

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 666.29 : 739.2

EDN SDGAXL

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-3-65-42-52>

Татьяна Викторовна Лебедева¹

Сергей Ильич Галанин²

^{1,2} Костромской государственной 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>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭМАЛЕВОЙ ЗЕРНИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОМОЗАИКИ*

Аннотация. В работе проведено исследование возможностей зерни из горячих эмалей для формирования микромозаики. Эмалевая зернь диаметром 0,4...5,0 мм изготавливается из кусочков дробленых горячих эмалей, приобретающих сферическую форму в процессе обжига в муфельной печи или с помощью пламени газовой горелки. Мозаичное изображение формируется путем плотного выкладывания на металлическую основу с нанесенным клеевым слоем эмалевой зерни одинакового или различного диаметра в соответствии с художественным замыслом. Эмалевая зернь из горячих эмалей обладает высокими технологическими и эстетическими показателями, характерными для горячих эмалей: твердостью, долговечностью, широкой цветовой палитрой, красивым блеском и др. Все это делает эмалевую зернь перспективным материалом для выполнения мозаичных работ. Техника микромозаики из эмалевой зерни обладает широчайшим потенциалом для декорирования ювелирно-художественных изделий, так как позволяет воплощать любые дизайнерские идеи.

Ключевые слова: горячая эмаль, эмалевая зернь, микромозаика, мозаичное изображение, орнаментальная композиция, ювелирно-художественные изделия, обжиг

Для цитирования: Лебедева Т. В., Галанин С. И. Исследование возможностей эмалевой зерни для формирования микромозаики // Технологии и качество. 2024. № 3(65). С. 42–52. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-3-65-42-52>.

Tatiana V. Lebedeva¹

Sergey I. Galanin²

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

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES OF ENAMEL GRAINS FOR THE FORMATION OF MICROMOSAICS

Abstract. The paper investigates the possibilities of grains from hot enamels for the formation of micromosaics. Enamel grain with a diameter of 0.4...5.0 mm is made from pieces of crushed hot enamels that acquire a spherical shape during firing in a muffle furnace or with the help of a gas burner flame. The mosaic image is formed by densely laying out on a metal base with an applied adhesive layer of enamel grains of the same or different diameter in accordance with the artistic idea. Enamel grain from hot enamels has high technological and aesthetic characteristics characteristic of hot enamels: hardness, durability, wide colour palette, beautiful shine, etc. All this makes enamel grain a promising material for mosaic work. The technique of micromosaic from enamel grains has the widest potential for decorating jewellery and art products, as it allows you to embody any design ideas.

© Лебедева Т. В., Галанин С. И., 2024

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

Keywords: *hot enamel, enamel grain, micromosaic, mosaic image, ornamental composition, jewellery and art products, firings*

For citation: Lebedeva T. V., Galanin S. I. Investigation of the possibilities of enamel grains for the formation of micromosaics. *Technologies & Quality*. 2024. No 3(65). P. 42–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-3-65-42-52>.

Художественное горячее эмалирование существует уже на протяжении многих веков, но и в настоящее время является одной из перспективных технологий, позволяющей создавать уникальные украшения. Оно обладает широкими возможностями, благодаря большому разнообразию декоративных способов, приемов и техник эмалирования [1–7]. Техники эмалирования постоянно совершенствуются, изобретаются новые. В данной работе рассматривается возможность формирования изображений с помощью эмалевой зерни в технике микромозаики.

Микромозаика изобретена достаточно давно, является разновидностью мозаики и создается из крошечных фрагментов стекла, называемых *тессерами*. Тессеры изготавливались из непрозрачного стекла или эмали в виде длинных тонких «трубочек». Их вытягивали из расплавленного материала, а затем охлаждали до затвердевания и разрезали на сотни маленьких «кирпичиков». Используя основу из меди, золота или других материалов, создавали пейзажи, портреты, исторические или религиозные сюжеты (рис. 1–3) [8, 9].



Рис. 1. Кольцо. Италия. 800 г.

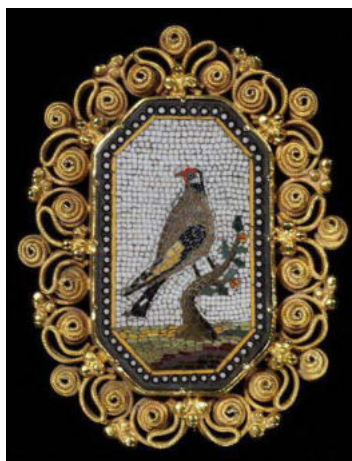


Рис. 2. Брошь. Италия. 1820–1830 гг.



