



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

А.А. Герасимова

ГОРЯЧАЯ ЭМАЛЬ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия*

Магнитогорск
2015

Рецензенты:

Кандидат педагогических наук, доцент,
заведующая кафедрой теорий и методик проектно-графических дисциплин,
ФГБОУ ВПО «Шадринский государственный педагогический институт»
Т.А. Смолина

Кандидат педагогических наук,
доцент кафедры художественной обработки материалов,
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
С.А. Гаврицков

Автор-составитель: Герасимова А.А.

Горячая эмаль [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Антонина Анатольевна Герасимова ; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (2,57 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

Пособие включает в себя описание и практические рекомендации по технологии художественного эмалирования, список литературы, вопросы для закрепления материала, глоссарий.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 072600.68 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы», магистерская программа «Художественный металл».

В учебно-методическом пособии были использованы работы студентов направления «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы»: Чикишева К., Долгова Н., Минтагирова С., Рябков А., Руссу О., Тимиров Р., Чунтонова Н., Федонина А., Дегтярева С., Мячина Д., Кочеткова Ж., Парфенова В., Капустина И.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЭМАЛИРОВАНИЕ» ПО НАПРАВЛЕНИЮ 072600.68 «ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ» МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ МЕТАЛЛ».....	6
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	9
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЭМАЛИРОВАНИЕ»	11
1. ЧТО ТАКОЕ ЭМАЛИРОВАНИЕ?	11
2. СЫРЬЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭМАЛИ	13
3. ВИДЫ ЭМАЛИ	18
4. СВОЙСТВА ЭМАЛИ	19
5. ЭМАЛИРУЕМЫЕ МЕТАЛЛЫ	24
6. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ.....	27
7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	28
8. ТЕХНИКИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ЭМАЛИРОВАНИЯ.....	29
8.1. Граффити.....	29
8.2. Напыление.....	30
8.3. Кракле.....	31
8.4. Прожигание.....	33
8.5. Зернь	34
8.6. Нити	35
8.7. Куазоне	36
9. СОСТАВЛЕНИЕ ПАЛИТРЫ ЭМАЛЕЙ	38
10. ВИДЫ БРАКА В ЭМАЛИ	39
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	44
ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	44
ГЛОССАРИЙ	47
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Большая часть книг по эмалирной тематике, написанных за последние 60 лет, сейчас не переиздается. Степень авторской откровенности в каждой книге различна: изложение ведется недостаточно подробно и касается слишком продвинутых техник; либо фундаментальные технологические знания подменяются техническими приемами.

Основная цель данных методических рекомендаций - определить отношение магистранта к предмету и выработать уверенность в себе в процессе преодоления трудностей, возникающих при работе с инструментами и материалами в незнакомых им технологических процессах.

Обучение - это совершенствование мастерства и, в равной мере, углубление познаний. Методика, изложенная в данных методических рекомендациях, основана на практическом опыте. Несложные приемы усваивались на протяжении значительного времени путем синтеза знаний и монотонной работы. Эти тонкости незнакомы неискушенным, а теоретики не замечают практических деталей. Все процессы достаточно легко осуществимы и готовят будущего эмалира к достижению более высоких вершин мастерства при выполнении своей собственной работы.

Единый процесс синтезирован из традиционной, классической и современной эмалирных технологий. В данных практических рекомендациях даются основы эмалирования.

Сейчас искусство эмали стало элементом современной художественной культуры, её можно понимать как проявление свободного духа художника-творца, воплощенного им самим в материале. Наличие духовной наполненности, соотносящейся с индивидуальным видением и темпераментом художника, отличает работу эмалиров независимо от используемых техник.

Если кто-нибудь попытался бы проанализировать сущность и особенности техники горячей эмали, тот должен был бы сразу понять, в чем исключительная перспектива её для художника. Не в глубине цвета, глянце поверхности, просвечивающей через прозрачную эмаль металлической основы, перегородок или других специфических эмалирных эффектов. Всё это было уже использовано в дошедших до нас шедеврах прошлого, превзойти которые теми же путями вряд ли возможно. Но плоскостная графика и живопись средствами эмали еще далеко не исчерпана.

Сейчас художники пытаются найти более сложные отношения с пространством. В паре «эмаль – металл» второй несущий компонент обладает уникальной формообразующей гибкостью. Эмаль - техника спонтанная. Даже исполненные по одному рисунку вещи в эмали будут разные.

Эмаль созвучна душе человека: художника и зрителя. Её цветовое воздействие и декоративность увеличивают возможность передать наши чувства, идеи и мысли. Она привлекает как средство усиления символики в работах для более экспрессивного выражения переживаний.

Дисциплина «Художественное эмалирование» по направлению 072600.68 «декоративно-прикладное искусство и народные промыслы» магистерская программа «художественный металл» не предполагает лекционного блока, который необходим для получения эффективного результата и создания художественного произведения в технике эмалирования. Этим определяется актуальность данного учебно-методического пособия, поскольку оно включает в себя необходимый теоретический материал о художественном эмалировании (виды эмали, металлы для эмалирования, палитра, виды брака), а также содержит описание техник непергородчатой расписной эмали. В пособие входят также

рабочая программа по изучаемой дисциплине, контрольно-измерительные материалы, список литературы, глоссарий, что значительно упрощает и повышает уровень восприятия материала, обеспечивает более высокий результат освоения дисциплины «Художественное эмалирование» по направлению 072600.68 «декоративно-прикладное искусство и народные промыслы» магистерская программа «Художественный металл».

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЭМАЛИРОВАНИЕ» по направлению 072600.68
«Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы»
магистерская программа «Художественный металл»

Целями освоения дисциплины (модуля) «Художественное эмалирование» являются: формирование профессиональных компетенций; подготовка специалистов, владеющих не только знаниями, умениями и навыками по технологии художественной обработки металла и эмали, но и способных в каждом конкретном случае, подобрать технические приемы для исполнения художественного изделия, передающего образ, заложенный в проекте.

Задачи дисциплины:

1. Развить культуру художественно-технологического мышления в области понятий о методах, техниках обработки и приемах декорирования металла.
2. Познакомить магистров с основными инструментами, используемыми в технологии эмальерного производства.
3. Научить магистров пользоваться основными инструментами, используемыми в технологии производства.
4. Дать наиболее полную информацию о различных технологических приемах в эмальерном производстве.
5. Научить магистров самостоятельно выбирать оптимальные технологические и творческие решения при создании художественных изделий из металла и эмали.
6. Научить магистров использовать знания технологии обработки металла и эмали в проектировании и создании художественных изделий.
7. Познакомить магистров основами техники безопасности и методами защиты производственного персонала при работе с химическими препаратами, агрессивными средами и оборудованием в соответствии с технологией эмальерного художественного производства.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Художественное эмалирование» входит в базовую часть профессионального цикла дисциплин образовательной программы по направлению подготовки (специальности) 072600.68 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы», утвержденного 22 декабря 2009 г. № 782, относится к модулю Б3.В.ДВ.14 и изучается во 2 семестре.

Для освоения дисциплины «Художественное эмалирование» магистры используют знания, умения и компетенции, сформированные в ходе изучения дисциплины: «История и методология декоративно-прикладного искусства и народных промыслов», «Специальные технологии в декоративно-прикладном искусстве».

Основные компетенции, полученные на дисциплине «Художественное эмалирование» являются необходимыми входными знаниями для следующих дисциплин: «Современные проблемы декоративно-прикладного искусства и народных промыслов», «Теория и методика преподавания декоративно-прикладного искусства», «Музейная практика», «Художественная промышленность и народные промыслы регионов Урала и Сибири».

Дисциплина «Художественное эмалирование» формирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

ОК-1: способен совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень.

ПК-2: проектная деятельность:

способен синтезировать набор возможных решений задачи или подходов к выполнению проекта; научно обосновать свои предложения и составить подробную спецификацию требований к проекту; самостоятельному созданию проекта художественных произведений, предметов декоративно-прикладного искусства и изделий народных промыслов; разработке промышленного образца или производственной серии;

ПК-4: производственно-технологическая деятельность:

знает основы технологических процессов выполнения изделий, предметов, товаров и промышленного их производства; готов к оценке технологичности проектно-конструкторских решений; способен организовать рабочие места, осуществлять профилактику производственного травматизма, профессиональных заболеваний и следить за предотвращением экологических нарушений;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***Знать:***

- Основные понятия о методах, техниках обработки и приемах декорирования в металле.
- Основные инструменты, используемые в технологии эмальерного производства.
- Полную информацию о различных технологических приемах в эмальерном производстве.
- Основы техники безопасности и методы защиты производственного персонала в условиях эмальерного художественного производства.

Уметь:

- Пользоваться основными инструментами, используемыми в технологии эмальерного производства.
- Самостоятельно выбирать оптимальные технологические решения при создании художественных изделий из металла и эмали.
- Использовать знания, умения и навыки технологии обработки металла и эмали в проектировании и создании художественных изделий из металла.
- Опирается на полученные знания, умения и навыки по традиционным технологиям обработки металла эмали, а также стремится включать новые современные технологии, появляющиеся в художественной промышленности.

Владеть:

- навыками анализа технологических цепочек, подбора соответствующих данному изделию технологий художественного эмалирования, приемами убеждения в правильном подборе соответствующих техник.
- навыками соответствующего поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций в условиях художественного производства.

Структура и содержание дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 единиц 72 часа:

- аудиторная работа – 36 часов;
- самостоятельная работа – 36 часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) ¹		Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости
		практич. занятия	самост. раб.	
1. Раздел				
<p>1.1. Тема: Изучение и выполнение образцов техник: граффити, напыления, зерни или грануляции, нитей, кракле, эмаль по глицерину.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка композиции, состоящей из отдельных элементов для выполнения различных техник, примерный размер пластин: 3:3 см. • Заготовка металлических пластин квадратной, прямоугольной формы либо любой другой формы, соответствующей эскизу. • Выполнение техник: граффити, напыления, зерни или грануляции, нитей, кракле, эмаль по глицерину, включая все подготовительные работы. • Оформление композиции. 	2	20	20	Проверка выполнения этапов создания заданного объекта в материале
<p>1.2. Тема: Выполнение творческой работы с использованием любых изученных техник, включением свободного металла и использованием объема.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка эскизов для творческой работы. При проектировании и выполнении изделия из металла и эмали необходимо использовать полученные знания по традиционным и нетрадиционным технологиям художественного эмалирования, свободно варьировать их, использовать объемные детали. • Выполнение изделия в соответствии с утвержденным эскизом. • Заготовка металлической пластины формы, соответствующей эскизу. 	2	16	16	Проверка выполнения этапов создания заданного объекта в материале

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) ¹		Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости
		практич. занятия	самост. раб.	
<ul style="list-style-type: none"> • Нанесение основного цвета фона для техники граффити. • Перенос и процарапывание рисунка с эскиза на основу, первоначальный обжиг. • Выполнение объемных деталей (включая все подготовительные операции). • Подбор цвета и смешивание эмалей. • Обжиг цветных эмалей (использование всех изученных техник неперегородчатой эмали) • Включение свободного металла. • Оформление работы. 				
Итого по разделу	2	36	36	Промежуточный контроль: проверка выполнения этапов создания заданного объекта в материале
Итого по дисциплине	2	36	36	Промежуточный контроль - зачет

Образовательные и информационные технологии

Практические занятия:

1. Классические
2. Интерактивные:
 - мозговой штурм (работа в команде),
 - продуцирование идей,
 - разбор конкретных ситуаций,
 - круглый стол,

Внеаудиторная работа:

Самостоятельная работа:

- работа с содержанием основной и дополнительной литературы,
- проектирование,
- разбор конкретных ситуаций,

- продуцирование идей,
- исследовательская деятельность,
- анализ контента Интернет-ресурсов

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистрантов

Раздел/ темадисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Раздел			
1.1. Тема: Тема: Изучение и выполнение образцов техник: граффити, напыления, зерни или грануляции, нитей, кракле, эмаль по глицерину.	Сбор иллюстративного материала. Работа над графическими и цветовыми эскизами. Подготовка к просмотру и оформление работ.	20	Проверка выполнения этапов создания заданного объекта в материале
1.2. Тема: Тема: Выполнение творческой работы с использованием любых изученных техник, включением свободного металла и использованием объема.	Сбор иллюстративного материала. Работа над графическими и цветовыми эскизами. Подготовка к просмотру и оформление работ.	16	Проверка выполнения этапов создания заданного объекта в материале
Итого по разделу		36	Промежуточный контроль: проверка выполнения этапов создания заданного объекта в материале
Итого по дисциплине		36	Промежуточный контроль (Зачет и/или экзамен)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЭМАЛИРОВАНИЕ»

1. ЧТО ТАКОЕ ЭМАЛИРОВАНИЕ?

Эмалирование - процесс нанесения мелких крупинок эмали на металл с обжигом при высокой температуре.

Эмаль - это стекловидная масса, окрашенная окислами металлов на поверхности металла. Еще с тех пор, когда человек открыл огонь и обнаружил, что соединения кремния превращаются в стекло при нагреве до высоких температур, существовали способы нанесения стекла на металл.

На протяжении всей своей истории человек украшал себя и свое окружение, стараясь добиться большей индивидуальности и привлекательности. Обнаружены археологические объекты из художественного стекла и металла. Гипотезы о том, где и когда металл и стекло объединились, образовав художественную эмаль в том виде, как мы знаем ее сегодня, все еще остаются лишь предположениями многих историков культуры.

В художественных музеях всего мира представлены произведения древних египетских, греческих, кельтских, японских и китайских мастеров. Традиции эмальерного дела пронизывают века и представлены изделиями из Византии, Италии периода Возрождения, Лиможа, Франции, России и Англии XVIII столетия.

Роскошь эмалированной поверхности завораживала ювелиров всех времен и народов. Притягивающие свойства драгоценного металла, светящегося сквозь яркие, кристально прозрачные эмали, или нежность опакowych эмалей на протяжении веков околдовывали художников.

