

751.1

K-80



ТЕХНИКА ФРЕСКИ

K

7693.

751-1
К-80

АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ СССР
ЛАБОРАТОРИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ

75Т
К80

М. А. КРЕСТОВ, П. Л. ПШЕНИЦЫН, К. И. ТОЛСТИХИНА

ТЕХНИКА ФРЕСКИ

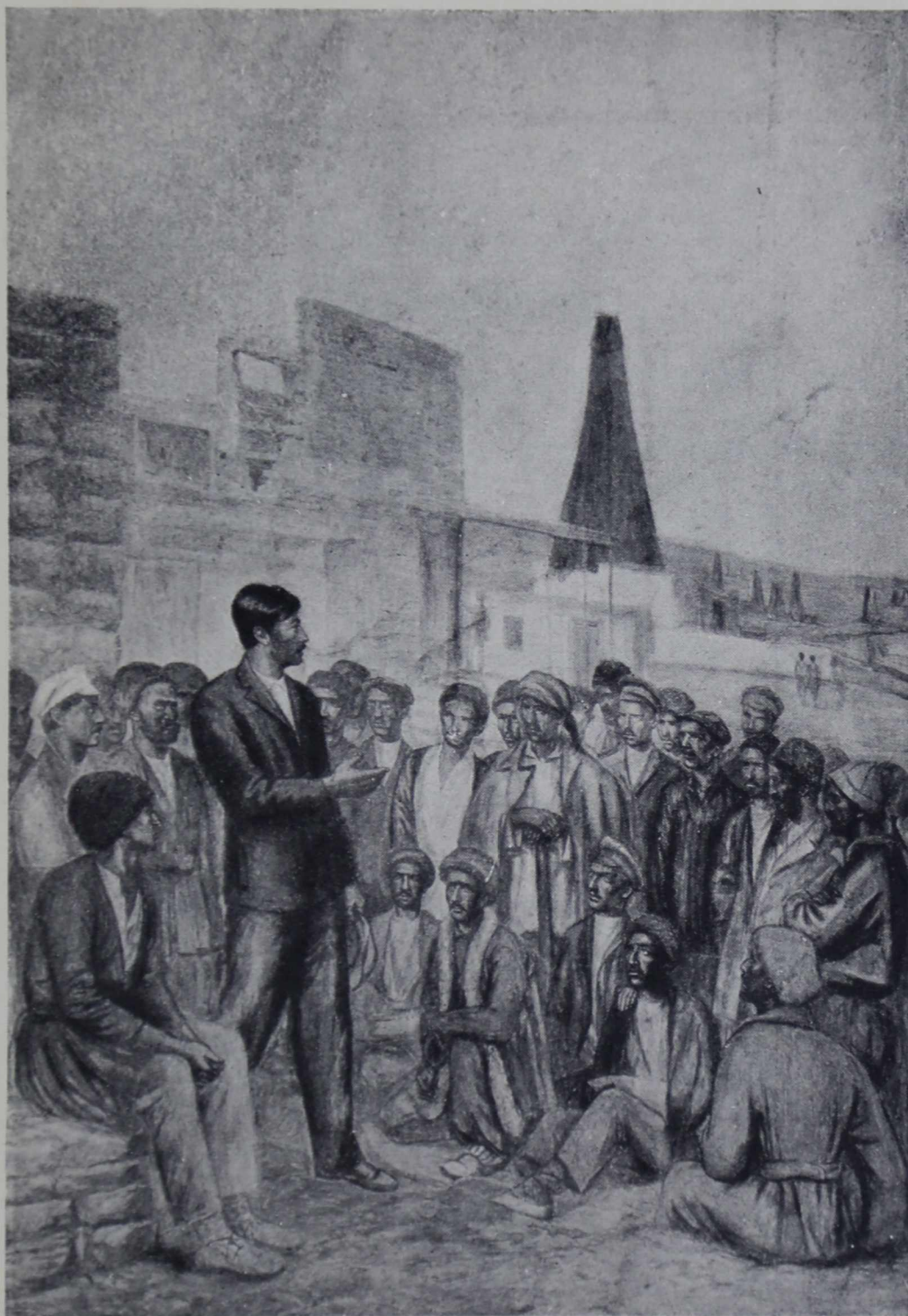
МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ
СТЕННОЙ РОСПИСИ ФРЕСКОЙ.
ШТУКАТУРКА и КРАСКИ



БИБЛИОТЕКА
Н М С
Инв. № 1436

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ СССР
Москва • 1941

БИБЛИОТЕКА
Н М С
Инв. № 693



*Тов. Сталин среди бакинских рабочих. Фреска худ. Родионова.
Фреска в павильоне Азербайджана на Всесоюзной сельско-
хозяйственной выставке*

ВВЕДЕНИЕ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФРЕСКИ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Фреской называется способ художественной росписи или декоративной (полихромной или одноцветной) отделки, выполняемой водяными или, реже, смешанными с известью красками по свежеснанесенному сырому известковому штукатурному грунту.

Фресковый способ росписи по своему существу наиболее полно объединяет живопись с архитектурой здания. Это свойство фрески, в дополнение к самой манере письма, требующей смелой кисти художника, выдвигает ее на первое место в архитектурной отделке как один из наиболее выразительных методов художественного оформления зданий и сооружений.

Правильно выполненные, поставленные в нормальные условия эксплуатации произведения фресковой техники сохраняются без изменения столетиями и тысячелетиями. До настоящего времени сохранились памятники фресковой росписи X—XI—XII вв. в Киеве и Грузии, XII—XV вв. в Новгороде, Пскове и других северных городах, XV—XVII вв. в Москве. Памятники Возрождения в Италии были расписаны фреской в XVI—XVII вв., сохранились также росписи и окраски древнего Рима последних веков до н. э. и I в. н. э., росписи в Крыму начала н. э. и т. д.

В последние два-три столетия техника фрески была почти забыта и заменена масляной или частично темперной живописью и клеевой или известковой окраской по сухой штукатурке. Мастера фрески как у нас, так и за рубежом насчитываются лишь единицами. Между тем, в нашем строительстве роль фрескового способа живописи и окраски должна быть весьма значительной. Своей монументальностью и силой художественного выражения фресковый способ росписи в наибольшей степени отвечает существу нашего строительства. Поэтому интерес к изучению и применению фрески со стороны художников и архитекторов за годы подъема советской архитектуры сильно возрос. Однако большинство ху-

дожников и архитекторов не имеет достаточно ясных и полных знаний о технических основах стенной росписи.

Техника работы фресковым способом проста, она осуществляется простыми материальными средствами и приемами, но помимо выработки художественных приемов стенного письма, совершенно отличных от станковой живописи, она требует определенных навыков и технологических знаний, которыми обладали мастера прежних эпох развития стенной росписи. Без этих навыков и знаний результаты работы на стене могут оказаться ненадежными.

Для овладения искусством фрески необходимо не только изучить технику мастеров древнего фрескового искусства, но следует быть знакомым и с современной строительной технологией.

Мастера стенной росписи древности и эпохи Возрождения вырабатывали технику накоплением длительного опыта поколений. Современные мастера находятся в лучшем положении, так как освоение старого опыта и выработка собственного опыта ускоряются наличием научных материалов и возможностью использования средств развитой индустрии, дающей ряд готовых продуктов, создание которых не требует непосредственного участия художника.

Однако художник и зодчий не могут быть совсем освобождены от изучения и практического овладения технологическими знаниями. Штукатурка — основа росписи — готовится на месте лишь из полуфабрикатов промышленности и сырья (песка). Эти элементы должны синтезироваться под руководством художника. Ведь и в масляной живописи художественный эффект и долговечность картин зависят в значительной степени от того, насколько художник знаком с технологией живописи и технологией материалов. Во фреске же техническая часть выполнения имеет гораздо большее значение, чем в масляной живописи.

Общедоступность материалов фрески, наличие в любой части СССР хорошей извести, повсеместное распространение богатых месторождений природных красок, простота технических приемов выполнения должны сделать фреску доступной не только дворцам и монументальным зданиям, но и всякому жилому и общественному зданию в любом рабочем поселке и колхозе; фреска должна радовать глаз пограничника на заставе и ребенка в детском доме и школе.

На базе развития массового народного искусства стенной росписи могут вырасти в советской стране свои Джотто и Микельанджело, новые Рублевы и Дионисии, вечные картины которых будут вдохновлены борьбой за коммунизм и успехами народов СССР на этом пути.

Основной задачей настоящей работы является очерк технологии фресковой росписи, усвоение которой может дать нашим художникам возможность создавать долговечные произведения.

Цель авторов этой книги будет достигнута, если предполагаемые очерки технологии фрески дадут художникам и зодчим стимул к самостоятельному освоению техники фрески и создадут предпосылки, необходимые для самого широкого применения ее в советской архитектуре.

Итальянское слово «fresco» значит свежий, а «alfresco» («affresco») значит в свежем (способе), по свежему. С течением времени это понятие, означавшее роспись по сырой, свежей штукатурке, изменяло и даже теряло свой первоначальный смысл. А. Эйбнер говорит, что этим словом в XIII в. в Италии стали обозначать живопись по сырой штукатурке в противопоставление распространенному тогда способу живописи по сухому грунту. Отсюда, повидимому, возникло новое, филологически неправильное определение «fresco-secco», т. е. живопись по сухому грунту. Фреско-секко буквально значит сухая фреска. Одна часть выражения противоречит другой.

Роспись по сырому в те времена сопровождалась и дополнялась прописью темперой после высыхания грунта. В противопоставление понятию фреско-секко и смешанному способу тогда же возникло новое, уточненное понятие росписи по сырому «buonfresco» — буквально «добрая», хорошая фреска. Этим понятием определялся фресковый способ по сырому штукатурному грунту без дополнительной прописи — подправки, растушовки по сухому. Очевидно, понятие аль-фреско (аффреско) при существовании некоторых родственных способов письма по штукатурке уже не было достаточно ясным. Оно обозначало более общий характер росписи — в основном по сырому, в которую вносятся и дополнительные приемы росписи по сухому, о которых говорилось выше.

В способе фреско-секко первая часть слова потеряла свой первоначальный и буквальный смысл и обозначала общее понятие стенная роспись, вторая же часть слова, «секко», осталась как уточнение понятия, что роспись выполнялась по сухому грунту.

Роспись темперой («tempera» в буквальном переводе — с примесью, по-французски — la détrempe) есть способ живописи не только по стенной штукатурке, но и станковый — на досках, холсте, металле. Этот способ состоит в том, что краски, будучи смешаны с каким-либо связующим веществом, наносятся на тот или иной высушенный грунт (левкас).

Название «темпера» в особенности связано с росписью красками, в которых связующим веществом является яйцо с теми или иными добавками. Грунтом для темперы может служить как сухая штукатурка, так и специальные шпаклевки по штукатурке, доске, холсту, которые определялись в русской технике словом «левкас». Темперу можно наносить только по штукатурке затвердевшей и высохшей. Фресковый способ живописи имеет более ограниченный сортамент (палитру) красок, чем темперный, так как известь штукатурки (как щелочь) разрушает ряд красок. Темперная роспись допускает и растительные и животные краски, почти исключаемые из росписи фреской.

На Западе темперная живопись расцвела в эпоху Возрождения, но и она была быстро вытеснена, так же как и фреска, масляной живописью, тогда как в русской живописной технике она держалась очень долго. В русских стеновых росписях и в прикладном искусстве темпера дожила и до нашего времени; темперой работают у нас, например, знаменитые мастера Палеха и Мстеры.

В последние два столетия на Западе и в России словом фреска обозначают вообще всякую стенную роспись. Нередко в газетах помещаются заметки, что такая-то группа мастеров (например палешан) расписала или расписывает стены здания фреской, на самом же деле эта стенная роспись выполнена темперой или маслом. В художественных малярных работах есть способ отделки клеевыми и масляными красками, который называется «альфрейные работы». Корни этого понятия также, повидимому, исходят из фрескового способа, так как подобные орнаментально-трафаретные отделки внутренних помещений в древности выполнялись главным образом фресковым способом.

В те отдаленные времена, когда термин «фреска» еще не был установлен для уточнения способа наложения красок, просто указывалось, что она накладывалась «по сырому» или «по сухому».

Так, Витрувий в своем сочинении «Десять книг об архитектуре» (VII, 3, 8) говорит: «...штукатурка, сделанная правильно, ни от ветхости не шершавеет, ни при вытирании не теряет красок, если только они не наложены небрежно и по сухому» (по комментариям Д. Барбаро, перевод Зубова).

У Плиния отмечаются краски, которыми нельзя писать по сырому. В русских древних рукописях также имеется дифференциация письма по сырому и по сухому грунту («левкасу»). То же самое можно найти и в Афонской книге о стеновой росписи (Ерминии).

2. ИСТОРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ О ТЕХНИКЕ ФРЕСКИ

Писать по сырой известковой штукатурке начали, повидимому, очень давно. Этот способ восходит к ранней греческой истории и, возможно, к Египту, хотя это положение и оспаривается некоторыми западными искусствоведами.

Дискуссия по вопросу о том, была ли известна в древности фресковая роспись, особенно сильно возгорелась после нахождения в конце XVIII столетия, в результате раскопок, хорошо сохранившихся стенных росписей в засыпанных Везувием в I в. н. э. городах древнего Рима (Помпеях и Геркулануме).

Некоторые из наших исследователей также сомневались, являются ли русские древние росписи фресковыми.

Вопрос этот для нас является существенным, так как техника высоко-художественных древнерусских росписей должна быть тщательно изучена советскими художниками и архитекторами, чтобы возродить фреску и создать свою школу стенной росписи.

Вопрос о характере и способах выполнения древнеримских стенных росписей в свою очередь важен, так как эта техника очень высока и своеобразна. Способы росписи древнерусской живописи возникли на основе византийских и, возможно, балканских приемов стенной росписи, корни которых должны лежать в искусстве древнего Рима.

Наша современная техника штукатурных работ ближе к западной технике, к технике эпохи Возрождения, между тем, забытая древнерусская техника штукатурки очень отлична от современных штукатурных приемов. Штукатурки под росписи эпохи Возрождения в Италии, техника применения которых в дальнейшем развивалась в Западной Европе, значительно отличаются от штукатурок, обнаруженных в раскопках древнего Рима и в ряде остатков памятников древней Греции, и технически ниже древних. Древнерусская штукатурная техника, служащая основой прекрасных и долговечных росписей, отлична и от западной и от древнеримской, однако по ряду признаков в начальной стадии эта техника была заимствована от Византии, а через нее и от древнего Рима. Разбор и изучение той длительной дискуссии по поводу характера древней росписи, которая велась в течение полутора столетий, ценны тем, что, несмотря на противоречивость высказываний различных исследователей (Гельбига, Бергера, Эйбнера, Роде, Доннера и др.), мы можем собрать у них значительный фактический материал, отвечающий на ряд вопросов по технологии подготовки под фресковую роспись.

Эти материалы, а также изыскания Щавинского, Киплика и немногих других русских исследователей, которые одно-

временно с вопросами искусства интересовались и техническими вопросами, помогают в выработке указаний по технологии штукатурок. В ряде случаев для нас даже не важно, каким способом и кем выполнялась эта роспись на том или ином памятнике. Важно, что известковые штукатурки этого памятника сохранились в своем первоначальном виде и потому заслуживают изучения.

Следует отметить, что роспись фреской, выполненная одновременно с штукатуркой, позволяет более точно установить дату устройства штукатурки, что не всегда возможно при других видах росписи.

Фресковая техника неоднократно переживала периоды расцвета (развития самостоятельных местных школ), за которыми следовали нередко целые столетия упадка и забвения.

Поэтому так трудно восстановить ряд интересных для нас теперь приемов стенной росписи. До сих пор не удается, несмотря на многочисленные попытки, воспроизвести способы блестящих штукатурок с росписями по образцам, найденным в городах римской Кампании. Очень мало знаем мы доподлинно и о том, что представляла собой своеобразная техника известковых левкасов в древнерусском искусстве.

Развитие стенной росписи Древней Руси началось ранее расцвета фресковых росписей эпохи итальянского Возрождения, а именно в XI—XIV вв. Во Франции также наибольшее количество фресок относится к XII—XIII вв.

«Начиная с XIV века, фреска как будто исчезла во Франции. По крайней мере ее стали употреблять все меньше и меньше. Наоборот, в Италии это была как раз эпоха великолепных достижений Джотто и его учеников, великого Мазаччо, Фра Анжелико, Гирляндайо, Гоццоли — вплоть до Микельанджело»¹.

Многие немецкие исследователи, например Бергер, игнорируя византийское искусство стенных росписей и прекрасные фрески XII—XIV вв. Киевской и Новгородской Руси, Грузии, считают родоначальником фресковой росписи художника Пьетро д'Орвиетто в Пизе, первая роспись которого датируется 1390 г.

Проф. Щавинский в своих очерках по истории техники живописи в Древней Руси говорит:

«Если действительно фресковая живопись возникла в Италии при жизни Ченнино Ченнини, или даже при жизни его праучителя Джото (1266—1337), о котором он упоминает, говоря как раз о стенописной технике, то, следова-

¹ П. Бодуэн, Техника стенной росписи фреской. Изд. «Искусство», 1938, стр. 9.

тельно, надо было бы предполагать, что русская живопись по сырому возникла, конечно, никак не раньше этого времени. Наши наблюдения делают, однако, такое предположение весьма сомнительным. На наших памятниках, начиная с XII в. и кончая XIV в., о которых мы уже дополнительно знаем, как они писаны, мы замечаем прежде всего, что все они писаны в одной технике, хотя подчас и разнятся колоритом. Кроме того, рассматривая живопись на древнейшем из них — Спасо-Нередицкой церкви у Новгорода, мы видим, что верхний левкасный слой накладывался и записывался красками не сразу, а частями: отдельные участки левкаса, наложенные позже, перекрывая несколько края предыдущих, сохранили под собою более яркие, невыцветшие от действия света краски живописного слоя этих участков. Это убеждает нас, что и Нередицкая церковь (1198) расписана была уже в фресковой технике. Таким образом, русские данные заставляют отодвинуть момент возникновения фресковой живописи значительно дальше».

«Переходя к остальным характерным признакам древнерусского стенописного искусства, мы замечаем, что три из намеченных нами групп: письмо лазорью, заключительная ретушь и золочение не имеют в сущности с фресковой живописью ничего общего. Все эти работы производились по высушенному уже левкасу на разных клеящих связующих. Они как будто перешли сюда из каких-то других техник».

«Сравнивая древнерусские «Уставы стенописному письму» с древнейшим итальянским руководством письма *al fresco* (Ченнино Ченнини), мы замечаем, что все эти работы, столь чуждые чисто фресковой живописи *buonfresco*, присущи были в такой же степени и древнеитальянским мастерам XIV—XV вв. Ченнино Ченнини так же, как и русские мастера, продолжает пользоваться описанными еще у Плиния и Теофила архаичными способами письма лазорью *azzurro della magna*, твореной на клеевом веществе по сухой рефти¹, он так же, как и русские, золотит стенное письмо на олифе и, наконец, так же заканчивает его обязательной при всякой работе ретушовкой по сухому на яичной темпере»².

«Еще ближе к русскому мастерству стоит традиционная техника афонских монахов-стенописцев, записанная иеромонахом Дионисием Фурнаграфиотом (1701—1735). Древность текстов этого сборника подтверждается рукописью XVI в. и ссылкой автора на традиционно хранимые им предписания

¹ Рефть—краска, составленная из синопии (темная красная) и черной (Ченнино Ченнини).

² В. А. Щавинский, Очерки по истории техники живописи и технологии красок в Древней Руси. Изд. Соцэкгиз, 1935, стр. 75—76.

древнего, знаменитого в свое время мастера Эммануила Панселиноса Солунского, работавшего на Афоне. Сборник этот далеко не так полон и обстоятелен, как трактат Ченнино Ченнини, в нем есть некоторые пробелы, но зато совпадение ряда деталей, как, например, указание относительно пользования киноварью для письма внутри церкви, способа варки «пшеничного клея» под лазерь, по рефти и др., несомненно говорит о взаимной близости этих двух греко-католических источников.

Из всего процесса последовательных работ русского живописца осталась пока без наших исторических справок лишь первая часть его: сложный, длительный и дорого стоящий акт приготовления стенописного левкаса. Все то, что мы находили по этой части у приводимых нами иностранных авторов, очень мало объясняет необходимость, по мнению русских мастеров, столь важных для успеха дела сложных операций (обработки извести) и говорит скорее об их ненужности»¹.

Искусство Киевской Руси и Грузии X—XII вв., росписи и манускрипты о живописи Афонской горы говорят об искусстве стенных декораций Византии, откуда это искусство лишь частично перенесено в Древнюю Русь, заимствовавшую лишь часть высокой техники Византии и выработавшую самостоятельные приемы росписей по штукатурке с соломенным, льняным и кирпичным наполнителями.

Широкое применение фресковой росписи в Италии имело место в течение нескольких столетий; к XVIII в. оно почти кончилось и было вытеснено масляной живописью, очевидно более доступной в изменившихся политических и экономических условиях. Фреска была предана забвению до XIX в., когда ею стали интересоваться художники и искусствоведы, в Германии — Овербек, Винкельман, Вигман, Доннер и др., во Франции — Моттец, Пио, Бодуэн.

В архитектуре Советского Союза имеются все условия для возрождения этого искусства, могущего стать одним из значительных факторов социалистической культуры благодаря своей монументальности и доступности не только для избранных мастеров, но и для художественной самодеятельности.

3. ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ ФРЕСКОВОЙ РОСПИСИ

Современная техника фрески состоит в нанесении красок на сырую, свежую стенную штукатурку. Приемы штукатурной техники под роспись мало отличаются от обычной

¹ В. А. Щавинский. цит. соч., стр. 76—77.

штукатурки. Они только более тщательны для достижения большей стойкости штукатурок, несущих ценные росписи.

На каменных стенах наносится сначала тонкий слой штукатурки (обрызг) из извести и крупного песка. После того как этот слой совсем просохнет, в нем соскабливают поверхностную пленку извести, слой хорошо смачивается и на него наносится второй слой, толщиной около 2 см. Этот окончательно выравнивающий поверхность стены слой (намет) тоже должен совсем просохнуть, затем его перетирают или соскабливают теркой, чтобы разрушить поверхность зерен карбонизировавшейся извести и одновременно сделать поверхность шероховатой. Эту поверхность сильно смачивают, дают воде несколько впитаться и наносят последний слой штукатурки, предназначенный служить непосредственным грунтом для росписи¹ толщиной около 10 мм. Большая толщина может повлечь появление трещин. Последний слой хорошо затирают так, чтобы поверхность сделалась равномерно шероховатой (выглаженная поверхность применяется реже). Таким образом, вся штукатурка имеет толщину до 35 мм.

Свежая поверхность верхнего слоя есть необходимое условие прочности фрески. Площадь верхнего слоя штукатурки наносится за один прием в таком количестве, которое должно обеспечить дневную работу художника, т. е. не больше того, что художник или бригада художников может полностью закончить в тот же самый день. Живопись одного дня заканчивается на каком-либо контуре картины, к которому на другой день можно присоединить следующий кусок грунта. На фигурной композиции этой границей может быть граница тела или одежды, темные складки одежды. На пейзаже границами служат контуры деревьев, гор, поля; на архитектурной декорации — контуры и членения здания.

Излишек грунта, который остался за день не расписанным, срезается острым ножом под тупым углом к поверхности стен, чтобы следующий кусок штукатурки можно было легко пригнать к предыдущему без образования трещин.

Благодаря такому постепенному нанесению штукатурки, современные фрески состоят из отдельных полей, в соединении которых, ввиду трудности плотной затирки штукатурки у стыка, получается неровная поверхность, способная воспринимать оседающую пыль. К этому присоединяется еще один недостаток современной фресковой техники — след так называемой «графьи». Для того чтобы при росписи не терять много времени на отыскание контуров, перевод их производится с заранее подготовленного эскиза (картона) из плотной

¹ Художники часто называют этот слой «интонако»; итальянское слово «intonaco» означает штукатурка, побелка.

бумаги костяным карандашом. На плоскости штукатурки образуются вдавленные контуры композиции, заметные для выполняющего картину художника. Несмотря на покрытие слоем краски, эта графья остается на поверхности штукатурки после окончания росписи. В ней скопляется краска, если она густо наносится, или пыль, если графья не заполнена краской. В древних росписях римской Кампаньи следы вдавленного контура очень редки. Возможно, что это имело место и вследствие жесткости грунта. Отсутствие графьи в помпейских росписях и послужило одним из важнейших доводов о нефресковом характере росписи.

При нанесении рисунка через проколотый контур «припорохом»¹ получаются черные пунктирные линии, которые после обводятся кисточкой. По свидетельству Доннера, следы этих черных линий можно легко проследить в арабесках лоджий Рафаэля. Этот способ отнимает больше времени, чем первый, и пригоден лишь на светлом грунте.

Во фресковом способе большинство красок затирается на каменной доске курантом и разводится лишь водой, не требуя никакого связующего вещества. Несмотря на это, зерна краски совершенно прочно связываются со штукатурным грунтом.

Это закрепление пигмента происходит вследствие того, что в свежем штукатурном грунте находится раствор гидрата извести, который, поглощая углекислоту воздуха, превращается снова в углекислую известь, из которой он был получен обжигом и гашением водой.

Писать по свежему грунту начинают тогда, когда большая часть воды из него уйдет в нижележащие слои штукатурки и стену, после чего грунт окончательно уплотняется движением терки. Оставшаяся свободная влага растворяет гидрат извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и получившийся раствор находится в насыщенном состоянии. При нанесении разведенной в воде краски вода в силу диффузии превращается также в достаточно концентрированный раствор извести. Таким образом, зерна краски вследствие быстрой диффузии будут окружены не чистой водой, а насыщенным раствором извести. При быстром отсосе и высыхании известковой воды происходит снова выпадение из насыщенного раствора извести в виде прозрачных кристаллов углекислой извести (CaCO_3) вследствие поглощения углекислоты CO_2 из воздуха². Если образо-

¹ «Припорох» — получение контура припудриванием через проколотые в картоне (по контуру) отверстия помощью тампона с темной краской.

² Образование кристаллов можно проследить простым глазом на поверхности воды в сосуде, на дне которого имеется немного извести. Налет кристаллов («емчуга») в течение суток нарастает в осязательный прикосновением слой.

вание кристаллов углекислоты происходит в тот момент, когда перемешанные с зернами краски зерна кристаллической извести соприкасаются, красочный слой очень прочно пристаёт к штукатурному грунту, причем зерна краски окружены прозрачными сросшимися кристаллами извести. При нанесении второго слоя краски с водой снова происходит образование насыщенного раствора извести, проникновение его в слой краски, высыхание с одновременной карбонизацией и срастанием кристаллов углекислой извести между собой и с предыдущим слоем. Этого срастания кристаллов может не произойти в случае нанесения краски на очень сырой грунт, когда вследствие медленности всасывания воды штукатуркой (о чем будет говориться в следующих главах) карбонизация извести происходит без срастания кристаллов.

Непрочное закрепление красок может произойти также тогда, когда процесс карбонизации на поверхности штукатурки уже в значительной мере совершился и раствор извести не сможет в достаточной степени проникнуть на поверхность к слою краски.

В нормальных же технологических условиях закрепление краски происходит так прочно, что ее можно удалить только сильным трением, разрушая поверхностный слой штукатурки. Ввиду того что краска находится в окружении щелочной среды извести, далеко не все краски пригодны для фрески, а лишь стойкие к щелочам. Воздействие щелочи на краски, не стойкие к щелочам, например на натуральную кинноварь, происходит очень медленно, так как известь относится к слабым щелочам. Кроме того, краска отчасти защищена коркой кристаллов нейтральной углекислой извести.

Часто можно встретить выражение, что краска всасывается в грунт, пропитывает грунт. Этот взгляд ошибочен.

Внимательное рассмотрение куска отбитой штукатурки с фресковой росписью даже в сильную лупу может показать, что зерна краски остаются на поверхности штукатурки и ее крупных открытых пор. В грунт всасывается только вода, под поверхностью же пленки кристаллической извести и краски находится более слабый слой штукатурки с известью, которая карбонизируется постепенно, отвердевая и спаивая между собой зерна песка, превращая штукатурку в камень. Необходимо создать такие условия выполнения штукатурного грунта, при которых окаменение шло бы наиболее совершенно.

Чем гуще наносится краска, или чем больше слоев краски наносится один за другим и чем длиннее промежутки между нанесением грунта и нанесением краски, тем хуже закрепляется красочный слой. Закрепление идет лучше при нанесении краски тонкими слоями жидкой краски, а не сразу густым слоем.

Разведение краски на известковом молоке может усилить закрепление и продлить промежуток, возможный для нанесения, но зато известь, примешанная к краске, сильно ее разбеляет и глушит, так как при нанесении слоя краски между зернами ее будет находиться большое количество зерен гидратной извести, целиком не растворяющихся в воде в процессе твердения и остающихся белыми, не превращаясь в прозрачные кристаллы. Смешение краски с известью рационально лишь в случаях применения красок, закрепление которых во фреске происходит с трудом, например ультрамарина.

Для того чтобы сделать изменение на готовой уже росписи фреской, имеются два способа: первый — это удаление неудавшихся мест вместе с грунтом, заштукатуривание и роспись этих фрагментов вновь и второй — выправка росписи после полной просушки штукатурки темперой. Но исправление темперой лишает фреску того своеобразия, которое она имеет. Темпера «утяжеляет» фресковую роспись. П. Бодуэн, отдавая должное совершенству и изысканности техники Рафаэля и сравнивая его шедевры с работами Микельанджело, выполненными в «buonfresco», говорит: «Приходится с сожалением констатировать, как живопись утяжеляется последовательными перегрузками (темперной) краски. Фрески Рафаэля — доказательный тому пример. Кроме св. Петра в Ватикане, Мессы и некоторых кусков, в которых он великолепен, большое число его шедевров пострадало от повторных записей темперы: таковы «Афинская школа», «Диспут», «Парнас» и все лоджии»¹.

В общем, после возрождения интереса к фреске в XIX столетии и до настоящего времени в технические приемы фресковой росписи не внесено ничего нового. Современные мастера работают как в Западной Европе, так и у нас, в Советском Союзе, следуя в основном указаниям мастеров эпохи Возрождения.

¹ П. Бодуэн, цит., соч., стр. 54.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ТЕХНИКА ШТУКАТУРКИ ПОД ФРЕСКОВУЮ РОСПИСЬ

Штукатуркой называется бесшовное покрытие поверхностей зданий и сооружений пластичными массами (растворами), состоящими из минеральных вяжущих и наполнителей.

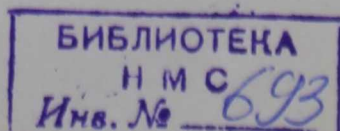
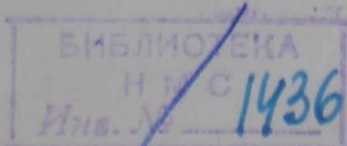
Основное назначение штукатурки — дать зданию и внутренним помещениям законченный архитектурный вид. В наружных покрытиях штукатурка служит, кроме того, защитой стен от атмосферных влияний.

Штукатурка в нашем строительстве, несмотря на свою трудоемкость и несовершенство процессов (ручной, ремесленный характер), является еще господствующим видом отделки. Преимущество штукатурки перед другими способами покрытий — доступность и гибкость в осуществлении, распространенность материалов, бесшовность покрытия, достаточная долговечность.

Штукатурная техника насчитывает тысячелетия. В некоторые эпохи она достигала высокой степени совершенства (Греция и древний Рим), переживала эпохи упадка техники и нового возрождения ее. Стремление к улучшению техники штукатурки может быть отмечено в особенности в строительстве СССР, наравне со стремлением строителей и технологов совсем заменить штукатурный метод работ облицовкой из готовых деталей. При развитии индустриальных методов работ штукатурка может остаться только в специальных случаях отделки, в том числе и в качестве основания для стеновых монументальных росписей.

1. СВОЙСТВА ШТУКАТУРОК И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Технические требования к штукатурке для фресковой росписи принципиально не отличаются от требований, предъявляемых к высококачественным известково-песчаным штукатуркам различного назначения, например декоративным (цветным), штукатуркам под хорошие лакокрасочные покрытия и т. п.



Все требования к штукатурке сводятся главным образом к обеспечению структурной устойчивости штукатурных слоев в течение достаточно продолжительного срока.

Эта устойчивость во времени — долговечность штукатурки — создается выполнением определенных технических условий: 1) конструкцией, качеством стены и условиями ее эксплуатации, 2) выбором материалов — известей и наполнителей, 3) методами приготовления растворов, 4) приемами нанесения раствора и 5) условиями эксплуатации штукатурки.

В штукатурках, предназначенных для фресковой росписи, эти требования лишь подчеркиваются ввиду большой художественной ценности стеновых росписей и необходимости создать как внутреннюю, структурную устойчивость штукатурки, так и в особенности устойчивость ее поверхности, несущей красочный слой росписи.

Штукатурки для стеновой росписи в отношении указанных требований могут быть поставлены в гораздо лучшие условия, чем это возможно для обычных штукатурок, на качества выполнения которых сильно влияют организационные условия и экономика. В стоимости отделки зданий художественными стеновыми росписями стоимость штукатурки занимает чрезвычайно малую величину; поэтому увеличение стоимости этой штукатурки в два-три раза против стоимости обычных штукатурок очень мало отразится на стоимости отделки поверхностей художественной росписью. Общий объем росписей фреской даже для грандиозного строительства Дворца Советов измеряется лишь тысячами квадратных метров при нескольких сотнях тысяч квадратных метров простых штукатурок.

В зданиях массового характера — школах, клубах и т. д. — объем росписи может составить лишь десятки, редко сотни квадратных метров при общем объеме штукатурных работ, измеряемом тысячами квадратных метров. Следовательно, качество штукатурок под фреску может быть обеспечено высокой тщательностью выполнения. Художник-живописец может выполнить в день лишь несколько квадратных метров росписи. Следовательно, один мастер штукатур с подручным может обеспечить даже при очень тщательной и аккуратной работе двух-трех художников, и при этом темп работы штукатур не будет напряженным. Небольшое количество раствора, потребное для ежедневной работы художников, может быть изготовлено с величайшей тщательностью и точностью. В массовых штукатурных работах для успешности работ имеет значение повышенная пластичность раствора, которая может быть достигнута как за счет увеличения жирности раствора, так и за счет более жидкой консистенции (добавки

воды), что ведет к снижению прочности штукатурки. В условиях же небольшого объема работ, где продолжительность нанесения раствора не является лимитирующим фактором, раствор может быть нанесен с несколько большим трудом, но зато может быть обеспечена конечная устойчивость основания росписи и необходимые удобства для работы художника. Кроме того, в массовых штукатурных работах, хотя бы и высокосортных, рационально применять лишь местные материалы, ибо доставка больших количеств их издалека сильно повысит стоимость штукатурки. В специальных работах небольшого масштаба вполне целесообразно завезти материалы лучшие по качеству, если таковых нет в данной местности. Наконец, в массовых штукатурных работах приходится мириться с любым видом основания, из которого выполнены стены и перекрытия, будь то кирпич, бетон, дерево. Для специальных работ небольшого объема, каким являются работы для росписи, возможно предусмотреть фрагменты поверхностей, облицованные специальными материалами, применением которых можно создать лучшие условия выполнения и эксплуатации штукатурок под роспись.

Таким образом, для создания долговечных художественных росписей, существование которых может измеряться столетиями, следует обеспечить специальные условия устойчивости штукатурного слоя путем выполнения следующих мероприятий;

- 1) правильного выбора материалов и конструкций ограждений, на которые наносится штукатурка под роспись;
- 2) надлежащего выбора материалов, составляющих штукатурные растворы, и их обработки;
- 3) выполнения правил составления растворов;
- 4) тщательного выполнения правил нанесения растворов на стены и их обработки;
- 5) выбора доброкачественных красок для росписи и создания нормальных условий для их нанесения;
- 6) создания правильных условий эксплуатации поверхностей, расписанных фреской.

2. ОСНОВАНИЕ ПОД ШТУКАТУРКИ, НАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ РОСПИСИ ФРЕСКОЙ

Многочисленные опыты и наблюдения при производстве штукатурных работ показывают, что достаточно устойчивую штукатурку возможно выполнить почти на любой каменной поверхности. Для этого к каждому виду стены или перекрытия, на которое наносятся штукатурки под роспись фреской, необходимо подходить индивидуально и создавать необходи-

мые условия для хорошего сцепления штукатурки со стеной и штукатурных слоев между собой. Кроме того, необходимо парализовать всякие вредные воздействия, могущие нарушить структуру затвердевшей штукатурки и красочного слоя. Если на бетонную поверхность нанести обычный известково-песчаный состав, то он будет иметь плохое сцепление с поверхностью стены и впоследствии может отслоиться. Известковая штукатурка, нанесенная на плотную бетонную или каменную поверхность, долго не теряет ту лишнюю воду, которая вводится в раствор для получения рабочей консистенции при нанесении раствора. При неизбежности нанесения штукатурки на бетон необходимо создать между основной штукатуркой, несущей роспись, и стеной несколько переходных слоев, своим составом и структурными свойствами обеспечивающих возможность удобного выполнения росписи и устойчивого закрепления краски с известью штукатурки. Однако гораздо лучше совсем избежать нанесения штукатурки под роспись на такую плотную стену и устроить специальный пористый держатель штукатурки.