Рис. 3. Браслет. Италия. 1840-е гг.

Микромозаика – очень кропотливая работа, требующая от мастера усидчивости и терпения. Мозаичные работы должны быть долговечными, поэтому их необходимо создавать из тессеров, устойчивых к внешним воздействиям. Зернь из горячих эмалей, предлагаемая в данной работе для формирования мозаичных изображений, обладает высокими технологическими и эстетическими показателями, характерными для горячих эмалей (твёрдость, долговечность, широкая цветовая палитра, красивый блеск и др.). Все это делает эмалевую зернь перспективным материалом для выполнения микромозаичных работ.

Таким образом, представляется актуальным проведение экспериментальных исследований с целью решения следующих задач:

- совершенствование технологического процесса получения эмалевой зерни идеальной сферической формы для последующих микромозаичных работ;

- разработка практических рекомендаций для создания изображений с помощью эмалевой зерни в технике микромозаика.

Используемые материалы, оборудование и инструменты. Для проведения эксперимента использовались образцы, изготовленные из листовой меди марки М1 толщиной 1 мм круглой и прямоугольной формы. Также использовались покупные металлические основы диаметром 16 мм. Для получения зерни использовались прозрачные и непрозрачные эмали Дулёвского красочного завода (ДКЗ). Сведения об исследуемых эмалях представлены в табл. 1.

Для выкладки микромозаики использовался универсальный эпоксидный двухкомпонентный клей Ultima, который подходит для склеивания металла, фарфора, керамики, стекла и т. д. Для фиксации зерни в дополнительных экспериментах использовался клей БФ-6. Перед нанесением клея поверхность обезжиривалась техническим спиртом.

Для проведения экспериментов использовались следующее оборудование, инструменты и приспособления: молоток с широким бойком и наковальня; плотная ткань; муфельная печь; газовая горелка; подставка для обжига; асбестовый лист; длинный пинцет для загрузки и выгрузки в печь; жарозащитные рукавицы; набор

сит для сортировки эмалевой зерни по диаметру; оборудование и инструменты для приготовления и нанесения клеевого состава (высокоточные электронные весы, небольшая пластиковая емкость, шпатели, кисть); пинцет с узкими губками для работы с зернью; ювелирный инструмент.

Т а б л и ц а 1

Используемые эмали

Цвет	Маркировка производителя	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$
Черный	№ 31	790...810
Голубой	№ 65	
Сиреневый	№ 42	
Бирюзовый	№ 85	
Белый	№ 13	
Красный	№ 135	
Желтый	№ 22	
Темно-зеленый	№ 100	
Зеленый	№ 58	
Серый	№ 33	
Голубой	№ 127	790...810
Рубиновый	№ 81	
Морская зелень	№ 114	
Оранжевый	№ 133	
Золотисто-желтый	№ 111	
Белый	№ 13	
Белый	№ 16	

Методика проведения эксперимента.

Создание микро мозаики из эмалевой зерни – достаточно длительный и кропотливый процесс. Сначала эмаль определенного цвета и прозрачности раскалывается на мелкие кусочки, выкладывается на подложку и подвергается высокотемпературной обработке до достижения кусочками сферической формы. Затем зернь разделяется на фракции в соответствии с диаметром. Для формирования мозаичного изображения могут использоваться элементы сферической формы одинакового или разного диаметра в интервале 0,4...5,0 мм. С помощью эмалевой зерни можно создавать разнообразные изображения и мотивы, орнаментальные композиции, абстрактные сюжеты и т. п.

Получение эмалевой зерни. Для создания зерни подходят эмали, находящиеся в кусковой форме (рис. 4, а, 5, а), которые помещаются в плотную ткань и дробятся ударами молотка до нужного размера (рис. 4, б, 5, б) [10–14]. Для получения эмалевой зерни (рис. 5, в) подходят кусочки эмали, имеющие непродолговатую, неплоскую форму. Существует два способа получения эмалевой зерни: оплавление эмалевых кусочков в муфельной печи и пламенем горелки.