Итак, эмаль - это образовавшаяся посредством частичного или полного расплавления стекловидная застывшая масса неорганического, главным образом, окисного состава, иногда с добавками металлов, нанесенная на металлическую или керамическую основу. Она непрозрачна либо прозрачна и обладает специфическими для нанесения на поверхность металла свойствами.

Стекла классифицируются как жидкие, твердые и газообразные вещества. Среди ученых, изучающих стеклообразное состояние, есть различные теории и разнообразная терминология для описания этого вещества. Стекло может переходить из жидкого состояния в твердое и проявляет высокую пластичность при высоких температурах, в то время как при низких остается твердым. У стекла нет точки плавления.

Стекло обладает характерными особенностями: светопрозрачностью, водостойкостью и кислотостойкостью, хрупкостью; не горит. Стекло аморфно и может восприниматься как «застывшая» жидкость. Благодаря этим качествам стекло используют для хозяйственных целей и в строительстве. Современные способы модификации составов стекла позволяют разнообразить его свойства, что значительно расширяет область его применения в науке и технике. Стекло получают в результате сплавления компонентов стеклообразователей с флюсами и стабилизаторами.

Классификация эмалей возможна по отношению эмалей к прохождению сквозь них света. Они делятся на:

- прозрачные,
- опалицирующие,
- непрозрачные.

Три этих типа эмалей сегодня поступают в продажу как с содержанием свинца, так и бессвинцовые. Иногда предлагается также выбор по температуре обжига: туго-, средне- и легкоплавкие эмали:

- тугоплавкие эмали обжигаются при температуре 860-900°C.
- среднеплавкие эмали обжигаются при температуре 780-850°C.
- легкоплавкие эмали обжигаются при температуре 750 - 780°C.
- низкотемпературные эмали обжигаются при температуре 510-566°C. (изготавливаются специально для алюминия).

Эмаль может продаваться в кусках. Чтобы получить необходимую для нанесения фракцию, кусковую эмаль нужно перетереть вручную пестиком в ступке. Она более стабильна при длительном хранении, чем молотая. Кусковая эмаль медленнее портится, так как общая поверхность ее, находящаяся в контакте с атмосферой, меньше.

Непрозрачная эмаль может поступать в продажу в нитях - это лишь еще один способ формовки стекла. Хотя нити часто выглядят трехмерными и достаточно скульптурными, форма их смягчается и «приспосабливается» к поверхности, на которую их наносят при обжиге.

Гранулированные или молотые эмали обычно поставляются в трех фракциях:

1. 80 меш (стандарт США),
2. 150 меш (стандарт США), используется в производстве значков,
3. 325 меш (стандарт США), для рисования.

Значения «меш» описывает размер зерен эмали, проходящих через специальные стандартизированные по стандартам США сита. В большинстве случаев используется порошок 80 меш (0,0070 дюйма или 177 микрон). Все частицы, которые просеиваются сквозь указанное сито, соответствуют порошку 80 меш.

2. СЫРЬЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭМАЛИ

Стекло варят из стеклообразователей (двуокиси кремния, трехокиси бора и т. д.) и модификаторов (окиси щелочных и щелочноземельных металлов) с добавлением красящих окислов металлов, окисей алюминия, свинца, соединений фтора и т. д.

Тугоплавкое сырье для изготовления эмалей (табл. 1) и флюсы (табл. 2) образуют основу для эмалевой массы, называемой фриттой.

Кварц применяют в виде особо чистого песка, но при этом в сплав все же попадает ряд примесей, особенно окислы железа. С другими естественными шихтовыми материалами в образовавшуюся фритту также попадают некоторые примеси. Наиболее активные компоненты эмалей приведены в таблицах 1 и 2. В расплаве эти материалы взаимодействуют друг с другом в виде окислов.

Таблица 1

Тугоплавкое сырье для изготовления эмалей

Торговое наименование	Химическое наименование	Влияние на свойства эмали
Кварц	Двуокись кремния	Улучшаются механические свойства; прочность при сжатии, упругость и химическая стойкость
Полевой шпат: калиевый кальциевый натриевый	Алюмосиликат: калия кальция натрия	Действие полевых шпатов на эмаль определяется свойствами внесенных окислов
Магнезит	Углекислый магний	Способствует выделению глушителей, повышает температуру плавления

Таблица 2

Легкоплавкие компоненты (флюсы)

Торговое наименование	Химическое наименование	Химическая формула	Влияние на свойства (эмали)
Борная кислота	Ортоборная кислота	H_3BO_3	Важнейший стеклообразователь; снижает поверхностное натяжение.
Бура	Тетраборат натрия	$Na_2B_4O_7$	Улучшает механические свойства, термостойкость.
Сода	Карбонат натрия	Na_2CO_3	Улучшает блеск и плавкость; повышает термическое расширение.
Поташ	Карбонат калия	K_2CO_3	Оказывает действие подобно соде, но придает эмали больший блеск.
Известковый шпат	Карбонат кальция	$CaCO_3$	Улучшает химическую устойчивость, повышает температуру плавления, упругость; способствует глушению.
Углекислый барий	Карбонат бария	$BaCO_3$	Улучшает светопреломление, прочность на изгиб.
Свинцовый сурик	Ортоплюмбат свинца	Pb_3O_4	Действует как универсальный флюс для легкоплавких эмалей.

Глушители

Торговое наименование	Химическое наименование	Химическая формула	Свойства
Костяной пепел	Фосфат кальция, карбонат кальция	$3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ CaCO_3	Широко применявшийся ранее глушитель в настоящее время вытеснен другими материалами.
Двуокись олова	Двуокись олова	SnO_2	Вызывает глушение, так как большей частью нерастворим в расплаве; растворимые частицы при охлаждении выделяются вновь. Дорогостоящий глушитель, поэтому заменен другими веществами.
Рутил, анаттаз, брукит	Двуокись титана	TiO_2	8% TiO_2 растворимы в твердом стекле, поэтому глушение наблюдается лишь при введении 10 - 18% TiO_2 . Повышает блеск, понижает упругость.
Двуокись циркония	Двуокись циркония	ZrO_2	Глушение происходит из-за образования основных силикатов и алюминатов циркония. Улучшает блеск и светосилу, уменьшает термическое расширение.
Плавленый шпат, флюорит	Фтористый кальций	CaF_2	Содержание CaF_2 не должно быть выше 10%. Глушение происходит благодаря выделению CaF_2 и NaF
Криолит	Натриево-алюминиевый фторид	Na_3AlF_6	Применяется для предварительного глушения светлых или белых эмалей.

Образовавшаяся из рассмотренных компонентов фритта прозрачна и служит основой для прозрачных эмалей. При добавлении в стекловидный расплав глушителей (табл. 3) понижается его прозрачность, и таким образом получают исходный материал для непрозрачных эмалей. Введенные в прозрачную фритту глушащие добавки обладают показателями преломления иными, чем у основы стекла:

Свет при прохождении через эмалевую массу отклоняется неравномерно, рассеивается и отражается. Чем больше разница показателей преломления основного стекла и глушителя, тем больше глушащий эффект. С увеличением толщины слоя эмали увеличивается и эффект глушения, но одновременно уменьшается ударная прочность покрытия. Глушители не растворяются или частично растворяются в эмали. Если они растворяются в жидкой эмалевой массе, то при охлаждении выделяются в виде твердых частиц или газов. Мелкие газовые пузырьки отражают свет.

Окрашивается эмалевая масса добавками нескольких процентов различных окислов металлов - пигментов (табл. 4). Прозрачные эмали состоят из фритты и красящей добавки (красителя), непрозрачные цветные эмали – из фритты, глушителя и красящей добавки. Непрозрачная белая эмаль состоит только из фритты и белого глушителя. Черная эмаль относится к цветным эмалям, так как ее получают при добавке красителей.

Пигменты и красители

Цвет	Цветовая добавка	Свойства
Желтый	Кадмиевый желтый (сульфид кадмия CdS)	Очень хорошая кроющая способность.
	Неаполитанский желтый (соединение сурьмы и свинца $Pb_2Sb_4C_7$ с добавлением ZnO и Al_2O_3)	Возможность получения различных оттенков. Ограниченная кроющая способность
Коричневый	Смесь окислов железа, цинка и хрома	Простота применения, хорошая кроющая способность
Красный	Кадмиевый красный (смесь сульфида кадмия CdS и селенида кадмия CdSe) Хромовый красный (основной хромат свинца $Pb[CrO_4]$ $Pb[OH]_2$)	При изготовлении эмали должна строго поддерживаться высокая температура обжига. Используется только в свинцовосодержащих эмалях.
	Коллоидно-дисперсное золото. Наибольшая концентрация - 0,03% Au (разложение хлорида золота $AuCl_3$ на элементарное золото)	Необходимы специальные калиево-свинцовые составы стекла Окрашивание зависит от величины частиц золота
Синий	Кобальтовый синий (окись кобальта CoO темно-синяя; для получения оттенков добавляются: окись марганца, двуокись олова, окись алюминия, окись хрома)	Темно-синий, осветляемый добавками. При избытке кобальта получаются зеленоватые тона
Зеленый	Окись хрома Cr_2O_3 , добавки окиси алюминия, кобальта, железа смягчают оттенки	Хорошая кроющая способность; оттенки от светло- до темно-зеленого; добавки желтых красителей дают оттенки от цвета листьев липы до цвета листьев молодой березы. Добавки черных красителей дают в итоге оливковый цвет
Черный	Смесь окиси хрома, кобальта, меди с добавками окиси никеля, железа, марганца	В большинстве случаев не получается чистого глубокого черного цвета, а, как правило, с коричневым или голубоватым оттенком

При смешивании красящих окислов добиваются многочисленных цветовых оттенков, используемых в ювелирных эмалях.

При введении красителей в эмаль возможны следующие варианты взаимодействия:

- 1) краситель, как и белый глушитель, не растворяется в эмали;
- 2) краситель растворяется частично;
- 3) краситель растворяется в эмали полностью.

До сих пор эмали составляют на основе экспериментальных данных. Многие факторы невозможно заранее предусмотреть, так как взаимодействие компонентов в процессе плавления приводит к различным отклонениям. Состав эмали зависит от заданных технологических параметров.

Исходная рецептура ювелирных эмалей предусматривает следующее соотношение основных компонентов:

1.	Кварц	34—55%
2.	Бура (борная кислота)	0—12,5%
3.	Сода	3—8%
4.	Поташ	1,5—11%
5.	Свинцовый сурик	25—40%
6.	Плавиновый шпат	0—2,5%
7.	Криолит	1—4%
8.	Калиевая селитра	0—2%
9.	Мышьяк	0—4%
10.	Красящие окислы (окись меди, железа, кобальта, хрома, марганца)	0,1—5,0%

Плавление шихты.

Предпосылкой для полного растворения и равномерного распределения всех компонентов в расплаве является тщательная подготовка исходных материалов. Точно взвешенное количество шихтовых материалов тщательно измельчают и смешивают так, чтобы в результате получилась однородная смесь твердых, мелких гранул компонентов. Эмалевую шихту расплавляют в печи до получения стеклообразной массы, которая представляет собой основу будущей эмали.

В отличие от технических эмалей ювелирные эмали изготавливаются в небольших количествах, но в широкой цветовой гамме. В связи с этим большие плавильные печи для варки технических эмалей непригодны для получения художественных эмалей, поэтому для этой цели используются тигельные печи.

Минимальная температура плавления шихты определяется температурой плавления компонентов. Отсюда следует, что ход сложных реакций в шихте требует определенного времени и не может быть ускорен резким повышением температуры.

Здесь, как и при любом химическом процессе, скорость реакции увеличивается с повышением температуры, но до определенного предела, превышение которого приводит к нежелательным явлениям: слишком большим изменениям состава эмали за счет летучести компонентов.

При изготовлении стекла шихту плавят, затем расплав выдерживают при температуре плавления до тех пор, пока не будут удалены газовые пузырьки и смесь не станет гомогенной. Точно так же поступают при варке эмали: шихту нагревают до температуры плавления, расплав перемешивают и, выдержав необходимое время, быстро охлаждают. Вследствие этого получают застывший расплав в виде твердых частиц стекла с включениями газовых пузырьков. Химические реакции между компонентами в необожженной эмали еще не закончены, и при последующем оплавлении на металлической подложке физико-химические процессы продолжают до тех пор, пока стеклообразная масса не станет полностью однородной. Процесс варки довольно сложен, так как химические и физические процессы протекают одновременно, влияя друг на друга.

При помещении эмалевой шихты в горячую печь происходят сложные реакции, многие из которых известны, а существование других можно лишь предположить. Внешне процесс варки проявляется следующим образом: после плавления флюсов образуется неоднородная масса, которая сначала становится вязкотекучей, а затем интенсивно «кипит» и при продолжении процесса становится жидкотекучей, однородной и спокойной.

Степень готовности проверяют при помощи вытянутой из расплава нити, которая не должна содержать «узелков» — нерасплавленных частиц шихты. Конечно, для некоторых

эмалей есть исключения: их нельзя расплавить без «узелков», т. е. они должны содержать нерастворенные частицы и газы, которые исчезают только при обжиге эмали на металлической подложке. По окончании варки расплавленную массу выливают на металлическую подставку и оставляют затвердевать в виде лепешки. Расколота на куски эмаль поступает в продажу. Расплав эмали при условии, что быстрое охлаждение не повредит качеству эмали, можно вылить в воду, благодаря чему образуется эмалевый гранулят, который лучше поддается последующей обработке.

3. ВИДЫ ЭМАЛИ

Эмали по светопропусканию подразделяют на: прозрачные, фондон, непрозрачные и опаловые.

Прозрачные (транспарантные) эмали изготавливают различных цветов и яркости. Металлическая подложка более или менее отчетливо просвечивает через эмаль.

Фондон (бесцветная прозрачная эмаль) — образует бесцветное блестящее покрытие на металлической подложке, широко используется в комбинации с цветными эмалями в художественном эмалировании.

Непрозрачные (опаковые) эмали при добавлении глушителей в шихту становятся полностью непрозрачными. Могут быть получены во всех цветовых оттенках.

Опаловые (опалисцирующие) эмали наполовину прозрачны, т. е. представляют среднее между прозрачными и непрозрачными эмалями. Благодаря специальным условиям обжига приобретают специфический вид: напоминают молочный опал.

