

Синтетические полимеры по химическому составу делятся на:

- карбоцепные - их основная цепь состоит из углеродных атомов (полиметилметакрилат, поливинилацетат и др.);
- гетероцепные - их основная цепь кроме углеродов содержит атомы кислорода, азота, серы, фосфора, бора, кремния, алюминия и др. элементов (полиэтиленоксид);
- элементарорганические - их макромолекулы наряду с углеводородными группами содержат неорганические фрагменты (фенолоальдегидные полимеры).

По способу получения различают полимеры полимеризационные и поликонденсационные. Полимеры, получаемые путем реакций боковых групп макромолекул с различными соединениями, называют модифицированными. Их особенностью является то, что в них всегда содержится некоторое количество первоначальных реакционноспособных групп.

Синтетические полимеры характеризуются значительно более ограниченным сроком службы, чем вещества, входящие изначально в состав материалов произведений искусства. Для многих полимеров в литературе приводятся несопоставимые данные по старению, так как обычно исследуют конкретное соединение в определенных, избранных для данной работы условиях искусственного старения. Механизмы старения полимерных материалов сложны и зависят от влияния многих факторов. Процессы старения усложняются релаксационными процессами и неопределенной рекомбинацией продуктов деструкции полимеров. Все многообразие этих факторов практически не может быть учтено при искусственном старении материалов. Отчасти поэтому обычно трудно сопоставлять результаты искусственного старения полимеров по различным опубликованным работам. Следует предостеречь от прямого переноса данных, полученных при искусственном старении полимера, на реальные условия эксплуатации. В то же время натурные испытания не всегда можно провести вследствие их длительности.

## **Полимеры на основе поливинилацетата**

### **Поливинилацетат (ПВА)**

Клей ПВА широко применяется в промышленности и для бытовых целей, выпускается в виде водной дисперсии, сухой остаток около 50%, м.м. от 500 до 1600 тыс., плотность 1,18-1,19 г/см<sup>3</sup>, температура стеклования 28°C. Размер частиц — 1-3 мкм, содержание пластификатора — 2,5-5%.

После испарения дисперсионной среды (воды) формируется полимерная пленка, растворимая в кетонах, сложных эфирах, метаноле.

ПВА дисперсия характеризуется высокой адгезией к любым подложкам, клей удобен в работе и не опасен для здоровья.

К недостаткам этого материала следует отнести:

- склонность к пожелтению при контакте с воздухом;
- высокую исходную жесткость пленки и нарастание жесткости в результате миграции пластификатора из объема пленки на поверхность;
- низкую влагостойкость;
- низкую биостойкость;
- склонность к усадкам;
- наличие в дисперсии остаточной уксусной кислоты, которая обуславливает низкие значения pH,

Для уменьшения жесткости в полимер вводят пластификатор — дибутилфталат, дибутилмалеинат или дибутилсебагинат.

В отечественной промышленности выпускается более 20 марок ПВА. В реставрационных целях чаще всего используют марки ДИМ-5020 и ДИМ-5025М.

За рубежом производят ПВА клеи в очень большом ассортименте. Во Франции для реставрационных целей предлагается клей ПВА под названием Colle Blanche, имеющий маркировку musee, этот клей содержит внутренний пластификатор, поэтому формирует более эластичные, чем отечественный ПВА пленки.

### **Применение ПВА**

В отечественной реставрационной практике клей ПВА можно применять, не опасаясь нежелательных последствий, лишь в реставрации мебели, ограниченное применение возможно при реставрации кожаных переплетов книг.

В последнее время его часто используют для подклейки жесткого шелушения настенной масляной живописи и дублирования кромок станковой масляной живописи, однако, из-за низкой биостойкости его использование в неоттапливаемых памятниках неоднократно приводило к образованию плесени, а кромки в результате усадки клея деформируют холст и придают ему избыточную жесткость.

