

УДК 677.027.27

**КРАШЕНИЕ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ АКТИВНЫМИ  
КРАСИТЕЛЯМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОКАРБОКСИЛАТА СЕРЕБРА И  
АКРИЛАМИДА ПО СОВМЕЩЕННОМУ СПОСОБУ**

**БІРІКТІРІЛГЕН ТӘСІЛДЕ КҮМІС НАНОКАРБОКСИЛАТЫН ЖӘНЕ  
АКРИЛАМИДТІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МАҚТА - МАТАЛАРЫН БЕЛСЕНДІ  
БОЯҒЫШТАРМЕН БОЯУ**

**DYEING OF COTTON MATERIALS BY ACTIVE DYES WITH THE USE  
NANOCARBOXYLATE OF SILVER AND ACRYLAMIDE IN THE COMBINED METHOD**

*А.Н. ТАСЫМБЕКОВА, Л.В. ЛОГИНОВА, А.Ж. ҚҰТЖАНОВА  
А.Н. ТАСЫМБЕКОВА, Л.В. ЛОГИНОВА А.Ж. ҚҰТЖАНОВА  
A.N. TASSYMBEKOVA, L.V. LOGINOVA, A.ZH. KUTZHANOVA*

(Алматынський технологический университет)

(Алматы технологиялық университеті)

(Almaty Technological University)

E-mail: [atasymbekova@mail.ru](mailto:atasymbekova@mail.ru)

*В статье предлагаются результаты исследований крашения по совмещенному способу материалов на основе целлюлозы активными красителями с применением в качестве интенсификаторов нанокарбоксилата серебра и акриламида. Изучено влияние комплексного применения данных компонентов на качественные показатели крашения к различным физико-химическим воздействиям. Результаты исследования показывают, что крашение хлопчатобумажных материалов активными красителями по предлагаемому совмещенному способу с использованием нанокарбоксилата серебра и акриламида позволяет уменьшить применение щелочного агента и получить более интенсивное и равномерное окрашивание, чем по стандартным режимам.*

*In the article offers the results of studies on dyeing by a combined method of cellulose-based materials with active dyes using silver and acrylamide nanocarboxylate as intensifiers. The influence of the complex application of these components on the quality of dyeing performance on various physicochemical effects has been studied. The results of the study show that dyeing of cotton materials with active dyes according to the proposed combined process using silver nano-carboxylate and acrylamide makes it possible to reduce the use of an alkaline agent and to obtain a more intense and uniform coloration than under standard conditions.*

*Берілген мақалада белсенді бояғыштармен біріктірілген тәсіл арқылы целлюлоза негізіндегі маталарды күміс нанокарбоксилаты және акриламид күшейткіштерімен бояудың зерттеу нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, бұл компоненттерді кешенді қолданылу кезінде бояу сапасы көрсеткіштерінің әртүрлі физико-химиялық әсері зерттелген. Зерттеу нәтижелері бойынша күміс нанокарбоксилаты және акриламид күшейткіштерін қолданумен ұсынылып отырған біріктірілген бояу тәсілі арқылы бояу кезінде стандартты режимге қарағанда, сілтілік агенттің мөлшерін төмендетіп, біркелкі және қанық бояуды алуға мүмкіндік береді.*

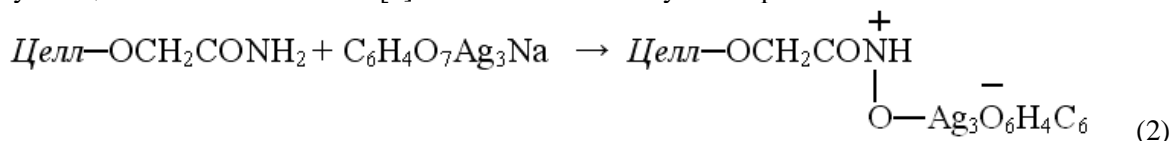
**Ключевые слова:** интенсификаторы, акриламид, нанокорбоксилат серебра, активные красители, степень фиксации, щелочной агент, совмещенный способ отделки, стандартный режим.

