DOI: 10.17117/na.2015.06.136

Поступило в редакцию: 18.05.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.06.136.pdf>**Давлатов Р.М.****Облагораживание шерстяного волокна с целью
предохранения его от механических разрушений****Davlatov R.M.****Refinement of the wool fiber in order to
protect it from mechanical damage**

Основная тенденция последних лет в развитии мирового шерстяного комплекса – стремление стран-производителей шерсти увеличивать долю и степень глубины переработки шерсти. Это связано с тем, что возрастает разница мировых цен на необработанное сырье и продукцию из него

The main trend of recent years in the development of the complex world of wool – the desire of producers to increase the share of wool and the degree of the depth of processing of wool. This is due to the fact that the difference increases in world prices for raw materials and products from it

Ключевые слова: шерстяной комплекс, переработка шерсти, механические разрушения

Key words: Woolen complex, processing of wool, mechanical failure

Давлатов Расулжон Маматкулович

Преподаватель

Гулистанский государственный университет
Узбекистан, Сырдарьинская обл., г. Гулистан, 4-
микрорайон, ГГУ**Davlatov Rasulzhon Mamatkulovich**

Teacher

Gulistan state university
Uzbekistan, Sirdarinsky district, Gulistan, 4 districts,
GSU

По данным журналов Fibers Ordanon, Chemical Fabers International и Химические волокна мировое производство шерстяных волокон за пять лет (с 1995 до 2000 года) увеличилось с 1,7 до 1,9 млн. тонн. Однако при прогнозировании роста выпуска шерстяного волокна необходимо учитывать снижение качества волокна и несоответствие свойств шерсти заданным свойствам по той или иной технологии переработки в высококачественные ткани.

Для успешного продвижения шерстяных товаров на рынке необходимо ориентироваться на более полное удовлетворение потребительского спроса, а именно создание тканей объемных структур, с ярко выраженным переплетением, высокой мягкостью, белизной или яркостью окрасок. Это возможно при обеспечении предприятий качественным сырьем и совершенствованием технологий его переработки. Особый интерес в сложившейся ситуации представляет разработка принципиально новых способов целенаправленной модификации шерстяного волокна, не требующих обновления парка оборудования отделочных предприятий, базирующихся на использовании сравнительно де-

шевых рецептур и не оказывающих отрицательного влияния на экологичность процесса.

Известно, в процессе механической переработки белковых волокон наблюдается возникновение множества дефектов, в результате которых наряду с повреждением поверхности или разрушением волокон в целом может происходить нарушение надмолекулярных структур с последующей механо-химической деструкцией макромолекул кератина.

Механо-деструктивные процессы влияют на химический состав макромолекул белкового волокна, а также отрицательно отражаются на процессах прядения, увеличения обрывности пряжи.

Сохранение важных эксплуатационных качеств шерсти представляет собой очень сложную и многогранную научно-исследовательскую проблему в области механо-химических процессов, над решением которой интенсивно ведутся работы во всем мире.

В свете вышеизложенного и в целях улучшения структурных и физико-механических свойств кератина шерсти возникают важнейшие вопросы облагораживания белкового волокна различными водорастворимыми полимерными композициями, улучшения его технологических показателей с целью повышения перерабатываемости в готовое изделие.

Целью исследования является разработка эффективных составов водорастворимых полимерных композиций на основе полидиметиламиноэтилметакрилата с аллил бромидом для модификации белковых волокон, обеспечивающие улучшения их комплекс технологических и физико-механических характеристик, используя достижения химии и технологии композиционных материалов, в особенности механо-химических процессов.

Материалы и методы исследований

Нами было показано возможность улучшения физико-механических показателей натуральной шерсти путем нанесения на волокна растворов полимерной композиции на основе водорастворимых полимеров и их солей.

ИК-спектры полученных полимерных солей снимались на спектрофотометре «Spekord – 75 UR» в интервале длин волн 500-4000 см⁻¹. Образцы готовили прессованием в таблетках с KBr.

ПМР-спектры регистрировались на спектрофотометре «Вариант-60» с рабочей частотой на ядрах H = 60,0 МГц при температуре 303 К.

Определение разрывной нагрузки и разрывного удлинения одиночного волокна. Пронумерованные образцы волокон после определения линейной плотности разрыхляли на динамометре ФО – 11с по порядку. Волокна закрепляют в верхнем зажиме прибора. К нижней части волокна подвешивают грузик предварительного натяжения. Масса грузика – 500 мг. После закрепления волокна в нижнем зажиме проводят растяжение его под действием нагрузки. Когда нагрузка достигает разрывной величины, волокно разрывается. По шкале нагрузок снимает величину разрывной нагрузки, по шкале удлинения – величину разрывного удлинения.