### **Сополимеры винилацетата с этиленом**

СВЭД был первым синтетическим материалом, разработанным специально для реставрационных целей в химико-технологической лаборатории Института Реставрации (ВНИИР) по техническому заданию, составленному коллективом лаборатории под руководством А.В.Ивановой. Он представляет собой водную дисперсию на основе сополимеров винилацетата с этиленом с соотношением мономеров 85:15. Этот материал производился на Охтинском комбинате в г. Ленинграде.

В отличие от клеевых дисперсий, производившихся в промышленности для бытовых целей 50% концентрации, содержание сухого вещества в дисперсии СВЭД составляло 33%, она характеризовалась очень малым размером частиц — 0,05 мкм, низкой вязкостью, хорошей клеящей способностью. Пленка, образующаяся при испарении дисперсионной среды, обладает более высокими, чем природные материалы водостойкостью и биостойкостью, очень высокой эластичностью и отличными деформационными свойствами. Дисперсия СВЭД первоначально предназначалась для укрепления красочного слоя настенной темперно-клеевой живописи и была рекомендована как для подклейки мелкого шелушения, так и для пропитки деструктированного порошащего красочного слоя. Однако исследования, проведенные позднее в химико-технологической лаборатории ВНИИР показали, что при соприкосновении с грунтом или штукатурным основанием живописи, дисперсия коагулирует с образованием пленки и эта тонкая перфорированная пленка консолидирует частицы разрушенного красочного слоя, но не обеспечивает глубинной пропитки.

### **Области применения СВЭД**

СВЭД-33 применяется в качестве адгезива при реставрации темперной и клеевой настенной живописи для подклейки мелкого шелушения и распыления красочного слоя, при реставрации иллюминированных рукописей на пергаменте. В настоящее время этот материал не производится, часто вместо него применяют бытовой клей СВЭД-50, существенно отличающийся от СВЭД-33 своими коллоидными и физико-механическими свойствами.

СВЭД-50 можно использовать для подклейки жесткого шелушения, например, при реставрации золоченой резьбы.

Растворы СВЭД 3-5% концентрации успешно применяли для реставрации живописи миниатюр на пергаменте и для укрепления красочного слоя настенной живописи на водоразмываемых грунтах (например гипсовых). Достоинством этого материала является отсутствие блеска, что очень важно при использовании его в качестве пропиточного материала при реставрации клеевой или темперной живописи. Производство этого материала прекращено.

### **Поливиниловый спирт (ПВС)**

ПВС представляет собой белый порошок, растворимый в воде, причем в зависимости от марки полимера растворяется в холодной или горячей воде, хуже растворяется в гликолях, диметилформамиде (ДМФА).

### **Применение (ПВС)**

В отечественной реставрационной практике нашли применение марки Э, 7/1, и 16/1, изготавливающиеся в промышленности для использования в качестве связующего,

пропиточного материала и изготовления водорастворимой пленки, применяющейся в медицине.

В реставрации этот материал нашел применение в качестве связующего реставрационных грунтов, как адгезив и консолидатор при реставрации текстиля и произведений искусства на бумажной основе.

## **Поливинилбутираль (ПВБ)**

Поливинилбутираль представляет собой продукт взаимодействия поливинилового спирта и масляного альдегида. Оптически прозрачен, характеризуется высокой адгезией к различным подложкам, особенно к стеклу, высокой прочностью, гибкостью. Прочность пленок достигает 35 МПа, относительное удлинение от 140 до 190%, величина усадки — 6-8%.

### **Применение ПВБ**

В реставрации используются ПВБ марки КА, КБ (клеевой), КВ (клеевой высоковязкий) для склейки фрагментов экспонатов из стекла, фарфора и других материалов. Были предприняты попытки его использования для укрепления настенной живописи: польские реставраторы опробовали этот материал при реставрации настенных росписей Вавельского замка в Кракове, при укреплении фресок в Чхове.

Во ВНИИРе ПВБ был рекомендован для реставрации росписей на лессе. Однако, вследствие высокой вязкости и низкой проникающей способности, а также плохой паропроницаемости для настенной живописи он оказался непригодным.