Из всех материалов для штукатурок под фреску и другие виды стенных росписей наиболее приемлемым, наиболее полно обеспечивающим физико-химическую устойчивость является кирпич, в особенности пустотелый кирпич. По пористости и шероховатости керамические плиты и блоки должны быть близки к обыкновенному кирпичу, пористость которого составляет 11—12%. Сцепление известковой штукатурки с поверхностью нормально-пористых керамических изделий лучше, чем со всеми другими материалами, благодаря хорошему отсосу лишней воды из только что нанесенной штукатурки и последующему питанию влагой и углекислотой в процессе высыхания и твердения штукатурки. Но керамические материалы, имея благоприятную структуру для сцепления со штукатуркой, одновременно несут и некоторые опасности для красочного слоя росписи.

Слой краски, нанесенный на свежий штукатурный грунт и закрепленный на поверхности штукатурки, представляет собой очень тонкую мелко-пористую пленку, которую простым глазом в отколе штукатурки отличить невозможно. Зерна краски, будучи окружены нерастворимой в воде пленкой кристаллов карбоната извести, в нормальных условиях эксплуатации могут сохранять свое положение бесконечно долго. Чтобы освободить зерна краски от скрепляющих их кристаллов углекислой извести, необходимо или механическое или химическое воздействие на окружающую краску среду. Такого рода разрушение происходит при прохождении из кладки и из нижних слоев штукатурки (через капиллярные поры

штукатурки) растворов солей или кислот и выпадении солей этих кислот на поверхности штукатурки. Кристаллы этих солей, выпадая из насыщенного раствора при высыхании растворяющей их воды, размещаются среди кристаллов углекислой извести, закрепляющей краску, и как бы расклинивают эти кристаллы, разрушая их. Кроме того, происходит и растворение извести растворами некоторых кислот и новое выпадение той же извести, но уже без вторичного закрепления зерен краски и кристаллов между собой.

Чаще всего разрушение красочного слоя росписи различными солями происходит от того, что эти соли заносятся в кладку стены вместе с материалами и, в частности, загрязненным кирпичом и материалами растворов для кладки. Материалы, составляющие штукатурный раствор, очень редко имеют вредные примеси в виде растворимых солей. Анализы ряда сортов извести показывают, что большинство известей имеет относительно чистый химический состав (см. таблицу 3, стр. 39).

Кварцевый песок и другие наполнители штукатурки можно освободить от всевозможных примесей промывкой и прокалкой. Такие наполнители, как мрамор, асбест, могут быть почти химически чистыми. Вода может быть взята дистиллированной или во всяком случае с проверенным составом. Таким образом, всегда можно обеспечить полную чистоту известкового раствора от растворимых солей.

Большая часть высолов, разрушающих пленку красок на поверхности фресковой росписи, выделяется из кладки путем выхода на поверхность по капиллярам стены.

Содержание и вид солей в кирпиче зависят от различных вполне подверженных контролю причин, как-то¹:

а) причин, лежащих в сырье для кирпича (глине и затворяемой воде). В глине могут находиться окислы серы (SO_2), например в виде гипса, иногда в виде серного колчедана (пирит Fe_2S_3). Содержание серы может колебаться в широких пределах: так, для одного случая, при анализе 14 слоев глинистого месторождения, Гирш нашел в различных слоях содержание серной кислоты от 0,017% до 0,244%. Допустимым содержанием считают от 0,017% до 0,022%. Загрязненная (болотистая) вода может сильно повысить содержание SO_2 ;

б) причин, лежащих в топливе для обжига кирпича. Продукты сгорания серы из топлива соединяются с водой, выделяющейся из кирпича во время сушки и обжига, и превращают содержащиеся в них карбонаты кальция и магния

¹ Заимствовано с некоторыми коррективами из брошюры Ковельмана, Болезни штукатурок и борьба с ними, 1938.

в соответственные, большей частью растворимые сульфаты, образуя на кирпиче пленку (высолы);

в) причин, лежащих в хранении кирпича. Отмечались случаи перехода солей из топливной золы в обожженный кирпич при хранении кирпича в штабелях, поставленных на заводской площадке, выровненной золой и котельным шлаком. Кроме того, возможно проникновение из почвы солей, образующихся при перегное растительных организмов.

Все заботы о чистоте извести и песка для штукатурки под роспись могут оказаться бесцельными, если не будет достаточно обеспечена чистота материала для основания штукатурок. Следовательно, при заготовке керамических материалов для отделки помещений, на которых предполагается роспись по штукатурке, необходимо и возможно предъявлять специальные требования к этим материалам в отношении предохранения их от засоления вредными примесями. Эти мероприятия легче провести, чем организовать последующую вытяжку солей водой или защиту штукатурки от солей различными, обычно не вполне эффективными изоляциями.

Подготовка стены под картину Леонардо да Винчи «Тайная вечеря» была произведена очень тщательно «пропиткой льняным маслом и последующей промазкой лаком, соединенным с глинистыми веществами»¹. Очевидно, здесь предполагалось задержать капиллярную влагу уменьшением смачиваемости пор камней. Но основание стены было оставлено старым, стена была пропитана селитрой и не защищена от дальнейшего проникания влаги из грунта. Поэтому тщательная подготовка стены не могла предохранить знаменитой росписи от разрушения. Вероятно, и в случае написания картины фреской (Леонардо писал маслом) роспись не сохранилась бы в таких тяжелых условиях. «Первая живопись Микельанджело на стене Сикстинской капеллы погибла из-за несоответствующего строительного материала стен. Только после замены материала новым представилась возможность продолжать работу»².

Нами был проделан опыт искусственного занесения в опытную стенку с фресковыми штукатурками 5% раствора селитры. Через несколько месяцев на штукатурке появились следы разрушения красочного слоя. В таблице 1 приводятся содержание вредных окислов в водной вытяжке, взятое из типичных анализов глин и кирпичей подмосковных заводов, по материалам лаборатории Дворца Советов 1935—1936 гг.

¹ Киплик, Техника живописи, т. 4, стр., 18, 1929.

² Там же.

Таблица 1

Анализ водной вытяжки из глин и кирпича, взятых на различных подмосковных заводах

Местонахождение завода	Вид сушки	Содержание сернистых солей, пересчитанных на SO_3 в %	Содержание щелочей в %
Ст. Одинцово М. Б. Б. ж. д., завод Моссилката № 6	Естественная	0,019	0,064
То же	Искусственная	0,030	0,096
Ст. Кучино, завод Горьковской ж. д.	"	0,510	0,096
То же	Естественная	0,430	0,072
Ст. Бескудниково Савеловск. ж. д.	Искусственная	0,031	0,050
То же	Естественная	0,010	0,056
Ст. Мытищи Сев. ж. д., завод № 4	"	0,015	0,036
Ст. Черемушки	"	0,019	0,052
То же	Искусственная	0,050	0,072

Количество серных окислов в этих анализах резко различно. Серные окислы содействуют образованию вредных сульфатов, растворы которых и являются разрушителями штукатурки и росписи на ней. Следовательно, при производстве керамических изделий для стен, назначенных под роспись, необходимо выбирать максимально чистые глины и внимательно относиться к выбору сорта кирпича для тех мест стен, где будет роспись, и к изоляции этих частей кладки от смежных.

Далее, необходимо организовать хранение стеновых материалов, обеспечивающее изделие от проникновения загрязненных грунтовых вод, от соприкосновения с различными строительными материалами, запыление которыми может вызвать проникновение в эти материалы вредных растворимых солей, например растворов гипса, хлора, серных окислов из шлаков и т. п.

В целях установления влияния подсоса на прочность фресковой росписи Лабораторией отделочных работ Академии архитектуры СССР были поставлены специальные опы-

ты. На дворе лаборатории были сооружены две опытные стенки из кирпича толщиной 25 см, с изоляцией от грунта. На стене были нанесены различные испытываемые штукатурные составы, и на них по сырой штукатурке нанесены некоторые краски из фресковой палитры. В толще штукатурки были заделаны шнуры, свободные концы которых выпущены на торцах стенок и погружены в 5-процентный раствор селитры NaNO_3 , а для второй стенки в воду. Пропитывание стенок через шнуры началось после месячного выдерживания накрывки, нанесенной на выдержанный в течение $1\frac{1}{2}$ —2 месяцев грунт (рис. 1 и 2). В течение $1\frac{1}{2}$ —2 месяцев (конец 1933 г.) влияние селитры почти не обнаружилось, и подсос прекратился с наступлением морозов. Весной, в самом начале возобновления подсоса, на поверхности штукатурки появились налеты солей и сильное разрушение красочного слоя не только таких красок, которые во фреске ведут себя не всегда надежно — кобальт, стронциановая желтая, но и прочных природных красок, например мумии. На другой стене, подвергавшейся действию подсоса воды, разрушений, подобных первой опытной стенке, до сих пор не обнаружено.

Введение в шихту глиняных изделий углекислого бария (витерита) связывает растворимые сернокислые соли в нерастворимую модификацию — сернокислый барий.

Вторым фактором, могущим вызвать засорение штукатурки солями, являются растворы для кладки. Наиболее надежным по своим свойствам был бы раствор из извести и кварцевого песка. И тот и другой материал можно легко получить с надлежащей чистотой состава.

Введение в раствор портланд-цемента и наполнителей теплых растворов вроде котельного шлака сильно осложняет контроль качества штукатурки.

Вопрос о вредном действии цемента на поверхность известковой штукатурки хотя и не вполне разработан, однако и здесь можно обнаружить некоторые опасные моменты. Ряд исследователей констатировал, что кладка на цементном растворе дает гораздо более выцветов, чем кладка на известковом растворе. Инж. Ковельман в своей брошюре «Болезни штукатурки» дает следующую характеристику выцветов, получающихся из раствора портланд-цемента.

«Они (выцветы) состоят из солей щелочных металлов, карбонатов или сульфатов кальция, соды и поташа. Ряд исследователей констатировал, что кладка на цементном растворе дает больше выцветов, чем на известковом. Объяснением этому служит содержание щелочей в цементе. Щелочные металлы натрия и калия находятся в портланд-цементном клинкере в качестве силикатов, однако при гидратации

они становятся снова свободными и содержатся тогда в растворе как водная окись, которая в присутствии углекислоты переходит в карбонаты. Размер выцветов будет зависеть от размера содержания щелочей, который для обычных портланд-цементов составляет около 1%. Schaffer'ом в лабораторных условиях был изготовлен цемент, названный им бесщелочным, так как он имел минимальное содержание щелочи в 0,15%; этот цемент показал сравнительно с другими незначительные выцветы.

В обычные портланд-цементы вводится до 2% гипса. Этот гипс, как хорошо растворимый серной кислотой, может быть причиной высолов на штукатурке и ее разрушения».

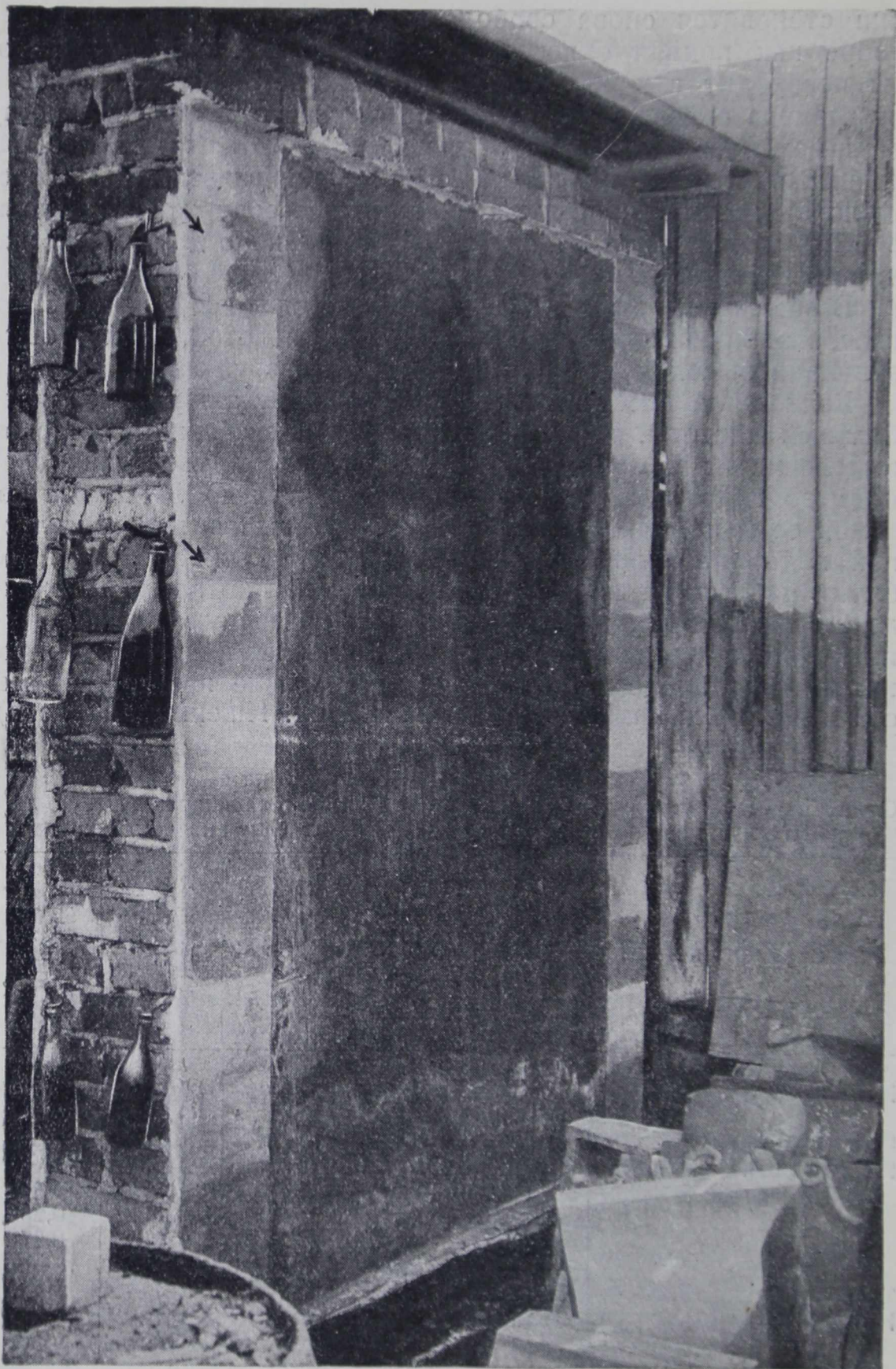
Если даже обеспечить применение портланд-цемента наибольшей чистоты, то и в этом случае неизбежно остается выделение из цемента при его длительном твердении свободного гидрата извести в виде сравнительно легко растворимой ее модуляции. Известь из цемента выносятся капиллярной водой на поверхность штукатурки и отлагается в виде белых налетов на ее поверхности, нарушая во время прохождения через поверхность штукатурки красочную пленку росписи или создавая поверх ее белые налеты, замутняющие краски. В таблице 2 приводится содержание вредных примесей в различных цементах по данным инж. Пшеницына (рис. 3).

Таблица 2

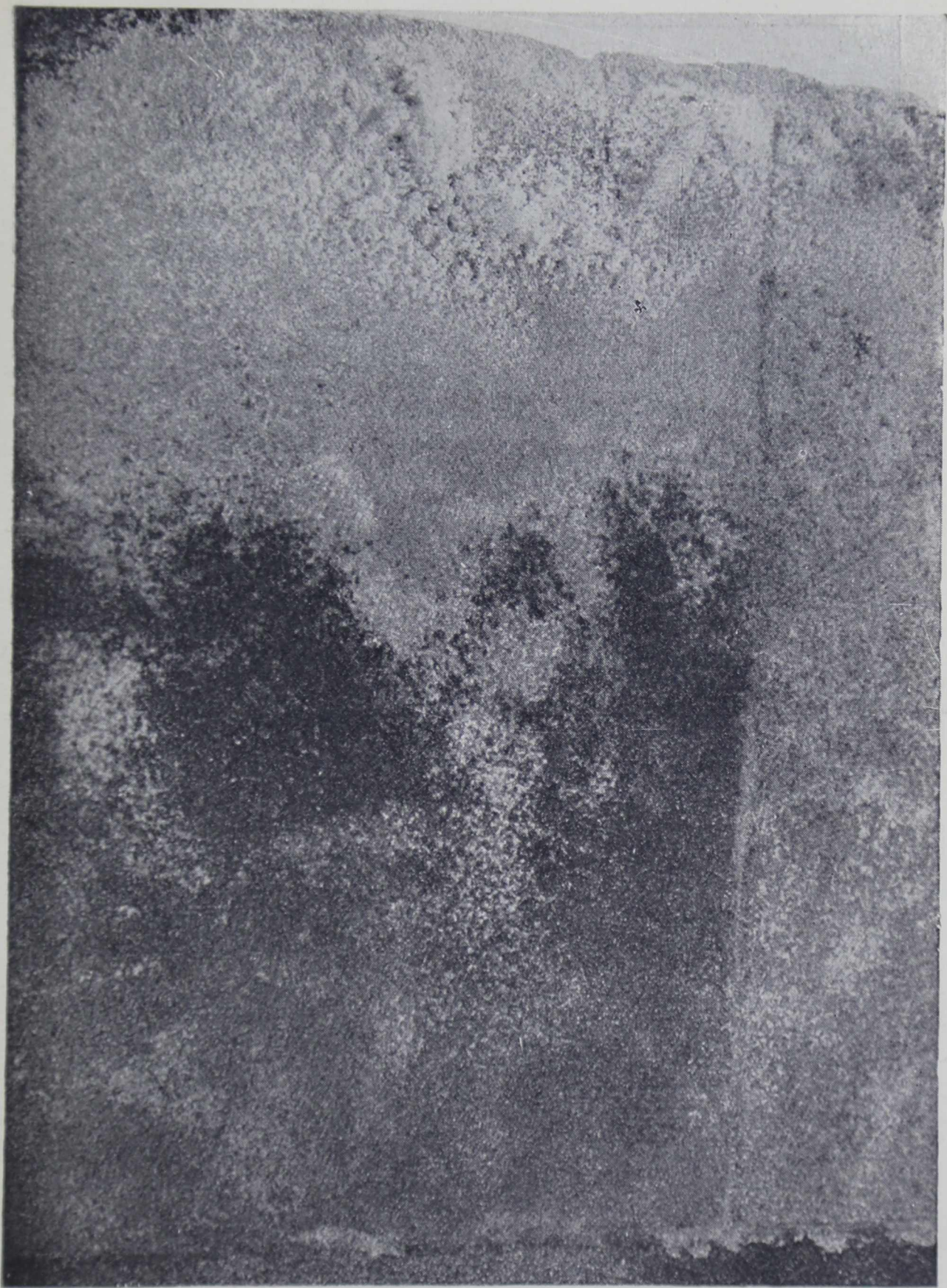
Средне-вероятное содержание сернокислых¹ солей и щелочей в портланд-цементе различных заводов

Вид портланд-цемента	Наименование заводов	Содержание сернокислых солей в %	Содержание щелочей в %
Нормальный	Брянский завод им. Воровского	1,16	—
Пуццолановый	То же	0,82	—
Нормальный	Шуровский	1,25	—
»	Чернореченский	1,85	—
»	„Пролетарий“	1,17	0,25
»	„	1,41	0,27
»	„Первомайский“	0, 8	—
Трассовый	Новороссийский	0,745	—
Нормальный	Таузский	0,72	—

В теплых растворах особенно опасным источником сульфатов может быть мало вылежавшийся котельный шлак с содержанием сернистых соединений.



1. Разрушение красочного фрескового слоя на штукатурке опытной
стенки солями селитры



2. Деталь той же стенки



3. Высолы извести из цемента, содержащегося в растворе кладки

При выполнении каменной кладки частей зданий, поверхность которых предназначена под роспись, необходимо предусмотреть следующие требования к ним.

1. Делать эти изделия из глины, не содержащей растворимых солей или содержащей такое количество, которое не могло бы повлиять на штукатурку и роспись на ней. Эти соли можно связать при обжиге введением в шихту углекислых солей бария (витерита).

2. Необходимо обеспечить особо аккуратное хранение материалов для кладки, назначенной для штукатурки под росписи.

3. Кладка частей здания, назначенных под роспись, должна производиться или на известковых растворах, или на растворах, смешанных с пуццолановыми цементами. Рациональным составом раствора для кладки будет известь с 40% цемянки и соответствующим количеством кирпичного

песка или пемзы. Особенно это относится к стенам, предназначенным под фресковую роспись.

4. Для росписи фреской необходима также конструктивная проработка вопроса об изоляции гипсовых украшений (лепки) от поверхности штукатурки. Одним из способов защиты соседних участков фрески от гипсовых солей является пропитка поверхности кладки под гипсовые тяги лаками и смолами таким образом, чтобы они, пропитывая поверхность, оставляли бы ее шероховатой. К таким смолам относятся нефтяные битумы (№ 3—5), древесная смола.

5. Одним из самых решительных мероприятий, защищающих фресковые и отчасти темперные росписи, должно быть установление нормального влажностного режима конструкций, обеспечивающего устранение конденсации влаги в капиллярах.

6. К штукатурке под роспись следует приступать только после просушки конструкции. Кладка должна быть выполнена с достаточно ровной поверхностью, чтобы не делать слишком больших наметов в нижних слоях штукатурки. Этот штукатурный грунт необходимо выполнять заблаговременно, чтобы до момента нанесения накрывки грунт успел в значительной степени карбонизироваться и высохнуть.

7. Ограждения из кирпичной кладки должны быть изолированы не только от грунтовых вод, но и от влияния влаги, переносимой из бетонных несущих конструкций.

О защите от грунтовой влаги здесь подробно не говорится, предполагая, что этот вопрос является общим вопросом строительства зданий.

Вторым видом материала, из которого будут выполняться части зданий, предназначенные для росписи, является бетон. В особенности это относится к различным перекрытиям, а также к всевозможным частям каркаса, включенного в каменную кладку. Если бетонные и железобетонные части зданий предназначаются для росписи, то желательно для лучшей обеспеченности штукатурки, несущей роспись, от влияния растворимых солей из цементных растворов облицевать бетонные поверхности керамическими пористыми плитами с водонепроницаемой изоляцией или воздушной прослойкой между плитами и бетоном. Технически этот прием больших трудностей не представляет. В целом ряде случаев, где оформление росписи не имеет монументального характера (например орнамент), применение специальных облицовок не нужно, а в ряде конструктивных частей, как своды, конструктивные пояса и тяги, подготовительная под штукатурку облицовка невозможна. Но для больших художественных произведений, панно и плафонов, могущих иметь большую

художественную ценность, специальные предохранительные меры защиты штукатурки от влияния цемента могут и должны быть произведены.

Более легко выполнить отделение штукатурки от бетонных частей путем ее нанесения по сетке Рабитца с воздушной прослойкой между стеной и сеткой. Однако сцепление известково-песчаных растворов, хотя бы и армированных введением волокна, с сеткой будет менее совершенно, чем с керамической поверхностью.

В зарубежной технике можно встретить держатель штукатурки в виде сетки из армированных керамических элементов (рис. 4).

При конструктивной невозможности облицовки по бетону возможны меры защиты созданием переходных слоев штукатурки. Эта переходная подслойка имеет целью, с одной стороны, обеспечить лучшее сцепление штукатурки с плотным бетоном, с другой стороны, создать в толще переходных слоев некоторую задержку солей, могущих проходить из-за капиллярного подсоса на поверхность штукатурки.

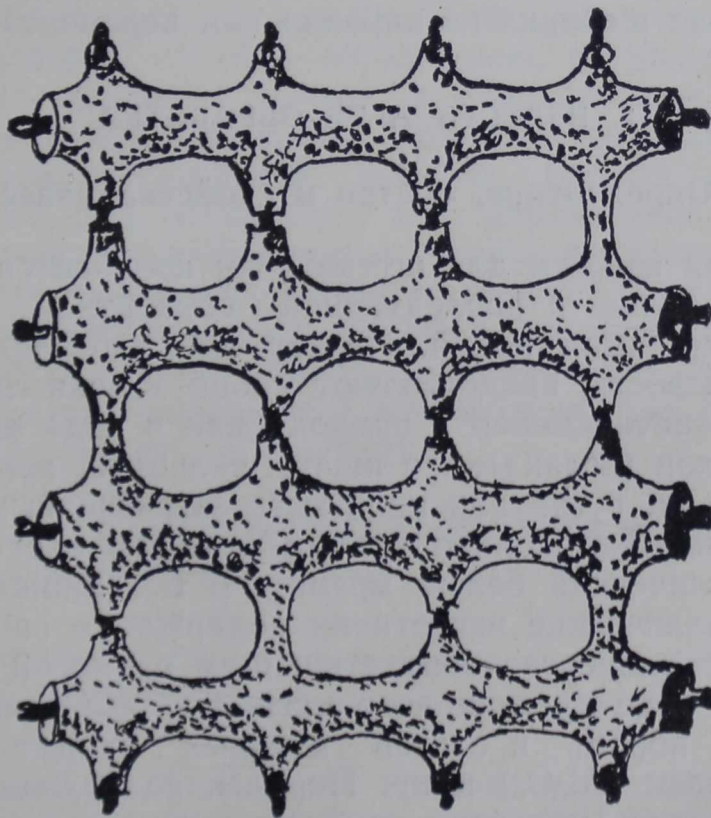
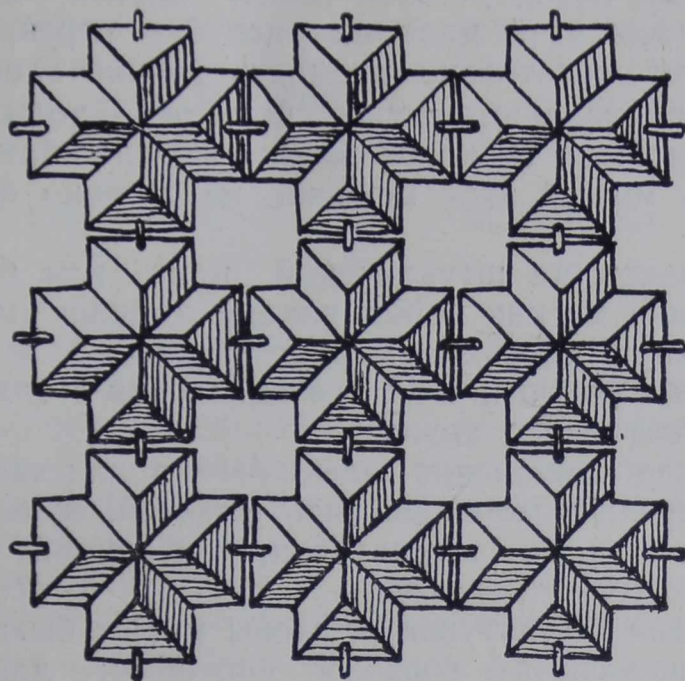
Необходимо, чтобы поверхность бетона была достаточно шероховата и не требовала насечки.

Наиболее удобным наполнителем бетона для лучшего сцепления его со штукатуркой и для создания нормального режима штукатурки в процессе нанесения была бы керамическая щебенка и керамзит. Недопустим наполнитель из шлаков. Керамзит не обладает способностью всасывать влагу из штукатурки, и применение керамзита в бетоне имеет преимущества перед кирпичной щебенкой, ибо его закрытые поры не дают проникать капиллярной воде из бетона в штукатурку и этим уменьшают площадь капиллярного подсоса в бетоне. В то же время пористая поверхность керамзита будет содействовать сцеплению со штукатуркой. В этом случае регулирование влажностного режима штукатурки можно организовать в утолщенном слое штукатурного грунта с пористым наполнителем.

8. Бетонные поверхности, предназначенные под роспись особенно крупными площадями, следует по возможности облицовывать керамическими нормально пористыми плитами, создавая между бетоном и керамической изоляционной облицовкой битумный слой или воздушную вентилирующую прослойку.

9. В местах, недоступных для облицовки, желательно отделать штукатурку от бетона, прикрепляя к последнему сетку Рабитца с воздушной прослойкой в 2—3 см.

10. При неизбежности нанесения штукатурки на бетон наиболее желательным наполнителем бетона являются керамзит,



4. Сетка Рабитца с включением керамических элементов

а портланд-цемент по химическому составу должен быть наиболее чистым, предпочтительно пуццолановым.

11. Плотный бетон должен иметь крупно шероховатую поверхность; для этой цели на опалубку перекрытий перед бетонированием желательно насыпать тонкий слой керамического черепка, крупность зерен которого должна быть в 2—2½ раза меньше толщины защитного слоя арматуры (примерно 10—15 мм). В этой щебенке не должно быть мелких зерен.

12. Для покрытия штукатуркой плит или блоков естественного камня мягких пород кладка должна иметь или совершенно ровную поверхность для тонких слоев штукатурки или грубо накованную шубой для сцепления с толстым слоем нижнего штукатурного грунта.

13. В случае применения шлако-бетона для частей здания, на которых предположена роспись фреской, обязательна полная изоляция от него штукатурки, служащей основанием фрески.

14. Изоляция штукатурки от стены может быть выполнена из гудрона, наносимого горячим способом; для сцепления штукатурки с изоляционным слоем в слой гудрона втискивается горячая щебенка из кирпича или керамзита.

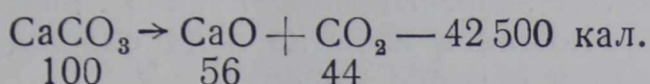
3. ИЗВЕСТЬ И ЕЕ ОБРАБОТКА

А. Определение, состав и свойства извести

Воздушная известь для штукатурки получается путем обжига известняков с последующей обработкой (гашением) сжогенного камня водой. Известняки, употребляемые для обжига на известь, представляют собой углекислый кальций (CaCO_3), встречающийся в природе как в виде кристаллических минералов (исландского шпата, кальцита, арагонита), так и в виде пород, в той или иной мере загрязненных различными примесями. К довольно чистым породам относятся плотный кристаллический белый мрамор. В большинстве случаев даже кристаллические известняки содержат в своем составе достаточное количество сопутствующих примесей, преим. естественно в виде углекислого магнезия (MgCO_3) и различных силикатных пород, в состав которых входит кремнезем (SiO_2), глинозем (Al_2O_3) и пр. Породы, содержащие в своем составе не более 10% примеси, вполне пригодны для получения высокосортной воздушной извести. Породы, содержащие большее количество примесей, можно, грубо говоря, разбить на две группы: мергельные известняки до мергелей включительно, служащие сырьем для производства гидравлической

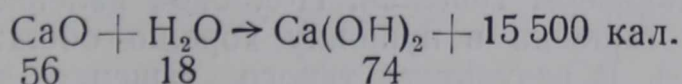
известии, сопутствующие составные части которых относятся главным образом к кремнезему и глинозему, и магниезиальные известняки (доломиты), если сопутствующие примеси их относятся преимущественно к углекислому магнию.

Углекислый кальций CaCO_3 имеет удельный вес 2,72. При нагревании до $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ он распадается на окись кальция и углекислоту по формуле:



Получающаяся в результате обжига окись кальция (CaO) имеет удельный вес, близкий к 3,20. Теоретически чистый известняк при обжиге должен потерять 44% своего первоначального веса за счет выделяющейся углекислоты. Из обжигательной печи известковый камень выходит пористым с объемным весом около 1400 кг/м^3 .

Обжиг известняка может влиять на качество получаемой кипелки. Повышенная температура обжига при наличии в известняке силикатных примесей часто приводит к получению так называемого пережога известии, заключающегося в том, что частицы окиси кальция под влиянием силикатных плавней спекаются в более плотные образования, которые в последующем весьма медленно гасятся, а при глубоком оплавлении вовсе не соединяются с водой. Медленно гасящиеся частицы понижают качество гашеной известии. Низкая температура обжига может дать «недожог», т. е. неразложившиеся частицы CaCO_3 , которые впоследствии явятся балластом, что скажется на понижении пластичности известии. Полученный после обжига известняка продукт называется едкой известью или кипелкой. Кипелка активно соединяется с водой и углекислотой, будучи приведена в соприкосновение с водой, гасится (гидратируется) по формуле:



с выделением части тепла, затраченного при обжиге известняка. Получающийся гидрат окиси кальция Ca(OH)_2 имеет удельный вес 2,1.

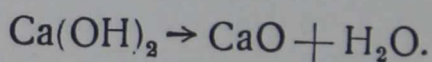
При гашении ограниченным количеством воды (теоретически 32%) кипелка распадается в весьма тонкий порошок, называемый пушонкой, а при избытке воды, употребленной при гашении кипелки, образует тонко дисперсное известковое тесто, жирное на ощупь, обладающее сильно щелочными свойствами.

Способность кипелки гаситься с той или иной активностью зависит от чистоты обжигаемого известняка и от полноты удаления углекислоты при обжиге. Чистые и плотные известняки имеют настолько большую активность (быстроту гашения), что на практике приходится вводить специальные мероприятия для уменьшения скорости гашения (гидратации), так, например гашение кипелки, полученной из чистого мрамора, производится путем забрасывания кусков кипелки в воду, чтобы присутствующая в избытке вода охлаждала гасящуюся массу, замедляя процесс гашения.

Кипелка, полученная из менее чистых и менее плотных известняков с большим количеством примесей (до 10%), гасится медленно и тогда гашение кипелки производится ограниченным количеством воды, а иногда прибегают к гашению медленно гасящейся кипелки горячей водой.

При гашении кипелки наблюдается значительное увеличение объема, достигающее для жирной воздушной извести до 3—3,5 раза. Это увеличение вызывается исключительно увеличением объема пор извести разрыхлением; абсолютный же объем остается почти без изменения.

Выделяющееся при гашении кипелки тепло весьма значительно и теоретически могло бы нагреть гасимую известь до температуры 1000°, если бы не было потерь тепла и не происходил обратный процесс дегидратации извести по формуле:



Практически значительное количество тепла при гашении теряется, и описанный обратный процесс не имеет места. Температура, при которой происходит дегидратация, равна 550°, при этой температуре упругость водяного пара над гидратом окиси кальция достигает атмосферного давления и обеспечивает ход обратимого процесса. Этими вторичными процессами частично можно объяснить так называемое «сгорание» извести при неправильном гашении. Подобное явление можно наблюдать при гашении в пушонку хорошо обожженного чистого мрамора. В результате такого гашения мы не получаем обычной пушонки, характеризуемой весьма тонко дисперсным порошком, дающим с водой клейкое известковое тесто, а получаем довольно однородную крупку, напоминающую манную крупку, не образующую с водой обычного пластичного известкового теста. Описанное явление может иметь место в той или иной степени для всех сортов быстро гасящихся кипелок, снижая качество получаемого продукта. Полного объяснения этого явления еще нет.

Одним из главных свойств гашеной извести является способность образовывать с водой пластичное (клейкое) тесто.

Пластичности извести всегда придавалось большое значение, но точного определения пластичности известкового теста ни в древних записях и характеристиках мастеров стеной росписи, ни в современной строительной технологии мы не имеем.

Древнеримские авторы Плиний и Витрувий указывали, что для придания воздушной извести гидравлических свойств римляне добавляли к ней обожженную и измельченную глину, толченый кирпич или вулканический пепел. Возможность применения мергелистых известняков для изготовления гидравлической извести, повидимому, не была известна древним. Альберти (XVI в.) различает известь из плотного камня для кладки и из мягкого для штукатурки. Белидор (Франция, XVIII в.) считает, что для получения высококачественной извести следует употреблять плотный белый известняк, причем белый мрамор дает наилучшую известь, рыхлый известняк или мел — самую плохую.

При выборе известняка для обжига на известь в большинстве случаев учитывалась однородность, чистота и возможность получения наиболее пластичной извести. Но наблюдения образцов древних фресок, сохранившихся до последнего времени, убедительно показывают, что наряду с чистыми известями (с большим содержанием гидрата окиси кальция) применялись, иногда и не без успеха, гидравлические извести, особенно в наружных работах. Применение магнезиальных известей в древней технике не может быть установлено благодаря отсутствию достаточных внешних признаков их отличия.

Из большого количества высказываний древних и близких к современности мастеров можно заключить, что большей частью применялись местные сорта извести с местными особенностями свойств, которые вызывали своеобразную, несколько отличную от приемов других мастеров, технологию. Благодаря этому и высказывания их могут казаться противоречивыми.