Обработка результатов. За фактическую разрывную нагрузку ($\bar{X}_P$) и фактическое разрывное удлинение ($\bar{X}_E$) принимают среднеарифметическое результатов испытаний:

$$\bar{X}_{P,E} = \frac{1}{n} \cdot (X_1 + X_2 + \dots + X_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

где X – показания шкалы;
 n – число измерений.

Абсолютную разрывную нагрузку ($P_{абс}$) в гс вычисляют по формуле:

$$P_{абс} = \frac{m \cdot X_P}{1000} + m_1$$

где m – масса сменного груза на маятнике;
 X_P – среднее арифметическое результатов испытаний;
 m_1 – масса груза предварительного натяжения, г.

Относительное разрывное удлинение (E), %:

$$E = \frac{X_E \cdot 100}{l}$$

где X_E – среднеарифметическое результатов показаний шкалы удлинения, мм;

l – расстояния между зажимами, мм.

Полученные результаты и их обсуждение. В свете вышеизложенного и в целях улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств кератина шерсти возникают важнейшие вопросы облагораживания шерстяного волокна, улучшения его технологических показателей с целью повышения перерабатываемости в готовое изделие. Поэтому целью данной работы является разработка методов улучшения свойств натуральной шерсти путем нанесения на волокна водорастворимых полимерных композиций без существенного изменения технологического процесса производства, используя достижения химии и технологии композиционных материалов, в особенности механо-химических процессов.

Как было установлено, обработка шерсти растворами на основе различных водорастворимых полимеров, многоатомных спиртов и поверхностно-

активных веществ способствует улучшению его механических и технологических показателей, в случае применения в качестве водорастворимого полимера ПДМАЭАБ (полимерная соль N,N- диметиламиноэтилметакрилата с аллилбромидом) при концентрации 2,5%, глицерина – 5,0% от массы раствора.

В связи с этим эта статья посвящается выяснению возможного механизма взаимодействия шерсти с растворами полимеров и улучшения его разрывной прочности. С этой целью была исследована возможность взаимодействия раствора между макромолекулами кератина шерсти [2. с.47-49]. Для выяснения механизма взаимодействия между кератином белкового волокна и полимерной композицией на основе поличетвертичной аммониевой соли диметилаллил – β – метакрилоилоксиэтиламмоний бромида были применены методы ИК – спектроскопии. (рис. 1).

ИК-спектроскопические исследования (рис. 1) показали, что кератин в области 500-4000 см⁻¹ содержит ряд полос поглощений, широкая полоса 3800-3000 см⁻¹ с максимумом при 3450 см⁻¹ соответствует валентным колебаниям OH и NH₂ групп, связанных водородными связями: полоса 2940 см⁻¹ соответствует валентным колебаниям групп CH (CH₂), полоса 1540 см⁻¹ соответствует деформационным колебаниям NH₂ группировкам, а C=O группа проявляется в области 1720 см⁻¹.

Рис. 1. ИК-спектры поглощения кератина натурального белкового волокна (1) и модифицированного кератина натурального белкового волокна с композицией на основе поличетвертичной соли диметил-аллил – β – метакрилоилоксиэтиламмоний бромида (2)

В ИК-спектре кератина, модифицированного поличетвертичной солью, обнаружены деформационные колебания -NH_2 групп в области 1540 см^{-1} присутствующих кератину. Сдвиг полосы поглощения C=O группы с 1720 см^{-1} до 1745 см^{-1} может свидетельствовать как о химическом взаимодействии -C=O групп полимерной соли с аминогруппами кератина белкового волокна, так и о донорно-акцепторном взаимодействии между четвертичным азотом полимерной соли и карбонильной группой кератина с образованием комплексного соединения (рис.1).

Среди различных путей исследования структуры волокон, важное место занимают спектроскопические методы исследования, а также исследование микроструктуры волокон.

Нами были проведены микроскопические исследования исходных и обработанных водорастворимыми полимерными композициями на основе полимерной соли диметил-аллил – β – метакрилоилоксиэтиламмоний бромидом [3, С. 68-71]. На поверхности видны характерные для белковых волокон складки, расположенные под углом к оси волокна. После обработок полимерной композицией на основе ПС ДМАЭАБ поверхность волокон становится более однородной, и в общем, более сглаженной (рис.2).

Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки реплик с поверхности натуральных белковых волокон: 1-исходное волокно; 2-после обработки с полимерной композицией на основе полидиметил-аллил- β -метакрилоилоксиэтиламмоний бромида

Макромолекулы водорастворимых полимеров, вероятно, проникают в межпространственную поверхность поврежденных участков и, взаимодействуя с ними, способствуют увеличению адгезионных сил между поврежденными областями надмолекулярных образований кератина. Это, в свою очередь, способствует увеличению разрывной нагрузки поврежденных волокон.

