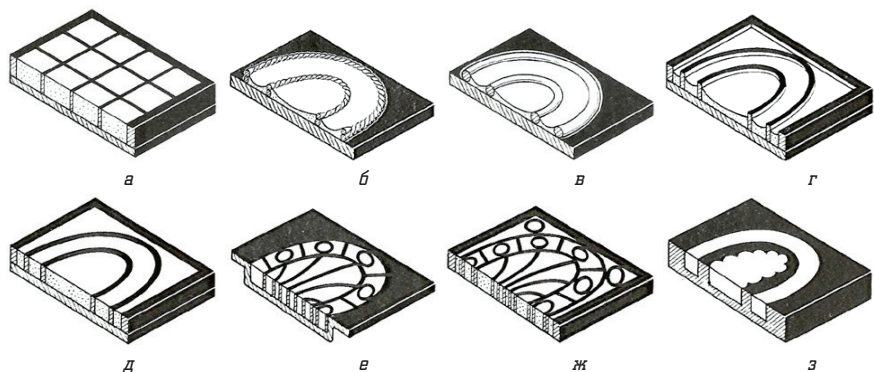


Рис. 1. Види декоративних емалей: а — фрагмент орнаменту із перегородчастої емалі; б — емаль по сканному орнаменту; в — емаль по філіграні; г — перегородчаста емаль; д — середньовічна перегородчаста емаль; е — вітражна емаль; ж — з'єднання технічних прийомів виямчастої та перегородчастої емалей; з — виямчаста емаль [1]

На сьогоднішній день художники-емальєри користуються емаллями лише імпортованого виробництва, так як в Україні вони не виготовляються. Сучасний український ринок представлений такими фірмами Tompson (США), Schauer (Австрія), Limoge (Франція), Milton Bridge (Англія) [7]. Однак для створення унікальних виробів у сфері ювелірної справи, в рамках емалевого живопису та декоративно-прикладного мистецтва існуюча палітра

кольорових емалей не завжди задовольняє творчим задумам художника. Високі температури випалу існуючих емалей, що може призвести до короблення металевої заготовки, інколи низька якість отриманих покриттів ускладнюють процес виробництва.

На теперішній час випуском емальованих виробів з золота, срібла та міді займаються ЗАТ «Харківський ювелірний завод», завод «Агат» (м. Донецьк), творча майстерня Геннадія Тищенко (м. Київ), майстерня по виготовленню емальованих ікон Олександра Сорокіна (м. Київ) та інші.

Емалі для кольорових металів за складом істотно відрізняються від емалей для сталі і чавуну. Низькі температури плавлення (чистого золота — 1063 °С, міді — 1083 °С, срібла — 963 °С) і високі коефіцієнти термічного розширення (золота — $150 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹, міді — $180 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹, срібла — $200 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹ [5]) і їх сплавів вимагають розробки спеціальних легкоплавких складів з високими коефіцієнтами термічного розширення. При цьому найбільш важко отримати легкоплавкі емалі з високою хімічною стійкістю. Як відомо, звичайні емалі для чорних металів є силікатні стекла, а хімічна стійкість їх забезпечується високим вмістом оксиду кремнію (50–55 мол. %) при середньому вмісті лужних оксидів 20–25 мол. %. Однак ці емалі для міді, срібла та золота не придатні через занадто високу температуру випалу та низький температурний коефіцієнт лінійного розширення. Оскільки кожен виріб одночасно покривають різними за кольором і ступенем прозорості емальми, то вони не повинні значно відрізнятися один від одного за температурою випалу [8].

Для покриття виробів із золота, срібла та міді застосовуються свинцеві силікатні емалі. Сполуки свинцю сприяють розтічності та високому блиску емалі. Однак, вони є дорогокоштуючими та дефіцитними сполуками. Перехід на безсвинцеві емалі особливо актуальний у зв'язку з високою токсичністю свинцю та його сублімацією при варці емалі і відповідними заборонами на його використання у виробництві. Вказане спонукає науковців до здійснення досліджень та розробки нових легкоплавких емалей для кольорових металів, які не вміщують свинцеві сполуки [9].

