

В. КУЗЬМИНА, канд. техн. наук, эксперт Союза производителей сухих строительных смесей

Художественная роспись строительных объектов: уникальные материалы и технологии

Рассматриваются уникальные механоактивированные материалы и технологии для художественной росписи храмов, которые можно с успехом использовать в отделочных работах для монументальной росписи гражданских и промышленных зданий.

После десяти лет эксплуатации приведены результаты визуального обследования росписей Храма иконы Богородицы «Скоропослушница» в Иоанно-Богословском мужском монастыре Рязанской области, которое показало идеальную сохранность левкаса и росписи.

В настоящее время термином «фреска» могут называть любую стенную живопись, вне зависимости от техники её исполнения. Фреска (от итал. fresco — свежий) — живопись по сырой штукатурке, одна из техник стеновых росписей, в противоположность «а secco» (росписи по сухому). При высыхании содержащаяся в штукатурке известь карбонизируется углекислым газом воздуха. На поверхности росписи образуется тонкая прозрачная карбонатная пленка, делающая фреску долговечной.

В художественной росписи храмов традиционно применяют природные или синтетические неорганические пигменты, представляющие собой соединения железа.

Такие пигменты окрашены: при наличии в них катиона Fe^{2+} (очень слабого хромофора) — в светлый зеленовато-желтый цвет, а при наличии катиона Fe^{3+} (сильного хромофора) — в буро-красный или желто-бурый цвет.

Одновременное присутствие ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} вызывает сине-черное окрашивание. Существует целый класс неорганических красящих веществ — железоокисных пигментов, имеющих широкую гамму цветовых оттенков. Химический состав пигмента обуславливает такие его свойства, как термостойкость, коррозионную и химическую устойчивость, цвет.

Между химическим составом и цветом железоокисных пигментов существует определенная зависимость:

- желтые пигменты являются гидратами оксида трехвалентного железа $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$;
- красные — оксидами трехвалентного железа Fe_2O_3 ;
- черные — ферритами железа Fe_3O_4 ($FeO \cdot Fe_2O_3$);
- коричневые — смесью желтых и красных пигментов.

Пигмент, поступающий на рынок под названием «зеленый железоокисный пигмент» представляет собой продукт помола механической смеси, состоящей из 90% желтого железоокисного пигмента и 10% голубого фталоцианинового пигмента.

Железоокисные пигменты обладают высокой укрывистостью и красящей способностью, они устойчивы к действию све-

та, солей, слабых кислот и щелочей. Благодаря этим свойствам железистоокисные пигменты обеспечивают стойкое окрашивание штукатурного слоя.

При выборе железистоокисных пигментов для приготовления красочного темперного состава необходимо в первую очередь обращать внимание на показатель pH водной суспензии пигмента. Величина pH используется как мера контроля среды: кислотности, нейтральности или основности. Кислая среда соответствует уровню $pH < 7$, нейтральная — $pH = 7$, а щелочная — $pH > 7$. Приготовление темперы следует производить с учётом сочетаемости компонентов по показателю pH.

Вторым очень важным показателем при выборе пигмента является его укрывистость, выражаемая как расход весового количества пигмента на единицу поверхности ($г/м^2$). Чем лучше укрывистость пигмента, тем меньше его расход. Наилучшая укрывистость достигается при использовании частиц пигмента размером 0,2–10 мкм.

На красящую способность пигмента влияет, главным образом, его химический состав и дисперсность. Так, уменьшение массовой доли соединений железа в пигменте всего на 1% может привести к уменьшению интенсивности окрашивания до 10%. Чем больше хромофорных групп в пигменте, тем меньше посторонних примесей, тем лучше его качество.

С увеличением дисперсности пигмента его красящая способность увеличивается. Опосредованно оценить дисперсность пигмента позволяет выполнение стандартного испытания тонкости помола после мокрого просева по остатку (в процентах) на стандартных ситах с размером ячеек 0063, 0056 и 0045 мм. В отечественной промышленности допускается использование сита 008 мм, что говорит о низкой красящей способности используемого пигмента. Таким образом, чем меньше размер отверстия сита, используемого для определения дисперсности пигмента, тем выше его качество.