Исходная шерсть при средней разрывной нагрузке равной 5,3 г.с. имеет вероятность разрушения 0,40, шерсть, обработанная раствором ПДМАЭМА – 0,50 (при средней разрывной нагрузке 6,9 г.с.) и шерсть с композицией ПДМА-

ЭМА·АБ при разрывной нагрузке $PP = 7,3$ г.с. – 0,48 и волокно с фабричным замасливателем ($PP = 6,2$ г.с.) – вероятность разрушения 0,50.

При сравнении всех вариантов растворов вероятность разрушения шерсти при средней нагрузке равной 6,4 г.с. составляет:

у исходной	0,65
с фабричным замасливателем	0,53
с раствором ПДМАЭМА	0,35
с раствором ПДМАЭМА·АБ	0,27

Минимальную вероятность разрушения имеет шерсть, обработанная раствором ПДМАЭМА·АБ, у него по сравнению с фабричным замасливателем вероятность разрушения снизилась в два раза, и в сравнении с исходным – в 2,5 раза. При этом коэффициент вариации по разрывной прочности, обработанных различными композициями, составляет:

у исходной	33,7%
с фабричным замасливателем	30,7%
с раствором ПДМАЭМА	22,1%
с раствором ПДМАЭМА·АБ	22,3%

Результаты исследования показывают, что при обработке шерсти композициями на основе водорастворимых полимеров и их солей увеличились средняя прочность волокон на разрыв от 5,7 г.с. до 7,3 г.с.; среднее разрывное удлинение – от 25,0% до 33,6%; средняя толщина волокон от 21,8 мкм до 24,2 мкм. Наблюдается снижение коэффициентов вариации по разрывной нагрузке от 33,7% до 22,3%, по разрывному удлинению – от 28,0% до 18,5% и по толщине – от 17,3% до 16,0%. Снижение коэффициентов вариаций свидетельствует о высокой степени равномерности распределения растворов по длине и диаметру волокон [1, с.4-8].

Выводы. Методами ИК- и ПМР-спектроскопических исследований, предложен механизм взаимодействия композиции с кератином шерсти, наличие функционально-активных четвертичных аммониевых групп с карбонильными и аминными группами кератина шерсти образует донорно-акцепторные комплексы.

На основании микроскопических исследований следует, что наличие полимерной композиции на поверхности белковых волокон, позволяет улучшению перерабатываемости волокна из-за сглаживания поверхности и сохранения повышенной влажности волокон за счёт использования гидрофильных добавок.

Наиболее высокими показателями обладало шерстяное волокно, обработанное раствором, состоящим из ПДМАЭМА·АБ (2,5 масс.%), глицерина (5,0 масс. %) и воды (92,5 масс. %).

Список литературы:

1. Исмаилов Р.И., Аскарлов М.А., Давлатов Р.М. Физико-химические свойства полимерной композиции на основе поличетвертичной соли N,N-диметиламиноэтилметакрилата и их влияние на свойства шерсти // Композиционные материалы. 2001. № 2. С. 4-8.
2. Исмаилов Р.И., Максумова А.С., Давлатов Р.М., Исмаилов И.И., Ташпулатов Ю.Т. Изучение влияния полимерной композиции на основе поличетвертичной соли на свойства шерстяных волокон и пряжи на их основе // Докл. АН РУз. 2002. №2. С. 47-49.
3. Давлатов Р.М., Исмаилов Р.И., Ташпулатов Ю.Т., Исмаилов И.И. Исследование структурных свойств белковых волокон обработанных полимерной композицией на основе поличетвертичной соли N,N-диметиламиноэтилметакрилата с аллилбромидом // Научный Вестник БухГУ. 2008. №1. С. 68-71.

References:

1. Ismailov R.I., Askarov M.A., Davlatov R.M. Physico-mechanical features of polymeric composition on the basement of N,N-dimethylaminoethylmetacrilate with allyl bromide and their influence on the wool quality // Compositional materials. 2001. № 2. P. 4-8.
2. Ismailova R.I., Maksumova A.S., Davlatov R.M., Ismailov I.I., Tashpulatov Yu.T. Studying the influence of polymeric composition on the basement of N,N-dimethylaminoethylmetacrilate with allyl bromide on the features of woolen fiber and yarns on their basement // Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. 2002. №2. P. 47-49.
3. Davlatov R.M., Ismailov R.I., Tashpulatov Yu.T., Ismailov I.I. Researching of structural features of protein fibers worked out with polymeric composition on the basement of N,N-dimethylaminoethylmetacrilate with allyl bromide // Scientific Journal Bukhara State University. 2008. №1. Pp. 68-71.

© 2015, Давлатов Р.М.

Облагораживание шерстяного волокна с целью
предохранения его от механических разрушений

© 2015, Davlatov R.M.

Refinement of the wool fiber in order to protect it
from mechanical damage