Широкое применение этот материал нашел в реставрации станковой масляной живописи для соединения краев прорывов холста картин «встык» (5% раствор в изопропиловом спирте), а также для выполнения сложных операций отслаивания поздней живописи от нижележащих слоев более ранней живописи на иконах и стенописях. За рубежом этот материал используется в качестве адгезива при реставрации археологической керамики и стекла, а также для укрепления бумаги (1-2% раствор в спирте).

## **Полиакриламид (ПАА)**

Твердый полимер в виде порошка. Применяется в качестве компонента при пропитке бумаги и аппретировании тканей.

### **Применение ПАА**

В реставрационной практике ПАА получил ограниченное применение в качестве укрепляющего материала для консолидации распыленного красочного слоя настенной живописи.

## Полимеры класса акрилатов

Полиакрилаты — это полимеры на основе эфиров акриловых и метакриловых кислот общей формулы  $[-CH_2 -CH(COOR)-]_n$ , устойчивые к действию кислорода и света, которые нашли широкое применение в отечественной и зарубежной практике реставрации, как в виде растворов, так и в виде дисперсий.

### Полибутилметакрилат

Бутиловый эфир метакриловой кислоты общей формулы  $[-CH_2 -C(CH_3)(COOC_4H_9)-]_n$ ; представляет собой твердый кристаллический полимер, м.м. 100 тыс., плотность 1,05 г/см<sup>3</sup>, температура размягчения 20°C, показатель преломления 1,483, растворяется в сложных эфирах, ароматических углеводородах, уайт — спирите, пинене.

В химической промышленности на основе этого полимера выпускается широкий ассортимент клеев и лаков для технических целей, некоторые из них применяют и в реставрационных целях, например, клей циакрин (цианакрилат). В реставрации наиболее часто применяются марки: ПБМА — НВ и АСТ-ТТ. Материал характеризуется высокой адгезией к различным подложкам; повышенной био-, свето-, погодостойкостью; сохраняет полную растворимость после старения, т.е. является обратимым материалом.

ПБМА образует блестящую пленку на поверхности живописи, которая характеризуется низкой теплостойкостью, липкостью и высоким грязеудержанием. При использовании этого материала для укрепления красочного слоя настенной живописи следует иметь в виду его низкую паропроницаемость и способность «подтягиваться» к поверхности, в результате чего он не обеспечивает укрепления в объеме авторского материала.

### Области применения полибутилметилакрилата:

- для склейки фрагментов настенной живописи;
- для монтирования снятых со стен фрагментов росписей на новое основание;
- для укрепления живописи на лессе;
- для подклейки красочного слоя настенной масляной живописи к грунту и штукатурному основанию.
- для полевой консервации археологических предметов;
- для реставрации предметов прикладного искусства из дерева, керамики, фарфора и др.

### Сополимер бутилметакрилата с метакриловой кислотой

Характеризуется более высокой поверхностной твердостью и более высокой теплостойкостью по сравнению с ПБМА, кроме того он имеет более низкую температуру стеклования, и поэтому его пленки имеют меньшую липкость и меньшее грязеудержание.

### **Сополимер бутилметакрилата с метакриловой кислотой рекомендован:**

- для укрепления росписей на лессовой основе (5% раствор БМК-5 в смеси ксилола, ацетона и этилацетата в соотношении 1:1:1 обеспечивал глубину пропитки до 10 мм);
- для укрепления разрушенной древесины;
- для укрепления красочного слоя полихромной скульптуры (3% раствор в смеси растворителей спирт-ацетон в соотношении 1:1);
- для реставрации золоченой резьбы.

### **Paraloid B-72**

Сополимер метилакрилата с этилметакрилатом с соотношением мономеров 30:70, в США этот материал выпускается под названием Acryloid B72. Paraloid B-72 выпускается в виде прозрачных гранул, растворимых в ксилоле и ИПС, применяется для укрепления красочных слоев всех видов живописи, для пропитки древесины, в качестве связующего в составах для восполнения утрат, для проклейки дублировочного холста, в качестве адгезива при реставрации текстиля и в качестве защитных покрытий на изделиях из металла.

