

Научная статья

УДК 666.29

EDN RKBVRO

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-2-68-49-58>

Татьяна Викторовна Лебедева¹

Сергей Ильич Галанин²

Виктория Сергеевна Романовская³

^{1,2,3} Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ letavi44@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7744-4193>

² sgalanin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

³ romanovskaya_vikulya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8205-8788>

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ НА ЭМАЛЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЭМАЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В настоящее время переработка и вторичное использование производственных отходов является актуальной и своевременной задачей. В работе проведен анализ ассортимента горячих эмалей на современном ювелирном рынке, приведены результаты исследования особенностей получения декоративных эмалевых покрытий с использованием отходов эмалированного производства. Раскрываются проблемы, которые могут возникнуть при получении декоративных эффектов на покрытии из отходов эмалированного производства, а также пути их решения. Исследование декоративных свойств отходов эмалированного производства и особенностей их нанесения позволит выгодно и безопасно использовать отходы, а также внести разнообразие в дизайн ювелирно-художественных изделий.

Ключевые слова: горячее эмалирование, ассортимент горячих эмалей, отходы эмалированного производства, эмалевое покрытие, декоративные эффекты, текстура, параметры эмалирования, ювелирно-художественные изделия

Для цитирования. Лебедева Т. В., Галанин С. И., Романовская В. С. Особенности получения декоративных эффектов на эмалированной поверхности с использованием отходов эмалированного производства // Технологии и качество. 2025. № 2(68). С. 49–58. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-2-68-49-58>.

Original article

Tatiana V. Lebedeva¹

Sergey I. Galanin²

Victoria S. Romanovskaya³

^{1,2,3} Kostroma State University, Kostroma, Russia

FEATURES OF OBTAINING DECORATIVE EFFECTS ON AN ENAMEL SURFACE USING ENAMEL PRODUCTION WASTE

Abstract. Currently, the recycling and recycling of industrial waste is atypical and timely task. The paper analyses the range of hot enamels in the modern jewellery market, presents the results of a study of the features of obtaining decorative enamel coatings using waste enamel production. The problems that may arise when obtaining decorative effects on the coating from waste enamel production, as well as ways to solve them, are revealed. The study of the decorative properties of enamel production waste and the features of the its application will make it possible to profitably and safely use waste, as well as allow for diversity in the design of jewellery and art products.

Keywords: hot enamelling, assortment of hot enamels, waste of enamel production, enamel coating, decorative effects, texture, enamelling parameters, jewellery and art products

For citation: Lebedeva T. V., Galanin S. I., Romanovskaya V. S. Features of obtaining decorative effects on an enamel surface using enamel production waste. Technologies & Quality. 2025. No 2(68). P. 49–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-2-68-49-58>.

Тема сохранения природы, экологии в настоящее время достаточно популярна и актуальна. Ювелирные компании как промышленные предприятия имеют к ней прямое отношение и обязаны строго следить за производственными отходами. Однако проблема привлекательного дизайна встает на предприятиях еще более остро – недостаток свежих идей постепенно уменьшает спрос на новые изделия, которые кажутся похожими на предыдущие.

Новые материалы, постепенно набирающие популярность, позволяют по-другому взглянуть на украшения, тем не менее использование классических материалов также дает возможности для творчества. Горячая эмаль – классика ювелирного искусства, перспективный материал, с которым можно бесконечно экспериментировать. Существует множество техник нанесения художественных эмалей, некоторые из них остаются неизменными на протяжении веков, другие со временем модернизируются и позволяют достичь совершенно новых, ярких результатов [1–10].

В настоящее время для декорирования ювелирно-художественных изделий (ЮХИ) используются в основном горячие эмали чистых цветов. В изделиях они могут быть четко разграничены, плавно переходить от одного оттенка к другому, но тем не менее это чистые краски без непривычных вкраплений. Отходы эмалевого производства (ОЭП), образующиеся во время подготовки чистых эмалей и применяемые, как правило, в качестве контрэмали, вполне могут использоваться для декорирования лицевой стороны ЮХИ и получения разнообразных декоративных эффектов на поверхности эмалевых покрытий.