**Keywords:** intensifiers, acrylamide, silver of nanocarboxylate, active dyes, fixation degree, alkaline agent, combined finish method, standard mode.

**Негізгі сөздер:** күшейткіштер, акриламид, күміс нанокорбоксилаты, белсенді бояғыштар, бекітілу дәрежесі, сілтілік агент, біріктірілген өңдеу тәсілі, стандартты режим.

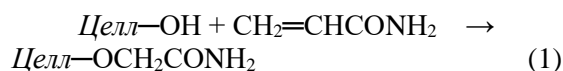
**Введение**

На основании ранее проведенных исследований [1] предлагается к использованию совмещенный способ отделки хлопчатобумажных материалов с применением акриламида, обеспечивающего путем прививки к волокну высокую устойчивость к внешним воздействиям (к истиранию, действию атмосферных условий, трению и мокрому обработкам). В щелочной среде акриламид взаимодействует с целлюлозой по схеме 1 [2]:



Вследствие чего, после введения в красильную ванну акриламида (А/А) и цитрата серебра (Ag<sup>+</sup>) в процессе привитой сополимеризации на целлюлозном волокне происходит образование полимерной плёнки, химически связанной с наночастицами цитрата серебра и молекулами активного красителя.

Из анализа проведенных исследований для разработанного совмещенного способа крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями с применением акриламида следует, что введение его в красильный раствор позволяет снизить концентрацию щелочного агента на стадии фиксации активного красителя [1]. Добавление в композицию нанокорбоксилата серебра может обеспечить получение полифункциональной отделки за счет совмещения процессов крашения и заключительной отделки, высокую степень фик-



Введение в красильную ванну в качестве интенсификатора нанокорбоксилата серебра (Ag<sup>+</sup>) предполагает образование дополнительных ионных связей с основными группами боковых привитых цепей полиакриламида, образующегося в процессе сополимеризации целлюлозного волокна с акриламидом (схема 2) и комплексных связей с молекулами красителя:

сацией активного красителя и сократить время технологического процесса.

Результатом поставленной задачи стало изучение применения акриламида и нанокорбоксилата серебра в качестве интенсификаторов по совмещенному способу отделки хлопчатобумажных тканей.

**Объекты и методы исследования**

Объектом исследования является отбеленная хлопчатобумажная ткань бязевой группы, артикул 262р, производство ТОО «Чайковский текстиль», Россия.

Крашение проводилось согласно рецептурам в соответствии с разработанными технологическими режимами (табл.1) на лабораторном красильном аппарате «Скоуротестер – ФЕ – 09 – А» активным красителем Re. G. Yellow, производство «Vaishnavu», Индия.

Таблица 1 - Состав рецептуры крашения хлопчатобумажной ткани

№ рецептуры	Актив. крас, %	NaCl г/л	Акрил - амид, г/л	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> г/л	Ag <sup>+</sup> г/л	T, °C +/- 2	τ, мин на 80°C
Без акриламида и нанокорбоксилата серебра							
1	3	60	-	20	-	80	20
С применением нанокорбоксилата серебра							
2	3	60	-	20	0,15	80	20
С акриламидом и нанокорбоксилатом серебра (Ag <sup>+</sup> )							
3	3	60	20	10	0,15	80	20
4	3	60	30	10	0,15	80	20
5	3	60	40	10	0,15	80	20

Для изучения влияния нанокорбоксилата серебра, крашение образцов осуществ-

ляли согласно рецептуре 2 (табл.1) по технологическим режимам 2 – 6 (табл.2). Нанокор-

боксилат серебра ( $Ag^+$ ) вводили в красильную ванну с оптимальной концентрацией 0,15 г/л на разных стадиях крашения и температурных режимах.

Для изучения совместного влияния нанонакарбоксилата серебра и акриламида, кра-

шение образцов осуществляли согласно рецептурам 3, 4, 5 (табл.1) по технологическим режимам 7 – 12 (табл.2). Акриламид использовали в трех концентрациях: 20 г/л, 30 г/л, 40 г/л и концентрация щелочного агента (кальцинированная сода) - 10 г/л.

