

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МИСТЕЦТВ

М.В. ЛОСИК

Л.Ф. ЛИТВИН

Б.В. ЛЕВКІВ

ДЕКОРАТИВНІ ПОКРИТТЯ НА СКЛІ

Частина 1

Лабораторний практикум

Львів – 2018

Рецензент: **Ф.А. Черняк** – професор кафедри художнього скла ЛНАМ,
Народний художник України

Лосик М.В., Л.Ф. Литвин, Б.В. Левків

Декоративні покриття на склі. Частина 1.

Лабораторний практикум. – Львів : ЛНАМ, 2018. - 60 с.

В лабораторному практикумі подано теоретичний та практичний до виконання матеріал у навчальному процесі з дисципліни "Технологія художнього скла". Практикум буде добрим посібником для творчої роботи студентам, художникам та особам, що цікавляться способами облагородження скла.

ЗМІСТ

Вступ	5
Декоративна механічна обробка скла	7
Абразивні матеріали	10
Граверування скла	12
Піскоструменева обробка	14
Декоративне скло «мороз»	16
Декоративна хімічна обробка скла	18
Декорування скла силікатними фарбами	21
Декорування скла люстровими фарбами	25
Декорування скла технікою «матовий фон»	27
Декоративні рельєфні покриття на склі	29
Декорування скла кольоровими дифузійними пастами	31
Декорування скла дорогоцінними металами	35
Література	37
Рисунки	

ВСТУП

Протягом всієї історії розвитку скловиробництва скло стало символом краси. На сьогоднішній день для сучасного художника скло є найбільш привабливим матеріалом. Скло використовують в архітектурному середовищі, для оздоблення інтер'єрів приміщень різного призначення, у створенні високохудожніх творів, в побуті тощо.

Завдяки вивченню фізико-хімічних основ виготовлення скла вдосконалюються і розвиваються методи обробки та декорування поверхні, його облагородження.

В даному лабораторному практикумі зібрані і відновлені методи виготовлення декоративних покриттів на склі як відомих з історії скловиробництва, так і запропоновані нові.

При написанні практикуму використано багатолітній досвід роботи кафедри художнього скла (співробітників та студентів), які брали участь в нових експериментальних розробках покриттів на склі. В представленій роботі подано теоретичний та практичний до виконання матеріал у навчальному процесі з дисципліни «Технологія художнього скла». В практикумі описані методи виконання декоративних покриттів на склі в холодному стані (шліфування, гранення, гравірування, піскоструменева обробка тощо), а також покриття які вимагають термічного закріплення (розпис, люстри, протрави тощо).

Великий досвід був набутий при проведенні лабораторних занять із студентами, реалізації власних експериментів авторів, використанні історичних матеріалів з основ декорування скла.

Вважаємо, що навчальний практикум буде добрим посібником для творчої роботи студентам, художникам та особам, що цікавляться способами облагородження скла.



ДЕКОРАТИВНА МЕХАНІЧНА ОБРОБКА СКЛА

Скло у твердому стані легко піддається різноманітним способам механічної обробки, а саме: шліфуванню, граверуванню, різанню, сверлінню, ультразвуковій та піскоструменевій обробці, поліруванню, одержання скла «мороз».

Механічну обробку скла застосовують у тих випадках, коли є необхідність надати склу точних геометричних розмірів і отримати високу якість обробленої поверхні. Поверхневі дефекти, які виявляються інколи після формування скловиробів із розтопленої скломаси, можна ліквідувати шляхом механічної обробки його поверхні – шліфуванням і поліруванням.

Використовуючи різноманітні способи механічної обробки можна створювати на поверхні скла високоякісні художні декоративні рисунки.

ШЛІФУВАННЯ І ГРАНЕННЯ

Шліфування – це механічний процес надання правильної геометричної форми та якісної поверхні скла, підготовлену до наступних технологічних операцій.

Скло шліфують на станках за допомогою шліфувального інструменту – чавунного диску, який обертається навколо своєї осі і обробляє поверхню скла. Допоміжною роботою є шліфування нерівного краю та поверхонь усіх видів скла, включаючи декоративне гутне. Першу стадію шліфування називають обдиркою або грубим шліфуванням. На поверхню шайби подається суміш абразивного порошку з водою (пульпа). Абразивним матеріалом може бути кварцовий пісок, порошок карбіду кремнію (карборунд), наждак.

Для рівномірного якісного шліфування скловиріб треба переміщувати по всій поверхні шайби. Для перевірки якісного шліфування скловиріб періодично промивають під водою від пульпи і оглядають.

На другій стадії шліфування (тонке шліфування, файнування) використовують послідовно дрібнозернисті фракції абразиву. Стадія тонкого шліфування є проміжною між обдиркою і поліруванням. В результаті груба поверхня скла стає тонкозернистою і напівпрозорою.

Якість шліфування залежить від мікротвердості скла: чим твердіше скло, тим менша продуктивність шліфування. Суттєвий вплив на якість шліфування мають абразивні матеріали, шліфувальні інструменти та швидкість процесу шліфування.

Після тонкого шліфування скловиріб необхідно відполірувати на дерев'яній шайбі. Для цього використовують полірувальні матеріали як природні (пісковий шлам, пемза, інфузорна земля), так і штучні (крокус, олов'яна зола, полірит). Полірування дає можливість отримати гладку, прозору, дзеркальну поверхню скла.

В практиці основними полірувальними матеріалами є крокус та полірит. Крокус – це тонко дисперсний оксид заліза (фракція 0,1-1,5 мкм.) Його використовують для полірування листового, оптичного, гутного скла і біжутерії, тобто у тих випадках, де полірування здійснюється одним робочим процесом.

Препарати церію є одними із найкращих полірувальних матеріалів, в 2-2,5 рази перевищують дію полірування крокусу, надають поверхні скла високої степені блиску.

В якості полірувальних матеріалів в технології скла використовують волок, дерево, корок, композиційні пластичні маси.

Технологічний процес шліфування використовують не лише для надання склу якісного вигляду, а й для створення декоративних ефектів на його поверхні (оздоблення). Техніка шліфування скла застосовується при нанесенні узорів у вигляді надрізів (гранення). Застосовують дві робочі операції: грубе (гранення) і тонке шліфування.

Стадія тонкого шліфування є проміжною між обдиркою і поліруванням. В результаті тонкого шліфування поверхня скла стає гладкою, напівпрозорою. Для тонкого шліфування використовують кам'яну шайбу із електрокорунду. Під час роботи на шайбу подається вода. Кам'яна шайба інколи може залишати на склі подряпини через зерна абразиву. Тому після такого шліфування скло полірують на дерев'яній шайбі пемзою, крокусом, препаратом полірит та іншими полірувальними матеріалами.

Гранення виробів на шайбі є одним із найбільш ефективних способів декорування скла. Цим способом можна виконувати різноманітні конфігурації граней, а також поєднувати з деякими прийомами гутного декорування (рис. 1).

При граненні скловиробів складної форми процес складається з грубої обдирки, тонкого шліфування (дистування) і полірування. Процес гранення починають з грубої обдирки на залізних кругах, дистування граней виконують на кам'яних кругах, а потім полірують порошком пемзи на дерев'яних або коркових кругах. Гранення можна поєднувати з різними видами різьби. Гранення тонких деталей скловиробів виконують на станках, призначених для виконання різьби на склі. Для якісного нанесення різноманітних граней використовують круги із синтетичного алмазу.

РІЗЬБА

Різьба – один із способів механічної обробки скла в холодному стані. Найбільш поширеним різновидом різьби є алмазна грань. Різьбу виконують за допомогою гострих абразивних кругів клиноподібного профілю. В результаті відбивання і заломлення світла на полірованих поверхнях прорізаного скла виникає гра світла, що нагадує гранені дорогоцінні камені. Для виконання різьби на склі використовують станки з абразивними кругами. При нарізанні ліній ри-

сунку застосовують абразивні круги різних діаметрів і профілів обробки. Лінії різьби наносять на вироби послідовно. Високоякісну різьбу можна отримати, використовуючи круги із синтетичних алмазів.