В источниках [11–13] описаны различные декоративные способы применения ОЭП для получения оригинальных эмалевых вставок. Однако данный материал имеет свои особенности, отличающие его от чистых эмалей, и при его использовании могут возникать определенные проблемы. В данной работе исследуются особенности получения декоративных покрытий с использованием ОЭП. Раскрываются проблемы, которые могут возникнуть при получении декоративных эффектов на покрытии из ОЭП, а также пути их решения. Исследование декоративных свойств ОЭП и особенностей их нанесения даст возможность выгодно и безопасно использовать отходы, а также позволит внести разнообразие в дизайн ЮХИ, что является актуальной и своевременной задачей.

1. Ассортимент горячих эмалей. ОЭП представляют собой остатки различных цветных

эмалей, собираемых в ходе проведения технологических операций по подготовке эмалей (дробление, растирание, отмучивание и пр.). Отмучивание – многократное промывание эмали водой, необходимое для удаления мельчайших пылевидных частиц и придания эмалевому покрытию яркости и чистоты. Традиционно все отходы собираются в единую емкость, в результате образуется эмалевая масса, содержащая тонкие фракции многих видов эмалей и, следовательно, объединяющая их свойства. Из-за длительного взаимодействия с водой она становится особенно упругой и износостойчивой [3, 4, 11, 12].

Во многом свойства горячих эмалей определяются производителем. Составы разрабатываются экспериментально, поэтому, несмотря на общность компонентов, особенности нанесения и характеристики покрытия могут значительно различаться. На данный момент существует не так много компаний по производству эмалей. Наиболее известные из них:

- Дулёвский красочный завод (Россия);
- Soyer (Франция);
- Thompson (США);
- Schauer (Австрия, но в настоящее время производится в Великобритании на заводе Milton Bridge);
- Milton Bridge и WG Ball (Великобритания);
- Ninomiya и Nihon Shippo (Япония).

Среди наиболее значимых различий между этими компаниями можно отметить их предпочтительный выбор в пользу производства бессвинцовых эмалей. Оксид свинца PbO , входящий в состав эмалей, очень токсичен и при высоких температурах начинает улетучиваться. Соответственно, данное вещество напрямую влияет на степень безопасной эксплуатации эмалей.

Производством только бессвинцовых эмалей занимаются компании Thompson, WG Ball. Компания Milton Bridge специализируется на выпуске свинцовых эмалей, но в начале 2000-х годов здесь был разработан ограниченный ассортимент эмалей без свинца. Остальные производители, как отечественные, так и зарубежные, выпускают эмали на основе свинцово-силикатных стекол.

Стоит отметить, что свинцовые и бессвинцовые эмали прекрасно сочетаются друг с другом, позволяя создавать эффектные эмалевые покрытия. Что касается других основных элементов, то химические составы эмалей по большей части совпадают, а отличия заключаются в пропорциональном соотношении компонентов и наличии различных примесей. Тем не менее именно эти отличия в массовых долях

компонентов оказывают влияние на физико-химические свойства эмалей, например, на интервал обжига (табл. 1) [14–21].

Можно заметить, что для некоторых производителей характерна единая температура обжига для всего ассортимента эмалей, для других выбор температуры обжига зависит от особенностей конкретной эмали и ее свойств.

Отличаются эмали и цветовой гаммой. В зависимости от способа изготовления и химических составов ассортимент предлагаемых эмалей может быть достаточно обширным и, наоборот, несколько ограниченным по количеству, цвету. Например, дулёвские эмали представлены в основном в сине-зеленой гамме [14], а ассортимент эмалей Milton Bridge является самым разнообразным на данный момент – компания производит эмали порядка 500 раз-

личных цветов [17]. Тем не менее в палитре каждого производителя можно найти оригинальные цвета, присущие только данной компании. Несомненно, эмали отличаются между собой и по некоторым прочностным характеристикам, и по химической устойчивости, поэтому выбирать производителя стоит, исходя из дальнейших условий эксплуатации.

