

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 66.047.37 : 67/68  
№ ГР 19971235  
Инв.№ \_\_\_\_\_



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе ВГТУ  
С.М.ЛИТОВСКИЙ

1997 г.

*Отчет*

*по госбюджетной № 228*

**«РАЗРАБОТАТЬ НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОМАССО-  
ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ  
ФИКСАЦИИ ДЕТАЛЕЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

*(заключительный)*

Начальник НИС

Зав.кафедрой "Технология и оборудование  
машиностроительного производства", ру-  
ководитель темы, к.т.н., доц.

С.А.БЕЛИКОВ

В.И.ОЛЫШАНСКИЙ

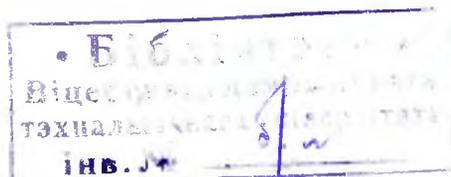
*Витебск - 1997*



## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

РЕФЕРАТ .....	3
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ .....	4
<b>1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ФИКСАЦИИ НА СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....</b>	<b>5</b>
1.1. ФОРМЫ СВЯЗИ ВЛАГИ С МАТЕРИАЛОМ .....	6
1.2. ТЕПЛОМАССОБМЕН ВНУТРИ ТВЕРДОГО ТЕЛА .....	7
<b>2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ОСТАТОЧНЫХ УДЛИНЕНИЙ ПОСЛЕ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ .....</b>	<b>11</b>
<b>3. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВЛАГООБМЕНА В МАТЕРИАЛАХ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....</b>	<b>16</b>
3.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ .....	16
3.2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КИНЕТИКИ ТЕРМООБРАБОТКИ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	21
<b>4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. АНАЛИЗ ЗАТРАТ НА ЕДИНИЦУ ИЗДЕЛИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ И ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>30</b>
4.1. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ОБУВИ .....	30
4.2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСТАНОВКИ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	36
<b>5. ВЫВОДЫ.....</b>	<b>40</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>41</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>42</b>



## РЕФЕРАТ

Отчет 41 с., 8 рис., 3 табл., 20 источн., 1 прил.

**ВЛАЖНО-ТЕПЛОВАЯ ФИКСАЦИЯ, СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ФОРМЫ СВЯЗИ ВЛАГИ С КОЛЛОИДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, ТЕПЛОМАССОБМЕН, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ. ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ФИКСАЦИИ.**

Объектом разработки являются капиллярно-пористые материалы, применяемые в текстильной и легкой промышленности.

Целью работы является разработка научно-обоснованных методов влажно-тепловой фиксации материалов, интенсификация процессов сушки, разработка исходных данных на проектирование установки для влажно-тепловой фиксации обуви, повышение качества изделий. Основным техническим средством для решения поставленных задач является многопозиционная установки с тремя зонами обработки: горячим воздухом, увлажнительной камеры, зоны охлаждения.

В результате проведения НИР выполнены исследования физико-механических свойств капиллярно-пористых материалов, установлены формы связи влаги с материалами, исследованы тепломассообмен внутри коллагена; определены энергетическая эффективность установки для влажно-тепловой фиксации и оптимальные режимы обработки.

Результаты проделанной НИР могут найти применение на обувных и кожгалантерейных предприятиях Республики Беларусь.

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

- |    |                                |   |
|----|--------------------------------|---|
| 1. | ОЛЬЩАНСКИЙ Валерий Иосифович   | к.т.н., доц. зав.кафедрой<br>ТиОМП, руководитель темы |
| 2. | ОЛЬЩАНСКИЙ Анатолий Иосифович  | к.т.н., доц. кафедры ТиОМП                            |
| 3. | МАХАРИНСКИЙ Юрий Ефимович      | ст.преподаватель кафедры<br>ТиОМП                     |
| 4. | ДРОЗДОВА Ольга Николаевна      | зав.лабораторией кафедры<br>ТиОМП                     |
| 5. | АНДРЕЕВА Ирина Викторовна      | инженер   |
| 6. | ЖЕМЧУЖНЫЙ Михаил Игоревич      | к.т.н., доцент  |
| 7. | ОЛЬЩАНСКИЙ Дмитрий Анатольевич | студент   |
| 8. | СЕРАК Дмитрий Николаевич       | студент   |
| 9. | БЛОШКИН Дмитрий Петрович       | студент   |

# 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ФИКСАЦИИ НА СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Для интенсификации процесса формообразования обуви, придания формы деталям одежды и окончательной отделки изделий в текстильной и легкой промышленности широко применяют влажно-тепловую обработку, которая значительно влияет на качество и товарный вид и в технологических процессах изготовления одежды, обуви и кожгалантерейных изделий удельный вес операций ВТО составляет 20-25% [1,2].

