Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2024 12:43:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**Кафедра «Машины и технологии литейного производства»
им. П.Н. Аксенова**

Дисциплина «Современные технологии художественной обработки материалов»

СПОСОБЫ ДЕКОРИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛА

Матирование, роспись холодными эмалями, фьюзинг

*Методические указания
к выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной
обработки материалов»*

Составители: М.Ю. Ершов, В.В. Солохненко

Текстовое электронное издание

Москва
2024

Об издании 1

Подготовлены в помощь студентам, выполняющим лабораторные работы по дисциплине «Современные технологии художественной обработки материалов». Методические указания содержат необходимый теоретический материал и практические рекомендации по технологиям обработки стекла.

Предназначены для студентов 2–3-го курсов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов».

Рецензент:
А.Д. Огнева, ассистент кафедры «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова Московского Политеха

Рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова (протокол № 2 от 05.11.2024)

Разработано с помощью программного обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Системные требования: PC-совместимый процессор 1,3 ГГц и выше. Оперативная память (RAM): 256 Мб. Необходимо на винчестере: 350 Мб. Операционные системы: Windows, Mac OS. Видеосистема: разрешение экрана 1024x768. Дополнительные программные средства: Adobe Acrobat Reader 9 и выше.

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *А.В. Куркова*
Компьютерная верстка: *Н.Р. Гуськова*

Подписано к использованию 24.12.2024
Объем издания 1,38 Кб. Заказ № 106/24

Издательство Московского Политеха
107023, Москва, Большая Семеновская, 38
www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

Лабораторная работа № 1
МАТИРОВАНИЕ СТЕКЛА 5

Лабораторная работа № 2
ЖИВОПИСНЫЙ ВИТРАЖ 11

Лабораторная работа № 3
ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКАНИЯ СТЕКЛА – ФЬЮЗИНГ 17

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 26

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания включают описание технологий обработки стекла, изучаемых в рамках дисциплины «Современные технологии художественной обработки материалов».

Цель методических указаний – представить в кратком виде информацию о технологиях обработки стекла, необходимую и достаточную для выполнения лабораторных работ.

В методических указаниях описаны:

– технология создания матовых рисунков на поверхности стекла химическим и механическим методами;

– технология создания расписных витражей с использованием специальных красок по стеклу;

– технология спекания стекла – фьюзинг, которая позволяет создавать монолитны изделия из цветного стекла.

Лабораторная работа № 1
МАТИРОВАНИЕ СТЕКЛА

Цель работы

1. Изучение основных операций технологического процесса матирования стекла механическим и химическим методами.
2. Изготовление двух стеклянных изделий с матированным рисунком.

Материалы и инструменты

1. Два стеклянных изделия (на выбор студента);
2. Самоклеящаяся ПВХ пленка Oracal 641;
3. Паста для матирования стекла;
4. Канцелярский нож или скальпель;
5. Резиновый или пластиковый шпатель.

Теоретическая часть

Стеклянные изделия в большинстве своем красивы сами по себе. Однако их декоративный вид может быть улучшен за счет использования контраста блестящих и матовых поверхностей.

Одним из самых распространенных способов декорирования стеклянных изделий является матирование стекла механическим способом. Он известен как пескоструйный метод обработки стекла. Особенностью этого метода является применение кварцевого песка, который в малых количествах смешивается с воздухом, идущим под большим давлением с большой скоростью. Получившие ускорение песчинки бомбардируют поверхность стекла и выбивают в нем микроскопические раковины и царапины, частично повреждаясь при этом. Суммарный эффект воздействия песчинок и придает стеклу матовую текстуру (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Матовый рисунок на поверхности стекла

Матовые и блестящие участки на поверхности стекла создаются при помощи трафаретов. Трафареты представляют собой своеобразные листы с прорезями. Прорези определяют рисунок, который должен появиться в конечном итоге. Принцип работы следующий – трафарет накладывается на стекло, которое впоследствии обрабатывается струей песка. На месте открытых участков образуется матовая текстура. Закрытые участки остаются прозрачными.