Для данной работы использовались эмали Дулёвского красочного завода (ДКЗ), так как они обладают высокими эстетическими и технологическими показателями, имеют достаточную для работы палитру, единый интервал обжига для большинства эмалей, оптимальные ценовые показатели. Кроме того, эмали данного завода достаточно популярны у производителей ювелирно-художественной продукции в России.

Т а б л и ц а 1

Сведения об эмалях различных производителей

Производитель / фракционное состояние	Температура обжига, °C	Ассортимент эмалей (количество)			Цена, руб. / 100 г
		Прозрачные эмали	Непрозрачные эмали	Опаловые эмали	
Дулёвский красочный завод / кусковая эмаль	790...810 750...770 (для № 16, 23, 33)	24	24	1	500...1000; 1260...4000 (золотосодержащая эмаль)
Soyer / порошковая эмаль	$T^* = 750...800\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T^{**} = 800...840\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T^{***} = 840...900\text{ }^{\circ}\text{C}$	50	83	6	2500...3000
Thompson / порошковая эмаль	$T = 760...815\text{ }^{\circ}\text{C}$	68	158	–	2400...3600
Schauer / порошковая эмаль	$T_{\text{soft}} = 700...730\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{medium}} = 730...770\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{hard}} = 770...820\text{ }^{\circ}\text{C}$	88	96	8	2750...4000
Milton Bridge / порошковая эмаль	<i>Свинцовые эмали:</i> $T_{\text{глухие}} = 810...830\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{прозрачные}} = 820...840\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{263\text{ серия}} = 790...810\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{опалесцентные}} = 810...860\text{ }^{\circ}\text{C}$ <i>Бессвинцовые эмали:</i> $T_{\text{прозрачные}} = 820...840\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{глухие}} = 780...800\text{ }^{\circ}\text{C}$	<i>Свинцовые:</i> обычные: 62 263 серия: 26 пастель: 21	<i>Свинцовые:</i> обычные: 48 263 серия: 51	17	2500...3000
		<i>Бессвинцовые:</i> 35	<i>Бессвинцовые:</i> 28		
WG Ball / порошковая эмаль	780...820 °C	96	46	–	Только под заказ на сайте компании
Ninomiya / порошковая эмаль	750...800 °C	121	94	26	3000
Nihon Shippo / порошковая эмаль	760...815 °C	111	43	4	2500...5500

2. Материалы, оборудование, инструменты и приспособления. Для экспериментов использовались образцы из меди марки М1 толщиной 1 мм. Для снятия внутренних напряжений образцы отжигались, а затем отбеливались в 15%-ном растворе лимонной кислоты.

На образцы наносились горячие эмали ДКЗ и обжигались при температуре 850 °C. Сведения об используемых эмалях представлены в таблице 2.

В экспериментах использовалось следующее оборудование, инструменты и приспособления: муфельная печь; молоток и наковальня для дробления кусков эмали; ступки и пестики для растирания эмали; набор сит; подставки для обжига эмали; пинцет; шпатели и кисти для нанесения эмали; инструменты для процарапывания и перемешивания эмали; трафареты; жарозащитные рукавицы.

Т а б л и ц а 2

Используемые эмали		
Цвет	Маркировка производителя	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$
<i>Прозрачные эмали</i>		
1. Бесцветный фондон	№ 32	790...810
<i>Непрозрачные эмали</i>		
2. Белый	№ 12	790...810
3. Желтый	№ 22	
4. Темно-зеленый	№ 100	
5. Синий	№ 91	
6. Оранжевый	№ 131	
7. Красно-оранжевый	№ 132	
8. Красный	№ 134	
9. ОЭП	—	

3. Особенности создания декоративных эффектов с помощью отходов эмалевого производства. В результате смешивания остатков горячих эмалей различных цветов и прозрачности происходит образование состава, который при обжиге образует не однородно окрашенное покрытие, а необычную крапчатую текстуру. Это связано с тем, что различные красящие компоненты эмалевого состава сплавляются друг с другом, не растворяясь (рис. 1).

