

Научная статья

УДК 666.29 : 739.2

EDN LREEQD

doi 10.34216/2587-6147-2022-4-58-39-45

Мария Эдуардовна Музыкантова¹

Татьяна Викторовна Лебедева²

Сергей Ильич Галанин³

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

¹ mмуzykantova@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0002-8041-0274>

² letavi44@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7744-4193>

³ sgalanin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШИРИНЫ ПЕРЕГОРОДКИ В ПЕРЕГОРОДЧАТОЙ ТЕХНИКЕ ЭМАЛИРОВАНИЯ НА ВНЕШНИЙ ВИД ИЗДЕЛИЯ

Аннотация. В работе проведено исследование влияния ширины перегородки в перегородчатой технике художественного эмалирования на внешний вид ювелирного изделия. Приведены расчеты для изделий малого, среднего и крупного размера с орнаментами разной сложности, демонстрирующие, как изменение ширины перегородки влияет на изменение площадей металлической и эмалевой поверхностей декорируемого изделия. Показано, как последовательное увеличение ширины перегородок на 0,1 мм влияет на увеличение площади металла и уменьшение площади эмали соответственно. Сформулированы выводы и рекомендации по выбору ширины перегородок в зависимости от размера и сложности орнамента проектируемого ювелирного изделия.

Ключевые слова: художественное эмалирование, перегородчатая эмаль, ширина перегородки, ячейка, орнамент, ювелирные украшения, проектирование ювелирного изделия

Для цитирования: Музыкантова М. Э., Лебедева Т. В., Галанин С. И. Исследование влияния ширины перегородки в перегородчатой технике эмалирования на внешний вид изделия // Технологии и качество. 2022. № 4(58). С. 39–45. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-4-58-39-45>.

Maria E. Muzykantova¹

Tatiana V. Lebedeva²

Sergey I. Galanin³

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

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE WIDTH OF THE PARTITION IN THE CLOISSONNE TECHNIQUE OF ENAMELING ON THE APPEARANCE OF THE PRODUCT

Abstract. The paper investigates the influence of the width of the partition in the cloisonne technique of artistic enameling on the appearance of jewelry. Calculations are given for small, medium and large-sized products with ornaments of varying complexity, demonstrating how a change in the width of the partition affects the change in the areas of the metal and enamel surfaces of the decorated product. It is shown how a sequential increase in the width of the partitions by 0.1 mm affects an increase in the area of the metal and a decrease in the area of the enamel, respectively. Conclusions and recommendations on the choice of the width of partitions depending on the size and complexity of the ornament of the designed jewelry are formulated.

Keywords: artistic enameling, cloisonné enamel, partition width, parcel, ornament, jewellery, designing jewellery piece

For citation: Muzykantova M. E., Lebedeva T. V., Galanin S. I. Investigation of the influence of the width of the partition in the cloisonne technique of enameling on the appearance of the product. Technologies & Quality. 2022. No 4(58). P. 39–45. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-4-58-39-45>.

Существуют различные техники нанесения художественных эмалей на поверхность ювелирных украшений. Одной из самых популяр-

ных является перегородчатая техника, так называемая перегородчатая эмаль (рис. 1) [1, 2].

В технике перегородчатой эмали смежные ячейки располагаются плотно друг к другу и разделяются лишь тонкими перегород-

ками, как правило, прямоугольного сечения, ширина которых относительно мала и примерно одинакова по всей длине перегородки. Под смежными подразумеваются ячейки, имеющие общую перегородку. В современном ювелирном производстве формирование перегородок осуществляется на этапе 3D-моделирования, а аддитивные технологии позволяют сформировать их с высокой точностью для последующего литья [3].



Рис. 1. Изделие, выполненное в технике перегородчатого эмалирования

Перегородки выполняют несколько функций. С одной стороны, эстетическую, поскольку они являются контурами задуманного эмалевого рисунка и влияют на внешний вид изделия в целом. С другой стороны, они предотвращают перетекание эмали одного цвета в соседнюю ячейку с эмалью другого цвета. Таким образом, перегородки в изделии должны быть функциональны и эстетичны.