В швейном производстве при влажно-тепловой обработке ткань увлажняют, подвергают воздействию тепла и давления. Под совместном воздействии влажно-тепловой смеси и давления деталям изделия придают необходимую пространственную форму, загибают края, образуют складки, устраняют неровности, замины, ласы на поверхности ткани. Процесс влажно-тепловой обработки тканей подразделяют на три стадии: подготовка материалов к формованию, формование материала и фиксация полученной формы.

Влажно-тепловая фиксация формы верха обуви состоит из поочередной обработки после формования ее на колодке сначала влажным и теплым, затем горячим и холодным воздухом.

Влажно-тепловая фиксация значительно ускоряет релаксацию напряжения в кожах различных видов и способов дубления. Установлено [3], что обработка теплым воздухом при температуре 60-70°C и относительной влажности 100% в течение 30 с уменьшает напряжение в растянутых воздушно-сухих образцах выростка хромового дубления на 50-60%, влажных - на 20-30% от начального напряжения воздушно-сухих образцов. За две минуты обработки как воздушно-сухих, так и влажных образцов напряжение снижается до 21-23% от начального. Если напряжение образцов, например, термостойкой юфти начальной влажностью 33% на абсолютно сухую массу без влажно-тепловой обработки за 108 мин снижается до 34% от начального, влажных образцов - до 48,7%, то после влажно-тепловой обработки оно уменьшается соответственно до 18,8 и 13,2%. Такие низкие напряжения гарантируют высокую формоустойчивость как предварительно увлажненных, так и воздушно-сухих заготовок, затянутых на колодку.

По данным научно-исследовательского центра обувной промышленности «Сатра» (Англия) [4] формоустойчивость обуви после влажно-тепловой фиксации соответствует формоустойчивости после выдерживания ее на колодке в течение двух месяцев. Влажно-тепловая фиксация значительно увеличивает остаточное удлинение кожи и при оптимальных параметрах водо-воздушной смеси может увеличивать его до 2,5 раз.

Влажно-тепловая обработка кожевенно-обувных материалов также, как и текстильных имеет три характерных периода. Первый период - обработка кожевенно-обувных материалов теплым влажным воздухом; второй - сухим горячим воздухом; третий - холодным воздухом.

Таким образом влажно-тепловая фиксация деталей текстильной и легкой промышленности является актуальной проблемой, решение которой позволит значительно повысить потребительские свойства одежды и обуви, обеспечить необходимую формоустойчивость и качество изделий.

Основной целью данной работы является разработка научно-обоснованных методов расчета основных параметров влажно-тепловой обработки и устройств для реализации влажно-тепловой фиксации деталей текстильной и легкой промышленности.

В соответствии с поставленной целью в данной работе будут решены следующие основные задачи:

1. Исследование влияния параметров ВТО в период воздействия теплого и влажного воздуха.
2. Исследование влияния параметров ВТО в период воздействия сухого и горячего воздуха.
3. Исследование влияния параметров ВТО в период охлаждения.
4. Исследование величины остаточных напряжений в материале в каждом периоде.
5. Разработка исходных данных на проектирование установок для влажно-тепловой фиксации деталей текстильной и легкой промышленности.

### *1.1. Формы связи влаги с материалом*

На изменение свойств материалов, применяемых в легкой и текстильной промышленности, при увлажнении существенно влияет форма связи влаги с материалом. Все возможные материалы в зависимости от их основных коллоидно-физических свойств можно разделить на три вида [5]:

1. Коллоидные тела, представляющие собой эластичные геледисперсионные системы с жидкой или газообразной дисперсионной средой и обладающие некоторыми свойствами твердых тел: способностью сохранять форму, прочностью, упругостью, пластичностью. Эти свойства обусловлены структурной сеткой (каркасом), образованной частицами дисперсной фазы, которые связаны между собой молекулярными силами различной природы. При поглощении и удалении влаги эластичные гели значительно изменяют свои размеры, но сохраняют эластичные свойства (желатин, агар-агар).

