

## ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРА КОЛЛАГЕНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

*Рейимов Азимбай Файзуллаевич*

*докторант кафедры химии,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [afreyimov@bk.ru](mailto:afreyimov@bk.ru)*

*Абдусаматова Дилфуза Озатовна*

*канд. хим. наук, доцент, кафедра химии,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [dilfuza6466@gmail.com](mailto:dilfuza6466@gmail.com)*

## OBTAINING AND APPLICATION OF COLLAGEN SOLUTION FOR PROCESSING TEXTILE MATERIAL

*Azimbay Reyimov*

*Doctoral student, Department of Chemistry,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

*Dilfuza Abdusamatova*

*Candidate of chemical sciences,  
associate professor, department chemistry, TITLI,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Коллаген, предназначенный для обработки ткани, выделен из сырых отходов шкуры крупного рогатого скота. Исследована зависимость физико-химических свойств раствора коллагена от условий получения и глубины диализа. Определены общее количество белка в растворе, удельная электропроводность, плотность, показатель преломления, относительная вязкость растворов. Исследован выбор композиции и способ обработки текстильных материалов.

### ABSTRACT

Collagen, intended for processing yarns and fabrics, was isolated from the raw waste of cattle hide. The dependence of the physical-chemical properties of the collagen solution on the preparation conditions and the depth of dialysis have been studied. The total amount of protein in solution, specific electrical conductivity, density, refractive index, relative viscosity of solutions. The choice of composition and the method of processing textile materials have been studied.

**Ключевые слова:** коллаген; удельная электропроводность, плотность, показатель преломления, гидрофобный, огнезащитный.

**Keywords:** collagen; electrical conductivity, density, refractive index, hydrophobic, flame retardant.

### Введение

Коллаген один из самых распространенных природных белков, составляет основную массу шкуры животных. Обзор, посвященный получению коллагена из шкуры животных и его физико-химическим свойствам, сделан в работе [1]. Выделение и исследование свойств коллагена показывает высокую реакционную способность его в реакциях окисления [2], гидролиза [3], отверждения [4], привитой сополимеризации [5]. Текстильно-коллагеновый упрочненный пленочный материал используется для формоустойчивых деталей одежды [6]. Известно формование

волокон из коллагена [7], использование его в тканевой инженерии [8,] как каркас для наночастиц [9]. В текстильной промышленности раствор коллагена используется также для шлихтования и огнезащитной обработки хлопковой пряжи перед ткачеством [10] и в составе композиции для придания огнестойкости материалу [11]. В литературе очень мало сведений о свойствах раствора коллагена, об их зависимости от условий выделения.

Целью данного исследования является определение зависимости физико-химических свойств раствора коллагена от условий его получения и возможности применения для одновременной огнезащитной и гидрофобной обработки текстильного материала.

### Экспериментальная часть

*Получение раствора коллагена.* Очищенные от шерсти отходы сырой кожи крупного рогатого скота разрезали на куски размерами 3-4 мм и помещали в емкость. В емкость наливали 2 или 3%-ный раствор гидроксида натрия. На 100 массовых частей раствора внесли 60-80 массовых частей кусочков шкуры, которые набухают в растворе щелочи в течение 12-24 часов. Затем раствор перемешивали до образования однородной массы, подогревая при необходимости, до температуры 50°C. Образованную мутную смесь просеивали через сито размерами ячеек 0,05-0,1 мм. В просеянный раствор добавляли уксусную кислоту с целью нейтрализации до  $pH=7\pm 0,2$ .

С целью удаления ионов и низкомолекулярных веществ произвели *диализ раствора* коллагена с помощью диализного мешочка, изготовленного из лошадиной кишки.

*Показатель pH растворов* определили с помощью автоматического титратора «EasyPlus™ Titration».

*Показатель преломления* растворов определили с помощью цифрового рефрактометра DR301-95.

*Плотность* растворов определили пикнометрическим методом.

*Относительную вязкость* растворов определили с помощью вискозиметра Освальда.

*Электропроводность растворов* определили с помощью кондуктометра FP30.

*Общее количество белка* в образце определили по методу Кьелдаля, по которому сначала определяется количество азота, потом пересчитывается на белок.