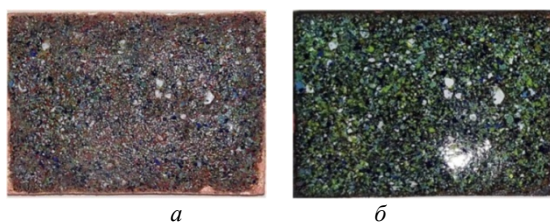


Рис. 1. Отходы эмалевого производства:
а – до обжига; б – после обжига

Своеобразная текстура ОЭП открывает новые возможности для создания оригинальных изображений и декоративных эффектов, но при этом несет некоторые ограничения, которые можно сформулировать следующим образом:

- 1) ограниченная цветовая палитра ОЭП (как правило, в различных оттенках серого), обусловленная палитрой эмалей, используемых на каждом конкретном предприятии;
- 2) ограниченная читаемость получаемого изображения или декоративного эффекта, обусловленная специфической текстурой ОЭП;
- 3) неоднородность текстуры покрытия, обусловленная фракционным составом, т. е. различным размером частиц, входящих в ОЭП.

Кроме вышеперечисленных факторов на текстуру того или иного покрытия с использованием ОЭП влияют температурно-временные параметры плавления эмалей, а также количество обжигов.

В данном эксперименте демонстрируются некоторые аспекты сформулированных проблем и ограничений и возможные варианты их решения.

4. Результаты экспериментов

Эксперимент по смешиванию ОЭП с чистой эмалью

Сухая смесь ОЭП смешивалась с непрозрачными цветными эмалями ДКЗ в соотношении 1 : 1. Полученные эмалевые шликеры наносились тонким слоем на подготовленные образцы, просушивались и обжигались в муфельной печи. Результаты эксперимента по смешиванию ОЭП с чистой эмалью представлены в таблице 3. Более подробно данный аспект раскрыт в источнике [11].

Эксперимент по исследованию читаемости изображения из ОЭП

В данном эксперименте сначала осуществлялось нанесение грунтового слоя влажным способом, его сушка и обжиг в муфельной печи. Затем осуществлялось формирование изображения в технике сграффито или с помощью сухой порошковой эмали. Каждый декорируемый слой при необходимости просушивался и обжигался в муфельной печи. Результаты эксперимента по исследованию читаемости изображения из ОЭП разного оттенка на фоне с различными характеристиками представлены в таблице 4.

Эксперимент по исследованию фракционного состава ОЭП

Отходы эмалевого производства различных цветов разделялись на фракции с помощью двух сит с размерами ячейки 0,3 и 0,5 мм. Полученные эмалевые шликеры наносились тонким слоем на подготовленные образцы, просушивались и обжигались в муфельной печи. Результаты экспериментов по исследованию фракционного состава ОЭП представлены в таблице 5.

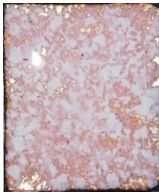
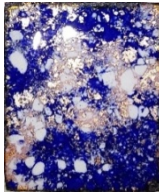
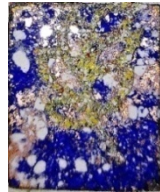
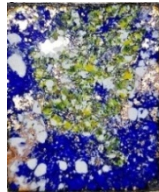
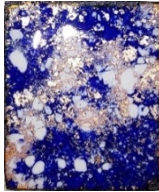
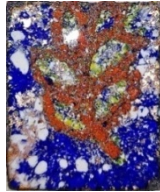
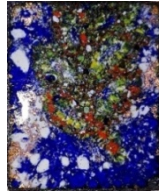
Т а б л и ц а 3

Изменение цвета ОЭП в результате смешивания*

Описание	Используемые эмали	До обжига	После обжига
1. Смешивание ОЭП с чистой красной эмалью	№ 132 + ОЭП (1 : 1)		
2. Смешивание ОЭП с чистой синей эмалью	№ 91 + ОЭП (1 : 1)		

