



Опыт использования характеристик связующих полимеров в обучении будущих реставраторов

Ольга Васильевна Астраух¹, Татьяна Васильевна Кармановская²

¹Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия

¹sec_chemistry@bgarf.ru

²KTV@olpet.ru

Аннотация. Педагогический опыт в процессе обучения будущих реставраторов в контексте реконструкции архитектурного наследия становится актуальной задачей художественно-эстетического оформления архитектурного пространства, наполнения среды объектами разного рода живописи. В современном искусстве важно опираться на опыт применения разнообразных техник и технологий, обогащая пространственную среду элементами декора. Стационарность и долговечность произведений монументальной и станковой живописи зависит от состава и качества применяемых материалов. Для идентификации состава полимеров необходимо сопоставить ряд физических и химических характеристик и проанализировать изменения, происходящие в процессе старения материалов под действием окружающей среды.

Ключевые слова: педагогический опыт, фресковая живопись, масляная живопись, темпера живопись, красочный слой, фактура, старение полимеров, ИК-спектроскопические исследования, клеевой стабилизатор.

Для цитирования: Астраух О. В., Кармановская Т. В. Опыт использования характеристик связующих полимеров в обучении будущих реставраторов // Известия Балтийской государственной академии рыбопромышленного флота. 2025. № 1(71). С. 132–139.

В последнее время наблюдается тенденция по внедрению современных методов обучения будущих реставраторов, направленных на внедрение системного подхода к анализу поверхности различных живописных материалов.

Системный подход предполагает исследование сложных объектов, в данном случае поверхности различных живописных материалов, как совокупности взаимосвязанных элементов, среди которых изменение эксплуатационных характеристик связующих полимеров и другие. Вышеизложенное убедительно доказывает, что обучение будущих реставраторов должно строиться на основе применения различных педагогических методов, направленных на изучение психолого-педагогических процессов, направленных на всестороннее гармоничное развитие будущего специалиста и подготовке к решению сложных профессиональных задач.

Профессиональная деятельность реставраторов предполагает активное внедрение инновационных подходов к процессам реставрации, что еще раз подчеркивает актуальность проведенного исследования.

Методологической основой в процессе изучения комплекса работ для студентов-реставраторов является исследовательский подход, который определяет дальнейший комплекс проведения реставрационных работ.

Такой подход следует рассматривать как меру приобщения студентов к широкому спектру исследований различных ценностей культурного наследия. Работа реставраторов направлена на сохранение произведений искусств и памятников архитектуры, максимально возможное выявление их первоначального облика, а также, укрепление материалов памятников, устранение поздних наслоений, искажающих исторический и художественный облик, что способствует продлению их жизни.

Студенты учатся работать с произведениями изобразительного искусства, проводить исследования и оценку предметов искусства, осуществлять реставрационные работы, определять первоначальный вид объекта, причины и типологию разрушения. Задача практических занятий

заключается в ознакомлении студентов с наиболее часто применяемыми методами химических исследований и в выработке навыков практической работы с различными видами реставрационных материалов.

Живопись является особым видом искусства, представляющим собой способ запечатлеть окружающий мир красками на поверхности и воздействующим на общее восприятие с учетом всех деталей, усиливающих эмоциональную составляющую, поэтому будущие реставраторы в процессе обучения должны знакомиться с многовековой историей развития данного направления реставрации, с особенностями точной передачи колера, объема и пространства, которое достигается путем использования разных видов живописи.

Станковое искусство включает произведения, имеющие самостоятельный характер, не связанный с окружением и общим художественным ансамблем. Изображения станковой живописи допускают выполнение на различной основе – это может быть холст, картон или бумага, материалами служат различные виды красок. Станковая живопись отличается разнообразием жанров.

Она способна передавать объемы и пространства, природу, события исторического прошлого, раскрывать сложный мир человеческих чувств и характера. Художественные масляные краски содержат в составе растертые пигменты, отбеленные рафинированным маслом, иногда с добавлением орехового или другого высыхающего масла [20].