Много внимания уделялось мастерами древности технологии гашения и особенно последующей после гашения технологии обработки известкового теста. Основные технологические приемы состояли из: отбора чистых и однородных кусков кипелки, гашения с избытком воды в тесто, отмучивания и неоднократного промывания во время 2—3-летнего вылеживания известкового теста в яме. Уделялось большое внимание освобождению извести от «емчуги», казавшейся древним одним из больших дефектов известкового теста. Точного определения «емчуги» в древних записях не дается, известно лишь, что «емчуга» всплывает на поверхность водного слоя,

закрывающего известь, и должна быть удаляема перед каждым промыванием известкового теста.

Большой интерес в свете современных исследований свойств известковых растворов представляет древняя русская техника обработки извести. Сводку этих высказываний мы заимствуем из указанной выше работы Щавинского:

«Рукопись первой половины XVII в. «Память как писать настенное письмо на сыром левкасе» начинается так: «первое составити левкас; известь белая смешати с водою, да сгноити ее 6 недель, а бити ее часто и мешати во вся дни, а что наверху ходит вода мутна, и та вода сливати, и как будет густ левкас, ино прибавити воды. Да лен осечи мелко, вити веревками или полотенцами плести, да сетчи с полперста и меньше да мшати лен в извести сперва еще не гноив известь. А бити известь со льном гораздо ежеднесь, и как прежде писано. А четверть извести ино в нее льну четверть мятка»¹.

Особый интерес представляют два указа епископа Нектария, записанные друг после друга с указанием на древность второго из них, под заголовком «Состав левкасу стенному»: «А известь бы была старая, летъ пяти или десяти; а что старее, то лучше. А известь высевать решетом, первое редким, а после частым, чтобы были чисты и мягки, как мука пшеничная; да высевать та известь в творило, да наливать водою, да размешивать с водою нажидко гораздо, да покрыто чтобы она, и стоять ей покрытой часов пять или шесть; и как пройдет урочные часы, и тогда раскрыть и та известь падает на дно вся в творило, а вода устоится наверху, а поперх воды выйдеть емчюга. Емчюгу снимать и бросать на землю, — а емчюга что лед; и воду тое слить на землю же с известью, чтобы осталась одна известь, а на известь наливать свежая вода и размешивать ее с водою нажидко попрежнему и мешать, покрыть и стоять попрежнему часов пять или шесть. И так чередить левкас по всю дни и ночи недель семь. Скорого для дела, — только будет вскоре писать стенное письмо, того же лета. И тот левкас неважен бывает, лет в десять или много в 20 лет учнет изнутри выступать емчюга поперх письма, что морок пойдет будет письмо, а пособить будет нечем. Сей состав нынешних мастеров».

«Статья вторая тож. А старых мастеров состав, будет похощешь, чтоб вечно будет письмо и выводить из левкасу емчюгу по тому же обычаю, как писано прежь. А выводить емчюгу: лето целое наливать и покрывать да оцезивать дни и нощи, да к зиме огрести левкас в кучу да погрести

¹ В. А. Щавинский, цит. соч., стр. 67.

с рогозами. И тою зимою левкас вымерзнет и отлежится и выступит из него и достальная емчюга. И на новую весну с велика дня вскоре наливати его водой нажидко попрежнему все так же, и наливать нацеживать недель шесть, и достальная емчюга из левкаса выдет. И как учнет на левкасу вода чиста ставать и на верху не будет ничего и потом... что тот же левкас будет вечен, крепок и чист. И как тот левкас будет поспевать к стенному письму и лен вычесать начисто, чтобы был без костицы, усечь его намелко, вмешать его в левкас в тот, а левкас был бы густ гораздо. Да толчи еловые коры мелко с мукою и сеять чисто частым решетом, да смешать ее с ячменем варить пополам, да сварить ее водою в котле гораздо, и уварив процедить частым решетом, — ино будет клей сильной. И тем клеем поливать по левкасу, да посыпать мукою овсяною чистою и посыпать тою мукою немного»¹.

«Какой же технический смысл могли иметь такие мешкотные и дорогостоящие приготовления (левкаса)? ...из обстоятельных записей еп. Нектария видно, что наилучший левкас старых мастеров требовал прежде всего очень продолжительной промывки старой долго лежалой уже гашеной извести. Ее мыли в творилах с весны в течение всего лета, денно и ночью переменяли воду в течение каждых 5—6 часов, затем ее морозили зимою, а с весны опять тем же порядком мыли в течение шести недель, «пока достальная емчюга из левкаса выйdet». Емчюга, которая образуется на поверхности отстаивающейся извести и которой так боятся иконописцы и левкащики, — это водный раствор гидрата окиси кальция или едкой извести. При промывании старой гашеной извести, состоящей из едкой и углекислой извести, первая частично вымывается водою, частично же обращается в углекислую соль за счет углекислоты, растворенной в воде. Известка таким образом постепенно обогащается углекислым кальцием за счет едкого. Если бы левкащикам удавалось действительно вывести «всю достальную емчюгу», то левкас потерял бы способность затвердевать при высыхании, так как только едкая известь способна схватывать известковый раствор, обращаясь на воздухе в нерастворимую углекислоту. Кроме того, на таком слишком перемытом левкасе не стали бы держаться и краски, творимые на чистой воде. Вот почему старые мастера принуждены были свой очень бедный едкою известью или даже вовсе не содержащий ее левкас поливать «клеем сильным» из ячменного отвара с мучным клейстером и посыпать мукою овсяною.

¹ В. А. Щавинский, цит, соч., стр. 67—68.

Понятным также становится, почему на недостаточно промытом левкасе со временем поверх живописи начинает «изнутри левкасу выступать емчюга поверх письма, что морок пойдет, будет письмо». При мелком и плотном, не содержащем песка левкасе, накладываемом обычно очень тонким слоем, нейтрализация едкой извести углекислотой воздуха происходила очень медленно. Внутри слоя сохранялось еще очень долго некоторое количество ее, легко дававшее при сыром воздухе на поверхности живописи кристаллический выпот, белый порошкообразный налет, закрывавший изображение точно мраком («морок»)»¹.

«Все то, что мы находили по этой части у приводимых нами иностранных авторов, — говорит далее В. А. Щавинский, — очень мало объясняет необходимость, по мнению русских мастеров, столь важных для успеха дела сложных операций и говорит скорее об их ненужности. Ближе других к русским здесь стоит опять-таки автор афонской Ерминии. Он вовсе не моет и не перелопачивает и т. д. известь, предназначенную для левкаса, а довольствуется ею, если только она не содержит камешков, как она есть. Камни удаляются отстаиванием в ящике. После этого он смешивает ее с соломою или рубленой пенькой для верхнего слоя и, дав постоять два-три дня, употребляет в дело»².

Недоумения проф. Щавинского могут отпасть, если принять во внимание, что для древнерусской штукатурки, почти не имевшей наполнителя, более подходила тощая известь, а в местных условиях — отощенная искусственно из жирной извести частой промывкой и перелопачиванием. Прекращение выделения емчюги и есть показатель отощения извести.

Древняя техника интуитивно подошла к большой культуре обработки известкового теста, выработанной на основе долголетнего опыта наблюдений и, как увидим ниже, вполне подтверждаемой последними исследованиями.

Б. Выбор известняка и технологии обработки на известь

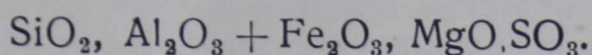
Приемлемым сырьем для обжига на известь, предназначенную для исполнения высококачественных работ, следует считать известняки, характеризующиеся однородностью материала при внешнем осмотре, минимумом инородных примесей, достаточной белизной цвета камня.

При оценке пригодности известняка того или иного месторождения для обжига на известь следует отобрать по цвету

¹ В. А. Щавинский, цит, соч., стр. 69.

² Там же, стр. 77.

куски известняка из различных пластов. Отобранные образцы должны быть подвергнуты химическому анализу с определением процентного содержания CaO.



Для чистых известняков содержание CaO должно быть около 54%, CO₂ около 42%. Количество примесей в чистых известняках обычно не превышает 4—6%. Особенное требование следует предъявить к минимуму содержания окислов железа, которые в эксплуатационных условиях службы штукатурных поверхностей могут дать дефекты в поверхностных отделках в виде появления ржавых пятен. Содержание Fe₂O₃ не должно превышать 0,15—0,2%. Для иллюстрации химического состава известняков приводим данные по некоторым месторождениям (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав известняков различных месторождений

Месторождения известняков	Потери при прокаливании	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Сумма
Тучковское	42,95	1,72	0,30	54,20	0,39	0,27	99,83
Щуровское	43,61	0,53	0,12	54,90	0,54	0,34	100,07
Угловское	43,83	0,12	0,16	55,30	0,43	0,30	100,03
Подольское	43,45	1,00	0,24	54,70	0,43	0,37	100,19
Елецкое	41,68	4,48	0,70	52,10	0,76	0,18	99,90
Белгородское	43,50	0,80	0,28	55,00	0,25	0,20	100,03
Мрамор Коелгинского месторождения . .	44,10	0,12	0,25	55,39	0,20	—	100,00

Для обжига на известь куски камня должны быть отсортированы согласно произведенному химическому анализу, руководствуясь при разборке камня или цветом известняка или какими-либо другими признаками. Следует также обращать внимание на то, чтобы в обжиг не попадали куски инородного камня. Все процессы технологической обработки извести должны производиться в непосредственной близости друг от друга, чтобы избежать излишней перевозки, сопровождающейся нередко процессами, нарушающими технологию обработки, как, например, самопроизвольным гашением кипелки и ее карбонизацией во время перевозки.

Обжиг известняка, предназначенного для получения извести повышенного качества, должен производиться преимущественно на древесном топливе, свободном от сернистых га-

зов. Сернистые газы, выделяющиеся при применении других видов топлива, хорошо поглощаются обжигаемым камнем, что ведет к засолению кипелки растворимыми в воде солями.

Полученная обжигом кипелка должна быть отсортирована от недожога и от кусков, загрязненных в обжиге. Отобраные куски при испытании по ОСТ должны удовлетворять следующим повышенным требованиям, по сравнению с указанными в стандарте:

а) кипелка должна содержать не менее 90% окиси кальция, определяемого согласно указанному в ОСТ методу;

б) содержание мелочи в кипелке (кусками мельче 10 мм) должно быть не более 5% от общего веса;

в) содержание непогасившихся зерен в тесте, полученном из кипелки, не должно быть более 5% (от веса взятой кипелки).

К выходу теста из полученной кипелки можно не предъявлять особых требований, имея в виду, что обработка известкового теста, производимая в последующем путем отмучивания, промывания и длительного вылеживания, корректирует особенности свойств известкового теста. Следует всегда помнить, что уточнение требований к качеству кипелки может быть произведено в соответствии с технологическими возможностями и специфичностью того или иного случая применения извести.

В. Гашение извести, свойства гашеной извести

Известковое тесто, получаемое при гашении комовой извести-кипелки или замачивании известки-пушонки, имеет различия в своих свойствах, зависящие не только от химического состава обжигаемого известняка, но также и от его природных качеств. Так, например довольно чистые известняки, содержащие не менее 95% карбоната кальция, будучи хорошо обожжены, при гашении дают известковое тесто, различное по пластичности и количеству связываемой воды, в зависимости от плотности взятого в обжиг известняка и кристалличности его строения. Методы гашения также отражаются на качестве получаемого впоследствии известкового теста. Известь, полученная непосредственным гашением кипелки в тесто (с избытком воды), обладает большей пластичностью, по сравнению с известью, полученной гашением кипелки в пушонку с недостатком воды и последующим замачиванием ее в тесто.

На основании многочисленных исследований установлено, что известковое тесто состоит из мельчайших зерен гидрата окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, соединенных между собой взаимной

связью в хлопьевидные зерна. Размер зерен гидрата, из которого образуются хлопьевидные зерна извести, или, как мы их называем, агрегированные соединения зерен извести, весьма различен. Иногда они достигают значительной величины, видимой невооруженным глазом, но в большинстве случаев размер зерен невелик и лежит за пределами видимости микроскопа довольно сильного увеличения.

При помощи микроскопа можно наблюдать агрегированные зерна извести в сильно разбавленной известковой суспензии. Их можно также наблюдать, если в стакан с чистой водой влить несколько капель известкового молока. В чистой воде известковые агрегированные зерна будут осаждаться наподобие больших снежных хлопьев.

Свойства известкового теста, как-то: пластичность, жирность, количество связанной воды, будут находиться в прямой зависимости от величин агрегированных известковых зерен, слагающих известковое тесто. Жирные извести, обладающие большей пластичностью, имеют более развитые агрегированные зерна по сравнению с тощими, мало пластичными известями. Известковое тесто, полученное из пушонки, обладает меньшей величиной агрегированного известкового зерна и поэтому менее пластично, чем известковое тесто, полученное непосредственным гашением кипелки избытком воды.

Ряд авторов (Герцфельд, Карч и др.) указывает на возможность образования комплексных гидратов извести при гашении. Другие исследователи (Шох, Рей, Мезерс) склонны к объяснению структуры известкового теста образованием сложных коллоидных частиц, способных к набуханию. Типман считает, что гашение извести дает аморфный гидрат. Кюль высказывается за микрокристаллическое строение частиц гидрата. Девиль в результате микроскопических измерений нашел, что гидрат окиси кальция, полученный в небольшом избытке воды (пушонка), содержит большее количество крупных частиц, чем гидрат окиси кальция, приготовленный при большом избытке воды. Крупные частицы представляют собой конгломераты более мелких частиц и слабо распадаются при смешении гидрата окиси кальция с водой. Пользуясь теорией векториального строения материи, разработанной Веймарном, мы можем подойти к более глубокому пониманию структуры известкового теста. Процессы, происходящие при гашении извести, связаны с кристаллизацией гидрата из насыщенного раствора. Веймарну удалось получить при помощи кристаллизации большое количество солей в коллоидном состоянии. При известном сочетании выбранных условий Веймарн получал, например, в растворе реакцию обменного разложения между двумя солями, приводившую к образованию нераство-

римого в данной дисперсной среде тела, которое и выделялось в коллоидной степени дисперсности, причем эту последнюю можно было регулировать по желанию. Таким образом, при гашении комовой извести вначале идет процесс гидратации окиси кальция и растворение гидрата в окружающей его воде. После образования насыщенного раствора молекулы гидрата взаимно ориентируются в группы (агрегаты) молекул, которые имеют название мицеллы. Мицеллярная теория Негели принимает, что отдельные мицеллы обладают кристаллической структурой. Если это так, то при соединении в комплексы они, по всей вероятности, должны ориентироваться по известным кристаллографическим направлениям.

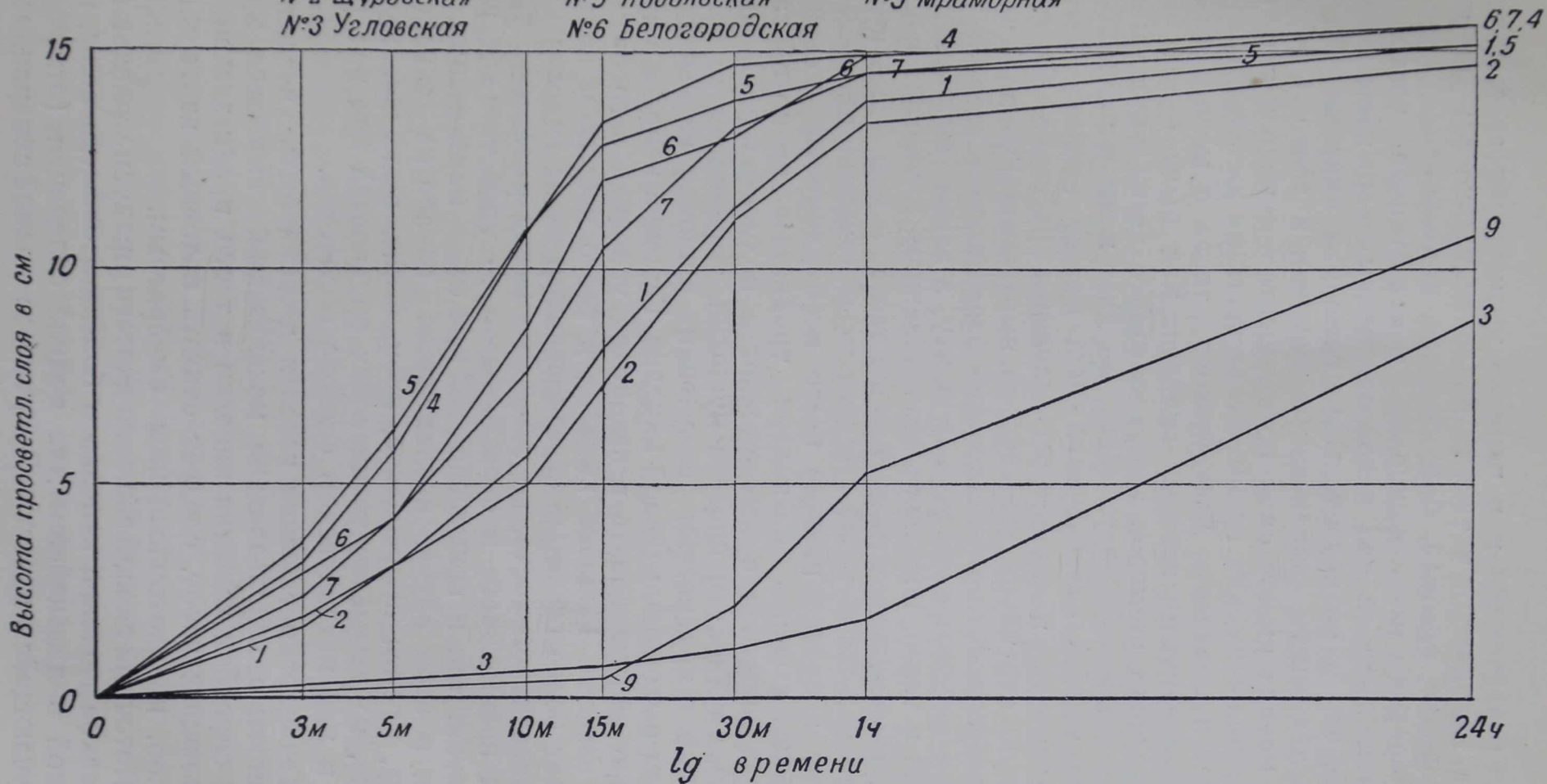
Проведенные Пшеницыным и Лаврович исследования по седиментации известей, полученных из известняков различных месторождений, а также известей, подвергшихся различной технологической обработке, показали различие в величине агрегированных зерен, зависящее от природы взятого известняка и методов последующей обработки извести. Определение седиментации известковой суспензии производилось по методу осаждения в цилиндрах. Пять граммов навески известкового теста (из расчета на сухой гидрат) вносится в цилиндр с притертой пробкой емкостью 100 см³. Затем цилиндр заливается до верхней отметки известковой водой, для избежания растворения мелких частиц гидрата окиси кальция, и хорошо взбалтывается. После этого замечается время для отсчета высоты просветленного слоя. Отсчеты производятся через 3, 5, 10, 15, 30 мин., 1 час. Последний отсчет производится через 24 часа с измерением объема осадка и высоты просветленного над осадком слоя. Полученные данные заносятся на график зависимости глубины оседания от времени. Отсчеты через 24 часа имеют значение лишь для медленно осаждающихся суспензий. Приведенные в графиках (рис. 5) данные показывают скорость осаждения агрегированных частиц, являющихся функцией величины зерен. Как уже было упомянуто, наиболее характерные данные имеют место в первые сроки осаждения суспензии для сроков до 60 мин. Последующее осаждение связано с повышением концентрации осаждающейся суспензии, т. е. с повышением внутреннего трения осаждающихся частиц, что выравнивает скорость осаждения отдельных частиц. Измерения произведены для известей, полученных из известняков тучковского, щуровского, угловского, подольского, белгородского, елецкого и коелгинского мраморов. Наибольшей величиной агрегированного зерна обладает мраморная и угловская извести, кривые седиментации которых резко отличаются от прочих испытанных известей и лежат ниже всех. Остальные извести не столь

Наименование месторождений

№1 Тучковская
 №2 Щуровская
 №3 Угловская

№4 Подольская
 №5 Подольская
 №6 Белгородская

№7 Елецкая
 №9 Мраморная



5. Кривые седиментации известковых суспензий из извести различных месторождений

резко различаются и в порядке уменьшения агрегированного зерна находятся в такой последовательности: щуровская, тучковская, елецкая, белгородская, подольская.

Перевод извести-кипелки в известковое тесто может быть произведен как непосредственным гашением кипелки в тесто, так и предварительным гашением кипелки в пушонку с последующим замачиванием пушонки в тесто. Оба указанных метода имеют свои преимущества и недостатки. Одним из технологических преимуществ гашения кипелки в пушонку является получение известкового теста с мало развитыми агрегированными зёрнами гидрата. Как было выше указано, уменьшение размеров агрегированного зерна уменьшает пластичность известкового теста, но дает возможность получить более тонкий склеивающий шов между зёрнами инертного наполнителя в известково-песчаном растворе, т. е. дает лучшую структуру штукатурки, выражающуюся в уменьшении ее микропористости. Получение известкового теста путем гашения кипелки сначала в пушонку, а затем замачиванием пушонки в тесто, по нашим исследованиям, позволяет сократить срок вылеживания известкового теста, о чем более подробно будет изложено ниже. Недостатком гашения кипелки в пушонку является прежде всего необходимость механизации процесса гашения благодаря трудности ручного гашения (выражающегося в невозможности получить однородный продукт), трудностям просева пушонки, трудностям ее транспортировки и трудностям получения пушонки из быстро гасящейся высококальциевой кипелки. Гашение извести в пушонку можно рекомендовать в заводских условиях заготовки гашеной извести. Гашение кипелки в тесто избытком воды хотя и дает более развитые агрегированные зёрна гидрата кальция в известковом тесте, но зато этот метод имеет ряд технических преимуществ и прежде всего — удобство как ручного гашения, так и применения той или иной механизации. Кроме того, в этом случае последующая обработка известкового теста, как-то: отмучивание, промывание, вылеживание и хранение, не вызывает технических трудностей как при ручном, так и при механическом способе обработки.

Технология гашения извести должна быть увязана с возможностью использования механизации. Наиболее приемлемым способом гашения кипелки в тесто, предназначенное для отделочных работ, следует считать поточный изотермический способ, предложенный инж. Сиверцевым.

Поточный способ гашения извести предусматривает изотермическое гашение кипелки в большом избытке воды, используемой в дальнейшем для водной сепарации (отмучивания) получающейся извести. В процессе водной сепарации известь

делится по сортам в зависимости от скорости оседания известковых частиц в струе воды. Таким образом, при поточном изотермическом способе гашения одновременно с гашением производится и отмучивание получающейся извести.

Технологическая схема поточного способа такова: кипелка проходит дробилку Блека, подается транспортером в барабанную мешалку, куда одновременно подводится и вода. В барабанной мешалке кипелка подвергается гидратации (гашению) и размельчению грубых кусков.

Отношение скоростей подачи кипелки и воды от 1:5 до 1:10, смотря по жирности извести. Из барабанной мешалки молоко все время переливается в сепарационную мешалку, где устанавливается скорость тока воды для отмучивания получившегося гидрата. Из мешалки молоко (шламм) переходит в отстойник. Из отстойников получаем отмученную известь, лишенную грубых частиц и инородных примесей.

В случае гашения кипелки в пушонку, последняя должна быть замочена в тесто по возможности в непродолжительный срок после гашения, во избежание карбонизации пушонки (при условии хранения ее без тары). Перед гашением каждой партии кипелки необходимо провести пробное гашение в небольшом объеме для установления скорости гашения и прочих особенностей, связанных с теми или иными свойствами кипелки. Полученные после гашения тесто или пушонка должны быть пропущены через грубое сито (размер отверстий около 1—2 мм) для отделения грубой, непогасившейся части.

Известковое тесто, полученное тем или иным образом, должно быть отделено от непогасившихся мелких зерен пережога и недожога путем отмучивания в воде.

Отмучивание извести, помимо отделения зерен гидрата от грубых включений, имеет целью удаление растворимых солей, попадающих в известковое тесто иногда благодаря природным особенностям известняка, иногда же во время обжига (из золы топлива). После отмучивания известковое тесто должно представлять однородную по крупности суспензию агрегированных известковых зерен. Известковое молоко после отмучивания должно быть залито в один прием в известковую яму, чтобы оставшиеся еще после отмучивания крупные частицы имели возможность осесть на дно. Отмучивание может быть заменено процеживанием известкового молока через мелкое сито, имеющее по крайней мере не менее 900 отв/см². Процеживание известкового молока через мелкое сито может быть осуществлено под небольшим давлением, что способствует хорошей фильтрации через сито. В известковой яме известь теряет часть воды либо через специальный дренаж, либо за счет отсасывания воды в грунт. При вылеживании

известковое тесто претерпевает изменение в строении агрегированных зерен гидрата. Вначале эти процессы идут наиболее интенсивно, затем затухают. Характер изменения агрегированных зерен, происходящий при вылеживании и весткового теста, еще не выяснен. Предварительные ориентировочные наблюдения заставляют предположить, что изменение в свойствах агрегированного зерна связано с перестройкой в сторону уменьшения его объема. Известь, предназначенную для исполнения отделочных работ, желательно выдерживать не менее одного года. За этот срок должны пройти основные процессы вызревания известкового теста.

При засолении известкового теста растворимыми солями необходимо его промывать чистой водой. Промывание следует производить во время вылеживания известки до полного удаления растворимых солей. Степень засоления известкового теста, равно как и чистота отмытой известки, устанавливается химическим анализом. При использовании теста из известковой ямы нижний слой не менее 10—15 см не следует применять для отделочных работ благодаря большому содержанию в нем осевших крупных частиц. Также следует считать верхний слой, содержащий корочку карбонизовавшейся известки. Осевшее в яме известковое тесто содержит около 50% воды, удерживаемой агрегированными зернами гидрата. При взмучивании в воде хорошо размешанное тесто не должно давать на дне сосуда осадка плотных хлопьевидных зерен. Качественные пробы известковой воды, получаемой при взбалтывании теста на SO_4 и CL' ион, не должны давать более ясной реакции, чем водопроводная вода.

Г. Твердение известковых растворов

Склеивание известью минеральных зерен основывается на пластических свойствах известкового теста. Благодаря тонкому строению известкового теста и взаимной связи частиц, его составляющих, известковое тесто может рассматриваться как минеральный клей. В начальные сроки твердения известковых растворов идет за счет испарения воды. Испаряющаяся из раствора вода увеличивает взаимную связь отдельных частиц и обеспечивает более плотное сближение отдельных зерен связываемого материала. Склеивание минеральных зерен в первый период твердения обратимо, т. е. при действии воды известковые зерна вновь могут давать пластическое тесто, и дальнейшее твердение нарушается, что характерно для всех воздушных растворов. При действии углекислоты известковые растворы карбонизируются по формуле $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O + 27\ 000$ кал. с выделением воды и

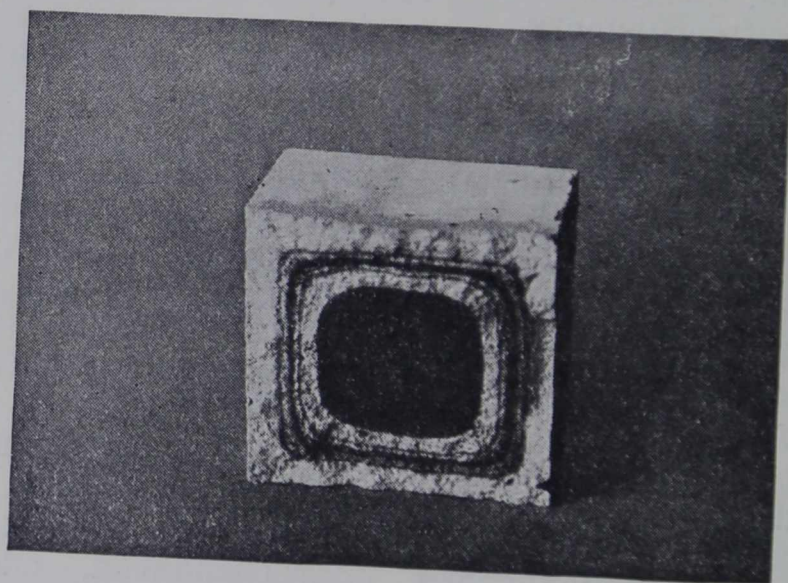
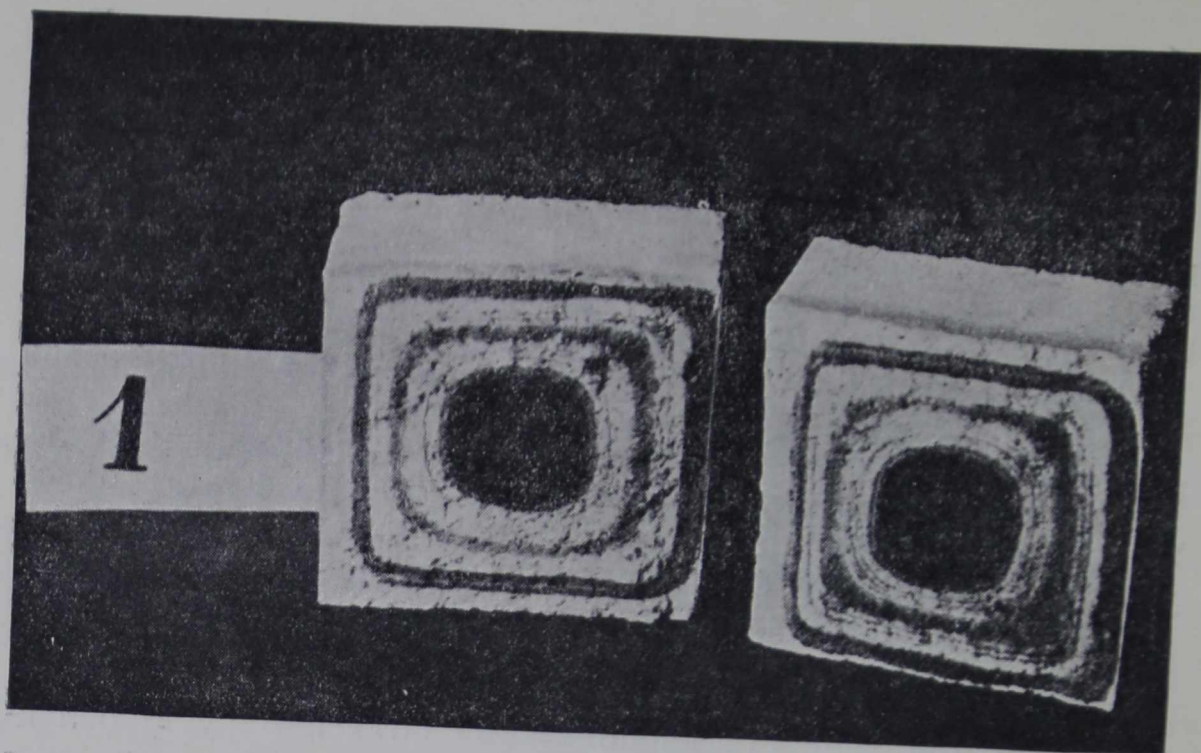
образования нерастворимого в воде карбоната кальция. Карбонизация известковых растворов переводит твердеющий раствор в устойчивую форму, не размываемую водой, и определяет конечную механическую прочность известкового раствора. Таким образом, известь, пройдя цикл технологических превращений $\text{CaCO}_3 \text{—} \text{CaO} \text{—} \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$, вновь возвращается в свою природно устойчивую форму. Это обстоятельство обуславливает большую природную устойчивость строительных материалов, изготовленных на основе применения извести в качестве вяжущего.

Реакция карбонизации извести идет с выделением тепла. Количество выделяющегося тепла на моль гидрата окиси кальция примерно равно 27 калориям, т. е. остаточному теплу, затраченному на обжиг моля карбоната кальция, за вычетом тепла, выделенного во время гашения моля окиси кальция.

Карбонизация известковых растворов идет чрезвычайно медленно. Медленность карбонизации объяснима установленной в 1936 г. Пшеницыным ритмичностью процесса протекания реакции, связанной с переменным возрастанием и затуханием ее интенсивности.

При затворении известково-песчаного раствора известковые зерна распределяются на поверхности инертных зерен наполнителя раствора благодаря наличию адсорбционных сил, заполняя промежутки (швы) между зернами песка. Углекислота, находящаяся в воздухе, диффундирует в известково-песчаный раствор, переводя гидрат окиси кальция в карбонат. Конечная прочность известково-песчаного раствора определяется образовавшимся при карбонизации микрокристаллическим сростком карбоната кальция с зернами инертного наполнителя.

Как показали указанные исследования, карбонизация известково-песчаных растворов имеет ритмический характер, т. е. не идет до конца при движении от периферии к центру, а имеет зоны, периодически повторяющиеся, специфичные для присутствия свободного гидрата и карбоната. Если расколоть на две половины образец известково-песчаного раствора, пролежавший в воздушных условиях около года, и стороны раскола окрасить раствором тимол-фтолеина в 75-процентном спирте (индикатором на присутствие свободной щелочи), то окраска поперечного сечения расколотого образца получится неравномерной, а через небольшой промежуток времени (2—3 мин.) на поверхности излома образца начнут выявляться концентрически расположенные зоны с интенсивной синей окраской и зоны не окрашенные (рис. 6). Зоны с интенсивной окраской характеризуют области, содержащие

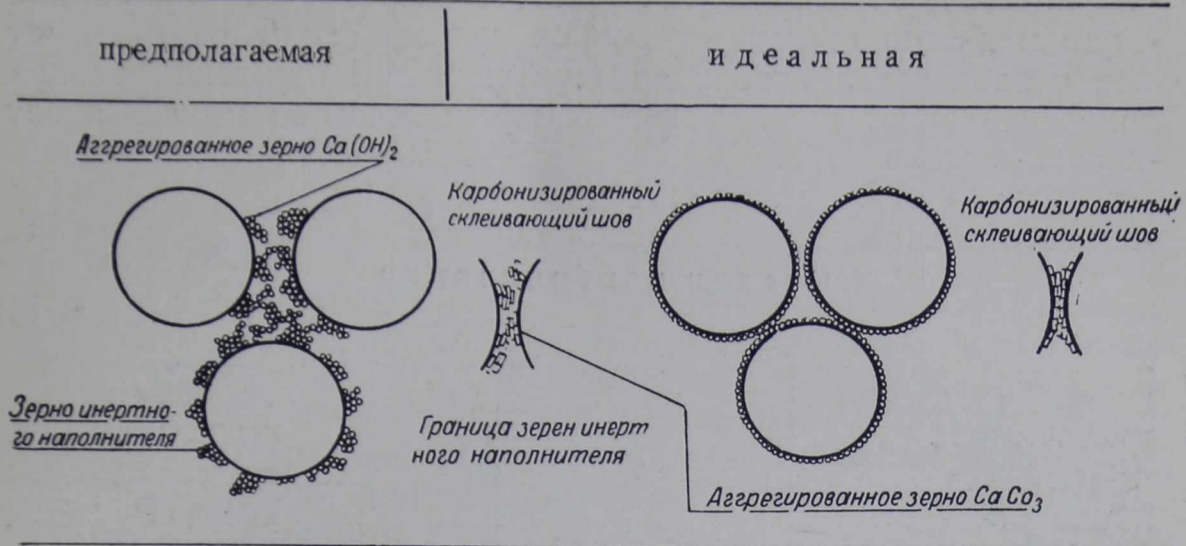


6. *Окрашенный излом образца известкового раствора, показывающий периодичность карбонизации*

свободный гидрат окиси кальция, неокрашенные зоны характеризуют области, не содержащие свободного гидрата.

Установленная таким образом периодичность карбонизации известково-песчаных растворов проливает свет на особенности твердения. Исследование периодичности карбонизации известково-песчаных растворов позволило установить рабочую гипотезу о роли известковых агрегированных зерен в цементировании зерен инертного наполнителя.

Схема распределения зерен извести



7. Схематическое изображение структуры известково-песчаного раствора

Карбонизация агрегированных зерен извести идет от периферии с образованием плотного слоя карбоната, закрывающего некарбонизированную внутреннюю часть зерна. Образовавшаяся верхняя пленка карбоната кальция с течением времени претерпевает внешние изменения, становится пористой, и тогда карбонизация известкового агрегированного зерна переходит во вторую стадию, проходя на некоторую глубину до образования новой пленки карбоната. Периодичность карбонизации, следовательно, связана с периодичностью разрушения или перестройки известкового агрегированного зерна. Поэтому совершенный кристаллический сросток не может образоваться. В силу этого шов, склеивающий инертные зерна наполнителя, при применении извести с развитыми агрегированными известковыми зернами не может рассматриваться как совершенный. Очевидно, для получения более совершенного шва необходимо разъединение агрегированных зерен до пределов элементарно возможных, т. е. до элементарного зерна. На рис. 7 приведена схема построения склеивающего шва известкового раствора при наличии агрегированных известковых зерен и идеальная схема с участием элементарных зерен гидрата окиси кальция.