Види різьби на склі є різноманітними. Широке застосування має різьба клиновидного профілю – алмазна різьба. Рисунок алмазної різьби різноманітний: лінії, криволінійні елементи, дугоподібні, хвилясті, замкнуті (рис. 4).

При виконанні ввігнутих криволінійних прорізів отримують цікавий оптичний ефект лінз (рис. 1, 1а). Ефект ввігнутих лінз можна отримати при застосуванні широких кругів (30-50 мм). Чим глибша лінза, тим меншим повинен бути діаметр круга.

При виконанні рисунків лінії утворюють зірочки з багатокутниками – «камелями», які є традиційними при виконанні алмазної різьби.

Часто декоративною різьбою прикрашають вироби із накладного скла.

АБРАЗИВНІ МАТЕРІАЛИ

Слово «абразив» латинського походження і в перекладі на українську означає здирати, зішкрябувати. В якості абразивів використовують порошки твердих крихких матеріалів, твердіші від оброблювального матеріалу.

Абразивні матеріали є природні і штучні. До природних абразивів відносять: кварцовий пісок, алмаз, корунд, гранат та ін. Штучними абразивами є електрокорунд, карбід кремнію та ін. Для якісного шліфування зерна абразивного матеріалу повинні бути гострогранними і різного розміру зерен (різні фракції зернистості).

Для шліфування скла переважно використовують кварцові піски (недефіцитні і дешеві). Твердість кварцового піску по шкалі Мооса -7, чуть вища від твердості скла (по шкалі Мооса 6-7). Наждак має твердість по шкалі Мооса - 8-9 і містить до 60% Al_2O_3 .

Природний корунд має твердість по шкалі Мооса 9 і містить 95% Al_2O_3 . Як правило, природний корунд забарвлений домішками оксидів металів (сірий, бурий, коричневий кольори). Однак, у зв'язку з обмеженими природними запасами корунду його майже не використовують у механічній обробці скла.

Різновиди гранату (залістисті, залістисто-глиноземні) мають твердість по шкалі Мооса 7-8 і використовуються для шліфування скла.

Алмаз по шкалі Мооса має твердість 10 і представляє собою хімічно чистий вуглець. Він є найтвердішим з усіх відомих природних матеріалів.

До штучних абразивних матеріалів належить карбід кремнію (карборунд SiC), який своєю твердістю поступається тільки алмазу, штучний корунд (менш твердий, ніж карбід кремнію, але більш стійкий), карбід бору (найбільш дорогий штучний абразив).

Абразивні матеріали використовуються у шліфуванні скла в залежності від якості поверхні, виду скла, від складності механічної обробки. Найбільш суттєвий вплив на якісний процес шліфування має твердість абразивів (табл.): чим твердіші зерна абразиву, тим більш якісно проходить процес шліфування.

Таблиця

Властивості абразивних матеріалів, які використовуються при шліфуванні скла

Абразив	Твердість по Моосу	Мікротвердість, МПа	Абразивна здатність
Алмаз	10	100000	1
Карбід бору	9,9	92000-93000	0,58-0,60
Карборунд зелений	9,1-9,3	25000-33000	0,25-0,45
Електрокорунд	9	25000-27000	0,14-0,16

Зерна абразиву при шліфуванні зношуються, стираються. Однак, обломки відпрацьованих зерен мають знову гострі грані і вони можуть бути раціонально використані при інших умовах шліфування.

ПОЛІРУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Найменший розмір зерен абразивних матеріалів при шліфуванні скла складає біля 0,005 мм (середній діаметр). Середній діаметр зерен полірувальних матеріалів – 0,001 мм і менше.

Полірувальні матеріали використовують природні (пісковий шлам, пемза, інфузорна земля) і штучні (крокус, олов'яний попіл, препарати церію).

Пісковий шлам має властивість осідати, внаслідок чого відбувається розділення між частинками піску. Найбільш ефективним матеріалом є пемза. Вона є більш м'яким матеріалом і дозволяє регулювати однорідність зернового складу. За шкалою Мооса пемза має твердість 5-6. Це продукт вулканічного походження, основними компонентами пемзи є SiO_2 і Al_2O_3 . За своїми властивостями вона є дуже добрим полірувальним матеріалом.

Інфузорна земля (трепел) кремнеземиста порода жовтого кольору з добавками заліза. При поліруванні надає склу відмінного блиску.

Крокус за своїм хімічним складом є Fe_2O_3 , коричнево-червоного кольору. Його використовують для полірування листового, гутного, оптичного скла, а також біжутерії.

Олов'яний попіл та препарати церію вважаються дуже якісними полірувальними матеріалами.

ГРАВЕРУВАННЯ СКЛА

Граверування відноситься до механічних процесів обробки скла за допомогою абразивних матеріалів або твердих інструментів малих розмірів. Рисунок на склі можна граверувати в глибину або рельєфно. Рельєфну обробку скла можна називати процесом різання. Граверування є складним процесом техніки декорування скла (рис. 1).

Є декілька видів граверування: пластичне (глибоке і рельєфне), граверування ліній, граверування ліній, граверування і гранення кругом, пунктиром, вистукуванням, ультразвуком і лазерним променем.

Для граверування використовують граверувальні круги з міді або електрокорунду. Мідними граверувальними кругами можна обробляти рисунок дуже точно і акуратно. Глибина обробки може бути до 3 мм. Граверні роботи на відміну від шліфування вимагають точної обробки, особливо при роботі з виробами малих форм. Для роботи використовують мідні граверувальні круги різних форм і розмірів. Якість граверованої поверхні залежить від розмірів зерна абразивного матеріалу, числа обертів круга і твердості. В якості абразивного матеріалу використовують стійкий до стирання штучний корунд різних фракцій. Для тонких прорізів використовують тонку фракцію.

Тонкі складні рисунки, дрібні деталі граверують тільки мідними кругами (художні вироби). Абразивними кругами можна граверувати серійні скловироби або виконувати не надто складні роботи. Мідними кругами граверують переважно рельєфні зображення.

При роботі над скульптурною гравюрою спочатку використовують грубий і твердий абразивний матеріал, який дає матову поверхню; більш тонкі фракції абразиву використовують при обробці тонких деталей (напівпрозора поверхня). Цей спосіб можна використати при граверуванні скла з кольоровою протравою. Глибина такого граверування складає сотні долі міліметра.

Перед початком роботи на склі визначають контури рисунку. Для цього можна використовувати папір з рисунком (розміщувати його на внутрішній поверхні виробу), кальку з проколотими слідами рисунку або розведені на водно-клеючому розчині білила.

При пластичному граверуванні скла спочатку великими кругами наносять основні контури гравюри, а потім використовують граверні круги з меншими діаметрами.

Найбільш складною роботою є граверування мідними кругами дрібних деталей рисунку (вузьких прорізнних ліній) Вузькі і спіралеподібні лінії граверуються поступово у декілька прийомів.

При виконанні простих накладних рисунків використовують широкі мідні або заокруглені абразивні круги. Цей спосіб характерний для граверування

поверхні скла з кольоровими протравами, люстрами чи силікатними фарбами. Глибина граверування при цьому не перевищує 0,5 мм.

Техніка граверування – рисунок алмазом називається надряпуванням, вистукуванням, рифленням, вибиванням (рис. 2). Такий спосіб потребує зосередження при виконанні рисунку. В процесі роботи алмаз не повинен працювати в будь-якому напрямку. Його необхідно завжди тримати так, щоб грань алмазу була направлена в напрямку руху інструменту. Ручку інструменту необхідно тримати перпендикулярно до поверхні скла. При кожному постукуванні гострим наконечником на склі залишаються білі сліди – лінії, крапки. Поверхневі узорі можна наносити також штрихуванням. Алмазні різці можна замінити різцями із штучних карбідів або корундом.

Вибивання рисунку (виколювання) на поверхні скла проводять ударами металевого загостреного молотка або зубила. Сила удару повинна бути слабкою, щоб не зруйнувати виробу. В точці удару утворюється білий слід виколотого скла. Гострі краї сколів загладжуються механічним способом або хімічним поліруванням.