Существуют два вида трафаретов:

- Разовые. Изготавливаются такие трафареты из самоклеящейся пленки или бумаги. Они не дают возможности подпылов и позволяют получать идеальное по точности изображение. Недостатком таких трафаретов является невозможность использовать их повторно.
- Многоразовые. Они изготавливаются из дерева, металла, линолеума, электроизоляционного картона и т.д. Край, получаемый с помощью таких трафаретов неидеальный, имеют место подпылы. Кроме того, многоразовые трафареты очень трудоемки в изготовлении и быстро выходят из строя.

Степень матовости стеклянной поверхности зависит от размера песка. Более грубая и ощутимая на ощупь поверхность

получается при работе с крупным песком. При этом материал трафарета и его клеевое покрытие находятся в прямой зависимости от размеров песка. Чем крупнее песок – тем более толстым должен быть трафарет и клеевое покрытие.

Более простым в реализации является метод химического матирования стекла. Также, как и в предыдущем случае матовые участки на поверхности стекла создаются с помощью трафаретов. Однако, такая поверхность формируется благодаря химической реакции материала изделия и специальной матирующей пасты.

При реализации метода химического матирования на поверхности стекла формируют трафарет. После этого в обязательном порядке открытые участки поверхности стекла обезжиривают спиртом, для удаления загрязнений и жировых пятен. Только после этого наносят саму пасту на поверхность изделия. После выдержки, пасту удаляют, изделие промывают. А на поверхности стеклянного изделия остается матовый рисунок.

Метод химического матирования более популярен, чем пескоструйная обработка стекла. Это объясняется простотой его реализации. Однако эффект, создаваемый на поверхности стекла, не столь ярко выражен как при пескоструйном матировании.

Порядок выполнения работы

Работу начинают с выбора стеклянных изделий, на которых будут сформированы матовые рисунки и подготовки эскизов таких рисунков. Если форма изделий простая, эскизы выполняют как обычно, на простых листах бумаги. Ели форма сложная, то эскизы могут быть развертками или состоять из нескольких отдельных частей. В любом из указанных случаев эскизы выполняют в натуральную величину.

Далее переходят к формированию трафарета на поверхности стеклянных изделий. В лабораторной работе необходимо получить всего два стеклянных изделия, поэтому будут использованы разовые трафареты. Такие трафареты можно изготовить из ватмана или получить, наклеив друг на друга несколько слоев обычной бумаги для печати. Однако лучшим материалом для изготовления трафарета является виниловая самоклеящаяся пленка – Oracal 641.

Трафарет создают в несколько шагов. Сначала на поверхности стеклянного изделия формируют сплошной защитный слой бумаги, ватмана или виниловой пленки. Если используют бумагу или ватман, то их приклеивают на канцелярский клей, предварительно обезжирив изделие салфеткой, смоченной в спирте.

Если форма изделия сложная, защитный слой может быть сформирован из отдельных кусочков бумаги или пленки, внахлест перекрывающих друг друга. Главное, чтобы защитный слой плотно прилегал к поверхности стекла без воздушных пузырей и складок.

Далее эскиз переводят на поверхность защитного слоя. Эскиз можно перевести с помощью кальки или просто наклеить поверх защитного слоя. Если форма изделия сложная, эскиз разрезают на отдельные элементы, которые затем фиксируют на поверхности изделия.

После того, как эскиз переведен на защитный слой переходят к последнему шагу. С помощью скальпеля или канцелярского ножа вырезают и удаляют участники защитного слоя. Делают это для того, чтобы открыть поверхность стекла, которая будет подвергаться матированию, химическим или механическим способом (рис. 1.2). Оставшаяся часть слоя будет защищать стекло при матировании, и оно останется прозрачным и гладким.



Рис. 1.2. Создание трафарета на поверхности стеклянного изделия

Удалив все участки защитного слоя, в соответствии с эскизом, открытую поверхность стекла протирают салфеткой, смоченной в спирте.

Подготовив таким образом трафареты переходят, собственно, к матированию.

