

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

001.4  
Удк 685.34.037:677.075

№ госрегистрации

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Витебского государственного  
технологического университета

С.М. Литовский.

2001г.



## ОТЧЕТ

**«Разработка теоретических и практических аспектов  
повышения качества обуви»**

**г/б №76**

Начальник НИС

Руководитель г/б 76

  
С.А. Беликов


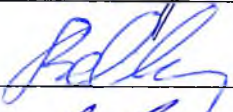

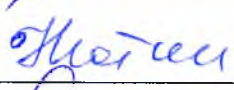
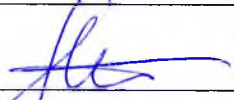
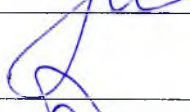




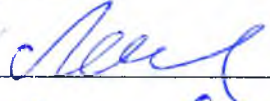
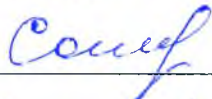

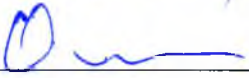
  
д.т.н., проф. В.Е. Горбачик


Витебск, 2001г.

Библиотека ВГТУ



Список исполнителей

- Горбачик В.Е. - руководитель 
- Матвеев В.Л. - доцент 
- Загайгора К.А. – доцент 
- Потапова К.Ф.- доцент 
- Максина З.Г. – доцент 
- Заблоцкая Р.Н. – ассистент 
- Ковалев А.Л. – доцент 
- Смелкова С.В. – доцент 
- Смелков В.К. – доцент 
- Буркин А.Н.- доцент 
- Линник А.И. –доцент 
- Солтовец Г.Н.- доцент 
- Бубола А.С. 
- Олиференко В.Б. 

• Библиотека •  
научная библиотека  
Института математики  
и механики  
  
и

## Реферат

Ключевые слова: обувь, свойства, техпроцесс, отходы.

Объектом исследования являются обувные материалы и системы комплектующие и готовая обувь, отходы обувного производства.

Целью работы является повышение эргономических и эксплуатационных свойств обуви различного назначения, автоматизация проектирования технологического процесса и потоков производства обуви, изучение возможности использования отходов обувного производства.

В результате исследования разработаны методики расчета распорной жесткости обуви и деформации пяточной части заготовок при ее предварительном формовании, даны рекомендации по повышению формоустойчивости обуви, разработаны алгоритм и программы автоматизированного проектирования техпроцесса и потоков производства обуви клеевого метода крепления, показаны некоторые пути рационального использования отходов обувного производства.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1 Исследование свойств материалов, систем, комплектующих и готовой обуви	3
1.1 Исследование реологических свойств материалов и систем верх обуви	3
1.2 Исследование распорной жесткости верха обуви	6
1.2.1 Исследование деформации союзки в статике и динамике	6
1.2.2 Снижение размерности признакового пространства и выбор наиболее информативных показателей	9
1.2.3 Разработка методики расчета распорной жесткости верха обуви	11
1.2.4 Связь распорной жесткости с формоустойчивостью	12
1.3 Исследование формоустойчивости пакета верха обуви внутреннего способа формования	14
1.4 Исследование стойкости носочной части рабочей обуви	24
1.5 Разработка установки для стесненного растяжения материалов	32
1.5.1 Анализ существующих методов и приборов для стесненного растяжения материалов	32
1.5.2 Цели и задачи проектирования	33
1.5.3 Конструктивные расчеты	36
1.5.4 Описание установки	39
1.6 Исследование распределения деформации по площади заготовок при ее предварительном формовании	40
1.6.1 Устройство для исследования деформации заготовок при предварительном формовании пяточной части	40
1.6.2 Распределение деформации по площади задинок в процессе предварительного формования заготовки	42
1.6.3 Методика расчета деформации пяточной части заготовок при ее предварительном формовании	47
Выводы	49
2. Разработка алгоритма и программы автоматизированного проектирования технологического процесса и потоков производства обуви клеевого метода крепления	52
2.1 Разработка алгоритма проектирования технологического процесса и графического проектирования компоновки оборудования	52
2.2 Разработка структуры баз данных	54