Пластична виразність граверного рисунку вдосконалюється шляхом полірування окремих елементів рельєфу на полірувальних кругах крокусом і пемзою, а також полірувальною щіткою.

ПІСКОСТРУМЕНЕВА ОБРОБКА

Одним із механічних способів декорування поверхні скла є піскоструменева обробка. Твердий абразивний матеріал подається під тиском на поверхню скла і руйнує її. Поверхня стає матовою. Такими абразивними матеріалами можуть бути гострогранні зерна кварцового піску або корунду. Поверхню скла, що не підлягає піскоструменевій обробці, захищають трафаретами.

На якість обробленої поверхні впливають вид абразивного матеріалу, швидкість і тиск подачі струменя абразиву, кількість та зернистість, час обробки. Експериментально встановлено, що дрібнозернистий пісок руйнує поверхню скла швидше, ніж зерна більших розмірів. Для глибинної піскоструменевої обробки, навпаки, придатні кварцові зерна грубих фракцій (до 1 мм.). Тому дрібнозернисті фракції піску більш придатні для отримання ніжної матової поверхні скла. Крім того, при виготовленні конкретного рисунку з використанням шаблонів, грубозернисті фракції не дають чітких контурів. Дрібнозернистий пісок, навпаки, сприяє одержанню чітких контурів.

На якість обробленої поверхні суттєво впливає якість абразиву, особливо його твердість. В процесі роботи абразиву (обробка поверхні) він поступово збагачується маленькими частинками скла. Тому в піскоструменевих апаратах є періодичність у заміні відпрацьованого абразивного матеріалу новим.

На якість обробленої поверхні впливають віддаль і швидкість подачі абразивного матеріалу. Із збільшенням віддалі швидкість зменшується, однак, при цьому підвищується однорідність обробленої поверхні. Найбільш практична віддаль від поверхні скла до апарату, що подає пісок (пістолет) не повинна перевищувати 20 см.

Час піскоструменевої обробки вибирають залежно від вимог до поверхні скла. Для отримання матового скла достатньо декілька секунд. Глибинна обробка скла є більш тривалою з періодичним оглядом процесу (рис. 3, 3а).

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ПІСКОСТРУМЕНЕВОЇ ОБРОБКИ

Піскоструменева обробка скла здійснюється в герметичній камері. Передня сторона камери обладнана спостережним вікном і двома отворами з рукавами для рук. Скловиріб встановлюють у камеру, при потребі закріплюють на турнетці. Скловиріб обдувається повітряно-пісковою сумішшю із пістолета. В залежності від кінцевого результату отримання обробленої поверхні вибирають зернистість піску, час, віддаль і швидкість подачі абразиву. Для збору пісково-скляного порошу в камері встановлюють вентилятори та фільтри.

Просіяний та висушений пісок подається на поверхню скла під тиском, який можна регулювати і складає 0,2-0,3 мПа. Для глибокого рельєфу можна подавати пісок під тиском 0,4-0,5 мПа.

Для виконання чітких і складних рисунків на склі використовують захисні покриття – трафарети.

На листовому склі і на об'ємних виробах можна виконувати різний декор, який буде мати вигляд матової поверхні або рельєфу. Піскоструменевим способом можна декорувати різні види скла та його форми.

При піскоструменевої обробці матова поверхня скла є більш вираженою, чіткою і насиченою у порівнянні із хімічним травленням. При матуванні можна отримати дуже чіткі контури рисунку. Цей спосіб обробки скла є швидким і продуктивним (рис. 5, 6).

За допомогою піскоструменевої обробки можна здійснювати різноманітні способи декорування скловиробів:

- 1) матований рисунок (з трафаретом і без нього);
- 2) двохсторонній декор;
- 3) кольоровий рисунок на накладному склі;
- 4) різноплавний декор;
- 5) суцільне пробивання товщини скла піском та ін.

Піскоструменеву обробку можна поєднувати із хімічним травленням скла, граверуванням, скло морозом, розписом силікатними фарбами, рельєфними покриттями та іншими видами декору на склі.

Матеріали та апаратура для виконання

1. Піскоструменевий апарат
2. Різновиди скла і скловиробів
3. Матеріал для трафарету
4. Захисні окуляри.

ДЕКОРАТИВНЕ СКЛО «МОРОЗ»

Розчин клею, нанесений на скло, в процесі твердіння виринає з поверхні скла куски неправильної форми. На поверхні скла появляється візерунок, який нагадує мороз (рис.1).

Суть процесу полягає у фізико-хімічній взаємодії між склом і клеєвим розчином. В результаті, в процесі висихання колоїдного розчину шар клею виринає з поверхні скла кусочки, утворюючи при цьому нерівномірну узорну поверхню. Таке декоративне покриття можна досягнути шляхом попередньої обробки поверхні скла піскоструменевим способом або травленням фтористоводневою кислотою чи жатою на її основі. Після такої механічної чи хімічної обробки поверхня скла стає більш хімічно активною до клею чого розчину. В результаті прискорюється процес відриву частинок скла від поверхні. Густиий шар клею, розігрітий при нагріванні, швидко висихає і зменшується в об'ємі. Між шаром клею і поверхнею скла виникають напруги і поверхневий шар покриття розривається на дрібні неправильної форми частинки. Таким чином на поверхні скла створюється візерунок. Форма візерунку залежить від багатьох технологічних факторів: швидкості висушування, температури і товщини клеєного розчину, тривалості сушки і т.д.

Узори на склі будуть тим дрібніші, чим вища температура, швидкість висушування і тонкий шар клею.

Таблиця

Фактор	Візерунок	
	дрібний	грубий
Температура	висока	низька
Тривалість сушки	швидка	повільна
Повітря	сухе	вологе
Товщина шару клею	тонкий	товстий

Основною умовою одержання якісного узору є дотримання оптимальних технологічних параметрів. Якщо товщина клеєного покриття буде менше мінімально допустимого, то напруги між склом і шаром клею, що виникають в процесі сушки, будуть настільки незначними, що відриву частинок скла не відбудеться. І навпаки, якщо скло тонке, а шар клею товстий, скловиріб зруйнується повністю.

Технологічний процес виконання

Технологічний процес одержання на склі покриття «мороз» включає наступні стадії:

-
- приготування розчину клею
 - підготовка скла
 - нанесення клеєного розчину
 - твердіння покриття

Кінцева стадія обробки покриття (чищення, промивання скла тощо)

Для приготування розчину використовують водорозчинні клеї: столярний, шкіряний, рибний, декстрин або їх суміші та ін. Найбільш ефективним у роботі є столярний клей у вигляді стружки або клей «козеїн». Клей у твердому виді заливають водою кімнатної температури (18-20°C) у надлишку. Водно-клеєву масу залишають на декілька годин (10-12 год) до повного розчинення клею. Не рекомендується нагрівати розчин на відкритому вогні, оскільки він може частково втратити свої ключі властивості.

Після повного розчинення клею і відстоювання розчину, надлишок води зливають і в результаті отримують густий концентрований клею чий розчин. Клей-розчин наносять на скло з товщиною стінок не менше 5 мм. У разі необхідності на окремі ділянки скла, які не будуть оброблятися клеєм, наносять трафарет або будь-який інший захисний шар.

Розчин клею наносять пензлем на поверхню скла. Щоб отримати більш грубо рельєфні узорі наносять товстий шар клею одноразово або поступово декілька разів.

Після затвердіння клейового шару скло переносять у сушильну шафу або до іншого джерела тепла, де при температурі до 200°C і постійному регулюванні подачі сухого повітря проходить основна стадія процесу.

Для отримання дрібних візерунків «морозу» поверхню скла обробляється більш інтенсивно сухим теплим повітрям, тривалість сушіння від 5 до 12 годин.

Після висушування поверхню скла ретельно чистять: забирають залишки захисного покриття, кусочки клею з частинками (осколками) скла, зливають теплою водою.