1. Получения эмалевой зерни оплавлением пламенем газовой горелки. Измельченные до нужного размера кусочки эмали выкладывают на подложку и последовательно нагревают нейтральным пламенем газовой горелки. При на-

греве под действием силы поверхностного натяжения кусочки эмали приобретают сферическую форму. В работах [10, 11] подробно, пошагово описана технологическая последовательность получения эмалевой зерни с помощью пламени газовой горелки. Недостатком данного способа является более длительный процесс, так как каждый кусочек эмали оплавляется индивидуально. Кроме того, при формировании зерни с помощью пламени газовой горелки большинство прозрачных эмалей темнеет, а непрозрачные эмали приобретают плотную черную пригарную пленку (рис. 4, в).

2. Получения эмалевой зерни оплавлением в муфельной печи. Полученные кусочки эмали выкладывают на подложку, помещают в муфельную печь, разогретую до 850 °С, и с помощью смотрового отверстия следят за процессом получения зерни. При высокой температуре под действием силы поверхностного натяжения кусочки эмали приобретают сферическую форму. В работах [12, 13] подробно, пошагово описана технологическая последовательность получения эмалевой зерни при помощи муфельной печи.

В качестве подложки для формирования зерни для обоих способов рекомендуется использовать ячеистый асбестовый картон с небольшими углублениями, которые помогают зернинке зафиксироваться на месте и не скалываться при перемещении подложки со сформированной зернью (рис. 6). После обжига следует

дождаться полного остывания зерни и снять ее с асбестовой подложки.

Подготовка металлической основы. На образцы из листовой меди толщиной 1 мм напайвались ранты из прокатанной проволоки. После пайки образцы отбеливались в 15%-ном растворе лимонной кислоты, промывались и высушивались. Далее образцы опиливались по контуру, шлифовались и полировались. Полировку поверхности под клеевой слой можно не

осуществлять, так как клей лучше сцепляется с шероховатой поверхностью.

Разделение зерни на фракции. Перед выкладкой мозаики зернь разделялась на фракции в соответствии с диаметром. Сортировку зерни по диаметру удобно осуществлять с помощью набора сит с ячейками разной величины в интервале 0,45...5,05 мм [15]. Сортировка облегчает процесс отбора зерни необходимого диаметра для успешного создания мозаичных изображений.



Рис. 4. Этапы изготовления эмалевой зерни с помощью пламени газовой горелки:
а – кусковая эмаль непрозрачная красная № 135; б – размельченная эмаль;
в – зернь с пригарной пленкой при обработке пламенем газовой горелки

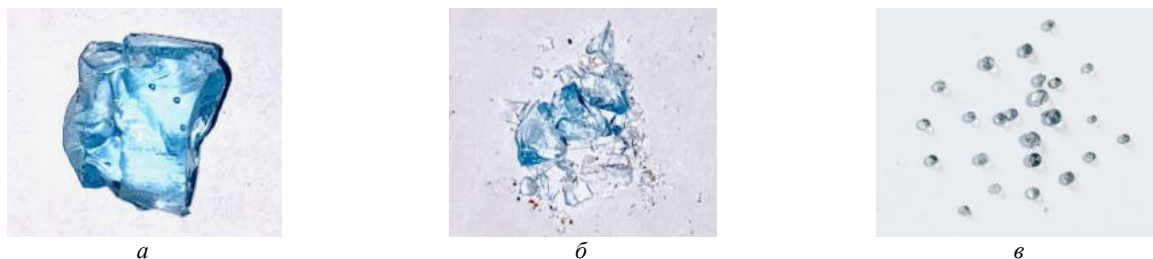


Рис. 5. Этапы изготовления эмалевой зерни:
а – кусковая эмаль прозрачная голубая № 127; б – размельченная эмаль; в – зернь



Рис. 6. Получение зерни на ячеистом асбестовом картоне

Подготовка и нанесение клея. Связующее вещество, используемое для фиксации эмалевых шариков, должно иметь высокую вязкость и низкую скорость затвердевания [15]. В данном случае в качестве основы для крепления зерни использовался универсальный двухкомпонентный эпоксидный клей Ultima. Приготовление клеевого состава проводилось с использованием высокоточных электронных весов. В небольшой емкости смола и отвердитель смешивались в пропорции 10 : 1. Смесь тщательно перемешивалась до образования однородной массы медленными круговыми движениями во избежание образования пузырьков воздуха. Приготовленный клей пригоден к использованию

в течение 1,5...2 ч. Перед нанесением клея металлическая основа обезжиривалась с помощью технического спирта. Подготовленный состав наносился на медную основу и распределялся равномерным тонким слоем с помощью шпателя.