Т а б л и ц а 4

Читаемость изображения из ОЭП разного оттенка на фоне с различными характеристиками

Описание	Используемые эмали	Грунтовый слой	Изображение	
			до обжига	после обжига
Формирование изображения сухой порошковой эмалью				
1. Изображение из ОЭП красного и синего оттенков на светлом фоне	Грунтовая эмаль: № 12 Изображение: ОЭП + № 91 (1 : 1); ОЭП + № 134 (1 : 1); № 22			
2. Изображение из ОЭП красного и синего оттенков на светлом фоне	Грунтовая эмаль: № 32 + № 12 (1 : 1) Изображение: ОЭП + № 91 (1 : 1); ОЭП + № 134 (1 : 1)			
3. Изображение из ОЭП светлого оттенка на пестром фоне	Грунтовая эмаль: № 91 + № 32 (1 : 1); № 12 + № 32 (1 : 1) Изображение: ОЭП светлого оттенка			
4. Изображение из ОЭП красного оттенка на пестром фоне	Грунтовая эмаль: № 91 + № 32 (1 : 1); № 12 + № 32 (1 : 1) Изображение: ОЭП + № 134 (1 : 1)			
Сграффито				
5. Изображение синего оттенка на светлом фоне из ОЭП	Грунтовая эмаль: № 91 + № 32 (1 : 1) Кроющий слой: ОЭП светлого оттенка			

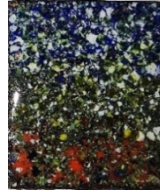
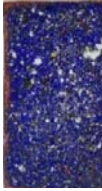
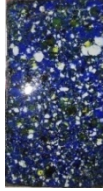
* Полноцветная версия представлена на сайте. URL: <https://tik.kosgoss.ru>.

Окончание табл. 4

Описание	Используемые эмали	Грунтовый слой	Изображение	
			до обжига	после обжига
6. Изображение из ОЭП темного оттенка на светлом фоне из ОЭП	Грунтовая эмаль: ОЭП темного оттенка Кроющий слой: ОЭП светлого оттенка			
7. Изображение желтого оттенка на темном фоне из ОЭП	Грунтовая эмаль: № 22 Кроющий слой: ОЭП темного оттенка			

Таблица 5

Изготовление образцов из ОЭП различных фракций

Описание	Используемые эмали	До обжига	После обжига
1. Получение мелкозернистой текстуры (размер ячейки сита 0,3 мм)	ОЭП		
2. Получение среднезернистой текстуры (размер ячейки сита 0,5 мм)	ОЭП + 91 (1 : 1); ОЭП + 100 (1 : 1); ОЭП + 131 (1 : 1)		
3. Получение смешанной текстуры (частицы разного размера)	ОЭП + 91 (1 : 1)		

Эксперимент по исследованию влияния температурно-временных параметров и количества обжигов на растекаемость частиц ОЭП

Результаты экспериментов по исследованию влияния температурно-временных параметров и количества обжигов на растекаемость частиц ОЭП и получаемую текстуру фиксировались в ходе получения разнообразных декоративных эффектов и представлены в таблицах 6 и 7.

5. ВЫВОДЫ и рекомендации по исследованиям

1. Разнообразные декоративные эффекты и изображения с использованием ОЭП можно получать не только с помощью различных эмальерных техник. На текстуру изображения из ОЭП можно влиять и за счет контроля и самостоятельного формирования их состава, а также варьируя температурно-временными

параметрами плавления эмалей и количеством обжигов.

2. Традиционно на ювелирных предприятиях все ОЭП собирают в единую емкость, никак не разделяя их по цветовому или размерному признаку. В результате в обожженном виде можно получить темный мрачноватый оттенок с крупными вкраплениями, которые могут мешать визуальному восприятию. Подобная текстура оригинальна, но несколько ограничена в применении. Проблемы ограниченной колористики частично можно решить путем смешивания ОЭП с чистой эмалью определенного цвета в пропорции 1 : 1. При этом оттенок получается достаточно насыщенный и яркий, однако подобным способом практически невозможно получить светлый оттенок. В этом случае проблеме можно решить распределением отходов по разным емкостям (по цвету или по тону) на начальных стадиях их получения.