Лабораторные исследования отечественных железистоокисных пигментов показали, что полную и наглядную информацию об их качестве дает «растяжка» пигмента в смеси с диоксидом титана (TiO_2). Чистый пигмент при этом затирался в пасте и постепенно разбеливался белой пастой из диоксида титана (TiO_2) в соотношении 1:2,5; 1:5; 1:10; 1:20 и 1:40. Полученные натуральные накрашки пигментов дали самую полную сравнительную информацию о пигменте, так как в разбеле можно оценить чистоту тона пигмента, его интенсивность, насыщенность и кроющую способность.

Вышеперечисленные показатели качества пигментов являются основными для определения пригодности использования пигментов для окрашивания композиции. Однако существует еще ряд дополнительных показателей качества, которыми нельзя пренебрегать:

— **светостойкость** — устойчивость пигмента к фотохимическому разрушению. Практически все пигменты под действием солнечного света обесцвечиваются (выцветают) в той или иной сте-

пени. Светостойкость железистоокисных пигментов достаточно велика;

— **устойчивость пигментов в различных средах**, которая определяет области их применения;

— **миграционная стойкость пигмента**, характеризующая его способность выделяться на поверхность из внутренних слоев росписи. В результате процесса миграции на поверхность декоративного слоя образуется налет пигмента, который можно легко удалить. Этот процесс может происходить вплоть до полного удаления пигмента из декоративного слоя. Этот показатель не нормирует ни один производитель пигментов, поэтому подбор качественного пигмента можно осуществить, основываясь лишь на опыте применения того или иного пигмента.

Следует иметь в виду, что, смешивая пигменты между собой, мы получим равномерно окрашенную композицию только тогда, когда показатели плотности пигментов близки по своему значению. При выборе пигментов необходимо соблюдать осторожность, чтобы удостовериться, что данные пигменты имеют приблизительно одинаковый доминирующий размер частиц.

В природе широко распространен тип окрашенных соединений: охра, ляпис-лазурь (промышленное название — ультрамарин). Такие природные пигменты являются бесцветными веществами, окрашенными за счет включений молекул поливалентных металлов, ионов или создания собственных дефектов в кристаллах. Такие дефекты обусловлены наличием вакансий и смещений атомов и ионов в кристаллической решетке красящего вещества и называются F- и V-центрами окраски. Эти пигменты часто встречаются в природе, однако промышленный способ их получения до сих пор не нашёл широкого применения.

Наличие современных энергонапряжённых мельниц — механоактиваторов — позволило автору создать новые пигменты механохимическим способом. Созданные пигменты имеют неограниченную гамму цветов, при этом их химический состав близок к составу природных красок, найденных на раскопках Афрасиаба в Самарканде (II–I вв. до н.э.), поражающих своей яркостью.

Археологическое исследование химического состава красок фресковой росписи Афрасиаба показало, что краски белого, красного, синего, ультрамаринового и лазоревого цветов содержат преимущественно оксиды кремния (SiO_2) — 32–63%, алюминия (Al_2O_3) — 20–35% и кальция (CaO) — 4–9%.

Светостойкость пигментов зависит от их отражательной способности в коротковолновой части видимого спектра и в ультрафиолетовой области. Алумосиликаты кальция отличаются высокой светостойкостью за счет малого поглощения в ультрафиолетовой области.

Опытно-промышленные партии механоактивированных пигментов были использованы при росписи икон и стен нескольких храмов в Москве, Коломне и Рязанской области.

Росписи выполнены экспериментальными пигментами, произведёнными в Коломне, механохимическим способом по технологии автора (см. патенты №№ 2205850, 2212422, 2205849 «Пигмент и способ его получения»).

