

ВАКУУМНО-КАПИЛЛЯРНАЯ ГИГРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАК НАНОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАТУРАЛЬНЫХ КОЖ, МЕХА И ОБУВИ

Ларина Л.В.,

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донского государственного технического университета*

Аннотация. *Статья посвящена особенностям процесса вакуумно-сорбционного увлажнения кож как нанотехнологии, обеспечивающей гарантированное воздействие на микрокапиллярную структуру кожи. Обосновано применение математических моделей, полученных на основе метода стохастического подобия функционирования технических систем. Эти модели позволяют рассчитать привес влаги при вакуумно-сорбционном увлажнении в коже в зависимости от ее стохастического строения.*

Ключевые слова: *микрокапилляры кожи, диффузия, эффузия, модель, вакуум, сорбция, теплообмен, нанотехнологии.*

VACUUM AND CAPILLARY GIGROTERMICHESKY PROCESSING AS NANOTECHNOLOGY IN PRODUCTION OF NATURAL SKIN, FURS AND FOOTWEAR

Larina L.V.,

*Institute of service and business (branch) of the Federal public budgetary
educational institution of higher professional education «Don state technical University»*

Abstract. *Article is devoted to features of process of vacuum and sorption moistening of skin as the nanotechnology providing guaranteed impact on microcapillary structure of skin. Application of the mathematical models received on the basis of a method of stochastic Similarity of Functioning of Technical Systems is proved. These models allow to calculate a moisture additional weight at vacuum and sorption moistening in skin depending on its stochastic structure.*

Keywords: *microcapillaries of the skin, diffusion, effusion, model, vacuum, sorption, heat exchange, nanotechnologies.*

«Нанотехнология – совокупность методов и способов синтеза, сборки, структуро- и формообразования, нанесения, удаления и модифицирования материалов, метрологическое, информационное обеспечение процессов и технологических операций, направленных на создание материалов и систем с новыми свойствами, обусловленными проявлением наномасштабных факторов» [1].

Нанотехнология в производстве волокнистых материалов (текстильные полотна, кожа, искусственная кожа, мех, искусственный мех, комплексные материалы и др.) активно развивается, захватывая все новые и новые области [1].

По мере проникновения в сущность технологических процессов производства становилось очевидным, что для достижения определенного материаловедческого или технологического эффектов необязательно затрачивать избыточное количество как основных, так и вспомогательных веществ и материалов. Нужны новые научно-методические принципы и подходы. Провидцем такого направления стал Р. Фейнман. В лекции под названием «Там внизу еще очень много места», прочитанной им на собрании Американского Физического Общества в 1960 г., впервые провозглашена неизбежность создания наноразмерных материалов, обладающих наноразмерной структурой и новыми возможностями [1].

Работы по созданию и применению наноматериалов в технологии поштучной обработки кожи и меха были начаты О.П. Титовым под руководством В.С. Думнова еще в начале 70-х гг. XX в. [2]. Разработанные в этих исследованиях представления о строении фибриллы позволили определить дифференциальную пористость кожной ткани и предложить алгоритм, с помощью которого можно рассчитать структурные характеристики дермы, определив всего два параметра. Используя этот алгоритм, можно моделировать формирование объема кожной ткани в технологических процессах кожевенного производства и определять для каждого процесса возможные объемы жидкости, способной аккумулироваться кожной тканью. Данные по расчету количества воды при полном набухании кожной ткани показали, что основная масса жидкости при обработке в кислотах и щелочах сосредоточена в волоконном объеме. Следовательно, если процессы проводить, погружая кожную ткань в жид-

кость, то все пространства в ней будут заняты водой. Проникание материалов будет происходить при этом диффузионно, тогда как нанотехнологии основываются на капиллярном смачивании и быстром проникании за счет этого материалов, содержащихся в составах, в толщу дермы. Следовательно, один из принципов использования нанотехнологий при поштучной обработке – свободное от жидкости и других материалов пространство в волоконном объеме дермы.

Основной принцип интенсифицированной гигротермической обработки, исследованию которой посвящены работы Л.И. Адигезалова [3], Зурабяна [4], В.М. Чесунова [5], Л.В. Лариной [6] в аспекте нанотехнологий, – использование не просто пространства в волоконном объеме дермы, а пространства микрокапилляров, свободных от воздуха и заполняемых паром в условиях вакуума.