2. Капиллярно-пористые тела, или хрупкие гели, - материалы, которые при увлажнении почти не изменяют свои размеры, и при удалении влаги становятся хрупкими и могут быть превращены в порошок (древесный уголь, кварцевый песок, слабообожженные керамические материалы).

3. Коллоидные капиллярно-пористые тела, обладающие свойствами двух первых тел. Стенки их капилляров эластичны и при поглощении влаги видоизменяются и меняют свои размеры. К этому виду материалов относятся кожа и ткани, изменение свойств и размеров которых при увлажнении и сушке будут рассматриваться.

По принципу интенсивности энергии связи влаги с материалом по схеме академика П.А.Ребиндера делятся на химические, физико-химические и физико-механические. Химическая связь нарушается только при химическом воздействии или прокаливании. В дальнейшем этот тип связи рассматриваться не будет.

Физико-химическая связь включает в себя адсорбционную, осмотическую и структурную. В процессе увлажнения и сушки материалов легкой и текстильной промышленности имеют значение адсорбционная, осмотическая и структурная связи, а также связь в микро- и макрокапиллярных (физико-механическая связь). На деформационные свойства кожи и текстильных материалов наибольшее влияние оказывают влага гидратации и микрокапилляров. Под воздействием этой влаги изменяются деформационные и другие механические свойства материалов легкой и текстильной промышленности. К этим свойствам относятся прочность и удлинение.

Для эффективной механической обработки деталей текстильной и легкой промышленности в каждом отдельном случае необходимо установить, какая из форм связи влаги с материалом окажется наиболее эффективной и в зависимости от этого выбрать способ увлажнения и сушки.

Существующие способы увлажнения и сушки можно разбить на следующие:

1. Испарение подогретой воды со свободной поверхности.
2. Распыление испаряемой воды.
3. Распыление воды и образование тумана в рабочей камере.
4. Подача пара, пропущенного через воду в рабочее пространство.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов И.В., Дубровный В.А. *Основы технологии и автоматизация тепловой обработки швейных изделий*. М., 1974.
2. Куприянов М.П. *Об оптимальных параметрах влажно-тепловой фиксации затянутого верха обуви*. Кожевенно-обувная промышленность, № 9, 1979.
3. Файбищенко М.А. *Влияние различных факторов на формоустойчивость обуви*. Кожевенно-обувная промышленность, № 9, 1965.
4. *Машины для фиксации формы обуви*. /Экспресс-информация. Кожевенно-обувная промышленность, № 11, 1986.
5. Казказов Ю.Л. *Тепло- и массообмен в обуви*. М., 1978.
6. Пчелин А.А., Цигельман А.И. *О пористости и проницаемости кожевенной ткани*/ Сборник работ ЦНИКП. М.: Гизлегпром, 1938, № 10.
7. Казказов Ю.Л. *Взаимодействие кожи с влагой*. М.: Гизлегпром, 1952.
8. Михайлов А.Н. *Физико-химические основы технологии кожи*. М.: Гизлегпром, 1959.
9. Никитина Л.М. *Термодинамические параметры и коэффициенты массопереноса во влажных телах*. М.6 Энергоиздат, 1968.
10. Казказов Ю.Л. *Тепло- и массообмен в технологии кожи и обуви*. М.6 Легкая индустрия, 1973.
11. Михайлов А.Н. *Физико-химические основы технологии кожи*. М.: Гизлегпром, 1959.
12. Лыков А.В. *Явление переноса в капиллярно-пористых телах*. М.: Гостехиздат, 1954.
13. Лыков А.В. *Теория сушки*. М.: Энергия, 1968.
14. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. *Теория тепло- и массопереноса*. М.: Госэнергоиздат, 1963.
15. Куприянов М.П. *Деформационные свойства для верха обуви*. М.: Легпром, 1969.
16. Фукин В.А., Калита А.Н. *Технология изделий из кожи*. Ч.1. М.: Легпромбытиздат, 1988.
17. Зыбин А.Ю. *Общее в механических свойствах кожи под действием нагрузки*/ Известия вузов: Технология легкой промышленности, № 6, 1963.
18. Красников В.В. *Кондуктивная сушка*. Энергия, 1973.
19. Куц П.С., Олышанский А.И. *Некоторые закономерности тепловлагообмена и приближенные методы расчета кинетики процесса сушки влажных материалов*/ Мн.: Инженерно-физический журнал, т.28, №4, 1975.
20. Олышанский А.И., Бром Е.Л./ Известия вузов, Технология легкой промышленности, №4, 1975.