Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Кафедра художественной и пластической обработки материалов

ТЕРМИЧЕСКОЕ ОКРАШИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Методические рекомендации
для студентов направления подготовки
54.03.01 – Дизайн (Профиль - Графический дизайн),
29.03.04 – Технология художественной обработки материалов

Авт.-сост.
Доцент каф. ХиПОМ
А.А. Тихонов

Великий Новгород, 2016

1.1 Цель работы

Освоить технологию термического окрашивания металлов

1.2 Содержание работы

1.1.1 Ознакомиться с методическими указаниями

1.1.2 В муфельной печи выполнить термическое окрашивание металлов. Установить цвета побежалостей и соответствующие им температуры нагрева для железа, меди» титана и их сплавов» Построить градуировочную кривую термопары

1.1.3 Составить отчет

1.3 Основные теоретические положения

Методы термического окрашивания металлов нашли применение для декоративной и антикоррозионной отделки художественных изделий, прежде всего, выполненных ковкой, чеканкой, литьем, диффовкой (выколоткой) из железа, титана, циркония, ниобия, меди, никеля, алюминия и их сплавов.

В процессе нагрева металлических изделий в среде, содержащей кислород (воздух, раствора и расплава солей) происходит их окисление и образование или рост уже имеющейся оксидной пленки на поверхности металла Интенсивность, с которой происходит окисление, зависит от состава среды (атмосфере печи» состава расплава и т.д.), температуры нагрева, природы металла или сплава. С повышением температуры или увеличением времени пребывания изделия при данной температуре оксидная пленка утолщается, и цвет ее изменяется. В таблице 1 приведены цвета, получаемые на стали при термическом окрашивании.

Таблица №1- Влияние температуры на цвета побежалости на стали

Цвет побежалости	Температура нагрева, ˚С
Светло-желтый	220
Желтый	230
Темно-желтый	240
Коричневый	255
Коричнево-красный	265
Фиолетовый	285
Темно-синий	300
Светло-синий	325
Серый	330

Качество термического окрашивания в значительной степени зависит от природы металла и его однородности, чистоты поверхности металла, от толщины образовавшейся оксидной пленки* от способа выяснения термического окрашивания, от используемого оборудования» Наилучшие результаты термического окрашивания достигаются при окрашивании тугоплавких металлов, на поверхности которых оксидная пленка имеет высокую степень адгезии (хорошее сцепление) с металлом. Это характерно для титана, циркония, ниобия и их сплавов, а также для аустенитной нержавеющей стали. Для других металлов и сплавов хороший результат достигается только при образовании относительно тонких оксидных пленок, т.к. чем больше толщина оксидной пленки, тем ниже ее адгезия, а также при использовании специальных технологических приемов. В первую очередь необходимо уделить особое внимание состоянию поверхности металла. Загрязненные маслами, жирами, полировочными пастами и т.д. поверхности металла очищают методами обезжиривания в органических растворителях, (Уайт-спирит, бензин, хлодон-113, трихлорэтилен и др.), в щелочных моющих средствах и т.д. Если на поверхности изделия имеется слой окислов

неравномерных по цвету, толщине, плохо сцепленных с основным металлом, то такую оксидную пленку удаляют механическим, химическим или электрохимическим способом. Поверхность изделия перед термическим воздействием должна быть чистой и сухой.

Нагрев металлических изделий выполняется в печах, в горне, паяльной лампой, газовой или керосиновой горелкой и т.д. Наиболее равномерный нагрев происходит в печах, что позволяет получить и наиболее равномерную тонировку. При достижении необходимого цвета изделие немедленно извлекается из печи. Однако художественные изделия могут иметь размеры, превышающие габариты рабочего пространства печи, тогда может использоваться, например, газовая горелка. Работа с ней требует большого опыта и аккуратности. Нагрев необходимо проводить очень осторожно, чтобы цвета побежалости изменились как можно медленнее. От этого зависит толщина окисленного слоя: чем он тоньше, тем прочнее отделка. После термической обработки изделия, как правило, натирают слоем воска, используя раствор воска в бензине, далее выполняют операцию полирования, чаще всего щеткой. Такая обработка усиливает художественную выразительность металла.

Одной из разновидностей термического окрашивания сплавов железа является воронение. Воронение - это получение термической или химической обработкой на поверхности стальных или чугунных изделий декоративного (коричневого, черного, темно-синего) или защитного слоя окислов железа толщиной 1-10 мкм. Термическое воронение выполняют погружением очищенных полированных; стальных изделий в расплавленную натриевую селитру при температуре 300-350°С в течение 3-5 минут, на поверхности детали образуется тонкая, но очень прочная пленка красивого синеватого цвета. Химическое воронение выполняется в растворах следующего состава: едкий натрий 500 - 700 г/л, нитрат натрия -50 - 150 г/л, нитрат натрия 100 - 250 г/л, при температуре 135 - 155°С в течение 10-90 минут. Концентрация компонентов, температура, время выдержки зависят от состава обрабатываемых сталей и чугунов.