Таблица 2 – Технологические режимы крашения хлопчатобумажной ткани (последовательность и температура введения компонентов красильной ванны)

1	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
2	Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
3	NaCl – 60 г/л, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
4	NaCl – 60 г/л, краситель, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
5	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
6	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
7	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 30 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
8	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 20 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
9	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 40 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
10	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 30 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
11	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
12	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 40 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)

### Результаты и их обсуждение

В качестве образцов для сравнения (эталонных) качественных характеристик окрашивания использовали образцы, окрашенные при 80<sup>0</sup>C (без акриламида и нанонакарбоксилата серебра) по стандартному режиму крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями, с применением кальцинированной соды в качестве щелочного агента 20 г/л – рецептура 1 (табл.1), технологический режим 1 (табл.2).

Интенсивность окраски образцов оценивали по значениям функции Гуревича – Кубелки – Мунка (K/S), определенных на основании коэффициента отражения (R, %), измеренных на приборе «Лейкометр» при длине волны 478 нм [3]. Равномерность окрашивания оценивали по расчетным значениям коэффициентов для каждого образца.

Произведены расчеты по определению интенсивности и ровноты окраски. Результаты приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Качественные показатели крашения хлопчатобумажной ткани с применением нанонакарбоксилата серебра

№ режима крашения	Образцы (рецептура и режим крашения)	Показатели ровноты и интенсивности окраски			
		Коэффициент спектрального отражения R, %	Интенсивность окраски K/S	Средне-квадратическое отклонение, S	Коэффициент вариации V, %
Краситель реактивный оранжевый (Re. G. Yellow) 3 %, τ крашения 20 минут					
1	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °C) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л	27,8	0,9376	0,6	2,153
2	Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °C) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (80 °C)	27,4	0,9618	0,207	0,756
3	NaCl – 60 г/л Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, кр-ль (40 °C) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (80 °C)	28,1	0,9199	0,152	0,538
4	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °C) Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (80 °C)	27,4	0,9618	0,207	0,757

5	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (80 °С)	27,5	0,9557	0,331	1,206
6	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л после Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (80 °С)	29,0	0,8691	0,3	1,03

Из анализа полученных данных можно сделать следующие выводы:

- введение нанокарбоксилата серебра в красильную ванну после подачи активного красителя при 40°С и 80°С до подачи щелочного агента повышает фиксацию красителя на 1,5 % (режимы 2, 4 и 5);

- введение нанокарбоксилата серебра в красильную ванну при использовании акриламида после подачи всех компонентов при 80 °С повышает фиксацию красителя на 5,4 % (режим 7, А/А 30 г/л) и на 3,6 % (режим 8, А/А 20 г/л);

- применение нанокарбоксилата серебра и акриламида при крашении активными красителями хлопчатобумажных тканей с пониженным содержанием щелочного агента позволяет получить более интенсивное и равномерное окрашивание, чем по стандартному режиму.

Было изучено влияние применения нанокарбоксилата серебра и акриламида на устойчивость полученной окраски к физико-химическим воздействиям: к стирке, мокрому и сухому трению в соответствии с ГОСТ 9733.4-83 и ГОСТ 9733.27-83. Результаты исследования показаны на рисунке 1.

Таблица 4 – Качественные показатели крашения хлопчатобумажной ткани с применением нанокарбоксилата серебра и акриламида

№ режима крашения	Образцы (рецептура и режим крашения)	Показатели ровноты и интенсивности окраски			
		Коэффициент спектрального отражения R, %	Интенсивность окраски K/S	Средне-квадратическое отклонение, S	Коэффициент вариации V, %
Краситель реактивный оранжевый (Re. G. Yellow) 3%, τ крашения 20 минут					
7	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) А/А – 30 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80°С)	26,3	1,0326	0,126	0,331
8	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) А/А – 30 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80°С)	26,8	1,3070	0,264	0,983
9	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) А/А – 20 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80°С)	29,5	0,8424	0,327	1,109
10	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) А/А – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80°С)	30,4	0,7967	0,384	1,260
11	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) А/А – 40 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80°С)	32,5	0,7010	0,296	0,911
12	NaCl – 60 г/л, кр-ль (40 °С) А/А – 40 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80°С)	33,5	0,6600	0,229	0,683