Перегородки не должны быть слишком широкими, в таком случае они сокращают площадь эмалевого сегмента и притягивают к себе внимание. В то же время они не должны быть слишком тонкими, должны обеспечивать жест-

кость конструкции ячейки и не деформироваться при механической обработке. Ширина перегородок определяется еще на этапе проектирования изделия. При выборе ширины перегородок нужно учитывать такие факторы, как: размер изделия, технология его изготовления, сложность рисунка и количество ячеек. В зависимости от количества ячеек эмалевый орнамент можно условно разделить на простой, средней сложности и сложный (табл. 1).

Ювелирные изделия по размеру можно условно разделить на малые, средние, крупные. К малым изделиям относятся изделия с размером декоративной части не более 1 см² (детские изделия, серьги-пусеты, пирсинг и другие). К изделиям среднего размера можно отнести большую часть ассортимента ювелирных изделий, площадь декоративной части которых находится в диапазоне 1...4 см². К крупным изделиям отнесем изделия с площадью декоративной части более 4 см² (крупные подвесы серег, детали кольца, браслетов, кольца-чалмы, подиумные украшения и другие).

Ниже приведены расчеты для изделий малого, среднего и крупного размера с орнаментами разной сложности (рис. 2–4), демонстрирующие, как изменение ширины перегородки влияет на изменение площади поверхности металла и площади эмалевой поверхности. Площади металла и эмали определялись с помощью специальной команды в программе 3D-моделирования. В таблицах 2–13 показано, как последовательное увеличение ширины перегородок на 0,1 мм влияет на увеличение площади металла и уменьшение площади эмали соответственно.

Таблица 1

Классификация эмалируемых изделий по сложности орнамента

Сложность орнамента	Количество ячеек	Изображение
Простой	2...4	
Средней сложности	5...10	
Сложный	Более 10	

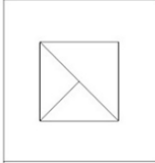






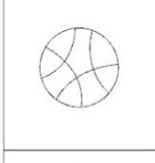










Орнамент	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
						
						
						

Рис. 2. Влияние ширины перегородок на соотношение эмаль – металл в изделиях малого размера

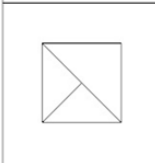

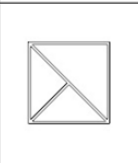


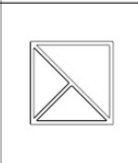

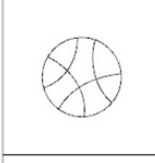













Орнамент	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
						
						
						

Рис. 3. Влияние ширины перегородок на соотношение эмаль – металл в изделиях среднего размера

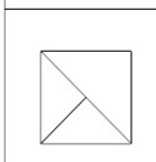
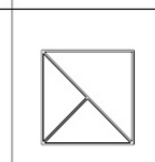
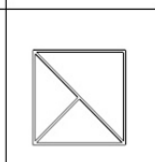
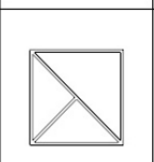
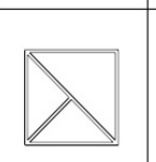
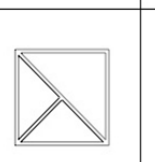
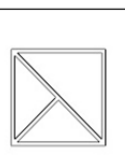
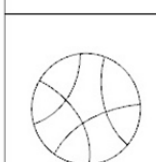
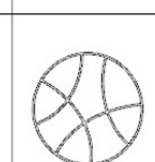
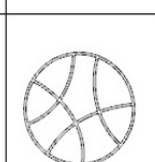
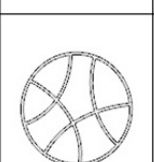
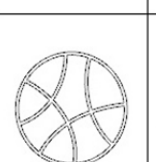