Отличительные особенности такой обработки как нанотехнологии представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вакуумно-капиллярная гигротермия как нанотехнология гигротермической обработки кож

Термины, характеризующие нанотехнологии	особенности нанотехнологий	Особенности вакуумно-капиллярной гигротермии как нанотехнологии
1	2	4
1. Наночастицы	образование из связанных атомов или молекул с размером менее 100 нм	сорбирование микрокапиллярами кожи радиусом $r < 10^{-7}$ м молекул пара диаметром $d = 3 \cdot 10^{-10}$ м
2. Манипуляции отдельными атомами и молекулами	а) подготовка матрицы; б) подготовка наноконпонентов; в) транспортировка наноконпонентов; г) наноизбирательность; д) самоорганизация.	а) вакуумирование и освобождение капилляров кожи от воздуха; б) получение молекул пара в разреженном состоянии при низком парциальном давлении; в) транспортировка молекул пара вакуумом; г) сорбция пара только в микрокапиллярах; д) образование новых межмолекулярных связей между цепями в структуре коллагена кожи.
3. Проявление наномасштабных факторов в материалах с улучшенными свойствами	а) улучшение свойств обрабатываемых материалов; б) совмещение процессов.	а) остаточная деформация в кожах увеличивается в 2 раза, модуль упругости уменьшается в 1,5–2 раза; б) совмещение увлажнения, фиксации, сушки, влажно-тепловой обработки.

Таким образом, интенсифицированная гигротермическая обработка кожевенно-обувных материалов в условиях вакуума, в основе которой заложено избирательное воздействие на микрокапиллярную структуру кожи, может быть названа вакуумно-капиллярной, характерной особенностью которой является воздействие на объекты с размерами не более 100 нм (микрокапилляры кожи) частицами, имеющими такой же порядок размеров (молекулами пара в разреженном состоянии).

Сложность математического описания интенсифицированных гигротермических процессов состоит в том, что эти процессы абсолютно далеки от термодинамического равновесия, а теория неравновесных термодинамических процессов недостаточно развита, и для описания их следует применять концепции квантовой физики и нанотехнологии [1]. А так как классические законы физики остаются справедливыми для систем до 10 нм, то при меньших размерах возникают новые закономерности, и для математического описания процессов требуются новые методы, к которым может быть отнесен метод подобия функционирования технических систем (ПФТС).

В зависимости от задачи и этапа исследования подобия технического состояния систем критери-

альные модели могут быть детерминированными и стохастическими.

Натуральные кожи, используемые при изготовлении верха обуви, обладают свойствами анизотропии в связи со спецификой их производства (выделки), разбросом параметров животных, из шкур которых эти кожи выделяются, а также большим количеством других случайных факторов. В связи с этим сложно предсказать заранее или свести к одному параметру свойства конкретного участка кожи, т.е. любой количественный результат, который характеризует свойства конкретного образца кож, будет стохастическим (случайно сформированным) [6]. С учетом этих особенностей натуральных кож необходимо рассматривать стохастическое подобие функционирования технических систем с учетом возможного отклонения от аналога параметров обработки. Модели, базирующиеся на таком подходе, могут быть положены в основу концепции по созданию унифицированного гигротермического оборудования, реализующего возможность совмещения технологических операций при вакуумно-капиллярной интенсифицированной гигротермической обработке натуральных кожевенно-обувных материалов.

Список литературы

1. Нанотехнологии в ближайшее десятилетие // под ред. М. Роко, Р.С. Уильямов, П.А. Аливисагора / пер. с англ. А.В. Хечдяна, под ред. Р.А. Андриевского – М. – 2002. – 290 с.
2. Титов А.О., Титов О.П. О строении фибриллы коллагена кожи и меха в 21-ом веке //Технология, качество, экология, образование: сб. статей междунар. науч. конф. –Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006. – 352 с.
3. Адигезалов Л.И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 136 с.
4. Зурабян К.М. Пропитка кож хромового дубления водяными дисперсиями полимеров. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 192 с.
5. Чесунов В.М. Оптимизация процессов сушки в легкой промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 112 с.
6. Ларина Л.В., Першин В.А., Смирнов В.В. Математическое моделирование нанотехнологий в производстве обуви // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: сб. ст. III междунар. науч.-техн. конф. молодых специалистов, аспирантов и студентов. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. – С. 107–111.