Слои масляной краски не содержат воды, сохнут достаточно долгое время с разной скоростью. Связующим веществом темперы является эмульсия из воды и яичного порошка, растительного или животного клея, масла и лака. Акварельная краска состоит из пигмента и различных добавок для изменения вязкости. Акриловая - разбавляется водой, но после высыхания становится водостойкой, высыхает достаточно быстро [9].

Клеевой водорастворимой краской с примесью белил является гуашь. Пастель выпускается в виде мелков или карандашей без оправы, в форме брусков. Она бывает, как «сухой», так и масляной или восковой. Живопись, написанная такими красками, отличается многообразием жанров и видов. Каждый жанр ограничен своим кругом сюжетов: изображение человека, окружающего мира и т. д. и своим предназначением.

В отличие от станковой живописи – монументальная по своему назначению и характеру связана с архитектурным ансамблем. Произведения монументального искусства всегда отличаются идейностью замысла, имеют крупный масштаб соотношения формы с окружением. Они создаются для конкретной архитектурной среды и выступают пластической или смысловой доминантой архитектурного ансамбля [1].

Архитектурные условия определяют выбор архитектурного жанра, художественную трактовку и тематику живописного произведения, который является украшением архитектурного объекта.

Не зависимо от того, что представляет собой произведение, оно должно быть вписано в пространственное окружение, так как это воздействует на эмоциональное восприятие. Общее впечатление всегда должно преобладать над статичными формами. Важным показателем является долговечность произведения. Необходимо тщательно подбирать как состав самих красок, так всех связующих компонентов, а также состав материалов, используемых в процессе реставрации.

Доступные методы исследования произведений разного вида живописи, информативность и важность которых подтверждается мировой практикой, дают почву для споров искусствоведов в экспертно-атрибуционной деятельности. Это способствует организации материала по видам искусства в хронологической последовательности [5].

Соответствие монументального замысла новым стилевым тенденциям находят решение в творческих конструктивных решениях современных мастеров реставраторов. Микроскопические исследования образцов красочного слоя различных участков исследуемых объектов могут свидетельствовать присутствию авторской живописи, которую неоднократно поновляли.

Химические материалы и технологии, применяемые в процессе реставрации различных видов живописи разнообразны, и могут охватывать все классы органических и неорганических веществ. Особое место среди них занимают органические и неорганические полимеры. Растворы макромолекулярных соединений в органических растворителях используют в качестве клеев, лаков, для поверхностных защитных покрытий и укрепления пористости памятников искусства [4]. Водные растворы полимеров применяют в качестве клеев, на их основе получают пленки, сорбирующие загрязнения с поверхности различных материалов [3].

Полимерами пропитывают ослабленные пористые экспонаты. При последующей полимеризации мономеров происходит повышение прочности материалов.



Неугасающий интерес к росписи вызывает у современных художников желание находить новые способы живописи, не уступающие в своей прочности и долговечности [17]. Примером может служить силикатная живопись. В качестве связующего для красок используют стекло определенного состава. Палитра силикатной живописи тождественна фресковой, но краски не темнеют со временем. Возможно использование разных видов красок и различное количество растворителя. В настоящее время художники пишут, используя в качестве основы картон, фанеру или подрамник с натянутым холстом. Такие произведения можно легко переносить в случае новых условий их демонстрации или в связи с агрессивными изменившимися условиями окружающей среды.

Не смотря на все многообразие разновидностей живописи, со временем, под воздействием окружающей среды, все картины в большей или меньшей степени начинают разрушаться. Все зависит от влажности окружающей среды и различных газообразных веществ, содержащихся в воздухе, от условий нахождения картины.

Широкий спектр педагогических технологий, существующих в современной реставрационной методике, позволяет каждому педагогу найти для себя то, что даст возможность в полной мере реализовать получение качественных результатов исследования различных произведений живописи. Преобладающая деятельность студентов-реставраторов – практико-ориентирована, то есть конечным продуктом является исследование модели поверхности того или иного материала.