2.3 Разработка программного обеспечения	56
Выводы	69
3 Исследование возможности использования отходов обувного производства	71
3.1 Разработка метода разволокнения отходов кожкартона С-1 и способа их использования	71
3.1.1 Характеристика материала	71
3.1.2 Методика разволокнения кожкартона С-1	72
3.1.3 Использование разволокненной массы кожкартона С-1 для формования пластин	75
3.2 Применение мелкодисперсных отходов для изготовления простилочных паст	76
3.2.1 Выбор методов исследования простилочных паст	76
3.2.2 Методы изготовления простилочных паст	76
3.3 Исследование возможности растворения отходов обувных полиуретанов и их использование	80
3.3.1 Разработка методики растворения обувных полиуретанов	80
3.3.2 Исследование возможности использования растворов отходов полиуретанов в качестве компонента полиуретанового клея	82
3.3.3 Исследование возможности увеличения прочности клеевых соединений с использованием комбинированного полиуретанового клея	84
3.3.4 Исследование возможности использования растворов отходов полиуретана в качестве обувных аппретур	93
3.4 Использование отходов обувного производства для получения термопластических композиционных материалов	96
Выводы	98
Литература	99

# 1 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, СИСТЕМ, КОМПЛЕКТУЮЩИХ И ГОТОВОЙ ОБУВИ

## 1.1 Исследование реологических свойств материалов и систем верха обуви

Одним из важнейших физиологических показателей качества обуви является приформовываемость верха обуви, т.е. способность обуви приспосабливаться к индивидуальной форме стопы человека в процессе носки. Приформовываемость верха обуви в значительной степени зависит от упруго-пластических свойств материалов. Для характеристики упруго-пластических свойств материалов верха обуви наиболее часто используют показатель пластичности, определяемый при одноосном растяжении. Однако, в процессе эксплуатации верх обуви в области плюснефалангового сочленения подвергается двухосным деформациям с различной степенью двухосности. Учитывая это, было проведено исследование пластических свойств материалов верха обуви, как при одноосном, так и при двухосном растяжении. Величина пластичности определялась как отношение остаточной деформации к полной. Величины остаточной и полной деформации

для кож определялись по ГОСТ 938.11-69, для текстильных материалов и искусственных кож по методике, изложенной в работе [1]. С целью исключения влияния масштабного фактора при исследовании использовали образцы одинаковых размеров 200 x 40 мм (рабочая длина 150 мм) для всех материалов. Двухосное симметричное растяжение и растяжение сферическим пуансоном осуществлялось на приборе ВЗОЗО [2] и на приборе ПОИК по ГОСТ 29078-91.

Корреляционно-регрессионный анализ результатов испытаний показал наличие тесной связи между показателями пластичности, определенными при всех способах деформирования ( $r = 0,89-0,99$ ). Это позволяет характеризовать упруго-пластические свойства материалов только одним из указанных выше способов. Однако данный показатель пластичности не всегда позволяет объективно охарактеризовать поведение материалов в процессе производства и эксплуатации обуви. Поэтому возникает необходимость выявления ряда дополнительных показателей с помощью которых можно было бы оценить приформовываемость верха обуви к стопе.

Особенностью обувных материалов является ярко выраженный релаксационный характер их поведения при деформации. Учитывая это, в работе было проведено исследование релаксации напряжений и ползучести материалов для верха обуви и систем, имитирующих заготовку. Для исключения влияния масштабного фактора в процессе исследования использова-

лись образцы прямоугольной формы размером 200×40 мм. (рабочая длина 150 мм.).