### Результаты и обсуждение

При выделении коллагена из сырой кожи очень большое значение имеет концентрация щелочи. Концентрация щелочи наиболее значительно влияет на свойства раствора коллагена, которые следует учитывать в следующих процессах с участием коллагена (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние концентрации щелочи на свойства раствора коллагена

№	Количества исходных веществ для приготовления раствора		Массовая доля, %	Показатель преломления	Плотность, г/мл	Относительная вязкость
	Масса шкуры, г	Концентрация NaOH*, %				
1	20	2	10	1,3525	1,040	1,78
2	30	2	14	1,3602	1,051	3,02
3	40	2	18	1,3627	1,054	4,87
4	30	3	16	1,3593	1,051	2,02
5	30	4	15	1,3605	1,061	1,99
6	30	5	13	1,3637	1,064	1,94

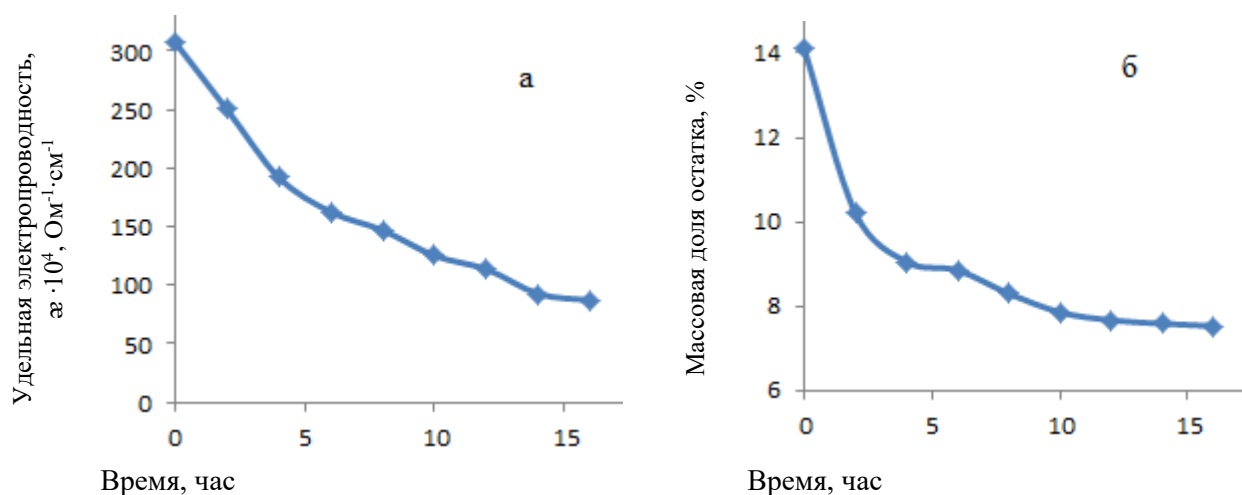
\* – масса раствора щелочи 50 г.

В целом, получены ожидаемые результаты. При одинаковой концентрации щелочи с увеличением количества исходной шкуры адекватно увеличивается массовая доля коллагена в полученном растворе, намного с большим градиентом увеличивается относительная вязкость раствора. С увеличением концентрации щелочи при одинаковой массе шкуры массовая доля коллагена незначительно уменьшается, а относительная вязкость раствора уменьшается в разы. При увеличении концентрации щелочи значительно увеличивается степень гидролиза белка с образованием низкомолекулярных фракций (уменьшение вязкости раствора) и с выделением низкомолекулярных веществ из раствора (уменьшение массовой доли сухого остатка). Показатель преломления и плотность раствора зависят от концентрации всех веществ в растворе, т.е. и коллагена, и ацетата натрия, который образуется

при нейтрализации щелочи уксусной кислотой, и не являются функциями молекулярной массы полимера.

Исследования показали, что наиболее оптимальной является исходная масса шкуры 30 г, концентрация щелочи 2-3%. В этом случае массовая доля сухих веществ составляет примерно 15%, относительная вязкость также имеет среднюю величину. Элементный анализ сухого остатка показал наличие в нем 12,3% азота, что в пересчете на белок составляет 77% общего количества белка.

Присутствие ионов в растворе приводят к протеканию побочных реакций в процессе модификации текстильного материала. С целью удаления электролитов мы проводили диализ раствора коллагена, сменяя воду в диализаторе каждые два часа. Степень диализа контролировали по удельной электропроводности раствора и массе сухого остатка (рис. 1).

