

УДК 677.027.523

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОПОЛИМЕРНЫХ ЛАТЕКСОВ  
РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ  
С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ  
В ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ**

**RESEARCH OF THE PROPERTIES OF COPOLYMER LATEXES  
OF DIFFERENT NATURE  
WITH THE PURPOSE OF APPLICATION THEREOF  
FOR PIGMENT PRINTING**

*Н.П. ПУЗИКОВА, Т.А. КУРОЧКИНА, Е.Л. ЩУКИНА, В.М. ГОРЧАКОВА, А.В. КАЛАЧЕВА*  
*N.M. PUZIKOVA, T.A. KUROCHKINA, E.L. SHCHUKINA, V.M. GORCHAKOVA, A.V. KALACHEVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")

E-mail: office@msta.ac.ru

*Изучены физические и коллоидно-химические свойства пленкообразующих связующих на основе акриловых сополимеров.*

*Определены оптимальные условия формирования пленок на основе исследованных связующих и изучены физико-механические свойства этих пленок. Исследовано влияние добавок – сшивающих агентов, на когезионные свойства получаемых пленок.*

*Physical and colloidal-chemical properties of films forming bindings on the basis of acrylic copolymers have been studied. Optimal conditions of formation of a scum on the basis the researched bindings have been defined, and physical-mechanical properties of these films have been studied. The influence of additions infusion – cross-linking agents, on cohesive properties of received films have been researched.*

**Ключевые слова:** акрилаты, пленкообразующие связующие, пленкообразование, поверхностное натяжение, размер латексных частиц, пигментные красители.

**Keywords:** acrylates, film-forming bindings, film formation, surface tension, a size of latex particles, pigment dyes.

Печать пигментами можно осуществлять на изделиях из любых видов волокон и их смесей, при этом устойчивость окраски будет определяться прочностью поли-

мерной пленки связующего, в которой равномерно распределен пигмент, и ее адгезией к поверхности волокна.

Адгезия связующих к волокнам – один из факторов, определяющих в конечном итоге прочность и деформационные свойства готового текстильного материала, поэтому выбор связующего должен осуществляться, исходя из назначения материала и его эксплуатационных свойств.

В последние годы в области связующих веществ наметился значительный прорыв. Ведущие европейские фирмы, широко внедрившиеся на наш российский рынок, предлагают свои печатные композиции с полным набором ТВВ: загустители, биндеры, фиксаторы, смягчители, пластификаторы и т.д. Однако химия всех этих соединений "скрыта", что затрудняет обоснованный выбор печатной композиции, обеспечивающей получение прочных высококачественных отпечатков. Очевидно, что именно химическая природа полимерных связующих предопределяет прочностные и упругоэластические свойства образующейся пленки. Знание химии этих соединений позволит регулировать когезионные

свойства получаемых пленок, а также адгезионные свойства полимерных красочных слоев, наносимых на текстильный материал в процессе печати, а следовательно, и прогнозировать поведение напечатанного текстильного материала к различного рода физико-химическим воздействиям.

В литературе практически отсутствуют количественные данные по адгезии связующих, выпускаемых зарубежными фирмами-производителями и применяемых в крашении и печати пигментами, к различным текстильным волокнам, нет данных и о физико-механических свойствах пленок на основе этих полимерных связующих (2).

В работе были изучены условия формирования пленок на основе сополимеров акрилового ряда, выпускаемых зарубежными фирмами-производителями, а также изучены свойства этих пленок.

В табл.1 приведены основные физические и коллоидно-химические свойства используемых в работе полимерных связующих.

Т а б л и ц а 1

Связующее №	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание основного вещества, %	pH	Поверхностное натяжение, Дж/м <sup>2</sup>	Размер латексных частиц, нм
1	1,04	40,0	6,0-6,5	54,9	95
2	1,03	40,5	7,0-7,5	56,5	90
3	1,05	40,0	6,0-6,5	33,8	97
4	1,03	38,8	8,0	54,0	92
5	1,02	37,0	8,0-8,5	26,3	136

Содержание основного вещества в связующем определяли аналитическим методом, основанном на выпаривании навески и взвешивании полученного остатка. Поверхностное натяжение дисперсий полимерных связующих определяли методом отрыва платиновой пластины от поверхности жидкости. Размер латексных частиц определяли фотометрическим методом.

Как показали исследования, масса основного вещества в латексах составляла от 37,0 до 40,5%. Все связующие являлись низковязкими жидкостями, способными в любом соотношении смешиваться с водой. Поверхностное натяжение всех исследованных жидкостей значительно ниже поверхностного натяжения воды (72,5 Дж/м<sup>2</sup>), что свидетельствует об их высокой смачи-

вающей способности. Повышенной смачивающей способностью должны обладать связующие №3 и №5. По размерности латексных частиц четыре из пяти исследованных связующих можно отнести к наноэмульсиям.