Выкладка микро мозаики осуществлялась методом прямого набора при помощи пинцета в соответствии с разработанным эскизом. Зернь необходимо выкладывать достаточно плотно (во избежание видимых пустот и просветов металлической основы), утапливая каждый элемент на глубину, равную 1/2 от его диаметра [15].

Затвердевание клея. Время полного затвердевания клея 24 ч при комнатной температуре. Длительный период отверждения является

преимуществом, так как выкладка микро мозаики – медленный и кропотливый процесс.

Результаты эксперимента. С помощью эмалевой зерни можно создавать разнообразные мозаичные композиции и изображения (табл. 2). В таблице представлены лишь некоторые примеры мозаичных наборов, которые можно реализовать с помощью эмалевой зерни. Техника микро мозаики из эмалевой зерни обладает ши-

рочайшим потенциалом для декорирования ювелирно-художественных изделий, так как позволяет воплощать любые дизайнерские идеи. Например, это могут быть разнообразные орнаментальные композиции, узоры, абстрактные сюжеты, оптические иллюзии, растительные орнаменты, всевозможные иллюстрации, портреты, пейзажи, изображения животных, насекомых и т. д.

Т а б л и ц а 2

Примеры мозаичных наборов

Вариант выкладывания	Графическое изображение мозаики	Цветное изображение мозаики	Используемая зернь и ее диаметр, мм	
			Используемая зернь	Диаметр, мм
1. Выкладывание сферических элементов одинакового диаметра в виде плоской плотной упаковки				3,0
2. Выкладывание сферических элементов различного диаметра в порядке, приближенном к плоской плотной упаковке				2,5
				3,0
				3,2
3. Выкладывание сферических элементов одинакового диаметра d в виде квадратной упаковки с последующим заполнением образующихся пустот эмалевыми шариками диаметром d/2,5				2,0
				5,0
4. Выкладывание сферических элементов различного диаметра в определенном порядке				1,5
				4,0
				1,4
				2,2
				2,9
				0,4
				0,5
				0,6
				0,9
				1,2
			1,4	
			5,0	
			0,5	
			1,0	
			3,2	
			5,0	

Окончание таблицы 2

Варианты выкладывания	Графическое изображение мозаики	Цветное изображение мозаики	Используемая зернь и ее диаметр					
			Диаметр	Диаметр				
4. Выкладывание сферических элементов различного диаметра в определенном порядке				0,5		2,4		
				0,6			5,0	
				0,7				5,0
				1,2				5,0
				0,5			2,2	
				0,6				2,3
				1,1				
				5,0			2,5	
5. Выкладывание сферических элементов различного диаметра в произвольном порядке (хаотично)				0,6			2,2	
				0,7				2,3
				0,8				2,4
				0,9			2,5	
				1			2,6	
				1,1			2,9	
				1,2			3,3	
				1,4			4,2	
				1,5			4,5	
				1,7			4,5	
	1,8		4,5					
6. Выкладывание сферических элементов различного диаметра в виде фигуративного изображения				0,5...5,0				

Результаты эксперимента по созданию микро мозаики из эмалевой зерни представлены на рис. 7 и 8.

Дополнительно в ходе эксперимента исследовалась степень оплавления зерни на эмалевой поверхности. В качестве грунта использовалась непрозрачная зеленая эмаль № 58 ДКЗ,

зернь изготавливалась из непрозрачной белой эмали № 13 ДКЗ. С помощью эмалевой зерни, оплавленной с различной степенью, можно получить интересный дизайн и рельеф ювелирно-художественного изделия.

На обожженном грунтовом покрытии с помощью клея БФ-6 фиксировался орнамент

из эмалевой зерни. Обжиг проводился при температуре 850 °С. Продолжительность обжига первого образца составляла 50 с, второго – 70 с, третьего – 90 с. Результаты оплавления зерни представлены на рис. 9. Для разных эмалей продолжительность обжига может меняться.

Целесообразно выполнять оплавление зерни на обожженной грунтовой эмали с предварительной клеевой фиксацией зерни. При оп-

лавлении зерни на необожженном грунтовом слое достичь эффекта, как на рис. 9, а, невозможно, так как одновременно плавятся и грунтовый слой, и зернь.

Зернь, оплавленная на эмалевой поверхности с различной степенью, выглядит очень декоративно. Способ может применяться для получения оригинальных покрытий на поверхности ювелирно-художественных изделий.