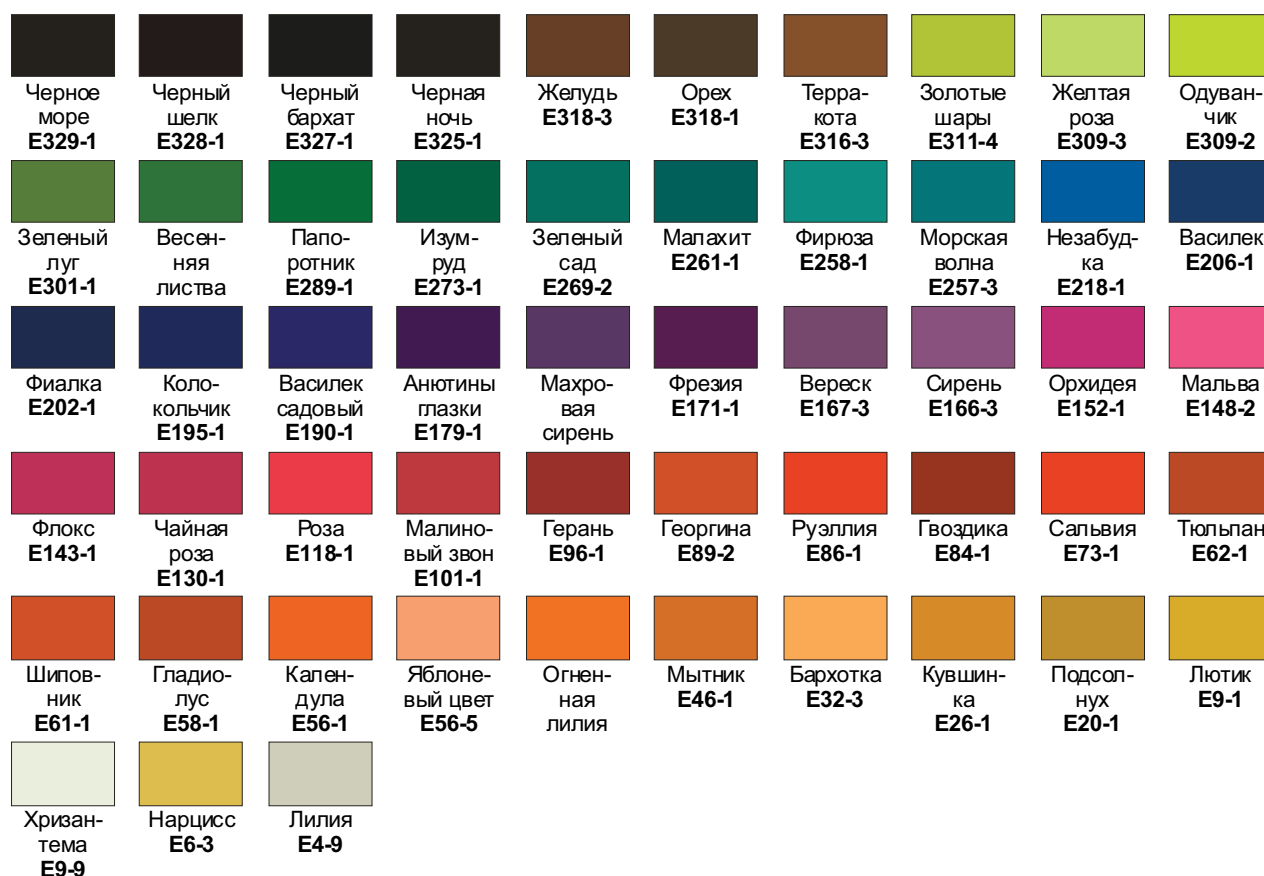


Рис. 1. Накраски механоактивированных пигментов, использованных для росписи

Все возможные оттенки применённых пигментов в разбелах с диоксидом титана рутильной формы (белым пигментом) приведены в [1–4]. В дальнейшем при оценке результатов работы мы будем апеллировать к данным результатам экспериментов для получения живописных эффектов. Для получения желаемого цвета темперы при ручном перетирании были использованы принципы смешения пигментов, приведённые в указанных статьях.