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є безсвинцеві емалеві покриття.

Метою даної роботи була розробка заглушеного емалевого покриття на бесвинцевій скломатриці.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

1) дослідити вплив компонентів TiO_2 , MoO_3 та Fe_2O_3 на основні технологічні та експлуатаційні властивості скла;

2) отримати бездефектні емалеві покриття з гладкою та блискучою поверхнею на мідних зразках;

3) становити найкращий глушник та його раціональну кількість для отримання непрозорих покриттів.

4. Матеріали та методи дослідження впливу TiO_2 , MoO_3 та Fe_2O_3 на властивості скла та покриттів на його основі

За склооснову було обрано легкоплавку емаль 10Н, яка була розроблена на кафедрі ХТКС ДВНЗ «УДХТУ»

наступного складу, мас. %: SiO_2 — 38,5; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ — 25,9; $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{Al}_2\text{O}_3$ — 14,5; $\text{BaO} + \text{ZnO}$ — 15,2; TiO_2 — 5,9. Основні властивості — вилугування — 0,195 см³/г, температура початку розм'якшення (ТПР) — 550 °С та температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) — $110,27 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹, раціональна температура випалу — 800 °С.

На основі аналізу літератури було обрано компоненти, що впливають на прозорість емалі. Їх додавали в шихту понад 100 мас. %. TiO_2 вводили в кількості 10, 12,5 та 15 мас. %; Fe_2O_3 — в кількості 0,25, 0,5 та 0,75 мас. %; MoO_3 — в кількості 1,5, 2,25 та 3,0 мас. %.

Сировинні матеріали розтирали до проходу через сито 05, змішували в заданій кількості в фарфоровій ступці. Варку проводили в шамотних тиглях в електричній печі з силітовими нагрівачами при температурі 1250 °С протягом 60 хв. Готовність скла перевіряли пробою на нитку та коржик. Фритували сухим способом, пропускаючи розплав через залізні валки.

Для дослідних емалей було визначено комплекс властивостей — водостійкість зерновим методом, температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) та температуру початку розм'якшення (ТПР) дилатометричним методом, кристалізаційну здатність градієнтним способом [10].

Розроблені склади наносили на обезжирені мідні зразки шлікерним способом методом обливу. Для приготування шлікеру склофрити розтирали в агатовій ступці та ситовим методом відбирали зерна розміром — 85–100 мкм. Рецепт шлікеру, мас. ч: фрита — 100, вода — 40, органічна зв'язка — 3,3. Емалі випалювались при температурі 800 °С протягом 3 хв. Емалі наносили в 3 шари.

Для отриманих покриттів визначали блиск та білизну на приладі БФ-2.

5. Результати дослідження основних властивостей скла та емалевих покриттів

Виходячи з властивостей кольорових металів та технологічних особливостей отримання художніх та ювелірних виробів можна зформулювати основні вимоги до емалей:

— ТКЛР емалі повинно бути $95\text{--}120 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹, тобто близьким до ТКЛР металевої основи [11];

— температура випалу до 800 °С, тобто значення ТПР емалі < 600 °С;

— вилугування < 2,0 см³/г, тобто клас водостійкості не нижче 4/98;

— дія 10 % HCl протягом 10 хв без втрати блиску та видимих слідів дії реагенту.

Значення ТКЛР всіх дослідних емалей знаходяться в межах $69\text{--}98 \cdot 10^{-7}$ град⁻¹ (рис. 2).

Введення оксидів титану молібдену в базову склооснову, а особливо оксиду заліза призвело до зниження значення ТКЛР дослідних емалей.

Значення ТПР дослідних складів знаходяться в межах — 550–577 °С (рис. 3).

Всі компоненти при їх введенні в базове скло підвищують ТПР, а особливо TiO_2 в кількості 10,0 мас. % та Fe_2O_3 0,75 мас. ч.

Значення вилугування дослідних складів знаходяться в межах 0,059–0,453 см³/г (рис. 4).