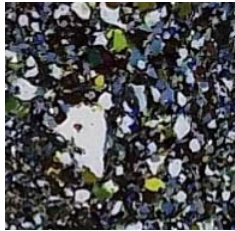
Например, разделение ОЭП на группы:

- группа светлых цветов и оттенков эмали – белых, желтых, голубых, светло-зеленых и т. п.;
- группа темных, насыщенных цветов и оттенков эмали – синих, зеленых, серых, коричневых, бордовых и т. п.

Подобное разделение отходов дает возможность создать контрастное сочетание фона и изображения, очень эффектное при работе в техниках сграффито, нанесения эмали по трафарету, формирования изображения сухой порошковой эмалью и др. (п. 5–7 табл. 4).

Т а б л и ц а 6

Влияние температурно-временных параметров на текстуру обожженных ОЭП

1. Четкая граница между частицами ОЭП	2. Нечеткая граница между частицами ОЭП	3. Слабая граница между частицами ОЭП
		
Температура нагрева: $T_{\text{нагрева}} \sim \text{от } 790 \text{ до } 830 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Время выдержки $t \approx 90 \text{ с}$	Температура нагрева: $T_{\text{нагрева}} \sim \text{от } 790 \text{ до } 840 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Время выдержки $t \approx 120 \text{ с}$	Температура нагрева: $T_{\text{нагрева}} \sim \text{от } 790 \text{ до } 850 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Время выдержки $t \approx 140 \text{ с}$

Т а б л и ц а 7

Влияние количества обжигов на текстуру обожженных ОЭП

Этап	Используемые эмали	После обжига
Первый обжиг	ОЭП + № 91 + № 28 (2 : 1 : 1); ОЭП + № 131 + № 34 (2 : 1 : 1); ОЭП + № 134 (1 : 1)	
Второй обжиг		
Третий обжиг		
Четвертый обжиг		

3. Читаемость получаемых изображений зависит в первую очередь от контрастности цветов, используемых для создания фона и изображения, а также степени однородности фона. Причем для формирования читаемых изображений с использованием ОЭП из-за специфического внешнего вида данного материала важны оба показателя. Рекомендуется применение контрастного однородного фона по отношению к наносимому изображению, так как это способствует улучшенной читаемости получаемого рисунка (п. 1 табл. 4). При создании изображения на пестром фоне границы, контуры рисунка в большинстве случаев теряются, читаемость

изображения значительно снижается (п. 3, 4 табл. 4).

4. Фракционный размер частиц, входящих в ОЭП, оказывает влияние на визуальное восприятие, равномерность и целостность получаемого изображения. Одна крупная частица или россыпь однотонных или цветных частиц могут выбиваться из общей композиции, рисунка. Крупные частицы эмалей могут быть на уровень выше, чем итоговое покрытие после обжига, т. е. поверхность может получиться слегка рельефной. Стоит учитывать, что крупные вкрапления после обжига могут оказаться значительно больше, чем казались изначально

(см. п. 2 табл. 3). Решить данную проблему можно путем разделения ОЭП на фракции с помощью набора сит с уменьшающимся размером ячейки. Например, в данном эксперименте, используя 2 сита с размерами ячеек 0,3 и 0,5 мм, можно получить следующие фракции эмалей:

- $l < 0,3$ мм – мелкозернистая (примерно 80...50 меш);
- $0,3 \text{ мм} \leq l < 0,5$ мм – среднезернистая (примерно 50...35 меш);
- $l \geq 0,5$ мм – крупнозернистая (крупнее 35 меш).