Завод-изготовитель обычно дает рекомендации по выбору наиболее подходящих металлических подложек для данных эмалей. В том случае, если температуры обжига эмалей достаточно низкие, они могут наплавляться как на медь, так и на серебро и золото. Эмали, специально предназначенные для серебра и золота, отличаются тем, что их цвет особенно хорошо проявляется на этих подложках.

Необходимо следить за освоением производства новых видов эмалей, потому что не всегда в распоряжении эмалиера имеется полный ассортимент эмалей различных цветов. На вопрос, сколько эмалей различных цветов требуется эмалиеру, невозможно дать конкретный ответ. Начинающий мастер должен ограничиться эмалями нескольких цветов, поведение которых при обжиге он хорошо знает. Чем больше опыта у эмалиера и чем шире его задачи, тем больше должна быть палитра эмалей. Всегда следует заказывать большое количество эмалей, так как эмаль одного и того же номера, но различных варок может отличаться по цвету и температурным режимам обжига.

Эмаль поставляется заводом-изготовителем в виде плиток, гранул или порошка. Пробным эмалированием необходимо уточнить свойства каждой партии эмали.

Эмаль следует хранить в подходящих емкостях в зависимости от количества так, чтобы она оставалась защищенной от пыли. Для хранения небольшого количества эмали эмалиеры часто используют стеклянные емкости с широким горлом. На них наклеивают этикетку с номером эмали. Емкости расставляют на полке в шкафу, причем очередность определяется порядковым номером.

4. СВОЙСТВА ЭМАЛИ

Особенности соединения «стекло — металл».

Красота цветной эмали, ее устойчивость к химическим воздействиям, прочность есть результат ее соединения с металлом. Все, что обуславливает применение эмали в течение более двух тысячелетий в декоративно-прикладном искусстве и все в большей степени в современной промышленности, основано, в конечном счете, на особых химических и физических свойствах спая «стекло — металл».

К исследованию свойств этого древнего материала приступили только в XX в., однако, до настоящего времени изучены не до конца физико-химические свойства эмалей.

Эмали следует рассматривать как смеси многочисленных химических соединений, большей частью окислов, которые сплавляются, взаимно растворяются и оказывают влияние друг на друга. Смесь постоянно находится в нестабильном состоянии, при каждом новом нагреве возникают новые реакции, течение которых заранее трудно определить.

Трудно предопределить свойства эмали на основе влияния отдельных окислов, входящих в состав сплава. Также полностью не изучено влияние отдельных компонентов на свойства готовой эмали. С целью создания метода прогнозирования данных свойств многократно пытались установить свойства эмали, исходя из влияния отдельных компонентов в зависимости от их массовой доли. Но уже при определении плотности эмали многочисленные исследования дают настолько различные результаты, что точное предсказание значений данной величины невозможно.

При расчете свойств эмали, таких как прочность, твердость, термическое расширение, различие результатов велико. На практике при нанесении эмали на металлическую основу следует учитывать не только свойства металлов, но также и характер соединения между металлом и стеклом.

Несомненно, математическое прогнозирование свойств имело бы большое практическое значение, так как благодаря этому стало бы возможно создание таких составов эмалей, которые наиболее соответствовали бы практическим требованиям. На практике же состав эмали все еще рассчитывают эмпирически, а полученные свойства выявляют экспериментально в процессе работы с готовым материалом.

Рассмотрим подробнее основные свойства эмали.

Вязкость.

Термопластичность относится к основным свойствам стекол и эмалей. При нагреве твердый хрупкий материал размягчается, постепенно переходит в пластичное состояние, с повышением температуры становится вязкотекучим и затем жидким, при этом четко определить границы состояния не представляется возможным.

В то время как у кристаллических материалов, например, у металлов, изменения агрегатного состояния можно зафиксировать температурными точками (точка плавления у чистых кристаллических веществ, интервал плавления сплавов), у аморфных веществ нет фиксированных термических точек.

Степень разжижения нагретого стекла характеризуется вязкостью, и это физическое свойство имеет особое значение для его характеристики.

Вязкостью называют внутреннее трение между молекулами, обусловленное текучестью жидкостей и газов. Физически вязкость определяется сопротивлением трению при взаимном смещении находящихся параллельно друг другу слоев жидкостей или газов. Если привести в движение твердое тело, погруженное в жидкость, то происходит сцепление с ним слоя жидкости, который перемещается относительно соседнего слоя.

Для эмалей характерно, что их наплавляют на металлическую основу при температурах ниже температур плавления металлов. Следовательно, температуры плавления и обжига эмалей должны быть ниже, чем у технических стекол, т. е. должна достигаться при температурах от 800 до 900°С.

Около 800 лет назад Теофилус Преспитер писал, что следует пробными обжигами различных эмалей предварительно опробовать и проконтролировать, соответствуют ли по свойствам выбранные для работы эмали, т. е. могут ли они при одинаковой температуре обжига достичь требуемой жидкотекучести, чтобы из эмалей различных цветов могло образоваться на металле эмалевое покрытие.

Поверхностное натяжение и смешиваемость.

На жидкость действует сила, под влиянием которой она стремится принять форму шара — тела с минимальной поверхностью. Достаточно вспомнить о поведении шариков ртути или воды на жирной поверхности.

Пограничная среда оказывает большое влияние на поверхностное натяжение жидкости. Поверхностное натяжение характеризует только отношение жидкости к собственному пару, так как газы и воздух не оказывают на него существенного влияния.

Если две жидкости или две различных эмали соприкасаются друг с другом, то говорят о пограничном поверхностном натяжении.

Для жидкостей и твердого тела, например, расплава эмали на металлической основе, речь идет об адгезии. Это объясняется тем, что внутри жидкости напряжения между атомами и молекулами выравниваются, в то время как в краевых зонах существует избыток энергии, который ведет к усадочным явлениям. Для эмали поверхностное натяжение, а, следовательно, сила сцепления и смачивания металлической основы эмалевым сплавом имеют важное значение.

Например, при нанесении эмали по высокому рельефу поверхностное натяжение уменьшается настолько, что она растекается по всей площади и хорошо смачивает основу.

Поверхностное натяжение с повышением температуры уменьшается. В значительной степени оно зависит также от состава жидкости.

В процессе плавления эмаль ведет себя аналогично жидкости, но смачиваемость зависит от состава эмали. Наличие окиси свинца и борного ангидрида существенно уменьшает поверхностное натяжение и повышает смачиваемость. Если необходимо снизить содержание окиси свинца и борного ангидрида, то для уменьшения поверхностного натяжения следует добавить способствующие смачиванию вещества. Они помогают растеканию эмали по металлической подложке. Если же необходимо наплавить эмалевый гранулят на слой эмали, то следует стремиться к достижению максимального поверхностного натяжения, чтобы не произошло сплавления между шариками и эмалевой основой. В таких случаях необходимо использовать более тугоплавкие эмали, т. е. эмали с высокой температурой обжига. Рекомендуется выбирать эмали, не содержащие бор и свинец и характеризующиеся высоким поверхностным натяжением, которые к тому же еще в большинстве своем являются тугоплавкими.

Термическое расширение.

Известно, что тело при нагревании расширяется, а при охлаждении уменьшается до первоначального размера и формы.

В промышленном эмалировании для характеристики свойств используют преимущественно коэффициент объемного расширения, несмотря на то, что для тонких слоев эмали более применим коэффициент, характеризующий линейное расширение. В связи

с этим в дальнейшем при рассмотрении технологических проблем эмалирования будет учитываться только линейное термическое расширение.

Термическое расширение эмалей и их согласование с расширением основы имеет важное значение для сцепления эмалей с металлом и поэтому служит одним из основных факторов, влияющих на качество изделий. Варьируя комбинации компонентов шихты, можно добиться того, что термическое расширение эмали становится выше, чем у бытовых стекол, т. е. приближается к коэффициенту термического расширения металлов. Но при этом, как показывает практика, должно быть соблюдено следующее условие. Термическое расширение эмали не должно быть выше термического расширения металла. Также нежелательно, если обе величины будут одинаковы. Для прочного сцепления эмали с металлом необходимо, чтобы коэффициент линейного расширения эмали был несколько меньше, чем у металла. Благодаря этому она находится под небольшим сжимающим напряжением. Установлено, что при обжиге вследствие попадания частиц металла и окислов металлов в эмаль на границе «эмаль — металл» термическое расширение эмали приближается к расширению металла.

Термические напряжения.

Эмалирование представляет собой процесс соединения двух материалов с различными свойствами. И, несмотря на то, что температурные коэффициенты расширения обоих материалов близки по значению и в зоне соединения эмали с металлом сближаются еще больше, возникновение механических напряжений при нагревании неизбежно. При нагреве в печи от комнатной температуры до температуры обжига оба материала расширяются, причем металл расширяется больше, чем эмаль. При температуре обжига эмаль в расплавленном состоянии смачивает поверхность металла, и два различных материала соединяются в одно целое. Эмаль и металл при обжиге расширяются. После выгрузки из муфельной печи тандем эмаль - металл при охлаждении сжимается. Прочное соединение и сцепление препятствуют обоим материалам вновь принять первоначальный размер.

Благодаря тому, что оба материала взаимно препятствуют принятию первоначального размера, возникают усилия деформации, стремящиеся восстановить состояние равновесия. Эмаль находится под небольшим напряжением сжатия, что не только способствует более прочному сцеплению эмали с металлом, но и оказывает положительное действие на ее механические свойства. Благодаря своей относительно высокой прочности при сжатии эмаль, не разрушаясь, может воспринимать значительные нагрузки. Возникающие вследствие этого в металле напряжения растяжения не оказывают вредного воздействия на такой пластичный материал, как металл.

При последующей обработке и эксплуатации эмалированного изделия возникают дополнительные силы и связанные с ними нагрузки и напряжения, действующие на покрытое эмалью изделие. Вследствие этого возникают дополнительные напряжения, которые накладываются на уже существующие термические напряжения, что может привести к превышению допустимых прочностных нагрузок, из-за чего эмаль растрескивается или скалывается. Всегда следует помнить о высокой чувствительности хрупкого стекла к напряжениям изгиба и растяжения. В связи с вышесказанным уместно будет составить таблицу:

Температурные коэффициенты линейного расширения

	Напряжение эмали	Влияние на качество эмалевого покрытия
1.	Напряжение сжатия слишком велико.	Эмаль откалывается по углам и краям.
2.	Небольшое напряжение сжатия.	Способствует сцеплению эмали.
3.	Отсутствует.	Неудовлетворительное сцепление эмали.
4.	Напряжение растяжения.	В эмали образуются микротрещины.

Плотность.

Под этим термином понимают отношение массы к объему тела, выраженное в г./см³. Для сравнения приведем средние значения плотности, г./см³ стекла и эмалей:

Обычные технические стекла (в зависимости от состава)	2,0—6,0 г./см ³
Обычная бессвинцовая эмаль	2,5—2,6 г./см ³
Глушенная, сильно пористая эмаль	не менее 2,3 г./см ³
Свинцовая эмаль	до 5,0 г./см ³

Прочность при сжатии.

Для испытания эмали на сжатие используется плоский образец, который подвергается нагрузке сжатия до разрушения. Усилие сжатия, при котором образец разрушается, отнесенное к его площади, соответствует пределу прочности при сжатии и измеряется в МПа (микروпаскалях).

Обычные технические стекла	80—1000 МПа
Кварцевое стекло	около 2000 МПа

Из-за находящихся в материале газов, раковин, нерастворенных компонентов значения предела прочности при сжатии у эмалей несколько ниже, чем у обычных стекол, но, с другой стороны, эта характеристика может повышаться благодаря соединению с металлической подложкой.

Прочность при растяжении.

Для определения прочностных характеристик при растяжении используются образцы в виде стержня. Образец нагружается усилиями растяжения до разрушения. Отношения силы к площади поперечного сечения образца есть предел прочности при растяжении. Для стекол помимо других факторов большое значение при определении прочностных характеристик имеет толщина образца. Так, у тонких нитей более высокая прочность при растяжении, чем у толстых. Средние значения этой величины для стекол (в МПа) следующие:

Свинцовые стекла	40—60 МПа
Обычные технические стекла	70—90 МПа
Кварцевое стекло	90 МПа
Стекланные нити диаметром менее 0,01 мм	200—500 МПа

Для эмалей можно принимать те же значения, что и для технических стекол. Вследствие неоднородности структуры эти характеристики могут быть несколько меньше, но благодаря соединению с металлом прочность слоя эмали при растяжении увеличивается.

Для стекол характерно следующее соотношение пределов прочности: предел прочности при сжатии примерно в десять раз превышает предел прочности при растяжении. Необходимо иметь в виду эту особенность при учете термических напряжений, возникающих при обжиге и других видах деформаций. При превышении допустимых значений напряжений растяжения на эмали появляются трещины и сколы.

Наряду с рассмотренными выше существуют и другие виды деформаций, прочностные характеристики для которых установить практически невозможно.

Прочность при изгибе.

Если образец в виде стержня подвергают изгибающей нагрузке до разрушения, то в поперечном сечении образец испытывает двойную деформацию: растяжения и сжатия. Прочность хрупкого стекла при такой деформации ограничена. Так как прочность на изгиб обратно пропорциональна толщине образца, то тонкие слои эмали в соединении с пластичным материалом основы довольно хорошо переносят напряжения изгиба. Так, покрытую эмалью алюминиевую или стальную фольгу толщиной 0,10— 0,25 мм можно скатывать в рулоны и непосредственно на строительной площадке разрезать для отделки фасадов зданий.

Ударная прочность. Предел ударной прочности эмали зависит от целого ряда ее характеристик, таких как твердость, упругость, пределы прочности при сжатии и изгибе. Кроме того, ударная прочность зависит от свойств металлической подложки. Имеет значение, действует ли нагрузка на ровную или изогнутую поверхность эмалированного сосуда. Несмотря на стабилизирующее действие металлической подложки, предмет, покрытый эмалью, довольно чувствителен к ударам.

Упругость.

Упругостью называется способность материала после снятия нагрузки принимать первоначальную форму и размер.

