

УДК 677.042.2

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ
С КИСЛОТНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

**RESEARCH OF SYNTHETIC POLYELECTROLYTES INTERACTION
WITH ACID DYES**

Ю.А. РУКАВИШНИКОВА, М.Н. КРОТОВА, Е.Ю. КУВАЕВА, О.И. ОДИНЦОВА
YU.A. RUKAVISHNIKOVA, M.N. KROTOVA, E.YU. KUVAEVA, O.I. ODINTSOVA

**(Научно-исследовательский институт термодинамики и кинетики химических процессов
Ивановского государственного химико-технологического университета)
(Research Institute of Thermodynamics and Kinetics of Chemical Processes
of Ivanovo State Chemical-Technological University)**
E-mail: odolga@yandex.ru

Исследованы закономерности взаимодействия кислотных красителей с новыми синтетическими катионными полиэлектролитами в растворе и на волокне. Рассмотрены вопросы повышения качественных показателей окрасок шерстяных тканей. Показана технологическая целесообразность использования катионных полиэлектролитов в качестве основы препара-

тов для закрепления окрасок шерстяных текстильных материалов, колорированных кислотными красителями.

Problems of increase extent of useful application acid dyes, increases of economic and ecological efficiency of processes dyeing are studied. Relationships of acid dyes interaction with new synthetic cationic polyelectrolyte in a solution and on a fibre are investigated. Questions of increase qualitative indicators of colourings of woollen fabrics are considered. The technological suitability of cationic polyelectrolyte use as a basis of preparations for fixation of dyeing in woollen textile materials, dyed by acid dyes is shown.

Ключевые слова: катионный полиэлектролит, кислотный краситель, шерстяная ткань, степень связывания красителя, прочность окраски.

Keywords: cationic polyelectrolyte, acid dye, woollen fabric, extent of dye bonding, color fastness.

При крашении шерстяных текстильных материалов традиционно применяют кислотные красители, которые дают окраски широкой гаммы цветов, но в большинстве случаев обладают невысокой устойчивостью к мокрым обработкам и воздействию света. В рамках существующих экологических стандартов и норм на текстильную продукцию актуальной становится задача повышения прочностных характеристик окрасок шерстяных материалов к мокрым обработкам за счет использования бесформальдегидных экологически безопасных закрепителей последнего поколения. В настоящее время в качестве основы та-

ких упрочняющих веществ широкое применение находят катионные полиэлектролиты [1], [2].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке эффективности взаимодействия новых синтетических полиэлектролитов с различными кислотными красителями в растворе и на волокне.

Для проведения эксперимента использовали катионные полиэлектролиты (КПЭ), являющиеся новейшими разработками ООО "Химсинтез" (г. Дзержинск), характеристики химического строения которых приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Название полиэлектролита	Описание препарата
1	ВПК-402	Серийный ВПК-402 полидиметилдиаллиламмоний хлорид ПДАДМАХ
2	Образец №2	Продукты поликонденсации эпихлоргидрина и диметиламинопропиламина с различной молекулярной массой $MM_2 < MM_3 < MM_4$. Обладают высоким зарядом, в 2 раза выше, чем у ПДАДМАХ, на единицу массы 100% вещества.
3	Образец №3	
4	Образец №4	
5	Образец №5	Продукт, полученный путем предварительной конденсации мочевины и диметиламинопропиламина с последующей поликонденсацией образовавшегося продукта с эпихлоргидрином
6	Образец №6	Продукт совместной конденсации диметиламина, диметиламинопропиламина и эпихлоргидрина

При изучении эффективности взаимодействия кислотных красителей различных марок с катионными полиэлектролитами были сняты и проанализированы спек-

тральные кривые кислотных красителей различного химического строения, полученные при добавлении к их растворам катионных полиэлектролитов.

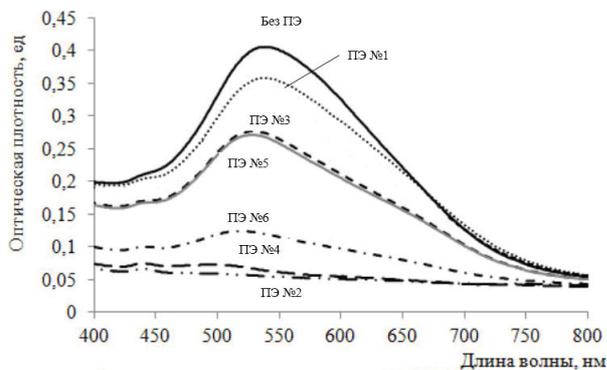


Рис. 1

На рис.1 изображены спектры поглощения раствора кислотного синего К ($C_{кр}=1,4 \cdot 10^{-4}$ моль/л) в присутствии КПЭ в концентрации 0,1 г/л, а на рис. 2 – спектры поглощения раствора кислотного синего К в присутствии КПЭ в концентрации 0,3 г/л. В обоих случаях при использовании полиэлектролитов происходит существенное снижение интенсивности полос поглощения света красителем, что является характерным признаком его ассоциации на полимерной цепи. Вероятно, одна макромолекула полимера взаимодействует с несколькими молекулами красителя. Анализ полученных спектральных кривых показывает, что существенное влияние на состояние кислотных красителей в растворе оказывают концентрации полиэлектролитов и их химическое строение, максимальный гипохромный эффект достигается с помощью катионных полиэлектролитов – №2 и №4 в концентрации 0,1 г/л.