В ряде случаев для стальных изделий, чаще всего небольших размеров, применяют воронение с закаливанием. Для этого стальной предмет раскаливают докрасна и опускают в машинное масло. Он сразу приобретает глубокий черный цвет.

Один из наиболее древних способов нанесения декоративно - защитных покрытий на металлы - это олифо-масляный обжиг, который используется для отделки стальных кузнечных поковок, отливок из чугуна и т.д. На художественные изделия чаще всего тампоном наносят тонкий слой натуральной олифы, льняного или другого растительного масла. Далее выполняется обжиг в печах с помощью горелок и т.д. Нагрев выполняется медленно, горения масла (олифы) не допускается. Эти вещества при повышении температуры начинают разлагаться и, соединяясь с окислами железа, создают коричневую, темно-коричневую, темно-коричневую, черную пленку. Дня получения очень глубокой окраски операции олифово-масляного обжига повторяют. В заключение изделия покрывают воском и полируют. Различные цвета можно получать, прокаливая изделия из алюминия и его сплавов, покрытые слоем олифы или растительного масла. Алюминий, покрытый слоем растительного масла, после прокаливания приобретают золотисто-коричневый или оливковый цвет, а покрытый натуральной олифой - красно-коричневый, или черный. Когда поверхность металла приобретет нужный цвет, дают изделию постепенно остыть. Пленка на алюминии получается блестящей и способствует повышению стойкости к коррозии.

При проведении процессов термического окрашивания металлов важно контролировать и поддерживать необходимую температуру. При окрашивании сплавов железа методом закаливания в масло достаточно знать цвета каления, представленные в таблице 2. Этот метод хотя и несовершенен, но также используется при выполнении художественной ковки

Таблица 2 - Цвета каления сталей

Цвет каления	Т°К	Цвет каления	Т°К
Темно-красный	923	Оранжево-желтый	1273
Вишнево-красный	973	Светло-желтый	1373
Светло-красный	1-73	Соломенно-желтый	1423
Густо-оранжевый	1173	Белый различной яркости	1473-1673

Значительно более точно контролируется температура с помощью термопар. Термопара изготавливается из двух разнородных проволок, два конца которых спаяны друг с другом (горячий спай), а два других конца (холодный спай), как правило, спаяны с медными проводниками, присоединенных к соответствующему измерительному прибору (милливольтметру, потенциометру и др.). При нагревании горячего спая термопары в ней возникает термоэлектродвижущая сила (Т.Э.Д.С.), которая в основном зависит от температуры спая, природы проводников, из которых изготовлена термопара. Такие зависимости представлены в таблице 3.

Таблица 3- Значение ТЭДС различных термопар от Т° нагрева

Т° горячего спая, ° С	ТЭДС термопар при ° холодных спаев, мВ		
	Платинородий-платина (ПП-1)	Хромель-алюмель (ХА)	Хромель-копель (ХК)
0	0	0	0
100	0, 64	4, 095	6, 88
200	1, 42	8, 37	14, 59
300	2, 31	12, 207	22, 88
400	3, 24	16, 395	31, 49
500	4, 21	20, 64	40, 28
600	5, 22	24, 902	49, 11
700	6, 25	29, 128	57, 85
800	7, 32	33, 277	66,47
900	8, 43	37, 325	-
1000	9, 57	41, 269	-
1100	10, 74	45, 08	-
1200	11, 95	48, 828	-

1.4 Экспериментальная часть

1.4.1 Получить у преподавателя металлические образцы

1.4.2 Обезжирить и высушить образцы

1.4.3 Установить образцы в муфельную печь и выполнять их термическое окрашивание. Выполнить градуировку термопары, используя в качестве реперных следующие материалы:

- вода с температурой кипения 100° С
- олово с термопарой плавления 232°С
- свинец с температурой плавления 327°С
- цинк с температурой плавления 419°С
- алюминий с температурой плавления 660°С

1.4.4 Результаты эксперимента занести в таблицу 4

Таблица 4

Время термообработки, мин	Показания милливольтметра	Т°С	Цвет образцов				
			Сталь углеродистая У8	Сталь нержавеющая 08Х18Н10Т	Бронза БХ-3	Титан ВТ1-0	Медь М1