

## ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШЕРСТЯНЫХ ВОЛОКОН

<sup>1</sup>Исмаилов Р.И., <sup>2</sup>Ганиева Д.Ф., <sup>3</sup>Маматкулова М.Б., <sup>4</sup>Давлатов Р.М.

<sup>1</sup>Ташкентский государственный технический университет, д.к.н., профессор;

<sup>2</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, PhD;

<sup>3</sup>Гулистанский государственный университет, соискатель;

<sup>4</sup>Гулистанский государственный университет, д.т.н., доцент.

### АННОТАЦИЯ

*Работа посвящена получению белковых дисперсий кератина из кератинсодержащих отходов. Проанализированы существующие методики переработки кератинсодержащего сырья, получены белковые дисперсии кератина с вариацией условий эксперимента и определено содержание компонентов в полимерной композиции. Изучена эффективность водорастворимой композиции на структуры белковых волокон.*

*Ключевые слова:* кератиносодержащие отходы, вторичное сырьё, кератин, композиция, структура, модификация, водорастворимый.

## INFLUENCE OF WATER-SOLUBLE COMPOSITION ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOL FIBER

### ABSTRACT

*The work is devoted to obtaining protein dispersions of keratin from keratin-containing waste. The existing methods of processing keratin-containing raw materials were analyzed, protein dispersions of keratin were obtained with a variation in the experimental conditions, and the content of components in the polymer composition was determined. The effectiveness of the water-soluble composition on the structure of protein fibers has been studied.*

*Key words:* keratin-containing waste, secondary raw materials, keratin, composition, structure, modification, water-soluble.

**Введение.** Узбекистан является крупным производителем шерстяных тканей, поэтому вопросы совершенствования технологии их производства и улучшения качества продукции имеют принципиальное значение [1]. Специфика переработки сырья животного происхождения для нужд легкой промышленности такова, что в процессе получения основной товарной

продукции около половины исходного сырья на различных стадиях технологического процесса превращается в отходы. При этом предприятие лишается возможности получать дополнительные доходы и прибыль, которые могли бы генерироваться в случае эффективной утилизации отходов [2].

В этой связи проблема комплексной переработки сырья с использованием ресурсе- и энергосберегающих технологических решений, включающих вовлечение в хозяйственный оборот отходов производства в качестве вторичного сырья для смежных отраслей, приобретает особую значимость и актуальность. Особенно это касается белоксодержащих отходов кожевенного, мясоперерабатывающего и шерстеперерабатывающего производств, основу которых составляют уникальные по своим свойствам фибриллярные белки - коллаген, эластин и кератин [1,2].

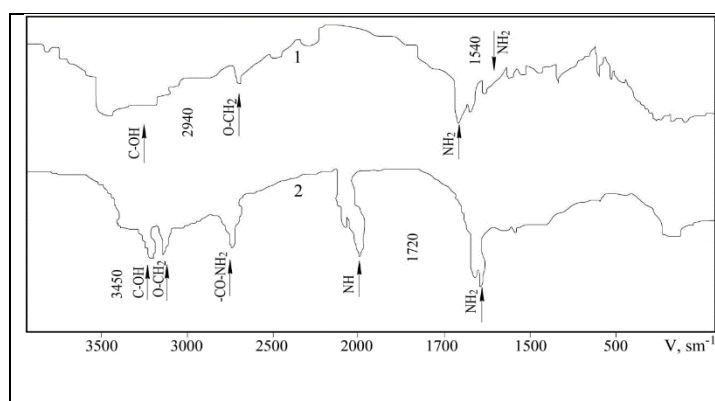
**Актуальность работы.** Одной из основных задач современного материаловедения является установление взаимосвязи свойств материалов с особенностями их микроструктуры. Шерстяное волокно имеет сложное деформационное поведение, которое не может быть охарактеризовано только разрывными показателями. Оценка механических свойств шерстяных волокон должна предусматривать анализ комплекса показателей, характеризующих весь диапазон деформирования. Традиционные методы модификации текстильных материалов в основном осуществляются с применением химических веществ, что позволяет в определенной степени улучшить технологические и потребительские свойства. Добиться улучшения технологических и эксплуатационных характеристик изделий из натуральных текстильных материалов возможно за счет модификации механических и физических свойств волокна. Достоинствами данных методов являются простота их применения и внедрения. В связи с этим было решено изучить возможность модификации натурального волокна растворами полимерной композиций, при равномерного распределения макромолекул полимера и их солей[1].