Релаксация напряжения исследовалась при деформации образца на 8 %, что соответствует величине деформации союзки в области пучков при ходьбе. При этом в качестве характеристики релаксационных свойств материалов использовались следующие показатели:

- падение напряжения  $\sigma_{пад}$ , % :

$$\sigma_{пад} = \frac{\sigma_0}{\sigma_\infty} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

где  $\sigma_0$ -напряжение в начальный момент времени, МПа;

$\sigma_\infty$ -равновесное (установившееся) значение напряжения в конечный момент времени, МПа.

-доля релаксируемой части напряжения R, %:

$$R = \frac{\sigma_0 - \sigma_\infty}{\sigma_0} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

где  $\sigma_0 - \sigma_\infty = \sigma_{рел}$  - релаксируемая часть напряжения.

-время релаксации T при  $0,63 \sigma_{рел}$ , определяемое при кривой релаксации усилия.

Предварительные испытания показали, что основной процесс релаксации напряжений протекает в среднем в течении 30 минут, так как за это время происходит основное падение напряжения.

Ползучесть является важной характеристикой реологических свойств материалов. Исследования на ползучесть проводят либо при нагрузке, равной процентному отношению от разрывной нагрузки материалов, либо при постоянной нагрузке для всех испытуемых материалов, причем величина нагрузки варьируется в значительных пределах. В данной работе осуществлялось испытание материалов и систем на ползучесть при величине нагрузки равной 10 % от разрывной ( $0,1P_{раз}$ ), что позволяет учесть структуру и свойства материалов и поставить их, тем самым, в сопоставимые условия при сравнении. Кроме того, величина  $0,1P_{раз}$  наиболее близка по значению к тем нагрузкам, которые испытывают материалы верха обуви в реальных условиях носки.

Как известно, при ходьбе стопа носчика воздействует на верх обуви с силой, величина которой варьируется в пределах 25-45 Н., поэтому производилось исследование ползучести систем материалов, имитирующих заготовку, при среднем из указанных выше значений нагрузок - 32 Н.

В ходе испытаний на ползучесть определялись величины относительной полной  $\epsilon_{пол.}$ , упругой  $\epsilon_{упр.}$ , эластической  $\epsilon_{элос.}$ , пластической  $\epsilon_{пласт.}$  деформации в %, и их доли в полной деформации по методике, описанной в работе [3].

Анализ результатов испытаний на ползучесть при нагрузке  $0,1P_{раз}$  показал, что СК-8 отличается гораздо меньшей величиной пластической

деформации, чем натуральные кожи (3,4% и 48% соответственно), у нее преобладают упругие составляющие деформации (в 2 раза выше, чем у НК), в то время как натуральные кожи являются оптимальным материалом, так как величина пластической деформации (48%) обеспечивает хорошую приформовываемость обуви к стопе. Анализ подкладочных и межподкладочных текстильных материалов показал, что более жесткие материалы термобязь и тик-саржа обладают наибольшими остаточными удлинениями, причем для их деформации на 8% необходимо приложить усилие, значительно превышающее усилие, возникающие при деформации трикотажа и нетканого материала (140-135 Н. и 1-16 Н. соответственно).

Общая деформация систем с верхом из полукожника и СК-8 уменьшается в 10 и в 2 раза соответственно по сравнению с одиночными материалами верха. Наличие подкладки и межподкладки увеличивает долю упругой деформации в системах с полукожником на 20 %, а в системах с СК-8 уменьшает на 10-15 %. Для всех систем увеличивается доля эластической деформации  $\epsilon_{\text{эласт}}$  на 5-10 %, а величина пластической деформации  $\epsilon_{\text{пласт}}$  уменьшается в 2-2,5 раза для систем с верхом из полукожника и увеличивается в среднем в 2 раза для систем с верхом из СК-8. Таким образом, материалы подкладки и межподкладки в системах с полукожником выполняют стабилизирующую функцию, сдерживая деформации натуральных кож, а в системах с верхом из СК-8 увеличивают величину пластической составляющей деформации, повышая тем самым приформовываемость таких систем.