### **Акриловые дисперсии**

Представляют собой полимерные синтетические клеи, в которых дисперсионной средой является вода, содержащая разного рода эмульгаторы, а в качестве дисперсной фазы — сополимеры на основе эфиров акриловой и метакриловой кислот. В отечественной практике клеи этого класса соединений находят пока ограниченное применение.

Акриловые дисперсии, в отличие от винилацетатных, характеризуются более высокой свето-, атмосферо- и влагостойкостью, при этом они значительно превосходят их по биостойкости, пленки акриловых дисперсий характеризуются высокой эластичностью, величина относительного удлинения для разных марок колеблется от 500 до 1000%.

### **Применение акриловых дисперсий**

В реставрации станковой масляной живописи акриловые дисперсионные клеи применяются для осуществления следующих операций:

- дублирование картин на новую основу;
- укрепление красочного слоя, если на нем имеются открытые вздутия или шелушения;
- дублирование кромок на новый холст.

Предметы прикладного искусства — склейка фрагментов музейных предметов из фарфора и керамики (АК-231), археологической керамики (АК-256, АК-259, загущенные аммиаком), в качестве связующего композиций для восполнения утраченных

фрагментов, заделки трещин и сколов, для контактного удаления загрязнений с поверхности керамики, мрамора, известняка, гипса.

Резной золоченый декор и полихромная скульптура — подклейка левкаса к деревянной основе, позолоты к левкасу, красочного слоя и позолоты к грунту (АК-211, АБВ-16, Lascaux Acrylic Adhesive 498, Plectol P550).

Настенная масляная живопись — подклейка красочного слоя к грунту и штукатурной основе (АБВ-16, АК-211, АК-251).

## **Кремнийорганические материалы**

Широкий круг материалов, включающий разные по химическому составу и молекулярной массе полимеры, олигомеры и низкомолекулярные соединения (кремнийорганические жидкости).

Общими для этих соединений свойствами является их свето-, влаго- и атмосферостойкость, пропитывающая способность, паропроницаемость.

Свойства кремнийорганических материалов:

- гидрофобизирующие свойства;
- высокая атмосферостойкость — стойкость к действию влаги и перепаду температур, однако эти соединения подвергаются кислотному и щелочному гидролизу, поэтому объекты, укрепленные кремнийорганическими материалами и находящиеся в атмосфере промышленных городов, богатой оксидами азота и серы, необходимо повторно реставрировать через каждые 15-20 лет;
- более низкое, чем у акрилатов, грязеудержание;
- низкая вязкость и поверхностное натяжение, обуславливающие высокую проникающую способность, что позволяет проводить структурное укрепление руинированных пористых объектов на глубину до 50 мм растворами высокой концентрации или 100% жидкостями;
- сохранение паропроницаемости укрепляемых объектов, это свойство делает этот класс материалов незаменимыми при реставрации стенописей, дерева и скульптуры из камня;
- высокая биостойкость — поскольку кремнийорганические продукты сообщают объектам гидрофобные свойства, они абсолютно стерильны, на них не обнаруживается роста грибов и водорослей.

Основным недостатком этого класса материалов является их полная необратимость, поскольку укрепляющий эффект достигается в результате реакции поликонденсации олигомеров с образованием трехмерных структур, нерастворимых ни в одном растворителе. Более того, в большинстве случаев имеет место химическое взаимодействие с авторским материалом, что, с точки зрения теории реставрации, является абсолютно недопустимым.

Тем не менее в отечественной и зарубежной практике эти материалы наряду с акрилатами являются наиболее популярными и потребляются в больших количествах. Все материалы, используемые в реставрационных целях, промышленного изготовления.