Находящиеся в эмали газовые пузырьки увеличивают упругость эмали, а твердые частицы снижают ее. Длительный обжиг и небольшая толщина покрытия повышают упругость эмали; если же оптимальная продолжительность обжига будет превышена, может появиться неисправимый брак. Высокая упругость — предпосылка долговечного соединения эмали с металлом, так как благодаря упругости эмали выравниваются напряжения, возникающие вследствие различия коэффициентов линейного термического расширения металла и эмали.

Твердость.

Твердость есть сопротивление тела точечным нагрузкам. Различают динамические и статические методы определения твердости. К динамическим относится метод царапанья; к статическим — измерение твердости по Бринеллю и Роквеллу.

Измерение твердости по Моосу, т. е. методом царапанья, основано на относительной твердости минералов. Шкала измерений имеет десять ступеней. Более твердые минералы оставляют царапины на более мягких. Твердость эмали выше, чем полевого шпата (6 единиц), и ниже, чем кварца (7 единиц по шкале Мооса).

Особо следует выделить метод испытания эмали на истирание, т. е. воздействия на эмаль твердых порошковых частиц при втирании или галтовании. Однако при этом методе испытания покрытые эмалью изделия, например, кастрюли или ювелирные изделия, теряют свой вид или даже приходят в негодность. Для определения истираемости эмали существуют многочисленные методы, позволяющие получить посредством моделирования практических условий работы сравнимые результаты измерений, но общий универсальный метод испытания, с помощью которого можно получить точные сопоставимые данные, отсутствует. Методом истирания установлено, что эмаль мягче кварцевого песка: при чистке эмалированной посуды песком на поверхности эмали появляются риски, царапины; поверхность теряет свой первоначальный блеск.

5. ЭМАЛИРУЕМЫЕ МЕТАЛЛЫ

Для технического эмалирования применяются листовая сталь, чугун и легкие металлы. Эмалевое покрытие улучшает эксплуатационные свойства изделий. Наиболее распространенные цвета эмалей для этих металлов - белый, голубой и черный. При изготовлении домашней посуды на эмаль, как правило, наносят несложный орнамент. Современные художники-эмальеры широко применяют эти материалы: например, в архитектуре эмаль превратилась из одноцветного защитного покрытия в интересное выразительное средство. И все же медь, драгоценные металлы и их сплавы гораздо чаще служат основой в художественном эмалировании.

Листовая сталь.

Наибольшее количество вырабатываемой в мире эмали наносится на листовую сталь. Эмалированная домашняя посуда, производство которой еще несколько лет назад являлось основной областью применения эмалей, частично вытесняется посудой из пластмассы и других материалов. Однако еще около 20% всех эмалированных изделий, поступающих на рынок, приходится на домашнюю посуду. Благодаря улучшению качества эмали и расширению технологических возможностей, из эмалируемой листовой стали изготавливают сегодня высококачественные, сложные по форме изделия. Холодильники, стиральные машины, аппараты пищевой и химической отраслей промышленности имеют, как правило, эмалированный корпус; эмалевые покрытия также применяются для котлов и трубопроводов.

Примером совершенствования технологии эмалирования может служить эмалирование листовой стали или алюминиевой фольги толщиной 0,10—0,25 мм. Эмалированную фольгу применяют в строительстве, ее можно подвергать сверлению, резке и прочим видам обработки. Покрытый эмалью стальной лист сочетает в себе твердость, коррозионную стойкость к агрессивным средам, блеск и окраску стекла с прочностью металла.

Особенно хорошо подходят для эмалирования хромоникелевые стали, причем металл не покрывают промежуточным (грунтовым) слоем эмали. Даже прозрачные эмали можно наносить непосредственно на металл и получать эффект, которого добиваются лишь при эмалировании благородных металлов; в данном случае отпадает необходимость в нанесении контрэмали. Благодаря нанесению жаропрочных и коррозионно-стойких эмалей повышаются эксплуатационные качества изделий.

Чугун.

Обычный серый чугун вполне подходит для нанесения эмали, если имеет гомогенную (однородную) структуру и достаточно высокую чистоту поверхности. Максимальное содержание углерода в зависимости от других добавок не должно превышать 3,5%, так как распад свободного цементита с образованием активного углерода приводит к браку эмалевого покрытия. Изделия из чугуна должны иметь по возможности одинаковую толщину стенок, чтобы не возникали внутренние напряжения. Для эмалирования изделий из чугуна (ванн, деталей печей и каминов, аппаратов химической промышленности и т.д.) применяют только специальные эмали.

Легкие металлы.

Практическое значение имеют лишь алюминий и его сплавы. Для эмалирования хорошо зарекомендовал себя сплав высокой прочности следующего состава: 2,25% Cu, 1,0% Mg, 0,6% Si, 0,25% Cr, остальное - Al. Низкая точка плавления алюминия (659° C) и еще более низкие температуры плавления эвтектического сплава обуславливают применение

легкоплавких эмалей. Эмалированный алюминий широко используют в строительстве из-за его невысокой плотности.

Медь.

Благодаря особым химическим и физическим свойствам меди сцепление эмали с ней особенно прочное. Относительно высокая температура плавления (1084°C) гарантирует устойчивость металла при оплавлении эмали. Стоимость материала от общей стоимости художественного изделия невелика. Таким образом, медь имеет то же значение в художественном эмалировании, что и листовая сталь в промышленном. В качестве основы медь идеально подходит для непрозрачных эмалей. На прозрачные эмали большое влияние оказывает цвет меди: они темнеют, приобретают бурый оттенок; красные тона превращаются в «грязные» красно-коричневые. Этого можно избежать, если предварительно нанести на медь бесцветную прозрачную эмаль (фондон), использовать подложку из серебряной фольги или грунтовую эмаль.

Эмалировочный томпак.

В данном случае речь идет о сплаве меди с цинком (эмалировочный томпак Л90 содержит до 10% цинка, остальное - медь). Температура плавления его достаточно высока ($1055\text{—}1065^{\circ}\text{C}$), так что при обжиге эмали не возникает никаких затруднений. Термическое расширение сплава из-за наличия цинка несколько выше, чем у чистой меди, но возникающие напряжения выравниваются благодаря упругости эмали. Особое преимущество эмалировочного томпака заключается в его светло-желтой окраске, и поэтому цвета эмали на томпаке чистые и яркие. Томпак, как правило, используют для изготовления серийных изделий небольшого размера, например, значков, медалей и эмблем. При эмалировании больших по площади изделий появляется опасность скалывания эмали. На томпаке эмаль обжигают от двух до четырех раз. Все другие сплавы меди, такие как латунь, нейзильбер, бронза, для эмалирования не подходят.

Серебро и сплавы серебра.

Благодаря высокой отражательной способности серебро придает прозрачным (в особенности зеленым и голубым) эмалям бриллиантовый блеск, хотя некоторые эмали взаимодействуют с серебром и изменяют свою окраску:

1. отдельные красные тона становятся коричневыми,
2. непрозрачные белые эмали приобретают по краям желтую окраску,
3. опалисцирующая эмаль становится заглушённой.

В таких случаях серебро перед нанесением эмали покрывают изолирующим слоем прозрачного фондона. Несмотря на то, что чистое серебро имеет высокую температуру плавления ($1060,5^{\circ}\text{C}$), при обжиге эмали тонкая серебряная фольга и серебряные перегородки могут сплавиться.

Вследствие высокого значения коэффициента термического расширения и отсутствия химического взаимодействия сцепление эмали с чистым серебром недостаточно прочно. Поэтому на прочеканенные листы из-за дополнительно возникших при формообразовании напряжений нельзя сразу же наносить эмаль. Литые изделия должны иметь равномерную толщину стенок, их нельзя дорабатывать и выглаживать чеканом. Чтобы увеличить сцепление эмали с серебром, рекомендуется придавать металлической основе большую шероховатость, например гравировкой, гильошированием, травлением и т. д.

У сплавов серебра благодаря присутствию в них меди сцепление эмали с основой значительно прочнее, а термическое расширение меньше, что улучшает свойства покрытия.

При содержании меди свыше 9% температура плавления сплава 779°С. Для эмалирования рекомендуется сплав 970-й пробы, температура плавления которого достаточно высока и составляет 900—930°С, а наличие 3% меди заметно улучшает сцепление эмали со сплавом.

Золото и сплавы золота.

Теплый желтый цвет чистого золота гармонично сочетается со всеми оттенками эмали. Особую яркость и выразительность придает золото красным тонам. При выборе цвета эмали необходимо учитывать, что голубые и зеленые эмали отливают желтизной из-за цвета основы.

Температура плавления золота довольно высокая (1063° С), термическое расширение несколько выше, чем у эмали, поэтому можно безбоязненно наносить эмаль на любые изделия из золота. Несмотря на отсутствие химического взаимодействия, сцепление эмали с металлом прочное. Однако высокая стоимость золота ограничивает его применение. Сплавы золота ниже 750-й пробы для эмалирования не подходят. Сплавы с более высоким содержанием золота имеют довольно высокую температуру плавления. Для усиления яркости эмалей содержание серебра в сплавах должно быть больше, чем меди.

Для художественного эмалирования хорошо зарекомендовали себя сплавы золота 750-й пробы. Температуры плавления этих сплавов достаточно высокие; прочность сцепления с эмалью удовлетворительна; цвета эмали более яркие, чем при использовании чистого золота и уменьшение содержания чистого золота в сплаве уменьшает стоимость изделий.

Платина.

Из всех эмалируемых металлов самый низкий коэффициент термического расширения у платины. Но при небольших напряжениях изгиба эмаль скалывается в силу отсутствия химической связи и низкой прочности сцепления. Лишь придавая поверхности шероховатость, можно добиться удовлетворительного сцепления эмали с металлом. Цвета эмалей на платине устойчивы. Благодаря высокой температуре плавления (1773,5° С) обжиг эмали не представляет трудности. Но из-за высокой стоимости платины практического значения в качестве основы для нанесения эмали она не имеет.

6. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ

1. Набор эмалей: тугоплавких, легкоплавких.
2. Эмаль в кусках, зерни и нитях.
3. Дистиллированная вода.
4. Калька.
5. Двухсторонняя липкая лента.
6. Копировальная бумага.
7. Абразивная бумага.
8. Шкурка водостойкая №320.
9. Медь листовая (толщина 0,8 – 1 мм.).
10. Проволока медная (диаметр 0,5 – 0,8 мм).
11. Пинцет, шпатели, кисти.
12. Муфельная печь.
13. Лопатка для муфеля.
14. Огнеупорная подставка.
15. Сосуд для отбеливания.
16. Металлические (не железные!) щипцы.
17. Хорошая вентиляция.
18. Хорошее освещение.
19. Сита.
20. Огнеупорные перчатки.
21. Специальные защитные очки.
22. Тяжелая плита (правочная).
23. Фарфоровая ступка и пестик.
24. Стекланные стаканчики с носиком, минимум 3 шт.
25. Зубоврачебные инструменты.
26. Льняные салфетки.
27. Чертилка.
28. Пластиковые ложки или контейнеры для смешивания.
29. Кожаная или деревянная киянка.
30. Ручная дрель или бормашина.
31. Надфили №2 и №4.
32. Щипцы: круглогубцы и плоскогубцы.
33. Ювелирный лобзик.
34. Ножницы по металлу.
35. Ручные тиски.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Практически что угодно может представлять собой опасность для здоровья. Процедуры по соблюдению техники безопасности обсуждаются здесь не с целью напугать вас или заставить отказаться от эмалирования, а для того, чтобы вы имели понятие о тех мерах предосторожности, которые следует соблюдать.

Лучшая мера безопасности - предотвращение несчастных случаев. Большинство мер техники безопасности связано со здравым смыслом. Ознакомившись с этими мерами, вы сможете защитить себя и проведете много счастливых часов за эмалированием без малейшего риска для здоровья.

8. ТЕХНИКИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ЭМАЛИРОВАНИЯ

8.1. Граффити

Одна из основных техник неперегордчатой эмали – это техника под названием "граффити".

На металлическую подложку нанести слой черного грунта. Тщательно высушить и обжечь. Затем на обожженную и остывшую поверхность нанесите тот цвет эмали, который можно будет считать основным для данного изделия. Тщательно высушить. Необходимо, чтобы этот слой был нанесен равномерно и был не слишком толстым.

Затем подходящим инструментом, например, чертилкой или заостренным металлическим стержнем наносится базовый рисунок (в соответствии с утвержденным рисунком) так, чтобы обнажилась черная грунтовая эмаль. С рисунка нужно удалить отколовшиеся кусочки сухой эмали и эмалевую пыль. Это можно сделать посредством кисти из ворса колонка или белки № 3 - 5. Подготовленную таким образом эмалевую поверхность обожгите еще раз при температуре 860°C. После обжига на процарапанных местах остается грунтовая эмаль и рисунок просматривается довольно четко и графично. Можно считать изделие законченным в том случае, если мастером-эмальером ставилась задача создать монохромное произведение и рисунок после обжига получился четкий и тонкий.

Если же вы планируете выполнить изделие с использованием цветной эмали, то необходимо будет произвести еще несколько обжигов. Можно использовать чистые цвета, а можно смешанные. Как бы ни была велика предлагаемая гамма цветов, её всегда не хватает. Палитру эмали можно увеличить смешиванием эмалей разных цветов.

Сначала смешиваем порошки эмалей различных цветов. Для того, чтобы добиться предполагаемых цветов (в соответствии с эскизом), необходимо в процессе смешивания делать пробники и проводить пробные обжиги, поскольку для получения нужного цвета смешивают эмали разного помола, разных физических и химических характеристик.

В итоге образуется новая эмаль, с новыми свойствами, характеристиками и новым цветом. Иногда можно получить промежуточный тон или осветлить цветовой тон добавкой бесцветной эмали или полупрозрачной.

При смешивании прозрачных эмалей после обжига образуется однородно окрашенная эмаль, оттенок которой не всегда соответствует ожидаемому. При смешивании непрозрачных эмалей или непрозрачных с прозрачными часто получается эффект "перца", т.е. различные цветовые компоненты соединяются друг с другом, не расплавляясь. С помощью пробных пластин можно оценить результаты эксперимента.