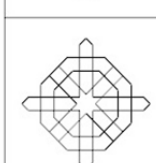
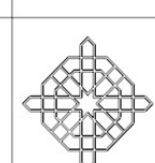
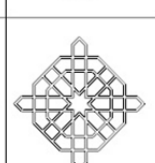
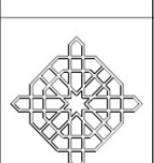
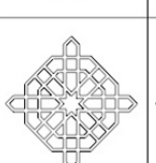
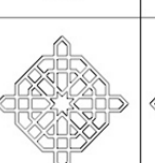

Орнамент	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
						
						
						

Рис. 4. Влияние ширины перегородок на соотношение эмаль – металл в изделиях крупного размера

Т а б л и ц а 2

Площадь поверхностей металла (Мет, мм²) и эмали (Эм, мм²) в изделиях малого размера с орнаментами различной сложности

Сложность орнамента	Ширина перегородок, мм											
	0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм
Простой	29,7	80,5	35,5	76,8	41,2	73,3	46,8	69,8	52,4	66,4	57,8	63,1
Средний	31,8	54,7	37,8	50,5	43,6	46,3	49,2	42,4	54,7	38,6	60,1	34,9
Сложный	63,3	42,5	72,1	34,8	81,4	27,9	-	-	-	-	-	-

Т а б л и ц а 3

Изменение соотношения Мет/Эм в простом орнаменте (малый размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	29,7	-	80,5	-	27/73
0,6	35,5	19	76,8	5	32/68
0,7	41,2	16	73,3		36/64
0,8	46,8	13	69,8		40/60
0,9	52,4	12	66,4		44/56
1,0	57,8	10	63,1		48/52

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 14 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается на 5 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,5...0,7 мм.

Т а б л и ц а 4

Изменение соотношения Мет/Эм в орнаменте средней сложности (малый размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	31,8	-	54,7	-	37/63
0,6	37,8	19	50,5	8	43/57
0,7	43,6	15	46,3	9	48/52
0,8	49,2	13	42,4		54/46
0,9	54,7	11	38,6	10	58/42
1,0	60,1	10	34,9		63/37

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 14 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается в среднем на 9 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,5...0,6 мм.

Т а б л и ц а 5

Изменение соотношения Мет/Эм в сложном орнаменте (малый размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	63,3	-	42,5	-	59/41
0,6	72,1	14	34,8	22	67/33
0,7	81,4	13	27,9	25	74/26

Примечание. Не рекомендуется проектировать изделия малого размера со сложным орнаментом. В крайнем случае, рекомендуется использовать перегородки минимальной ширины, допустимой для предполагаемой технологии изготовления (например, для литья не менее 0,5 мм).

Т а б л и ц а 6

Площадь поверхностей металла (Мет, мм²) и эмали (Эм, мм²) в изделиях среднего размера с орнаментами различной сложности

Сложность орнамента	Ширина перегородок, мм											
	0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм
Простой	60,4	359,9	72,2	352,1	84,1	344,4	95,8	336,8	107,4	329,4	119,1	321,9
Средний	65,5	265,1	78,2	255,7	90,7	246,4	103,1	237,3	115,3	228,3	127,4	219,5
Сложный	134,1	260,6	158,5	240,9	182,1	221,9	204,9	203,8	227,1	186,4	248,4	169,9

Т а б л и ц а 7

Изменение соотношения Мет/Эм в простом орнаменте (средний размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	60,4	-	359,9	-	15/85
0,6	72,2	19	352,1	2	17/83
0,7	84,1	16	344,4		19/81

О к о н ч а н и е т а б л . 7

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,8	95,8	14	336,8	2	22/78
0,9	107,4	12	329,4		24/76
1,0	119,1	11	321,9		27/73

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 14 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается на 2 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,6...0,8 мм.

Т а б л и ц а 8

Изменение соотношения Мет/Эм в орнаменте средней сложности (средний размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	65,5	-	265,1	-	20/80
0,6	78,2	19	255,7	4	23/77
0,7	90,7	16	246,4		27/73
0,8	103,1	14	237,3		30/70
0,9	115,3	12	228,3		34/66
1,0	127,4	10	219,5		37/63

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 14 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается на 4%. Рекомендуемая ширина перегородок 0,6...0,7 мм.