В реставрационной практике кремнийорганические олигомеры применяются более 30 лет для гидрофобизации авторского материала с целью придания ему водоотталкивающих свойств, а также в качестве укрепляющих материалов для реставрации объектов из пористых материалов, таких как скульптура или архитектурные детали из камня, мрамора, кирпича, известняка и песчаника, штукатурного основания живописи, наружных росписей, музейных экспонатов из дерева, камня, керамики.

## **Фторсодержащие полимеры**

В реставрационной практике используются сополимеры на основе тетрафторэтилена (тефлона), известные под названием фторлоны.

Материалы этого класса используются для получения термостойких лаковых покрытий; они характеризуются высокой термо- и химической стойкостью, атмосферостойкостью, гидрофобностью, не изменяют тональности и фактуры живописи. В реставрационной практике используются две марки фторлонов Ф-26 и Ф-42. Ф-26.

### **Области применения**

- укрепление слабых распыленных пигментов произведений живописи, выполненных в технике пастели, углем или карандашных рисунков;
- реставрация ветхих тканей и бумаг (3% растворы в ацетоне или смеси растворителей); после обработки фторлонами возможно проведение любых операций, в частности очистки от загрязнений водой или водными растворами детергентов;
- закрепление цветных инициалов и железо-галловых чернил рукописей перед удалением загрязнений.

## **Эпоксидные смолы**

К эпоксидным смолам относятся олигомеры или полимеры, содержащие эпоксигруппы в цепи или концевые.

Эпоксиды — это жидкие или твердые вещества с м.м. 500-1000. Применяющиеся в реставрации эпоксидные клеи, как правило, двухкомпонентные системы, состоящие из смолы и отвердителя: в качестве отвердителей чаще всего используют полиэтиленполиамин (ПЭПА), реже — многоосновные кислоты и их ангидриды,



фенолформальдегидные смолы и др.

Эпоксидные клеи характеризуются следующими свойствами:

- очень высокой адгезией практически к любым подложкам (металлам, стеклу, бетону и др., прочность на сдвиг составляет более 45 МПа);
- высокой химической стойкостью, влагостойкостью, атмосферостойкостью;
- очень высокой прочностью клеевого шва;
- при отверждении дают незначительные усадки.

К отрицательным свойствам следует отнести абсолютную необратимость после отверждения и потемнение клеевого шва в процессе старения. Именно последнее обстоятельство и делает эти соединения непригодными для склеивания фрагментов экспонатов из мрамора, белого камня, фарфора и др. предметов из светлоокрашенных материалов. В случае склейки эпоксидным клеем руинированных предметов, высокая прочность клеевого шва является причиной разрушения по авторскому материалу.

Эпоксидные клеи нашли ограниченное применение при реставрации стекла, витражей, эмалей, в отдельных случаях возможно их применение для склейки фрагментов каменной скульптуры из окрашенного материала.

Можно избежать окрашивания клеевых швов, если использовать оптические эпоксидные клеи, разработанные в промышленности специально для склеивания деталей оптических приборов.

## **Полиуретановые клеи**

Полиуретановые клеи представляют собой двухкомпонентные системы, содержащие в основной цепи уретановые группы  $-NH-(CO)-O-$ . Полиуретановые смолы представляют собой вязкие жидкости, отверждающиеся гидроксилсодержащими соединениями в присутствии таких инициаторов, как вода, спирты, водные растворы солей щелочных металлов и др.

Свойства:

- высокая адгезия к различным подложкам;
- устойчивость к действию воды;
- высокая биостойкость.

Также как и эпоксидные, клеи уретановые находят ограниченное применение при реставрации стекла, витражей, изразцов. В отличие от эпоксидных, уретановые клеи образуют более эластичные пленки.

## Область применения полимеров

Благодаря ценным свойствам, полимеры применяются в машиностроении, текстильной промышленности, сельском хозяйстве, медицине, автомобиле- и судостроении, авиастроении и в быту (текстильные и кожаные изделия, посуда, клей и лаки, украшения и другие предметы). На основании высокомолекулярных соединений изготавливают резины, волокна, пластмассы, плёнки и лакокрасочные покрытия. Все ткани живых организмов представляют высокомолекулярные соединения.