Накраски, приведенные на рис. 1, выполнены типографским способом, но имеют большое сходство с натуральными накрасками пигментов и с одинаковой погрешностью позволяют нам оценить пригодность того или иного пигмента для выбранного рисунка, а также соотношение пигментов при разбеле.

Пигменты являются дорогостоящим товаром: 1 грамм цветного неорганического пигмента стоит в среднем 1 рубль, а титановые белила – 2–3 рубля за 1 грамм.

Рассмотрим технику выполнения художественных работ по этапам. В храмах существует многовековая традиция выдерживания штукатурки в течение года перед нанесением левкаса и художественной росписи. Ввиду недостатка времени строители часто не уделяют внимания изолированию основания и стабилизации штукатурки для придания ей физической и химической однородности, которой она не обладает на первоначальном этапе.

Нейтрализация химической активности основания происходит в результате удаления избытка воды вместе с карбонизацией поверхности материала. Нарушение технологии подготовки поверхности основания вызывает возникновение дефектов через короткий промежуток времени: образование усадочных и мелких поверхностных трещин, грибков, высолов и выцветов, недостаточную водонепроницаемость.

Наиболее вероятными причинами образования усадочных трещин является избыток цемента при дозировании раствора и недостаточная обработка кирпичной кладки (слишком сухое основание, жадно поглощающее воду). Трещины должны шпательваться во время выполнения штукатурных работ.

Чрезмерная затирка или железнение штукатурки часто связаны с наличием избытка воды, способствующей выходу на поверхность «молока», богатого цементом; слишком быстрое высыхание штукатурки во время начальной стадии ее твердения вызывает появление мелких поверхностных трещин. Влажность штукатурки должна быть не более 6% для нанесения на нее красочного слоя.

В любом случае, чтобы избежать преждевременного обезвоживания штукатурки, необходимо принимать меры: разбрызгивать воду по ее поверхности несколько раз после нанесения раствора. При этом следует избегать тепловых ударов, возникающих при попадании очень холодной воды на

поверхность, нагретую солнечными лучами, укрывать штукатурку рогами, ограничивающими сушащее действие воздушных потоков или солнечных лучей, использовать готовые штукатурные сухие строительные смеси с соответствующими добавками.

Рассмотрим применённый состав и технику устройства левкаса на классическую штукатурку. Левкас устроили из 3-х слоёв:

- 1 слой: штукатурку покрасили олифой;
- 2 слой: штукатурку тщательно промазали эмульсией,

состав которой приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование компонентов эмульсии	Содержание, %
Клей казеиновый	47,90
Олифа натуральная светлая	28,20
Подсолнечное масло светлое	2,80
Вода	21,10

Взвешенные материалы перемешали до однородного состояния и сделали густую эмульсию. В качестве антисептика в эмульсию добавили стандартный аптечный раствор формалина (несколько капель).

– 3 слой: по высохшему второму слою стену прошпатлевали составом из 1 части эмульсии, приготовленной аналогично второму слою, и 3-х частей мела сепарированного.

Взвешенные материалы растирали до консистенции сметаны и шпатлевали стену. Высохшее покрытие обработали мелкой наждачной бумагой.

Теперь левкас готов под художественную роспись. Ленточным (фризовым) орнаментом отделили нижнюю часть стены от верхней.

Хорошо сочетаются цвета, соседствующие между собой в радуге. В качестве подсказки – детский стишок: «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан». Это подсказка для запоминания последовательности расположения цветных спектров в радуге, которые характеризуются различными радиальными скоростями нисходящего и восходящего конических лучей света. То есть мы имеем дело с различными скоростями движения светового (информационного) потока в цветных спектрах. Дополнительные цвета – коричневый, чёрный, белый, серый.

Украшение русских храмов является истинной энциклопедией монументальной живописи, которую с успехом можно применять для отделки жилых и общественных зданий.