Орнаментальная композиция



Абстрактная композиция



Цветочная композиция



Мультперсонаж

Рис. 7. Микромозаика в виде разнообразных композиций



Рис. 8. Микромозаика в виде орнаментальных композиций



а



б



в

Рис. 9. Различная степень оплавления зерни на эмалевой поверхности:
а – продолжительность оплавления 50 с, сцепление зерни с грунтовой эмалью;
б – продолжительность оплавления 70 с, частичное оплавление зерни;
в – продолжительность оплавления 90 с, полное расплавление зерни

Выводы по эксперименту

1. Все исследуемые эмали (прозрачные, непрозрачные и опаловые) обладают способностью образовывать зернь. Получение зерни идеальной сферической формы зависит от определенных технологических параметров и условий:

- температурный интервал плавления и поверхностное натяжение используемых эмалей;
- размер и форма кусочков для последующего формирования зерни;
- температура и продолжительность оплавления эмалевых кусочков и др.

2. Несмотря на близкие температурные интервалы плавления эмалей, указанные производителем, зернь разного цвета и прозрачности требует разной продолжительности обработки в муфельной печи. Для исследуемых эмалей продолжительность формирования зерни составляет

1...2 мин при температуре 850°C: золотисто-желтая № 111 – 1 мин; голубая № 65 – 1,5 мин; серая № 33 – 1 мин 40 с; остальные – 2 мин.

Продолжительность формирования зерни напрямую зависит от показателя поверхностного натяжения эмали. Например, прозрачная золотисто-желтая эмаль № 111 ДКЗ (рис. 10, а) имеет небольшое поверхностное натяжение, что способствует быстрому оплавлению эмалевых кусочков (рис. 10, б). Для получения идеальных сферических зернинок держать их в печи следует не более 1 мин (рис. 10, в), иначе они растекутся и прилипнут к поверхности асбестовой подложки (рис. 10, г).

3. Цвет зерни, только что извлеченной из муфеля, как правило, не соответствует исходному (рис. 11, б). Этого не стоит бояться: после полного остывания зерни цвет полностью восстанавливается (рис. 11, в).

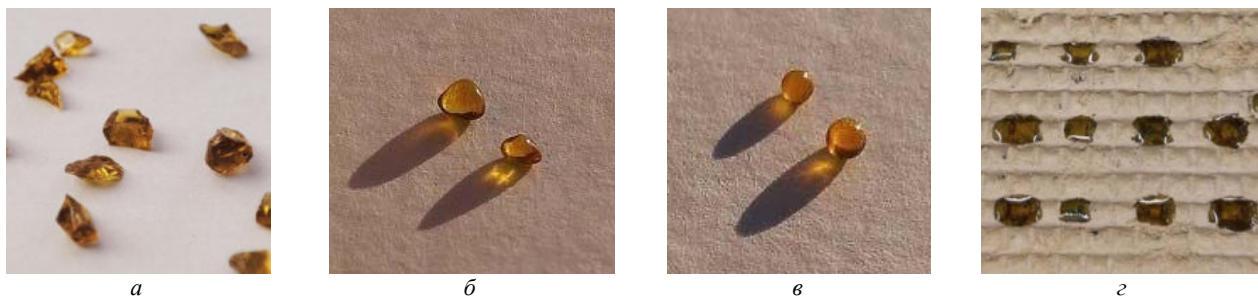


Рис. 10. Степень оплавления эмали при создании эмалевой зерни: а – неоплавленные кусочки эмали; б – обжиг кусочков эмали в течение 30 с; в – обжиг кусочков эмали в течение 60 с; г – обжиг кусочков в течение 2 мин