## Синтетические полимеры в реставрации

### Скульптура

Для реставрации скульптуры в последние десятилетия часто применяют такие синтетические полимеры (например, эпоксидные и ненасыщенные полиэфирные смолы), которые при отверждении приобретают трехмерную структуру («сшиваются») и становятся нерастворимыми. Удаление с реставрируемых объектов таких «сшитых» материалов представляет значительные трудности; приходится вызывать их максимальное набухание под действием растворителей и удалять механическим путем. Столь же сложным процессом является удаление с картин старых масляных наслоений, которые со временем потеряли растворимость.

При послойном снятии загрязнений с каменной скульптуры применяют пленкообразующие растворы полимеров в органических растворителях. Происходит размягчение загрязнений и сорбция их образующейся пленкой, которая легко снимается с экспонатов. Растворы в качестве антиадгезива и пластификатора полимеров содержат глицерин, этиленгликоль, полиэтиленоксиды.

Эффективный и безопасный метод удаления загрязнений с поверхности скульптуры из различных материалов – нанесение пленкообразующих растворов полимеров или латексов. Раствор полимера или латекс наносят на очищаемую поверхность и оставляют до испарения растворителя. Иногда на слой очищающей жидкости накладывают вату или марлю для более удобного снятия пленки. После испарения растворителя пленку снимают вместе с адсорбированными на ней загрязнениями. При таком методе исключается необходимость в механической обработке поверхности скульптуры щетками или тампонами, а проникновение растворителей в поры материала сводится до минимума. Кроме того, адсорбционное воздействие полимерной пленки равномерно распределяется по всей поверхности.

Используемые для этой цели полимеры должны отвечать следующим требованиям:

1. химическая инертность по отношению к материалу скульптуры (отсутствие в полимере групп, способных взаимодействовать с материалом);
2. растворимость в наиболее часто используемых растворителях;

3. способность совмещаться с химически инертными пластификаторами;
4. возможность получения раствора полимера такой вязкости, чтобы он не стекал с вертикальной поверхности очищаемой скульптуры;
5. способность образовывать достаточно гибкие пленки, благодаря чему исключается опасность разрушения непрочной поверхности камня;
6. низкая адгезия к материалу скульптуры, обеспечивающая возможность легкого удаления пленки;
7. прочность пленок, достаточная для снятия их без разрывов;
8. структура и молекулярная масса полимера, исключаяющая его проникновение в поры камня.

Этим требованиям в наибольшей степени удовлетворяют водорастворимые высокомолекулярные полимеры – Na-КМЦ и ПВС. Их применяют в виде водных растворов с содержанием полимера 5–30%-м (в зависимости от молекулярной массы). При растворении полимеров для пластификации пленок, а также для снижения их адгезии к камню в воду добавляют глицерин или полигликоли, например, полиэтиленгликоль ПЭГ-9 пластификатора зависит от прочности поверхности, которую нужно очистить. Если в загрязнении присутствует копоть, то в раствор вводят 10–15% этилового спирта или 5–10% аммиака (25%-го раствора).

Скорость образования пленок зависит от условий, в которых осуществляется сушка нанесенных растворов, продолжающаяся от нескольких часов до 2 суток. Если загрязнения не удаляются при действии пленок, образованных из водных растворов полимеров, то применяют 3–5%-ые пленкообразующие растворы полимеров в органических растворителях, например растворы ПВБ или полиамида П548 в этиловом спирте. В качестве пластификатора и антиадгезионной добавки в растворы вводят глицерин (до 10% к массе полимера).

## **Дерево**

С целью консервации произведений из дерева наносят лаковую пленку. Лаки готовят из полимеров, наиболее широко применяемых в реставрации, – полибутилметакрилата (ПБМА), поливинилбутираля (ПВБ).