С появлением высокомолекулярных соединений реставраторы постоянно проводят исследование полимерных связующих на предмет долговечности [13]. Предложены ряд методов искусственного старения полимеров и старения их в ходе продолжительной эксплуатации. Это делают для исследования степени их стойкости в условиях эксплуатации в агрессивных окружающих средах, что может прогнозировать продолжительность их использования.

В промышленности выпускают различные марки клеев, которые обладают неплохими адгезивными характеристиками к любым подложкам. Такие краски можно использовать для подклейки красочного слоя [9].

Лучшими характеристиками для проклейки обладает осетровый клей. Для эластичности поверхности добавляют различные пластификаторы, например, мед или глицерин. Пластификатором может служить касторовое масло. Чтобы проклейка не была подвержена плесневению, в ее состав лучше добавлять такой антисептик, как фенол. Приготовленный клей оставляют в прохладном месте, где он переходит в желеобразное состояние.

В горизонтальном положении проклейка наносится флейце, широкой кистью или щеткой. Поверхность не нужно перегружать [10], излишки клея рекомендуется снимать шпателем. Проклейка должна быть не слишком застывшей. Подобные полимерные связующие могут быть использованы при реставрации небольших фрагментов монументальной живописи [12]. Процесс окисления полимеров может сопровождаться изменениями химического и физического состояния поверхности, что приводит к изменению таких физико-механических свойств как прочность, влагопоглощение, адгезия на поверхности.

На поверхности накапливаются альдегидные и гидроксильные кислородсодержащие группы, происходит изменение молекулярно-массового распределения полимеров на поверхности в результате деструкции и сшивания цепей. Это приводит к образованию и выделению свободных газообразных продуктов деструкции, что приводит к изменению свободного объема и морфологии полимерных цепей.

Направленное химическое модифицирование поверхности произведений различных видов живописи происходит в результате атмосферного воздействия по истечении продолжительного времени. Разработаны методы сравнения продолжительности эксплуатации полимеров в природных условиях и в условиях искусственного старения и методы определения долговечности полимеров [6].

Изменение эксплуатационных характеристик связующих полимеров может привести к снижению таких физико-химических характеристик как твердость, прозрачность, потеря растворимости вследствие появления трехмерной структуры макромолекул [18]. Признаком проявления временных изменений является так же изменение скорости растворения различных составляющих полимеров и возможная их хрупкость в результате продолжительного воздействия УФ-лучей.

Чтобы проанализировать состав для идентификации поверхности образцов различных видов живописи, в зависимости от использованных техник, необходимо сопоставить набор химических и физических характеристик и определить степень их совпадения в процессе старения [8]. Применение ИК-спектроскопии позволяет исследовать состав полимера, а электронная микроскопия и дифракция рентгеновских лучей и электронов дают сведения об аморфной и кристаллической структуре [2].

Сложность проведения таких процессов зависит от рекомбинации различных продуктов деструкции полимеров. Долговечность полимера определяется стойкостью связей в макромолекуле и сохранением прочностных характеристик – адгезии, эластичности, водостойкости, когезии. Различные отклонения от идеального строения мономерного звена приводит к снижению значений энергии диссоциации и началу гидролитической деструкции материала. Окислительная деструкция является одной из основных причин старения связующих полимеров. Реакции, происходящие при старении полимеров, происходят по радикальному, ионному и редко молекулярному механизму. Радикальные процессы развиваются при эксплуатации полимеров в атмосферных условиях, ионные процессы происходят в агрессивных средах.

Для сравнения характеристик взяты образцы красок выпуска 1959-2007 годов Ленинградского и Подольского заводов зарубежных фирм Лефран и Таленс, и пробы красочного слоя грунта красок с картин советских художников 1960-1980 годов из московского частного собрания картин «Палитра ушедшей эпохи» [7].