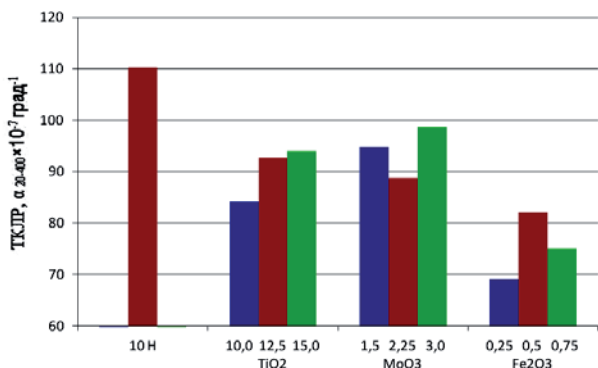


Рис. 2. Вплив кількості дослідних компонентів (мас. %) на ТКЛР скла

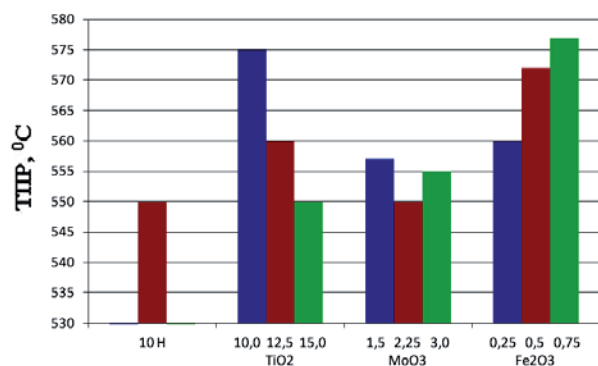


Рис. 3. Вплив кількості дослідних компонентів (мас. %) на ТПР скла

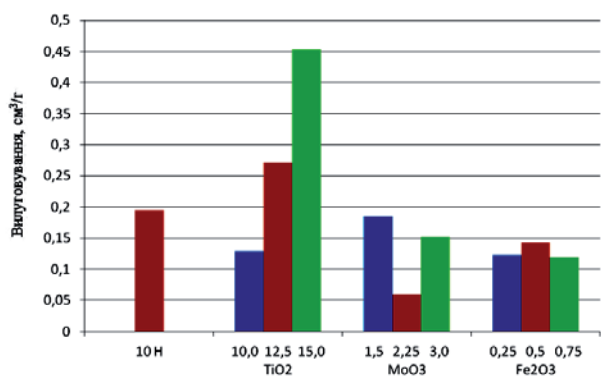


Рис. 4. Вплив кількості дослідних компонентів (мас. %) на випукування скла

При збільшенні вмісту TiO_2 в дослідній склоемалі хімічна стійкість значно знижується; MoO_3 та Fe_2O_3 незначно підвищують водостійкість дослідних стекл.

Блиск (КДЗВ) дослідних покриттів знаходиться в межах — 40–72 % (рис. 5).

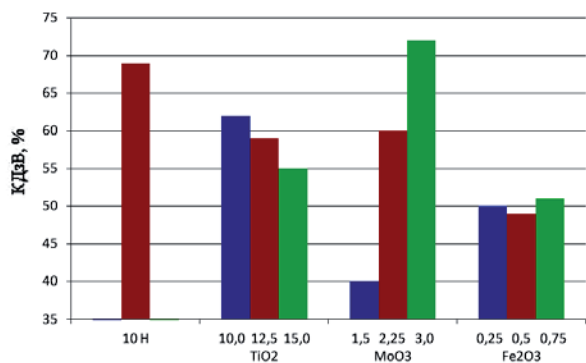


Рис. 5. Вплив кількості дослідних компонентів (мас. %) на блиск емалевих покриттів

Введення дослідних компонентів в базову склооснову зменшує КДЗВ покриттів. Добавка MoO_3 в кількості 3,0 мас. % збільшує блиск.

Кристалізаційну здатність дослідних стекл визначали в діапазоні температур 500–820 °C при витримці в 1 год (рис. 6).