Процессы, связанные с реставрацией объектов или предметов из дерева, имеют несколько направлений: очистка поверхности, в случае мокрой древесины – обезвоживание или замещение воды, антисептирование, огнезащитная обработка, глубинная пропитка консервантами, защитная и декоративная обработка поверхности. При этом используются растворы консервантов в воде или органических растворителях. Количество поглощенного консерванта зависит от степени разрушенности древесины и свойств поглощаемого материала. При поглощении растворов полимеров наблюдается постепенное проникновение раствора в структурные элементы древесины, причем полимер отстает от фронта растворителя. После завершения пропитки происходит перераспределение полимера между раствором в межклеточном пространстве и структурными элементами древесины –

древесина постепенно обогащается более высокомолекулярными фракциями полимера, что положительно сказывается на физико-механических свойствах образующегося композита. Это определяет желательность длительной пропитки древесины с целью более глубокого проникновения консервантов в структуру древесины.

Знание кинетики пропитки и зависимости поглощаемого количества консерванта от свойств древесины, позволяет рассчитать время, необходимое для создания оптимального защитного слоя, и глубину пропитки. Распределение водорастворимых антисептиков, антипиренов, между раствором и древесиной при ее погружении в раствор практически не зависит от концентрации солей в растворе и близко к единице. В случае полимерных растворов имеет место зависимость поглощения от концентрации полимера, его молекулярной массы и наличия функциональных групп, способных взаимодействовать с активными центрами образующих древесину веществ. Как правило, необходимо использовать высококонцентрированные (5-20%-ые) растворы полимеров.

Для пропитки древесины в зданиях и сооружениях, находящихся на открытом воздухе, нецелесообразно применять полиакрилаты и ПВБ, так как эти полимеры не проникают глубоко в древесину в радиальном направлении и недостаточно устойчивы к атмосферным воздействиям. Не рекомендуется использовать и эпоксидные смолы (эпидиан, аральдит и др.), имеющие невысокую стойкость к УФ-облучению.

Большой интерес для укрепления частично разрушенной древесины представляют мономерные системы и форполимеры. Так, 20- 30%-й раствор смеси форполимера изоцианата с полиэтиленгликолем обладает низкой вязкостью и легко проникает в глубь древесины. В результате взаимодействия свободных изоцианатных групп с содержащейся в древесине водой, образуются полиуретаны, и прочность частично разрушенной древесины резко повышается.

Для консервации древесины в памятниках деревянного зодчества пригодны полиметил- и полибутилметакрилаты, винифлекс – сополимер винилхлорида с винилизобутиловым эфиром, акриловые смолы и сополимеры акрилатов. Широкое применение находит акриловая смола Paraloid B-72 (растворы в толуоле, ксилоле), эпоксидные смолы. Для достижения эффекта укрепления в древесину необходимо вводить 15- 30% смолы. Длительное наблюдение за древесиной, пропитанной акрилатами, показало, что со временем происходит деструкция как самих полимеров, так и композитов на их основе.

С осторожностью следует применять для укрепления древесины полиуретановые смолы. При пропитке этими смолами достигается практически полное объемное заполнение древесины. Модифицированная полиуретанами древесина становится жесткой и хрупкой, наблюдается подтягивание смолы к поверхности, сжатие волокон и развитие микротрещин. Низка стойкость полиуретанов к фотоокислительной деструкции. Введение в смолу отвердителей позволяет за 1-2 сут. достичь

укрепляющего эффекта, без отвердителей отверждение может длиться несколько месяцев, но при этом практически не происходит усадки.

Из эпоксидных смол для укрепления древесины рекомендуют использовать эпидиан-5, ЭД-6, ЭД-20. Применяют 15–30%-ые растворы эпоксидных смол в ксилоле, бензоле, толуоле, ацетоне, циклогексаноне.

Для укрепления неокрашенного сухого частично разрушенного дерева можно применять растворы мочевино-, меламино-, феноло- и резорциноформальдегидных олигомеров. Несмотря на высокую стоимость резорцина, последние предпочтительны, так как дерево, укрепленное резорциноформальдегидными олигомерами, имеет высокие физико-механические показатели и хорошую стойкость в атмосферных условиях.

