

Влияние режима наслоения пленки на свойства композиционного материала в реставрации бумаги

П.Б. Кулинич, С.Б. Языева

Ростовский государственный строительный университет, г. Ростов-на-Дону

Известно, что режим прессовки пленок и композиционных материалов в различных реставрационных подразделениях колеблется в широких пределах, анализ возможности использования применяемого способа отсутствует.

В целом, обобщая методы реставрации, можно отметить вполне определенные пути ведения этого процесса:

1. Очистка бумаги - удаление пятен, затеков и загрязнений и т.п. производится отбелкой, промывкой, обработкой растворителями и ферментами.
2. Снижение кислотности бумаги достигается промазкой и нейтрализацией.
3. Дополнение недостающих частей листа выполняется вручную с использованием подходящей бумаги для соединения встык с реставрируемым листом или машинным способом с помощью долива бумажной массой.
4. Упрочнение листа достигается:
 - пропиткой растворами связующих и проклеивающих веществ;
 - присоединением к реставрируемому листу (а также введением в середину листа) упрочняющей бумаги или ткани;
 - наслоением пленок.

Исследуемый в данной статье метод занимает важное место, так как дает возможность упрочнить бумагу из древесных полуфабрикатов и реставрировать материалы с растекающимися при увлажнении текстами. Он может быть применен в различных вариантах, является весьма перспективным, но недостаточно изученным.

Материалы, получаемые в процессе реставрации путем пропитки бумаги или наслоением на нее пленки, а также полиграфическая продукция, подвергнутая при изготовлении облагораживанию, относятся к целлюлозным композиционным материалам (ЦКМ). В последнем случае нанесение покрытия осуществляется различными способами: это может быть соединение бумаги с пленкой при температуре течения пленки или специального подслоя.

Возможно клеевое соединение, а также нанесение покрытия методом переноса, при котором пленка из раствора наносится сначала на промежуточную основу, а затем с этой основы на бумагу с печатным текстом. Для образования ЦКМ обязательным условием является перевод полимера в вязко-текучее состояние.

Пути введения полимера в капиллярно пористую структуру бумаги различны. В случае пропитки полимер, находящийся в вязко-текучем состоянии, распределяется по всей толще материала, а для образования покрытия он должен потерять текучесть до того, как глубоко проникнет в бумагу.

В случае припрессовки при нагреве слой полимера в вязко-текучем состоянии принудительно вдавливается в поверхностный слой капиллярно пористой структуры бумаги.

Толщина граничного слоя зависит от концентрации раствора, вязкости расплава, от режима соединения компонентов.

Прочность соединения бумаги с полимером может определяться химическим взаимодействием или глубиной затекания термопластичного инертного полимера в бумагу и отверждения в виде крючков (механическая адгезия). Крючковая сцепка обеспечивает хорошую адгезию к бумаге даже для тех полимеров, которые не обладают адгезией к индивидуальным целлюлозным волокнам. Примером такого соединения является, по-видимому, сочетание бумаги с полиэтиленом, хотя по этому вопросу и существуют разногласия.

На адгезионную прочность может влиять как технологический режим образования комплекса, так и малозаметные изменения в поверхности бумаги и волокон.

Это может быть, например, наличие смоляных и жирных кислот, в результате чего покрытие соприкасается с не целлюлозной основой и адгезия снижается.

Установлено, что адгезия увеличивается с возрастанием толщины наносимой пленки - чем толще слой пленки, тем медленней происходит его охлаждение, тем глубже проникает полимер в микродефекты субстрата, увеличивая истинную поверхность контакта компонентов.

Аналогичное явление должно происходить при повышении температуры или времени контакта бумаги с полимером. Последнее находит подтверждение в работах В.Д.Зубакова [2], который путём изучения срезов комплекса бумага + полиэтилен установил, что с повышением температура от 120°C до 195°C слой полиэтилена на поверхности бумаги уменьшается, а адгезионная прочность повышается. К повышению адгезии ведет также предварительный подогрев основы, увеличение времени охлаждения материала, снижение влажности основы, приводящее, очевидно, к более плотному прилеганию полимерной пленки к бумаге в момент соединения.

Связь между компонентами в композиционном материале должна в известной мере определять свойства композиционного материала и, особенно влиять на характер его разрушения. Высокая адгезионная прочность, по-видимому, будет способствовать совместному разрушению компонентов или полному разрушению одного и частичному, когезионному, - другого. При низкой адгезионной прочности более вероятно раздельное разрушение с адгезионным отделением компонентов.

Разрушение адгезионного материала связано также с прочностью и растяжимостью его составляющих, с их взаимовлиянием в комплексе.

Исследуя процесс разрыва двуслойных пленочных материалов на основе целлофана, Гуль с авторами установил, что растягивающее напряжение комплекса превышает напряжение индивидуальной пленки, из слоев которой составлен материал. Было высказано предположение о наличии блокировки опасных дефектов одного слоя бездефектными участками другого и отмечено, что при разрыве, в первую очередь, разрушается слой, обладающий более высоким модулем упругости и низким удлинением.

Затем вся нагрузка сосредотачивается на втором компоненте и, если его доля с общей прочностью материала невелика, сразу происходит разрыв всего комплекса, а, если значительна, то дополнительное растяжение. Аналогично расслоению при испытании, очевидно, возможно расслоение композиционных материалов и в эксплуатации. Таким образом, говоря о долговечности документа после его перехода в целлюлозный композиционный материал, необходимо отличать долговечность самого документа, который можно освободить от пленки, от долговечности комплекса в целом (стойкость к эксплуатационным нагрузкам и режиму хранения) и также от долговечности комплекса с точки зрения сохранения его монолитности.