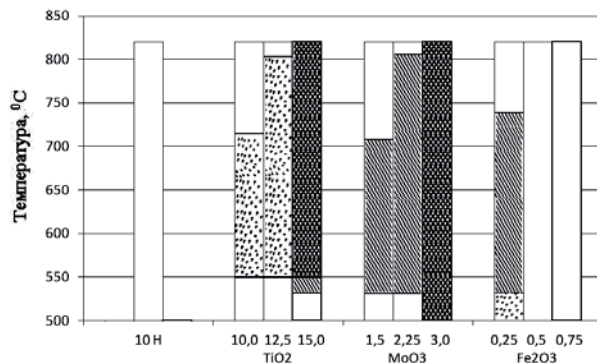


Рис. 6. Вплив кількості дослідних компонентів на кристалізаційну здатність базового скла: \square — відсутність ознак кристалізації; \dots — поверхнева кристалізація у вигляді поверхневої плівки; /// — часткова об'ємна кристалізація скла (кристалічна фаза складає 40–50 %); XXXX — умовна повна кристалізація скла (кристалічна фаза складає 60–100 %)

Ступінь глушіння покриттів оцінювали за КДВ, значення якого було отримано від 29 до 67 % (рис. 7).

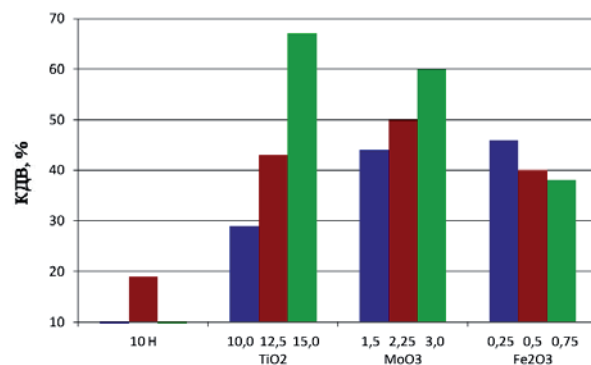


Рис. 7. Вплив кількості дослідних компонентів (мас. %) на КДВ емалевих покриттів

Аналізуючи отримані залежності можна відмітити, що найбільшу заглушеність дослідному склу надає саме MoO_3 та TiO_2 в максимальній кількості та при додаванні Fe_2O_3 0,25 мас. % були отримані покриття середньої заглушеності.

6. Обговорення результатів впливу TiO_2 , MoO_3 та Fe_2O_3 на властивості скла та емалевих покриттів на його основі

В результаті проведеного дослідження при аналізі отриманих залежностей було встановлено, що при введенні добавок TiO_2 в кількості до 15 мас. % та Fe_2O_3 в кількості до 0,75 мас. % спостерігається негативний вплив як на технологічні властивості (ТКЛР, ТПР), так і на експлуатаційні (хімічна стійкість). При введенні MoO_3 в кількості до 3,0 мас. % можна отримати заглушені покриття білого кольору з високим блиском. За візуальною оцінкою покриття, що містять TiO_2 мають

брудо-жовте забарвлення, яке буде заважати отриманню кольорових покриттів світлих відтінків з високою чистотою кольору. Тоді як MoO_3 забезпечує достатньо біле покриття. Він являється перспективним глушником, який надає оптимальне заглушення базової склооснови, на якій можна отримати світлозабарвлені емалі.

Дослідження показало можливість отримання якісних емалевих покриттів на склооснові, що не вміщує сполук свинцю.

Всі дослідні покриття мають високу ступінь оплавлення, міцне зчеплення з мідною підкладеною та не містять дефекти.

Тож в ході роботи були отримані заглушені емалеві покриття на безсвинцевій склооснові, що була розроблена раніше. Отримані непрозорі стекла можуть бути використанні для розробки емалей світлих відтінків.

7. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Розроблено непрозору склооснову, що відповідає вимогам по нанесенню на золото, срібло та мідь.
2. Встановлено, що MoO_3 в кількості 3,0 мас. % дає можливість отримати емалеві покриття з доброю заглушеністю (КДВ = 60 %) та високим блиском (КДЗВ = 72 %).
3. В роботі показано можливість отримання легкоплавких художніх емалей з температурою випалу 800 °С на безсвинцевій склооснові.

Література

1. Бреполь, Э. Художественное эмалирование [Текст] / Э. Бреполь; пер. с нем. И. В. Кузнецовой. — Л.: Машиностроение, 1986. — 127 с.
2. Флеров, А. В. Техника художественной эмали, чеканки иковки [Текст] / А. В. Флеров, М. Т. Демина, А. Н. Елизаров, Ю. А. Шеманов. — М.: Высшая школа, 1986. — 88 с.
3. Борисов, Л. Ф. Ковка. Чеканка. Инкрустация. Эмаль. Основы кузнечного дела. Технология обработки различных металлов. Художественная отделка изделий [Текст] / Л. Ф. Борисов. — М.: ООО «Аделант», 2000. — 224 с.
4. Яценко, Е. А. Художественные эмали для меди [Текст] / Е. А. Яценко, А. М. Кондюрин, В. П. Ратькова, Н. М. Ткаченко // Стекло и керамика. — 1997. — № 3. — С. 25–27.
5. Варгин, В. Технология эмали и эмалирования металлов [Текст] / В. Варгин, Е. Антонова, Л. Гуророва. — М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1958. — 395 с.
6. Зубехин, А. П. Бессвинцовые бороалюмосиликатные эмали для художественных изделий из меди [Текст] / А. П. Зубехин, Е. А. Яценко, Е. Б. Клименко // Стекло и керамика. — 2001. — № 4. — С. 24–25.
7. Pagliuca, S. Porcelain (Vitreous) Enamels and Industrial Enamelling Processes. The Preparation, Application and Properties of Enamels [Text] / S. Pagliuca, W. D. Faust. — Ed. 3. — Mantova, Italy: Tipografia Commerciale srl Via Vittorino da Feltre, 2011. — 900 p.
8. Брагина, Л. Л. Технология эмали и защитных покрытий [Текст] / под ред. Л. Л. Брагиной, А. П. Зубехина. — Харьков: НТУ «ХПИ»; Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. — 484 с.
9. Sarraza, K. Low fire enamels for new pre-primed steels [Text] / K. Sarraza, A. Aronica, A. Leseur // 23rd International Enamellers Congress. — Florence, 2015. — P. 88–100.
10. Павлушкин, Н. М. Практикум по технологии стекла и ситаллов [Текст] / Н. М. Павлушкин, Г. Г. Сентюрин, Р. Я. Ходаковская. — М.: Издательство литературы по строительству, 1970. — 248 с.
11. Царева, Е. В. Декоративные эмали по благородным металлам [Текст] / Е. В. Царева, Ю. А. Спиридонов // Стекло и керамика. — 2011. — № 9. — С. 40–41.

РАЗРАБОТКА ДЕКОРАТИВНЫХ ЭМАЛЕЙ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И МЕДИ

В статье говорится о особенностях декоративных эмалей для золота, серебра и меди. Рассмотрены основные виды художественных эмалей и техники получения эмалевых изделий с использованием специальных приемов нанесения. Приведен анализ современного состояния художественных эмалей и изделий из них. Представлены результаты разработки бессвинцевой эмали с высокими декоративно-качественными показателями.

Ключевые слова: эмаль, золото, серебро, медь, фондон, декорирование.

Рижова Ольга Петрівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна.

Гуржій Ольга Борисівна, аспірант, кафедра хімічної технології кераміки та скла, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: gurjy.o@yandex.ua.

Рыжова Ольга Петровна, кандидат технических наук, доцент, кафедра химической технологии керамики и стекла, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.

Гуржий Ольга Борисовна, аспирант, кафедра химической технологии керамики и стекла, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина.

Ryzhova Olga, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipropetrovsk, Ukraine.

Gurzhyy Olga, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: gurjy.o@yandex.ua