Скло можна додатково обробити: зняти широку фаску, шліфувати, наносити кольорові покриття тощо. Декоративні «морози» на склі не є прозорими, однак вони добре пропускають світло. Таке скло поглинає дуже мало світла, в середньому на 5% більше, ніж гладке скло. Окрім того, таке узорне покриття закриває деякі дефекти скла (бульбашки, свілі тощо).

Необхідні матеріали для виконання

1. Скло (листова, гутне, безколірне, кольорове)
2. Клей
3. Сушильна шафа або інше джерело тепла
4. Пензлі, щітки

ДЕКОРАТИВНА ХІМІЧНА ОБРОБКА СКЛА

Скло є стійким матеріалом по відношенню до дії на нього різних хімічних сполук і розчинів. Тому практично всі хімічні реагенти (порошкоподібні матеріали та розчини) зберігаються у скляній тарі. Єдиною хімічною речовиною, яка руйнує поверхню скла є фтористоводнева кислота та її солі. Тому ці хімічні сполуки зберігаються у пластиковій тарі.

Хімічне травлення скла є одним із способів одержання декоративних покриттів на склі (листова, безколірна, накладна та ін.). На лабораторне скло за допомогою хімічного травлення наносять різноманітні лінії та позначки, створюють шкалу точних вимірювальних приладів тощо.

Відомі різні способи хімічної обробки поверхні скла, а саме: парами фтористоводневої кислоти, розчинами самої кислоти різної концентрації, глибоке (гільоширне) травлення, фото травлення, протравлювання пастами кольорового накладного скла (спосіб Галле). (рис. 7)

В процесі дії фтористоводневих сполук на поверхні скла відбувається хімічна реакція між компонентами у склі та сполуками фтору. В першу чергу HF реагує і одночасно руйнує основний компонент скла – оксид кремнію SiO_2 (його структуру). Інші оксиди (Na_2O , K_2O , Ca_2O , MgO , BaO , PbO та ін.), які входять до складу скла, доволі легко вступають в реакцію з фтористими сполуками. На протравленій, хімічно-зруйнованій поверхні скла утворюються хімічні сполуки у вигляді білої сухої суміші, яка легко змивається водою. В результаті поверхня скла стає непрозорою, ніжно-матовою, шовковистою.

Якість протравленої поверхні скла залежить, в першу чергу, від складу травильного розчину, від швидкості протікання хімічної реакції, від чистоти поверхні скла.

У художній справі для нанесення декоративних рисунків на скло найчастіше і найзручніше використовувати пастоподібні суміші на основі солей фтористоводневої кислоти: фтористий амоній NH_4F , фтористий Ca , фтористий Na . Для приготування пасти до основного складу додають інертні добавки-наповнювачі (декстрин, сульфат барію BaSO_4 , крохмаль, мука, кремнефтористий натрій). В якості зв'язуючої речовини використовують воду. Для більш ефективної дії пасти до її складу додають незначну кількість HF – кислоти.

Інкуби для одержання матової поверхні скла (велика площа) використовують HF – кислоту різної концентрації (з додаванням води). Процес протравлювання проводять при кімнатній температурі $18-20^\circ\text{C}$. В окремих випадках травильні склади можна використовувати при температурі 30°C , але не вище.

Для виготовлення чітких контурів рисунку перед процесом матування на поверхню скла наносять захисні покриття, які не піддаються дії парів фтору. Такими захисними препаратами можуть бути бджолиний віск, парафін, озокерит, аракал та ін.

Пасти-суспензії наносять на відкриту поверхню скла пензликом або губкою-тампонами. Перед початком роботи скло має бути ідеально чистим і сухим. У протилежному випадку протравлена поверхня скла буде плямистою і неоднорідною.

Якість покриття залежить від складу пасти (концентрація та співвідношення компонентів), від хімічного складу скла, виду скловиробу, від отримання бажаної фактури поверхні.

Спосіб хімічного травлення-матування скла є особливо цікавий у художній справі при виготовленні декоративних покриттів на кольоровому накладному склі. Наклад із кольорового скла можна протравлювати на різну глибину, аж до основи (безколірного чи іншого кольору скла). Такі ефекти створюють інтенсивні відтінки кольору на різних ділянках скловиробу. Необхідно зауважити, що для досягнення рельєфних протравлювальних ефектів треба використовувати багаторазове накладання на визначені ділянки скла пасти. Інші ділянки можна протравлювати до одержання більш світліших відтінків. Необхідно відзначити, що цей процес травлення називається методом Еміля Галле, який був автором цього винаходу і створив неповторні декоративні покриття на склі.

Метод хімічного травлення-декорування поверхні скла можна поєднувати з іншими різновидами декору. Наприклад, поєднання з силікатними фарбами (малюнок на склі), люстрами, позолотою, рельєфними покриттями (матфон, висока емаль). Мідні і срібні поверхневі покриття протравлюють в тонких плівках для одержання бажаного рисунку, використовують спосіб граверування та інші способи холодної обробки скла (рис. 8).

ПРОТРАВЛЮВАННЯ СКЛА ПАСТАМИ

Пасти-суспензії використовують для матування (протравлювання) поверхні листового, видувного та накладного скла. Основним компонентом пасти є сіль фтористоводневої кислоти – фтористий амоній NH_4F . У фарфоровій ступці препарат досконало розтирається з водою до консистенції густої сметани. До отриманої маси додаємо нейтральний наповнювач, найчастіше порошок декстрину (або крохмалю, чи BaSO_4), добре перетираємо до однорідності.

Поверхня скла повинна бути добре очищена, знежирена і суха. При потребі на скло наносять захисні покриття для отримання чітких контурів рисунку.

Пасту наносять на скло пензлем рівномірним шаром товщиною до 1 мм. Тривалість протравлювання складає 15-20 хв., після чого пасту змивають під проточною водою, а скло витирають насухо.

Процес накладання пасти при потребі (для досягнення бажаного ефекту – рисунку) повторюють декілька разів. У випадку використання накладного кольорового скла процес протравлювання здійснюється аж до безколірного скла – основи багатостадійно.

На отриманій поверхні скла можна виконувати граверні роботи, розмальовувати силікатними фарбами, люстрами, наносити інші декоративні покриття.

Необхідні матеріали та інструменти для роботи

1. Скло листове безколірне і кольорове
2. Скло двошарове накладне кольорове
3. Скло гутного виробництва
4. Скло посудне
5. Хімічні реактиви: HF – кислота, сіль фтористий амоній NH_4F , наповнювач-декстрин або крохмаль
6. Вода
7. Фарфорова ступка з пестиком
8. Пензлики
9. Чиста бавовняна тканина
10. Стеки.

ДЕКОРУВАННЯ СКЛА СИЛІКАТНИМИ ФАРБАМИ

РОЗПИС НА СКЛІ

Одним із найдавніших способів декорування скловиробів є ручний розпис фарбами. Він є основою всіх сучасних видів декорування скла: шовкографії, аерографії, декалькоманії, фотодруку. Ручний розпис використовується при декоруванні скловиробів серійного виробництва, а також для оздоблення одиничних виробів декоративно-ужиткового мистецтва.

Розпис на склі належить до складних методик декорування. При виконанні живописних робіт на склі перш за все необхідно знати вид і властивості скла, властивості пігментів (покривна здатність, температурний режим відпалу), приготування зв'язуючих матеріалів, способи нанесення рисунку, інструменти та прилади для роботи.

Скло розписують фарбами, що представляють собою тонкозмелене кольорове скло або суміш легкоплавкого скла з кольоровими компонентами. Безколірне легкоплавне скло ще називають флюсом або топником (плавнем). Це такі матеріали, які мають здатність знижувати температуру спікання (плавлення).

Фарби для розпису повинні мати температуру розтоплення і спікання нижчу від температури розм'ягчення скловиробу, на який їх наносять.

При підготовці до розпису фарбу-порошок змішують із відповідними зв'язуючими матеріалами і розчинниками. Вибирають способи розпису та інструменти для роботи. Вироби з нанесеним покриттям випалюють у спеціальних печах при температурі, яка забезпечує гладкість і блискучу кольорову поверхню скла.