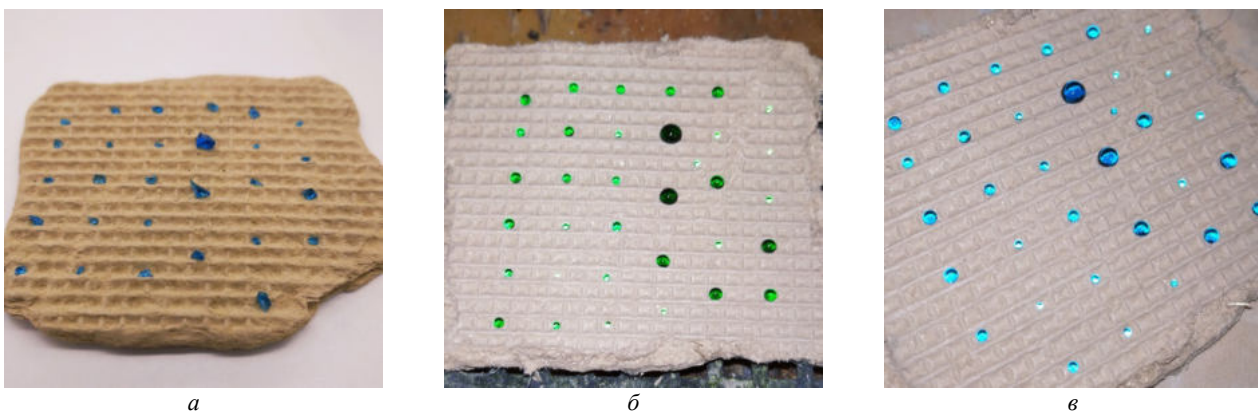


Рис. 11. Получение зерни

4. При формировании зерни с помощью пламени газовой горелки кусочки эмалей на подложке стоит располагать на расстоянии не менее 1 см друг от друга. Пламя горелки должно быть небольшим и нейтральным во избежание сдувания зернинок с подложки. Формирование отдельной зернинки с помощью пламени газовой горелки происходит быстрее, чем в камере муфельной печи, но суммарно – это более

затратный по времени процесс, так как каждый кусочек эмали оплавляется индивидуально. А в муфельной печи есть возможность оплавливать сразу большое количество эмалевых кусочков. Таким образом, способ получения зерни с помощью пламени газовой горелки оправдан, например, при отсутствии муфельной печи.

5. При создании зерни из непрозрачных эмалей с помощью пламени газовой горелки

эмаль приобретает плотную черную пригарную пленку [10, 11]. У некоторых эмалей появляется налет серебристого цвета (например, у голубой № 65, черной № 31). Данный способ можно использовать, например, при отсутствии эмали черного или серого цвета.

6. Для создания необычных мозаичных орнаментов можно использовать составную зернь из кусочков горячих эмалей разных цветов (рис. 12). Для этого в одну ячейку асбестовой подложки необходимо поместить два или более кусочков разных горячих эмалей. Кусочки должны размещаться очень плотно друг к другу и иметь одинаковый температурный интервал плавления. Для удобства возможна фиксация кусочков между собой с помощью клея БФ-6. Размещение подложки в муфеле должно происходить крайне осторожно. Благодаря наличию ярко выраженной границы между частями составной зерни, она может использоваться для получения графичных изображений с четким контуром (рис. 13).

7. В процессе создания микромозаики необходимо очень плотно стыковать зернь. Тем не менее между зернью из-за ее сферической формы образуются промежутки, увеличивающиеся с ростом диаметра зерни. Эти промежутки значительно ухудшают эстетическое восприятие получаемого изображения. Для устранения подобных недостатков и получения более плотного изображения рекомендуется: 1) заполнение образовавшихся крупных промежутков зернью более мелкого диаметра; 2) чередование зерни по раз-

меру; 3) использование для выкладки микромозаики зерни небольшого диаметра; 4) использование окрашенных клеевых составов.

8. При создании круговых орнаментальных композиций целесообразно располагать более крупную зернь по центру композиции. Далее каждый последующий слой кругового орнамента подбирается строго по размеру и цвету (см. рис. 8).

9. Микромозаика из эмалевой зерни – эффектный декоративный прием. С ее помощью можно формировать разнообразные по тематике и колористике рельефные узоры, изображения, орнаменты, обладающие яркой художественной выразительностью. В зависимости от художественного замысла для выкладки микромозаики могут использоваться основы с разделяющими перегородками или без перегородок. Способ позволяет расширить возможности декоративного эмалирования и ассортимент оригинальной ювелирно-художественной продукции.

По результатам проектной и исследовательской деятельности разработана серия колец по мотивам оптических композиций яркого представителя оп-арта Виктора Вазарели (рис. 14). Кольца выполнены из серебра 925 пробы и декорированы эмалевой зернью красного и черного цвета.

Зернь эффектно дополняет дизайнерскую концепцию колец в стиле оп-арт (рис. 15). Декоративная плоская накладка на шинку, благодаря продуманному орнаменту и использованию эмалевой зерни, смотрится объемно и выразительно.