Согласно полученным результатам следует, что совмещение способов крашения и отделки хлопчатобумажной ткани с использованием акриламида и нанокарбоксилата

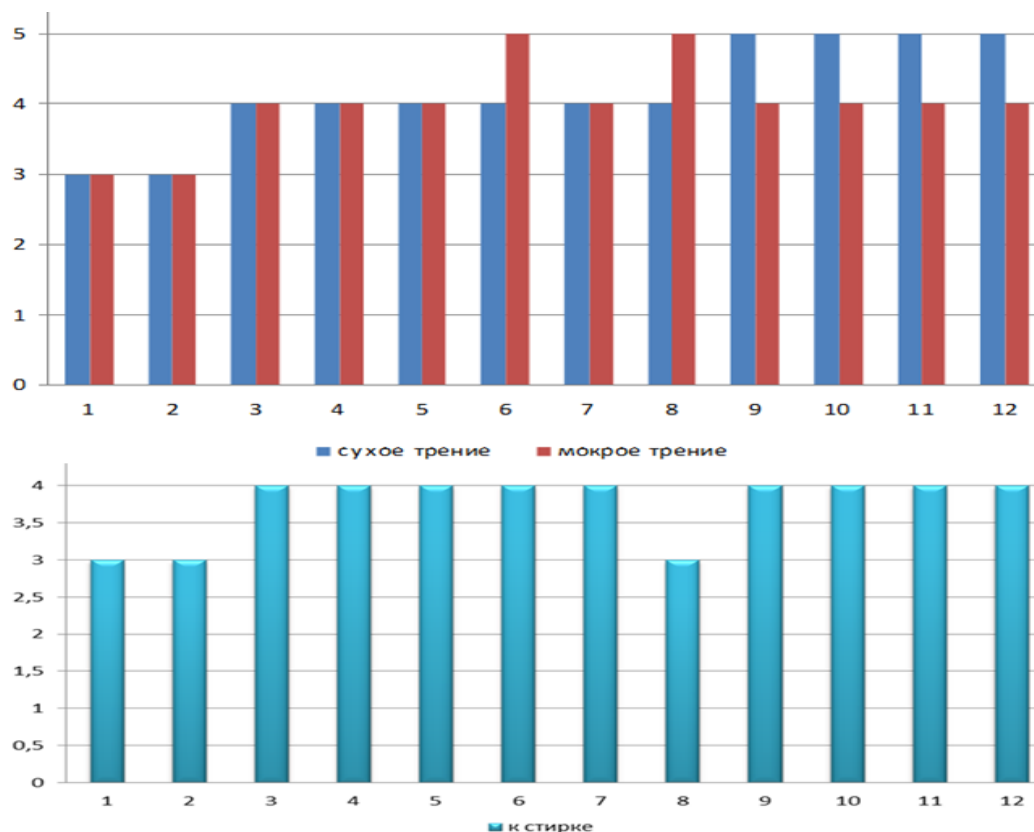
серебра при пониженном содержании щелочного агента (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - 10 г/л) обеспечивает хорошую прочность и устойчивость окраски к мокрым обработкам и трению.

Определение несминаемости окрашенных образцов с применением интенсификаторов (A/A и Ag<sup>+</sup>) проводили согласно ГОСТ 10681-75 на смятиемере МТ-022 (по стандарту ИСО 2313), ООО «Метротекс», Россия.

Результаты показателей несминаемости приведены на рисунке 2.