Для оценки степени связывания противоположно заряженных красителей и полиэлектролитов были сняты спектрофотометрические кривые растворов, характеризующихся постоянной концентрацией кислотных красителей и переменным содержанием КПЭ.

На рис.3 представлены данные, иллюстрирующие зависимость оптической плотности раствора кислотного зеленого антрахинонового от содержания катионных полиэлектролитов различного химического строения. Полученные зависимости $D=f(C_{кпэ})$ имеют однотипный характер и проходят через минимум. Точка минимума такой кривой ($C_{эф}$) объясняется увеличением количества нерастворимого сте-

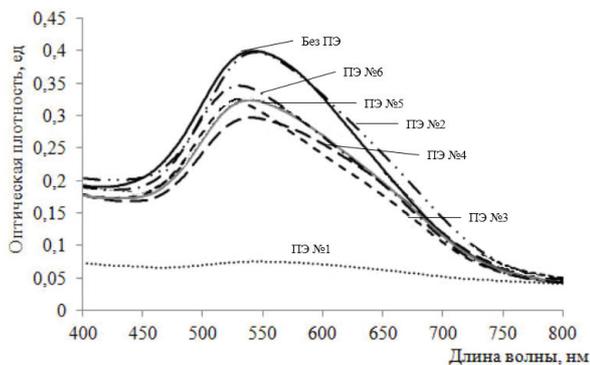


Рис. 2

хиометрического комплекса полимер-краситель (КПК), образующегося в результате электростатического связывания анионов красителя катионными центрами макромолекул полиэлектролита, и характеризуется появлением в рассматриваемой системе новой фазы в виде осадка. Это обуславливает возможность применения КПЭ в качестве закрепителей окрасок шерстяных текстильных материалов.

При рассмотрении действия на состояние красителя в растворе полиэлектролитов марки ПК №2-4, одинаковых по строению, но отличающихся значениями молекулярных масс, можно отметить, что увеличение молекулярных масс образцов ($MM_2 < MM_3 < MM_4$) уменьшает количество образовавшегося стехиометрического КПК кислотного зеленого антрахинонового с этими препаратами. В качестве критерия оценки эффективности используемых препаратов предложен показатель степени связывания красителя полиэлектролитом, определяемый по формуле:

$$\Phi = [(D_0 - D_x) / D_0] \cdot 100 \%,$$

где D_0 – значение оптической плотности раствора красителя концентрации C , не содержащего КПЭ; D_x – значение минимальной оптической плотности раствора красителя концентрации C , с добавлением КПЭ концентрацией $C_{эф}$.

Максимальный эффект связывания рассматриваемого кислотного красителя достигается в случае использования образца № 2, характеризующегося наименьшей молекулярной массой. Наименее эффективным является использование серийного

образца полидиметилдиаллиламмоний хлорида, который имеет заряд в 2 раза ниже, по сравнению с образцами серии ПК (образцы 2...4, рис. 3).

Дальнейшее изучение действия полиэлектролитов было проведено на широком ассортименте кислотных красителей. В табл.2 приведены данные, характеризующие взаимосвязь химического строения кислотных красителей и их способности к взаимодействию с катионными полиэлектролитами различной природы в растворе.

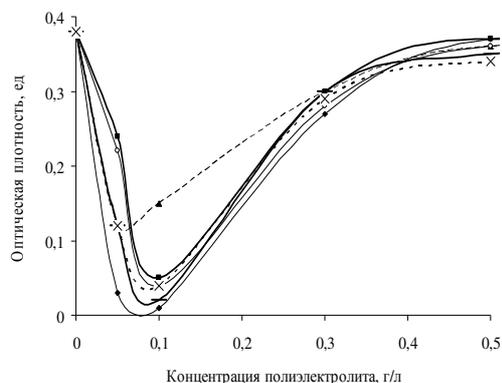


Рис. 3

Таблица 2

Наименование красителя	Номенклатурная группа красителя	Число сульфогрупп	Молекулярная масса	Образец КПЭ	Степень связывания красителя Φ , %, при концентрации ПЭ	
					0,1 г/л	0,3 г/л
Кислотный зеленый антрахиноновый	Антрахиноновый	2	623	1	86,8	21,1
				2	97,4	29,0
				3	60,5	21,1
				4	94,7	21,1
				5	89,5	26,3
				6	89,5	23,7
Кислотный ярко-синий антрахиноновый	Антрахиноновый	2	679	1	78,6	99,9
				2	93,5	75,0
				3	88,1	78,6
				4	90,5	67,9
				5	86,9	92,9
				6	89,3	77,4
Кислотный синий К	Дисазокраситель	2	695	1	11,9	81,5
				2	86,4	1,0
				3	32,6	21,3
				4	84,2	25,8
				5	33,8	19,0
				6	70,6	14,5
Кислотный алый	Моноазокраситель	2	480	1	8,7	76,8
				2	31,7	71,5
				3	17,6	88,8
				4	23,0	85,7
				5	15,3	88,3
				6	52,1	63,9
Кислотный бордо	Моноазокраситель	2	502	1	25,6	60,4
				2	54,7	48,1
				3	31,5	70,3
				4	35,5	67,5
				5	29,3	58,7
				6	38,4	77,2