8.2. Напыление

На металлическую основу нанесите грунт, тщательно высушите и обожгите при температуре 860°C. Затем нанесите выбранный цвет эмали или несколько цветов, в соответствии с эскизом. Эмаль должна быть в состоянии сухого порошка. Получившуюся заготовку снова подвергаем обжигу. Для того чтобы эмаль не скатывалась с гладкой поверхности изделия, мы используем глицерин. Его разбавляют водой настолько, чтобы удобно было наносить кисточкой. Чтобы при работе раствор глицерина можно было отличить от других химикатов, его подкрашивают пищевой краской. Нужную концентрацию глицерина устанавливают посредством проб: если раствор слишком густой, его невозможно распределить равномерно по поверхности; если растворить слишком жидко, то он растекается и не дает четких контуров предполагаемого изображения.

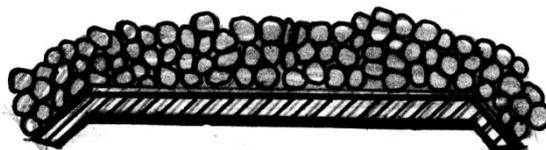
На слой грунтовой эмали нанесите рисунок раствором глицерина, кисточкой или шпателем. Затем изображение посыпьте эмалевым порошком. Удерживая пластину в наклонном положении, легким постукиванием сбросьте лишний эмалевый порошок, на рисунке он удерживается раствором глицерина. После сушки пластину с нанесенной эмалью осторожно помещают в печь. При этом необходимо убедиться в том, что глицерин полностью испарился. Для этого пластину в течение нескольких секунд держите перед открытой дверцей печи и быстро отводите назад при появлении пара. Когда жидкость полностью испарится, пластину поместите в печь для обжига. Обжиг ведут до тех пор, пока нанесенная эмаль не погрузится в грунтовую.

8.3. Кракле

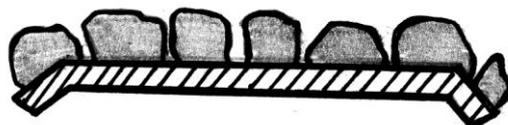
Следующая техника, которую мы хотели бы рассмотреть - это кракле. Выполненная в этой технике поверхность изделия выглядит так, как будто она покрыта тонкой сеткой окрашенных линий.

Для того чтобы правильно выполнить эту технику, нужно знать фазы плавления эмали.

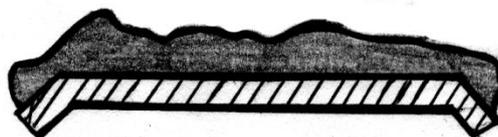
Первая фаза. При загрузке образца в разогретую печь кислород воздуха беспрепятственно проникает через эмалевый порошок к поверхности металла и окисляет его. На поверхности меди — металла, чаще всего используемого для художественного эмалирования, образуется окисный слой.



Вторая фаза. Частицы эмали спекаются, но покрытие остается еще пористым, газопроницаемым. Окислы меди взаимодействуют на поверхности раздела со стеклообразующими компонентами эмали, особенно с V_2O_5 , с образованием солей меди. В основном металле вследствие диффузии происходит внутреннее окисление: под слоем окисла меди (CuO) образуется зона закиси меди (Cu_2O). Образование окислов меди приводит к некоторому сближению на поверхности раздела свойств таких различных материалов как металл и эмаль.

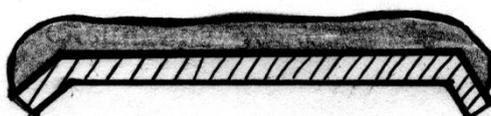


Третья фаза. При дальнейшем нагревании пограничное поверхностное натяжение между все более размягчающейся эмалью и твердой медью снижается настолько, что эмаль растекается по поверхности металла, т. е. начинает «плавиться». Поры спекшейся эмали закрываются, образуется сплошное покрытие, поверхность которого пока еще остается неровной. Образовавшееся покрытие препятствует дальнейшему доступу кислорода воздуха к границе «эмаль — металл».



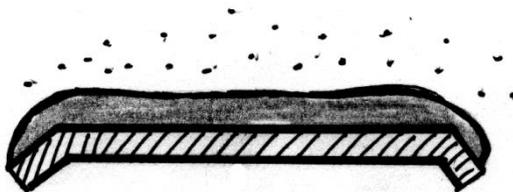
Четвертая фаза. Изделие нагревается до температуры плавления эмали. Поверхностное натяжение уменьшается настолько, что поверхность эмалевого расплава становится гладкой, все неровности исчезают.

Пятая фаза.

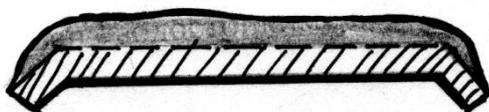


Поверхность

эмалевого покрытия должна быть раскаленной докрасна и иметь зеркальный блеск. На этом обжиг заканчивается, и изделие можно вынимать из печи.



Шестая фаза. Если оптимальная продолжительность обжига превышена, это приводит к дальнейшему взаимодействию между компонентами эмали и металла, причем изменяются цвет и прозрачность эмали, пограничный слой отходит от краев металла.



Во время второй фазы плавления эмали, т.е. когда частицы эмали спекаются, но покрытие остается пористыми, образуются небольшие трещины, достаньте изделие из печи. Этот момент очень трудно определить, только опытный эмальер сможет это сделать. Если достать изделие из печи чуть раньше, то эмаль не успевает закрепиться на металлической подложке, если чуть позже - то она начинает уже "плавиться". В этом случае затекают трещины, необходимые для техники кракле. Затем изделия охлаждают и другим цветом эмали (увлажненной) "затирают" трещины. Высушивают и ставят в печь для следующего обжига. После него поверхность изделия становится гладкой и блестящей, трещины не заметны на ощупь и образуют своеобразный рисунок. Данная техника спонтанная, поскольку предугадать, каким образом будут располагаться трещины на поверхности эмали, невозможно.

8.4. Прожигание

Интересные изделия могут получиться при применении техники, которую можно назвать прожигание. Эффекта прожигания можно добиться двумя путями.

Первый способ.

На металлическую подложку нанесите черный грунт, высушите и обожгите. Затем берется чистый (не смешанный) цвет, желательно, тугоплавкий. Тщательно покройте все изделие и высушите его. После этой процедуры происходит первый обжиг при температуре 860°C. Затем изображение на рабочей плоскости раскрасьте тонкими слоями любой цветной эмали (желательно, легкоплавкой).

Обжиг в печи, обычно более продолжительный для того, чтобы эмали не только расплавились, но и проникли одна в другую. В результате нижние слои эмали поднимаются на поверхность, вступая во взаимодействие, с верхним слоем и изменяя его цвет. Могут образовываться пятна, облачка, прожилки, что создает интересные цветовые эффекты на эмалевых покрытиях.

Второй способ.

Два слоя эмали контрастных цветов с разными коэффициентами расширения наплавляются друг на друга. При этом, кроющийся слой сжимается сильнее, чем грунтовая эмаль, благодаря чему он разрывается, образуя микротрещины в виде волосяных нитей, через которые виден слой грунтовой эмали или металла. Если, например, хотят декорировать этим способом плоскость белого цвета, то сначала подложку покрывают тугоплавкой белой эмалью, сверху накладывают тонкий слой слегка желтоватой эмали, которая сильно сжимается при охлаждении и при этом разрывается. При быстром охлаждении в кипящем масле трещины значительно увеличиваются, и поверхность приобретает коричневатый оттенок. При необходимости в заключение, изделие следует подвергнуть непродолжительному обжигу для того, чтобы закрепить трещины. Нужно обладать некоторым навыком, чтобы добиться равномерного образования тонкой сетки трещин.

При выполнении изделий в технике эмалирования мы рекомендуем использовать первый способ, поскольку он менее трудоемкий, но не менее эффективный.

8.5. Зернь

Дополнительными эффектами можно обогатить свое изделие при знании техники зернения или грануляции по эмалевой поверхности.

Шарики диаметром от 0,2 до 5 мм изготавливают из эмалевых зерен: кусочки эмали укладываются на древесный уголь или асбест, разогреваются пламенем или в печи и сплавляются в шарики. Можно использовать в своей работе смальтовую, стеклянную и металлическую зернь. Изготовить ее можно подобно эмалевой.

На грунтовую эмаль нанесите тонкий слой цветной эмали, в которую будут помещаться шарики. Этим можно облегчить надежное закрепление шариков. Затем следует обжиг при температуре 860°C. Причем, можно добиться рельефа на изделии (короткий обжиг), а можно добиться гладкой поверхности (продолжительный обжиг).

Аналогично можно вплавлять в эмаль металлические, стеклянные и смальтовые шарики. Их крепят и вплавляют в эмаль так же, как и эмалевую зернь. Правда, сцепление металлических шариков с эмалью вследствие ее ограниченной смачиваемости невелико. Шарики желательно вплавлять неглубоко, чтобы не исчез эффект рельефа. После обжига изделие можно почистить и отполировать, чтобы придать блеск металлической зерни. Закрепить зернь на рабочей плоскости до проведения обжига можно густым раствором глицерина.

8.6. Нити

Нанесение эмали в виде нитей – техника, сходная с техникой зернения, но заготовить рабочий материал несколько сложнее.

Размягченную эмаль, находящуюся в вязком состоянии, можно вытягивать в нити, которые затем наплавляют на подготовленную эмалевую поверхность. Для этого необходимы следующие инструменты и вспомогательные средства: рукавицы, стальной стержень толщиной от 5 до 10 мм, длиной не менее 50 см, с помощью которого вытягивают нити; молоток и плоскогубцы для отбивания и отгибания застывшей эмали, небольшие емкости из меди для эмали. Емкость заполняют эмалью. Устанавливают для плавления в печь.

Разогревают эмаль до температуры плавления так, чтобы она в емкости размягчилась и стала вязко- тягучей. Когда эмаль расплавилась, открывают дверь печи и вытягивают эмалевые нити стальным стержнем. Лучше работать вдвоем: один вытягивает стержнем нити, а другой отламывает плоскогубцами нити от стержня и складывает на подготовленную огнеупорную пластину. Конец стального стержня нагревают до красного каления, затем погружают в расплавленную эмаль.

Когда стержень вынимают, вязко-текучая эмаль прилипает к стержню, как сироп на ложке. Сначала нить тянут вверх, затем в сторону (длина полтора- два метра). На воздухе тонкие нити быстро охлаждаются и становятся хрупкими. Таким образом, можно вытянуть 10 нитей одного цвета. Затем эмаль в емкости перестает быть вязко-тягучей. При наличии некоторого опыта, толщину нити можно варьировать, изменяя скорость вытягивания эмалей: чем быстрее вытягивается эмаль, тем тоньше нить. После охлаждения (уже в хрупком состоянии) их можно разложить на кусочки необходимой длины.

При вытягивании нитей следует помнить о том, что затвердевшие нити еще достаточно горячие и могут стать причиной ожога. Они не должны касаться легко воспламеняющихся предметов. Нити можно наплавлять и предварительно раскладывать на подготовленную подложку, выбирая композиционный рисунок. Нити разламываются на кусочки нужной длины, которые смазываются глицерином и наплавляются на грунтовую эмаль или подложку. Обжиг изделия производится до тех пор, пока нити не начнут погружаться в грунтовую эмаль. Благодаря взаимодействию эмали, образуется красивый геометрический рисунок, имеющий мягкий красивый контур. Этот способ имеет определенное сходство с ЭМАЛЕВОЙ ЗЕРНЬЮ.

8.7. Куазоне

Техника куазоне имеет давнюю историю: в большинстве музеев Запада и Востока представлены выдающиеся образцы изделий, выполненных в этой технике. Как и многие другие термины, относящиеся к эмали, «куазоне» происходит от французского слова *cloison*, означающего замкнутый участок или ячейку. Из плоских проволочек меди можно выложить линейный рисунок, устанавливая проволочки на ребро. Из этих отрезков металлических ленточек получаются замкнутые участки (ячейки), которые предстоит заполнить эмалью. Металлические линии проволоки вносят дополнительный изобразительный элемент.

Проволоку для перегородчатой эмали можно изготовить из листа, из проволоки круглого диаметра, следуя общепринятой традиции. Но можно и купить уже готовую у поставщиков эмальерных и ювелирных материалов. Она бывает различной толщины и ширины. Если проволока для куазоне жесткая и пружинистая (нагартованная), прежде чем пускать ее в работу, понадобится ее отжиг (для восстановления ее микроструктуры).

Разработанный эскиз должен исключать прямые линии. Трудно поставить на ребро отрезок тонкой плоской проволоки, если он прямолинеен. Конечно, это вполне выполнимо, но в данной работе старайтесь работать с гладкими, текущими, изогнутыми линиями. Идеальные формы для куазоне представляют собой компактные, гладкие, изящно изогнутые кривые.

Выгибать проволоку в соответствии с эскизом можно пинцетом, плоскогубцами, круглогубцами. Ненужные изгибы и петли на проволоке можно устранить, осторожно протягивая проволоку между пальцами несколько раз. Перегородки накладываются на медную подложку и фиксируются медицинским клеем БФ-6 (этот клей испаряется в печи при высокой температуре и не влияет на качество и цвет эмали). Затем нанесите специальным шпателем на обе стороны работы равномерный слой эмали и контрэмали. Ее должно быть столько, чтобы после обжига металл не просвечивал, и образовалось достаточно места в ячейках для нанесения цветной эмали. Просушить и обжечь работу при температуре 860°C до красного цвета и появления зеркального блеска.

Когда диск остынет, осмотрите перегородки и убедитесь, что все они надежно сцеплены с эмалью.

Зачерпните небольшое количество эмалевой смеси шпателем для мокрого эмалирования, затем тщательно заполните ячейки эмалью отобранных цветов. При нанесении эмали на работу она не должна выходить за пределы перегородок.

Эмали разных цветов можно смешивать в пределах одной ячейки для получения перехода цвета. Можно добавлять opakовые эмали для привнесения различной степени контрастности и глубины.