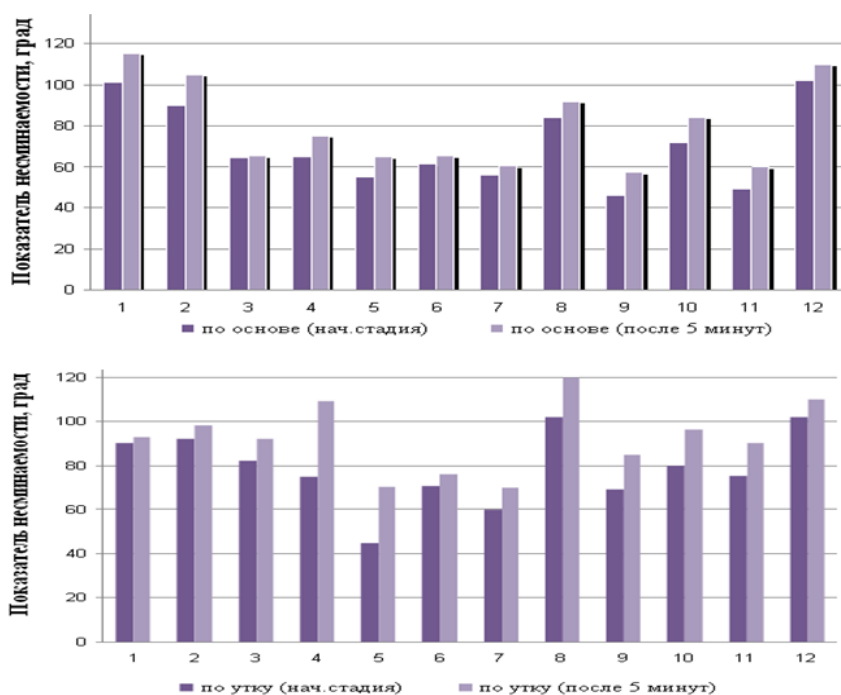
По данным исследования показано, что при использовании A/A происходит неко-

торое снижение несминаемости обработанной ткани. Так как в процессе обработки на поверхности волокна образуется полимерная пленка, это приводит к увеличению пластичности хлопчатобумажной ткани, придает ей шелковистость и наполненный гриф, улучшается драпируемость материала.



1	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)	7	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 30 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
2	Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)	8	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 20 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
3	NaCl – 60 г/л, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)	9	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 40 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
4	NaCl – 60 г/л, краситель, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)	10	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 30 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
5	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)	11	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)
6	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)	12	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> C); A/A – 40 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> C)

Рисунок 1 - Показатели устойчивости окраски образцов в соответствии с режимом и рецептурой крашения (в баллах)

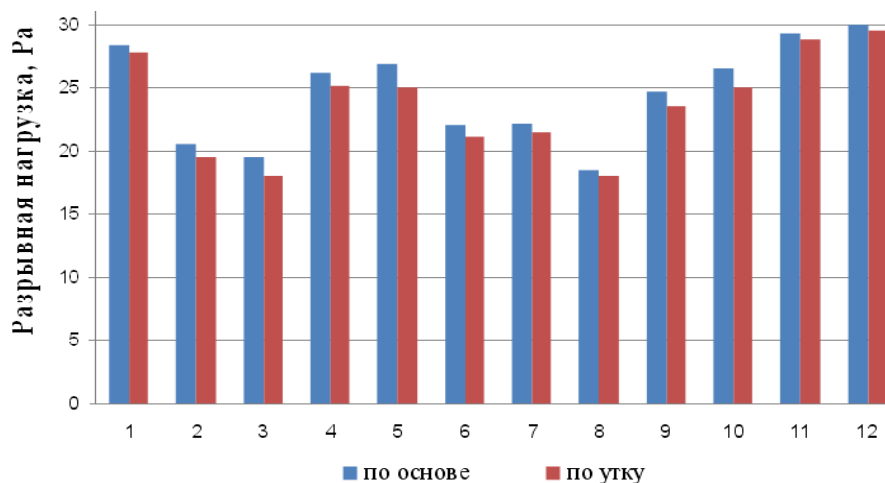


1	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	7	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); A/A – 30 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
2	Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	8	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); A/A – 20 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
3	NaCl – 60 г/л, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	9	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); A/A – 40 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
4	NaCl – 60 г/л, краситель, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	10	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); A/A – 30 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
5	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	11	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); A/A – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
6	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	12	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); A/A – 40 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)

Рисунок 2 – Показатели несминаемости окрашенных образцов в соответствии с режимом и рецептурой крашения

Определение разрывных характеристик окрашенных образцов проводили на разрывной машине РТ 250-М согласно ГОСТ 3813-

72. Полученные результаты представлены на рисунке 3.