Поскольку полосы поглощения компонентов красок, в основном пигментов, не перекрывают основные полосы поглощения связующего, то наличие поглощения, характерное для высыхающих масел, позволяет определить масляное связующее методом ИК-спектроскопии. Независимо от вида масла и способа его обработки, спектральные характеристики высохших масел согласуются с имеющимися литературными данными. Близость спектральных характеристик позволяет проводить дифференциацию по видам масла.

Полосы поглощения большинства компонентов красок не перекрывают основные полосы поглощения связующего, следовательно, наличие поглощения характерного для высыхающих масел позволяет с большой вероятностью определить масляное связующее именно методом ИК-спектроскопии.

Масляные краски имеют различную структуру полос поглощения в области сложных эфиров $1400-1000\text{ см}^{-1}$, что позволяет дифференцировать вид масляного связующего, в том случае, если в качестве связующего использовались цинковые или титановые белила, не имеющие в данном спектре диапазона свойственных им полос поглощения [11].

Если краска имеет в своем составе пентаэритриты жирных кислот растительного масла, то для нее характерна полоса в области 1100 см^{-1} , отнесенная к валентным асимметричным колебаниям С-О группам триглицеридов имеет более низкую интенсивность по сравнению с колебаниями, характерной для этой группы в высокочастотных областях и регистрируется в виде плеча. В области $1060-1018\text{ см}^{-1}$ присутствует ряд полос низкой интенсивности, которые можно отнести к колебаниям С-О-Н группы. Положение полос может варьироваться от типа пигмента и способов обработки, но позволяет судить о наличии пентаэритриты жирных кислот.

Подобные пентамасляные краски обнаружены и проанализированы в следующих картинах: А.Н. Талалаев «Патиссоны», 1976год; АВ Овчаров «Голубой снег», 1978год; Ю.И. Дарий «Олимпийский этюд», 1980 год, что было подтверждено в ходе исследования и соответствует технической документации отечественных цинковых белил, выпущенных с 1963 по 1986 год, использованных для картин из собрания «Палитра ушедшей эпохи».

Для исследования изменений, происходящих в результате старения, взята картина Цветкова В.А. «Вид на площадь Ленина у Финляндского вокзала в Ленинграде» (холст, масло 1982 г.). Картина, предположительно, должна иметь в своем составе масляные краски, обладающие высокой прозрачностью для видимого света, хорошей адгезией к различным материалам, химической стойкостью и стабильностью электрофизических и оптических характеристик [19].

Картина постоянно находится в Санкт-Петербургском государственном бюджетном учреждении культуры «Историко-культурный музейный комплекс в Разливе».



Рис. 1. Цветков В.А. «Вид на площадь Ленина у Финляндского вокзала в Ленинграде» (холст, масло 1982 г.)



На образце присутствуют несколько красочных слоев с проклейкой для достижения нужной толщины. Полученный образец исследовали методом ИК-спектроскопии на спектрофотометре Specord-75UR после атмосферного старения поверхности (после хранения в течение полугода при температуре 20 ± 2 °C и относительной влажности 60 ± 10 %).

На рис.2 приводится ИК-спектр, полученный в результате анализа участка поверхности после старения.