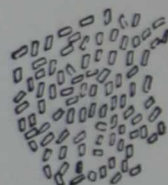
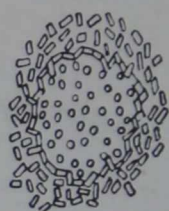
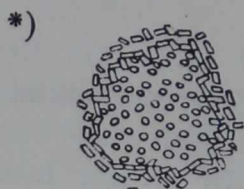
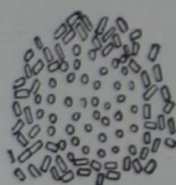
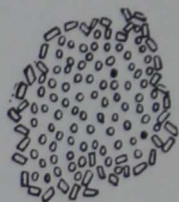
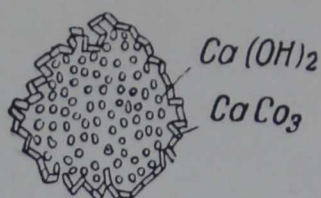
Чем тоньше склеивающий шов, тем больше возможности получения совершенного кристаллического сростка карбоната кальция, связывающего инертные зерна, тем совершеннее будет структура штукатурки.

Агрегированные известковые зерна не могут образовать тонкого склеивающего шва; при их карбонизации склеиваю-

Агрегированное зерно $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Стадии карбонизации



8. Схема карбонизации агрегированного зерна гидрата окиси кальция

ший шов будет характеризоваться не монолитным кристаллическим сростком, а напротив, сильно развитыми дезориентированными кристаллами карбоната кальция (рис. 8). Структурные особенности такого затвердевшего известково-песчаного раствора будут характеризоваться рыхлым строением (сильно развитой капиллярностью и большой диффузной проницаемостью). Пластичность извести, пескостойкость, а следовательно, получение пластичных известковых растворов непосредственно связаны с величиной и развитостью агрегированного известкового зерна. Чем больше по объему агрегированное известковое зерно, тем большее количество воды может связать известковое тесто, тем выше будет его пластичность, тем жирнее можно будет получить известково-песчаный раствор при одной и той же дозировке извести. Но сильно развитое агрегированное зерно при существующих составах воздушных известковых растворов не позволяет получить штукатурки хороших строительных качеств.

* Конечная форма карбонизированного зерна.

Тощие извести, за счет присутствия в их составе сравнительно крупных частиц недожога, пережога или других каких-либо включений, не дают ни хорошей удобообрабатываемости массы, ни хорошей структуры затвердевшего раствора. Технология обработки извести должна заключаться в том, чтобы чистые по химическому составу известняки обрабатывались способом, позволяющим уменьшить размер агрегированного зерна до элементарно возможного за счет потери, может быть, некоторой ее пластичности, а следовательно, и удобообрабатываемости. Гидравлические извести, имеющие в своем составе достаточное количество кремнекислоты и алюмосиликатов, подтверждают высказанное положение. В них не образуется сильно развитых агрегированных известковых зерен благодаря наличию адсорбционных сил, ориентирующих элементарные зерна вокруг силикатных включений с сильно развитой поверхностью.

Таким образом, гидравлическая известь обеспечивает создание более тонкого склеивающего шва между зернами инертных наполнителей, результатом чего являются лучшие структурные свойства получаемых на ее основе композиций и более высокая механическая прочность.

Выводы

1. В штукатурках под фресковую роспись могут быть применены почти все местные сорта известей. Предпочтение следует оказывать известям из плотных известняков и мрамора.
2. Химический состав сырья при заготовке извести должен быть известен. В составе известняков не должно быть примесей гипса и не более 3% примесей углекислого магния.
3. При выборе извести предпочтение следует оказывать той извести, обжиг которой производился на бессернистом топливе. Для работ большого художественного значения, выполняемых фреской, необходимо производить обжиг на древесном топливе.
4. При приемке извести-кипелки с неизвестными условиями обжига следует производить химический анализ для проверки на отсутствие серных окислов и других растворимых солей.
5. Для гашения извести следует отбирать комовую известь без пыли с отсортировкой от кусков недожога и пережога.
6. Хранение следует производить в специальных баках (а не в ямах) с крышками, что легко осуществимо ввиду незначительного количества заготовок извести специально для фрески. Тесто должно находиться под слоем воды.

7. Гашение жирных известей в тесто следует производить избыточным количеством воды (пятикратным) с предварительным раздроблением кусков извести в мелкую щебенку. Поточный способ гашения рационален лишь при большой промышленной заготовке.

8. При необходимости ускоренного выдерживания известкового теста (менее одного года) следует организовать промывку извести путем введения в тесто избыточного количества воды и слива известкового молока в другой сосуд с заменой отстоявшейся воды. Промывка должна производиться не менее 10 раз.

9. Обработка мало выдержанного теста может производиться также отмучиванием, путем осаждения извести при прохождении взмученного известкового молока через три-четыре плоских бака, расположенных каскадом, и отбора осевшей извести в последнем, перед выходом осветленной воды, баке (для накрывки) и из средних баков — для нижних слоев штукатурки. Для отмучивания могут быть применены специальные отмучивающие аппараты.

10. Промывка извести необходима и для выдержанного не менее года известкового теста, если гашеная известь имеет в составе растворимые вредные соли.

11. Гашение в пушонку более целесообразно производить при промышленной заготовке извести.

12. Густое слежавшееся известковое тесто перед употреблением в дело необходимо пропускать через мелкое сито с отверстиями не более 0,5 мм при добавке небольшого количества воды (около 25%).

13. При заготовке гашеной извести в виде пушонки последнюю перед употреблением следует замачивать в тесто за 5—10 дней. Пушонка при приемке должна быть проверена по ОСТ и химическим анализом на содержание растворимых солей.

14. В строительных центрах при большом количестве художественных работ желательно организовать небольшие производства специальных известей в виде теста или пушонки, гарантированных по чистоте и физическим качествам для снабжения ими художников. Известь должна распределяться в специальной таре — тесто в бачках или фанерных барабанах, а пушонка в мешках типа цементных.

4. НАПОЛНИТЕЛИ ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ ПОД ФРЕСКОВУЮ РОСПИСЬ

При исследованиях и испытаниях штукатурных растворов для фресковой росписи, произведенных в 1938/39 г. в Лаборатории отделочных работ Академии архитектуры, наилучшие

результаты в различных методах испытаний с точки зрения более совершенной структуры штукатурки дали кирпичный песок, далее — наполнитель из асбестовых волокон, затем — смесь кварцевого песка и асбеста и чистый кварцевый речной песок; последним по качеству раствора из обычно применяемых наполнителей оказался песок из мрамора и известняка.

Изучение технических приемов подготовки под фресковую роспись в различные эпохи развития стенной росписи обнаружило большое разнообразие сортов наполнителей штукатурок.

В сочинении Витрувия «Десять книг об архитектуре» есть прямые указания на смешение извести для нижних четырех слоев штукатурки с песком, очевидно, природным, и в верхних трех слоях с толченым мрамором различной крупности, кончая мраморной пылью. В сырых местах Витрувий рекомендует брать «не песчаный раствор, а из толченого кирпича»¹. Особого преимущества наполнителю из пуццолановых земель не отводится, несмотря на большое распространение пуццоланов в Италии и применение его в бетонах.

О горном песке Витрувий говорит: «свежий горный песок, при своих огромных достоинствах в кладке, неприменим в штукатурке потому, что жирен, и смешанная с соломой известка, слишком сильно схватываясь, не может засыхать без трещин. Напротив того, речной песок, так как он тощ, имеет то преимущество, что, будучи заглажен терками, он приобретает в штукатурке такую же крепость, как и сигнин»².

В исследованиях Эйбнера имеется указание, что в Венеции, в случаях наличия в стенах влаги, рекомендовалось применять в нижних слоях штукатурки кирпичный песок.

Во фрагментах штукатурок под росписью в древней Пантикапее (VI в. до н. э. — IV в. н. э.), по произведенным Лабораторией отделочных работ минералогическим анализам, в составе штукатурки обнаружены в качестве наполнителей ракушки, мрамор, галька, крупные зерна в нижних слоях, мелкие в верхних. При раскопках на остатках Десятиной церкви в Киеве (X в.) в наружной штукатурке, прочно окрашенной железистоокисной красной краской, обнаружен песок из дробленого кирпича в верхнем слое и соломенная полова в нижнем слое. На внутренних поверхностях того же фрагмента стены под слоем синей, плохо закрепленной краски типа ультрамарина обнаружены слои штукатурки с примесью мелких волокон соломенной половы.

¹ Витрувий, Десять книг об архитектуре. М. 1936. кн. VII, гл. IV, п. 1.

² Там же, кн. II, гл. IV, п. 3.

Во внутренней штукатурке Софийского собора в Киеве встречается и кирпичная мелочь, такая же по характеру, как и в бетонах плинфовой кладки стен. К штукатурке под мозаикой примешана солома. В фрагменте очень твердой и плотной наружной штукатурки столбов северной стороны Софийского собора со следами сохранившейся окраски имеется очень плотное наполнение кирпичным песком с примесью черных зерен, похожих на кусочки сланца. Вес этих плотных штукатурок гораздо больше, чем вес соломенных штукатурок. В штукатурках под росписи архитектурных памятников северных городов древней Руси — Новгорода, Ладоги и др. — встречается в качестве наполнителя большей частью солома, волокна льна, а иногда и уголь.

По наблюдениям академика живописи Фартусова, при расчистке росписей Благовещенского собора в Московском Кремле, «мазанка или штукатурка была чисто белого цвета без признаков песку толщиной в $\frac{1}{4}$ вершка, мягковатая. Поверхность штукатурки чистая и гладкая»¹. Наблюдавший за реставрацией Благовещенского собора И. Забелин заметил, что первоначальное письмо, относящееся к XV в., было исполнено по сырому левкасу из мягкой извести, верхний слой которого был приготовлен так гладко и крепко, что напоминал мрамор, а нижний слой был наполнен льняными волокнами².

Все перечисленные образцы штукатурки простояли сотни лет в довольно неблагоприятных условиях. Фрагменты Десятиной церкви находились под землей. Некоторые образцы штукатурок имеют очень рыхлый вид. Несмотря на это, они прекрасно держатся на стене до сих пор и, в частности, держат мозаику киевского Софийского собора. В густо намешанной полове в штукатурке одного из северных городов попадаются вполне сохранившиеся зерна овса. Это говорит о стойкости органических веществ в известковой среде.

В некоторых фрагментах русских штукатурок волокон соломы и льна так мало, что штукатурки кажутся сделанными из одной извести. Щавинский в той же книге, объясняя различия между штукатурными растворами Италии эпохи Возрождения и растворами древней Руси, пишет: «Примесью песка обуславливается матовость поверхности фресковой живописи, не дающая неприятных для зрителя рефлексов, чего и добивались мастера Возрождения. Витрувию нравилось как раз обратное — зеркально блестящий Tectorium (VII, гл. 6).

¹ Успенский, Стенопись Благовещенского собора в Москве.

² В. А. Щавинский, цит. соч., стр. 73.

Остатки этой архаичной техники сохранились в Италии и поныне в родственной фресковому искусству технике: книга VI, гл. 9, Stucco-Lustro. Leon Battista Alberti (De re aedificatoria) описывает приготовление такого левкаса с примесью только волокон изрубленного каната. Употребляется он и поныне в подражаниях мрамору. Русским мастерам необходимо было сохранить совершенно гладкую поверхность, так как значительная часть ее, даже сотни и тысячи квадратных сажен, подвергались золочению листовым золотом»¹.

«Приготовление нижнего левкасного слоя с песком и соломой, — говорит Щавинский, — встречается... лишь в указе одной редакции, где сказано еще, что под такой «и гвоздие не надобно». Судя по другим материалам, для нижнего обычно служил тот же содержащий лен левкас, что и для верхнего слоя. По смоченной обильно водой стене «и полевкасити по гвоздям и по шапкам, а как высохнет ино полевкасити под краски лопатую железною наглухо», — описывает левкашение автор одной из довольно обычных в наших рукописях редакций.

О времени, в течение которого сырой левкас годится для письма, мнения очень расходятся; его определяют от половины рабочего дня до трех с половиной суток»².

Штукатурки на всевозможных наполнителях обнаруживают достаточную долговечность, измеряемую от нескольких сот и свыше 2000 лет (росписи ранних стилей Помпей). Чем было вызвано пренебрежение к естественному песку, кроме желания получить гладкую фактуру в византийских и русских штукатурках, ясных указаний не встречается.

В Киеве, в левом приделе Софийского собора, найдена и расчищена (худ. П. И. Юкиным в 1936 г.) роспись, поверхность которой выглажена почти до степени полировки. Эта роспись отлична от всех других киевских росписей. Судя по мерцающему блеску мелких кристаллов на поверхности росписи, она очень напоминает выглаженную штукатурку из мрамора. Этот образец пока единственный в русской фреске. Напрашивается предположение, что отсутствие мрамора в древней Руси и необходимость получения гладких поверхностей для золочения вызвали стремление применить местные средства и привели к господству штукатурки на одной отощенной обработкой извести с небольшим включением волокна. Кирпичный наполнитель также допускает лощение известкового раствора до блеска, что можно видеть на расчищенных от

¹ В. А. Щавинский, цит. соч., стр. 80.

² Там же, стр. 70.

позднейших наслоений стенах и столбах киевских зданий¹, не покрытых штукатуркой. Но этот метод в дальнейшем также не получил широкого распространения. Возможно, что лощению на кирпиче мешали кривые поверхности арок и сводов. Эйбнер предполагает, что прекращение выглаживания штукатурок (на песке) и исчезновение традиций блестящих отделок римской Кампании в Италии и на Западе имело место потому, что сводчатые кривые поверхности, распространенные в технике раннего средневековья, не давали возможности выглаживать штукатурки при наполнителях, которые были восприняты от этой греко-римской техники.

В последующих практических указаниях по технике штукатурки приемы древнерусских штукатурок под роспись, в которых наполнитель почти не применяется и верхний слой штукатурки делается на одной извести, нами пока не рассматриваются ввиду еще недостаточных экспериментальных материалов по воспроизведению этой техники. На настоящей стадии исследования рекомендовать этот, хотя бы и заслуживающий внимания метод работ мы не можем, так как указанная техника штукатурки без наполнителя не может целиком гарантировать от трещин и отслоений. Требуется дальнейшее изучение и экспериментация над этим интересным приемом работ совместно с художниками, что может дать более определенные результаты.

Проведенные нами в Лаборатории отделочных работ испытания растворов с песчаными наполнителями подтверждают и отчасти объясняют очень старый опыт применения различных наполнителей. Что наиболее интересно, — это совпадение результатов исследований с практикой старой русской строительной техники в получении прочной структуры чрезвычайно устойчивых составов наружных и внутренних штукатурок с кирпичным наполнителем.

Мраморный песок дает в испытаниях худшие показания, чем кварцевый и кирпичный пески. Однако ввиду краткости срока испытаний результаты их не могут еще служить окончательным критерием в выборе наполнителя. Мы знаем, что в древних греко-римских и итальянских фресках мрамор давал в штукатурках очень хорошую структуру. Очевидцы образцов этой штукатурки уподобляют структуру ее мрамору; например Парлянд высказывается таким образом о штукатурке на обломках храмов в Агригенте и Селинунте. В некоторых случаях, когда необходимо создать искрящийся блеск в штукатурке, мы можем достигнуть этого только мраморным наполнителем.

¹ София, Спас-Берестов собор Лавры.







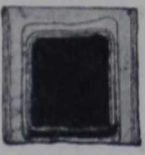
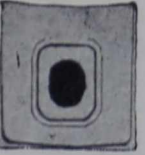
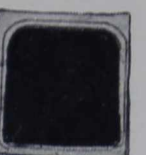
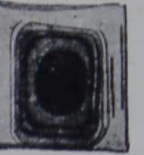



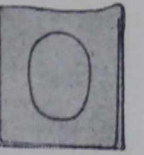

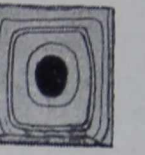
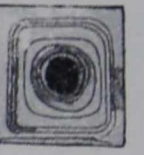
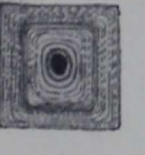
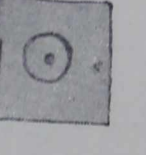
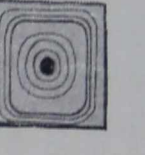
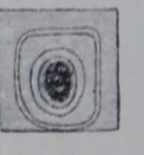
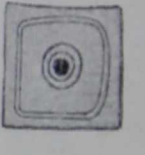
СТРУКТУРА ИЗВЕСТКОВЫХ РАСТВОРОВ

Сравнительная оценка качества известково-песчаных растворов — вопрос наиболее трудный в методическом отношении. Литература по этому вопросу достаточно бедна. Применяемые методы оценки сводились либо к сравнению характеристик обрабатываемости известковых растворов, как-то: пластичности, легкости нанесения на стену, степени легкости той или иной обработки нанесенного раствора и пр., либо к суждению о механической прочности по испытаниям на сжатие, на отрыв от субстрата, на сдвиг. Между тем, качественные особенности строения известковых растворов, зависящие от того или иного сорта наполнителя, пуццоланической добавки, жирности раствора, являются одним из наиболее интересных вопросов выбора и применения того или иного раствора в качестве грунта под роспись. Изменение структурных особенностей известей новых растворов влияет существенным образом на сохранность и долговечность производимых на грунте художественных работ. Как выше упоминалось (глава об известии), при затворении известкового раствора мы должны себе представить известковые зерна равномерно распределенными на поверхности инертного наполнителя, в виде отдельных агрегатов, удерживаемых поверхностью инертного наполнителя за счет абсорбционных сил (рис. 7). При составлении пластичного известкового раствора, благодаря зернистому строению раствора, мы не можем получить тонкого склеивающего слоя. Склеивающий шов будет наполнен агрегированными зернами гидрата, содержащего в себе большое количество связанной воды. Заполнение шва не будет плотным благодаря структурным особенностям агрегированного зерна гидрата. Принимая во внимание периодичность карбонизации агрегированных зерен, мы должны себе представить конечную форму склеивающего шва, в той или иной мере приближающуюся к изображению, приведенному в схеме. Конечная структура склеивающего шва воздушного раствора будет сильно пористой за счет пористости сложения отдельных агрегатов и пористости самих агрегированных зерен. На том же рис. 7 схематично показано идеальное распределение известковых элементарных зерен на инертном наполнителе и образование совершенного склеивающего шва, при последующей карбонизации характеризуемого плотным кристаллическим сростком карбоната.

Интересна работа, проведенная Пшеницыным, Ильиной и Лаврович по изучению карбонизации и капиллярного подсоса известковых растворов различного состава. Оказалось, что карбонизация известковых растворов различна и зависит от природы минерального наполнителя, от введения той или

инной дозировки различных пуццоланических добавок, от консистенции состава и от сорта взятой для составления раствора извести. В то время как обычный известковый раствор с применением в качестве наполнителя обычного кварцевого песка (речного, горного) при карбонизации дает сильно развитую ритмичность, характерную для карбонизации известковых растворов (рис. 9), — наполнители же, приготовленные из кирпичного боя, пемзового песка, туфового песка, сильно уменьшают ритмичность и как бы ускоряют процесс карбонизации. Наиболее ясно это выявилось на образцах с применением в качестве наполнителя кирпичного боя, где карбонизация идет почти без ритмов. Образцы, приготовленные с наполнителями в виде известнякового и мраморного песка, дают картину карбонизации, аналогичную обычному кварцевому песку, т. е. с сильно развитой ритмичностью. Введение активных пуццоланических добавок резко уменьшает ритмичность, и уже 40-процентная добавка брянского трепела в образцах не показывает ритмичности процесса карбонизации, в то время как аналогичные дозировки молотого песка очень незначительно изменяют ритмичность карбонизации образцов известковых растворов в сторону ее уменьшения (рис. 10).

Аналогично добавкам брянского трепела, влияют на ход карбонизации добавки цемянки, цемента и карадагского траса; аналогично добавкам молотого песка, влияет добавка мраморной пыли. Полученные результаты по карбонизации вносят ясность в понимание роли пуццоланических добавок и инертных наполнителей. Как мы уже сказали, агрегированные зерна извести распределяются на поверхности инертного зерна благодаря действию абсорбционных сил (электростатических). Тогда пуццоланические добавки, увеличивая активную поверхность абсорбции во много раз, действуют на агрегированные зерна извести, разделяют их до элементарно возможных, равномерно размещая на своей поверхности. Добавки в виде молотого кварцевого песка хотя и увеличивают активную абсорбирующую поверхность, но столь незначительно, по сравнению с пуццоланическими, что это значительно не отражается на разъединении агрегированных известковых зерен и поэтому карбонизация таких образцов мало отлична от карбонизации образцов без добавки. Добавки в виде мраморной пыли или молотого известкового песка в силу однородного электростатического заряда не представляют собой абсорбционной поверхности, не изменяют агрегированного известкового зерна и поэтому не влияют на характер карбонизации. Примерно таким же образом можно объяснить и влияние наполнителей. Песок, приготовленный из кирпичного боя или пемзы, благодаря своей пористости имеет активную абсорбцион-

Возраст образцов	Н а п о л н и т е л и					
	Люберецкий песок	Кирпичный бой	Туфовый завод	Мраморный песок	Известковый песок	Пемзовый песок
2 месяца						
3 месяца						
5 месяцев						
8 месяцев						

9. Карбонизация известковых растворов с различными наполнителями

ную поверхность за счет разности электрических зарядов зерен кирпичного или пемзового песка и извести. Имеет значение также и внутренний отсос зерном кирпичного песка известковой суспензии, что влияет на понижение жирности известкового раствора с кирпичным песком.


























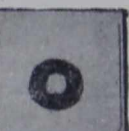
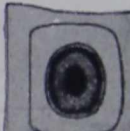
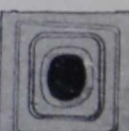
Чем больше развито агрегированное зерно, тем больше должна быть развита ритмичность благодаря периодичности карбонизации зерна. Чем меньше развито агрегированное известковое зерно, тем меньше надо повторяться периодов для полной карбонизации зерна. Более глубокое понимание микроструктуры известкового раствора мы получим при сопоставлении полученных по карбонизации результатов с данными капиллярного подсоса. Измерение капиллярного подсоса непосредственно учитывает капиллярную пористость минерального клея (извести), склеивающего инертные зерна, так как грубые поры и вакуоли в капиллярном подсосе не принимают участия.

Измерение капиллярного подсоса сводится к следующему¹: испытуемый образец, в виде куба или цилиндра (величина ребра 7—10 см), снабжается с одной стороны асбестовым фитилем, равномерно расположенным на одной грани и оканчивающимся в мерном двухтублусном (рис. 14) цилиндре. Для избежания испарения воды с фитиля он снабжается стеклянной трубкой, укрепляемой с одного конца в мерном цилиндре при помощи резиновой пробки. Пять граней образца с поверхности изолируются путем парафинирования, шестая грань, противоположная грани, снабженной фитилем, остается открытой для аэрации и испарения, подтягиваемой капиллярами воды. После такой обработки образец устанавливается в специальном штативе. Мерный цилиндр заполняется водой, и производится отсчет поглощаемой образцом за время наблюдения воды. Количество подсасываемой воды относится к единице аэрируемой площади (1 дм²). Полученные данные наносят на график зависимости количества поглощаемой воды на единицу площади от времени.

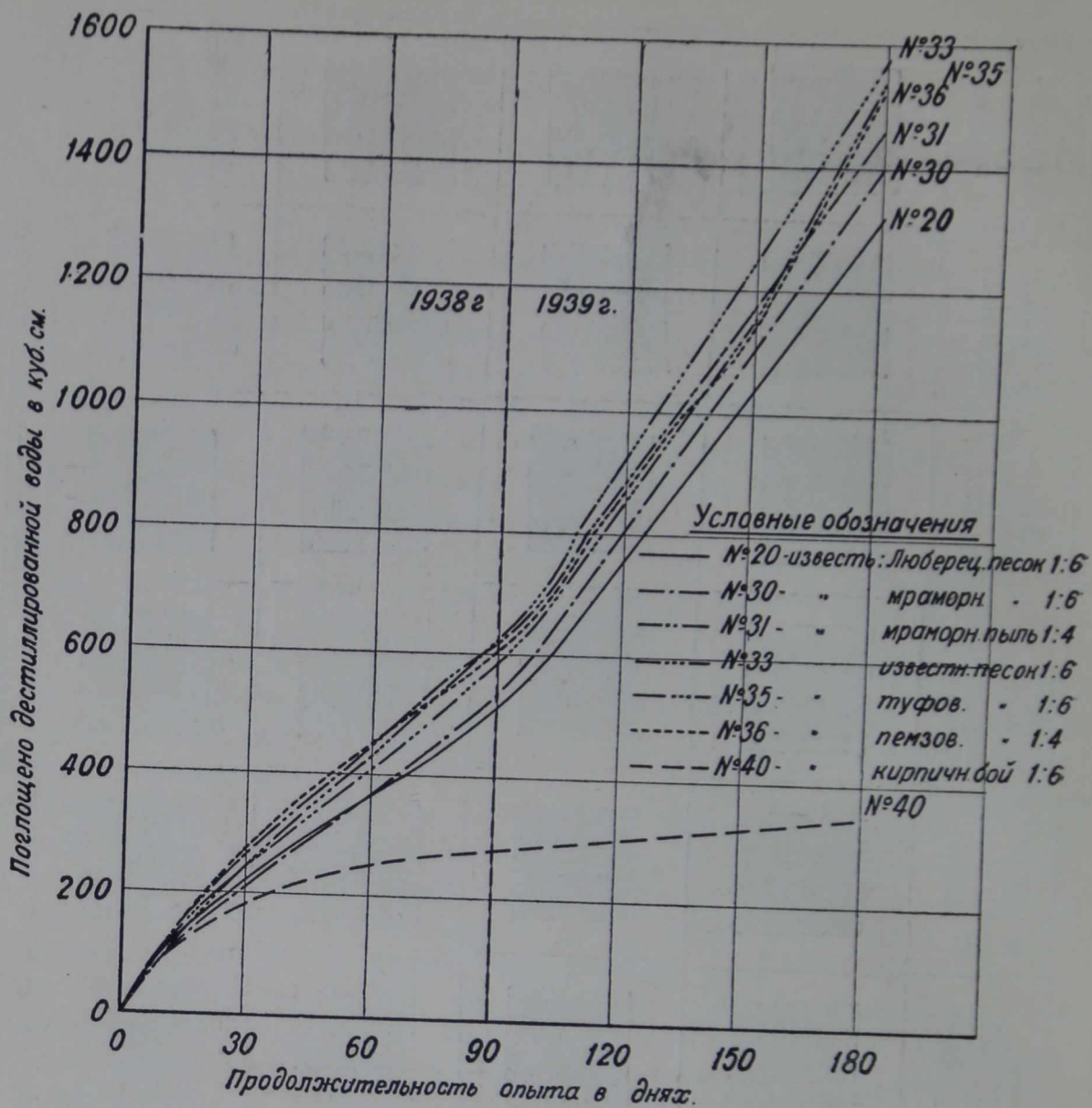
Чем больше развита капиллярная пористость, тем интенсивнее процесс подсоса.

Измерение капиллярного подсоса в образцах известковых растворов с различными наполнителями показывает, что наименьшей скоростью подсоса обладает образец с песком, полученным из кирпичного боя, и с кварцевым песком. Образцы с мраморным песком и с известняковым песком дают более высокие показатели. Большую скорость подсоса показывают

¹ Подробно см. Пшеницын, Ильина. Журн. «Строительная промышленность», № 13—14, 1937 г.; журн. «Цемент», №№ 8, 9, 1938 г.

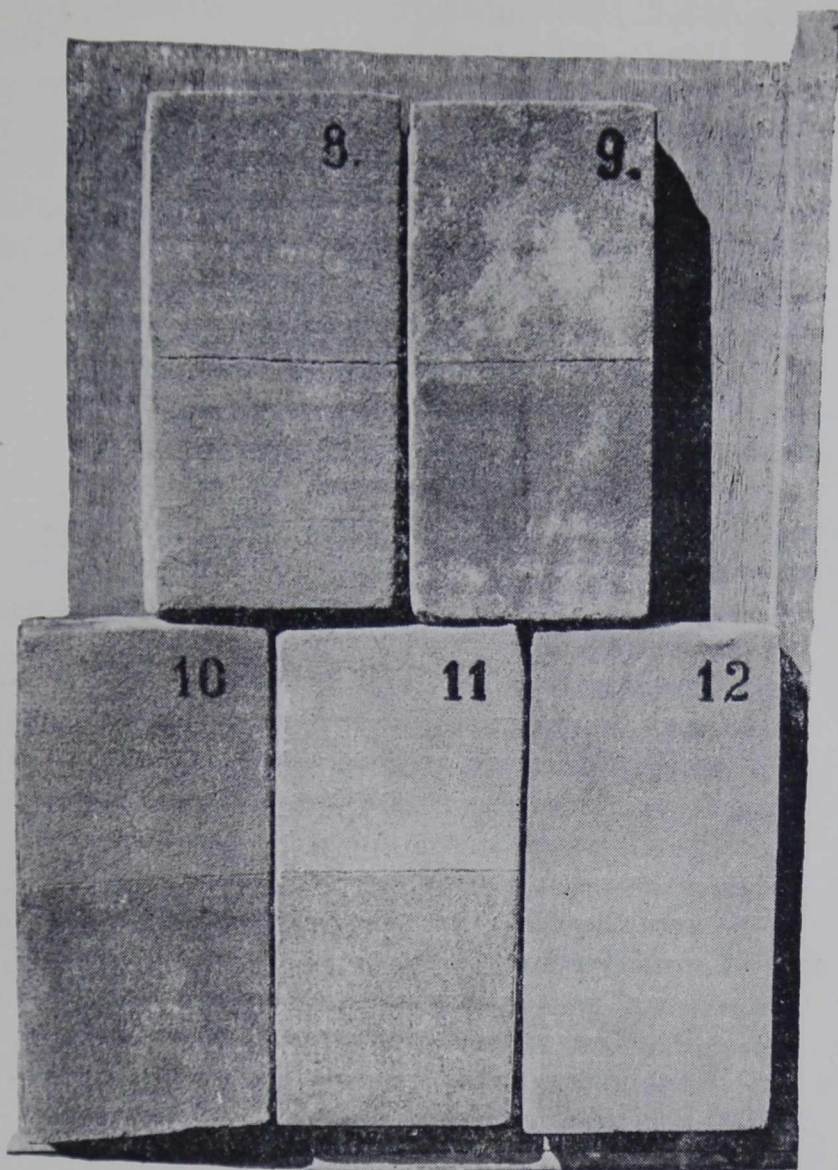
Возраст образцов	Д о б а в к и						
	Без добавки	20% молотого песка	20% мраморной пыли	20% Брянского портланд-цемента	20% Брянского трепела	20% цемянки	20% Карадагского грасса
2 месяца							
3 месяца							
5 месяцев							
8 месяцев							

10. Влияние различных пуццоланических добавок на карбонизацию известковых растворов



11. Капиллярный подсос известковых растворов с различными наполнителями

также образцы с добавками молотого песка и мраморной пыли, по сравнению с образцами без добавок. Жирные составы растворов 1:2, 1:4 имеют большую скорость подсоса, чем тощие составы. Приведенные данные по измерениям капиллярного подсоса объясняются структурой склеивающего шва. Наполнители, имеющие активную абсорбционную поверхность (кварцевые, силикатные) по отношению к извести, ориентируют зерна последней на своей поверхности, образуют более плотный кристаллический сросток между двумя инертными зернами, обладающий меньшей капиллярностью. Наполнители, не обладающие активной абсорбционной поверхностью (известковые и мраморные), не ориентируют на своей



12. Образцы штукатурок из растворов различной жирности после испытаний на подсос воды

поверхности зерен извести, в силу чего склеивающий шов обладает рыхлой структурой с развитой капиллярностью. Чем тоньше склеивающий шов, тем совершеннее структура известкового раствора, тем меньшей капиллярной пористостью он обладает. Наполнители со сквозной пористостью (кирпичный песок) за счет внутреннего отсоса излишней извести обеспечивают образование весьма тонкого шва и поэтому дают меньшие показания скорости капиллярного подсоса. Пуццоланические добавки, а также тонкомолотые силикатные добавки хотя и абсорбируют на своей поверхности зерна извести, но увеличивают толщину склеивающего шва. Как мы видим по данным карбонизации, активные гидравлические добавки (тре-

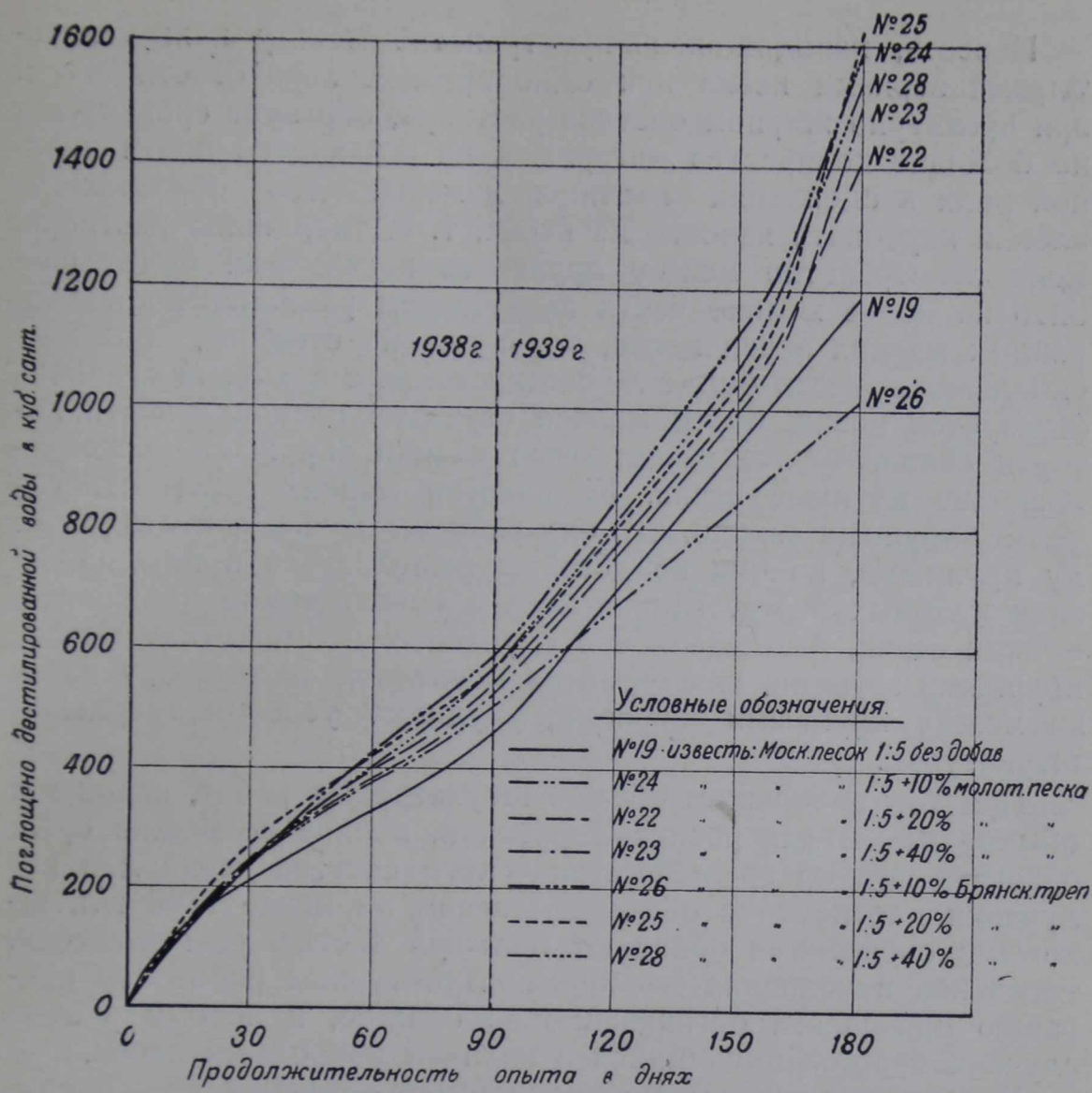
пел, цемянка) даже разъединяют агрегированные зерна извести, что безусловно является положительным фактором, но одновременно сильно увеличивают толщину склеивающего шва, что влияет отрицательно на условия построения совершенной структуры. В последнем случае между инертными зернами получается толстый шов, обладающий большой капиллярной пористостью, что подтверждается увеличением скорости капиллярного подсоса. Это характерно как для активных добавок по отношению к извести, так и для неактивных (мраморная пудра), так как они образуют один и тот же дефект — увеличивают толщину склеивающего шва.