Просушить и обжечь изделие при температуре 860°C. После обжига необходимо почистить перегородки. Эмаль, которая налипла поверх перегородок, можно снять, осторожно опиливая ее бруском под струей воды.

Можно послойно добавлять эмаль и обжигать после каждой прокладки до тех пор, пока обожженная эмаль по высоте не сравняется с перегородками или не станет чуть выше их. Желательно, чтобы одно изделие обжигалось не более 5 раз.

Существует несколько вариантов окончательной отделки эмали. Можно остановиться на том, как эмаль получилась в последний раз после обжига. Если вам необходима гладкая плоская поверхность куазоне, которую большинство из нас привыкли видеть, то всю поверхность эмали обрабатывают бруском, затем доводят до матового состояния, полублестящего состояния либо придают поверхности зеркальный блеск. Какой бы способ отделки вы ни выбрали, это зависит только от ваших индивидуальных предпочтений: интересные работы можно получить при любом способе отделки. Ни один способ не является более правильным, чем другой - это всегда вопрос точки зрения.

1. Вогнутая в ячейках эмаль. В каждой ячейке по центру эмаль тоньше, чем у краев рядом с перегородками, что придает ей вогнутый вид. Во время обжига этот эффект вызывается капиллярными силами. Нанесите несколько тонких слоев эмали с обжигом каждого слоя.

Для окончательной отделки тщательно опилите перегородки бруском, чтобы снять излишки эмали. Опилить нужно осторожно, чтобы перегородки не смялись под давлением бруска. Также перегородки могут отслоиться от эмали, если во время опиливания тереть слишком сильно. Тщательно очистите изделие стеклянной щеткой от пыли.

2. Эмаль в ячейках выпуклая. Форма эмали в ячейках представляет собой точную противоположность вогнутой. Ее обжигают до получения закругленной выпуклой поверхности, слегка выступающей над перегородками. Здесь особо важен контроль за температурой и временем обжига. Чуть более горячая печь, чуть более длительная выдержка, и эмаль перельется через перегородки, испортив, таким образом, технику клуазоне.

На протяжении всего процесса обжига перегородки должны быть абсолютно чистыми: на них не должно быть ни частички эмали.

3. Плоская поверхность эмали клуазоне. Это наиболее часто встречающаяся разновидность эмали - клуазоне. Перегородки и поверхность эмали лежат в одной плоскости. Такую эмаль можно обрабатывать матовой, полуматовой или зеркальной отделкой.

9. СОСТАВЛЕНИЕ ПАЛИТРЫ ЭМАЛЕЙ

Изготовление палитры для того, чтобы видеть цвета обожженных эмалей, может оказаться тяжелым и продолжительным занятием. Однако серьезный эмалиер должен иметь перед глазами образцы того, как эмаль каждого цвета ведет себя и как она выглядит на разных поверхностях после обжига.

Рекомендуется перед началом серьезной работы проделать тест с эмалями, отобранными для нее на том самом металле, который предполагается использовать. Слегка различающиеся температуры обжига и металлы основы могут давать различия и в окраске эмали. Проложенные в непосредственной близости цветные эмали могут дать не тот оптический эффект, на который вы рассчитываете, поэтому стоит проверять совместимость цветов.

Как изготавливать такие палитры зависит лишь от предпочтений мастера. Некоторые предпочитают все имеющиеся краски и различные поверхности представлять на одной пластине, тогда как другие предпочитают иметь отдельные панели для каждого цвета. Один из возможных вариантов - приклеить диск с образцами эмалей на крышечку каждой банки с эмалями. Какой бы метод изготовления палитр вы ни избрали, они должны включать в себя:

1. Прозрачные эмали по поверхности полированной меди,
2. Прозрачные эмали по текстурированной меди,
3. Прозрачные эмали поверх белой опакующей эмали,
4. Прозрачные эмали по золотой фольге,
5. Прозрачные эмали по серебряной фольге,
6. Непрозрачные эмали по меди,
7. Тугоплавкие эмали,
8. Легкоплавкие эмали.

Палитры для опакующих и опалисцирующих эмалей гораздо легче изготовить, так как металл основы и его цвет не обязательно влияет на вид эмали. Иногда металл основы изделия может изменить цвет эмали в зависимости от ее химического состава; интенсивность цвета подложки и толщина также вносят свой вклад в варианты оттенков.

10. ВИДЫ БРАКА В ЭМАЛИ

При работе с эмалями возникают всевозможные оплошности. Необходимо привести таблицу, которая поможет начинающим эмалиерам узнать дефект, установить его причину и, по возможности, исправить его.

Таблица 6

Виды брака в эмали

№	Виды дефектов	Причина появления	Способы устранения
1.	Прозрачные эмали остаются после обжига мутными	Недостаточная температура и время обжига.	Еще раз обжечь изделие при более высокой температуре и увеличить длительность обжига.
2.	Мутные полосы на эмали.	При нанесении эмали в уже высохший слой попала вода.	Можно перекрыть этот участок полностью цветом эмали в соответствии с эскизом и обжечь изделие заново.
3.	Фондон после обжига стал молочно-мутным.	Эмаль мелко растерта либо плохо промыта, либо нанесен слишком толстый слой. Высокая температура обжига.	Исправить данный образец нельзя.
4.	Опаковая эмаль после обжига стала прозрачной.	Высокая температура обжига.	Обжигать при умеренной температуре до появления эффекта опалисцирования.
5.	Пористая поверхность, газовые пузырьки в эмали.	1. Пережог эмали. 2. Эмаль недожжена. 3. Реакция несовместимых эмалевых смесей. 4. Загрязнения в эмалевом порошке. 5. Загрязнения в металле.	Исправить данный образец нельзя.
6.	Под прозрачной эмалью на медной или томпаковой подложке появляются красные пятна.	Образование окислов меди.	Необходим дополнительный обжиг до тех пор, пока не исчезнут пятна.
7.	Зеленые или черные края и пятна на белой эмали, на меди или томпаке.	Пережог в результате многократного обжига. Перегрев приводит к изменению состава эмали.	Исправить данный образец нельзя.
8.	Черные пятна в непрозрачной красной эмали.	Пережог в результате многократного обжига. Перегрев приводит к изменению состава эмали.	Попробовать перекрыть образец данным цветом заново и обжечь. Если брак исправить не удалось, то изготовить новый образец.
9.	Черные матовые пятна на поверхности эмали.	Кусочки окалины металла попали в эмаль и оплавившись.	Попробовать перекрыть образец данным цветом заново и обжечь. Если брак исправить не удалось, то изготовить новый образец.

10.	Цветные пятна в эмали.	Попадание в эмаль различных чужеродных частиц до или во время обжига.	Необходимо чище работать.
11.	Волосяные нити на эмали.	1. Растрескивание эмали под действием напряжения. 2. Различный коэффициент теплового расширения эмалей и металлической подложки. 3. Неудовлетворительное нанесение контрэмали.	Исправить данный образец нельзя.
12.	Сколы.	Те же причины, что и при появлении волосяных нитей (чаще – 1 случай).	Нанести эмаль на сколотую часть и обжечь заново.
13.	Деформация эмалевой пластины после обжига.	Подставка для обжига не дает достаточной опоры. Неудовлетворительное нанесение контрэмали.	Пока изделие не остыло, специальными инструментами (пинцеты, правочная плита) выпрямить.
14.	Пустоты в нанесенном эмалевом слое.	1. Неравномерное нанесение слоя эмали. 2. Плохо обезжирен металл. 3. Чрезмерное использование клея при выполнении перегородчатой эмали.	Нанести эмаль на части без эмали и обжечь заново.

Рассмотрим подробнее наиболее часто встречающиеся дефекты.

Кратеры, пузырьки, ямки.

Если вы видите на вынутой из муфеля эмали ямки и кратеры от пузырьков, то это говорит о недостаточно качественно проведенной подготовке, грязи на поверхности металла или загрязнениях в эмали. Отбел, пемза или остатки масел часто являются причиной такого дефекта. Обычно подобный дефект проявляется при нанесении первого слоя эмали на металл.

Необходимо уделять пристальное внимание чистоте металла. Охлаждать и отбеливать металл, пока он полностью не станет чистым. Тщательно промывать под струей воды после отбеливающих процедур. Очень важно, чтобы внутри этих кратеров не оставалось никаких остатков. Все пузырьки, заметные на поверхности, также требуют обработки, их следует разрушать острым инструментом. Советуем делать это после отбеливания и промывки изделия. Когда вы сочтете, что все кратеры свободны от грязи, а все пузырьки проколоты, тщательно запакуйте кратеры сухим эмалевым порошком так, чтобы он слегка возвышался над ободком кратера.

Пережог.

Вынув изделие из печи можно увидеть, что эмаль собралась в толстые ручейки, и в некоторых местах видна непокрытая медь. Эмаль также может оттянуться от краев. Так выражается то, что вы передержали изделие в печи либо неравномерно нанесли эмаль. Прозрачные эмали часто приобретают яркий зеленоватый цвет, являющийся результатом реакции оксида меди с компонентами эмали с образованием соединений собственного цвета. Некоторые опакующие эмали могут менять цвет, и даже стать прозрачными. У слабоокрашенных непрозрачных эмалей на краях может проявиться зеленая полоска.

Охладите, отбелите дочиста, промойте, нейтрализуйте. Слишком высокие участки эмали спилите бруском до приемлемой толщины, добавьте на всю поверхность еще слой эмали и обожгите.

Окалина (зеленовато-черные хлопья).

На поверхности обожженной эмали видно множество тусклых черных точек, которые сводят на нет эстетический эффект. Эти точки, скорее всего, - окалина, то есть мелкие частички оксидов от непокрытой эмалью меди или от подставок из нержавеющей стали. Окалина может загрязнить эмаль либо до обжига, либо в ходе обжига в печи. Окалина от меди дает черные точки, которые приобретают при последующих обжигах кирпичный либо зеленый цвет. Окалина от нержавеющей стали дает черные точки, которые черными и остаются. Такое пятно имеет резкие края и всегда сохраняет свою форму. Часто на окалине, образуемой муфельной оснасткой, также содержится эмаль.

1. При охлаждении непокрытой раскаленной меди окалина с ее поверхности отскакивает и плавает в воздухе. Такая окалина потенциально опасна для открытых баночек с эмалью на вашем столе, а может и осесть на эмалевую поверхность, готовую к обжигу.

Причиной появления черных точек могут быть и медные опилки от опилования краев изделия, над которым вы работаете.

Удалите окалину с обожженной эмали, либо, обрабатывая участки, где она замечена, абразивным кругом с помощью бормашины, либо спилите их точильным бруском. Необходимо тщательно промыть поверхность водой после завершения процесса. Остатки от абразивного круга или бруска, если их не удалить, могут в будущем привести к образованию раковин или неровностей на эмали и к необходимости последующих обжигов.

Если загрязнения глубоко въелись в эмаль, либо появились при выполнении работ с перегородчатой эмалью, грязь можно убрать с помощью алмазного бора. Не забывайте тщательно очистить поверхность после удаления пятен. Выемки от обработки бором особо старательно промойте под струей воды.

Отслаивание эмали.

Существует три типа отслаивания, которые могут стать проблемой для эмалиера:

1. Эмаль отскакивает тонкими пластинками при охлаждении обожженного изделия.

Это может возникнуть при слишком длительном обжиге либо при обжиге с недостаточной температурой. Медь образует оксид под эмалью прежде, чем гранулы эмали успеют размягчиться и слиться воедино, образовав сплошной изолирующий слой эмали. Затем эмаль приплавляется к окалине, но окалина не держится на меди. После остывания окалина отстает от меди вследствие разницы в коэффициентах термического расширения. Отслоившиеся пластинки эмали с оборотной стороны на границе раздела имеют кирпично-красный цвет.

2. Эмаль, которая «оттягивается» или отслаивается от поверхности металла, возможно, нанесена слишком толстым слоем поверх окалины либо положена на грязную поверхность.

Это происходит при использовании оксидных слоев на меди с целью достижения декоративных эффектов. Если поверхность меди основательно окислена (до черного оксида меди) перед нанесением эмали, то при обжиге эмаль может отслоиться или сползти с поверхности металла (из-за чрезмерной толщины пленки окалины). Отслаивание и сползание - разные вещи. Неочищенные поверхности, к примеру, загрязненные маслами, также могут вызвать отслаивание эмали из-за чрезмерного окисливания поверхности либо сползание эмали из-за несмачивания поверхности расплавом.

3. Эмаль, которая «стягивается», возможно, была недосушена перед обжигом.

Это проявляется, если изделие с непросушенной эмалью помещается в печь. Если за этим следить, можно видеть пар, поднимающийся с поверхности. Если все оставить как есть, эмаль при созревании отстанет от металла или ранее проложенной эмали.

Как и ранее, необходимо зачистить проблемные участки, наложить заплатки и вновь обжечь. Если оксидный слой необходим как часть дизайна изделия, добивайтесь минимальной его толщины так, чтобы эмаль смогла просочиться сквозь эту пленку при обжиге и намертво сцепиться с металлом основы.

Трещины.

Трещины, возникающие в процессе изготовления эмали, следует отличать от тех, что появляются при неправильной эксплуатации или порче готового изделия и, соответственно, иначе с ними поступать.

Трещины, которые появляются на первом слое эмали, обычно относятся к одной из трех категорий:

1. Концентрические трещины. Они случаются, когда поверхность эмали неровная и слишком тяжелая. Особенно это касается случаев, когда эмаль наносится на тонкую пластину без контрэмали.

2. Трещины произвольной формы. Они меняют направление по ходу своего развития, возникают при слишком резком охлаждении изделия, либо если к эмали не вовремя прикоснулись холодным инструментом.

3. Прямолинейные трещины возникают при неравномерных механических напряжениях в изделии. Это напряжение может быть вызвано недостаточным слоем контрэмали, давлением, неверным размещением изделия на подставке для обжига.

Трещины, возникающие во втором и последующих слоях эмали можно классифицировать следующим образом:

1. Трещины в форме «ломаных звездочек». Они возникают, если контрэмаль в одном месте прогорела до металла, а в прочих - сохранилась.