Рассмотрим конкретные малярно-технические свойства пигментов и расчет расхода пигментов для росписи. Для расчёта необходимо определить общую площадь рисунков **по цветам** с учётом многократного наложения прозрачных темперных слоев для достижения нужного оттенка, затем умножить показатель укрывистости пигментов (табл. 2, графа 7) на рас-

Таблица 2

Сравнительные малярно-технические характеристики промышленных пигментов

Наименование пигмента	Марка	Количество пигмента, г/100 г краски (КОК, %)	Количество эмульсии, г/100 г краски	Диспергируемость через 30 мин., мкм	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4, с	Укрывистость, г/м²
1	2	3	4	5	6	7
Диоксид титана	P-02 ^{Сумы}	25	75	10	45	40,0
	RG-15 ^{Чехия}	25	75	7	30	25,0
Красный железистоокисный	S 190 ^{Шанхай}	25	75	15	65	8,0
	S 120 ^{Шанхай}	25	75	15	63	10,0
	Кр. ж/о.	25	75	30	80	6,4
Желтый железистоокисный	Ж-1 ^{Сумы}	25	75	15	81	20,0
	S 313 ^{Шанхай}	25	75	20	85	25,9
Коричневый железистоокисный	Кор. ж/о.	25	75	–	–	8,5
	HM-470 ^{Чехия}	25	75	60	–	15,0
	S 686 ^{Шанхай}	25	75	хорошая	–	18,9
Чёрный железистоокисный	Чёр. ж/о.	25	75	хорошая	–	6,0
	S 722 ^{Шанхай}	25	75	хорошая	–	15,8
	BP-510 ^{Чехия}	25	75	25	–	12,0
	BP-610 ^{Чехия}	25	75	35	–	14,0
Зелёный железистоокисный	S 5605 ^{Шанхай}	25	75	хорошая	–	15,7
Голубой фталоцианиновый	2«3»У Заволжск.	10	90	15	120	12,0
Красный	5 С ^{Тамбов}	10	90	15	90	15,0
Желтый светопрозрачный	Тамбов	10	90	15	197	35,0

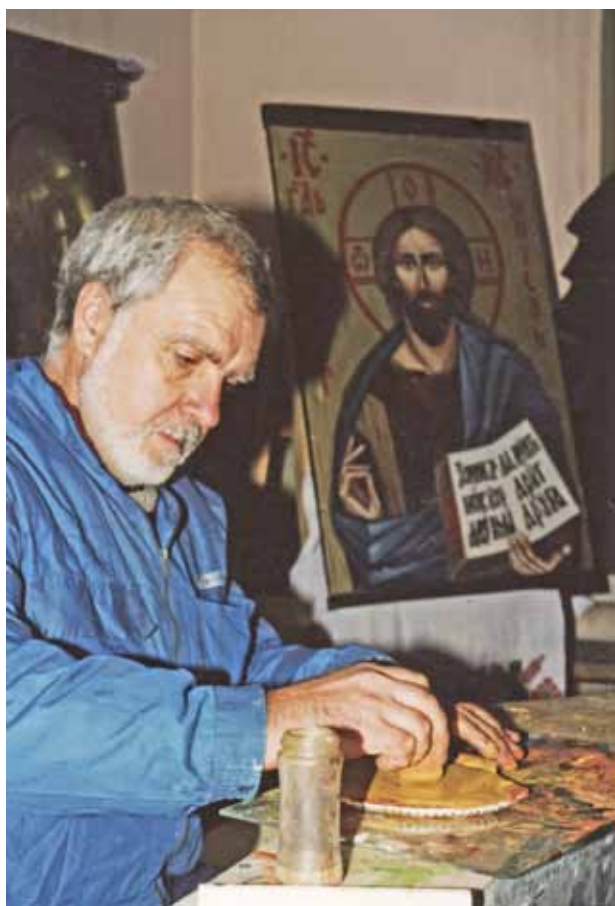


Рис. 2. А.И. Чашкин перетирает темперу

чётную площадь. Получаем **расход темперной краски** по цветам. Если полученное значение умножить на критическую объёмную концентрацию пигмента (КОК, %), (табл. 1, графа 3), то получим необходимое **количество пигмента без учёта показателя технологических потерь**. В табл. 2 приведены малярно-технические характеристики пигментов.