Пленки формировали при комнатной температуре на нейтральной подложке, заливая в стеклянную кювету такое количество связующего, чтобы получить пленку толщиной 200 мкм (1). Затем высушенные пленки подвергали термообработке, далее выдерживали в эксикаторе в течение суток и затем подвергали испытанию на разрывной машине FPZ-100.

В табл.2 приведены сравнительные данные физико-механических свойств полученных пленок. Как видно из данных,

все пленки, полученные на основе исследуемых в работе полимерных связующих, обладали высокими прочностными и упругоэластическими свойствами. Все пленки, кроме пленки на основе связующего №5, были прозрачны. Пленка, полученная на основе связующего № 5, была пластична, но недостаточно прочная и, к сожалению, недостаточно однородная.

Т а б л и ц а 2

Связующее №	Разрывное напряжение, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение при разрыве, %
1	1,8	2493
2	2,2	1355
3	3,1	880
4	3,9	1020
5	0,8	1517

Пленки, полученные на основе связующих № 1 и №3, имели желтую окраску, поэтому в дальнейших исследованиях эти связующие не применялись. Было высказано предположение о том, что окрашенную пленку могут образовывать полимеры, чувствительные к деполимеризации, например, на основе бутадиена. Применение водных дисперсий таких полимеров в качестве пленкообразующих связующих при печати пигментами будет негативно отражаться на качестве получаемого отпечатка, изменяя цветовые характеристики окраски. Кроме того, цвет образующейся пленки должен учитываться при подгонке цвета под эталон.

Представленные ниже результаты работы проведены со связующим №4, представляющим собой водную дисперсию со-

полимера на основе акриловых эфиров и стирола.

Для изучения влияния введения добавок: сеткообразующего связующего и пигментного красителя на пленкообразование и на свойства получаемых пленок в работе был использован метод математического моделирования, включающий планирование эксперимента и проведение оптимизации процесса по математическим моделям. В работе был использован и реализован план Коно второго порядка для трех факторов. В качестве исследуемых факторов были выбраны: концентрация пленкообразующего связующего ( $X_1$ ), концентрация сеткообразующего связующего ( $X_2$ ) и температура термообработки ( $X_3$ ). В качестве критериев оптимизации ( $Y$ ) выбраны показатели прочностных и упругоэластических свойств: разрывное напряжение  $\sigma_p$  и относительное удлинение при разрыве  $\epsilon_p$ .

В соответствии с данным планом были проведены 14 опытов. Результаты реализации матрицы планирования эксперимента представлены в табл. 3. Пленки формировали аналогично описанному выше способу.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ с использованием стандартных программ регрессионного анализа. В результате обработки экспериментальных данных были получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость прочностных и упругоэластических свойств пленок от варьируемых факторов. Ниже приведено полученное уравнение регрессии для относительного удлинения при разрыве по длине:

$$Y = 610,4167 - 8,6666X_1 + 19,3334X_2 + 34,3333X_3 + 2,4999X_1X_2 - 13,3334X_1X_3 - 81,6667X_2X_3 + 246,25X_1^2 + 49,5834X_2^2 + 41,2500X_3^2.$$

Далее был проведен статистический анализ полученных уравнений для оценки значимости коэффициентов и адекватности полученных уравнений. Как показал

анализ, наиболее существенное влияние на  $\sigma_p$  и  $\epsilon_p$  оказывали изменение концентрации пленкообразующего и сеткообразующего связующих и температура термообработки.

Таблица 3

№ опыта	Параметры оптимизации	
	Разрывное напряжение $Y_1$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение при разрыве $Y_2$ , %
1	4,47	913,3
2	6,97	960,0
3	3,44	1080,0
4	8,37	1030,0
5	3,10	1060,0
6	3,22	946,7
7	2,84	793,3
8	4,36	796,7
9	2,66	757,7
10	6,03	956,7
11	3,84	666,7
12	4,27	653,3
13	6,00	630,0
14	4,84	673,3

Адекватность модели оценивали по критерию Фишера. Расчетный критерий Фишера для разрывного напряжения составлял 1,29, табличный 2,71; расчетный критерий Фишера для относительного удлинения составлял 0,78, табличный 5,76. Оценка адекватности уравнений показала, что  $F_{расч} < F_{табл}$ , следовательно, полученные уравнения адекватны и найденная модель с вероятностью 95% описывает искомую зависимость. Далее полученные модели были использованы для оптимизации процесса пленкообразования. Оптимизация проводилась графическим методом.