**Результаты.** Решение этих задач позволит улучшить свойства натуральных волокон, снизить влияние механо-химической деструкции на натуральные волокна, создать высокоэффективный растворимый композит и модификаторов, что является важным в текстильном производстве. С этой целью в работе изучали получения раствора кератина из различных кератинсодержащих материалов и оценка его качества. Для реализации поставленной цели необходимо было решить растворение кератинсодержащих материалов. При щелочном гидролизе в качестве химического реагента используют 0,25 - 10,0 % растворы едкого натра, 13 % раствор едкого калия или 25 % раствор аммиака. Гидролиз проводят с нагреванием до 95 ° C, применение аммиака в качестве

щелочного реагента исключает необходимость нейтрализации кислотой, что необходимо в случае применения других щелочных реагентов (едкого натра или едкого калия), позволяет получить продукт с низким содержанием золы (1,25 %). Растворимость кератина в щелочи зависит от ее концентрации, длительности обработки и температуры. В процессе обработки 0,1 н. едким натром при температуре 65°C в течение 1 часа растворяется около 10 % волокон шерсти. Растворимость кератина в щелочи увеличивается, если предварительно разрушить в не пептидные и дисульфидные связи [2].

**Обсуждение.** Полученный продукт в форме жидких гидролизатов применяются в качестве модификатора шерсти. Продукт щелочного гидролиза кератин и полиэтиленгликоль являлось компонентами композиции, которого планирован нами для применение в первичной обработки шерстяного материала. **Наличие в составе кератинов значительного количества остатков дикарбоновых аминокислот (аспарагиновой и глутаминовой) и аминокислот основного характера (лизина, аргинина и гистидина) определяет их амфотерный характер, обуславливающий возможность активного взаимодействия с реагентами основного и кислого характера, а также ионного взаимодействия между отдельными фрагментами структуры кератинов (как внутримолекулярного, так и межмолекулярного).**

Для полного представления о проходящей химической реакции и для определения функциональных групп [3, с.25-26], участвующих в этом процессе, необходимо провести качественный анализ существующих химических групп их расположение и взаимодействия, что осуществляется с помощью инфракрасной спектроскопии (рис. 1)



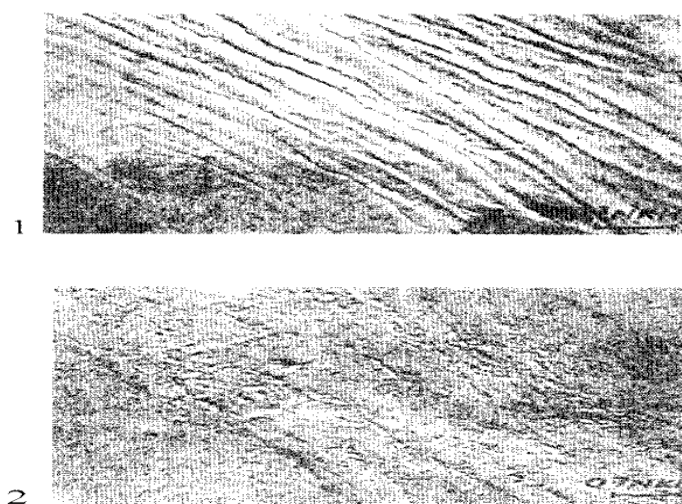
**Рис. 1. ИК-спектры поглощения кератина исходного (1) и модифицированного (2) натурального шерстяного волокна с полимерной композицией**

Методом ИК-спектроскопии зарегистрированы конформационные изменения, которые характеризуются смещением спектра от 1540 см<sup>-1</sup> к 1595 см<sup>-1</sup> и от 1720 см<sup>-1</sup> к 1745 см<sup>-1</sup>, а также, в области 2940 см<sup>-1</sup> к 3450 см<sup>-1</sup>. Увеличение интенсивности полос поглощения функциональных групп (3600-1000 см<sup>-1</sup>)

шерстяного волокна связано образованием сильных комплексов или ассоциатов. Увеличение интенсивности группы полоспоглощения за счет группировок карбоксильных и амидных групп происходит благодаря усилению водородных связей между сильно полярным кислородом этих группировок и водородом гидроксильных групп [4,с.24-25].