Изучение структуры известковых растворов и их физических констант должно пролить свет на вопросы выбора и проектирования совершенных, обладающих большой устойчивостью известковых растворов, подобных тем, которые сохранились до нашего времени на памятниках древнего искусства.

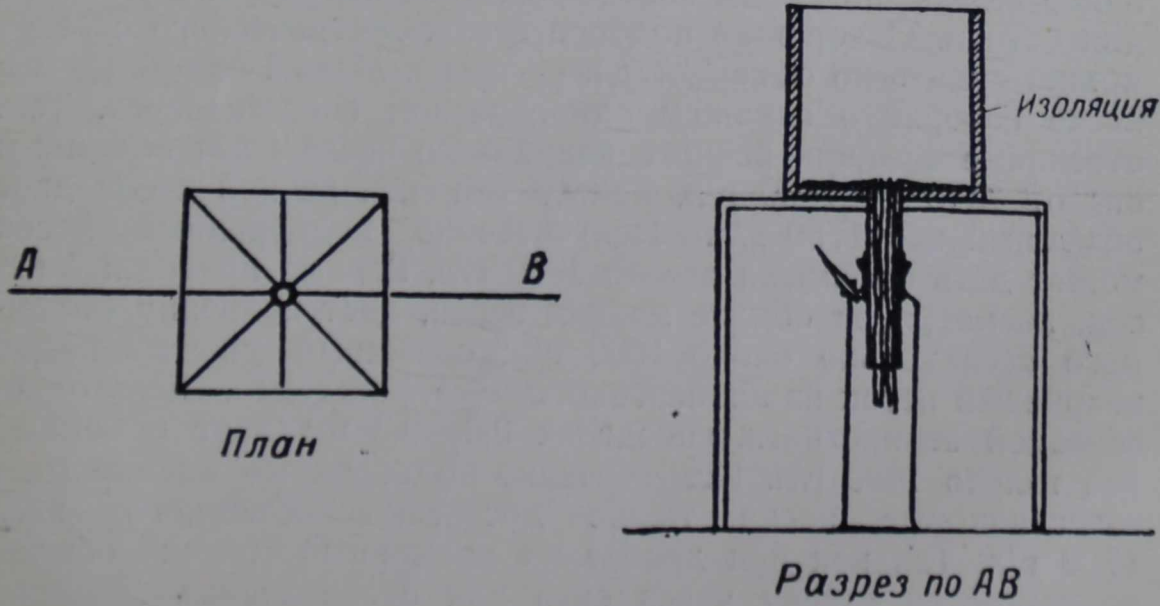
Выбор наполнителя для нижних слоев штукатурки и для верхнего слоя (накрывки) непосредственно под роспись должен производиться различно. Нижним слоям штукатурки предъявляются лишь технические требования — удобства нанесения и последовательной устойчивости. К накрывке должны быть предъявлены и художественные требования — различной фактуры, той или иной чистоты тона, а иногда и блеска кристаллов наполнителя. В нижних слоях штукатурки как в прежние эпохи, так и в современной технике предпочитается минеральный наполнитель — песок. Однако и в настоящее время для нанесения штукатурки по деревянному держателю или по металлической сетке рекомендуется примесь волокна — телячьего волоса или древесной фибры.

Величина наиболее крупных фракций песка предопределяется условиями наложения штукатурки — пластичностью и фактурой. Практически крупность зерен песка редко превышает 2,5—2 мм. Значительное наличие крупных зерен в песке необходимо для создания шероховатой поверхности штукатурки в целях сцепления со стеной и с последующими слоями раствора. Крупные зерна в накрывочном слое необходимы для образования зернистой фактуры. Всякий песок должен состоять из смешения мелких и крупных зерен с преобладанием зерен средней величины. Рациональный подбор зернового состава песка для получения наибольшей плотности наполнителя создает лучшие условия твердения штукатурки и их дальнейшей службы.

Однообразие зернового состава создает большое количество пустот в песке, что можно видеть по их объемному весу в таблице 4 (стр. 69).



13. Капиллярный подсос растворов с добавками



14. Схема установки для испытаний на капиллярный подсос

Известь, находящаяся в пространстве между каждыми четырьмя зернами песка при однообразной зернистости его и при чрезмерно жирном составе раствора, образует сравнительно большие количества материала, не играющего почти никакой роли в сцеплении песчинок и мешающего образованию пленки карбоната извести на песке, т. е. твердению раствора. Если пространство между крупными песчинками будет разбито на более мелкие части включением рационально подобранных мелких зерен песка, то, с одной стороны, большие скопления извести будут ликвидированы, а с другой стороны, образуется новая, более мелкая сетка из пленок извести, которая свяжет теснее известковые пленки, окружающие и склеивающие крупные зерна. Количество мелких зерен относительно крупных таково, что они размещаются в пустотах между крупными, но они не должны размещаться в плоскостях спая крупных зерен. Вот почему преувеличенное количество мелких зерен, размещенное в случайных промежутках между крупными зернами, раздвигая их и увеличивая толщину пленки между крупными зернами, ухудшает условия твердения штукатурки.

При том небольшом объеме штукатурных работ, какой мы обычно имеем для росписей фреской, вполне возможно организовать подбор гранулометрического состава песка для получения плотности с объемным весом не менее 1700 г/л, каковыми свойствами обладают большей частью речные пески, тогда как в условиях массовых штукатурных работ эту операцию произвести организационно сложно, и потому в этих случаях берется имеющийся в наличии природный песок.

Руководствуясь изложенными выше объяснениями, следует брать песок такого гранулометрического состава, который будет близок по своим соотношениям к подбору наполнителя для бетона. О хорошем подборе гранулометрического состава можно судить по объемному весу песка. Малый объемный вес песка говорит о слишком однообразном составе зерен. Так, отсеянные фракции речного кварцевого песка дают объемный вес от 1300 до 1500 г/л, между тем как речной песок дает объемный вес 1750 г/л. Искусственно подобранный песок может дать объемный вес до 1900 г/л. Горный природный песок, несмотря на обилие мелких зерен, дает величину объемного веса только около 1600 г/л; овражный чистый белый кварцевый песок из Люберецкого месторождения, очень однообразной зернистости, в пределах 0,6—0,3 мм дает объемный вес только 1480 г/л. Искусственно подобранные мраморные и известняковые пески также достигают объемного веса 1700 г/л. Так как при дроблении мраморный песок обычно подвергается отсеvu через сита для отсортировки крайних

фракций, примерно 2,5—1,2 мм в верхней фракции и в нижней 0,5—0,15 мм, то мраморный песок без специального подбора дает объемный вес около 1400 г/л.

Выводы

1. В качестве отошающих материалов для нижних слоев высококачественных штукатурок должны быть выбраны крупнозернистые пески с плотным подбором гранулометрического состава, каковому требованию удовлетворяет москворецкий песок и многие другие речные пески. Песок должен быть свободен от растворимых солей и органических примесей, что может быть легко достигнуто выбором наиболее чистых залегающих песка и последующей его промывкой. Как и в обычных песках, применяемых для бетонных работ, в песках для штукатурок не должно быть более 5% глинистых примесей.

2. Для штукатурных грунтов, наносимых на пористые керамические поверхности, нет надобности искать каких-либо искусственных песков; для Москвы вполне можно рекомендовать обычные москворецкие пески, взятые из карьеров верхнего течения Москвы-реки, удаленных от загрязнения промышленными и городскими водами. Достаточно хорошие пески имеются в Поволжье, на Дону, на Днепре и на других крупных реках СССР.

Песок объемного веса не ниже 1700 г/л будет достаточно удовлетворителен по составу; однако добавка к этому песку небольшого количества (от 25 до 30%) кирпичного песка или 5—10% асбеста 6—7-го сорта может улучшить условия твердения штукатурок.

3. При покрытии штукатуркой бетонных поверхностей, особенно горизонтальных и наклонных, более рационально взять наполнитель из дробленого кирпича, вернее из дробленых тонкостенных керамических изделий типа черепицы, например из бракованных пустотелых керамических блоков. Эти изделия имеют преимущества перед кирпичом, так как они более хорошо обожжены и предохранены от примеси как растворимых солей, так и включений недостаточно обожженной глины.

В местных условиях может быть применена в качестве наполнителя пемза, при условии хорошей ее отсортировки от пылевидных частиц.

4. При выборе наполнителей для верхних слоев штукатурки под роспись (накрывки), помимо требований достаточной структурной устойчивости, преобладающее значение для выбора наполнителей имеют художественные требования к фактуре штукатурки.

В тех случаях, когда не требуется вполне гладкой, почти полированной поверхности, которая наиболее удачно получается с мраморным наполнителем, следует применять керамический наполнитель при соответствующем подборе его зерен. Песок из дробленых керамических материалов дает розовую окраску; если такая окраска вызывает неудобства, необходимо применять специальные керамические изделия белого цвета, например бой неглазурованных пористых керамических плиток. Кварцевый песок при своих достаточно высоких технологических качествах дает в то же время при надлежащем подборе крупностей равномерную шероховатую фактуру, очень удобную для нанесения красок щетинной кистью. Наиболее подходящей по чистоте, почти белому цвету и равномерности является фактура на белом кварцевом песке, какой имеется в подмосковном месторождении — в Люберцах, в Рублеве, на Ленинских горах — и на отсыпях многих рек СССР (Волги, Днепра и т. д.).

Гранулометрический состав люберецкого песка приведен в таблице 4. Ввиду слишком большого объема пустот в этом песке (46%) желательно добавлять в раствор небольшое количество асбеста 6—7-го сорта, до 10% от количества песка. Однако примешивать асбест нужно не к песку, а к извести, до общего перемешивания раствора.

5. К мраморному песку применимы те же принципы подбора гранулометрического состава, о которых говорилось выше, в главе о наполнителях.

В накрывке применимы четыре сорта наполнителя, в зависимости от желаемой фактуры. Наиболее зернистая, с хорошим мерцающим блеском фактура получается при крупности зерен мрамора от 2,5 до 0,15 мм, более мелкий и равномерный по зернистости мраморный песок, крупностью от 1,2 до 0,15 мм, с преобладанием зерен от 0,6 до 0,3 мм, дает фактуру, близкую к той, которая создается мелким кварцевым песком типа люберецкого, но при мраморном песке белый цвет получается более чистым, с искрящимся блеском. Кристаллы кварца, достаточно прозрачные, дают также хорошую глубину тона штукатурки. Этот же сорт наполнителя применим и для гладких штукатурок с неполным заглаживанием пор. Наконец, на совершенно гладкие накрывки, в целях получения полированных поверхностей, необходимо применение мраморного песка с дополнительным накрывочным слоем — шпаклевкой, состоящей из извести и мраморной пыли, крупность зерен которой должна быть менее 0,15 мм.

6. Чем мельче наполнитель, тем труднее обеспечить хорошее перемешивание песка с известью, тем более нужно извести на обмазку зерен для получения плотного и устойчивого

Ситовой анализ песков

Размер отверстий сита (в мм)	Остаток на ситах (в %)						Объемн. вес (кг/л)	Объем пустот (%)
	2,5	-2,5+1,2	-1,2+0,6	-0,6+0,3	-0,3+0,15	-0,15		
Сорт песка								
Речной	8,7	8	41,7	38	1	1,1	1,745	35
Речной искусственно-отсортированный	—	—	57,2	28,6	14,5	—	1,795	33,5
»	—	25	50	25	—	—	1,840	32
»	—	12,5	37,5	25	12,5	12,5	1,980	26,5
Горный	0	0,8	19,6	72,2	3,5	2,5	1,655	39
Люберецкий	—	—	0,5	93	4,5	0,6	1,450	46,5
Кирпичный	—	26,5	30	12	4,5	25	1,400	30
Мраморная мука	—	27,75	14,5	16,25	11,23	29,95	1,845	31
Мраморный искусственный песок	—	—	15	30	15	40	1,875	29,5
»	—	—	54	24	4	18	1,650	38

грунта под роспись. Поэтому употребление мелких наполнителей необходимо по возможности ограничивать специальными случаями гладких штукатурок. Контроль качества растворов в этих случаях должен быть более строгим.

5. ВЫБОР СОСТАВОВ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ДЛЯ ШТУКАТУРКИ

А. Состав растворов

Составы растворов для штукатурки под роспись не имеют почти никаких особенностей по сравнению с обычными высокосортными штукатурками.

Самым важным моментом в составлении растворов является выбор рационального соотношения между вяжущим и наполнителем, т. е. известковым тестом и песком.

Старые источники рекомендуют чаще всего соотношения 1:2 по объему. Однако в некоторых случаях встречаются и соотношения более тощие. Так, Витрувий рекомендует брать на одну часть извести две части горного или три части речного песка, т. е. состав, аналогичный довольно плотному бетону. Альберти говорит, что старая известь требует в два

раза больше песка, чем свежая, не указывая соотношения. В очень многих случаях упоминается о влиянии жирности извести на количество добавляемого песка, но численное соотношение почти всегда указывается 1 : 2.

Современная, как наша, так и американская, практика применяет, наоборот, более умеренные составы, в пределах объемных соотношений от 1 : 2,5 до 1 : 3. Все наши исследования в течение 1938—1939 гг. подтверждают преимущества до известного предела тощих штукатурок перед жирными. В штукатурках массового характера не всегда возможно применение штукатурки тощей вследствие замедления перемешивания раствора и вследствие ее меньшей пластичности и, следовательно, трудности нанесения. При небольших объемах работ указанные трудности не существенны. Для извести, приготовляемой из мрамора, очень жирной и пластичной, состав 1 : 2 явно не пригоден. При обыкновенном составе песка с объемным весом 1500 г/л для мраморного песка вполне рационально весовое соотношение 1 : 3. Для более плотных песков с объемным весом 1700—1800 г/л более правильным будет соотношение от 1 : 3,0 до 1 : 3,5.

Изучение карбонизации штукатурки показывает, что карбонизация идет наиболее быстро в глубину при тощих пористых штукатурках и медленно при плотных жирных составах. Некоторое уменьшение количества извести в растворе не отразится на работе художников. В тощих штукатурках гораздо меньше опасности появления трещин, чем в жирных. Уплотнение составов с недостатком извести в пустотах происходит более совершенно, так как при утрамбовывании штукатурки лишняя известь свободно размещается в крупных пустотах наполнителя, давая возможность максимально близко сдвинуть зерна песка и получить тонкую пленку склеивающего шва.

Основным показателем количества извести в растворе должен быть объем пустот песка. Для нижних слоев штукатурки при крупнозернистом наполнителе количество извести должно быть несколько меньше объема пустот песка. Для накрывки из наполнителя средней крупности с зернами 1,2—0,6 мм количество извести может быть равно объему пустот.

Наконец, для мелкого наполнителя, применяемого для гладких штукатурок с крупностью зерен мельче 0,6 мм, количество извести должно превышать объем пустот на 10—15%. В составах штукатурок, предназначенных для окончательного выглаживания и состоящих из извести и мраморной пыли, соотношение их должно находиться в пределах от 1 : 1,5 до 1 : 1. Расчет должен вестись на известковое тесто нормаль-

ной густоты, которая определяется влагоемкостью извести 50—55% (для мраморной извести 61%). Количество дисперсных добавок в виде пуццолана, цемянки и, наконец, мелкого асбеста включается в количество вяжущего. Но в этом случае известь должна считаться не жирной и соотношение вяжущего и песка должно быть близко к 1 : 2,5—1,3.

Следующим важным фактором при составлении раствора является его консистенция, зависящая от количества воды, добавляемой к извести. Современная практика дает очень жидкие составы штукатурки, удобные для быстрого набрасывания раствора. Для наших целей более удобен американский метод нанесения раствора на стены намазыванием, могут быть применены более густые растворы. Результаты испытаний по проверке раствора на густоту показывают, что наиболее благоприятные результаты по прочности дает незначительная добавка воды к нормальной влажности тесту, в пределах 3—5%. Эксперименты наложения штукатурок густого раствора без добавки воды при очень длительном перемешивании показывают, что с трудом намазываемые густые растворы хорошо сцепляются с кладкой и в первые же дни дают очень прочную корку на поверхности штукатурки. }

Сведения о штукатурной технике древности также подтверждают употребление густой консистенции растворов. Ряд авторов считает, что правильность консистенции достигнута, когда лезвие железной лопатки выходит из хорошо перемешанного раствора совершенно чистым. Другой показатель состоит в том, что лопатка, воткнутая в раствор, не должна падать.

Удобным показателем рабочей консистенции раствора может служить осадка цилиндра Сутарда¹. Высота осадки для густого раствора примерно должна равняться 10—12 мм.

В фресковой технике могут получить распространение цветные штукатурки, создающие своим верхним цветным слоем основной фон картины. Создание фона возможно в несколько тонов, особенно, если они соответствуют определенным, ограниченным участкам композиции. }

Создание цветного фона может в ряде случаев облегчить задачу художника, создав ему возможность дополнить тон лишь соответствующими штрихами или лессировочными ча-

¹ Толстостенный медный или стальной шлифованный цилиндр диаметром 50 мм и высотой 100 мм устанавливается на стеклянной подставке. После набивки раствором цилиндр приподнимается по двум направляющим, и на стекле остается цилиндрок раствора, высота осадки которого изменяется в миллиметрах.

стичными покрытиями, сосредоточив внимание на основных частях композиции.

Создание цвета в верхнем слое штукатурки почти не вносит новых операций в приготовление растворов и тем более в выполнение штукатурки из готового раствора. Краска вводится в известковое тесто до перемешивания его с наполнителем. Сорты краски для цветной штукатурки те же, что и для росписи.

Дозировка извести и краски должна быть выполнена по весу совершенно точно. Подбор тона осуществим несколькими пробами¹. Количество краски обычно колеблется от 0,5 до 10—15%, краска вводится в известь в виде растертой на воде пасты и перемешивается с известью путем пропускания смеси известкового теста и красочной пасты через мелкое сито с величиной отверстий 0,5—0,3 мм.

Если накрывка делается в два слоя, с верхним слоем в виде тонкой затирки для получения выглаженной поверхности, то лучше сделать цветными оба слоя накрывки, чтобы не получить при выглаживании просветов первого слоя.

Выводы

1. Для нижних слоев штукатурки состав раствора из речного песка и жирной извести должен быть таков, чтобы известковое тесто нормальной влажности не превышало объема пустот в песке, а, наоборот, было несколько меньше его. При объемном весе песка 1700—1800 г/л весовое соотношение (известковое тесто: песок) примерно равняется 1 : 2,5—1 : 3,5.
2. Влажность известкового теста для песчаного наполнителя приемлема около 55—63%; при сухом кирпичном наполнителе количество воды должно быть увеличено до 78—80%.
3. Для накрывочного слоя с мелким кварцевым и мраморным песком количество извести должно равняться объему пустот в песке, т. е. соотношение должно быть в пределах 1 : 2—1 : 3.
4. Для шлифованных и полированных поверхностей берется состав второй накрывки из извести-теста и мраморной пыли в объемном соотношении 1 : 1,5 или из извести и асбеста по весу 1 : 0,25.
5. Песок должен быть максимально плотным, т. е. объемный вес его должен быть не менее 1600 г/л.

¹ См. брошюру Галактионова, Цветные известково-песчаные штукатурки или Крестова, Штукатурка-сграффито. Изд-во ВАА, 1938 г.

6. Асбест добавляется в случае надобности при песках малой плотности в количестве от 0,10 до 0,20 части от количества извести-теста.

7. Цветные накрывки должны составляться по тем же правилам, как и в фасадных цветных штукатурках.

Б. Способ перемешивания растворов

Перемешивание извести с песком должно обеспечить равномерное распределение извести в песке и полное обволакивание зерен песка известковым тестом. Следует отказаться от ручного перемешивания растворов в ящиках, ввиду трудности контроля. Для этой цели вполне подходит корытная мешалка типа Вернера, емкость которой должна соответствовать масштабу работ. Так как густые известковые растворы (без гидравлических добавок) могут сохраняться в продолжение нескольких дней, не расслаиваясь и не теряя своих вяжущих свойств, то возможно применить и обычные строительные мешалки, заготавливая раствор с запасом на 1—3 дня. Продолжительность перемешивания раствора должна быть не менее 20 мин. При длительном перемешивании растворов их консистенция становится более вязкой и пластичность увеличивается, осадка цилиндра, естественно, при этом уменьшается. Это объясняется тем, что в первый период перемешивания раствора не все зерна песка обмазаны известью, и раствор имеет комковатый вид вследствие плохого склеивания песка. При смоченном песке раствор может казаться жидким, а если в раствор не добавляется воды, то, наоборот, сухим. При длительном перемешивании известь более равномерно распределяется между зернами песка. В процессе перемешивания густое известковое тесто более совершенно обволакивает зерна песка тонкой пленкой, которая более клейка, чем была первоначально при крупных включениях извести в песок в первый период перемешивания. Вследствие большой клейкости тонких пленок извести хорошо перемешанный раствор становится более пластичным, т. е. хорошо размазывается, в то же время текучесть его от перемешивания уменьшается.

Влияние времени перемешивания раствора было проверено на лабораторной растворомешалке Вернера. Сначала раствор был перемешан вручную, консистенция при этом измерялась осадкой цилиндра. При дальнейшем перемешивании консистенция проверялась через каждые 20 мин. При перемешивании в течение 20 мин. первоначальная осадка цилиндра с 8 мм уменьшилась до 4 мм, а через 60 мин. перемешивания осадки

почти не обнаруживалось. Для приведения консистенции к одному показателю необходимо было прибавлять к раствору дополнительное количество воды от 2 до 7%. Перемешивание с помощью площадочного вибратора с количеством колебаний 2500 в минуту не дало каких-либо преимуществ по сравнению с растворомешалкой.

Выводы

1. Перемешивание раствора производится в растворомешалке с активным побуждением (СМ150 или Вернера).
2. Срок перемешивания не менее 20 мин.
3. Готовый густой раствор без гидравлических добавок может сохраниться 2—3 дня при предохранении от высыхания.
4. Известь-тесто для раствора заблаговременно изготавливается такой влажности, чтобы не добавлять воду в растворомешалку.

6. ВЫПОЛНЕНИЕ ШТУКАТУРОК

Нижний слой штукатурки под фреску наносится заблаговременно с тем, чтобы окончательно подготовить поверхность для нанесения верхнего слоя под роспись. Роль этого подготовительного слоя состоит, с одной стороны, в выравнивании неровностей стены, с другой стороны, в создании для верхнего слоя регулирующей среды, которая достаточно равномерно отнимала бы от накрывочного слоя лишнюю воду, но не так жадно, как это делает стена из кирпича. Всасывание воды из накрывки играет и вспомогательную роль для лучшего сцепления слоев штукатурки между собой. Если этот последний слой очень жадно всасывает воду, то свежее наносимый слой чрезмерно быстро густеет, теряет пластичность и тем создает трудности для обработки. При быстром высыхании штукатурного слоя он растрескивается. Заделать же трещины в пересохшем слое почти невозможно.

Наоборот, когда основание всасывает плохо (бетон) или совсем не всасывает (изоляция), то нижний слой штукатурки является регулятором влажности верхних слоев. Сам же нижний слой при наложении должен обладать небольшим количеством влаги, иначе его трудно обработать уплотнением, и эта лишняя влага, долго не удаляющаяся из раствора, ослабляет структуру штукатурки. Если нельзя избежать нанесения штукатурки на бетон, необходимо за несколько дней до нанесения штукатурного слоя обрызгать поверхность бетона

тонким слоем известково-цементного раствора 1 : 1 : 5 с крупным песком.

Количество слоев

Количество слоев штукатурки под фреску и вообще под роспись колеблется в разных школах живописи от одного до девяти. В трактате Витрувия рекомендуется семь слоев, из них четыре подготовительных и три отделочных. Альберти во второй книге своего сочинения об архитектуре говорит о том, что старые мастера применяли до девяти слоев. Однако современники Альберти применяли лишь три слоя. В древнерусской технике встречаются штукатурки и в два и в один слой. В раскопках южных городов СССР встречаются очень тонкие штукатурки по камню в один слой.

В штукатурке XV в. на паперти Благовещенского собора в Московском кремле, по словам Забелина, «...оба слоя имели толщину в $1\frac{1}{2}$ вершка, а местами и больше. Левкас держался на гвоздях длиной в вершок, с широкими горбоватыми шляпками, вбитых по швам кирпичной кладки. Левкас наносился для каждого изображения отдельно, что видно по стыкам левкаса между изображениями. Это указывает на то, что краски наносились по сырому еще левкасу, что заметно еще и по характеру самой живописи»¹.

Основное требование при выполнении штукатурных слоев — создать условия устойчивости их для сохранения художественной росписи. Это требование зависит от правильного соотношения составляющих штукатурку частей и от создания возможности быстрой и полной карбонизации. По нашим опытам, существо вопроса устойчивости штукатурки зависит не только от толщины и количества слоев штукатурки, но и от обеспечения возможности глубокого проникновения карбонизации. Количество же слоев зависит от различных конструктивных условий покрывающих штукатурку ограждений. В работе Парланда «Архитектурные декорации в Италии» (т. I) при разборе различных стилей техники художественной росписи Помпей и римской Кампании указывается, что толщина штукатурки зависела от неровностей стен, сложенных из плохо отесанного камня. Сводчатые поверхности средневековых памятников, покрывающихся почти сплошь росписями, при несовершенстве как сводов, так и стен и столбов вынуждали делать очень толстые наметы. Необходимость покрывать толстыми штукатурками сводчатые покрытия, вероятно, и вы-

¹ В. А. Шавинский, цит. соч., стр. 73.

звала стремление облегчить вес штукатурки заменой обычного песка кирпичным песком с соломой и пенькой. Само по себе нанесение чрезмерно толстой штукатурки за один прием чрезвычайно трудно и повлекло бы за собой образование как внутренних, так и наружных трещин. Естественно поэтому, что в древнем Риме выработался опыт многослойных штукатурок. У ряда исследователей (Эйбнера, Бергера, Винкельмана и др.) имеются указания, что в раскопках Помпей и Геркуланума встречаются как плохие, так и хорошие штукатурки. В работах этих исследователей указывается, что многослойные штукатурки с мраморными наполнителями применялись только в случаях особо высокосортных отделок. Мало вероятно, чтобы толстые однослойные штукатурки русской техники с пенькой и соломой могли быть выполнены за один прием. Вероятнее всего, они наносились медленно, путем постепенного набрасывания не слоями, а последовательными бросками кусков штукатурки, без разравнивания их в виде слоев. Каждый последующий бросок такой вязкой штукатурки на пеньке можно производить только после того, как предыдущий потерял уже свою пластичность вследствие всасывания воды и усадочные трещины смяты трамбовкой. Твердение таких плотных штукатурок без песка, образующего поры, должно было продолжаться очень длительный период.

Во время отсоса излишка воды в штукатурке происходят явления усадки и, как следствие их, трещины. Эти трещины легко заделываются путем смятия раствора штукатурными инструментами. Часто эти трещины остаются незамеченными при толстом намете, так как они заделываются в этом случае только с поверхности и нажим лопатки не доходит до нижней части слоя. При намете штукатурки тонким слоем, кроме трещин, легко появляются и отслоения в районе трещин и сдвиг намета штукатурки. При этом сдвиге нарушается сцепление слоя со стеной.

Тонкие однослойные наметы хотя технически и выполнены, но нежелательны по причине трудности обеспечения хорошего качества штукатурки.

Однослойная штукатурка была бы целесообразна при нанесении на совершенно ровную поверхность из достаточно пористого камня — туфа, известняка, керамики и т. п., при условии кладки из этого камня с очень тонкими швами. Тонкие слои штукатурок под росписи обнаружены, как уже говорилось, при раскопках в районе Керчи, в катакомбах эпохи первых веков христианства.

Все эти соображения говорят за применение штукатурок средней толщины, в пределах от 20 до 40 мм, в зависимости

от степени неровности стены. Количество слоев зависит главным образом от необходимой толщины штукатурки. Наименьшее количество слоев для толщины 20 мм — три. Каждые следующие 10 мм толщины должны вызвать увеличение количества слоев на один.

Следовательно, нормальное количество слоев штукатурного грунта, выполняемого заблаговременно, — два-три. Эти три слоя наносятся в течение одного-двух дней с тем, чтобы каждый слой перед нанесением следующего успел подсохнуть. Этот штукатурный грунт делают шероховатым и достаточно пористым и выдерживают его до нанесения накрывки столько, сколько позволяют организационные условия, но не менее 12 дней. Выдерживание штукатурки должно проходить в условиях нормальной вентиляции, без сильного сквозняка, а при очень сухой погоде с легким увлажнением — путем обрызгивания штукатурки.

Штукатурные слои непосредственно под роспись (накрывка) выполняются перед самым началом росписи и делаются в один, два и три слоя. То или иное решение зависит, с одной стороны, от индивидуальных запросов художников, с другой стороны, от возможностей получения той или иной заданной фактуры.

Один слой накрывки под роспись нежелательно делать толще 8—10 мм по причинам, изложенным выше. Однако, чем тоньше слой штукатурки, назначенной питать красочный слой росписи раствором извести для закрепления зерен краски на поверхности штукатурки, тем хуже закрепляется краска и тем короче срок для выполнения росписи данного фрагмента штукатурки. Поэтому лучше, для того чтобы увеличить закрепляющую мощность свежего штукатурного слоя, сделать накрывку в два или даже в три слоя. Это особенно важно при необходимости сделать поверхность штукатурки гладкой или полированной. Для этого необходимо употреблять для самого верхнего слоя мелкий песок. Но чем мельче песок, тем тоньше должны быть слои, чтобы избежать появления трещин.

Для получения шероховатой фактуры возможно накрывку сделать в один слой, применяя в этом случае, как говорилось выше, песок с зернами до 2,5 мм. Для мелкозернистой фактуры желательно положить первый слой из более крупного песка толщиной слоя около 8 мм. Второй слой наносится по шероховатой поверхности первого слоя толщиной 4—5 мм с более мелким песком.

Для получения совершенно гладкой поверхности второй слой накрывки следует покрыть третьим слоем из извести и

каменной пыли, толщиной слоя, заравнивающей только поры предыдущего слоя. Этот последний слой аналогичен шпаклевке. Он наносится после того, как второй слой слегка подсохнет, что можно распознать по полному пропаданию блеска — поверхностной сырости — и по полной потере пластичности раствора.

Первые два слоя уплотняются полутерком и теркой с легким трамбованием слоев брусками. Третий, верхний слой после затирания теркой выглаживается стальной кельмой или прокатывается валиком. Валик придавливает выступающие зерна песка и создает гладко матовую поверхность. Кельма выглаживает поверхность до блеска, но зато по такой выглаженной поверхности более трудно писать, так как кисть скользит по поверхности. Для выглаживания штукатурки применим и такой прием: второй слой накрывки прокатывается сначала валиком, а потом уже промазывается (шпаклюется) составом из извести и каменной пыли. Тогда слой известковой шпаклевки будет гораздо тоньше и лучше. Иногда и без нанесения третьего слоя второй (песчаный) слой перед росписью прокатывается валиком или слегка приглаживается кельмой.

Свеже нанесенная штукатурка приобретает возможность выдерживать прикосновение кисти примерно через полчаса. Этот момент зависит от температуры и от характера всасывания поверхностью воды. Нельзя начинать роспись, если под кистью смещаются песчинки раствора или на его зернах видна влага. С другой стороны, фрагмент штукатурки, приготовленный для 4—5 час. работы, может быть предохранен от действия углекислоты воздуха путем плотного завешивания штукатурки мокрым холстом. Для удобства работы следует приспособить занавеску так, чтобы ее можно было отнимать по частям, по мере перехода от одной части фрагмента к другой. При наложении накрывки в два-три слоя промежутки времени между наложением смежных слоев 1—2 часа. Если готовить накрывку с утра, то на работу остается мало времени или начало штукатурки первых слоев накрывки приходится относить на ночное время. Поэтому вполне допустимо один из трех слоев накрывки наносить с вечера, при условии закрывания его холстом, а перед нанесением второго слоя для лучшего сцепления поверхность первого слоя процарапать.

После выполнения росписи по песчанистому грунту можно придать ей более гладкую фактуру приглаживанием слоя красок стальным валиком через плотную гляцевую несмачиваемую бумагу, например через хороший сорт восковки.

Выводы

1. Толщина первого слоя штукатурки (грунта) зависит от рода поверхности и от ее правильности. Нормальная толщина слоя около 15 мм.

2. Перед нанесением штукатурки стена из керамики должна быть очищена от грязи и пыли и за несколько часов до начала работы пропитана водой. Перед самым нанесением штукатурки стена лишь слегка обрызгивается.

Поверхность из плотного бетона смачивается так, чтобы перед нанесением грунта она не была сырой, а лишь влажной.

3. Первый слой наносится на всю поверхность последовательным наложением так, чтобы усадочные трещины уплотнялись еще в мягком состоянии в тонких слоях.

4. Штукатурка уплотняется полутерком и брусками путем нажима и легкого уколачивания густеющего на стене раствора.

5. После нанесения и выравнивания штукатурного грунта поверхность его взрыхляется волнистыми линиями.

6. Нижний слой штукатурки до нанесения последующих слоев выдерживается не менее 12 дней, а в холодную и сырую погоду, при отсутствии отопления, — более долгий срок.

7. Накрывка наносится по затвердевшему грунту с предварительной пропиткой его водой (см. п. 2).

8. Накрывочный слой для росписи фреской предпочтительно должен иметь толщину 8—15 мм; при толщине свыше 8 мм необходимо наносить его в два-три слоя, делая промежутки между нанесением слоев. Нижний слой затирается деревянной теркой и только последний слой под роспись может выглаживаться кельмой или прокатываться валиком.

9. Шпаклевка для полировки штукатурки наносится слоем в 1—1½ мм, со втиранием ее в поры нижнего слоя.

10. После нанесения и выравнивания верхнего слоя поверхность штукатурки до начала фресковой росписи закрывается плотным мокрым холстом.

11. Освежение участков поверхности штукатурки при расписывании фреской в последнюю часть дня может быть выполнено циклевкой и легкой перетиркой с очень незначительным обрызгиванием; после циклевки песчинки, оставшиеся на поверхности, не связанные с накрывкой, удаляются мягкой кистью (флейцем).

12. Дополнения росписи темперой можно делать после полной просушки грунта.

13. После окончания дневной работы художника штукатурка, оставшаяся нерасписанной, срезается острым ножом по

промежуточному контуру рисунка. Срез должен быть сделан под тупым углом к поверхности штукатурки.

14. Линии среза при кратком перерыве работы (один-два дня) прикрываются мокрыми полотенцами.

15. При нанесении нового участка накрывки край выполненного участка должен быть хорошо смочен.

16. Штукатурка нового участка притирается к кромке предыдущего движением узкой терки вдоль кромки, не затрагивая старого участка.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

КРАСКИ ДЛЯ РОСПИСИ ФРЕСКОЙ

Вопросы красок (пигментов) для фресковой живописи в литературе освещены довольно полно и всесторонне. Приводится большой аналитический материал по краскам древней фрески. Установлено, что в выборе пигментов для фрески мастера старой живописи не связывали себя только минеральными красками, но во многих случаях применяли краски органического происхождения, главным образом экстракты различных растений. Большой интерес для современного исследования представляют также указания некоторых авторов на применение во фреске медных природных красок (минерал азурит), цветных природных сланцев, цветных туфов, а также на методы подготовки известковых поверхностей под некоторые сорта фресковых красок путем применения цветного грунта.

Многие авторы указывают также на возможность использования во фреске современных пигментов.

Фреска допускает все краски, которые не поддаются действию извести и света. Ниже приводим высказывания различных авторов по вопросу о красочной палитре для фресковых расписей.

Н. И. Лавров рекомендует в фреске следующие краски: схру, умбру, кобальт, ультрамарин, баритовые и цинковые белила, гипс, окись железа, хромовую зелень, уголь, киноварь, крапповый бакан («Описание красок, употребляемых и предложенных для употребления на жидкостях в картинной и декоративной живописи при покраске зданий 1869 г.»).

Эрхардт предлагает следующий список красок: 1) белые: известь, 2) желтые: охра, марсы, свинцовый сурик, желтый кадмий, 3) красные: жженая охра, индийская красная, венецианская красная, сурик железный, 4) коричневые: марсы, умбра, 5) синие: ультрамарин, кобальт (Erhardt, Die Kunstmalerei. 1910).