Для виготовлення силікатної фарби для розпису скла використовують сполуки свинцю Pb, бору B_2O_3 , кремнезему SiO_2 , натрію Na_2O , калію K_2O . Силікатні фарби повинні відповідати певним експлуатаційним вимогам (атмосферостійкість, хімічна стійкість, температурне розширення тощо). Тому, з метою збагачення їх властивостей, при виготовленні пігментів додають інші допоміжні матеріали.

Основні компоненти дають можливість отримати безколірне прозоре скло. Забарвлення (колір) досягається додаванням барвників, а саме сполук металів (солі, оксиди): кобальту, міді, хрому, заліза, нікелю, олова, сурми марганцю та ін.

Температури топлення (°C) основної сировини у виготовленні силікатних фарб:

Розмелений кварц – 1713

Бура – 741

Свинцевий сурик – 888

Карбонат натрію – 853

Карбонат калію – 909

За зовнішнім виглядом і властивостями фарби є: прозорі, непрозорі, рельєфні, люстри, дорогоцінні метали.

Важливою умовою при виконанні живописних робіт на склі є використання фарб з однаковою температурою випалювання. Це є особливо важливим при нанесенні на скло багатоколірних орнаментів. Тугоплавна фарба після випалювання залишається матовою, а більш легкоплавна розпливається на поверхні скла. Таким чином, при виробництві силікатних фарб для розпису скла вибирають таке співвідношення всіх компонентів, щоб температура випалювання фарби на склі була в межах 560-580°C. При випалюванні розписаного виробу фарба сплавляється з поверхнею скла. Тому повинно діяти основне правило – коефіцієнти термічного розширення мають бути приблизно однакові. В протилежному випадку будуть виникати напруження між склом і фарбою, що проявиться у виді розтрісканої фарби.

Коефіцієнт термічного розширення підвищується при додаванні Na_2O , який, однак, знижує хімічну стійкість фарби. Коефіцієнт розширення знижує V_2O_5 і SiO_2 при одночасному підвищенні хімічної стійкості скла. Тому у фарбу з більшим термічним розширенням додають буру.

На сьогоднішній день скло-фарби виготовляються таким складом, що при випалюванні утворюють проміжні плівки з поверхнею скла. При цьому термічне розширення скла і фарби вирівнюється.

Важливим компонентом при приготуванні фарби є флюс (топник, плавень, флюс). Найважливішою його властивістю є зниження температури випалювання. Флюс повинен бути прозорим. Існує багато рецептів приготування флюсів. В залежності від складу і призначення вони поділяються на: свинцеві, борносвинцеві і безсвинцеві. При приготуванні різних складів фарб використовують відповідні флюси.

При випалюванні фарба повинна поступово розм'ягчуватися на поверхні скла в більш широкому інтервалі температур. В'язкість розплаву не повинна швидко знижуватися.

При виготовленні скло-фарби барвники і флюс змішують таким чином, щоб в кінцевому результаті фарба мала відповідну температуру випалювання і інтенсивність забарвлення, яка може знижуватися із збільшенням кількості флюсу (фарба розбавляється).

Основною сировиною для виготовлення флюсу є мелений кварц, борна кислота, бура, свинцевий сурик, польовий шпат, поташ, сода.

За способом приготування силікатні фарби для скла можна розділити на дві групи:

-
- 1 – фарби, одержані шляхом спікання барвника;
 - 2 – фарби, одержані шляхом механічного змішування готового флюсу з барвником.

В результаті силікатні склофарби є:

- прозорі (транспарентні)
- непрозорі (емалі)
- проміжні

За хімічним складом барвники представлені оксидами металів, солями металів та іншими сполуками оксидів металів. На інтенсивність кольорового відтінку впливає концентрація барвника.

Барвник повинен мати високу тинину помолу і добру покривну здатність. Світлі відтінки фарби одержують змішуючи барвник з білим наповнювачем.

Основні склади барвників

Сині барвники одержують на основі окислу кобальту Co_2O_3 , який має інтенсивну фарбуючу здатність. Для одержання темно-синього забарвлення достатньо 1% Co_2O_3 ; максимальна кількість для фарби складає 3%.

Зелені барвники. Окис хрому Cr_2O_3 самостійно або в комбінації з іншими окислами забарвлює барвник і скло в зелений колір. В присутності окису міді ($\text{CuO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$) можна отримати світлозелені тони, а кобальту ($\text{CoO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$) – темнозелені.

Коричневі барвники. Для одержання коричневих тонів змішують у різних пропорціях окисли заліза, цинку, хрому.

Червоні барвники. Яскраво-червоний колір виготовляють при використанні сполук кадмію і селену. В залежності від співвідношення компонентів від різновиду вказаних хімічних сполук можна отримати різні відтінки барвника від жовтого, оранжевого до червоного.

Жовті барвники. Жовтий кольоровий відтінок дають сполуки кадмію CdS , сурми і хрому в присутності свинцю.

Чорні барвники. Це багатокомпонентні барвники, які містять окисли заліза, кобальту, нікелю, міді, хрому, марганцю.

Сірі барвники одержують із чорних шляхом додавання білих наповнювачів (окис цинку, олова, цирконію).

Інгредієнти барвників тонко перемелюють. Суміші випалюють для одержання барвників відповідного кольору (переважно в інтервалі температур 800-1300°C). Після охолодження спечену масу тонко розмелюють, змішують із флюсом для отримання готової фарби.

Для надання фарбі непрозорості та покривної здатності використовують наповнювачі. Наповнювачами є окиси олова, сурми, цирконію, церію, титану.

До чорної і темних тонів фарби наповнювачі додавати не обов'язково.

Фарби для розпису скла існують у вигляді тонко розмелених порошоків. Для нанесення їх на поверхню скла використовують зв'язуючі речовини для виготовлення паст-суспензії. При випалюванні зв'язуючі речовини вигорають уже при низьких температурах. Існує багато різновидів зв'язуючі речовин: ефірні, терпентинові, лавандові, розмаринові, гвоздичні олії, бальзами, смоли, каніфоль та інші синтетичні зв'язники. Незважаючи на їх високу покривну здатність, ці речовини є частково хімічно шкідливими для здоров'я людини. Тому в навчальній лабораторії кафедри художнього скла успішно використовують в якості зв'язуючої речовини цукровий сироп (суміш води і цукру у пропорції 3:1)

Для розпису на склі використовують такі інструменти як палітра, турнетка (при потребі) шпатель, куранти і пензлі.

Існує багато способів та варіантів ручного розпису на склі. З усіх інструментів, які використовуються для розпису скла найважливішими є пензлі. Для виконання живописних робіт на склі використовують пензлі різних розмірів і спеціальної форми (рис. 23). Пензлями виконують різноманітні мазки (накладний мазок, мазок-розтяжка), кругові розтяжки на турнетці тощо.

Доповнюючими елементами при виконанні живописних робіт є поєднання двох технік розпису: фарби і люстру, фарби і матфону (рис. 14-16).

Окремою технікою декорування скла силікатними фарбами можна вважати лінію, заливку, розмивку, накладний мазок (рис. 9-16). При виконанні складних живописних робіт використовують техніку поступового нанесення фарби на скло і двохстадійний випал. Температура випалювання в усіх випадках 560-580°C.

Матеріали та інструменти для роботи

1. фарба-порошок
2. цукровий сироп
3. палітра
4. пензлі
5. сито для просіювання фарби-порошку
6. турнетка (при потребі)
7. перо, голка та інші інструменти
8. муфельна піч

ДЕКОРУВАННЯ СКЛА ЛЮСТРОВИМИ ФАРБАМИ

Люстрові фарби (люстри) утворюють на поверхні скла тонку прозору кольорову плівку. Люстри – це розчини органічних сполук з металами: вісмуту, олова, заліза, золота, срібла, міді, кобальту, хрому, марганцю, урану та ін. Ці хімічні сполуки при змішуванні при різних співвідношеннях надають люстровому покриттю різноманітні кольорові відтінки.