Химическое матирование выполняют с помощью специальной пасты. Она продается полностью готовая к применению и все что нужно сделать это перемешать её перед использованием.

С матирующей пастой обязательно работают, используя средства индивидуальной защиты – очки и виниловые перчатки.

Пасту наносят на поверхность матируемого изделия с помощью пластикового или резинового шпателя (рис. 1.3, а). Делать это нужно быстро, но при этом следить, чтобы слой пасты лёг равномерно на все участки поверхности стекла. Толщина слоя пасты над поверхностью стекла должна быть 2...3 мм.



а) *б)*

Рис. 1.3. Нанесение матирующей пасты на поверхность стеклянного изделия (а) и промывка изделия (б)

Нанесенную пасту выдерживают на изделии в течении 10...15 мин. После этого аккуратно удаляют и возвращают в банку, пасту можно использовать несколько раз. Остатки пасты смывают с поверхности изделия под струей проточной воды (рис. 1.3, б). После протирки изделия шаблон удаляют.

При использовании технологии механического матирования стекла порядок действий по подготовке трафарета аналогичен. Однако прочность материала трафарета должна быть выше. Для пескоструйного матирования стекла используют виниловую плёнку или ватман.

Механическое или пескоструйное матирование выполняют с помощью пескоструйного аппарата (рис. 1.4). Песчано-воздушная смесь бомбардирует открытую поверхность стекла, придавая ей матовую текстуру. Стекло, закрытое защитным слоем, остается прозрачным. После завершения обработки трафарет удаляют.



Рис. 1.4. Процесс пескоструйного матирования стекла

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое трафарет?
2. Виды трафаретов.
3. Сущность технологии механического матирования?

Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе предоставляется в электронном виде и должен содержать краткое описание выполненной работы, рисунки или фотографии пооперационного выполнения работы. Название файла должно содержать фамилию и инициала, № группы и № лабораторной работы (например, Иванов И.И., гр. 221-241, № 2).

Лабораторная работа № 2
ЖИВОПИСНЫЙ ВИТРАЖ

Цель работы

1. Изучение технологии создания живописных витражей.
2. Изготовление стеклянного изделия, украшенного витражными красками.

Материалы и инструменты

1. Стеклянное изделие (на выбор студента);
2. Контур по стеклу и керамике в тюбике;
3. Витражные краски (Малевич);
4. Кисти;
5. Палитра;
6. Салфетки, ватные палочки;
7. Игла;
8. Обезжиривающее средство.

Теоретическая часть

Среди множества разных способов украшения помещений витражи выделяются особо. Всё потому, что витражи взаимодействуют со светом в помещении наиболее полно. Искусственная подсветка или простой солнечный свет заставляют витраж светиться, привлекая к нему внимание.

Традиционно витражные композиции собирали из кусочков цветных стекол, скрепляя их между собой свинцовыми прокладками. Значительно позже появились витражи Тиффани, в которых отдельные кусочки спаивали между собой по особой технологии. А также совершенно особенные – фьюзинговые витражи. Последние получают методом сплавления в печи при высокой температуре. И многие другие техники, как сами по себе, так и на стыке названных.

Из всех видов витражей, наиболее простым, с точки зрения реализации, но при этом не менее эффектным является живописный или расписной витраж.

Расписной или живописный витраж – это псевдовитраж, который представляет из себя расписанное вручную специальными красками стекло.

Такой псевдовитраж может имитировать классический стеклянный, а может быть самостоятельным живописным украшением на поверхности стеклянного изделия (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Работы в технике живописного витража

Выполняют живописный витраж специальными акриловыми красками, которые носят название витражными. Рисунок красками выполняют как правило на обычном прозрачном стекле. При этом возможности красок позволяют применять два метода создания витража. В первом из них рисунок формируется кисточками, так же как при рисовании масляными красками. Во втором, на поверхности стекла формируют замкнутые области – ячейки. Ячейки формируют специальным густым составом, который носит название контур. После высыхания контуров, краску заливают в ячейки, желательно по уровень контуров.