**Присутствие в кератинах гидроксил содержащих аминокислот (серина, треонина, тирозина) позволяет им взаимодействовать с веществами, вступающими в реакцию по месту расположения гидроксильных групп, а также способствует образованию в структуре кератинов интенсивно развитой системы водородных связей, оказывающей существенное влияние на физико-механические, физико-химические и другие свойства волокна [2]**

Модификация шерстяного сырья в смеси кератин-полимер приводит к сглаживанию поверхности волокна. Данный эффект происходит благодаря образованию полимерного слоя за счет фиксации свободных функциональных групп полимера посредством физической адсорбции, придавая тем самым поверхности волокна гидрофобные свойства[5,с.203-211].



*1-исходное волокно  
2-после модификации.*

**Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки реплик с поверхности натуральных белковых волокон**

Так, например, использование растворимой формы фибриллярного кератина, как в чистом виде, так и в качестве компонента добавленный в полимерный композит для волокон шерсти, улучшает механические свойства волокон, особенно поврежденных (Рис.3).

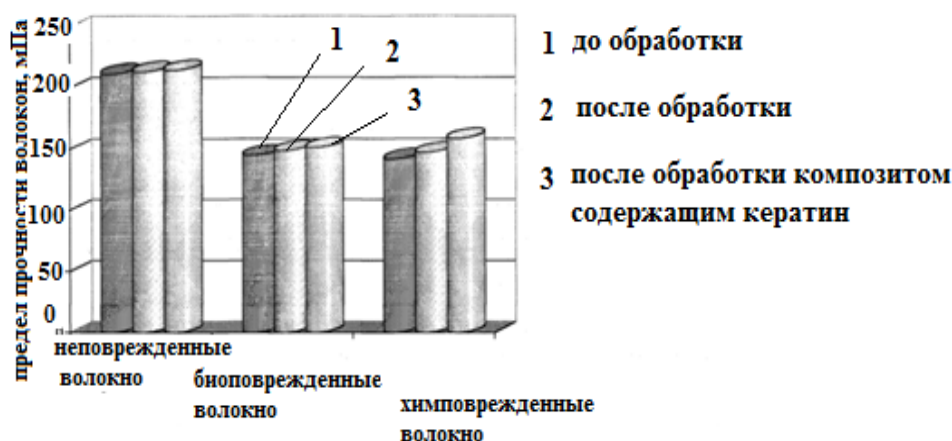


Рис.3. Предел прочности неповрежденных и поврежденных волокон шерсти

При сравнительной оценке исходных физико-механических параметров здоровых и поврежденных волокон было установлено, что показатели, характеризующее прочность нормальных волокон, в среднем на 30% выше, чем у поврежденных, приводит к достоверному увеличению жесткости кортекса, снижению относительного удлинения и уменьшению пористости. Причем, после обработки кератином и композитом прочностные и деформационные характеристики поврежденных волокон становятся близки к значениям аналогичных показателей для здоровых волокон, что объясняется более активным проникновением молекул микрофибриллярного кератина в структуру поврежденных волокон и образованием новых поперечных связей между свободными активными функциональными группами протеинов волокна шерсти.

**Вывод.** Установлено, что наличие в составе полимерной композиции различных полифункциональных групп уменьшает обрывность волокна и улучшает физико-механические свойства.

Выявлено сглаживания поверхности слоёв модифицированных шерстяных волокон и уплотнения их микроструктуры, с помощью электронно-микроскопическими исследованиями в результате которого увеличивается прочность волокна на разрыв.

### Список литературы

1. Давлатов Р.М. (2016). Разработка эффективных композиций для модификации белковых волокон и технологии их получения: **дисс. по уч. степен. докт. техн. наук. - Т.– 200 с.**

2. Сапожникова А.И. (1999). Разработка и оценка качества продукции на основе фибриллярных белков из отходов сырья животного происхождения: Дис. . д-ра техн. наук.-Москва.

3. **Davlatov R.M.** (2014). Development of optimal composition of solution of polymer composition in order to refine regenerated protein fiber and researching its physical-chemical feature // “2014 Spring World Congress on Engineering and Technology(SCET 2014)”, Shanghai, China. - p.25-26.

4. **Davlatov R.M.** (2014). Improvement of technological properties of natural woolen fibres by solutions of a polymeric composition // “2014 Spring World Congress on Engineering and Technology (SCET 2014)”, Shanghai, China. - p.24-25.

5. **Swift J. A.** (2001). Microscopical investigations on the epicuticle of mammalian keratin fibers // Journal of Microscopy. - Vol. 204, Pt. 3. - P. 203 - 211.