Т а б л и ц а 9

Изменение соотношения Мет/Эм в сложном орнаменте (средний размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	134,1	-	260,6	-	34/66
0,6	158,5	18	240,9	8	39/61
0,7	182,1	15	221,9		45/55
0,8	204,9	12	203,8		50/50
0,9	227,1	11	186,4	9	55/45
1,0	248,4	9	169,9		60/40

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 13 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается в среднем на 8 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,5...0,6 мм.

Т а б л и ц а 10

Площадь поверхностей металла (Мет, мм²) и эмали (Эм, мм²) в изделиях крупного размера с орнаментами различной сложности

Сложность орнамента	Ширина перегородок, мм											
	0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм	Мет	Эм
Простой	75,7	574,6	90,6	564,7	105,5	555	120,3	545,4	135	535,8	149,6	526,3
Средний	99	631,6	118,4	617	137,6	602,6	156,7	588,3	175,7	574,2	194,5	560,2
Сложный	170	439,3	201,6	413,5	232,5	388,5	262,5	364,4	291,8	341	320,3	318,4

Т а б л и ц а 11

Изменение соотношения Мет/Эм в простом орнаменте (крупный размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	75,7	-	574,6	-	12/88
0,6	90,6	19	564,7	2	14/86
0,7	105,5	16	555		16/84
0,8	120,3	14	545,4		18/82
0,9	135	12	535,8		20/80
1,0	149,6	11	526,3		22/78

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 14 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается на 2 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,8...0,9 мм.

Т а б л и ц а 12

Изменение соотношения Мет/Эм в орнаменте средней сложности (крупный размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	99	-	631,6	-	14/86
0,6	118,4	19	617	2	16/84
0,7	137,6	16	602,6		18/82

Окончание табл. 12

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,8	156,7	14	588,3	2	21/79
0,9	175,7	12	574,2		23/77
1,0	194,5	11	560,2		26/74

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 14 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается на 2 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,7...0,8 мм.

Таблица 13

Изменение соотношения Мет/Эм в сложном орнаменте (крупный размер)

Ширина перегородок, мм	Площадь металла, мм ²	Увеличение Мет, %	Площадь эмали, мм ²	Уменьшение Эм, %	Соотношение металл/эмаль
0,5	170	-	439,3	-	28/72
0,6	201,6	18	413,5	6	33/67
0,7	232,5	15	388,5		37/63
0,8	262,5	13	364,4		42/58
0,9	291,8	11	341	7	46/54
1,0	320,3	9	318,4		50/50

Примечание. Площадь металла при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм увеличивается в среднем на 13 %. Площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм сокращается в среднем на 6 %. Рекомендуемая ширина перегородок 0,6...0,7 мм.

ВЫВОДЫ

1. Не рекомендуется проектировать изделия малого размера со сложным орнаментом и большим количеством ячеек, так как это ведет к сокращению площади эмалевого сегмента и, соответственно, к сложности восприятия эмалевого рисунка и усложнению процесса нанесения эмали в очень мелкие по размеру ячейки (см. рис. 2).

2. Чем сложнее орнамент и меньше изделие, тем больше сокращается площадь эмали при увеличении ширины перегородки на 0,1 мм. В изделиях любого размера и с орнаментом любой сложности увеличение ширины перегородки на 0,1 мм приводит к увеличению площади металла в среднем на 13...14 %. На такую же величину примерно увеличивается объем и масса изделия.

3. При проектировании изделий рекомендуется придерживаться следующего соотношения площади металла и эмали, в зависимости от размера и сложности орнамента: металл – 20...40 %; эмаль – 80...60 %.