В настоящее время, в продаже имеются готовые наборы для росписи стекла. Такие наборы включают в себя как большое количество цветов, так и контур. Все материалы сразу готовы к применению.

Практическая часть

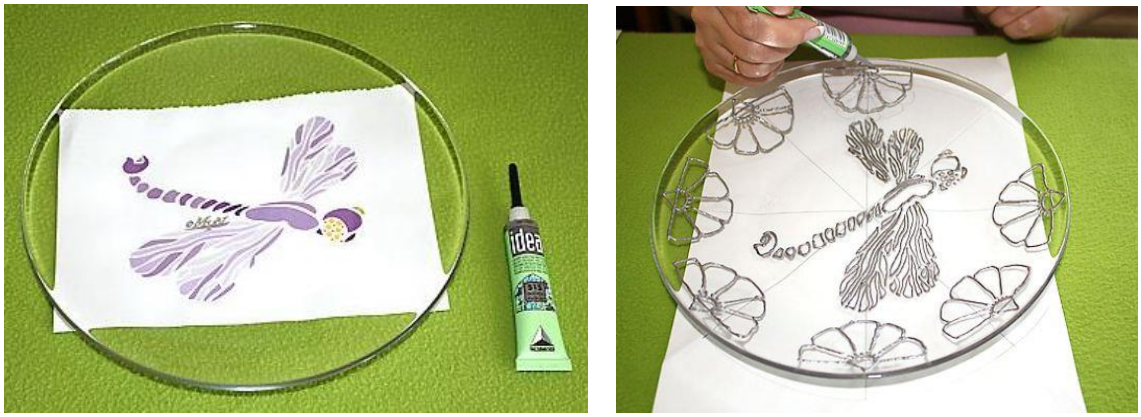
Живописный витраж можно выполнить на стеклянном изделии практически любой формы. Поэтому, в первую очередь следует подобрать такое изделие и разработать эскиз рисунка на его поверхности (рис. 2.2). Эскиз желательно рисовать в натуральную величину, так как он может пригодиться в дальнейшем. Также если поверхность изделия имеет сложную форму, то может потребоваться создание развертки эскиза.



Рис. 2.2. Эскиз для живописного витража

Как только эскиз готов и есть стеклянное изделие, приступают к работе. Поверхность изделия тщательно протирают ватным тампоном или чистой тряпочкой, смоченной в спирте. Эта операция удалит жирные пятна от пальцев и загрязнения. Чем чище будет поверхность стекла, тем лучше будет держаться на ней краска. Также после этого желательно не прикасаться пальцами к поверхности, на которой будет рисунок.

Далее переносят контур рисунка или псевдовитража на стекло. Проще всего это делать если эскиз рисунка будет наклеен скотчем на обратную сторону стекла или внутреннюю сторону изделия (рис. 2.3.).



а) *б)*

Рис. 2.3. Положение эскиза перед нанесением контура (а) и нанесение контура на поверхность стекла (б)

Контур создается с помощью специальной краски, которая так и называется – контур. Как правило, он идёт в комплекте с витражными красками и содержится в тюбике с продолговатой конусной насадкой. Эту насадка можно срезать канцелярским ножом, регулируя толщину создаваемого контура.

Контур из тюбика аккуратно выдавливают на поверхность стекла по линиям эскиза, формируя тонкие, но при этом высокие линии. Линии контура должны разделить поверхность стекла на ячейки, в которые будет затем уложена краска (рис. 2.1). Если линия контура растекается и не имеет высоты, её следует переделать или взять более густой контур.

Если линии контура получились кривыми или контур растекся по поверхности стекла, то его аккуратно удаляют с помощью канцелярского ножа. Остатки контура стирают тряпочкой, смоченной в спирте.