Фресковую палитру Бодуэна составляют: желтый кадмий, лимонный кадмий, желтая стронциановая, желтая цинковая,

лак марена малиновый, лак марена красный, красная индийская, зеленая земля. Он указывает на то, что яркие краски во фреске не должны употребляться.

«Палитра фрескиста, — говорит Бодуэн, — должна быть очень сдержанна, и эта сдержанность, по-моему, лучшая предпосылка ее красоты; она гарантирует ей долговечность и придает ей характер высокой простоты».

Г. Гильдебрандт дает более обширную палитру фресковых красок: 1) белые: известковые, 2) желтые: кадмий (светлый, темный, оранжевый), охра золотистая, светлая, неаполитанская желтая, терра-ди-сиенна, желтая урановая, 3) красные: английская красная, 4) жженая охра, земля Поццуоли, капут-мортум, киноварь, 5) коричневые: жженая охра, жженая зеленая земля, жженая сиенна, умбра, вандик, 6) синие: кобальт, ультрамарин, ультрамарин фиолетовый, 7) зеленые: окись хрома, зеленая земля, зеленый ультрамарин, веронская земля, изумрудная зеленая, 8) черные: слоновая кость, перекись марганца (H. Hildebrandt, Wandmalerei. 1920).

Профессор Д. И. Киплик, много работавший по фресковой технике, предлагает следующую палитру: 1) белые: мел, шпат, баритовые белила, 2) желтые-коричневые: охры, марсы, умбры, неаполитанская желтая, сиенна, 3) красные: жженая охра, английская красная, индийская красная, венецианская красная, помпейская красная, красный хром, 4) синие: ультрамарин, кобальт, церулеум, 5) зеленые: окись хрома, изумрудная зелень, кобальт зеленый, зеленая земля, фиолетовый кобальт, марс фиолетовый, 7) черные: слоновая кость, виноградная черная, персиковая (Техника живописи. 1925).

Шмидт работает с красками: охра, неаполитанская желтая, шарлах красный, английская красная, сиенна, умбра, киноварь, кобальт, смальта, ультрамарин (H. Schmidt, Enkaustik und Fresko auf antiker Grundlage. 1921).

Очень обширную палитру фресковых красок дает Эрнст Бергер: 1) белые: известковые белила, 2) желтые: кадмий (светлый, темный, оранжевый), охра золотистая, охра светлая, неаполитанская желтая, сиенна, урановая желтая, 3) красные: английская красная (светлая, темная), жженая охра, индийская красная, земля Поццуоли, ультрамарин красный, капут-мортум, киноварь, 3) коричневые: темная охра, жженая зеленая земля, жженая сиеннская земля, умбра, вандик коричневый, 4) синие: кобальт, ультрамарин, фиолетовый ультрамарин, 5) зеленые: окись хрома, зеленая земля, зеленый ультрамарин, зеленая веронская земля, изумрудная зеленая, 6) черные: слоновая кость, жженая кельнская земля, марганцовая черная (Э. Бергер, Техника фрески и техника сграффитто. 1930).

Менее обширную палитру фресковых красок предлагает проф. Н. М. Чернышев: 1) белые: известь, мел, цинковые белила, 2) желтые: охра светлая, охра золотистая, сиенна натуральная, неаполитанская желтая, кадмий желтый и оранжевый, 3) красные: жженая охра, английская красная, капут-мортум, сиенна, киноварь, сурик свинцовый, красный хром, красный кадмий, 4) фиолетовые: фиолетовый кобальт, минеральная фиолетовая (фосфорно-кислый марганец), 5) коричневые: умбра, вандик коричневый, кассельская земля, 6) зеленые: изумрудная зелень, окись хрома, зеленая земля, кобальт зеленый, 7) синие: ультрамарин, кобальт, 8) черные: слоновая кость, виноградная черная, сажа (Техника стенных росписей. 1930).

Ф. И. Рерберг рекомендует следующую очень небольшую палитру: железо-окисные краски, ультрамарин, кобальтовые, хромовые зеленые, зеленая земля, цинковые, баритовые белила, жженая кость.

Необходимо указать на то, что большинство авторов, предлагая ту или иную палитру красок для фресковой техники, не обосновывают ее предварительными исследованиями.

В основном, анализируя указанный материал по краскам, можно установить, что наиболее надежными красочными пигментами для фресковой живописи являются:

- 1) природные и искусственные железо-окисные краски;
- 2) некоторые разновидности природных цветных минералов типа лазурита, азурита, волконскоита и др.;
- 3) кобальтовые краски, как наиболее стойкие в известковых средах, дающие гамму синих, голубых, фиолетовых и зеленых тонов.

1. МИКРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДРЕВНИХ ФРЕСКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Для исследования пигментов и связующего монументальной живописи применяется ряд методов, как-то: биологический, рентгенографический, микрохимический и спектрофотометрический. Наиболее простым и доступным методом исследования пигментов фресковых росписей, принимая во внимание те минимальные количества материала, с которыми приходится оперировать при исследованиях древних фресок, оказался микрохимический анализ.

В микрохимическом анализе реакции проводят и наблюдают под микроскопом, с увеличением в 80—250 раз; в исключительных случаях употребляют увеличение до 500 раз.

Одним из трудных моментов исследования пигментов во фреске микрохимическим методом является снятие пигмента

с штукатурного слоя. Последнее нужно производить очень осторожно острым инструментом (ланцет), чтобы захватить с красочным слоем как можно меньше извести, которая безусловно будет мешать ходу анализа. Снятый красочный слой растворяют в соляной кислоте HCl (1 : 3), и полученный раствор анализируют.

Наиболее характерные микрохимические реакции для пигментов во фреске будут следующие¹:

а. Желтые краски. Охра растворяется с остатком в соляной кислоте и дает реакцию на закисное железо, синий осадок турбулевой сини и на окисное железо — красное окрашивание раствора действием роданистого аммония. Осаждение в солянокислом растворе иодистым калием иодистого свинца указывает на присутствие свинцового крона.

б. Красные краски. Для определения железного сурика и мумии реакция производится на присутствие железа, как и в охре. Киноварь определяется присутствием ртути, последняя открывается при действии двуххромовокислого калия на растворы азотнокислой ртути; появляется огненно-красный порошкообразный осадок — хромовокислая ртуть.

в. Зеленые краски. Зеленая земля растворяется в соляной кислоте и дает реакции на закисное железо — турбулевая синь. Окись хрома дает реакцию на хром по следующему испытанию: в слегка нагретом уксусном растворе осаждают хлористым бензидином хромовокислый бензидин в виде длинных сине-фиолетовых игл.

г. Белые краски. Свинцовые белила определяют реакцией на свинец (той же, что и в желтых красках); для баритовых белил реакция на барий: в солянокислом растворе осаждают серной кислотой сернокислый барий.

д. Синие краски — азурит. Солянокислый раствор испытуемого вещества выпаривают досуха, подкисляют слабой уксусной кислотой, добавляют уксуснокислого свинца, вносят избыток азотистокислого калия при слабом нагревании и получают черные кубы меди, что и означает присутствие азурита. Из уксуснокислого раствора при небольшом нагреве путем осаждения роданистой ртути получают роданистый кобальт ртути $[\text{Co}(\text{CNS})_2\text{Hg}(\text{CNS})_2]$, что означает присутствие синего кобальта. Из уксуснокислого раствора путем осаждения солянокислым бензидином получают бесцветные иглы — присутствие серы, означающее лазурит.

е. Коричневые краски. Кассельская коричневая сжигается, оставляя немного золы, если же она не сгорает нацело, это признак марганцевой коричневой; в таком случае

¹ Работа проведена старш. научн. сотрудником Е. Е. Надежиной.

растворяют в соляной кислоте оставшийся остаток и производят реакцию на марганец (Mn). Сиенна при прокаливании становится красной.

ж. Черные краски всегда содержат уголь; исследование их производят термической обработкой. Графит остается при нагревании без изменения; сажа сгорает без остатка; угольная черная сгорает, оставляя серую или белую золу, растворяющуюся в соляной кислоте; черная сланцевая оставляет много серой и красной золы, почти не растворимой в соляной кислоте; жженая кость сгорает, оставляя много золы, растворимой в соляной кислоте¹.

Микрохимическим анализом, проведенным в ЛОР Академии архитектуры, удалось установить палитру красок фресковой живописи новгородских, псковских, ярославских, киевских и грузинских росписей XI—XII вв.

Оказалось, что палитра данных росписей состояла исключительно из природных земляных красок. Поэтому в основном эти фрески имели преимущественно светлозеленые, светложелтые, красные и голубые тона.

Все желтые, красные, коричневые тона представляют собой железистоокисные пигменты, как сурик, мумия, охра. Светлозеленый тон — зеленая земля или, как сейчас ее называют, веронская земля, по химическому составу — закисное железо. Голубые и синие тона — ляпис-лазурь или минерал лазурит ($3\text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}_3$), по химическому составу — то же, что и искусственный ультрамарин. В древние времена из него приготавливали очень хорошую синюю краску. Кроме лазурита, употребляли и медную краску — минерал азурит или горная синь [$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$] с совершенно другим оттенком, чем лазурит.

Кроме того, была выяснена палитра фресковых росписей в Помпеях II в. до н. э. и пантикапейских домов той же эпохи.

Микрохимический анализ данных фресок показал, что краски этих фрагментов относятся к железистоокисным, за исключением голубых тонов, которые отнесены к лазуриту. Сохранность красочного слоя очень хорошая, в особенности тех фрагментов, у которых слой краски блестящий, полированный.

Микрохимическим анализом возможно раскрывать палитру старых мастеров фресковой живописи. Он может применяться в будущем для анализа пигментов современных фресок, в целях объяснения тех или иных явлений, происходящих с ними.

¹ S. Augusti, Mikrochemie. 1926, 20, 19, № 1—2.

Ниже приведены микрохимические анализы древних фресок, выполненные старшим научным сотрудником Е. Е. Надежиной.

Таблица 5

Микрохимический анализ древних фресок

Наименование фресок	Размер образца (в см)	Обнаружено	Наименование краски
Фреска из Варваринской церкви в г. Ярославле, XVIII в. Образцы:			
желтый	3,2×2	Fe ₂ O ₃ и FeO	Охра Зеленая земля
серовато-зеленый	3×3		
Фреска из Софийского собора в Киеве, XI в. темнокрасный	7×6,5	Fe ₂ O ₃ и FeO	Сурик железный
Фрески из Керчи, II в.			
красный, блестящая поверхность	3×0,5	FeO и Fe ₂ O ₃	Сурик железный
желтый, блестящая поверхность	3×1,1	Fe ₂ O ₃ и FeO	Охра Сурик железный темный
коричневый	2,5×2,2		
голубой	2×2,5	S	Лазурит
Фреска из Софийского собора в Новгороде, XI в. темножелтый	0,8×0,4	Fe ₂ O ₃ и FeO	Охра темная
Фреска из церкви Спаса на Ковалеве в Новгороде, XI в. темнокоричневый	0,5×0,4	FeO	Охра темная
Фреска из Помпей голубой	2,5 × 2	S	Лазурит
Фреска из пантикапейских домов. Керчь			
желтый	3×2	Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ FeO Fe ₂ O ₃ и FeO	Охра Сурик железный Зеленая земля Мумия
яркокрасный	4×2		
светлозеленый	0,5×2		
красный	2×2,5		
Фреска из пантикапейских домов. Керчь черный, блестящий	3×2	Серая и красная зола	Черный сланец

А. Новые природные краски

Систематическое и всестороннее опробование природных красок в фресковой технике дает возможность установить, что не все природные краски могут войти в палитру фресковой живописи. Многие из них при нанесении на штукатурный слой или не дают ровной поверхности красочного слоя (образование пятнистой поверхности) или совершенно не закрепляются на известковой поверхности (отмеливают).

Особенно необходимо отметить хорошее поведение в фреске природных красок месторождения близ Ферапонтова монастыря, являющихся по своей природе типичными цветными сланцами. Они равномерно располагаются под кистью на известковом фресковом грунте и прочно закрепляются на поверхности.

Последнее обстоятельство является особенно важным в связи с имеющимися литературными указаниями на использование в фреске цветных сланцев старыми мастерами монументальной живописи (Бергер и Бодуэн).

Цветные туфы и сланцы имеют очень жесткую структуру и требуют очень тщательного помола и просева на мелких ситах перед их употреблением в покрасках. Плохо обработанные, они совершенно не укрывают поверхности и не входят во взаимодействие с известью, т. е. после покраски начинают отмеливать.

В природе сланцы в большинстве случаев встречаются черного и серого цветов, реже красного, розового, зеленого; синие и желтые оттенки отсутствуют совершенно.

Цветные туфы имеют ту же расцветку, что и сланцы, но менее интенсивную по цвету и дают выкраски с ненасыщенными тонами. В фресковой технике они дают очень прочную, не мелящую поверхность, но отличаются своей лессировочностью. Цветные сланцы дают более корпусное покрытие, чем туфы.

Кроме цветных сланцев и туфов, имеющих у нас в Союзе, в фресковой технике возможно применить в качестве пигмента другие цветные минералы, как:

глауконит — по химическому составу закисное железо с алюмосиликатами зеленого цвета, при покраске дает очень легкое покрытие; возможно употреблять для подмалевков (Белорусская ССР, месторождение Стародубка; Ленинградская область — Боровичский район);

волконсконит — хромовокислый силикат магния зеле-

ного цвета, дает так же лессировочные покрытия, как и глауконит (Уральская область, Пермский район, месторождение Волконское);

м а л а х и т — водная основная углекислая соль ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) светлозеленого цвета, дает красочное покрытие типа «Поль-Веронез» (Уральская область, Нижне-Тагильский район, месторождение Нижний Тагил);

а з у р и т — аналогичного состава, что и малахит, но синего цвета, одна из синих природных красок, употреблявшаяся ранее в фресковой технике (Казахская ССР, Семипалатинский район, месторождение Павлодарское);

г а р н и е р и т — никелевый силикат ($\text{H}_4(\text{Mg}, \text{Ni})_2(\text{SiO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$) яблочно-зеленого и изумрудно-зеленого цвета (Средний Урал, месторождение ст. Ревда).

Применение вышеуказанных цветных минералов в фресковой технике даст возможность расширить палитру фресковых красок.

В нашем Союзе мы располагаем огромным количеством месторождений природных красок.

Предпочтение природных красок еще в древнее время, видимо, было вызвано структурой этих пигментов. Присутствие в природных красках силикатов, которые хорошо входят во взаимоотношение с известью и дают прочную поверхность, является главной причиной их применения.

Природные краски с жесткой структурой употреблялись, кроме росписей Ферапонтова монастыря, также и в склепе Деметры в Пантикапее, II в. до н. э.; как в том, так и в другом случае (на севере и на юге) фресковые росписи сохранились очень хорошо.

Перечисленные выше цветные минералы — сланцы и туфы — дадут возможность расширить палитру фресковых красок, образуя самостоятельную группу пигментов, оригинальных по цвету и отличающихся своей прочностью.

Нужно отметить, что процесс закрепления природных красок проходит в большинстве случаев положительно, несмотря на различный химический состав и технологические данные.

Немалую роль играет при этом их гранулометрический состав.

Иногда природная краска вначале начинает отмеливать, а по прошествии некоторого времени и промывки водой это отмеливание прекращается и оставшийся красочный слой уже хорошо закрепляется. Возможно, что при этом сохраняется лишь та часть пигмента, гранулометрический состав которого является положительным для закрепления пигмента.

Б. Применение новых искусственных минеральных пигментов

Палитра красок для фресковой техники из существующего торгового ассортимента не только недостаточна в части колористики, но и нестандартна. Последнее относится главным образом к группе кобальтовых и марсовых пигментов, являющихся наиболее надежным материалом фресковой живописи.

При просмотре литературы по синтезу синего кобальта, охватывающей большое количество самых разнообразных рецептов, совершенно определено можно было предположить, что одной из основных причин различного поведения синих кобальтовых красок в фреске является разнообразие их состава и структурных свойств пигментов, изготовляемых промышленностью по самым разнообразным рецептурам.

Анализируя литературный материал по кобальтовым синим краскам, можно установить, что основное направление, взятое исследователями, сводится в общем к термическим методам производства синего кобальта. Химические, так называемые мокрые, методы производства кобальтовых красок в литературе затрагиваются в очень небольшом объеме. Между тем, изучение поведения в фреске кобальтовых красок, изготовленных как тем, так и другим методом, безусловно будет иметь серьезное значение.

Лабораторией отделочных работ было проведено несколько синтезов синего кобальта без термической обработки.

Основными компонентами состава взяты были следующие химические реагенты: хлористый кобальт, серноокислый цинк, фосфорнокислый натр в водных растворах.

В результате взаимодействия вышеуказанных растворов, взятых в самых различных отношениях, обычно выпадает синий осадок интенсивного цвета, вполне пригодный в качестве кобальтового пигмента для фрески.

Ниже приведена рецептура синтезов синего кобальта мокрым путем, дающая наиболее чистые по тону и насыщенные по цвету пигменты.

Рецептура синего кобальта

- | | |
|--|--|
| 1. 3 ч. кобальта хлористого
7 ч. цинка серноокислого
60 ч. натра фосфорнокислого | Осаждение на холоде при постепенном нагревании. Синий осадок |
| 2. 1 ч. кобальта хлористого
3 ч. цинка серноокислого
10 ч. натра фосфорнокислого | Осаждение на холоде при постепенном нагревании. Синий осадок |
| 3. 2 ч. кобальта хлористого
6 ч. цинка серноокислого
40 ч. натра фосфорнокислого | Осаждение на холоде при постепенном нагревании. Синий осадок |

Гамма фиолетовых тонов в широкой красочной технике обычно разрешается путем физического смешивания красок синих и красных оттенков. Цельные фиолетовые краски (не смешанные), типа сухих фиолетовых лаков, фиолетового крапплака, фаналиевых красок, получаемые на основе органических красителей, характеризуются незначительной светопрочностью и неустойчивостью к извести. В силу этого последние являются совершенно непригодными для фрески. Применение фиолетовых красок, полученных на основе смешения синих и красных светостойких и щелочноупорных пигментов, также не может иметь места в фресковой технике ввиду расслоения этих смесей на поверхности фрески и ввиду ограниченности гаммы получаемых колеров. Почти единственным фиолетовым пигментом с явно выраженным цветом, пригодным для фрески (в отношении химической устойчивости пигмента), является фиолетовый кобальт.

В основу рецептуры получения фиолетового кобальта положена была реакция с фосфорнокислым натром в самых различных соотношениях компонентов, с последующей термической обработкой получающихся осадков.

Ниже приведена рецептура фиолетового кобальта, приемлемого для производства.

Рецептура фиолетового кобальта

1. 2 ч. кобальта хлористого
10 ч. натра фосфорнокислого
2. 9 ч. кобальта хлористого
30 ч. натра фосфорнокислого

Осаждение при постепенном нагревании. Осадок светло-фиолетового цвета.
Осаждение при постепенном нагревании. Осадок фиолетового цвета.

Для отыскания наиболее простых рецептур зеленого кобальта лабораторией был применен метод термической обработки сухих механических смесей окиси цинка с различными солями кобальта (кобальт азотнокислый, хлористый и серноокислый).

Наряду с этим, термической обработке подвергались также и смеси, полученные путем смачивания окиси цинка концентрированными водными растворами солей кобальта. Рецептура зеленого кобальта, отмеченная в литературе, охватывает главным образом методы осаждения смесей кобальтовых и цинковых солей из водных растворов, с последующей термической обработкой высушенных осадков.

Наиболее эффективными в части чистоты цвета и насыщенности оказались нижеуказанные синтезы зеленого кобальта.

Основными компонентами состава указанных рецептур являются окись цинка и хлористый кобальт; предельная температура прокала колеблется в пределах от 500 до 600° С.

Рецептура зеленого кобальта

- | | |
|---|--|
| 1. 2 ч. кобальта хлористого
2 ч. окиси цинка | Тщательное перемешивание и прокал в муфельной печи 500°. Темнозеленый цвет |
| 2. 1 ч. кобальта хлористого
4 ч. окиси цинка | Обработка та же |

Под марсовыми красками понимают искусственно приготовленные железоокисные пигменты, красящим началом которых являются различные модификации гидратов и окисей железа. Во многих случаях для нюансирования марсов в целях получения коричневых тонов, помимо гидратов и окисей железа, вводятся также и различные модификации марганца. На заграничном красочном рынке марсовые краски давно уже находят большое распространение не только в художественной, но и в широкой малярной технике.

Наша промышленность ограничивает круг применения марсовых красок, ввиду неразвитости этих производств, областью станковой живописи.

Высокие цены на марсовые краски, существующие на нашем красочном рынке, не позволяют применить эти материалы в больших количествах. Учитывая как это обстоятельство, так и сравнительную несложность технологических процессов по производству марсов, лаборатория поставила перед собой задачу выбрать наиболее доступную и рациональную рецептуру по производству марса.

Необходимость постановки работы в этом направлении вызывалась также и стремлением наиболее всесторонне опробовать марсовые краски в фреске.

При получении желтых и коричневых марсов исходным материалом служит железный купорос, хлорное железо, мел, известь.

Рецептура желтого и коричневого марсов

- | | |
|--|--|
| 1. 6 ч. железа сернокислого
1 ч. мела | Осаждение на холоде, тщательное перемешивание. Желтый осадок |
| 2. 6 ч. железа сернокислого
1 ч. железа хлорного
2 ч. мела | Обработка та же. Желтый осадок |
| 3. 5 ч. железа хлорного
3 ч. алюминиевых квасцов
5 ч. поташа | Обработка та же. Коричневый осадок |
| 4. 1 ч. железа сернокислого
2 ч. алюминиевых квасцов
3 ч. поташа | Обработка та же. Коричневый осадок |
| 5. 5 ч. железа сернокислого
2 ч. алюминиевых квасцов
5 ч. поташа | Обработка та же. Коричневый осадок |

Кроме вышеуказанных пигментов, была выработана совершенно новая в фресковой технике палитра титановых красок. Последние отличаются своей насыщенностью и чистотой тонов. В фресковой росписи они хорошо ложатся на поверхность во время работы и дают прочные покрытия.

Разнообразие тонов титановых пигментов дает возможность художнику получить более чистые и насыщенные тона фресковой росписи.

Из титановых пигментов выработаны рецептуры красного, зеленого, коричневого цветов.

Для получения красной титановой взята менее сложная рецептура: двуокись титана с хлорным или серноокислым железом. Синтез проводится при различных соотношениях данных солей при термической обработке.

Рецептура красной титановой

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. 1 ч. двуокиси титана | Прокал 600° в муфельной печи, промывка горячей водой, фильтрация, сушка при 45—50° |
| 2 ч. серноокислого железа | |
| 2. 1 ч. двуокиси титана | Обработка та же |
| 1,5 ч. серноокислого железа | |

Зеленая титановая может быть получена от светлозеленого до темнозеленого цвета натуральной умбры. Основными реагентами при получении титановой зеленой являются хлористый или серноокислый кобальт в различных соотношениях с двуокисью титана.

Рецептура зеленой титановой

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. 1 ч. двуокиси титана | Термическая обработка при 600° |
| 1 ч. серноокислого кобальта | |
| 2. 1 ч. двуокиси титана | Обработка та же |
| 2,5 ч. серноокислого кобальта | |
| 3. 2 ч. двуокиси титана | Термическая обработка при 700° в продолжение 2 час. |
| 4 ч. хлористого кобальта | |
| 4. 3 ч. двуокиси титана | Термическая обработка при 700° в продолжение 3 час. |
| 6 ч. хлористого кобальта | |

Коричневую титановую краску возможно получить при обработке титановой руды (ильменита) серной кислотой. Мелко раздробленный ильменит обрабатывают серной кислотой и прокалывают при температуре 600—700° в течение 1—2 часов.

Из минеральных химических красок можно предложить белые пигменты, как титановые белила и литопон-краски, которые не употреблялись ранее в фресковой технике. Эти краски дают гладкую белую поверхность и хорошо закрепляются на штукатурном слое.

Из черных пигментов железная черная очень интенсивная, хорошо кроющаяся краска, по высыхании дающая глубокий бархатистый тон, хорошо себя ведет в смесях, закрепляется на поверхности и дает ровные покрытия.

В. Палитра, рекомендуемая ЛОР Академии архитектуры

После всех проведенных исследований Лаборатория отделочных работ Академии архитектуры предлагает следующую палитру фресковых красок: белые — известь, литопон, титановые белила, цинковые белила; желтые — охры, марсы, стронциановая желтая, сиенна; коричневые — умбры, марсы, марганцевая коричневая; красные — охра жженая, красный кадмий, английская красная, сурик железный, мумия; синие — кобальт, ультрамарин, лазурит; зеленые — окись хрома, изумрудная зелень, кобальт зеленый, волконскоитовая зелень; фиолетовые — кобальт; черные — жженая кость, железная черная, перекись марганца, виноградная черная.

В основном палитра состоит из железных, хромовых, кобальтовых, марганцевых красок.

Список пигментов для фресковой росписи, производимых нашими заводами

1. Стронциановая желтая. Завод художественных красок, Ленинград
2. Охра светлая. Завод 1 Мая, г. Изюм
3. Охра золотистая. Завод ст. Журавская, жел. дор. им. Дзержинского
4. Охра темная. Завод г. Кривой Рог
5. Марс коричневый. Завод художественных красок, Ленинград
6. Марганцевая коричневая. Чиатурский марганцевый завод
7. Охра жженая. Завод художественных красок, Ленинград
8. Английская красная. Завод художественных красок, Ленинград
9. Сурик железный. Красочный завод, г. Кривой Рог
10. Красный кадмий. Завод художественных красок, Ленинград
11. Изумрудная зелень. Завод «Красный художник», Москва
12. Кобальт зеленый. Красочный завод ст. Дулево, Ленинской ж. д.
13. Окись хрома. Завод художественных красок, Ленинград
14. Кобальт синий 225. Красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.
15. Кобальт голубой 268. Красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.
16. Кобальт зелено-голубой 609. Красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.
17. Ультрамарин УХК. Завод «Республика», Ленинград
18. Литопон. Литопоновый завод, Ленинград
19. Титановые белила. Красочный завод, г. Ярославль
20. Жженая кость. Московский рафинадный завод
21. Железная черная. Завод художественных красок, Ленинград

В дополнение к этой палитре ниже приводим список опробованных природных пигментов, цветных туфов и сланцев не основных тонов.

Г. Список опробованных пигментов

1. Розовый туф месторождения Шахназар, Степановский район, Армянская ССР.

Незаменим для составных красок, хорош для первичной тонировки, как цельный цвет. При высыхании высветляется меньше, чем жженая охра, закрепляется хорошо.

2. Красный туф того же месторождения.

Может применяться в чистом виде, дает очень хороший тон в смесях, в особенности с белилами и охрой.

3. Желтый туф того же месторождения.

Хорош для первичной тонировки, как цельный цвет. Незаменим для составных красок. При высыхании высветляется меньше, чем охры, закрепляется хорошо.

4. Красный сланец месторождения ст. Ахтала, Армянская ССР.

Дает красный тон, может быть заменен другими красными природными красками. В смесях с синими (кобальт, ультрамарин) получается приятный тон. Закрепляется хорошо.

5. Красный известняк месторождения г. Череповец, Ленинградской области.

Хорош красный цвет, вполне пригоден для передачи цвета тела.

6. Черный сланец месторождения Георгиевское, Фрунзенский район, Казахская ССР.

Дает глубокий черный тон, пригоден для употребления в живописи при холодных переходах.

7. Мумия месторождения Шанхай, Криворожский район, Украинская ССР.

Дает очень хорошие тона в смесях с синим кобальтом. Выкраски лучше делать лессировочно. Закрепляется хорошо.

8. Железо-марганцевая руда месторождения Ройка, Ленинградская область.

Коричневый интенсивный цвет; можно употреблять взамен умбры. Удобна в смесях с другими красками. Сильно меняет тон при высыхании. Хорошо закрепляется.

9. Коричневая марганцевая месторождения Чиатуры, Рионский район, Армянская ССР.

Обладает теми же свойствами, что и предыдущая краска.

10. Охра месторождения Любытинская, Ленинградская область.

Укрывиста, хорошо закрепляется. Дает хорошие тона в различных смешениях с красками. При высыхании светлеет, сохраняя полностью свой натуральный цвет.

Химический состав всех вышеприведенных пигментов указан в технических условиях (стр. 108—117).

3. ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ФРЕСКОВЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ ПОДГОТОВКИ ПИГМЕНТА И ГРУНТА

А. Влияние тонкости помола пигмента и консистенции краски на качество фресковых покрытий

Тонкость помола пигмента влияет на ровные покрытия и прочность красочного слоя. При работе фресковым методом было замечено, что пигменты с грубым помолом совершенно не дают ровной и прочной поверхности. Для выяснения этого вопроса была проведена небольшая экспериментальная работа, которая дала нам ответ на этот вопрос. Один и тот же пигмент был взят с различной тонкостью помола, и покраска проведена в одно и то же время. Наилучший результат дали пигменты с большей дисперсностью. Более грубый материал, как сырье, так и просеянный пигмент (через сито 3600 отв/см²), дал отмеливание, так как его гранулометрический состав настолько неоднороден, что все мелкие частицы закреплялись, а более грубые совершенно смывались водой.

Наиболее пригодной для закрепления пигмента является дисперсность, получающаяся при пропуске пигмента через сито 6400 отв/см² и 10 000 отв/см². Первое возможно для природных красок, а второе — для минеральных искусственных пигментов.

Для получения ровных красочных поверхностей, кроме дисперсности пигмента, очень важно соблюдать определенную консистенцию краски при покрасках, т. е. определенное соотношение между пигментом и связующим, в данном случае между пигментом и водой, с которой наносят пигмент на штукатурный слой.

Были опробованы пигменты, различные по своему химическому составу, и проведены выкраски с различной консистенцией, начиная с 4 и до 13 частей воды на одну часть пигмента.

После проведения опыта было установлено, что наиболее приемлемая консистенция краски для выкрасок получается при соотношении пигмента к воде равным 1:3.

При такой консистенции пигменты хорошо закрепляются с известью без всякого меления и дают гладкую поверхность.

Б. Зависимость закрепления пигментов от материала основы и грунта

Процессы карбонизации извести, являющейся основным связующим для пигментов фресковой росписи, находятся в прямой и непосредственной зависимости от подготовки штукатурного слоя, т. е. грунта, под фресковую живопись.

Для выявления наиболее пригодного грунта были опробованы грунты гладкий и шероховатый. Опыт показал, что лучшие результаты дает применение шероховатого грунта. По гладкому грунту трудно писать, так как краска плохо адсорбируется и стекает вместе с водой по поверхности. Прочность закрепления пигментов на различных грунтах была проверена аппаратом Гарднера, и установлено, что очень хорошее закрепление пигмента дает цветной грунт, приготовленный с зеленой глиной.

Последнее еще раз подтверждает ранее сделанные выводы, что в закреплении пигментов имеют большое значение силикатные породы.

Для выяснения влияния основы на закрепление пигмента во фресковой росписи были опробованы следующие основы: камень плотный, известняк коломенский, кирпич, искусственный шифер, бетон. Несколько пигментов были нанесены на штукатурный слой на этих основах. Через определенный промежуток времени (25 дней) они были опробованы на прочность красочного покрытия на аппарате Гарднера. Полученные данные показали совершенно одинаковые результаты по закреплению и прочности пигментов.

Необходимо отметить, что штукатурный слой на искусственном шифере совершенно не закрепился благодаря постепенному короблению шифера, так что красочное покрытие вместе с штукатурным слоем через несколько дней совершенно отделилось от шифера.

В. Влияние цветных подмалевок

Среди пигментов есть такие, которые не дают красочного покрытия фресковой техникой. Они плохо закрепляются на сырой известковой поверхности, так как после высыхания сходят частично или целиком. К таким пигментам можно отнести синий и голубой кобальт, ультрамарин и ряд земляных красок типа болотных руд. Такое явление, видимо, наблюдалось и старыми мастерами при работе фреской. Рэллман в своем исследовании античной живописи указывал на применение цветных подгрунтовок и подмалевок.

Для каждого тона употреблялась своя подмалевка, например для красного тона всегда употреблялась черная, для синего тона — серая и зеленая. Подмалевки делались охрой, сажой и зеленой землей.

Кобальты и ультрамарин с различных заводов были опробованы Лабораторией отделочных работ на ряде подмалевок из различных пигментов, как охра, глауконит, жженая кость и др.

Все опыты дали хороший результат. Без подмалевок кобальт и ультрамарин совершенно не давали прочного покрытия (отмеливали). Такое явление можно объяснить тем, что гранулометрический состав этих пигментов, т. е. соотношение между количествами зерен разного размера, не тот, какой нужен для получения хорошего прочного красочного слоя с известью. Давая подмалевку, мы тем самым уже получали другую поверхность, более родственную этому гранулометрическому составу.

Можно предположить, что если изменить гранулометрический состав этих пигментов, то они будут давать более прочную поверхность.

4. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ КРАСОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ФРЕСКОВОЙ РОСПИСИ

Методы оценки прочности фресковой росписи до сего времени совершенно отсутствовали.

Методы исследования прочности, твердости, стираемости и других свойств красочных покрытий лаковых, масляных, клеевых не всегда возможно применить для фресковой росписи, так как здесь покрытие не дает той красочной пленки со связующим, которую дают вышеназванные лакокрасочные покрытия.

Методы контроля работы в фресковой росписи были разработаны Лабораторией отделочных работ Академии архитектуры. Для испытания красочных покрытий предложены следующие методы оценки качества фресковой росписи.

А. Прочность на износ. Аппарат Гарднера. ✓

Б. Степень меления. Аппарат Кемпфа. ✓

В. Выцветание или потемнение пигментов. Серая шкала. Штуфен-фотометр. ✓

Г. Влажность грунта. Аппарат инж. Орлова. ✓

Д. Атмосферостойчивость. Испытательная станция. ✓

А. Прочность на износ (механическая прочность)

Прочность красочного слоя фрески зависит от грунта, на который накладывается пигмент, и главным образом от извести, которая играет роль связующего в фресковой росписи. Нанесение пигмента нужно производить на влажный грунт, иначе закрепление пигмента будет неудовлетворительно и не создаст прочности красочного покрытия, так как известь не войдет во взаимодействие с пигментом. Дисперсность пигмента и его физические свойства также играют большую роль в прочности фресковых красочных покрытий.

Ранее предполагали, что высокая дисперсность должна содействовать прочности слоя, но по исследованиям техноло-

гов Жоби и Перри была выдвинута новая теория «тройственности величины частицы», по которой грубозернистые наполнители, как силикогель, асбестин и т. п., обладают большой адсорбционной способностью, дающей хорошую адгезию (приставание краски к поверхности)¹.

Эта теория применима и во фресковой росписи. Природные краски, которые отличаются своей жесткой структурой, имеют в своем химическом составе в том или ином проценте силикат или ферросиликат. Они являются наиболее пригодными пигментами как по дисперсности, так и по своим физическим свойствам и не без основания были использованы мастерами старой живописи.

Для определения прочности красочной пленки в фресковой росписи выработан метод испытания на аппарате Гарднера, показания которого дают возможность судить о прочности красочного покрытия с различными пигментами, так как каждый пигмент дает свою прочность в фресковой росписи.

Аппарат Гарднера, предназначенный для исследования стираемости лакокрасочных пленок, состоит из стеклянной трубки длиной 175 см с внутренним диаметром 22 мм, поставленной вертикально по отвесу и укрепленной на деревянном штативе. Над ней укреплена на том же деревянном штативе большая деревянная воронка с внутренним диаметром в 5 мм, с регулирующим краном (рис. 15).