4. В таблице 14 представлена рекомендуемая ширина перегородок в зависимости от размера проектируемого изделия и сложности орнамента. Рекомендация приведена для перегородчатых эмалей. Ширину перегородок для изделий, выполненных в витражной технике, рекомендуется увеличить примерно на 0,1...0,2 мм от табличного значения, так как это обусловлено

повышенными требованиями к прочности конструкций для витражных эмалей.

5. Варьирование ширины перегородок и толщины заготовки при одинаковом орнаментальном решении способно менять визуальный эффект от изделия. Тонкие перегородки смотрятся почти незаметно, изящно и невесомо, широкие придают изделию более массивный вид. Кроме эстетического эффекта, увеличение ширины перегородок влияет на расход материалов. При массовом производстве изделий из драгоценных металлов, особенно из золота, разница даже в 0,1 г имеет существенное значение. В таблице 15 на примере изделия высотой 20 мм показано, как изменяются эстетические и экономические параметры изделия с увеличением ширины перегородок от 0,5 до 0,7 мм.

Заметно, что при частом переплетении ширина перегородок 0,7 мм сильно «съедает» площадь эмали, а ширина перегородок 0,5 мм, возможно, тонка, и изделие будет менее устойчиво к деформации. Оптимальной для данного изделия является ширина перегородки 0,6 мм. Однако на окончательный выбор будет влиять толщина изделия.

С экономической точки зрения уменьшение ширины перегородок на 0,1 мм дает экономию с одного изделия из золота 585 пробы в размере 205,2 руб., с партии изделий в 1000 шт. – 205 200 руб.






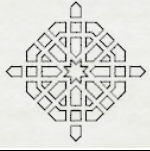


















Таблица 14

Рекомендуемая ширина перегородки, мм в зависимости от размера изделия и сложности орнамента

Сложность орнамента	Малый размер	Средний размер	Крупный размер
Простой орнамент	0,5...0,7	0,6...0,8	0,8...0,9
Орнамент средней сложности	0,5...0,6	0,6...0,7	0,7...0,8
Сложный орнамент	Не более 0,5	0,5...0,6	0,6...0,7

Т а б л и ц а 1 5

Влияние ширины перегородок на параметры эмалируемого изделия

Ширина перегородок, мм					
0,5		0,6		0,7	
Площадь металла, мм ²					
92		108		123	
					
Площадь эмали, мм ²					
112		97		85,7	
					
Площади отдельных ячеек, мм ²					
	1,12		0,9		0,7
	2,5		2,15		1,9
	3		2,7		2,4
	3,8		3,4		3
	4		3,6		3,2
	7		6,12		5,3
Объем изделия при толщине основы 0,5 мм, см ³					
0,046		0,054		0,061	
Масса в красном золоте 585 (плотность 13,24 г/см ³), г					
0,61		0,71		0,81	
Стоимость, руб. (при цене за 1 г золота 585 пробы 2052 руб.; курс золота 999,9 по курсу ЦБ 3508,52 руб. (на 17.08.2022))					
1251,72		1456,92		1662,12	
Стоимость партии изделий 1000 шт., руб.					
1 251 720		1 456 920		1 662 120	

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лебедева Т. В., Проничев И. Л. Технология художественного эмалирования : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2010. 64 с.
2. 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.
3. Музыкантова М. Э., Лебедева Т. В., Галанин С. И. Двухкомпонентные холодные перегородчатые и выемчатые эмали: исследование брака // Технологии и качество. 2019. № 4(46). С. 25–30.

REFERENCES

1. Lebedeva T. V., Pronichev I. L. Technology of artistic enameling. Kostroma, Kostroma St. Technological Univ. Publ., 2010. 64 p. (in Russ.)
2. Galanin S. I., Lebedeva T. V. Protective and decorative coverings in jewelry production. Kostroma, Kostroma St. Technological Univ. Publ., 2014. 138 p. (in Russ.)
3. Muzykantova M. E., Lebedeva T. V., Galanin S. I. Two-component cold cloisonne and champleve enamels: study of defects. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2019;4(46):25–30. (in Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.09.2022
Принята к публикации 23.11.2022