Технологія приготування люстрових розчинів є складною і вимагає добре обладнаної технічними засобами лабораторії. Як правило, приготування люстрових розчинів можливе лише на підприємствах з виготовлення та переробки хімічних препаратів. Необхідно зауважити, що приготування кожного окремого виду люстрового розчину на основі відповідного металу має свої технологічні особливості.

Кольорові люстрові плівки виконують роль не лише декоративних покриттів, а й підвищують міцність скла і запобігають появі на поверхні скловиробу механічних пошкоджень (подряпини, тріщини тощо).

Поверхня скла, окрита люстровою плівкою, відрізняється від звичайної поверхні скла підвищеним блиском; коефіцієнт заломлення люстрового покриття більший, ніж скла.

Люстрові розчини можна додавати в дуже незначних кількостях до пігментів з метою збагачення кольорової гами покриття. Однак, при змішуванні з фарбою люстр знижує прозорість скла на 20-30%.

В технології декорування скла найбільш поширеним є вісмутувий люстр (перламутровий ефект). Його можна додавати до всіх люстрових розчинів.

Люстри можна наносити на поверхню скла різними способами: розпиленням, пензлем, окунання виробу в розчин. Перед нанесенням необхідно підібрати в'язкість препарату, яка буде відповідати вибраному способу нанесення люстру.

Необхідною умовою якісного покриття є чистота виробу. Скловироби перед нанесенням люстру очищують від бруду, відбитків пальців, жирних плям, висушити і насухо витерти.

Температура випалювання люстрових покриттів 540-560 °С в муфельній печі в окисному середовищі.

Нанесення люстрових розчинів на скляну біжутерію має свої особливості. Готові скловироби попередньо прогривають у муфельній печі, накладають на них люстр, а потім висушують для випаровування розчинника. Після такої обробки скло біжутерію випалюють у муфельній печі при температурі 540-560 °С. При вищих температурах втрачається основний колір люстри (люстр вигорає), а також можлива деформація форми скловиробу. І, навпаки, низька температура випалювання сприяє недовипалу покриття (неякісна, нетривка кольорова люстрова плівка).

При декоруванні скла люстрові покриття можна поєднувати з розписом силікатними фарбами, високими емалями, матфоном, різними способами механічної обробки скла («мороз», хімічне травлення, гравірування та ін.).

Необхідні матеріали для виконання

1. Скло матове, безколірне, кольорове
2. Гутне скло
3. Склопосуд
4. Люстрові фарби
5. Скипидар живичний
6. Пензлі
7. Суха бавовняна тканина
8. Матеріал для трафарету
9. Муфельна піч

ДЕКОРУВАННЯ СКЛОВИРОБІВ ТЕХНІКОЮ «МАТОВИЙ ФОН»

Декоративне покриття «матовий фон» (матфон) створює на поверхні скла матову шовковисту рельєфну фактуру. **Фарба-матфон** – це суміш компонентів, яка складається із пігментів для декорування скла, наповнювача, флюсу (топника) та зв'язуючої речовини.

Для приготування матфону використовують пігменти різних кольорів з температурою випалювання на склі 540-560°C. Для створення матової шовковистої рельєфної поверхні на до пігменту додають інертний наповнювач, який не вступає в жодну хімічну реакцію з іншими компонентами суміші. Таким наповнювачем є тугоплавний фарфоровий порошок. Фарфоровий порошок повинен бути тонко розмеленим і тонко просіяним через сито з отворами 10000 отв./см². Зважаючи на факт, що фарфоровий порошок є тугоплавною речовиною (тпл.>2000°C), він буде підвищувати температуру спікання всієї маси. Тому є необхідність ввести до вказаних компонентів топник (флюс) – речовину, яка суттєво впливає на зниження температури спікання матфону. Такою речовиною є тонкорозламне (порошок) легкоплавне скло. Кількістю введенного флюсу можна регулювати температуру спікання матфону на склі.

Для одержання рівномірно перемішаної сметаноподібної пластичної маси – матфону використовують зв'язуючі речовини. З історії технології декоративних покриттів відомо, що в якості зв'язуючих використовувати різноманітні ефірні олії. (терпентинову, лавандову, гвоздичну та ін.), бальзамами, смоли. Багаторічна практика виготовлення тонкошарових декоративних покриттів на склі підтвердила доцільність використання цукрового сиропу як зв'язуючої речовини у приготуванні паст-сумішей.

Найефективніше співвідношення інгредієнтів у матфоні є 1:3 (1 ваг. частина фарфорового порошку і 3 ваг. частини пігменту. Додатково флюсу легкоплавного скла можна регулювати декоративний ефект покриття (від матового до блискучого).

Матфон наносять на поверхню скла пензлем. Густину суспензії можна регулювати кількістю зв'язуючої речовини залежно від способу нанесення матфону (розпис-рисунок, довільне нанесення). Після висихання суспензії скловиріб випалюють у електричній печі при температурі 540-560°C. Одночасно на поверхню скла можна наносити різнокольоровий матфон (рис. 14).

Суспензію-матфон можна наносити на скло в якості ґрунтової основи, на якій після випалювання виконують додаткові декоративні покриття. Цікавим є поєднання в одній площині виконання живописних робіт силікатними фарбами для скла (розпис), матфону та високої емалі. При одночасному випалі фарби і матфону отримуємо поєднання блискучої та матової поверхні на склі (рис. 15,16).

Необхідні матеріали та інструменти для виконання

1. Кольорові пігменти для розпису скла
2. Легкоплавне скло
3. Фарфоровий порошок
4. Цукровий сироп
5. Скло (безколірне, кольорове, матове, посудне, гутне)
6. Пензлики, тампони паралонові
7. Чиста бавовняна тканина
8. Електрична піч
9. Турнетка

ДЕКОРАТИВНІ РЕЛЬЄФНІ ПОКРИТТЯ НА СКЛІ

Технологічний процес нанесення рельєфного покриття на скло суттєво відмінний (відрізняється) від інших фарбових покриттів як зовнішнім виглядом, так і складом та способом нанесення. На поверхню скла наносять шар фарбового покриття товщиною 1-3 мм. Такий вид рельєфного покриття називається «висока емаль» (рис. 15).

У порівнянні з іншими фарбуючи ми суспензіями таке рельєфне покриття є більш складним при приготуванні маси і нанесення на скло. При нанесенні рельєфного покриття на скло необхідно враховувати величини коефіцієнтів термічного розширення як самого скла, так і робочої маси. При невідповідності коефіцієнтів висока емаль буде відставати і розтріскуватися на поверхні скла. Тому при приготуванні робочої маси необхідно вибрати таке співвідношення між компонентами рельєфного покриття, щоб при стіканні на поверхні скла пройшла якісна взаємодія між двома різними матеріалами.

За своїм складом висока емаль є більш тугоплавною у порівнянні з іншими фарбовими покриттями. Для якісного спікання скла та високої емалі перед початком роботи на поверхню скла наносять ґрунт – більш легкотонку безколірну фарбу (легко топке скло). Крім цього вирівнюються коефіцієнти термічного розширення. Таке ґрунтове проміжне покриття спікають одночасно з нанесеним рельєфним покриттям (рис. 16,15).

На основі численних експериментів розроблено і рекомендовано до практичного виконання складу рельєфного покриття - висока емаль: фарфоровий порошок, пігменти з температурою стікання на склі 540-560°C, легко топке скло (якщо є в наявності), зв'язуюча речовина – цукровий сироп.

Фарфоровий порошок одержують шляхом тонкого помолу фарфорового черепка (білого, без ознак присутності на ньому кольорових покриттів). Тонко-розмелений порошок просіюють через сито 10.000 отв./см². До розсіяного порошку додають силікатний пігмент для скла (за вибором, будь-якого кольору).