Для приготовления темперной краски применяли **светостойкие и щёлочестойкие механоактивированные пигменты** в количестве, соответствующем **среднему** значению критической объёмной концентрации, которая для цветковых аналогов неорганических и органических пигментов равнялась **25% или 25 г на 100 г темперной композиции**.

Состав водно-полимерной эмульсии для темперы и саму краску для росписи всего храма готовили вручную из расчёта: 50 г готового казеинового клея (консистенции варёной сгущёнки), 30 г осветлённой олифы, 20 г осветлённого льняного масла, 50 г святой воды, свежий желток куриного яйца.

Льняное масло предварительно держали в прозрачных бутылках на подоконнике, освещённом солнцем, чтобы оно выбелилось и не давало грязных оттенков. Перед употреблением эмульсию взбалтывали.

Неиспользованную темперную эмульсию необходимо плотно закрывать крышкой и хранить в стеклянной таре в про-

хладном месте, добавив в качестве консерванта несколько капель камфорного масла.

Темперу перетирали на плитке с зернистой поверхностью типа **куранта** — столика для ручного перетирания краски.

К небольшому куску такой же плитки приклеили тяжёлый предмет (металлическую гирю), чтобы перетирание происходило под **пригрузом** (рис. 2). Пигмент насыпали на курант горкой, делали в ней лунку, вливали эмульсию, тщательно перемешивали стеклянной ложечкой до получения густой сметанообразной массы, которую перетирали с пригрузом до исчезновения скрипучих звуков. Темперную краску перетирали в необходимом количестве непосредственно перед нанесением.

Готовую темперную краску переносили с куранта в разовый стаканчик и делали роспись. Темперные краски наносили тонкими слоями (до семи) мягкой кистью (беличьей или колонковой), ступёвая с нижележащим слоем по краям, достигая тем самым плавных переходов из тона в тон. К темперной росписи необходимо относиться как к процессу, требующему точного соблюдения технологических параметров на каждом этапе выполнения работ.

Темперная краска быстро высыхает после испарения воды затворения, поэтому трудно смешивать краски разных цветов. Для получения оттенков перед смешением и перетиром с эмульсией тщательно перемешивали сами пигменты.

Темперная роспись прозрачна, свет проникает через все нанесённые слои краски. Суммарный цвет будет зависеть от прозрачности слоев, их толщины и плотности. Насыщенность воспринимаемого цвета будет тем больше, чем будет больше суммарная плотность красочного слоя росписи.

На общее восприятие росписи стены влияют многие факторы: освещение и освещённость (юг, север, запад, восток), рефлекс, цветовая перспектива, контрастность различных цветовых сочетаний. На восприятие цвета в первую очередь повлияет основание (грунт) красочного слоя и последовательность нанесения прозрачных цветных слоёв.

Все росписи в храме были выполнены великим иконописцем современности Александром Ивановичем Чашкиным. Подготовив заданный рисунок в полный размер на плотной бумаге, художник переносил его на стену. Готовый рисунок натирали с обратной стороны чёрным пигментом, прикладывали к стене и переводили его на стену как через копировальную бумагу, обводя рисунок тупым концом кисточки или деревянной палочкой.

Подготовленные красочные составы прозрачны как акварель. Они просматриваются на стене до семи слоев, если не заглушены диоксидом титана, как гуашь. Красочные слои накладывали друг на друга после полного высыхания.

Рассмотрим конкретные примеры выполнения фресок Александром Ивановичем Чашкиным в храме иконы Богоматери Скоропослушницы в Иоанно-Богословском мужском монастыре, расположенном в Рязанской области.