В качестве пластификаторов в пропиточные составы на основе перечисленных олигомеров рекомендуется вводить глицерин или другие многоатомные спирты, перспективно использование водо- и спирторастворимых полиэтиленгликолей с молекулярной массой 400–1000. В качестве отвердителя для этих олигомеров в реставрационной практике обычно используют хлорид аммония в количестве 10% к массе олигомера.

Эффективными пропиточными составами для древесины являются растворы ПММА в метилметакрилате или стироле с диметиланилином в качестве ускорителя полимеризации и бензоилпероксидом в качестве инициатора. Легкоподвижная жидкость через 5–10 ч (в зависимости от содержания отверждающих агентов) превращается в прочную стекловидную массу, надежно укрепляющую древесину.

Обладающие хорошей проникающей способностью мономеры – стирол, метилметакрилат – могут быть отверждены в массиве древесины не только под действием катализаторов, но и в результате нагревания, гамма-облучения. Высокая летучесть и токсичность этих мономеров ограничивают их применение в реставрационной практике.

Частично разрушенную древесину можно пропитывать растворами акриловых полимеров (ПБМА, БМК-5, 40 БМ, 80 БМ и др.) в ксилоле, толуоле, их смесях с этанолом, в ацетоне или низших эфирах. Эти материалы дают хороший укрепляющий эффект, причем физико-механические показатели модифицированной древесины повышаются при увеличении количества вводимого в нее полимера, но имеют незначительную глубину проникновения. Выпускаемые промышленностью полимеры характеризуются высокой полидисперсностью по молекулярным массам. Макромолекулы большой молекулярной массы создают в древесине приповерхностную зону высокой концентрации (корка), что отрицательно влияет на сохранность массивной древесины при перепадах температуры и влажности.

С ростом концентрации полимеров в растворах поглощение полимера древесиной

повышается. Оптимальными являются 10–20%-ые растворы – при этих концентрациях вязкость растворов невелика, поэтому можно осуществить глубинную пропитку и ввести в древесину 15–35% полимера, что достаточно для укрепления частично разрушенной древесины.

## Бумага

В настоящее время реставрационные процессы произведений на бумаге ведут с применением природных, модифицированных природных и синтетических полимеров. Используют также органические растворители, окислители, дезинфицирующие вещества. Обработка полимерами служит для повышения долговечности произведений на бумаге, закрепления рисунков, текстов. Полимеры используют в виде растворов в воде или органических растворителях, а также клееврасплавов для склеивания, проклеивания, дублирования или ламинирования листов. Обычное удаление пятен смол и жиров проводят с помощью органических растворителей, иногда гидроксидов щелочных металлов. Действием окислителей удаляют пятна плесени и устраняют пожелтение графических произведений. Стабилизации бумаги достигают обработкой ее веществами основного характера. Для целенаправленного выбора реставрационных веществ и проверки их действия на бумагу проводят искусственное старение композита бумага – полимер и определяют механические свойства образцов, их светостойкость. На основании результатов исследований выбирают укрепляющие реагенты, клеи, проклейки, которые не оказывают отрицательного действия на реставрируемую бумагу – не влияют на ее внешний вид и не придают ей жесткость.

Перед удалением пятен с акварелей их укрепляют, а после снятия загрязнений очищенные участки осторожно промывают водой. Укрепление проводят водным 0,5%-м раствором желатина или растворами других природных полимеров в органических растворителях (например, 3%-м спиртовым раствором даммары).

Плакаты, как правило, печатают на непрочной, недостаточно водостойкой бумаге водостойкими красками. Реставрируют плакаты, заклеивая разрывы с тыльной стороны и укрепляя лицевую сторону желатиновой проклейкой. Для закрепления можно применять и другие водорастворимые полимеры.

---

Откуда:

1. Основы реставрации и консервации: Учебно-методическое пособие.
2. Федосеева. Материалы для реставрации живописи.

Превью: Роберт Фладд, иллюстрация понятий макро- и микрокосма, 1617 г.