При змішуванні інгредієнтів у відповідних пропорціях можна отримати декоративне покриття різної фактури (від матового до глянцевого), а саме:

Склад 1	1 ваг. част. фарфорового порошку 3 ваг. част. пігменту
Склад 2	2 ваг. част. фарфорового порошку 2 ваг. част. пігменту
Склад 3	3 ваг. част. фарфорового порошку 1 ваг. част. пігменту

Після ретельного перемішування на палітрі до однорідної суміші додають зв'язуючі речовину, а саме: цукровий сироп або терпентинову олію. Отримана маса повинна бути однорідно тягучою або густою. Тягуча маса забезпечує одержання на поверхні скла безперервності ліній, оскільки мазок не потрібно переривати для нової лінії рельєфного покриття. З густої маси, консистенція тіста, можна сформувати пласт – візерунок бажаної товщини і за допомогою шпателя нанести його на скловиріб.

Товстий шар високої емалі можна наносити поступово, щоб частина зв'язуючої маси могла закріпитися ще перед нанесенням наступного шару. Нанесений рельєф залишають висихати при кімнатній температурі, щоб запобігти інтенсивному випаровуванню зв'язуючої речовини при випалюванні. Це може зашкодити отримати якісне бездефектне покриття. Температура випалювання високої емалі на склі 560-580°C. На високу емаль після випалювання можна додатково наносити інші декоративні покриття – розписування силікатними фарбами, люстрами, дорогоцінними металами (золото, срібло) з повторним випалюванням.

Матеріали та інструменти для роботи

1. Скло (матове безколірне, кольорове, гутне, посудне)
2. Фарфоровий порошок
3. Зв'язуючі речовина
4. Скляна пластинка – палітра
5. Курант для розтирання
6. Фарфорова ступка
7. Пензлі, стеки

ДЕКОРУВАННЯ СКЛА

КОЛЬОРОВИМИ ДИФУЗІЙНИМИ ПАСТАМИ

Кольорові дифузійні пасти утворюють окрему велику групу декоративних покриттів на склі. Такі покриття ще називають кольоровими протравами або цементуючими пастами. Основними компонентами в цих пастах є хімічні сполуки: солі срібла та міді. Особливість такого виду покриття полягає у взаємозаміщенні (дифузії) окремих складників скла та складників пасти при температурі у поверхневих шарах скла. В результаті на поверхні скла утворюється кольорова плівка. На колір, інтенсивність та однорідність забарвлення, глибину проникнення кольору (дифузю) суттєво впливають склад скла, склад пасти, режими та температура випалювання (час і витримка), середовище в печі (рис. 17).

Скло, покрите кольоровими пастами, суттєво відрізняється від розмальованого скла силікатними фарбами: на поверхні скла відсутня кольорова рельєфна плівка. Основні компоненти дифузійної пасти (срібло та мідь) проникають у поверхневий шар скла, забарвлюють його у глибині, а поверхня скла залишається гладкою і блискучою. Окрім того, така поверхня скла є більш хімічно стійкою та міцнішою. Про це свідчить збережене до наших днів середньовічне скло.

Дифузійні пасти, виготовлені на основі солей срібла утворюють на поверхні прозорого скла гаму кольорів від жовтого до коричневого, а на основі солей міді – червоно-рубіновий і чорний.

В навчальній лабораторії кафедри художнього скла розроблені і впроваджені у навчальний процес склади срібних протрав з добавками кольорових солей та оксидів металів. Експериментальні склади випробувані на різних видах скла (матове безколірне, кольорове, чутне, кришталеве та ін.) В якості добавок використовували сполуки заліза, вісмуту, кобальту та ін. Встановлено, що суттєве значення на колір протрави має різновид скла та його шихтовий склад. Враховуючи всі ці технологічні фактори на поверхні скловиробу можна створити широку різнокольорову гаму відтінків (рис. 18,17).

Технологічний процес нанесення протрав на скло називається лесуванням, а самі протрави - пастилесуючими. Для рівномірного нанесення пасти на поверхню скла використовують пензлі. У випадку нанесення на скло візерунку використовують захисні покриття. Товщина пасти на склі повинна бути 0,5-1 мм.

ДИФУЗІЙНА ПРОТРАВА НА ОСНОВІ СПОЛУК СРІБЛА

Основним компонентом для приготування срібної протрави є сіль срібна – азотнокисле срібло AgNO_3 . Ця речовина у сукупності з іншими складниками у пасті забезпечує кольорову гаму на поверхні скла: від жовтого до темнокоричневого.

Дослідженнями встановлено, що на колір та інтенсивність забарвлення впливають багато технологічних факторів: шихтовий склад скла, концентрація сполук срібла у протраві, температурний режим випалювання (температура, час витримки), товщина нанесення на скло та ін. Так, на інтенсивність забарвлення скла особливий вплив мають сполуки заліза, які присутні у шихтовому складі скла навіть у незначних кількостях. Вони надають темних відтінків у склі. Протрави без домішок заліза у склошихті більш світлого кольору. Незначний додаток сполук сурми до протрави надає склу темних коричнево-червонуватих відтінків.

Технологічний процес приготування пасти на основі сполук срібла

Для дифузійної пасти на основі сполук срібла готують спеціальну суміш, яка складається із солі срібла, наповнювача і клеючої речовини. Із сполук срібла найбільш ефективним є азотнокисле срібло AgNO_3 . Азотнокисле срібло розчиняється у теплій воді (утворюється водно-молочний розчин) і додають декілька крапель соляної кислоти HCl . В осад випадає хлорне срібло AgCl , яке служить основою для приготування пасти. Надлишок води зливають, а до осаду (біла драглиста маса) додають наповнювач. Наповнювачем є інертні речовини, які утворюють пастоподібну суміш: окис заліза, охра, окис титану, каолін. Суміш переносять у фарфорову ступку і добре розтирають до однорідної маси. В якості зв'язуючої речовини додають клей декстрин. Висока ступінь розтирання і гомогенність – основа якісної пастоподібної маси, а відтак і покриття на склі.

Готову пастоподібну масу наносять пензлем на поверхню скла рівномірною товщиною 0,5-1 мм.

Після висихання пасти зразки випалюють в електричній печі при температурі 540-560 °С. Після охолодження запечену пасту на склі змивають проточною водою.

Оптимальне співвідношення наповнювача і AgNO_3 1:3. Залежно від вибраного температурного режиму випалювання (в основному, витримка при максимальній температурі) можна отримувати різні кольорові відтінки покриття. Інколи на поверхні скла після лесування зауважують неоднорідне різнокольорове забарвлення. Причиною цього є неоднорідність у скломасі. Однак, такі неоднорідності покриття створюють на поверхні скла цікаві декоративні ефекти.

Введення добавок до легуючої суміші суттєво впливають на якісний процес лесування. Так, колір протрави в присутності добавок окислів заліза, титану, піролюзиту є насиченим, інтенсивним; при цьому можна зменшити концентрацію солі срібла у пасті. Товщина кольорової плівки-протрави при збільшенні часу витримки зразків при максимальній температурі (560°C) поглиблюється у скло.

З історії виготовлення срібних протрав на склі відомо; що її використовували перш за все як декоративний матеріал. Таке покриття володіє підвищеною

атмосферо-хімічною стійкістю. Про це свідчать срібні протрави-покриття на середньовічних вікнах, у вітражній справі. Цю властивість срібних протрав використовують у виробництві технічного скла (лабораторне, медичне скло), для маркування електролампочок, в оптиці (фото фільтри), тощо.

ДИFUЗІЙНА ПРОТРАВА НА ОСНОВІ СПОЛУК МІДІ

Дифузійна протрава, виготовлена на основі солей міді, утворює на поверхні скла прозору плівку, забарвлену в червоно-рубіновий колір. Для мідної протрави характерний дуже тонкий шар плівки на склі. При звичайних умовах експлуатації поверхневий шар протрави є хімічно стійким і зміцнює поверхню скла. Забарвлену таким способом поверхню скла можна додатково збагачувати (наносити рельєфні візерунки) відомими способами механічної обробки: граненням, граверуванням, різьбою (рис. 19).

Технологічний процес виготовлення дифузійної мідної протрави такий, як і при готуванні срібної. Основним компонентом при виготовленні пасти є мідний купорос CuSO_4 (сульфат міді). Наповнювачем у пасти є каолін, а зв'язуючою речовиною – порошковий клей декстрин. Основна вимога при приготуванні пасти – висока ступінь однорідності. Суміш повинна бути дуже добре розтерта у фарфоровій ступці, розчинена у незначній кількості води і гомогенна. Поверхня скла вимагає високого ступеня чистоти.