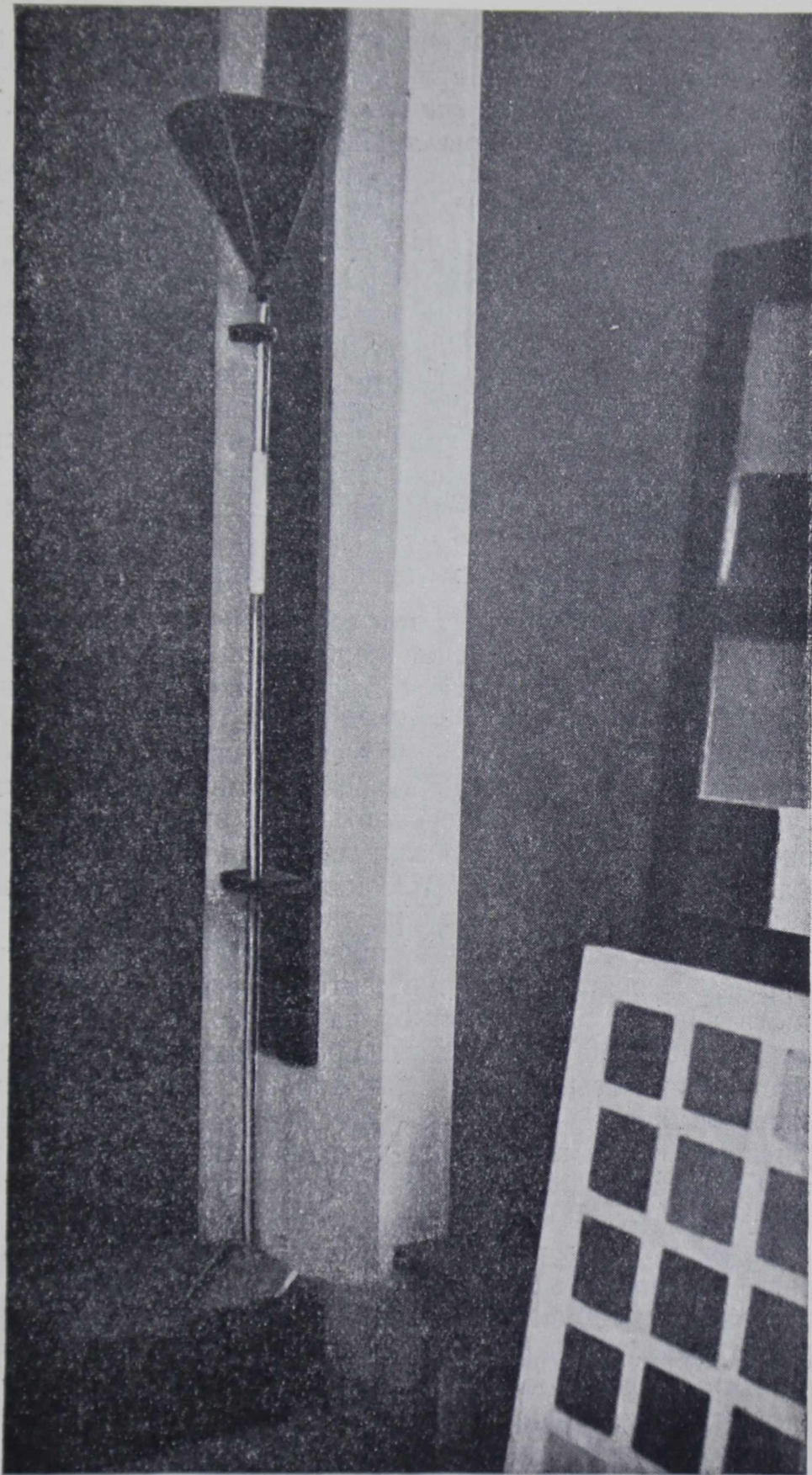
Под нижним концом стеклянной трубки устанавливается деревянный ящик, на одной стороне которого находится откос в 45°, где и устанавливается планшетка с испытуемым покрытием.

Керамическая планшетка 15×15 см с штукатурным и испытуемым красочным слоем устанавливается на откосе 45° в деревянном ящике. В деревянную воронку насыпается карборундовый порошок № 50, который, проходя по стеклянной трубке, попадет на красочный слой, нанесенный на планшетку. Как только красочный слой начинает стираться, прекращают поток порошка и взвешивают количество его, прошедшее через воронку.

Затем продолжают вновь насыпать порошок на то же самое место планшетки, до обнажения штукатурного слоя, далее вновь взвешивают порошок; сумма того и другого дает количество, пошедшее на истирание пленки.

В зависимости от количества порошка, пошедшего на истирание красочного слоя, определяют прочность последнего: чем больше количество порошка, пошедшего на истирание, тем прочнее считается красочное покрытие.

¹ Вагнер, Минеральные пигменты, стр. 325.



15. Аппарат Гарднера для определения прочности красочной пленки

Все природные пигменты, испытанные этим методом, дали высокие показатели прочности, например: охра — 2633; сурик железный — 3300; марганцевая коричневая — 3223.

Было замечено, что охры теряют свою прочность при термической обработке, так, например охра Журавская имеет после обжига прочность 1506, т. е. прочность красочного слоя уменьшилась почти в два раза.

Все искусственные минеральные пигменты дают более низкие показатели: окись хрома—970; изумрудная зелень—970; ультрамарин—870; кобальт синий—1646; литопон—515; титановые белила — 622, и только железная черная дает чрезвычайно высокий показатель прочности—11 366.

Испытание на аппарате Гарднера дает оценку также и качеству извести. При плохой извести с содержанием 76% СаО прочность фресковых покрытий понижается на 50% и больше.

Б. Степень меления пигмента

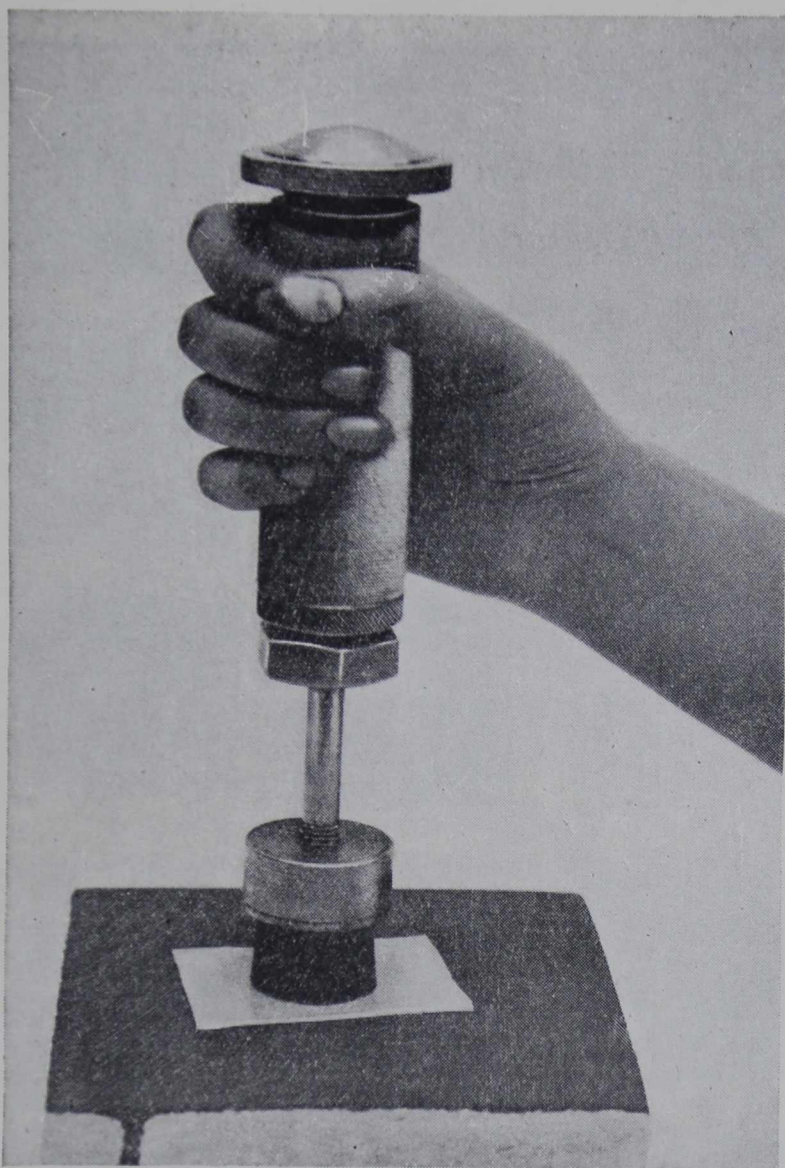
Закрепление пигментов на штукатурной поверхности происходит исключительно за счет карбонизации хорошо подготовленной извести, являющейся в данном случае основным связующим для пигмента в этой технике.

Структура и дисперсность пигмента влияют на закрепление пигмента так же, как и известь. Пигменты с мягкой структурой, с большой дисперсностью не входят во взаимодействие с известью и плохо закрепляются. В искусственных минеральных пигментах закреплению пигмента мешают неотмытые при его производстве растворимые соли, чего возможно избежать, контролируя пигменты перед нанесением их на грунт. В закреплении пигментов играет большую роль влажность грунта, так, например на пересохшем грунте закреплению совсем не происходит, ибо взаимодействие между пигментом и известью происходит только при определенной влажности грунта.

Степень меления пигментов, т. е. их закрепление на штукатурном слое в фресковой технике, можно определять аппаратом Кемпфа.

Аппарат Кемпфа представляет собой резиновый штемпель, закрепленный в оправе на стержне, входящем в рукоятку прибора. Здесь стержень упирается в сильную спиральную пружину, которая в зависимости от степени нажима на рукоятку производит давление от 5 до 30 кг. Величину давления указывает шкала, которой снабжен стержень. Обычно применяется давление 15 кг (рис. 16).

Методика испытания. На окрашенную и высохшую (в 3—4 дня) поверхность накладывается слегка влажная проявленная (черная для белых или белая для цветных

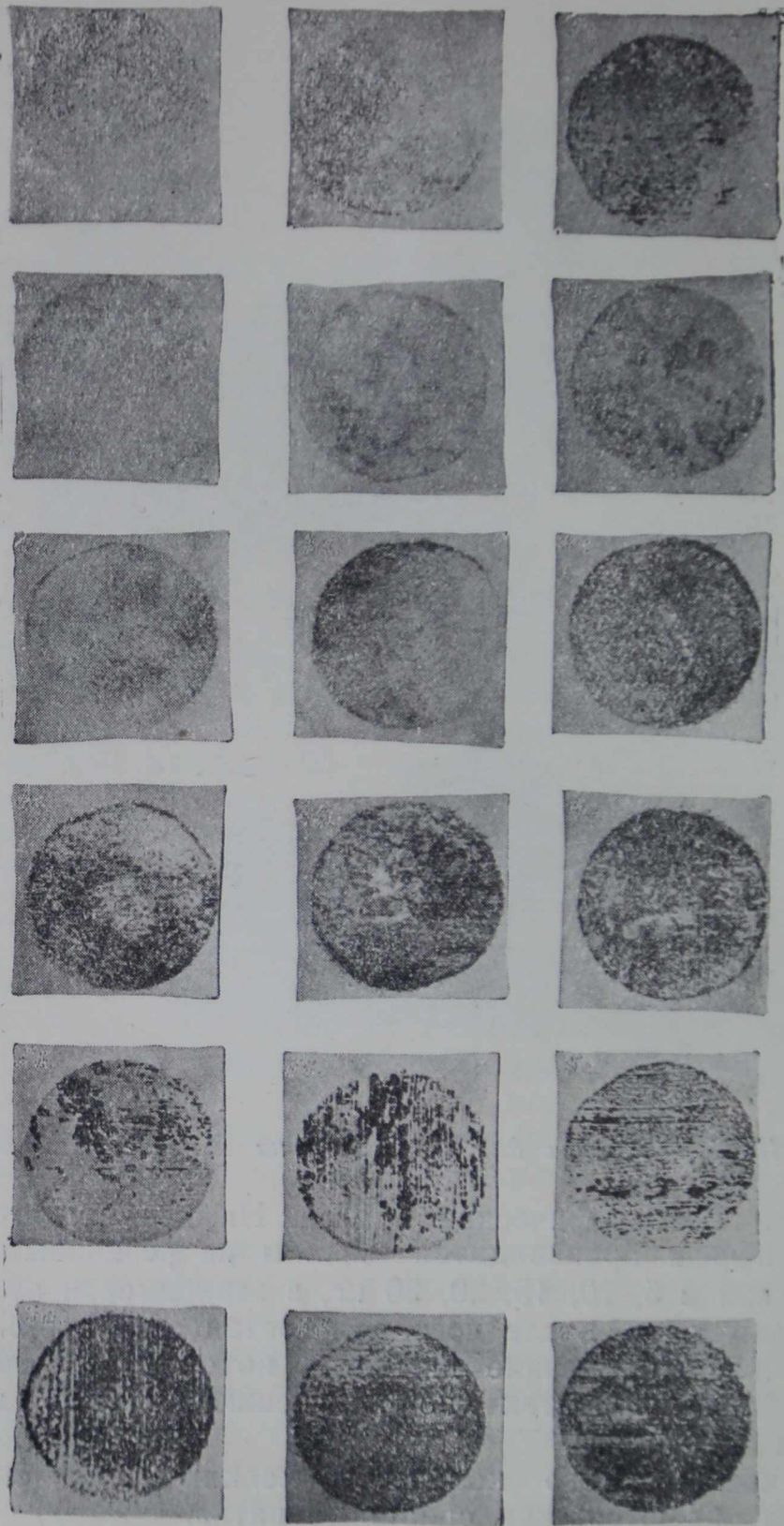


16. Прибор Кемпфа для испытания на меление пигментов

пигментов) фотографическая бумага. На нее ставится аппарат Кемпфа и производится нажим на резиновый штемпель с силой в 5, 10, 15, 20, 30 кг, в зависимости от степени меления пигмента, после чего получается отпечаток. На нем фиксируется отмеливание пигмента, которое количественно исчисляется в процентах по отношению ко всей площади штампея (рис. 17).

В случае большого количества мелких пятен скопления их рассматриваются, как сплошные пятна.

Опробование аппаратом Кемпфа возможно производить только через 3—4 дня после проведения покраски, когда можно считать, что высыхание закончено. Для пигментов с большим мелением достаточно давление в 5 кг, чтобы получить отпечаток. Надлежащая подготовка фотобумаги имеет



17. Таблица результатов испытаний на меление аппаратом Кемпфа

большое значение для правильности определений, недостаточная набухаемость бумаги дает неудовлетворительный результат. Аппарат Кемпфа вполне пригоден для опробования

меления пигментов на больших стенных фресковых покрытиях, так как он не громоздок, не тяжел и дает возможность установить количественные показатели меления пигмента.

В. Влажность грунта

Влажность грунта фресковой росписи в момент нанесения пигмента на поверхность имеет решающее значение для его закрепления. При избыточном количестве влаги во время нанесения пигмента на поверхность он не дает полного тона, а при недостаточной влажности на высохшем уже штукатурном слое пигмент совершенно не закрепляется и начинает по высыхании мелить. Для установления границ оптимальной влажности штукатурного слоя сконструирован специальный прибор ЛОР Академии архитектуры.

Аппарат для определения влажности грунта инж. Орлова. Прибор для определения влажности штукатурного слоя представляет собой, как это видно из схемы, видоизмененный омметр. Он основан на изменении величины электропроводности в зависимости от степени насыщенности штукатурного слоя влагой.

Аппарат состоит из гальванометра «Г», включенного в гальваническую цепь, которая подведена к двум иглам длиной в 3 мм при диаметре 1,5 мм, расположенным на рукоятке из хорошего диэлектрика (эбонит).

Эти иглы являются контактами; при исследовании проводимости они вводятся в штукатурный слой простым нажатием рукоятки и тем самым замыкают цепь гальванометра.

В зависимости от величины сопротивления между иглами изменяется отсчет. В электрическую цепь прибора постоянно включено предохранительное проволочное сопротивление, величина которого зависит от допустимой силы тока для данного гальванометра.

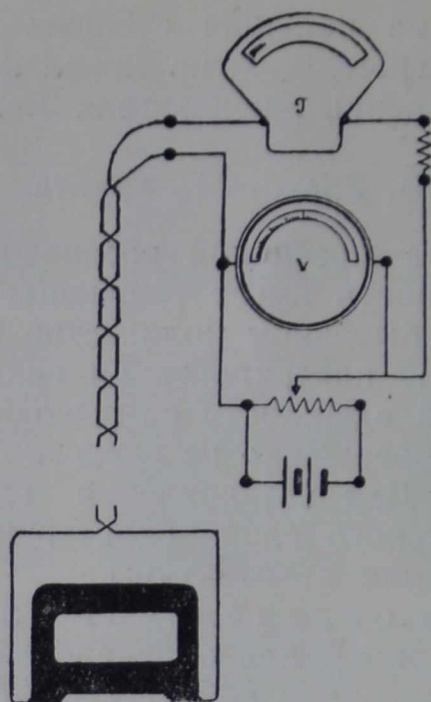
В описываемом приборе (рис. 18) его величина составляет

$$\frac{v}{I} = \frac{4}{2,8 \cdot 10^{-6} \cdot 100} = R_{\Omega} = 14\,000 \text{ ом},$$

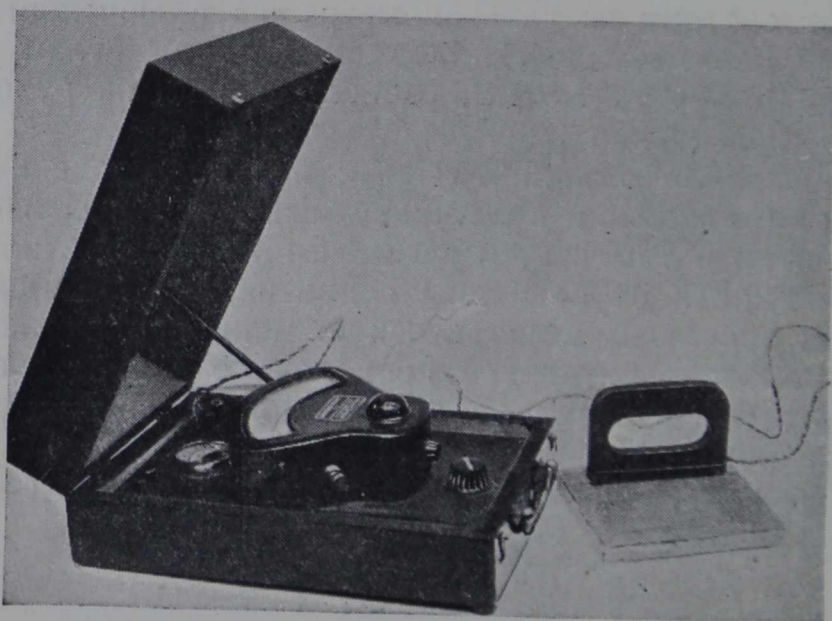
где $2,8 \times 10^{-6}$ — цена деления гальванометра, 100 — число делений, 4 — напряжение в вольтах, R_{Ω} — предохранительное сопротивление в омах.

Обычная штукатурка, как показали специально проведенные замеры, обладает сопротивлением от 15 000 до 50 000 ом. На эту величину для обычных случаев и должен рассчитываться аппарат.

В испытуемый штукатурный слой на стене погружают клеммы и отсчитывают деления на амперметре. Затем делают замеры через 1 час, 2 часа, 3 часа и т. д., контролируя нало-



18. Схема прибора (система Орлова) для определения влажности на поверхности штукатурки



19. Общий вид прибора для определения влажности штукатурки

жение пигмента художником на штукатурный слой во время работы (рис. 19). Высыхание штукатурного грунта на стене, т. е. закрепление пигмента, проверяется только по истечении 2, 3, 4 дней в зависимости от окружающей температуры.

Наилучшее закрепление пигмента и хорошее его наложение на грунт происходит при показателе влажности в 8—9 делений, при напряжении 1,5 в.

Первоначальная влажность грунта колеблется от 11 до 14 делений, окончательное высыхание грунта происходит через 4—5 дней в зависимости от нанесенного пигмента и окружающей температуры.

Г. Выцветание и потемнение пигментов

Выцветание и потемнение пигментов происходит от действия на них света. Последний действует на пигменты двояко: с одной стороны, происходит расщепление хромофора краски, обусловленное окислением, а с другой стороны, возникают процессы восстановления. Такие процессы могут привести к полному расщеплению хромофорных комплексов, что очень часто встречается в органических пигментах, почему их не следует рекомендовать для фресковой росписи. В минеральных пигментах окисление и восстановление встречается реже, хотя от этого цвет пигмента также меняется, например свинцовый сурик превращается в перекись свинца, кадмиевая желтая, по Бюхнеру, окисляется в сульфат кадмия и др.

Изменение цвета в пигментах также происходит от процессов деполимеризации, т. е. перехода одного изомера в другой, например, почернение киновари считается явлением физическим и зависящим от процесса полимеризации (По Вагнеру).

С изменением дисперсности пигмента изменяется только оттенок, но не происходит потемнения или выцветания.

Большое влияние на изменение цвета пигмента имеют загрязнения и механические примеси, которые являются катализаторами как восстановления, так и окисления пигмента.

Необходимо отметить еще одно из важных явлений в работе с природными красками.

При более долгом стоянии выкраски природными красками становятся яркими; последнее объясняется тем, что краски как бы выстаиваются, т. е. процесс соединения извести с краской очень длительный, и поэтому чем дольше выстаивается выкраска, тем больше пигмент входит во взаимодействие с известью и тем ярче становится выкраска.

Все вышеприведенные цветовые изменения пигментов во фресковой росписи, как выцветание, потемнение, насыщенность, могут быть определены с помощью фотометра Пульфриха и серой шкалы (рис. 20).

Д. Атмосфероустойчивость фресковой росписи

Под стойкостью к атмосферным воздействиям подразумевается стойкость к находящимся в атмосфере газам и парам



20. Штуфен-фотометр для определения изменений цвета пигментов

(водяной пар, аммиак, сероводород, сернистый газ, углекислота), а также сопротивляемость к температурным колебаниям и водостойчивость.

При производстве пигментов очень часто их плохо промывают, оставляя растворимые в воде соли, которые и содействуют выветриванию и выцветанию пигментов при атмосферном воздействии. Во фресковой технике эти изменения зависят также и от извести.

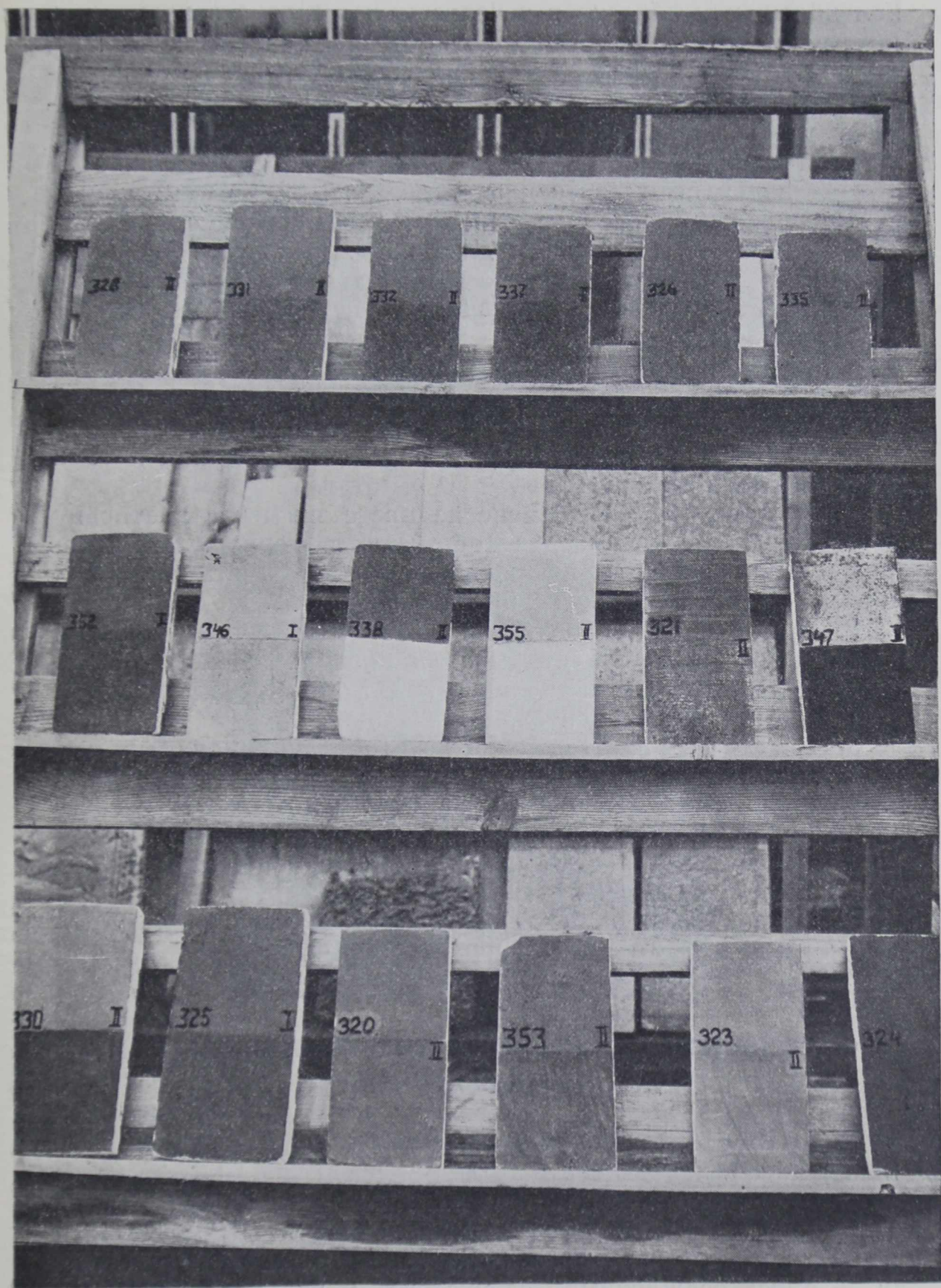
При испытаниях красочных поверхностей на стойкость к атмосферным воздействиям испытывается главным образом связующее краски, в данном случае известь.

Для испытания на атмосфероустойчивость красочных материалов во фресковой технике служит опытная станция ускоренных методов испытания.

Опытная станция представляет собой отведенную на воздухе площадку с рядом стелажей, сделанных под углом в 45° ; для испытания образцов в вертикальном положении используются наружные стены зданий (рис. 21).

Образцы испытываемых покрасок выставляются на стелаж и за ними ведется наблюдение через определенные промежутки времени — два раза в месяц.

При наклоне в 45° к югу покраски уже через два года показывают ту же степень разрушения, что и при вертикаль-



21. Установка для испытаний образцов фресковых красок в атмосферных условиях

ном положении образца в течение четырехлетнего испытания, почему все стелажы устанавливаются при наклоне 45° к югу.

Действие солнечных лучей происходит интенсивнее на открытом воздухе, чем через стекло, так как последнее поглощает ультрафиолетовые лучи; таким образом, на опытной испытательной станции мы имеем уже полное испытание на выцветание и потемнение пигментов (рис. 22).

Проверка выставленных образцов и запись о их состоянии ведется в особо заведенном для них журнале, где фиксируется:

- 1) порядковый номер образца,
- 2) состав грунта,
- 3) наименование пигмента,
- 4) число, когда выставлена покраска,
- 5) число осмотра и характеристика образцов.

Характеристика при осмотре всегда дается одними и теми же принятыми терминами.

1. **Выцветание.** Изменение цвета пигмента в сторону посветления или потемнения обозначают терминами: хороший, средний, плохой. Кроме этого, можно иметь цифровые данные, измеряя изменение цвета серой шкалой.

2. **Меление.** Момент, когда от атмосферных влияний разрушается красочное покрытие и пигмент выделяется на поверхность. Определение производят аппаратом Кемпфа с вычислением в процентах.

3. **Смывание.** Под смыванием следует понимать момент, когда от воздействия кислых дымовых газов красочная поверхность легко принимает влагу и пигмент сходит с грунта, оставляя одни белые пятна штукатурного грунта.

Обозначения: а) не смывается, б) средняя смываемость, в) полная смываемость.

Вычисление смываемости производится аналогично методике определения меления пигмента (рис. 23).

5. МАТЕРИАЛЫ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ НА ПИГМЕНТЫ ДЛЯ ФРЕСКОВОЙ РОСПИСИ

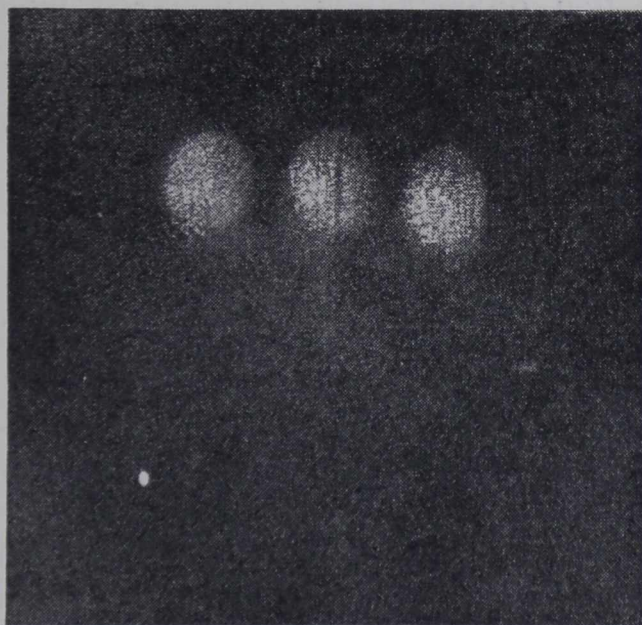
А. Белые пигменты

1. Литопон А

Белая минеральная краска, по своему химическому составу — смесь осажденных сернистого цинка и сернокислого бария. Содержание сернистого цинка не менее 26%; окиси цинка не более 2%; влаги не более 0,5%; окиси железа не



22. Экспериментальный фрагмент фрески, испытываемый на устойчивость пигментов, работы художников: 1) Шухмина, 2) Ямпольского, 3) Чемко



23. Результаты испытаний фресковой выкраски аппаратом Гарднера

более 0,5%; содержание хлора не более 0,15%; отсутствие тяжелых металлов (кроме железа и кобальта); сернокислого бария не менее 98% от разности между 100% состава и остальными составными частями краски.

Остаток на сите 10 000 отв/см² при мокром просеивании должен быть не более 0,1% (это требование относится и ко всем последующим краскам, за исключением №№ 10, 18 и 19, где оно оговорено особо).

Частично растворяется в соляной и азотной кислотах и в едком натре. Цвет литопона должен быть белым и устанавливается по эталону «НИЛК». При освещении влажного литопона ртутно-кварцевой лампой в течение 10 минут не должно наступать изменения цвета. Интенсивность литопона должна быть не ниже 0,9 красящей способности эталона.

Литопоновые заводы: Ленинград и Кутаиси.

2. Цинковые белила марки 00

Минеральная белая краска, по своему химическому составу — окись цинка. Содержание окиси цинка 99%; потери при прокаливании не более 0,6%; остатка нерастворимого в смеси аммиака, хлористого аммония и углекислого аммония не более 0,15%; содержания свинца в пересчете на окись свинца (PbO) не более 0,25%; солей серной кислоты в пересчете на серный ангидрид (SO_3) не более 0,2%; растворяется в соляной, азотной кислотах, в едком натре и аммиаке. При нагреве желтеет, а при охлаждении становится вновь белой. От сероводорода и сернистого аммония не изменяется. Объемное число не менее 325.

Заводы: ленинградский, ярославский, ростовский, днепрпетровский, московский.

3. Титановые белила

Белая минеральная краска, по химическому составу — двуокись титана, с добавкой сернокислого бария и окиси цинка. Химический состав: двуокись титана 95,84%, окиси железа 0,11%, окиси бария 0,3%, окиси цинка 2,61%, потеря при прокаливании 0,79%. Удельный вес 3,02. Реакция водной вытяжки нейтральная.

Опытный завод Управления местной промышленности — Ленинград, завод титановых белил — Челябинск.

Б. Желтые пигменты

4. Охра журавская

Природная краска желтого цвета, по своему химическому составу — глина, окрашенная гидратами окислов железа от 19% и выше. Нерастворимый остаток — 48%, потери при прокаливании не более 10%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%, влаги не более 5%.

Месторождение Журавское, Воронежский район, Воронежская область. «Завод «Червонец», ст. Журавка Юго-Восточной ж. д.

5. Охра дубовиковская

Природная краска золотисто-желтого цвета, по своему химическому составу—окисленная железная руда. Окиси железа от 33% и выше, нерастворимый остаток 50%, потери при прокаливании не более 10%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимость солей не более 2%; влаги не более 5%.

Месторождение Дубовиковское, Воронежский район, Воронежская область. Завод «Червонец», ст. Журавка Юго-Восточной ж. д.

6. Охра изюмская

Природная краска светложелтого цвета, по своему химическому составу—глина, окрашенная гидратами окислов железа. Гидратов окиси железа от 11%; нерастворимого остатка 69%; потери при прокаливании не более 10%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не больше 2%; влаги не более 5%.

Месторождение Изюмское, Изюмский район, Украинская ССР. Завод 1 Мая, г. Изюм.

7. Охра криворожская

Природная краска темножелтого цвета, по своему химическому составу—окисленная железная руда. Окиси железа от 40% и более; нерастворимого остатка 45%; потери при прокаливании не более 10%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%; влаги не более 5%.

Месторождение Ярмарочная площадь, Криворожский район, Украинская ССР. Артель «Минерал», Промсоюз, г. Кривой Рог.

8. Охра любытинская

Природная железокислая краска желтого цвета. По своему химическому составу—глина, окрашенная гидратами окислов железа от 19% Fe_2O_3 . Нерастворимого осадка в соляной кислоте (1:5) 37%; потери при прокаливании не более 14%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%; влаги не более 5%.

Месторождение Любытинское, Любытинский район, Ленинградская область.

9. Стронциановая желтая

Минеральная желтая краска, по своему химическому составу хромовокислый стронций. Содержание стронция 40%, окиси хрома — 40%, влажность 5%.

Реакция водной вытяжки нейтральная. Цвет водной вытяжки лимонно-желтый, так как она частично в воде растворяется. Удельный вес 3,4. Анализ цвета: λ — 579 μ , R — 73%, H — 62,5%.

Завод художественных красок, Ленинград.

10. Желтый туф

По химическому составу — ферро-алюмо-силикат с окислами железа от 13% и содержанием двуокиси кремния 81%. Реакция водной вытяжки нейтральная. Растворимых солей не более 2%, влажность от 2 до 3%. Остаток на сите 6400 отв/см² при мокром просеивании не более 0,1%.

Месторождение Шахназар, Степановский район, Армянская ССР.

11. Цинковая желтая

Минеральная желтая краска, по химическому составу — хромовокислый цинк. Окиси хрома 54%, цинка 42%, реакция водной вытяжки нейтральная. Водная вытяжка окрашивается в лимонно-желтый цвет, так как краска частично растворима в воде. Растворяется в соляной кислоте, в избытке едкого натра и в аммиаке. При прокаливании переходит в коричневый цвет; сама краска трудно плавится. Сернистый аммоний в уксуснокислом растворе дает белый осадок.

Красочный завод им. Менделеева, Ленинград.

12. Сиенна натуральная

Природная краска желтого цвета. По химическому составу — железная окисленная руда, частично гидратированная. Содержание окислов железа от 64 до 70%; потеря при прокаливании 22%; очень лессировочная краска; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%.

Завод художественных красок, Ленинград.

В. Красные пигменты

13. Сурик железный

Природная краска темнокрасного цвета, по своему химическому составу — железная окисленная руда, окрашенная безводными окислами железа. Содержание окиси железа должно

быть не менее 75%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 1%; растворимых солей железа не более 0,0001%; хлористые и сернистые соли отсутствуют; влаги не более 3%.

Месторождение «Пролетарский рудник», Криворожский район, Украинская ССР. Завод «Красный химик», Кривой Рог.

14. Мумия естественная

Природная яркокрасная краска, по своему химическому составу—окисленная железная руда; содержание окиси железа не менее 28%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%; растворимых солей железа не более 0,025%, влаги не более 3%.

Месторождение у балки «Шанхай», Криворожский район, Украинская ССР. Завод «Красный химик», Кривой Рог.

15. Жженая охра

Охра прокаленная при 600° С, яржкрасного цвета, по своему химическому составу — глина, окрашенная безводными окислами железа. Окиси железа от 19%; нерастворимый остаток 48%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%; влаги не более 3%.

Завод художественных красок, Ленинград.

16. Английская красная

Минеральная красная краска, по химическому составу — окиси железа 99,4%; искусственно осажденная окись железа растворяется в соляной и азотной кислотах, реакция водной вытяжки нейтральная; отсутствие серноокислых солей; влажность 2%. При прокаливании переходит в темнокоричневый цвет; при охлаждении становится красной.

Завод художественных красок, Ленинград. Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

17. Красный кадмий

Минеральная красная краска, по химическому составу — селенистый кадмий; селена — 7%, серы — 5%, кадмия — 87%, серноокислого бария 0,65%; реакция водной вытяжки нейтральная; отсутствие свободного селена и серы.

Завод художественных красок, Ленинград.

18. Красный туф

По химическому составу — ферро-алюмо-силикат с окислами железа от 17% и выше; двуокиси кремния — 77%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не бо-

лее 2%, влажность от 2 до 3%; остаток на сите 6400 отв/см² при мокром просеивании не более 0,1%.

Месторождение Шахназар, Степановский район, Армянская ССР.

19. Розовый туф

Ферро-алюмо-силикат с окислами железа от 1% и двуокисью кремния 97%. Реакция водной вытяжки нейтральная. Растворимых солей не более 2%. Влажность от 2 до 3%. Остаток на сите 6400 отв/см² при мокром просеивании не более 0,1%.