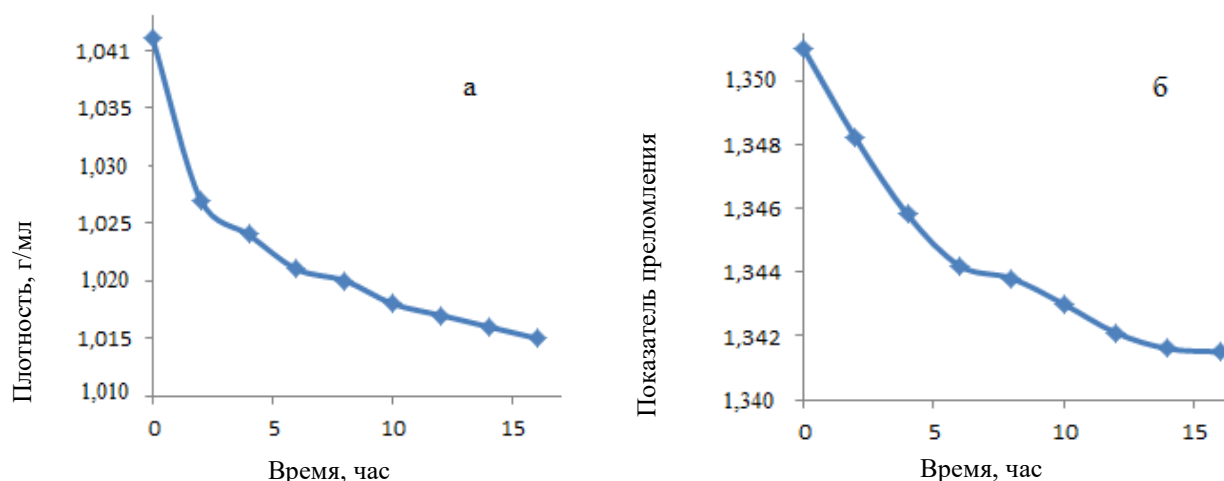


**Рисунок 1** Зависимость удельной электропроводности (а) и массовой доли сухого остатка (б) раствора коллагена от времени диализа

Как видно из рис. 1 с увеличением времени диализа уменьшается электропроводность раствора и массовая доля веществ в растворе. Причем, значительное уменьшение показателей, особенно массовой доли, наблюдается за первые часы диализа. Основная доля электролитов удаляется из раствора в течение 5-6 часов после второй смены воды в диализаторе. В дальнейшем продолжается менее интенсивное уменьшение электропроводности и массовой доли раствора. Видимо, при глубоком диализе из раствора удаляются низкомолекулярные фракции коллагена, которые также участвуют в электрической проводимости.

При увеличении времени диализа и уменьшении массовой доли растворенных веществ наблюдается адекватное уменьшение плотности и показателя преломления раствора (рис. 2).

Результаты, представленные на рис. 2, согласуются с результатами предыдущих измерений электропроводности и массовой доли раствора. Резкое уменьшение плотности и показателя преломления раствора наблюдается в течение первых 4-5 часов, в дальнейшем интенсивность уменьшения этих показателей снижается.



**Рисунок 2.** Зависимость плотности (а) показателя преломления раствора (б) от времени диализа

Таким образом, диализ электролитов из раствора коллагена, полученного щелочной обработкой сырой кожи и нейтрализацией кислотой в основном происходит в течение 5-6 часов. За это время из раствора удаляются почти все низкомолекулярные вещества. В случае продолжения процесса диализа происходит удаление из раствора низкомолекулярных фракций коллагена.

Проведены предварительные исследования по выбору композиций на основе коллагена и способа обработки для одновременной огнезащитной и гидрофобной обработки хлопчатобумажной ткани со средней поверхностной плотностью. Для придания огнезащитных свойств использованы ранее разработанные на кафедре композиции на основе коллагена (колл.) карбамида (кар), персульфата калия (ПК) и полиакриламида (ПАА), для придания гидрофобных

свойств использованы эмульсия полиперфторакилата «Репеллан EPF» и эмульсия диизоцианата «Репеллан EXT», применяемые на нескольких предприятиях Республики Узбекистан. Исследуя влияние количества компонентов композиции, режимов сушки и

термообработки определены оптимальные технологические параметры – сушка при температуре 90<sup>0</sup>С в течение 2 часов, термообработка при 160<sup>0</sup>С в 3-4 минут.