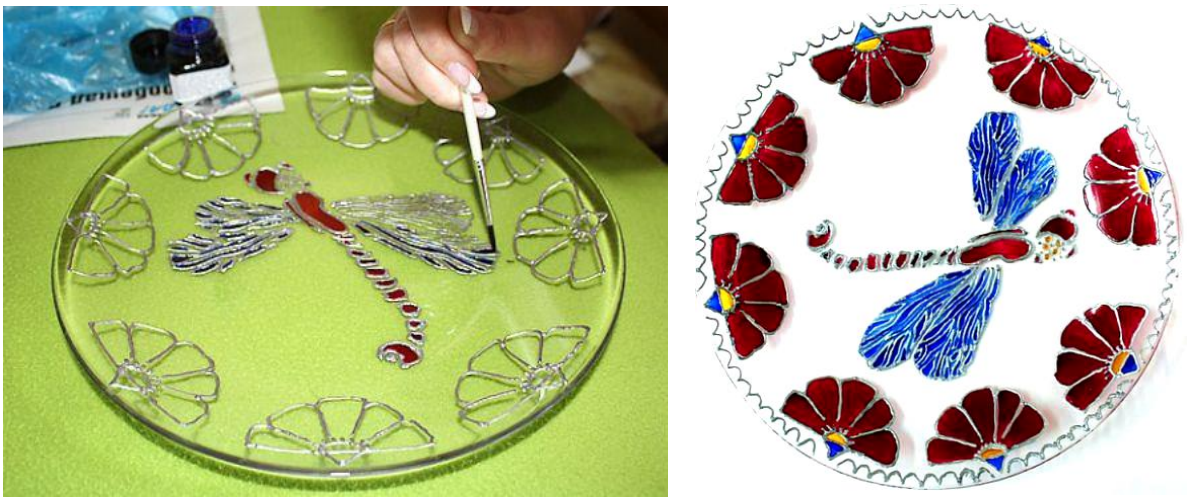
Контур высыхает на отлип в течение часа. Это означает, что к нему можно притрагиваться, не прилипая и не повреждая его. Однако прочностью линии контура не обладают. Если и наносить витражные краски между контуров, после часа выдержки, то только очень аккуратно. Желательно дождаться полного высыхания контура – 24 часа.

После высыхания контура удаляют эскиз, если он был приклеен к изделию и переходят к окрашиванию рисунка. Первыми красят фрагменты, разделенные между собой – не смежные. При таком подходе можно будет не бояться выхода краски за пределы контура и легко это исправить, убрав лишнюю краску.

Все ячейки витража аккуратно заполняют краской при помощи кисточек. При этом обращают внимание на плотность и равномерность укладки краски. Проверить это можно на просвет или просветив слой краски фанатиком, с тыльной стороны изделия.

Обычно набор витражных красок содержит шесть цветов и этого всегда достаточно для реализации художественного замысла витража. Для создания различных оттенков однородные краски можно смешивать, используя палитру.

Если витражную краску не укладывают на стеклянное изделие, а заливают, то методика нанесения несколько другая. В первую очередь изделие располагают таким образом, чтобы в ячейки, в которые будет заливаться краска, располагались в горизонтальной плоскости. Даже незначительный перекос может привести к уходу краски. Далее большой круглой кистью (беличьей или колонковой), набирают объём краски и переносят его в необходимые ячейки витража. Главное, не пересечь границу контура и полностью залить ячейки краской (рис. 2.4). Для того чтобы продвинуть объем краски к контуру используют металлическую иглу или тонкий деревянный стек.



а) *б)*

Рис. 2.4. Заполнение ячеек витражными красками (а) и готовый живописный витраж (б)

Следует также следить за появлением пузырьков воздуха в объеме краски. Если они появились, то пузырьки следует убрать тонкой кистью или металлической иголкой.

После завершения окраски витраж оставляют высыхать в течение 3–4 часов. Этого времени достаточно для полного высыхания красок.

В заключении выполняют повторную прорисовку контура. Это позволит вернуть рисунку чёткость линий. При повторной прорисовке уже не стараются сформировать высокую линию контура, нужно повторить предыдущие линии.

На готовый витраж можно нанести 3–4 слоя прозрачного нитролака, покрыв тонким слоем всю поверхность стекла. Это защитит рисунок от царапин и влаги, а также продлит срок его службы.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите этапы изготовления живописного витража.
2. Почему живописный витраж называют псевдовитражом?
3. Основные задачи контура в живописном витраже.

Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе предоставляется в электронном виде и должен содержать краткое описание выполненной работы, рисунки или фотографии пооперационного выполнения работы. Название файла должно содержать фамилию и инициала, № группы и № лабораторной работы (например, Иванов И.И., гр. 221-241, № 2).

Лабораторная работа № 3
ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКАНИЯ СТЕКЛА – ФЬЮЗИНГ

Цель работы

1. Изучение основных операций технологического процесса получения изделий из стекла методом спекания.
2. Изготовление изделия в технике фьюзинг.

Материалы и инструменты

1. Оконное стекло размером 100х70 мм;
2. Цветное тарное стекло;
3. Клей БФ-6;
4. Стеклорез;
5. Кисточки;
6. Пинцет.

Теоретическая часть

Техника фьюзинг подразумевает спекание стекла, то есть, объединение различных стеклянных элементов в единое целое под воздействием больших температур. Эта технология художественной обработки стекла является одной из разновидностей витража, поскольку позволяет создавать прекрасные картины из разноцветных кусочков стекла

Технология спекания стекла – один из интереснейших способов создания элементов декора: витражи в окна и ширмы, вставки в стенах, столешницы, рамы для зеркал, абажуры, циферблаты для часов, а также декоративные украшения.

Технология фьюзинга исключает использование металлических соединений в изделии, что влияет на внешний вид изделия, оно становится более эстетичным. Благодаря фьюзингу создаются рельефные многослойные изделия. Отсутствие швов говорит о том, что созданное изделие в технике фьюзинг не будет бояться

воды. Рисунки на стекле получаются легкие и воздушные, напоминающие немного акварель (рис. 3.1).



а) *б)*

Рис. 3.1. Изделие в технике фьюзинг (а) и классический витраж (б)

Стекло известно человеку уже более пяти тысячелетий. Самый распространенный вид стекла – силикатный.

Базовый метод получения силикатного стекла заключается в плавлении смеси кварцевого песка (SiO_2), соды (Na_2CO_3) и извести (CaO). В результате получается химический комплекс с составом $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$. В качестве главной составной части в стекле содержится 70–75 % диоксида кремния (SiO_2), получаемой из кварцевого песка. Песок плавится при температуре 1710 °С, но при добавлении к нему соды температура плавления существенно снижается (до 720 °С).

Стеклу можно придать окраску, если в состав шихты добавить, например, оксиды тех или иных металлов, которые в процессе варки изменят его структуру, что после остывания, в свою очередь, заставляет стекла выделять определенные цвета из спектра, проходящего сквозь них света. Железистые соединения окрашивают стекло в цвета – от голубовато-зеленых и желтых до красно-бурых, окись марганца – от желтых и коричневых до фиолетовых, окись

хрома – в травянисто-зеленый, окись урана – в желтовато-зеленый, окись кобальта – в синий, окись никеля – от фиолетового до серо-коричневого, окись сурьмы или сульфид натрия – в желтый, окись меди – в красный.

Стекло, использующееся для изготовления изделия, должно быть не только качественным, но и подходящим именно для данной технологии. В первую очередь, следует обратить внимание на коэффициент температурного расширения. В производстве стекла, обычно применяется так называемый C.O.E (Coefficient of Expansion) индекс стекла, который служит определяющим фактором его совместимости для фьюзинга.

В настоящее время существует несколько марок стекла, подходящего для технологии фьюзинга.

Флоат-стекло – вид прозрачных или цветных стекол. Еще такое стекло иногда называют COE 82–84. Суть флоат-процесса в использовании ванны с расплавленным оловом, куда выливается пластичная стекольная заготовка. При этом поверхности готового стекла получаются идеально ровными и параллельными друг другу.

Фьюзинг-стекла с COE 90. Стекла данной серии были первым видом стекол, разработанным специально для спекания по технологии фьюзинг. Это, наверное, лучшее цветное стекло для фьюзинга, ведь его палитра включает до восьми сотен разнообразных оттенков. При этом сами стекла с COE 90 могут быть прозрачными, глухими либо же с перьями.