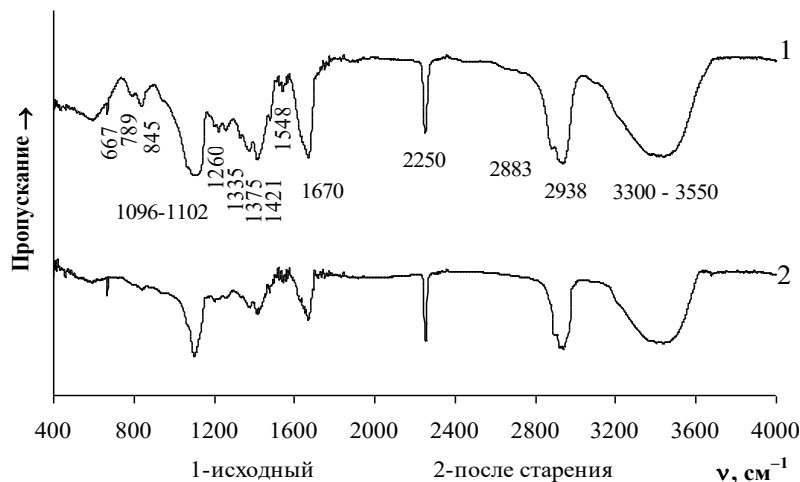


Рис. 2. Фурье-ИК-спектры поверхностного слоя анализируемого образца

При исследовании ИК-спектров связующих полимеров, при контакте с кислородом воздуха в течение полугода, происходят деструктивные окислительные процессы, которые связаны с разрушением уретановых групп [11]. Полученные спектры позволяют оценить упорядоченность структуры полимеров. Полоса 1220 см^{-1} расщепляется на четкий дублет 1208 и 1224 см^{-1} , подобное изменение относят к кристаллическим областям.

Так же происходит характерное исчезновение полосы поглощения в ИК-спектре в области 1144 см^{-1} , но появляется мало интенсивная полоса в области 1650 см^{-1} , которая может быть отнесена к колебаниям бензольного кольца при изменении степени замещения.

Высокая интенсивность валентных колебаний свободных ОН-групп ($3300 / 3550 \text{ см}^{-1}$) указывает на неполное их замещение. Поскольку ОН-группы участвуют в образовании внутримолекулярных водородных связей было заметно расширение полосы поглощения и понижение частоты валентных колебаний. Дублет в диапазоне $2880 / 2940 \text{ см}^{-1}$ и полосы $1350 / 1475 \text{ см}^{-1}$ характеризуют антисимметричные валентные и деформационные колебания метиленовых групп (CH_2). Содержание С–О-групп проявляется в интенсивных полосах деформационных колебаний в области $1096 / 1102 \text{ см}^{-1}$. Полоса 1421 см^{-1} характерна для деформационных колебаний CH_2CO -группы. Структура полимера в процессе старения претерпевает значительное внутримолекулярное изменение, что затрудняет процесс кристаллизации. В табл.1 приведена расшифровка примерных соответствий элементов макромолекулы и полос приведенного ИК-спектра, взятого для анализа участка образца монументальной живописи.

Таблица

Соотнесение полос в ИК-спектрах связующего полимера

Длина волны, см^{-1}	Тип колебаний
3300 / 3550	валентные (–ОН) в ЦЭПС
2883, 2938	дублет – валентные антисимметричные (– CH_2 –)
2250	валентные (–CN)
1670	деформационные (–ОН)
1548	валентные (C–O) + деформационные (CCO)
1478	деформационные (– CH_2 –)
1421	деформационные (CH_2CO)
1335	деформационные (CH + ОН)
1260	всеременные (CH)

Длина волны, см ⁻¹	Тип колебаний
1208, 1224	дублет (кристаллические области)
1096 / 1102	деформационные (C–O)
845	изотактические последовательности (аморфные области)
789	деформационные (ССО)
586	деформационные (–CH ₂ –)
525	всерные (C – C – CN)

Применение ИК-спектроскопии позволяет определить наличие пентаэритриновых эфиров жирных кислот в составе связующего цинковых и титановых белил, а также ряда вспомогательных веществ и на основании этих данных уточнить время создания произведения. Знание особенностей старения полимеров и оценка их долговечности позволяют прогнозировать характер и скорость процессов разрушения поверхностного слоя.

Процессы деструкции затрагивают, прежде всего, уретановые группы полимеров, разрушая при этом сетку физических связей. Таким образом, можно сделать вывод, что заметно изменение свойств поверхности связующих полимеров, хотя существенных изменений внутри материала, где нет доступа окружающей среды, таких изменений не происходит.