Анализ результатов, представленных в табл. 2, показывает, что эффективность образования стехиометрического комплекса полиэлектролит – краситель определяется не только природой катионного полиэлектролита, но и химическим строением

кислотного красителя. Об этом свидетельствует тот факт, что максимальная степень связывания моноазокрасителей достигается при концентрации ПЭ в системе 0,3 г/л, тогда как для эффективного связывания остальных красящих веществ достаточно

0,1 г/л КПЭ. При этом показатель степени связывания для моноазокрасителей в среднем на 24,2% ниже, чем для дисазокрасителя, и на 59% меньше по сравнению с антрахиноновыми красителями. Таким образом, можно утверждать, что определяющим фактором при связывании кислотных красителей катионными полиэлектролитами является величина заряда последних и строение кислотных красителей.

В соответствии с рекомендуемой технологией полиэлектролит вводили в последнюю промывочную машину в концентрации 3...5 г/л, температура раствора 20°C, после чего текстильный материал сушили.

Проведена сравнительная оценка технических результатов крашения шерстяного материала, обработанного катионными полиэлектролитами.

Соответствующие данные представлены в табл.3, из которых следует, что ис-

пользование всех без исключения препаратов позволяет улучшить прочностные характеристики окрасок к стирке в среднем на 1...1,5 балла.

Значительного увеличения устойчивости окрасок к поту не наблюдается, что, вероятно, вызвано возросшими показателями интенсивности окрасок образцов при использовании катионных полиэлектролитов. Лучшую закрепляющую способность красителя на текстильном материале полиэлектролитов № 5 и № 6 можно объяснить наличием большего количества остатков эпихлоргидрина при синтезе этих препаратов по сравнению с образцами № 2...4, являющимися продуктами поликонденсации эпихлоргидрина и диметиламинопропиламина с соотношением реагентов 1:1 по молям, то есть полученных по реакции, сопровождающейся практически полным связыванием эпихлоргидрина.

Таблица 3

Наименование полиэлектролита	Интенсивность окраски шерстяной ткани K/S, ед.	Устойчивость окрасок, балл, к	
		стирке №1	поту
Исходный образец	14,6	4/2	4/4
№ 1(ВПК-402)	18,2	4/3	4/3
№ 2	17,5	4/4	4/4
№ 3	16,3	4/4	4/3-4
№ 4	17,5	4/3-4	4/3-4
№ 5	18,2	4/4	4/4
№ 6	16,84	4/4	4/4-5

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что поведение кислотных красителей в присутствии катионного полиэлектролита зависит от количественного соотношения компонентов в растворе.

2. Эффективность взаимодействия кислотных красителей с КПЭ определяется строением красителя и катионного полиэлектролита, а также молекулярной массой, концентрацией и плотностью заряда последнего.

3. Показано, что оптимальные технические результаты колорирования шерстяных текстильных материалов достигаются при использовании полиэлектролита № 2, №5 и №6.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Одинцова О.И.* Синтетические полиэлектролиты и особенности их взаимодействия с ПАВ // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2009. Т.52, № 8. С.3...11.
2. *Куваева Е.Ю., Одинцова О.И., Кротова М.Н.* Способы и препараты, повышающие прочностные показатели окрасок текстильных материалов, колорированных прямыми красителями. – М., 17с. Деп. в ВИНТИ 24.02.2004. № 304.
3. *Одинцова О.И.* Научные принципы создания и применения текстильных вспомогательных веществ на основе синтетических полиэлектролитов и ПАВ: Дис....докт. техн. наук. – Иваново, 2009.

REFERENCES

1. *Odinцова O.I.* Sinteticheskie polielektrolity i osobennosti ih vzaimodejstviya s PAV // Izv. vuzov. Himija i himicheskaja tehnologija. – 2009. T.52, № 8. S.3...11.

2. Kuvaeva E.Ju., Odincova O.I., Krotova M.N. Sposoby i preparaty, povyshajushhie prochnostnye pokazateli okrasok tekstil'nyh materialov, kolorirovannyh prjamymi krasiteljami. – M., 17s. Dep. v VINITI 24.02.2004. № 304.

3. Odincova O.I. Nauchnye principy sozdanija i primeneniya tekstil'nyh vspomogatel'nyh veshhestv na

osnove sinteticheskikh polijejlektrolitov i PAV: Dis....dokt. tehn. nauk. – Ivanovo, 2009.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 03.04.15.