Режимы обработки ткани и результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Режимы обработки ткани и результаты

№	Образец	Раствор	Начальная масса	Масса образца после сушки при 90 <sup>0</sup> С	Масса образца после термофиксации при 160 <sup>0</sup> С в течение 3-4 минут
1	1-слой	ПАА+колл+кар+ПК	5,4	6,5	5,6
	2- слой	ПАА+колл+кар+ПК		7,1	
	3- слой	EPF +EXT		5,7	
2	1- слой	ПАА+колл+кар+ПК	5,5	6,7	7,1
	2- слой	EPF +EXT		5,8	
	3- слой	ПАА+колл+кар+ПК		7,2	
3	1- слой	ПАА+колл+кар+ПК	5,57	7,3	6,56
	2- слой	EPF +EXT		6,0	
	3- слой	ПАА+колл+кар+ПК		8,0	
	4- слой	EPF +EXT		6,6	

Предварительные испытания гидрофобных и огнезащитных свойств были проведены по впитыванию воды в ткань и воспламеняемости при воздействии огня. Во всех образцах наблюдалось резкое повышение гидрофобных и огнезащитных свойств по сравнению с необработанной тканью. Было обнаружено, что гидрофобные и огнезащитные свойства третьего образца лучше, чем у других образцов, поэтому был сделан вывод, что исследования следует продолжить в том же режиме.

### Выводы

На свойства раствора коллагена, предназначенного для обработки текстильного сырья и материалов, значительное влияние оказывает концентрация раствора *NaOH*, который используется при выделении коллагена из сырой кожи. Для получения прозрачного, устойчивого раствора необходимо нейтрализация его уксусной кислотой. Диализ раствора способствует удалению электролитов и низкомолекулярных веществ, что приводит к адекватному уменьшению массовой доли сухих веществ, электропроводности, плотности и показателя преломления раствора. Раствор коллагена применяется в составе композиции для огнезащитной и гидрофобной обработки текстильного материала.

### Список литературы:

1. Tang K., Wang F., Iia P., Liu J., Wang K. Thermal degradation kinetics of sweat soaked cattle hide collagen fibers // J. Amer. Leather Chem. Assoc. 2007. №2. P. 52-61.
2. Рабинович Давид. Регулирование химической активности коллагена: пересмотр эффекта Гофмейстера // World Leater. 2008. №3. С. 26-29.
3. Тихонова Ю.В., Кривоносова Л.Г., Ломакин С.П., Филатова Э.С., Хабибуллин Р. Свойства продуктов гидролиза коллагена // Башкирский хим. журн. 2009. №1. С. 13-15.
4. Jiang Bo, Zhou Yong, Yang Zheng, Wu Zhihong, Huang Guanglin, Lin Libin, Zhang Xingdong. Radiation curing of collagen/divinyl etherenhanced bypyridinium salts // J. Appl. Polym. Sci. 2005. № 5. P. 2094-2100.
5. Rafikov A.S., Nabiev N.D., Karimov S.Kh., Ibodulloev B.Sh., Mirzaev N.B. Getting graft cellulose copolymers and acrylic monomers // Inter. J. of Recent Technology and Engineering (IJRTE). 2019. V. 8 (4). P. 719-723.
6. Karimov S.Kh., Rafikov A.S., Ibragimov A.T., Askarov M.A. (2015) A Reinforced Film of Graft Copolymers of Collagen and Acrylates // Inter. Polymer Sci. and Technology. V. 42(4). P. 47-49.
7. Jose Moncy V., Thomas Vinoy, Dean Derrick R., Nyairo Elijah. Fabrication and I Characterization of aligned nanofibrous PLGA/Collagen blends as of pone tissue scaffolds // Polymer. 2009. №15. P. 3778-3785.

8. Song J., Zhang P., Cheng L., Liao Y., Xu B., Bao R., Wang W., Liu W. Nano-silver in situ hybridized collagen scaffolds for regeneration of infected full-thickness burn skin // *J. of materials chemistry*. 2015. V.B3 (20). P. 4231-4241.
9. Vedhanayagam M., Nidhin M., Duraipandy N., Naresh N.D., Jaganathan G., Ranganathan M., Kiran M.S., Narayan S., Nair B.U., Sreeram K.J. Role of nanoparticle size in self-assemble processes of collagen for tissue engineering application // *Inter. J. of Biological Macromol.* 2017. V.99. P. 655-664.
10. Rafikov A.S., Yuldosheva O.M., Karimov S.Kh., Khakimova M.Sh., Abdusamatova D.O., Doschanov M.R. Three in one: sizing, grafting and fire retardant treatment for producing fire-resistant textile material // *J. of Industrial Textiles*. September, 2020. <https://doi.org/10.1177/1528083720957410>
11. Nabiev N, Md. Raju A, Rafikov A, Quan H. Extraction of collagen from cattle skin and synthesis of collagen based flame retardant composition and introduction into cellulosic textile material by graft copolymerization // *Asian J. of Chem.* 2017. V.29 (11). P. 2470-2475.