Месторождение: Шахназар, Степановский район, Армянская ССР.

Г. Коричневые пигменты

20. Марс коричневый темный

Минеральная коричневая краска; искусственно осажденная окись железа; по химическому составу не менее 85% Fe₂O₃; отсутствие хлора, мела, свинцовых солей и других растворимых солей; реакция водной вытяжки нейтральная; в соляной кислоте растворяется целиком. Анализ цвета: λ — 601 м, R — 37%, H — 4,9%.

Завод «Победа рабочих», Ярославль, завод художественных красок, Ленинград, завод «Красный художник», Москва.

21. Марганцевая коричневая

Природная минеральная коричневая краска; по химическому составу — марганцево-железная окисленная руда; содержание нерастворимого остатка 65%, окиси марганца от 9%, окиси железа от 6%, окиси алюминия 5%; потеря при прокаливании 5%; в соляной кислоте растворяется, в едком натре не растворяется; сероводород и сернистый аммоний дает мясокрасный осадок; при прокаливании не меняется; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 1%; потери при прокаливании не более 1%; влажность не более 3%.

Чиатурская марганцевая и обогатительная фабрика, г. Чиатуры.

22. Марганцевая коричневая

Природная коричневая краска; по химическому составу — железо-марганцевая руда с окисью железа 37%, окисью мар-

ганца 8%, нерастворимого остатка 13%; реакция водной вытяжки нейтральная; в соляной кислоте растворяется частично; сероводород и сернистый аммоний дает мясокрасный осадок; при прокаливании не изменяется.

Месторождение у Феодосийской балки, Феодосийский район, Крымская ССР.

Завод художественных красок, Ленинград.

Д. Синие пигменты

23. К о б а л ь т с и н и й 255

Минеральная синяя краска; получается при термической обработке (1350°) окиси кобальта и глинозема; по своему химическому составу содержит от 23% окиси кобальта (CoO) и 76% окиси алюминия (Al_2O_3); реакция водной вытяжки нейтральная; в соляной кислоте и в едком натре не растворяется; сероводород и сернистый аммоний не изменяет; при нагревании остается без изменения.

Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

24. У л ь т р а м а р и н

Минеральная краска синего цвета; по химическому составу — алюмо-силикат натрия, содержащий серу; растворимых веществ не более 0,5%; потеря при прокаливании не более 2%; присутствие органических красителей не допускается; раствор 10% химически чистых алюмо-калиевых квасцов после 3 час. должен дать слабое изменение цвета; от действия соляной кислоты быстро обесцвечивается с выделением сероводорода; от действия едкого натра, сероводорода и сернистого аммония не изменяется; при нагревании не изменяется; дисперсность ультрамарина следующая: частиц диаметром больше 5μ не более 10%; весовых частиц диаметром меньше 2μ не менее 40%. Интенсивность не менее 1,75 от эталона.

Завод «Республика», Ленинград.

25. К о б а л ь т г о л у б о й 268

Минеральная краска голубого цвета; по химическому составу содержит окиси кобальта 16%, окиси хрома 9%, окиси алюминия 74%; реакция водной вытяжки нейтральная; в соляной кислоте и едком натре не растворяется; от сероводорода и сернистого аммония темнеет; при нагревании темнеет.

Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

Е. Зеленые пигменты

26. Кобальт зелено-голубой 609

Минеральная краска зелено-голубого цвета; в своем химическом составе имеет окиси кобальта 15%, окиси цинка 5%, окиси хрома 40%, окиси алюминия 38%; реакция водной вытяжки нейтральная; в соляной кислоте слегка растворяется; в едком натре не растворяется; от сероводорода и сернистого аммония темнеет; при нагревании темнеет.

Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

27. Кобальт зеленый темный

Минеральная зеленая краска; по химическому составу содержит кобальта 14%, окиси цинка 86%, окиси железа 0,3%; растворяется в соляной кислоте; в едком натре не растворяется; от сероводорода чернеет; при нагревании не изменяется; реакция водной вытяжки нейтральная. Анализ цвета: λ —498 μ , R —21%, H —10%. Удельный вес 4,5.

Завод «Красный художник», Москва. Завод художественных красок, Ленинград. Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

28. Окись хрома

Минеральная зеленая краска; получается путем термической обработки при 1300° двуххромовокислого калия и серы; по химическому составу 98—99% окиси хрома; реакция водной вытяжки нейтральная; отсутствие серноокислых и сернистых солей; при прокаливании не меняется; в соляной кислоте и едком натре не растворяется.

Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

29. Изумрудная зелень

Минеральная зеленая краска — гидрат окиси хрома; содержит не менее 80% Cr_2O_3 . Растворяется медленно в соляной кислоте. Допустимы следы борной кислоты до 0,5%; отсутствие железа; водная вытяжка не должна содержать хром-пика; при температуре свыше 250° начинает плавиться; влаги не более 6%. Анализ цвета: λ —491 μ , R —16%, H —35,4%. Удельный вес — 2,8.

Завод «Красный художник», Москва. Завод художественных красок, Ленинград.

Ж. Черные пигменты

30. Жженая кость

Черная краска; получается путем обжига животных костей в печах; по химическому составу состоит из 8—10% аморфного углерода, 75% средней фосфорнокальциевой соли, 2% среднего фосфорнокислого магния и 15% углекислого кальция; реакция водной вытяжки нейтральная; хлор отсутствует; в соляной и азотной кислотах растворяется частично; при прокаливании получается белая зола.

Краснопресненский завод, Москва. Костеобжигательный завод, г. Серпухов. Костеобжигательный завод, г. Нижнеднепровск.

31. Кобальтовая черная 1063

Минеральная черная краска; по химическому составу — окиси кобальта 11%, окиси железа 43%, окиси хрома 45%; реакция водной вытяжки нейтральная; растворимых солей не более 2%.

Дулевский красочный завод, ст. Дулево, Ленинской ж. д.

32. Черная железная

Минеральная черная краска; по химическому составу — окись-закись железа; окиси железа не менее 88%; серно-кислотного остатка — следы; влаги — 1,2%; отсутствие хлора; реакция водной вытяжки нейтральная.

Завод художественных красок, Ленинград.

33. Перекись марганца

Минеральная черная краска; получается искусственно, путем осаждения или в виде природной марганцевой руды — пиролюзит; содержание перекиси марганца до 88—90% MnO_2 ; в соляной кислоте растворяется с выделением хлора; в едком натре не растворяется; сероводород и сернистый аммоний дает мясокрасный осадок; при нагреве не изменяется; реакция водной вытяжки нейтральная; отсутствие хлора.

Завод Мососновхимтрест, Москва.

ЛИТЕРАТУРА

Стандарты лакокрасочной промышленности, 1936—1939.

Е. Ф. Бельский, Технология пигментов и лаков, 1938.

Г. Гарднер, Физико-химическое исследование лаков и красок, 1931.

Вагнер, Минеральные пигменты, 1934.

Церр и Рюбенкамп, Производство минеральных красок, 1 ч. 1930.

Гентель, Производство минеральных красок.

Технические условия завода «Красный художник», г. Москва.

Технические условия завода художественных красок, г. Ленинград.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Русские издания

- Анисимов А. и Муратов, Новгородская иконопись Феодора Стратилата. 1917.
- Материалы по археологии России, изд. имп. Археологической комиссии. № 21, 1897.
- Айналов Д., Древние памятники искусства Киева. Софийский собор, Златоверхо-Михайловский и Кирилловский монастыри. 1899.
- Амиранашвили Ш. Я., Убиси. Материалы по истории стеной живописи. 1929.
- Айналов Д. В., Киево-Софийский собор. Исследование древней мозаической и фресковой живописи. 1889.
- Айналов Д. В., Фресковая роспись храма Успения Богородицы в Свяжском монастыре. 1906.
- Анисимов А. И., Реставрация фресок церкви Феодора Стратилата в Новгороде. 1911.
- Афанасьев А., Несколько слов о живописи древних греков и римлян. «Пантеон», 1853, № 8.
- Андреев Н., Опыт применения биологического метода для определения связующих веществ в живописи и фресках. «Музейное дело», вып. 6.
- Анисимов А., Новооткрытые фрески Новгорода. «Старые годы», № 12, 1913.
- Анреп Б., Беседа о живописном ремесле, «Аполлон». № 7, стр. 32, 1914.
- Айналов и Редин, Мозаика и фрески Киево-Софийского собора. «Вестник изящных искусств», т. 4—6, 1890.
- Ашик А. Б., Керченские древности, О пантикапейской катакомбе, украшенной фресками. 1845.
- Бергер-Эрнст, Техника фрески и техника сграффито. Перевод с немецкого П. З., под ред. Н. М. Чернышева и В. Д. Загоскиной. 1930.
- Беленький В. И., Ветхий завет в стенописях паперти церкви Иоанна Предтечи в Ярославле. 1916.
- Бобринский А., Об одной из фресок лестницы Киево-Софийского собора.
- Батюшков П. Н., Памятники старины в западных губерниях Империи. 1868.
- Вибер, Живопись и ее средства. Перевод худ. Киплика и Пирогова.
- Георгиевский В. Т., Фрески Панселина в Протате на Афоне.
- Георгиевский В. Т., Фрески Ферапонтова монастыря. 1911.
- Гапоненко Т., Монументальная живопись в ее прошлом и настоящем. 1931.
- Горностаев Ф. Ф., Византийское искусство. Живопись и скульптура.
- Гольшев И., Счастливая судьба фресок Владимирского Успенского собора XII в. 1884.
- Грабарь, Фрески Апостольского придела Киево-Софийского собора. 1917.
- Гордеев Д. П., О Новгородских Федоровских фресках. «Византийский Временник», т. 22, 1917, стр. 281.
- Глазунов А., Древнейшие фрески Богородицы Рождественского собора Сторожевского монастыря. Журнал «Светильник», № 2, 1915, стр. 30—32.
- Григорьев, Техника фресковой живописи по русскому иконописному подлиннику. Записки имп. Русск. Общ. (1888), стр. 414.
- Горбушин Б. П., Качественная штукатурка и фреска. «Архитектура СССР», 1935.

Денике Б., Описание фресок Успенского собора в Свяжском мужском монастыре. 1914.

Дитрих Ф., Практическое руководство к живописи.

Деталь фрески в клубе «Пролетарий». «За пролетарское искусство», № 10, 1931, стр. 9.

Евдокимов И., Вологодские стенные росписи. 1922.

Елагин Н., Фрески XI в., открытые в Киево-Софийском соборе. Журн. Мин. Нар. Просв., № 1, 1844, стр. 1—4.

Киплик Д. И., Техника живописи. 1940.

Кулаковский Ю., Древности Южной России. Две Керченские катакомбы с фресками. 1896.

Коротков Н. П., Химический анализ грунтов древнерусских фресок XI—XVII вв. 1929.

Кондаков Н. П. О фресках лестницы Киево-Софийского собора. 1888.

Киево-Софийский собор. Исследование древней живописи, мозаик и фресок собора. «Зап. имп. русск. археолог. о-ва», т. IV, вып. 3—4, 1890, стр. 261—267.

Мансветов И. Д., По поводу недавно открытой стенописи в Московском и Владимирском Успенских соборах. 1883.

Мясоедов В., Фрески Спаса-Нередицы. 1925.

Масленников Н. Н., Изобразительное искусство СССР. Деталь фрески в казарме им. Дзержинского.

Мацулевич Л., Фрагменты стенописи в соборе Снетогорского монастыря. 1914.

Мясоедов В., Фрески северного притвора Софийского собора в Киеве. 1915.

Меррифильд, Искусство фресковой живописи. 1846.

Михайлов М. И., Памятники русской видовой палеографии. Фрески Новгородские, Волотовские и другие. 1913.

Мацулевич Л. А., Фрески барабанов Знаменского собора. 1911.

Мацулевич Л. А., Церковь в Волотове. 1912.

Новицкий А., История русского искусства древнейших времен, т. 1.

Никольский, Афонские стенописцы, их технические приемы и образцы работ. 1908.

Опыты монументального искусства. Журнал «Искусство», вып. 4, 1934.

Проф. Окунев, Сербская средневековая стенопись. 1923.

Окунев Н. И., Вновь открытая роспись церкви Феодора Стратилата в Новгороде. 1911.

Прахов А. В., Открытие фресок в Киевской Кирилловской церкви. XII в. 1883.

Петров Н. И., Древняя стенопись в Киевской Спасской на Берестове церкви. 1908.

Прохоров В. А., Стенная иконопись (фрески) XII в. в церкви св. Георгия в Рюриковой крепости в старой Ладоге. 1871.

Покровский Н. В., Стенные росписи в древних храмах греческих и русских. 1890.

Парлин О. И., Альбом фотографических снимков фресок Спасо-Мирожского монастыря во Пскове.

Покровский Н. В., Очерки памятников христианской иконографии и искусства. 1900.

Покровский Н. В., Лекции по церковной археологии. 1884.

Павлов П. В., О значении некоторых фресок Киево-Софийского собора. 1878.

Покрышкин П. П., Благовещенская церковь в Супрасльском монастыре. 1911.

Протасов Н. Д., Фрески на алтарных столпах Успенского собора в Звенигороде. Археологические очерки. Москва, 1916.

Рерберг Ф. И., Краски и другие художественные современные материалы. 1905.

Розанов В. В., Стенная живопись. 1914.

Романов Н. И., Фрески в церкви S. Maria Novella. 1928.

Рихтер, Фрески в древнерусских церквях.

Соболевский, Русские фрески в старой Польше. 1916.

Стасов В. В., Катакомба с фресками, найденная в 1872 г. близ Керчи. 1894.

Симони П., К истории обихода книгописца, переплетчика, иконного писца при книжном и иконном строении. Т. I, 1906.

Смирнов Н., Фресковые изображения по лестницам на хоры Киево-Софийского собора. 1871.

Толмачевская Н. И., Фрески древней Грузии. 1931.

Толстой И. И., Русские древности в памятниках искусства, вып. 4 и 7.

Успенский А. И., Фрески паперти Благовещенского собора в Москве. 1906.

Ушаков Ф. А., Описание фресок храма Преображения в Москве. 1903.

Фресковые росписи Харьковского краснозаводского театра. «Архитектура СССР». № 1, 1935.

Фрески Спаса-Нередицы. 1925.

Чернышев Н. М., Техника стеновых росписей. 1930.

Ченнино-Ченнини, Трактат о живописи. Изд. 1933.

Чернышев Н. М., Новые фрески в Киеве. «За Пролет. искусство». 1928.

Шмидт Ф. И., Мозаика и фрески Кахриэ-Джами. Изд. Археологического института в Константинополе. VIII, вып. 1—2. 1902.

Шмидт Г., Техника античной фрески и энкаустики.

Шевленов, Нередица. Новгородский музей и памятники. 1931.

Щавинский В. А., Очерки по истории техники живописи и технологии красок в древней Руси. 1935.

Яремич С. Н., Фрески Врубеля в Киеве.

Эйсснер А. П., О грузинской древней росписи.

Эдинг Б., Фрески в Звенигороде. Журнал «София», № 6, 1914.

Иностранные издания

Die Ausschmückung von Bauten durch Werke der Malerei. «Zentralbl. der Bauverwaltung», № 44, 1935.

Aiazzi G., La capella dé' Rinuccini in S. Croce di Firenze.

Arslan W., Un probabile affresco di Jacopo Bellini. «Bollet. d'arte». 1926/27, p. 186—188.

Alpatoff M., Les fresques de Sainte Sophie de Nicée. 1926.

Armenini G., Dei veri precetti della pittura. 1587.

D'Amalio, Nuovi scavi di Pompei, Casa dei Vettii.

Avards, Fresco in the building of mining company. «Beaux Arts Inst.». 10, 19—23 May, 34.

Angeles R., Les fresques de la chapelle Pauline. «Beaux Arts», p. 5. J. 26, 34.

Arslan. W., Series of thirteenth century frescoes at San Vincente «Art in Am.» 22, 60—76. Mr. 34.

Berger E., Fresco-und Sgraffito-Technik. 1912.

Bachmann Fredo, Die romanischen Wandmalereien in der Kirche zu Axien bei Torgan. «Jahrb. der preuss. Kunstsamml.», 1934. 55, H. 4. S. 197.

Boddhisattva A., Frescoes Northern Sung dynasty. «Burl. Mg.», 1928, vol. 53.

Berger E., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Maltechnik. 1912.

Bauduin, La fresque, Paris 1914.

Beenken H., The chapter House frescoes at Pomposa. «The Burlington Magazine», v. 62, № 363, 1933.

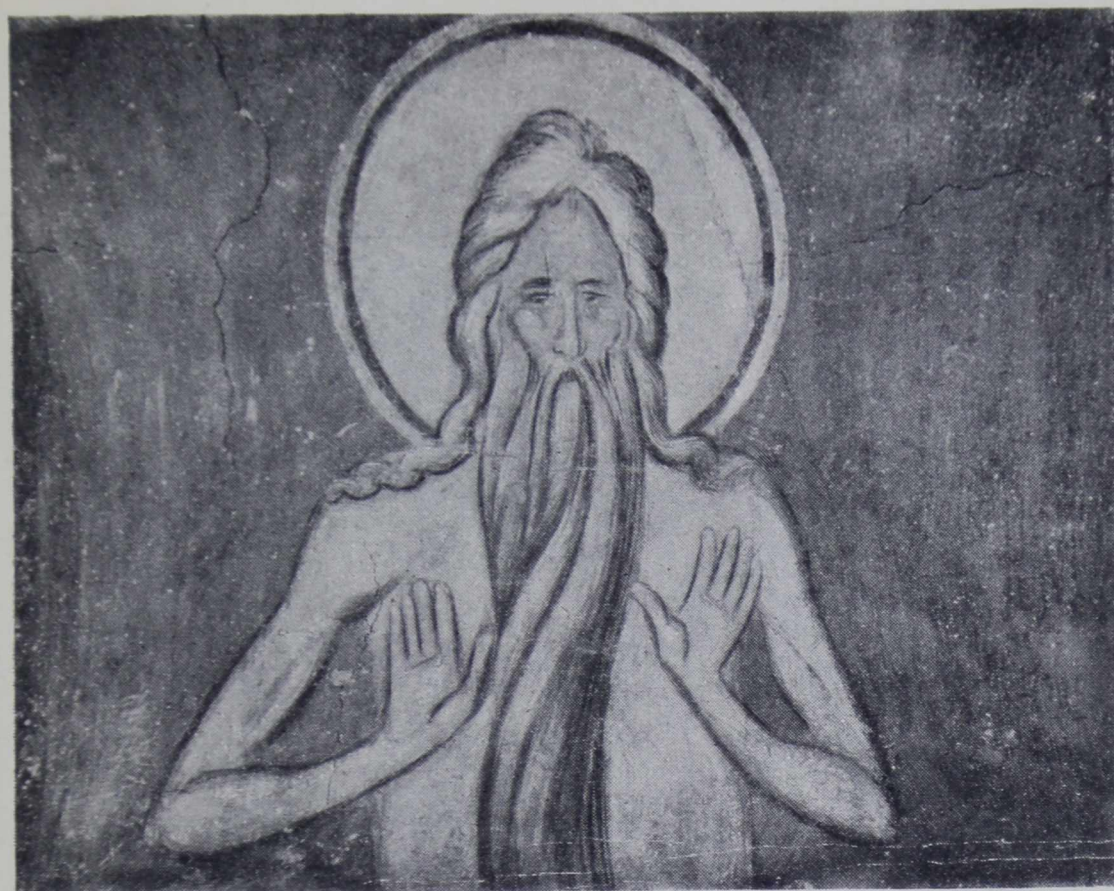
- Bassano, Chiostro di S. Francesco. «L'arte», XIV, 1911. p. 253.
- Borrmann B., Aufnahmen mittelalterlicher Wand- und Deckenmalereien in Deutschland. 1872.
- Bodenwaldt, Die Fresken der Paläste. 1912.
- Bassinier, Praktisches Handbuch für Dekorations- und Zimmermalerei. München. 1894. S. 69.
- Breitschedel, Zur Technik der römisch-pompejanischen Wandmalerei. 1911.
- Bückler W., Frescoes at Galata, Cyprus. «Studio», 53, 105—110, 33.
- Brandi C., Un «cenacolo» dis. Vitale scoperto nel convento di San Francesco a Bologna. «Bolletino d'arte», Aprile. № 10 1936, p. 448.
- Calosso Achilla Bertini, Gli affreschi della Grotta del Salvatore presso Valeriano. Roma 1907.
- Cros Henry et Henry Charles, L'encaustique et les autres procédés de peinture chez les anciens. «Histoire et technique». 1884.
- Demus Otto, Gotische Fresken am Querhausgewölbe im Maria Saal «Belvedere», 1931, Jahrg. 10, № 3, S. 86.
- Donner A., Die erhaltenen antiken Wandmalereien in technischer Beziehung, 1886.
- Dudick B., Neuentdeckte Fresken aus dem Leben des heil. Apostel Cyrill 1869.
- Didron Aine, Annales archéologiques. 1844.
- Donner O., Ueber Technisches in der Malerei der Alten insbesondere in deren Enkaustik. 1885.
- Doener M., Malmaterial und seine Verwendung im Bilde, 1921, S. 231.
- Ebers Joseph, Fresken in der Kirche vom heil. Rupert. «Die Kunst», 1926/27, B. XXVIII, № 9.
- Eibner Alexander, Entwicklung und Werkstoffe der Wandmalerei vom Altertum bis zur Neuzeit. 1926.
- Eltmüller, Die Frescobilder zu Konstanz. 1866.
- Engravings from the Frescoes in the Piccolomini library at Siena.
- Erhardt A., Die Kunst der Malerei. 1910.
- Erklärung der vier Fresco Gemälde welche die vier Fakultäten darstellen in der Kön. Preuss. Rhein-Universität. 1865.
- Freskomalereien deutscher Künstler in Rom. «Kunstblatt», 1825, № 25.
- Fresque de l'Afrique du Sud. «Cahiers d'art» № 10, 1928, p. 442.
- Les fresques de la Signature. Raphael et le Sodome. «L'art et les artistes». № 89, 1928.
- Fresques à Valmon. Fresques antiques de Boscoreale. «L'amour de l'art». № 6, 1900, p. 243.
- Fresques dans l'église de Saint Gennaro à Naples. «Bolletino d'arte», VIII, 1928. № 4.
- Fresques des frères Lossi à Trento. «Bolletino d'arte», IX, 1929, № 6.
- Fresques du XII siècle dans l'église de Sainte Marie à Vescovino. «Bolletino d'arte». № 1, 1927.
- Fresques dans les églises italiennes. «L'arte», 1904.
- Les fresques Romanes de Catalogne. «L'amour de l'art», № 11, 1926, p. 261.
- Förner, Spätgotische Wohnräume und Wandmalereien aus Schloss Issogne. 1896.
- Fresques Indian Ajanta «Review», t. 2.
- Les fresques de l'église Saint Christophe de Javel-il-Baux. «Beaux Arts», p. 2, D. 20, 33.
- Fresques Mexican, «Parnassus», ap, 34, 6, 5—7.
- Fresques Persian, «Inst. Bul. Mg.», 34, 7, 1—2.
- Fresco painting. «Beaux Arts», 9, 5, 22—4, May 33.
- Frescoes, French. «Beaux Arts», p. 2. H. 28—33.

- Galli E., Monumenti ignorati del Bruzio e della Lucania. «Boll. d'Arte» 1927/28, 391—412.
- Gauthier M., Les fresques de l'église du Saint Esprit. «Art Dec.», 63. 36. 3—71.
- Ganibier Parry. Spirit Fresco—Painting, an account of the Process. 1883.
- Gramm Joseph, Spätmittelalterliche Wandgemälde im Konstanzer Münster, 1905.
- Grabar I., Die Freskomalerei der Dimitry-Kathedrale in Wladimir.
- Gullik T., Painting popularly explained: fresco, waterglass, oil. 1889.
- Georgievskaya-Droujinina, Les fresques du monastère du Therapon. «L'art byzantin chez les slaves», 1933.
- Guerlin, La technique de peinture, 1908.
- Grimper I., Essai sur les fresques de Raphael au Vatican.
- Gruner L., Fresco, decorations and stuccos of churches and palaces in Italy.
- Giotto, Frescoes in Arena Chapel Padua.
- Gli Affreschi nei Palazzi di Genova.
- Gli Affreschi del Castello de Mantanel Saluzzese. «L'arte», 1906, 11, p. 94.
- Gli affreschi scoperti in Santa Maria delle grazie a Milano, «Bolletino d'Arte», № 1, 1928.
- Dufrénoy Georges, Carton pour fresque, «Art et Décoration», 1926, p. 45.
- Giorgio Vasari nel V centenario della sua nascita. «Emporium», t. XXXIV, 1911, p. 177.
- Gelis-Didot et Laffilée. La peinture décorative en France du XI au XVI siècle.
- Gille-Delafond S., Les fresques du réfectoire de l'école centrale. «Construction Moderne», 16, 1934, p. 242.
- Gauthier M., Les fresques de l'église du Saint Esprit. «L'art et décoration», Oct. 38, 1934, p. 363.
- Gille-Delafond S., Les fresques de Saint Christophe. «Construction Moderne», № 29, 1934, p. 420.
- Georla G., L'affresco della Torre di San Zeno a Verona. «Boll. d'arte», VII, 1927/28, p. 241—259.
- Habicht V. G., Die neuentdeckten Fresken in Idensen. «Belvedere», 1931, Jahrg. 10, H. 5. S. 149.
- Hale G., Fresco painting. «Review Art Digest», 7. 23.
- Hildebrandt Hans, Wandmalerei, ihr Wesen und ihre Gesetze, 1920.
- Holtzer, Peintures à fresque.
- Hoogwerff C. J., Gli affreschi nella chiesa di Sant' Elia presso Nepi. «Dedalo», t. II, 1927/28, p. 331.
- Karlinger Hans, Die hochromanische Wandmalerei in Regensburg, 1920.
- Kiesling E., Wesen und Technik der Malerei. 1908.
- Knirim Friedrich, Die Holzmalerei der Alten. Ein Versuch zur Einführung mit Vorteil als Fresco-Oel-Wachs-Tempermalerei. 1839.
- Kühlmann Richard, Die Fresken im Casino-Massimo zu Rom. «Zeitschr. f. Bildkunst», 1930/31, Jahrb. 64. H. 10, S. 206.
- Kurth B., Ein Freskenzyklus im Altertum von Trient, 1911.
- Leonardo al Lago, Gli affreschi Lorenzettiani in una cantilena del XVII. sec. «Balzana» 1927, p. 35.
- Levi E., Delitto del re Evilmesadae nella pittura dello Steri, «Debate» 1927/28, an. VIII, p. 425.
- Léon Paul, Preface à «L'art de la fresque de Peteresco», «La Const. Moderne», 20 Oct., 1935, p. 57.
- Marle R., Gli affreschi del duecento in Santa Maria in Versonio Cattedrale della Sabina e Piero Cavallini. «Boll. d'Arte», 1927/28.
- Metta Vasudeo B., The new Delhi murals, the Bombay school of art. «Apollo», 1930, vol. XII, 72, p. 431.

- Metz Peter, Ein Wandgemälde im Stile Grünewalds. «Der Cicerone» Jahrg. 21, 1929, S. 281.
- Mesnil du Buisson, Une fresque de Doura offerte au Musée du Louvre par l'université de Yale. «Gazette des Beaux Arts», 1934, novembre, p. 161
- Moreau—Vauttier—Letti, «La pittura». 1913.
- Mullooby Joseph, A brief notice of the ancient painting found in the subterranea basilica of S. Clemente in Rome.
- Morassi A., Come il Togolino restaurò gli affreschi di Torre Aquila a Trento. «Boll. d'Arte», 19 8/29, VIII, p. 337.
- Morassi A., Affreschi romanici di Castel Appiano. «Boll. d'arte», 1926/27, 433.
- Morassi A., Un nuovo ciclo di pittura profana nel Trentino. «Boll. d'arte», 1926, anno V, p. 419.
- Moschetti A., L'affresco della «Pietà» scoperto nella chiesa degli Eremitani a Padova. «Dedalo», 1926 anno VI, p. 701.
- Materiaux pour l'histoire de l'art asiatique, une fresque chinoise du VI siècle, «Gazette des Beaux Arts», 1923.
- Marret Harri, Décorateur et ses fresques pour l'album d'ores. «Art et Décoration», 1913, XXXIV, p. 77.
- Malderghem. Les fresques de la Lengemeete, 1897.
- Mugent M. Affreschi del trecento nella cripta di S. Francesco ad Ursina, «Emporium» 78, 71—2 J'33.
- Merimée, La fresque.
- La Montagne St., Hubert R., Art of fresco painting, pure technique and actual renaissance. 1924.
- Neumeyer A., Die Fresken im «Chioströ degli Aranci», der Badia Fiorentina. «Jahrbuch d. pr. Kunst», 1927. S. 25.
- Newly discovered Frescoes at Rimini, «The Burl. Magazine». 1925, vol. X, № 1.
- Neuburger A., Die Technik des Altertums. 1919.
- Oertel Robert, Masaccio und die Geschichte der Fresco-Technik. «Jahrb. d. Pr. Kunstsamml.». 1934, Bd. 55, H. 4. S. 229.
- Ostwald W., Malerbriefe. 1904.
- Picard Ch., Peintures murales grecolatines et autres histoires de Délos. «Rev. de l'Art». 1928, p. 255.
- Popp Joseph, Die figurale Wandmalerei, ihre Gesetze und Arten, 1921, S. 144.
- Pompei. Dipinti murali scelti di Pompei. Napoli.
- Perceval Jettis W., Some buddhist frescoes from China, «Burl. Mag.», 1927. vol. 51, p. 121.
- Puyol, Explication des peintures fresque. 1892.
- The portridge. Fresco at Knossos, «Studio», 1923. July, p. 73.
- Peintures murales du XIV siècle decouvertes à Gant. «Gazette des Beaux Arts», 1925.
- Previati G., La tecnica della pittura. Torino, 1923.
- La peinture à fresque moderne. «Revue de l'Art ancien et moderne», № 299, p. 37.
- Ricci C., La pittura della cupola di S. Vitale in Ravenna. «Cronache», 1927, p. 271.
- Rossi, Peintures à fresque du Camposanto de Pise. 1833.
- Raehlmann, Ueber die Maltechnik der Alten. 1910.
- Rodenwaldt G., Die Composition der pompeianischen Wandgemälde. 1909.
- Rahn, Die mittelalterliche Wandgemälde in der italienischen Schweiz. 1881.
- Rivera, Technique of fresco with plaster and panel details and pigments.

- Ronchetti G., Pittura murale, Milano, 1911.
- Salmi M., Gli affreschi nella Collegiata di Castiglione d'Olona, «Dedalo» 1927/28, vol. 1, p. 27.
- Salmi M., Gli affreschi scoperti in Santa Maria delle Grazie a Milano, «Boll. d'arte», 1928/29, VIII, p. 3.
- Schmarsow A., Kompositionsgesetze der Franzlegende in der Oberkirche zu Assisi. 1918.
- Schmid Hans. Enkaustik und Fresco auf antiker Grundlage, 1926.
- Simoni Martini et Lippo Memmi, Frescos. Revue de l'art. 1913. XXXIII, p. 205.
- Seydlitz. Ueber Fresco-Technik. «Kunst für alle», 1899, Jahrg. XV, 361. München.
- Selez, Wandmalereien von Mitla. 1895.
- Schmolzer, Die Fresken von Castello del Buon Consiglio in Trient und ihre Meister. 1901.
- Saint-Savin, Rapport au ministre des Beaux Arts sur les fresques de Saint-Savin. «Construct. Moderne», 1935, Oct. 20, p. 51.
- Salvini R., Opere inedite di Agnolo Gaddi, frammenti di affreschi nella chiesetta di San Pietro, «Riv. Arte», s. 2, v. 6; 29—34, J. 34.
- Schultze-Naumburg, Die Technik der Malerei, 1920.
- Thubert E., Les fresques modernes, fresque éternelle, «Construction Moderne», 1935, № 3, p. 45.
- Tozzi M., La volta della stanza della Segnatura. «L'arte». 1927, p. 171.
- Tolnay Danesi, Un affresco senese Treviso. «L'arte» 1934.
- Tietze Hans, Programme und Entwürfe zu den grossen Österreichischen Barock-Fresken. «Jahrb. d. Kunst», 1911/13.
- Toesca P., Gli affreschi decorativi in Italia fino al sec. XIX. Milano, 1917.
- Taylor, Manual of fresco and encaustic painting, London, 1843.
- La Technique de la fresque. «Art et décoration», 1928, XXXIII, p. 121.
- Varenne G., La peinture à fresque moderne. «Rev. de l'Art anc. et mod.» 1928. vol. 54 p. 139.
- Vita A., De gli affreschi scoperti in San Domenico di Arezzo. «Boll. d'arte», 1928/29, VII, p. 385—398.
- Vibert S., La Science de la Peinture.
- Vitruvius Pollio, Architectura. 1586.
- Vanellarbe, L'iconographie et la décoration profane des demeures princières en France et en Italie au XIV et XV siècles.
- Wiegmann R., Die Malerei der Alten in ihrer Anwendung und Technik, insbesondere als Dekorationmalerei. 1836.
- Viglioli G., Del modo di dipingere al fresco sotto intonaco greco-romana, 1885.
- Wandmalereien in einem Sportraum. «Die Kunst». 1929/30, B. 11, S. 324.
- Ward, Fresco painting, its art and technique 1909.
- Warty, The caves of Ajanta, the most famous frescoes in India. «Art in America», 1927/28, vol. 16, p. 44.
- Weingartner J., Die profane Wandmalerei Tirols im Mittelalter. «Münch. Jahrb.», 1928, Bd. 5. S. 1—63.
- Wiegand, Th., Antike Fresken.
- Wennerwirta L., Gootilaista monmentaalia lausta Länsi Sumenja. Ahvenan—Maan Kirkoissa. 1930, 279.
- Wiegmann K., Die Malerei der Alten in ihrer Anwendung und Technik insbesondere als Dekorationmalerei, 1836.
- Xavric A. P., The painters' methods and materials, 1926.
- Uetts W. P., Chinese frescoes for the nation. „Burl. Mag.“ 1927, vol. 50, p. 322.

И Л Л Ю С Т Р А Ц И И



1. Фреска в церкви Спаса-Преображенья в Новгороде. XIV в.
Феофан Грек



2. Фреска Ильинской церкви в Ярославле. «Жатва». XVII в.



3. Фреска в Азербайджанском павильоне Всесоюзной сельскохозяйственной выставки 1939 г. «Колхозный праздник». Худ. проф. Бруни



4. Фреска в портале павильона «Сибирь» Всесоюзной сельскохозяйственной выставки 1939 г. Худ. Курилко, арх. Ершов



5. Фреска и сграффито в портале детского дома (Москва). 1939 г.
Худ. Фаворский, арх. Чалдымов

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение

1. Характеристика фрески и терминология	5
2. Исторические источники о технике фрески	9
3. Основы современной техники фресковой росписи : : :	12

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Техника штукатурки под фресковую роспись

1. Свойства штукатурок и требования к ним	17
2. Основания под штукатурки, назначенные для росписи фреской	19
3. Известь и ее обработка	32
4. Наполнители штукатурных растворов под фресковую роспись	52
5. Выбор составов и приготовление растворов для штукатурки	69
6. Выполнение штукатурок	74

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Краски для росписи фреской

1. Микрохимический анализ древних фресковых покрытий	83
2. Современная палитра фресковых красок	87
А. Новые природные краски	87
Б. Применение новых искусственных минеральных пигментов	89
В. Палитра, рекомендуемая ЛОР Академии архитектуры	93
Г. Список опробованных пигментов	94
3. Зависимость качества фресковых покрытий от подготовки пигмента и грунта	95
А. Влияние тонкости помола и консистенции краски пигмента на качество фресковых покрытий	95
Б. Зависимость закрепления пигментов от материала основы и грунта	95
В. Влияние цветных подмалевок	96
4. Методы оценки прочности красочной поверхности фресковой росписи	97
5. Материалы к техническим условиям на пигменты для фресковой росписи	108
Библиография	118
Примеры росписи фреской	127

1970 М.

1970 М.

Редактор Б. П. Михайлов

Подписано к печати 4 июня 1941 г.
Печ. л. 8¹/₄. Учет. изд. л. 9. В 1 п. л.
42600 зн. Л47182. Тираж 6 000 экз.
(второй завод 3001—6000)
Изд. № 437. Заказ № 550
Цена 8 руб.

6-я типография треста «Полиграфкнига»
Москва, 1-й Самотечный, 17.



Цена 8 руб.

~~МОГИЗ
Магавия 14
16 р.~~

1—
4414/5-66

М
191-88