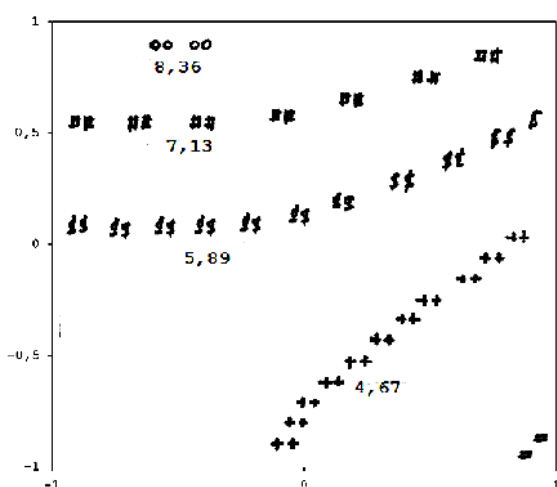


Рис. 1

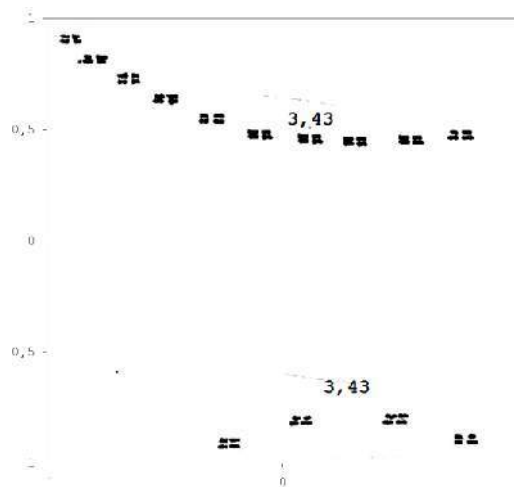


Рис. 2

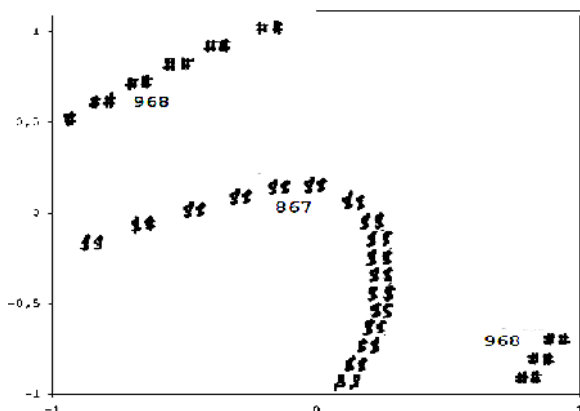


Рис. 3

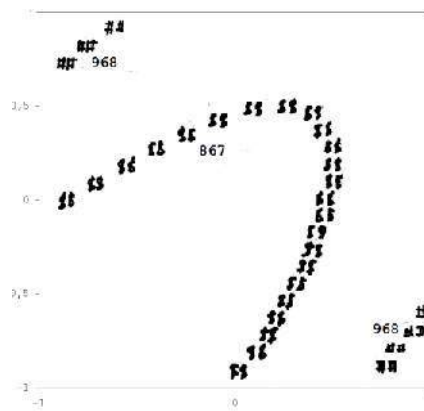


Рис. 4

На рис. 1...4 показаны двумерные сечения поверхности отклика для  $\sigma_p$  (рис. 1:  $\sigma_p = f(X_2, X_3)$  при  $X_1 = -1$ ; рис. 2:  $\sigma_p = f(X_2, X_3)$  при  $X_1 = 1$ ) и ( $\varepsilon_p$ ) (рис. 3:  $\varepsilon_p = f(X_2, X_3)$

при  $X_1 = -1$ ; рис. 4:  $\varepsilon_p = f(X_2, X_3)$  при  $X_1 = 1$ ) при фиксированном значении одного из факторов. Как видно, с увеличением концентрации сеткообразующего связующего

( $X_2$ ) и температуры термообработки ( $X_3$ ) повышается прочность, а также пластичность получаемой пленки. На основании обработки данных по оптимизации были выбраны оптимальные условия формирования пленки из связующих, обладающей высокой прочностью и одновременно высокой эластичностью:  $\sigma_p = 5,9 \text{ Н/мм}^2$ ,  $\epsilon_p = 865\%$ . Это достигалось при следующих условиях:  $X_1 = -1$ ;  $X_2 = 0$ ;  $X_3 = 0$ , что соответствует концентрации пленкообразующего связующего 10 масс.%, концентрации сеткообразующего 1,5 масс.%, температуре термообработки  $160^\circ\text{C}$ .

## ВЫВОДЫ

1. Изучены физические и коллоидно-химические свойства пленкообразующих

связующих на основе сополимеров акрилового ряда.

2. Определены оптимальные условия формирования пленок, обладающих высокими прочностными и упругоэластическими свойствами, а также изучены свойства этих пленок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Барабанов Г.Л., Горчакова В.М. и др.* Лабораторный практикум по технологии нетканых материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

2. *Елисеева В.И.* Полимерные дисперсии. – М.: Химия, 1980.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 21.11.11.