Рис. 3. Собор Пресвятой Богородицы

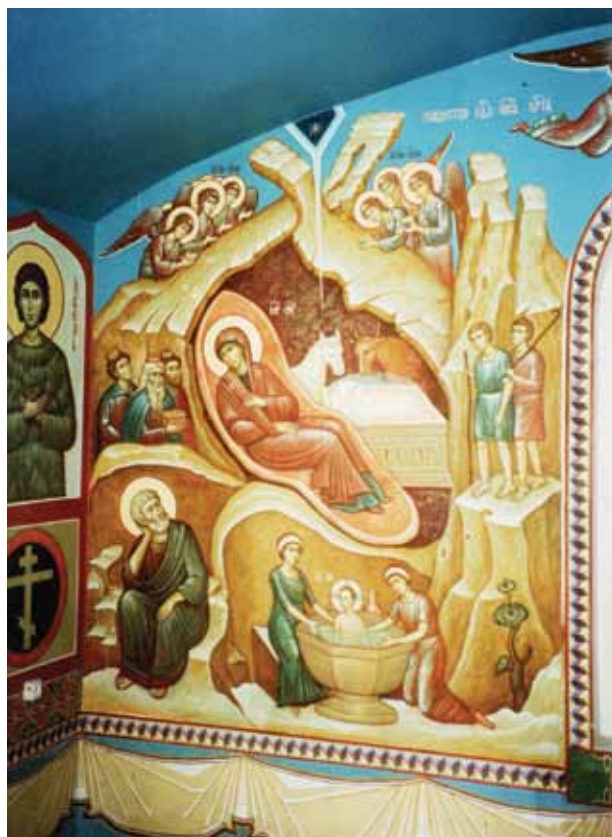


Рис. 4. Рождество Христово

На рис. 3–5 слева приведены фотографии, на которых зафиксировано финишное выполнение фрески по состоянию на 16.11.1998 года, а с правой стороны – те же фрески по состоянию на 15.05.2010 года.

Художник использовал способ высветления по тёмному охристо-жёлтому подмалёвку. Для изображения ликов в пределах контура лица наносился первый охристо-жёлтый слой темперы на пигменте железисто-жёлтый $\text{FeO}(\text{OH})$. Второй тонкий слой темперы ярко-зелёного цвета наносился на первый

слой после его высыхания. Третий тонкий слой темперы белого цвета наносился на второй слой после его высыхания (пигмент – диоксид титана). Четвёртый тонкий слой темперы розового цвета наносился способом штриховки на третий слой после его высыхания (пигмент – диоксид титана рутильной формы 95% + оранжевый железисто-окисный пигмент S 960).

Для консервации законченной фрески от последующего загрязнения её поверхность защитили тонким слоем 2-процентного водного раствора казеинового клея.



Рис. 5. Страстотерпцы Романовы



Рис. 6

Визуальное обследование росписи стен показало идеальную сохранность левкаса и росписи. По истечении 12 лет вся поверхность росписи покрылась прозрачным ровным слоем карбоната кальция, образовавшегося в результате процесса карбонизации извести углекислым газом воздуха.

В результате нашего исследования

установлена высокая долговечность механоактивированных пигментов, левкаса и эльфресковой росписи, выполненных по вышеизложенным технологиям, которые можно с успехом использовать при отделочных работах и исполнении монументальной росписи гражданских и промышленных зданий.

Такие росписи веками украшают здания и делают их неповторимыми шедеврами, как например, служебное здание порта в Генуе (рис. 6) или жилого дома на Штайн-ан-Райн в Швейцарии (рис. 7).



Рис. 7

Библиография:

1. Кузьмина В.П. Красочные составы и техники исполнения художественной росписи коттеджа // Популярное бетоноведение. 2006. № 1(9). С. 47–51.
2. Кузьмина В.П. О долговечности пигментов, созданных механохимическим способом // СТРОИТЕЛЬСТВО: новые технологии – новое оборудование. 2010. № 1(73). С. 28–34.