2. Трещины у перегородок клаузоне. Они происходят из-за того, что термический коэффициент линейного расширения серебра превосходит этот параметр у меди и эмали.

3. Параллельные трещины. Трещины, пересекающие изделие параллельно металлу, вызываются обжигом двух эмалей с несовпадающими коэффициентами термического расширения.

4. Прямые линейные трещины. Трещины, возникающие на идеальной поверхности после повторного обжига, обусловлены неверно выбранными условиями охлаждения, ошибками при правке эмали после обжига, либо сильными конвекционными потоками воздуха от подставки для обжига в сборке. Также подобные трещины могут развиваться при преждевременном извлечении изделия из печи до того еще, как слои эмали успели сплавиться друг с другом после термического шока, полученного ими при внесении в печь.

5. Растрескивание непрозрачных эмалей. Если трещины появляются лишь на опакowych эмалях, тогда как на прозрачных они совершенно отсутствуют, возможно, причина в обработке эмали отбелом. Отбел разъедает свинцовые опакowe эмали.

6. Трещины лимож. Если только что положенная живописная эмаль обжигается, не будучи совершенно сухой, в местах нанесения рисунка в технике лимож появятся трещины. Слишком жирно нанесенная живописная эмаль при работе в технике лимож также растрескается.

Необходимо, чтобы при всех обстоятельствах слой эмали был ровным и хорошего качества. Если эмаль, по которой вы работаете, нанесена толстым слоем, нанесите еще слой контрэмали для поддержания равновесия механических напряжений в изделии. Охлаждайте медленно, избегая сквозняков. Обожженная эмаль не должна оказаться на холоде, по меньшей мере, несколько часов. Всегда правьте эмаль прежде, чем ее температура опустится

ниже 538°C. Наиболее легко эмаль поддается деформации, когда ее температура попадает в диапазон 816 - 538°C. Более холодная эмаль трескается при нажиме.

7. Трещины - «призраки».

После повторного обжига растрескавшейся эмали, даже если трещины «залечились», иногда можно заметить тонкие трещины. Такие трещины - «призраки» вызываются либо окислением металла под растрескавшимся стеклом, не исправленным немедленно, либо воздействием воды или отбела, просочившихся в трещину.

Эта проблема решается немедленным обжигом растрескавшейся эмали, причем следует избегать любого контакта ее с любыми жидкостями.

8. Трещины в старых эмалевых покрытиях.

Ремонт трещин в старых эмалях, с которыми плохо обращались во время их эксплуатации, является реставрационной процедурой, требующей специальных умений.

Опаковые эмали, ставшие прозрачными.

Может случиться так, что, вынув обожженную опакующую эмаль из печи, замечаем, что она стала прозрачной. Это достаточно обычно для эмалей, заглушенных соединениями мышьяка, которые обжигались при более высокой, чем рекомендовано, температуре. Когда подобные непрозрачные эмали обжигают при экстремальных температурах (898°C), глушитель не выдерживает. При этом эмаль становится прозрачной.

Необходимо вновь обжечь эмаль при обычной температуре 816°C. Опаковая эмаль, которая стала прозрачной, вновь помутнеет.

Удаление эмали с металлической поверхности.

Возможно, наступит момент, когда ни один из приведенных выше способов решения ваших проблем не даст удовлетворительного результата. Существует три простых способа снять эмаль с металлической поверхности:

1. Поместите эмаль на подставку для обжига и выдержите в печи 2-3 мин. Выньте сборку из печи, захватите эмаль щипцами и опустите раскаленное докрасна изделие в ведро с холодной водой. Термический удар удалит большую часть эмали с поверхности металла. Этот процесс можно повторять, пока пластина совершенно не очистится. Любые остатки стекла, приплавившиеся к металлу, можно снять обработкой бруском, напильником или абразивным инструментом, зажатым в наконечник бормашины, при условии отвода тепла.

2. Проковка эмали деревянной киянкой на стальной стойке или пластине заставит эмаль растрескаться и отделиться от металла. Делать это нужно осторожно.

Нужно обратить внимание на то, что не следует расстраиваться по поводу появления всевозможных дефектов, так как их можно выгодно использовать в своих творческих работах. Благодаря фантазии и воображению художника могут появиться новые своеобразные техники.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Дисциплина «Художественное эмалирование» оценивается недифференцированным зачетом.

На просмотр выставляются следующие законченные работы:

Задание №1: Декоративное панно в технике художественного эмалирования, состоящее из 5 – 7 частей, связанных в единую композицию; графические и цветные эскизы.

Задание №2: Декоративное панно в технике художественного эмалирования с использованием всех изученных техник и свободного металла.

Магистрант получает «зачет» за:

1. Полностью выполненный объем заданий.
2. Наличие основных понятий о методах, техниках и приемах создания изделий в технике художественного эмалирования.
3. Умение пользоваться основными инструментами, используемыми в технологических процессах художественного эмалирования. Грамотное, целенаправленное использование инструментов для выполнения объектов.
4. Наличие полной информации о различных технологических приемах художественного эмалирования.
5. Самостоятельный выбор оптимальных технологических решений при создании творческих работ.
6. Поиск новой информации.
7. Использование знаний в области орнамента, проектирования берестяных изделий.
8. Варьирование технологий эмалирования для более полной реализации художественного замысла.
9. Владение навыками анализа технологических цепочек, подбора соответствующих данной модели проектируемого изделия технологий.
10. Владение навыками соответствующего поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций в условиях художественного производства.
11. Качественно выполненные упражнения и задания:
 - Грамотное использование изобразительных и графических средств выражения.
 - Сохранение пропорций выполненного изделия.
 - Художественно-образные и композиционные средства передачи характера материала в изделии.
 - Знание основных видов, жанров, стилей в орнаментальных композициях.

Магистрант получает «не зачет» за:

1. Выполненный объем заданий менее 50%.
2. Отсутствие основных понятий о методах, техниках и приемах создания моделей проектируемых объемных изделий в технике художественного эмалирования.
3. Слабое умение пользоваться основными инструментами, используемые в технологии художественного эмалирования.

4. Недостаточное наличие информации о различных технологических приемах эмалирования.
5. Несамостоятельный выбор оптимальных технологических решений при создании творческих работ.
6. Недостаточный поиск новой информации.
7. Отсутствие знаний в области орнамента, проектирования объемных изделий.
8. Недостаточное варьирование технологий эмалирования для реализации художественного замысла.
9. Недостаточное владение навыками анализа технологических цепочек, подбора соответствующих данной модели проектируемого изделия технологий.
10. Владение навыками соответствующего поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций в условиях художественного производства.
11. Недостаточно качественно выполненные упражнения и задания:
 - Не использованы изобразительные и графические средства выражения.
 - Потеря пропорциональности выполненного изделия.
 - Недостаточные художественно-образные и композиционные средства передачи характера материала в изделии.
 - Слабое знание основных видов, жанров, стилей в орнаментальных композициях.

Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:

1. Материалы и инструменты, используемые в процессе эмалирования.
2. Эмаль. Определение.
3. Сырье для изготовления эмали. Плавление шихты.
4. Свойства эмали (особенности спая стекло-металл, вязкость, поверхностное натяжение и смачиваемость, термическое расширение, термическое напряжение, плотность, прочность при сжатии, прочность при растяжении, другие характеристики прочности, упругость, твердость).
5. Обжиг и сцепление эмали.
6. Виды эмалей.
7. Палитра эмалей.
8. Металлы, используемые в процессе эмалирования. Листовая сталь, чугун, медь, эмалировочный томпак, серебро и сплавы серебра, золото и сплавы золота, платина.
9. Инструменты, применяемые в процессе художественного эмалирования. Шпатели, лопаточки, ступки, ножницы по металлу, шило, пинцеты, бокорезы, кусачки, клей БФ, надфили.
10. Оборудование, используемое в процессе художественного эмалирования. Печи для обжига, подставки, щипцы, лопаточки для печи.
11. Процесс эмалирования.
12. Подготовка металлической основы. Выбор металлической пластины для эмалирования. Требование к металлической основе для эмалирования. Подготовка медной пластины для эмалирования (выколотка, отжиг, травление, обезжиривание, крацевание, промывка и сушка).
13. Подготовка эмали. Дробление. Размалывание. Растирание. Отмучивание. Хранение мокрой эмали. Регенерация эмали. Хранение сухой эмали. Подготовка эмали к работе.

14. Нанесение эмали. Основные принципы нанесения эмали шпателем.
15. Контрэмаль. Особенности нанесения контрэмали на пластины. Нанесение контрэмали в полые изделия.
16. Сушка нанесенной эмали. Способы сушки эмали нанесенной на изделие. Дефекты, возникающие с эмалью при нарушении технологии сушки.
17. Обжиг эмали. Особенности температурного режима при обжиге эмали. Особенности повторного обжига эмали.
18. Охлаждение и правка эмали после обжига. Способы правки эмали.
19. Травление эмалированных изделий.
20. Шлифование и полирование эмали. Шлифование не покрытых эмалью краев изделия. Шлифование эмалированных поверхностей. Промывание. Полирование. Блестящий обжиг.
21. Смешивание эмалей разных цветов. Смешивание эмалевых порошков. Нанесение различных цветов эмали.
22. Традиционные технологии эмалирования. Выемчатые эмали, перегородчатые эмали, витражные эмали, живописные и расписные эмали. Особенности технологического процесса.
23. Нетрадиционные технологии эмалирования. Техники граффити, напыления, зерни или грануляции, нитей, кракле, эмаль по глицерину. Особенности технологического процесса.
24. Технические приемы изготовления ювелирных изделий с эмалью.
25. Эмаль по сканному орнаменту. Заготовка проволоки. Набор и пайка проволоки на основу. Нанесение эмали. Обжиг эмали. Ограничения эмалирования по сканному рельефу.
26. Перегородчатая эмаль (клуазоне).
27. Выемчатая эмаль (шамплеве). Гравированные выемки. Прочеканенные выемки. Выемки, выполненные штихелем. Выемки, выполненные травлением. Другие способы изготовления выемок.
28. Витражная эмаль. Особенности набора перегородок. Способы нанесения эмали. Особенности обжига витражной эмали.
29. Эмаль по обнаженной структуре металла. Удар молотком. Чеканка. Резьба по металлу. Травление.
30. Эмаль по высокому рельефу.
31. Виды брака в эмали. Причины появления и способы устранения.

Методические указания:

При подготовке к зачету особое внимание следует обратить на следующие моменты:

1. Технологические процессы эмалирования и их особенности.
2. Аналоги использования различных технологий обработки металла в художественных изделиях с эмалью.
3. История технологических процессов обработки металла и эмали.
4. Совмещение художественной эмали с другими материалами (стекло, дерево, камень, керамика, пластик, кожа и т.д.)

ГЛОССАРИЙ

Адгезия - слипание поверхностей двух разнородных или жидких тел

Асбест - (греч. неразрушимый) — собирательное название группы тонковолокнистых минералов из класса силикатов. В природе - это агрегаты, состоящие из тончайших гибких волокон.

Вальцовка – прокатка металлической заготовки в вальцах, при которой заготовка удлиняется, уменьшается в сечении, нагартовывается.

Выколотка – придание плоской металлической заготовке рельефа, объемной формы за счет вытягивания металла.

Вязкость – это внутреннее трение между молекулами, обусловленное текучестью жидкостей и газов.

Галтование - процесс обработки поверхности изделия (очищается от грязи, неровностей, шлифуется, полируется).

Глушители -

Гомогенная структура – однородная.

Горячая полировка – последний обжиг эмалевого изделия при более высоко температурном режиме (на 50 – 70 выше обычного). Появляется «стеклянный» блеск, эмалевая поверхность всегда слегка опускается.

Грануляция – техника художественного эмалирования, включение в изделие эмалевой, металлической, стеклянной, смальтовой зерни.

Граффити – техника художественного эмалирования.

Грунт – это защитное покрытие из тугоплавкой эмали, устойчивое к воздействиям окислов металла и предохраняющее от них цветную эмаль.

Грунтовые эмали – это эмали, наносятся непосредственно на металл шликерным или мокрым способом, защищают цветную эмаль от окислов металла во время обжига.

Декорирование – это технологическая операция нанесения декора на изделие.

Диффузия - (от лат. распространение, растекание) – это взаимное проникновение соприкасающихся веществ друг в друга вследствие теплового движения частиц вещества.

Дробление – это измельчение эмали в ступке без добавления воды до нужных фракций.

Камедь - составная часть соков, выделяемых некоторыми растениями.

Камедь - это составная часть соков, выделяемых некоторыми растениями.

Клуазоне – (от французского слова *cloison* - замкнутый участок или ячейку) техника художественного эмалирования.

Контрэмаль - это защитное покрытие из тугоплавкой эмали с оборотной, тыльной стороны изделия, способствующий сохранению его формы.

Коэффициент линейного расширения – это физическая величина, равная относительному изменению линейного размера тела при изменении температуры на один кельвин.

Коэффициент объемного расширения - физическая величина, равная относительному изменению объема тела при изменении температуры на один кельвин.

Кракле – техника художественного эмалирования.

Крацевание – это механическая обработка металлических изделий при помощи металлических щеток, используют для декоративной отделке изделия, а также в качестве подготовительной операции очистки изделия.

Крацовочные щетки – производятся с использованием проволоки, вставленной и зафиксированной в специальной пластиковой основе, применяются при механической обработке металла.

Меш - обозначает размер зерен эмали, проходящих через специальные сита. В большинстве случаев используется порошок 80 меш (0,0070 дюйма или 177 микрон).

Модификаторы - это окиси щелочных и щелочноземельных металлов с добавлением красящих окислов металлов, окисей алюминия, свинца, соединений фтора и т. д.

Муфельная печь – это тип печи, рабочее пространство которой отделено от нагревательных элементов огнеупорной стенкой (муфелем), выравнивается и долго сохраняется температурное поле внутри печи.

Нагартовка – повышенная твердость металлической заготовки, полученная за счет механического воздействия на нее (сгибание, проковывание, выколотка).

Нанесение эмали нитями – техника художественного эмалирования.

Напыление – техника художественного эмалирования.