Данный подход может способствовать более богатому выбору текстур, например, крупнозернистая, среднезернистая, мелкозернистая или смешанная. Разделение ОЭП на группы по размерности эмалевых частиц дает возможность варьировать текстурами. Крупнозернистая, с четко выраженными цветовыми пятнами, или практически точечная – выбор текстуры будет определяться требованиями к художественному образу, дизайну изделия. Например, в п. 6 табл. 4 на грунтовом слое отсутствуют крупные вкрапления, он достаточно равномерный и ровный, в то время как на верхнем слое эмалей присутствуют крупные желтые пятна, которые привлекают внимание.

5. Температурно-временные параметры обжига влияют на растекаемость эмали, а именно эмалевых частиц в составе ОЭП. При минимально возможном обжиге, рекомендуемом производителем, частицы разных эмалей обла-

дают четкими границами (п. 1 табл. 6). При увеличении времени выдержки и/или температуры частицы эмалей начинают сплавляться между собой, вплетаться, втекать друг в друга (п. 2 табл. 6), граница между частицами разных цветов постепенно стирается. Если режим изменить еще сильнее, то четкая граница между частицами практически исчезнет (п. 3 табл. 6).

6. Количество обжигов также влияет на изображение, созданное из ОЭП. Как и в предыдущем случае, постепенно начинает стираться граница между частицами эмалей разных цветов. Кроме того, может частично измениться цвет или тон изображения, например, может начать преобладать другой цвет или общий тон стать светлее, что зависит от состава отходов [13].

7. Необычный внешний вид эмалевых покрытий, получаемых из ОЭП, варьирование их цветовой гаммой путем разнообразного смешивания с цветной эмалью, использование разнообразных декоративных приемов для их нанесения существенно расширяют возможности дизайнера ЮХИ с эмалевыми покрытиями, позволяя создавать оригинальные украшения (рис. 2).

Результаты, полученные в ходе данного исследования, характерны прежде всего для эмалей с единым интервалом обжига, в данном случае для эмалей ДКЗ. Для прочих эмалевых материалов необходимы отдельные экспериментальные исследования.



Рис. 2. Авторские кольца со вставками с использованием ОЭП (авт. В. С. Романовская, рук. Т. В. Лебедева)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные способы горячего эмалирования // Дизайн и технологии. 2019. № 69(111). С. 6–16.
2. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты при горячем эмалировании : монография. Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. 99 с.

3. Лебедева Т. В., Проничев И. Л. Технология художественного эмалирования : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2010. 64 с.
4. Галанин С. И., Лебедева Т. В. Защитно-декоративные покрытия в ювелирном производстве : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. 138 с.
5. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от зарождения эмальерной техники до эмалей Древней Руси // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 42–47.
6. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от Средневековья до нашего времени // Технологии и качество. 2022. № 4(58). С. 32–38.
7. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Классификация эмальерных технологий и их терминология // Технологии и качество. 2023. № 1(59). С. 46–53.
8. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Современные российские ювелирные эмали // Дизайн и технологии. 2023. № 95(137). С. 123–128.
9. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технология в эмалях Ильгиза Фазулзянова // Технологии и качество. 2022. № 2(56). С. 58–64.
10. Галанин С. И., Рыбакова И. В., Колупаев К. Н. Особенности российских ювелирных брендов // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 34–43.
11. Лебедева Т. В., Романовская В. С. Исследование декоративных возможностей отходов эмалевого производства // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 48–55.
12. Лебедева Т. В., Романовская В. С. Использование отходов эмалевого производства в дизайне ювелирно-художественных изделий // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Кострома, 23–24 марта 2023 г.). Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. С. 102–106.
13. Романовская В. С. Особенности горячего художественного эмалирования с использованием отходов эмалевого производства // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Кострома, 20–22 марта 2024 г.). Кострома : Костром. гос. ун-т, 2024. С. 249–253.
14. Эмали ювелирные // Дулёвский красочный завод. URL: <https://dkz.ru> (дата обращения: 22.08.2024).
15. JewelryEnamels // EmauxSoyer. URL: <https://www.emaux-soyer.com/en> (дата обращения: 22.08.2024).
16. Enameling Help and Information // Thompson Enamel. URL: <https://thompsonenamel.com> (дата обращения: 15.06.2024).
17. Jewellery Enamel // Milton Bridge. URL: <https://www.milton-bridge.co.uk> (дата обращения: 15.06.2024).
18. Schauer Jewellery Enamels // Milton Bridge. URL: <https://www.milton-bridge.co.uk> (дата обращения: 15.06.2024).
19. VITREOUS ENAMEL // WG Ball. URL: <https://www.wgball.co.uk> (дата обращения: 15.06.2024).
20. Nihon Shippo // Интернет-магазин для работы с горячей эмалью Арт Металлофон. URL: <https://art-metallofon.ru/nihonshippo> (дата обращения: 15.06.2024).
21. Ninomiya // Интернет-магазин для работы с горячей эмалью АртМеталлофон. URL: <https://art-metallofon.ru/ninomia> (дата обращения: 15.06.2024).