1	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	7	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); А/А – 30 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
2	Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	8	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); А/А – 20 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
3	NaCl – 60 г/л, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	9	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); А/А – 40 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л, Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
4	NaCl – 60 г/л, краситель, Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	10	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); А/А – 30 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
5	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л до Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	11	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); А/А – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)
6	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 20 г/л до Ag <sup>+</sup> – 0,15 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)	12	NaCl – 60 г/л, краситель (при 40 <sup>0</sup> С); А/А – 40 г/л до Ag <sup>+</sup> - 0,15 г/л, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – 10 г/л (при 80 <sup>0</sup> С)

Рисунок 3 – Показатели разрывной нагрузки окрашенных образцов в соответствии с режимом и рецептурой крашения

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

- во время процесса крашения, при введении в красильную ванну А/А, имеет место реакция взаимодействия последнего с целлюлозой и с ростом щелочности среды и увеличения концентрации А/А степень замещения целлюлозы возрастает. Это приводит к появлению на поверхности волокна полимерной пленки, что увеличивает прочностные характеристики волокна [2] - возрастают показатели разрывной нагрузки (режимы 9, 10, 11 и 12);

- показано, что при введении в красильную ванну нанокарбоксилата серебра после всех компонентов, имеет место снижение значений разрывной нагрузки окрашенного материала на 21,5 % (режим 7, А/А 30 г/л) и на 34,6 % (режим 8, А/А 20 г/л). Это объясняется тем, что в процессе полимеризации акриламида и образовании на волокне полимерной пленки, химически связанной с наночастицами цитрата серебра и молекулами активного красителя, происходит снижение взаимной подвижности макромолекул [2]. Несмотря на то, что модуль упругости воло-

на и его износостойкость в результате возрастают, ухудшается возможность перераспределения нагрузки внутри волокна, разрывное усилие приходится на меньшее число структурных элементов. Поэтому снижается разрывное удлинение, и механическая прочность волокна падает [2]. Это необходимо учитывать при выборе рецептуры обработки.

#### Выводы

1. Введение нанокарбоксилата серебра в красильную ванну при использовании акриламида (20-30 г/л) после подачи всех компонентов при 80 °С с пониженным содержанием щелочного агента повышает фиксацию красителя в среднем на 4,5 %, что позволяет получить более интенсивное и равномерное окрашивание, чем по стандартному режиму;

2. Прочностные показатели крашения соответствуют требованиям технических регламентов ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» и ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности»;

3. Применение нанокарбоксилата серебра и акриламида в качестве интенсифи-

каторов при крашении хлопчатобумажных тканей активными красителями по совмещенному способу обеспечивает получение полифункциональной отделки, высокую степень фиксации активного красителя и сокращает время технологического процесса за счет совмещения процессов крашения и заключительной отделки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климантович В.В., Шириязданова К., Логинова Л.В., Совмещенный способ крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями

с применением акриламида. /Материалы Республиканской научно-практической конференции молодых ученых «Наука. Образование. Молодежь», АТУ, 21-22 апреля 2016 г., г. Алматы. - С. 101-103.

2. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов. – в 3 т. Т. 3. Заключительная отделка текстильных материалов / Г.Е. Кричевский. – М., 2001. – Т.3. – 298 с.

3. Базовый лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов: Учеб. Для вузов/Колл. авт. под ред. Н.Е. Булушевой. – М.: РИО МГТУ, 2000. - 423 с.