Нелегированная сталь – содержание углерода в стали лежит ниже 0,6%. Такая сталь ограниченно закаливается, используется для производства, например, гвоздей, болтов, гаек и других металлоизделий.

Непрозрачные (опаковые) эмали при добавлении глушителей в шихту становятся полностью непрозрачными. Могут быть получены во всех цветовых оттенках.

Обезжиривание – процесс удаления жиров и масла с поверхности металлического изделия.

Обжиг – это процесс нагрева эмалевого изделия в муфельной печи до температуры плавления эмали.

Обучение - это совершенствование мастерства, углубление познаний в определенной области.

Огнеупорность – это свойство материала выдерживать высокие температуры без изменений, не деформируясь.

Окалина (зеленоватые, серые или черные хлопья) – появление на поверхности эмали после обжига сероватых или черных матовых островков. Причина появления - мелкие частички оксидов от непокрытой эмалью меди, подставок для обжига из нержавеющей стали. Окалина может попасть в эмаль до обжига.

Окисление – это химические взаимодействия или процессы, при которых происходит соединение тел с кислородом.

Опаловые (опалисцирующие) эмали наполовину прозрачны, т. е. представляют среднее между прозрачными и непрозрачными эмалями. Благодаря специальным условиям обжига приобретают специфический вид: напоминают молочный опал.

Отжиг – это процесс нагрева и охлаждения металла (восстанавливает структуру металла, снимает нагартовку).

Отмучивание - промывка эмалевого порошка дистиллированной водой.

Плотность – это физическая величина, определяемая для однородного вещества его массой в единице объёма.

Поверхностное натяжение - две жидкости или две различные эмали соприкасаются друг с другом.

Подставка для обжига – это подставка, выполненная из огнеупорного, термостойкого материала, имеющая высокую термостойкость.

Покровные эмали - наносятся на закрепленный обжигом грунт двумя способами: сухим – в виде тонко измельченного порошка и мокрым – в виде сметанообразной массы (фритты) – шликерный способ.

Полировка - механическое воздействие на изделие, используя мелкозернистую шлифовальную бумагу. Заключительная обработка осуществляется на полировальной машине мягким фетровым или кожаным кругом.

Прожигание – техника художественного эмалирования.

Прозрачные (транспарантные) эмали - изготавливают различных цветов и яркости. Металлическая подложка более или менее отчетливо просвечивает через эмаль.

Прочность – это сопротивление твердого тела.

Раствор траганта - это сок одной из азиатских разновидностей астрагала, выделяющего камедь.

Растирание – разрушение эмалевых частиц между неглазурованными плоскостями твердого фарфора (фарфоровая ступка и пестик) с небольшим добавлением воды. Особо крупные куски можно раздавить в центре ступки пестиком.

Режим обжига – это совокупность параметров обжига, характеризующая его полный цикл.

Рекристаллизация металла - это образование и рост одних кристаллических зерен за счет соседних зерен той же фазы.

Ручные тиски -

Силиты – это нагревательные стержни в муфельной печи, которые обеспечивают необходимую температуру обжига.

Сплошность - изменение взаимного положения частиц тела, связанное с их перемещением друг относительно друга. Деформация представляет собой результат изменения межатомных расстояний и перегруппировки блоков атомов. Обычно деформация сопровождается изменением величин межатомных сил, мерой которого является упругое механическое напряжение.

Стеклообразователи - это двуокиси кремния, трехокиси бора и т. д.

Сцепление — это сложный процесс, который в основном зависит от степени напряжения в эмалевом покрытии.

Твердость - это сопротивление тела точечным нагрузкам. Динамические методы определения твердости - метод царапанья по Моосу. Статические методы определения твердости — измерение твердости по Бринеллю и Роквеллу.

Теплопроводность - то перенос тепловой энергии структурными частицами вещества (молекулами, атомами, ионами) в процессе их теплового движения. Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества. Явление теплопроводности заключается в том, что кинетическая энергия атомов и молекул, которая определяет температуру тела, передаётся другому телу при их взаимодействии или передаётся из более нагретых областей тела к менее нагретым областям. Иногда теплопроводностью называется также количественная оценка способности конкретного вещества проводить тепло.

Термические напряжения - напряжения, возникающие в связи с изменением теплового состояния тел при их нагреве, охлаждении, а также длительном пребывании при повышенной или пониженной температуре.

Термостойкость - понятие материаловедения. Это техническое свойство материала, его способность выдерживать термические напряжения не разрушаясь. Обычно её измеряют в количествах теплосмен, которое образец способен выдержать, потеряв не более 20 % своей

массы, это свойство материала выдерживать резкие перепады температурного режима без разрушений и повреждений.

Технология (от греч. мастерство) – это совокупность операций изготовления изделия.

Травление - группа технологических приёмов для управляемого удаления поверхностного слоя материала с заготовки под действием специально подбираемых химических реактивов.

Упругость - это способность материала после снятия нагрузки принимать первоначальную форму и размер.

Флюс – это вещество, имеющее низкую температуру плавления, входящее в состав эмали.

Фондон - бесцветная эмаль, слегка окрашенная в голубой цвет окисью кобальта. Она служит изоляционным слоем между металлом и покровной эмалью, фоном для нанесения цветной эмали.

Фритта - это основа для эмалевой массы, состоящая из тугоплавкого сырья для изготовления эмалей и флюсов.

Химическая стойкость - это одно из свойств стойкости полимера к агрессивным средам, то есть способность приобретать разные ускорения при одинаковых внешних воздействиях со стороны агрессивных сред.

Шамотные плиты – это керамические плиты с добавлением песка, предназначенные для обжига эмали в муфельной печи, защищающие муфель и спирали печи от эмали.

Шихта – это исходная сырьевая смесь различных компонентов, материалов в определённой пропорции, в соответствии с рецептом.

Шликер – это жидкая суспензия, состоящая из воды и эмалевых частиц.

Шлифование – придание поверхности классических выемчатых и перегородчатых эмалей ровной единой плоскости посредством опиливания на вращающемся карборундовом круге шлифовальной машинки с достаточной подачей воды или карборундовым бруском вручную.

Шпатели – инструмент для нанесения эмали.

Эвтектика - это тонкая смесь твердых веществ, одновременно закристаллизовывающихся из расплава при температуре ниже температуры плавления отдельных компонентов или других их смесей.

Эмалирование - процесс нанесения мелких крупинок эмали на металл с обжигом при высокой температуре.

Эмалировочный томпак - это сплав меди с цинком (эмалировочный томпак Л90 содержит до 10% цинка, остальное - медь).

Эмаль - это образовавшаяся посредством частичного или полного расплавления стекловидная застывшая масса неорганического, главным образом, окисного состава, иногда с добавками металлов, нанесенная на металлическую или керамическую основу.

Эмаль - это образовавшаяся посредством частичного или полного расплавления стекловидная застывшая масса неорганического, главным образом, окисного состава, иногда с добавками металлов, нанесенная на металлическую или керамическую основу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Герасимова А.А. «Художественное эмалирование»: курс лекций по дисциплине «Технология» для студентов 2 курса отделения «художественный металл». – Магнитогорск: МаГУ, 2008. – 74с. Количество экземпляров всего – 5.
2. Герасимова А.А «Художественное эмалирование»: метод указания по дисциплине « Производственное обучение» для студентов 4 курса очного отделения специальности «ДПИ» квалификации «Художник декоративно-прикладного искусства (художественный металл)». Магнитогорск: МаГУ, 2010. – 64с. Количество экземпляров всего – 5.

Дополнительная литература:

1. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела - СПб.: Соло, 2000. - 528 с., [12] л. цв. ил. Количество экземпляров всего – 6.
2. Бреполь Э. Художественное эмалирование.- Л.: Машиностроение, 1986.- 127 с. Количество экземпляров всего – 5.
3. Гилодо А.А. Русская эмаль: 19-20 век: Альбом.- М., 1996.- 196 с Количество экземпляров всего –
4. Ювелирные изделия своими руками. Материалы. Инструменты. Технологии - М.: Оникс, 2005. - 319 с. - (Справочник мастера) Количество экземпляров всего – 3.
5. Халилов И. Х. Ювелирное литье / Халилов М. И. - Саратов: [б. и.], 2001. - 128 с. Количество экземпляров всего – 6.

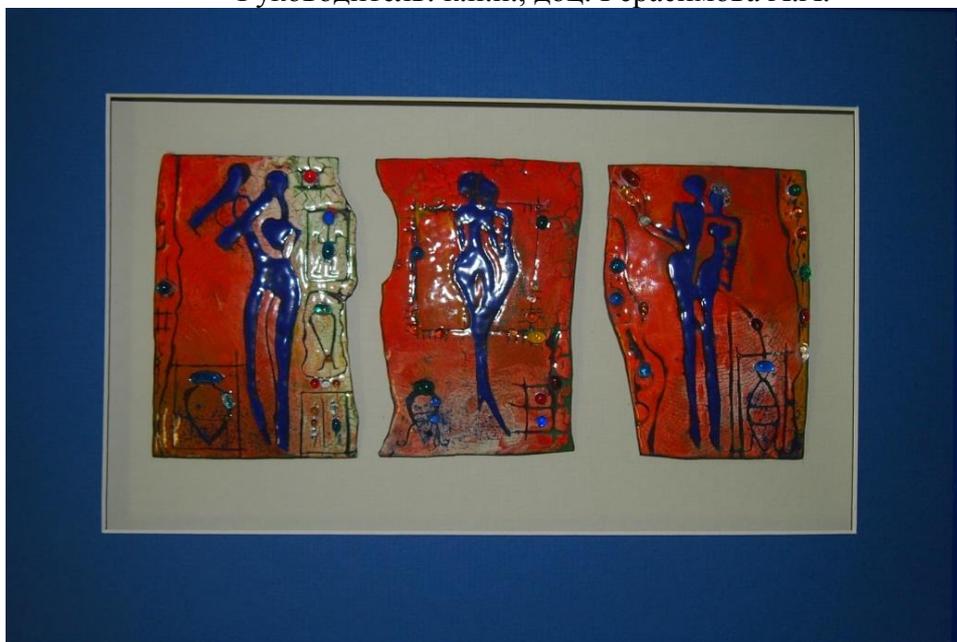
Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. RUS-ART: Декоративно-прикладное искусство [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://rus-art.com/dpi/khramtsov/default.htm>
2. СТИЛИ ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ – МОДЕРН [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.liveinternet.ru/users/la_belle_eroque/post61771847/
3. Ювелирное искусство. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.c-cafe.ru/words/116/11490.php>

ПРИЛОЖЕНИЕ



Чикишева К. Декоративное панно «Реплика», 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Долгова Н. «Реплика», 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



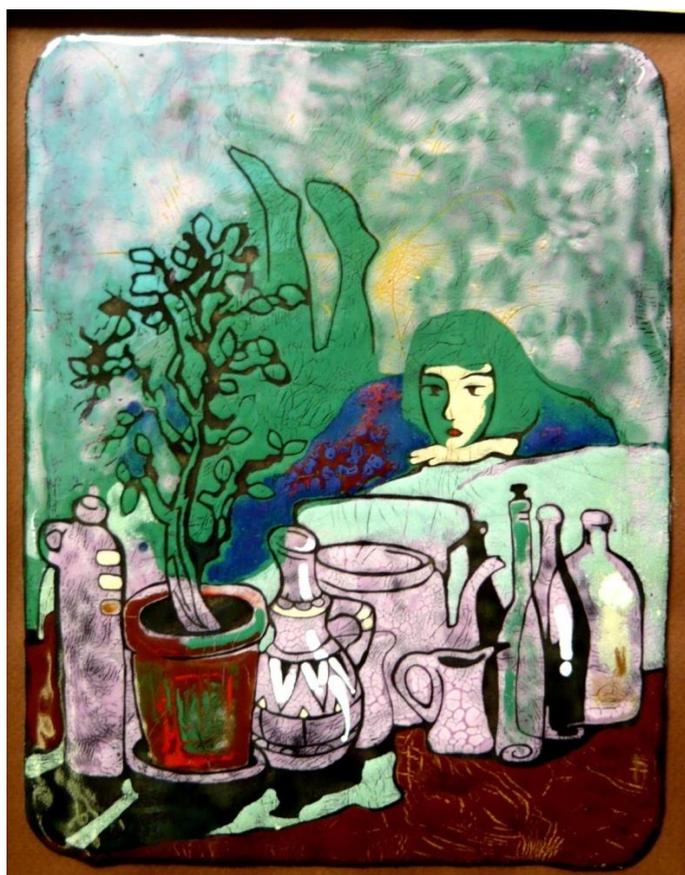
Минтагирова С. Декоративное панно «Косяк» 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Рябков А. Декоративное панно «Море» 2014г.
Медь, латунь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Минтагирова С. Декоративное панно «Рыба» 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Руссу О. Декоративное панно «Дума» 2013г.
Медь, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Тимиров Р. Декоративное панно «Дверь в будущее» 2013г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Чунтонова Н.. Декоративное панно «Шаман» 2013г.
Медь, дерево, черрый металл, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Федонина А. Декоративное панно «Реплика» 2013г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Дегтярева С. Декоративное панно «Марлин» 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Мячина Д. Декоративное панно «Подсолнухи» 2014г.
Медь, стекло, дерево, опаловая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Кочеткова Ж. Декоративное панно «Страж леса» 2014г.
Медь, стекло, опаловая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Парфенова Л. Декоративное панно «Натюрморт» 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Парфенова Л. Декоративное панно «Сатир» 2014г.
Медь, стекло, опаксовая эмаль, смешанная техника
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Тимиров Р. Брелок «Рыба» 2013г.
Медь, ювелирная эмаль
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.



Капустина И. Подвеска «Третий глаз» 2013г.
Медь, латунь, ювелирная эмаль
Руководитель: к.п.н., доц. Герасимова А.А.

Учебное текстовое электронное издание

Герасимова Антонина Анатольевна

ГОРЯЧАЯ ЭМАЛЬ

Учебно-методическое пособие

2,57 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2015 год

ФГБОУ ВПО «МГТУ»

Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»

Кафедра художественной обработки материалов

Центр электронных образовательных ресурсов и

дистанционных образовательных технологий

e-mail: ceor_dot@mail.ru