Основна відмінність полягає у процесах випалювання. Для отримання позитивного кінцевого результату (рубіновий колір покриття) скло з нанесеною мідною пастою підлягає трьохразовому випалюванню в електропечі. Температурний режим при всіх трьохразових випалюваннях незмінний. Температура випалювання 560-580°C. Верхня межа температури не може перевищувати 580°C через можливу деформацію поверхні скла.

Перший етап випалювання мідної протрави відбувається в окисному середовищі (температура 560-580°C). Дифузія проходить на першому етапі випалювання, в результаті поверхня скла забарвлюється у ніжний жовто-зелений колір. Охолоджене скло з випаленою пастою обережно розмочують у теплій воді, витирають насухо і ставлять у піч на повторний другий випал.

Другий етап випалювання протрави проводять у відновному газовому середовищі в електричній печі при тій же температурі. Для створення безкисневого відновного середовища використовують каніфоль або деревну стружку листяних або фруктових дерев. Необхідно уважно слідкувати за герметичністю печі (обмежити поступання повітря зовні). Після того режиму випалювання поверхня скла забарвлюється у чорний колір. Необхідно відзначити, що це є єдиний спосіб отримання чорного кольору на склі.

Для отримання кінцевого результату – червоно-рубінового кольору, чорне скло випалюють втретє. Процес випалювання відбувається в окисному серед

овищі в незмінному температурному режимі - 560-580 °С.

Червоно-рубіновий колір мідної протрави на поверхні скла утворюється:

- 1) в результаті обмінної реакції в поверхневому шарі скла, в якому іони лужних металів замінюються іонами міді з легуючої пасти;
- 2) дифузією іонів міді в скло при підвищеній температурі;
- 3) відновленням іонів двохвалентної міді в металічну мідь;
- 4) концентрацією частинок розпиленої міді при температурі з утворенням червоно-рубінового кольору.

КОМБІНАЦІЯ ПРОТРАВ

Для збагачення кольорової гами протрав лесуючі суміші виготовляють шляхом на основі солей міді і срібла, взятих разом, але із різними співвідношеннями в одній масі. Таким способом можна отримати різні кольори та відтінки протрав на одному і тому ж склі. Такі пастоподібні маси наносити на поверхню скла різними способами – від простих до комбінованих, коли на поверхню скла наносять декілька різних за складом мас.

Збагатити палітру протрав можна додаванням до складу комбінованих мас окислів або солей інших металів (вісмуту, кобальту, міді, заліза, марганцю та ін.). При цьому треба взяти до уваги той факт, що шихтовий склад скла, його однорідність суттєво впливають на колір протрав.

Дифузійні кольорові протрави можна поєднувати практично з усіма механічними і хімічними способами обробки скла : гранення, граверування, тонке шліфування, пістоструменева обробка, матування і протравлювання фтористоводневою кислотою тощо (рис. 19).

Матеріали, інструменти та апаратура для роботи

1. Азотнокисле срібло
2. Соляна кислота
3. Окис заліза
4. Окис титану
5. Сульфат міді
6. Каолін
7. Декстрин
8. Окисли та солі вісмуту, міді, кобальту, марганцю
9. Фарфорові ступки
10. Муфельна піч
11. Скло різних сортів та видів
12. Пензлі, суха бавовняна тканина

ДЕКОРУВАННЯ СКЛА ДОРОГОЦІННИМИ МЕТАЛАМИ

З дорогоцінних металів для нанесення і закріплення і закріплення тонких декоративних плівок на склі використовують срібло, золото і платину. Однак, зважаючи на високу температуру їх плавлення, є неможливим наносити ці метали на скло (табл.).

Таблиця

Температура плавлення і твердість дорогоцінних металів

Метал	Температура плавлення, °С	Твердість по шкалі Мооса
Ag	960,5	2,7
Au	1063	2,5
Pt	1773,5	4,5

Дорогоцінні метали наносять на скло декількома способами. Проміжним шаром є клей, за допомогою якого метал з'єднують із склом в холодному стані (лишкове або сусальне золото) Інший тип з'єднання – легкоплавке скло.

Плівки дорогоцінних металів після випалювання або зберігають блиск і тому називаються відповідно блискучим сріблом, золотом або платиною або стають матовими і потребують додаткового полірування.

БЛИСКУЧЕ ЗОЛОТО

Блискуче золото представляє собою розчин, в якому золото, срібло і родій з'єднані в одну органічну сполуку. Крім того, до розчину входять сполуки вісмуту, хрому і кобальту. Вони забезпечують основні властивості блискучого золота (колір, міцність, твердість покриття). 99,9% – не золото розчиняють у царській горілці і отримують хлорне золото, яке є основою для приготування основного декоративного покриття. В практиці для нанесення тонкої плавки на скло використовують розчин з концентрацією золота від 8 до 20%.

Для нанесення рисунку використовують пера, пензлі різних форм. Золото наносять рівномірною плівкою однакової товщини. Товсті плівки при випалюванні дають дефекти покриття, а тонкі – погано перекривають, просвічуються і легко стираються. Плівка золота міцніше закріплюється, якщо на поверхні скла присутні іони міді (рис. 20).

ПОРОШКОВЕ ЗОЛОТО

Порошкове золото ще називається золотою пудрою. В давнину його виготовляли шляхом розтирання сусального золота медом або густим сиропом (патока). Отриманий порошок з'єднували з флюсом і приплавляли на поверхні

скла. Після випалювання золоте покриття матове, тому його шліфують і полірують піском тонкої фракції.

Порошкове золото використовують для прикрашання дуже дорогих виробів.

ПЛІВКОВЕ ЗОЛОТО (СУСАЛЬНЕ)

Тонкі плівки золота товщиною 0,1 мм і менше ще в давнину наклеювали на поверхню скла.

Перед наклеюванням плівкового золота поверхню скла шліфують, гравірують, роблять її матовою для якісного з'єднання плівки золота із склом. Клеї використовують безколірні швидкосохнучі або покривні: шелак, мастики, канадський бальзам. В якості розчинників використовують терпентин, терпентинову олію, бензол і т.д. Поверхню скла покривають плівкою клею, накладають листок сусального золота і притискають твердим пензлем. Зверху наносять захисний шар клею, який запобігає механічному пошкодженню м'якої плівки золота. Сусальне золото можна приклеювати епоксидною смолою.

ПОРОШКОВЕ СРІБЛО

Порошкове срібло є 50% і 65%-ним. Порошкове срібло одержують із розчинів срібних солей або шляхом приготування срібної пасти (сіль срібла, флюс, терпентинова олія). Способи нанесення і обробки після випалювання тонких плівок порошкового срібла такі ж, як і порошкового золота.

Препарати платини

Блискучу декоративну тонку плівку пластини приготують так само, як блискуче золото. Однак чисту механічну платину в якості прикрас не використовують на склі. Її змішують з блискучим золотом в різних пропорціях для отримання кольорових відтінків. За своїм зовнішнім виглядом блискучу платину інколи називають блискучим сріблом. Однак, срібні покриття на склі з часом темніють на повітрі, плівка втрачає блиск і стає матовою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безбородов М.А. Химия и технология древних и средневековых стекол. Минск, 1969.
2. Качалов Н.Н. Стекло, 1959.
3. Ланцетти А.Г., Нестеренко М.Л. Изготовление художественного стекла. М., 1972.
4. Павлушкин Н.М. Основы технологии стекла. М., 1977.
5. Сергеев Ю.П. Выполнение художественных изделий из стекла. М., 1984.
6. Щапова Ю.Л. Стекло Киевской Руси. М., 1972.
7. Энтелис Ф.С. Формование и горячее декорирование стекла. Л., 1982.
8. Пелипенко А.В. Ручная роспись изделий из стекла. Ленинград, 1987.
9. Саркисов П.Д., Альтах О.Л. Шлифование и полировка стекла и стеклоизделий. М., 1983.