Механизм действия загрязняющих атмосферу веществ может быть снижен при использовании стабилизаторов. Например, для стабилизации полимеров может быть использована сажа и амины. Сажа в значительной степени может поглощать свет, снижая процесс облучения полимера УФ-лучами, амины предохраняют полимер от окисления воздуха.

Оценку долговечности реставрационных материалов можно провести так же по изменению краевого угла смачивания, что характеризует гидрофобность материала [16]. Сравнительная оценка является эмпирической гипотезой, так как условия хранения памятников не соответствуют четко установленным нормам. Процесс старения материалов часто приводит к безвозвратным потерям, поэтому должен быть по возможности замедлен или приостановлен. Эффективным способом продления срока службы полимеров, входящих в клеевой слой является введение в систему высокоактивного стабилизатора, взаимодействие которого с кислородом воздуха или другим иницирующим агентом происходит со скоростью, значительно превышающей скорость участия этих агентов в других элементарных реакциях.

Перспективным направлением защиты полимеров является применение синергических смесей антиоксидантов, эффективность использования которых характеризуется временем, в течение которого данная концентрация антиоксиданта будет тормозить процесс окисления [14]. Стабилизаторы фенольного типа при ингибировании окисления полимеров разрушают пероксидные радикалы, фосфиты способны разрушать гидропероксиды. Стабилизирующие композиции, содержащие фосфиты, обладают сохранением цвета полимера при хранении. Совместное использование селена и фенольных антиоксидантов, так же приводит к возникновению синергического эффекта. Присутствие элементарного селена приводит к усилению индукционного периода окисления в 5 раз. Также не аддитивно действие антиозонаторов и защитных восков используемых в качестве комплексных групп для защиты связующих полимеров от атмосферного старения. Восковая пленка, формирующаяся на поверхности, может являться барьером на пути озона. Этим и определяется дополнительный эффект (синергизм), характерный для комплексной защиты, включающей воск и антиозонант.

Окончательные суждения о достоинствах и недостатках применяемых материалов можно только прогнозировать, так как с начала их применения прошло не так много времени. Наука не стоит на месте, на смену имеющимся материалам придут новые, более совершенные и более долговечные, а пока в мировой практике реставрации используются синтетические реставрационные материалы на основе эфиров акриловой и метакриловой кислот, ассортимент которых постоянно расширяется [15].

Большое количество новых направлений при реставрации живописи, в том числе применение лазера для очистки поверхностного красочного слоя, является спорным, так как известен как положительный опыт, так и неудачный результат, приводящий к структурным изменениям, как пигментов, так и самого материала живописи.

В настоящее время ведется поиск материалов, способных надежно консолидировать ча-



стицы красочного слоя, при этом сохранив неизменной тональность живописи. Широко применяемые различные приемы по усовершенствованию методов проведения химических методик в реставрации и внедрению новых сложных исследований, стимулируют к расширению ассортимента реставрационных материалов. Знание особенностей старения таких материалов и оценка их долговечности позволяют прогнозировать характер и скорость процессов разрушения и оценить эффективность используемых материалов. Использование различных педагогических технологий способствует развитию творческих способностей и личностных достижений, которые можно применять в дальнейшей практической работе по исследованию поверхностей различных материалов. В основе современного обучения профессии реставратора лежит воспитание творческой, активной личности, умеющей совершенствоваться самостоятельно на основе знаний и опыта достигать новых результатов.

Проведенное исследование, направленное на анализ характеристик связующих полимеров, влияющих на консолидацию красочного слоя и долговечность произведений разных видов живописи как современный инструмент обучения будущих реставраторов, позволяет утверждать, что знание особенностей старения реставрационных материалов и оценка их долговечности позволяют прогнозировать характер и скорость процессов разрушения системы и оценивать эффективность использованного материала. Внедрение системного и исследовательского подходов к обучению студентов-реставраторов позволит будущим специалистам успешно решать сложные профессиональные задачи.