Рис. 12. Составная эмалевая зернь из эмалей: непрозрачная желтая № 22 и непрозрачная темно-зеленая № 100; опаловая белая № 16 и прозрачная голубая № 127



Рис. 13. Получение изображения с четким контуром, благодаря использованию составной зерни из эмалей: непрозрачная красная № 135 и опаловая белая № 16

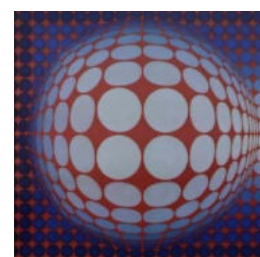
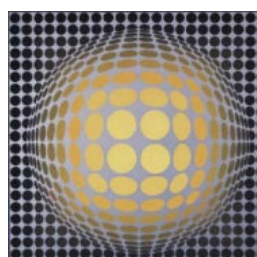
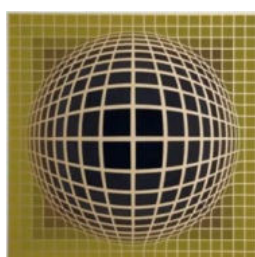
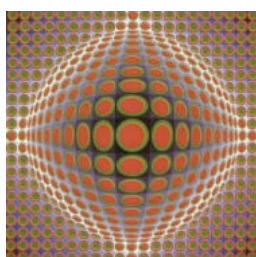
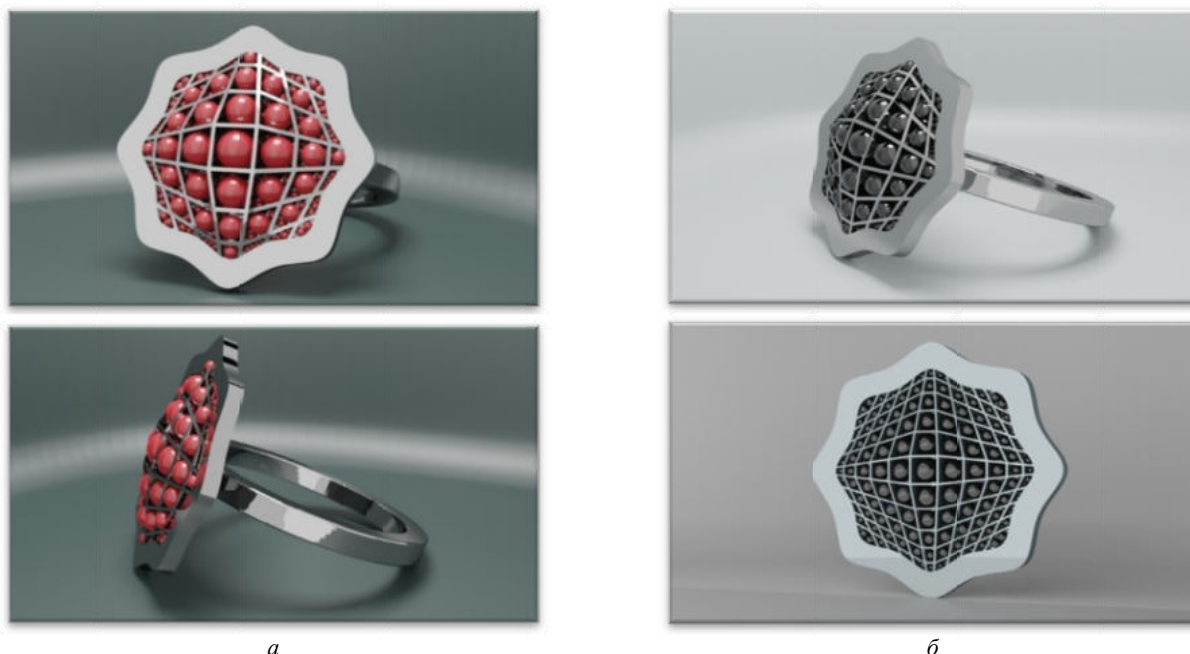


Рис. 14. Источник вдохновения – оптические композиции Виктора Вазарели



а

б

Рис. 15. Кольца с эмалевой зернью в стиле оп-арт
 (авт. Д. В. Ринкявичус, Д. С. Надеждина, рук. Т. В. Лебедева):
 а – кольцо с красной зернью; б – кольцо с черной зернью