Технологический режим наслоения пленочных покрытий на бумагу определяется, в основном, условиями при которых достигается связь между компонентами. Вместе с тем известные эксперименты [1] показали, что изменение монолитности пленки и проникновение расплавленного полимера вглубь бумаги оказывает влияние на свойства комплекса. Задача настоящей работы – установить, в какой мере изменяются свойства композиционного материала при отклонениях в режиме наслоения пленки.

В качестве модельных образцов взята опытная бумага из хлопковой и сульфитной целлюлозы, а так же газетная бумага. Пленка наслоения представлена толщиной 30 мкм. Необходимая и достаточная адгезионная связь (при испытании происходит расслоение по бумаге) достигается при температуре 115°C в течении 1 минуты.

Режимы наслоения пленки:

- Температура - 115°C, 130°C, 150°C
- Время прессования – 1 ÷ 5 минут.
- Нагрузка – 10 Н.

Испытания проводились на сопротивление излому прибором И-1. Результаты испытаний представлены в табл. №1.

Изменение прочности композиционного материала
бумага-пленка в зависимости от режима наслоения

Режим наслоения пленки		Сопротивление излому композиционного материала с бумажной подложкой (основой)		
Время прессования, мин.	Температура °C	Сульфитная целлюлоза	Хлопковая целлюлоза	Газетная бумага
1	115	190	245	30
2	115	160	230	25
3	115	135	234	20
4	115	130	221	20
5	115	127	200	17
1	130	120	290	20
5	130	80	270	10
1	150	123	310	18
5	150	54	290	8

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при использовании в качестве основы бумаги из древесных полуфабрикатов увеличение температуры и времени наслоения пленки сверх значений, необходимых для соединения компонентов, приводит к снижению прочности получаемого композиционного материала. Поскольку в интервале 1 ÷ 5 минут при 115°C и увеличении температуры до 130°C и 150°C при одноминутном прессовании прочность основы, как это было показано [1] практически не меняется, происходящее снижение прочности комплекса можно объяснить только проникновением полимера в бумагу, нарушением ее структуры и монолитности покрытия. Этот вывод подтверждается появлением прозрачных участков на образцах в случае увеличения времени прессования до 5 мин и температуры в интервале 130°C ÷ 150°C (сопротивление излому снижается на 40%).

При 130°C и 150°C в интервале времени 1-5 мин происходит снижение прочности комплекса, усиливаемое деструкцией основы.

В случае основы из хлопковой целлюлозы при повышении температуры сопротивление излому несколько повышается, что можно объяснить как наблюдаемым при механотермической обработке увеличением прочности хлопковой основы, так и связыванием хлопковых волокон проникновением внутрь бумаги полимером. Если при обработке бумаги из древесных полуфабрикатов основное упрочнение при наслоении пленки происходит благодаря образованию на поверхности бумаги монолитной пленки, то в случае бумаги из хлопковой целлюлозы немаловажную роль играет развитие связей.

Вместе с тем тенденция к снижению сопротивления излому наблюдается при увеличении времени обработки бумаги из хлопковой целлюлозы в тех случаях, когда основа не упрочняется.

Таким образом, на основе проведенного эксперимента можно заключить, что изменение режима наслоения пленки, вызывающие глубокое проникновение полимера в бумагу и нарушение монолитности покрытия приводит к уменьшению прочности получаемого гетерогенного образца. В случае хлопковой бумаги этот эффект может быть ослаблен из-за упрочнения основы в следствие происходящего структурирования и связывания волокон расплавленным полимером.

Резюмируя вышесказанному о влиянии бумаги-основы на свойства комплекса с полиэтиленовой пленкой, имеющей толщину 30 мкм, можно отметить следующее:

- Наслоение пленки на бумагу, содержащую проклеивающие вещества и наполнители, наиболее эффективно. Обработывая бумагу перед наслоением пленки растворами свя-

зующих и проклеивающих веществ, можно упрочнить полученный комплекс даже в том случае, если бумага-основа сохранила всего 20% исходной прочности.

- Прочность на излом комплекса бумага + пленка зависит от композиции бумаги-основы. Наслоение полиэтиленовой пленки толщиной 30 мкм на бумагу из сульфитной, сульфатной, хлопковой и льняной видов целлюлозы показало, что максимальная эффективность достигается в случае использования бумаги из хлопковой целлюлозы.
- Разное соотношение бумаги и пленки в комплексе, обусловленное использованием основы с разной массой квадратного метра, не оказывает существенного влияния на коэффициент упрочнения.
- Наслоение пленки на бумагу, утрачивающую прочность при старении, приводит соответственно к получению комплекса с низкой прочностью.

Поскольку большинство выводов базируются на основе результатов экспериментов, связанных с проникновением полиэтилена вглубь бумаги, снижением монолитности слоя пленки над бумагой, увеличением количества связей в бумаге, вполне возможно предположить, что указанные закономерности наблюдаются и в случае пленки большей толщины, и в случае дублированных пленок, и других, не полиэтиленовых, термопластичных пленок.

Литература:

1. Чернина Е.С. Влияние режима тепловой обработки на свойства реставрируемого материала. Теория и практика сохранения книг в библиотеке: Гос. Публич. б-ка им. М.Е. Салтыкова-Щедрина. Л., 1980, вып.9, с.88-106
2. Зубаков В.Д. Разработка и исследование некоторых свойств упаковочных материалов на основе бумаги с покрытиями из низкомолекулярного полиэтилена. Автореф. Дис. Канд. Техн. Наук. – М.: 1969. – 27 с.