REFERENCES

1. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative methods of hot enameling. *Dizayn i tekhnologii* [Design and technologies]. 2019;69(111):6–16. (In Russ.)
2. Lebedeva T.V., Galanin S. I. Decorative effects in hot enameling. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2016. 99 p. (In Russ.)
3. Lebedeva T. B., Pronichev I. L. Technology of artistic enameling. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2010. 64 p. (In Russ.)
4. Galanin S. I., Lebedeva T. V. Protective and decorative coverings in jewelry production. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ., 2014. 138 p. (In Russ.)
5. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamel making: from the origin of enamel technology to the Old Rus' enamels. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;3(57):42–47. (In Russ.)

6. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamel making: from the middle ages to the present. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):32–38. (In Russ.)
7. Rybakova I. V., Galanin S. I. Classification of enamel technologies and their terminology. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;1(59):46–53. (In Russ.)
8. Rybakova I. V., Galanin S. I. Modern Russian jewelry enamels. *Dizayn i tekhnologii* [Design and Technology]. 2023;95(137):123–128. (In Russ.)
9. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in enamels by Ilgiz Fazulzyanov. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;2(56):58–64. (In Russ.)
10. Galanin S. I., Rybakova I. V., Kolupaev K. N. Peculiarities of Russian jewellery brands. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;3(61): 34–43. (In Russ.)
11. Lebedeva T. V., Romanovskaya V. S. The study of decorative possibilities of enamel production waste // *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;3(57):48–55. (In Russ.)
12. Lebedeva T. V., Romanovskaya V. S. The use of enamel production waste in the design of jewelry and art products // Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation “Scientific research and development in the field of design and technology” (Kostroma, March 23–24, 2023). Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. P. 102–106. (In Russ.)
13. Romanovskaya V. S. Features of hot artistic enameling using enamel production waste. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation “Scientific research and development in the field of design and technology” (Kostroma, March 20–22, 2024). Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2024. P. 249–253. (In Russ.)
14. Enamels jewelry. Dulevsky colorful factory. URL: <https://dkz.ru> (accessed 22.08.2024).
15. Jewelry Enamels. Emaux Soyer. URL: <https://www.emaux-soyer.com/en> (accessed 22.08.2024).
16. Enameling Help and Information. Thompson Enamel. URL: <https://thompsonenamel.com> (accessed 15.06.2024).
17. Jewellery Enamel. Milton Bridge. URL: <https://www.milton-bridge.co.uk> (accessed 15.06.2024).
18. Schauer Jewellery Enamels. Milton Bridge. URL: <https://www.milton-bridge.co.uk> (accessed 15.06.2024).
19. VITREOUS ENAMEL. WG Ball. URL: <https://www.wgball.co.uk> (accessed 15.06.2024).
20. Nihon Shippo. On line store for working with hot enamel Art Metallophone. URL: <https://art-metallofon.ru/nihonshippo> (accessed 15.06.2024).
21. Ninomiya. On line store for working with hot enamel Art Metallophone. URL: <https://art-metallofon.ru/ninomia> (accessed 15.06.2024).

Статья поступила в редакцию 4.12.2024

Принята к публикации 20.05.2025