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные способы горячего эмалирования // Дизайн и технологии. 2019. № 69(111). С. 6–16.
2. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технология в эмалях Ильгиза Фазулзянова // Технологии и качество. 2022. № 2(56). С. 58–64.
3. 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.
4. 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.
5. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Классификация эмальерных технологий и их терминология // Технологии и качество. 2023. № 1(59). С. 46–53.
6. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Нашивные украшения с эмалью в историческом костюме и их место в современных трендах // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 6(402). С. 208–214.
7. Галанин С. И., Связева А. С. Декоративные эффекты при горячем эмалировании по фактурированной металлической основе // Дизайн. Теория и практика. 2014. Вып. 18. С. 6–16.
8. Что такое микромозаика, совершенство в деталях // FERRUM DESIGN : офиц. сайт. URL: <https://plitka-mosaica.ru/articles/chto-takoe-mikromosaika/?ysclid=lxm4gofwfd584407098> (дата обращения: 02.09.2023).
9. Дмитриева О. Микромозаика XIX века – ювелирное чудо. URL: <https://ochendaje.livejournal.com/795312.html> (дата обращения: 02.09.2023).
10. Лебедева Т. В., Ишутина А. Н., Никонорова О. И. Получение декоративных эффектов на эмалевой поверхности с помощью эмалевой зерни // Дизайн. Теория и практика. 2013. Вып. 13. С. 11–19.
11. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты при горячем эмалировании : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2016. 96 с.
12. Сырейщикова О. Н., Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты на финифтяных вставках, формируемые с применением эмалевой зерни // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2018. Т. 39, № 1. С. 77–81.
13. Лебедева Т. В., Сырейщикова О. Н., Галанин С. И. Новые технологии формирования финифтяных вставок : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2021. 104 с.

14. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декорирование финифтяных вставок эмалевой зернью // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 62–67.
15. Пат. 2785795 Российская Федерация МПК C23D 5/06 (2006.01). Способ получения мозаики из эмалевой зерни : № 2021115494, заявл. 28.05.2021; опублик. 28.11.2022, Бюл. № 34 / Лебедева Т. В., Галанин С. И. ; заявитель и патентообладатель Костромской государственной университет.

REFERENCES

1. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative methods of hot enameling. *Dizajn i tekhnologii* [Design and Technology]. 2019;69(111):6–16. (In Russ.)
2. 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.)
3. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the origin of enamel technology to the enamels of Ancient Russia. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;3(57):42–47. (In Russ.)
4. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the middle ages to the present. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):32–38. (In Russ.)
5. 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.)
6. Rybakova I. V., Galanin S. I. Sewn jewelry with enamel in a historical costume and their place in modern trends. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [The News of higher educational institutions. Technology of Textile Industry]. 2022;6(402):208–214. (In Russ.)
7. Galanin S. I., Svyazeva A. S. Decorative effects at hot enameling on textured metal base. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2014;18:6–16. (In Russ.)
8. What is micromosaic, perfection in detail. URL: <https://plitka-mosaica.ru/articles/chto-takoe-mikromozaika/?ysclid=lxm4gofwfd584407098> (accessed 02.09.2023).
9. Dmitrieva O. Micromosaic of the XIX century – a jewelry miracle. URL: <https://ochendaje.livejournal.com/795312.html> (accessed 02.09.2023).
10. Lebedeva T. V., Ishutina A. N., Nikonorova O. I. Obtaining decorative effects on enamel surface with the help of enamel grains. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2013;13:11–19. (In Russ.)
11. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative effects during hot enameling : monograph. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2016. 99 p. (In Russ.)
12. Syreyschikova O. N., Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative effects on finifitya inserts formed with the use of enamel grain // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya logkoy promyshlennosti* [The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry]. 2018; 39, 1: 77–81. (In Russ.)
13. Lebedeva T. V., Syreyschikova O. N., Galanin S. I. New technologies for the formation of finifity inserts : monograph. Kostroma, Kostroma St. Univ., 2021. 104 p. (In Russ.)
14. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorating enamel inserts with enamel granulation. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;2(52):62–67. (In Russ.)
15. Lebedeva T. V., Galanin S. I. *Sposob polucheniya mozaiki iz emalevoj zerni* [Method of obtaining mosaic from enamel grain]. Pat. 2785795 Russian Federation IPC C23D 5/06 (2006.01). No. 2021115494, application 28.05.2021; publ. 28.11.2022, Bul. No. 34.

Статья поступила в редакцию 2.11.2023
Принята к публикации 23.09.2024