Список источников

1. Алмосов, Л. И., Алмосов, А. Л. Монументальное искусство как средство организации архитектурно-пространственной среды. О развитии монументального искусства в Ставрополе // KANT. – 2014. – № 4(13). – С. 108–113.
2. Беккер, Ю. Спектроскопия. – Москва : Техносфера, 2009. – 329 с.
3. Бекназаров, Х. С., Нарзуллаев, А. Х., Джалилов, А. Т., Нуркулов, Э. Н. Применение новых азот и фосфорсодержащих ингибиторов коррозии на основе вторичного сырья Минск, 9–11 января 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 364–366.
4. Бенидовская, А. М. Проблема стилизации в общественных интерьерах. Отечественный опыт 1960–90-х годов : автореф. дис. ... канд. искусствоведения. – Москва, 2004. – 23 с.
5. Вивденко, С. В. Синтетические материалы в реставрации и консервации лессовых памятников // Критерии оценки качества реставрации музейных художественных ценностей : тезисы докладов. – Москва, 1990. – С. 63.
6. Грасси, Н., Скотт, Дж. Деструкция и стабилизация полимеров. – Москва : Мир, 1988. – 15 с.
7. Гренберг, Ю. И., Писарева, С. А., Григорьева, И. А., Чугунова, К. С. Определение типа масляного связующего вещества в картинах XX века методом инфракрасной спектроскопии // ГосНИИР «Планета музыки». – 2020. – № 26. – С. 24.
8. Заиков, Г. Е. Деструкция и стабилизация полимеров. – Москва : Издательство МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 1993. – 248 с.
9. Ketnath, K. Использование акриловых смол и метода теплового склеивания для консервации станковой масляной живописи на холстах // Maltechnik Restauro. – 1983. – № 4. – С. 257–268.
10. Kruetunek, J. Применение полифана для укрепления поврежденных архивных и археологических материалов // Musejní a vlastivedna prace. – 1992. – 2. – С. 95–96.
11. Лутфуллаев, С. Ш. Разработка и исследование свойств термостабилизаторов для поливинилхлорида на основе вторичных модифицированных продуктов : дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 2010. – 120 с.
12. Молодова, А. А., Волкова, Н. В., Емельянов, Д. Н., Сахарова, О. И. Закономерности получения и термостарение акриловых сополимеров, армированных целлюлозной тканью // Вестник ННГУ. – № 3. – 2009. – С. 87–94.
13. Наумова, Ю. А. Синергические системы в многокомпонентных эластомерных материалах: идентификация, анализ, формирование : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Москва, 2013. – 44 с.
14. Никитин, М. К., Мельникова, Е. П. Химия в реставрации : справочное пособие. – Ленинград : Химия, 1990. – 304 с.
15. Сперлинг, Л. Взаимопроникающие полимерные сетки и аналогичные материалы : пер. с англ. – Москва : Мир, 1984. – 328 с.

16. Туйсов, А. Г., Белоусов, А. М. Исследование влияния модификации эпоксидного связующего для стеклопластиков активным разбавителем ДЭГ-1 // Ползуновский вестник. – № 4. – Москва – 2007. – С. 186–190.
17. Федосеева, Т. С. Применение синтетических материалов в практике реставрации станковой масляной живописи. Консервация и реставрация музейных художественных ценностей. Обзорная информация. – Москва : Информкультура, 1988. – Вып. 5. – С. 1–39.
18. Языева, С. Б. Природные и синтетические полимеры в реставрации // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 3. – С. 694–697.
19. Эмануэль, Н. М., Бучаченко, А. Л. Химическая физика старения полимеров. – Москва : Наука, 1984. – 342 с.
20. Гренберг, Ю. И., Писарева С. А. Масляные краски XX века и экспертиза произведений живописи: состав, открытие, коммерческое производство и исследование красок. – Москва : Зеркало мира, 2010. – 192 с.

Информация об авторах

О. В. Астраух – кандидат технических наук, доцент;
Т. В. Кармановская – кандидат химических наук, старший преподаватель.