Система 96 представляет собой целую группу стекол, целиком совместимых между собой. Стекла этой серии сейчас начинают пользоваться большой популярностью как стекла в максимально широком ассортименте. Данное цветное стекло для фьюзинга можно встретить в ассортименте фирмы Spectrum с маркировкой SF и фирм Kokomo и Uroboros.

Так же, очень важными факторами при выборе стекол являются неизменность цвета при фьюзинге, и стойкость стекла к помутнению во время термообработки.

Существует два вида технологии фьюзинга (рис. 3.2):

1) *полный фьюзинг* – все элементы витражного полотна оплавляются полностью, в результате получается гладкая поверхность;

2) *полуфьюзинг* – на стекле-основе кусочки стекла расплавлены лишь слегка, не теряя объема и оставаясь выпуклыми.



а) *б)*

Рис. 3.2. Примеры работ по технологии полного фьюзинга (а) и полуфьюзинга (б)

Практическая часть

Порядок выполнения работы

На данный момент, самым частым проявлением техники фьюзинга является плоскостное спекание. При этом на лист стекла, называемый «подложкой», накладывают ее элементы, из кусочков цветного стекла различного размера и формы, стеклянных гранул, стеклянной муки и т. п. После чего в печи выполняют обжиг изделия, превращая его в цельную композицию. В работе в качестве подложки используется листовое (оконное) стекло размером 100х70 мм. Кусочки цветного стекла получаются из боя окрашенных в различные цвета бутылок. Оба вида стекол имеют близкие коэффициенты термического расширения и поэтому при охлаждении спеченного изделия не образуют трещин.

Подготовительные работы

Перед тем как приступать к спеканию стекла, необходимо разработать эскиз, согласно которому подбираются или вырезаются разноцветные стеклянные фрагменты. Кроме того, при необходимости, подбираются разнообразные дополнительные материалы в виде стеклянных гранул, стеклянной крошки и т.д. Затем из цельного стеклянного листа вырезается стекло-основа размером 100х70 мм (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Исходные материалы

Сбор стеклянной заготовки

На ровную поверхность укладывают эскиз, а сверху стекло-основу. Далее из кусочков разноцветного стекла и дополнительного материала выкладывается рисунок. В зависимости от размера кусочков стекла они могут укладываться руками или пинцетом. Чтобы все стеклянные элементы прочно держались, используют клей БФ-6, с помощью которого они и приклеиваются к основе (рис. 3.4). При использовании гранул или стеклянной крошки, место ее расположения предварительно покрывается клеем. А саму крошку аккуратно высыпают из мерной ложки, подправляя на основе с помощью стека.

После того как все кусочки стекла приклеены к основе ее отправляют в печь на обжиг. Стекло размещают в печи на плоских лещадках, покрытых разделительным составом. Состав имеет пылевидную фракцию и наносят его с помощью сита, равномерно распределяя по поверхности лещадки. Неровный слой разделителя может привести к формированию нежелательных изгибов основы.



Рис. 3.4. Сборка рисунка

Цветные кусочки гранулы и крошку можно укладывать на стекло в один слой, а можно в несколько, формируя рельефный рисунок или объемный рисунок. Рельефный рисунок получается если укладывать кусочки стекла друг на друга в определенном порядке. Объемный рисунок создают из стеклянной крошки или гранул. Крошку или гранулы насыпают на основу горкой, хорошо промазывая клеем, чтоб частики не осыпались. Форму горки корректируют стеком пока клей не застыл.

Обжиг стеклянного изделия

Обжиг стеклянного изделия можно проводить при разных температурах, получая разные результаты. При температуре обжига 700 ºС кусочки стекла не теряют своей формы, а только слегка сглаживаются по углам и ребрам. Рельефный рисунок сохраняет распределение высот. Температура 725 ºС приводит к более

значительному сглаживанию кусочков стекла по углам и ребрам, форма их сохраняется, но становится более округлой. Рельеф при такой температуре сохраняет распределение высот, но при этом кусочки стекла как бы уплотнятся, сильнее сплавляясь друг с другом. При температуре 750 ºС кусочки стекла сглаживаются, приобретая форму капель. Распределение высот в рельефе теряется за счет вплавления кусочков стекла друг в друга (рис. 3.4). В интервале температур 750–800 ºС можно добиться полного проникновения кусочков в стекло-основу. Такой результат не является дефектов технологии спекания стекла. При умелом использовании этот прием позволяет достичь очень интересного эффекта.



а) *б)* *в)*

Рис. 3.4. Образцы при разной температуре спекания, а – 700 ºС; б – 725 ºС; в – 750 ºС

Сам процесс спекания или обжига стеклянной композиции состоит из нескольких стадий.

Стадия нагрева – происходит набор температуры от комнатной до заданной с максимально возможной скорость нагрева.

Томильная стадия, или стадия выдержки – некоторое время температура поддерживается на заданном уровне. Обычно это максимальная температура (700, 725, 750 или 770 ºС). Время выдержки при томильной температуре также будет влиять на

результат. Так как это время, в течение которого кусочки стекла могут растекаться и вплавляться друг в друга. Обычно выдержка при томильной температуре составляет 5–10 мин. Увеличивать это время можно только для конкретных изделий и только после пробных обжигов.

Стадия быстрого охлаждения – Эта стадия должна происходить максимально быстро. То есть, температуру необходимо резко снизить до уровня, чуть-чуть превышающего температуру отжига. Чтобы достичь резкого снижения температуры достаточно просто открыть крышку печи. Важно не оставлять стекло надолго нагретым до температуры 580 – 750ºС, иначе оно может начать проявлять склонность к девитрификации – образованию «пенной» поверхности, которую практически невозможно удалить.

Стадия отжига – этап снятия напряжения в стекле. Когда стекло остывает до температуры 580 ºС, оно постепенно приобретает свой цвет и начинается фаза отжига. «Отжигом» называют процесс, при котором снимается напряжение на стекле.

Стадия охлаждения до комнатной температуры – стекло постепенно остывает до температуры воздуха в помещении вместе с печью.



Рис. 3.5. Готовое изделие

Как было сказано вначале, самым простым и самым распространенным вариантом техники фьюзинга является плоскостное спекание. Однако уже готовому изделию можно придать изгиб. Это выполняют методом полуфьюзинга при меньшей температуре. Для стекла, описанного в практической части, эта температура составляет 600–650 ºС.

Для придания стеклу нужного изгиба необходима лещадка. Если предполагается обработка только одного изделия такую лещадку можно сделать из гипса. Отформованную гипсовую лещадку просушивают в печи при температуре 150–200 ºС, после чего ее можно использовать.

Если нужно получить серию стеклянных изделий с изгибом, то изготавливают многоразовую керамическую лещадку. Лепкой из керамической массы или методом шликерного литья формируют необходимую лещадку. Далее идет сушка и обжиг керамики. Только после этого такие лещадки можно использовать.

Для формирования изгиба стеклянного изделия лещадку обязательно покрывают разделительным составом. Его разводят с водой до консистенции кефира и наносят методом распыления. После сушки на лещадку угадывают стеклянную композицию, обожженную при температурах 700, 725, 750 или 770 ºС и проводят обжиг при температуре 600–650 ºС. Под действием данных температур композиция размягчается и воспроизводит форму лещадки.

Вопросы для самоконтроля

1. Сущность технологии фьюзинга.
2. Что такое коэффициент термического расширения стекла?
3. Перечислите стадии изготовления изделия по технологии фьюзинг.

Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе предоставляется в электронном виде и должен содержать краткое описание выполненной работы, рисунки или фотографии пооперационного выполнения работы. Название файла должно содержать фамилию и инициала, № группы и № лабораторной работы (например, Иванов И.И., гр. 221-241, № 2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбинская Т.А. Технологии обработки камня и стекла. – Таганрог: Изд-во ЮФУ. – 2013. – 32 с.
2. Варфоломеева О., Калимуллина Г. Фьюзинг в мини-печке. – 2019. – 55с.