Доля релаксации напряжения для систем остается практически неизменной по сравнению с одиночными материалами. Время релаксации  $T$  для систем уменьшается на 10-30 % и составляет для систем с полукожником 20-27 сек., а для систем СК-8 -28-40 сек.

При исследовании систем материалов на ползучесть при нагрузке равной 32 Н выявлено что, деформация материалов гораздо ниже, чем при нагрузке 10 % от разрывной, величина упругой деформации  $\epsilon_{\text{упр.}}$  выше, т.е. наблюдается более быстрое протекание релаксации деформации в процессе отдыха, а величина остаточной деформации  $\epsilon_{\text{ост.}}$  значительно ниже. Наибольшие пластические деформации наблюдаются в системах с нетканым материалом, в то время как при нагрузке 10 % от разрывной этот материал дает наименьший эффект. Подкладка из трикотажа дает в среднем самую высокую величину  $\epsilon_{\text{пласт.}}$  для всех систем (0,5-0,7% для систем с верхом из полукожника, 0,1- 0,22 % для систем из СК-8 ).

Корреляционный анализ выявил наличие тесной корреляционной связи между показателями, характеризующими релаксацию напряжений (коэффициент корреляции составил 0,98), а также между показателями, характеризующими процесс ползучести при нагрузке равной  $0,1P_{\text{раз}}$  и 32 Н.(коэффициент корреляции равен 0,75-0,99). Корреляционный анализ указал на отсутствие тесной корреляционной связи между показателями ползу-

чести и релаксации напряжения, что указывает на необходимость исследования обоих процессов для объективной оценки упруго-пластических свойств материалов и их систем.

В ходе факторного анализа данных испытаний методом главных компонент были получены значения и величина накопленного вклада каждой компоненты представленные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Накопленный вклад главных компонент

Номер компоненты	Значения главных компонент	Относительная величина вклада главных компонент	Накопленный вклад главных компонент
1	7,419	52,992	52,992
2	3,792	27,089	80,082
3	1,257	8,981	89,062
4	0,560	3,998	93,060
5	0,478	3,415	96,475
6	0,212	1,516	97,992
7	0,125	0,891	98,883
8	0,083	0,591	99,474
9	0,351	0,251	99,725
10	0,031	0,219	99,944

Установлено, что наиболее информативными показателями упруго-пластических свойств материалов с точки зрения их приформовываемости к стопе являются показатели относительной полной деформации материала и ее составных частей, полученные в результате испытаний на ползучесть при нагрузке 32 Н. (накопленный вклад компоненты, тесно коррелирующий с данными показателями, составил 53 %), а также показатели падения напряжения и доли релаксации напряжения (вклад компоненты составил 27,1 %). В качестве дополнительных показателей, характеризующих приформовываемость верха обуви к стопе можно выделить время релаксации  $T$  при  $0,67 \sigma_{\text{рел.}}$ , относительную остаточную деформацию после релаксации напряжений и отдыха, и относительную остаточную деформацию при нагрузке 32 Н.

## 1.2 Исследование распорной жесткости верха обуви

### 1.2.1 Исследование деформации союзки в статике и динамике

Анализ литературы, посвященной оценке распорной жесткости обуви, показал, что существующие методы и средства измерения этого показателя имеют существенные недостатки и не отражают реальной картины взаимодействия верха обуви со стопой.

## Литература.

1. Бернштейн М.М. и др. Лабораторный практикум по материаловедению изделий из кожи. - М.: Легпромбытиздат, 1993г. - 384 с.
2. Рохлин В.П., Михеева Е.Л. и др. О методе оценки формоустойчивости материалов и систем материалов верха обуви - М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1982. - с.11-18.
3. Кукин Г.Н. и др. Текстильное материаловедение. - М.: Легпромбытиздат, 1992. -272 с.
4. Гуменный НА, Рыбальченко В. В. Материалы для обуви и кожгалантерейных изделий. Справочник. - К.: Техника, 1982.- 169с.
5. Зыбин А.Ю. Двухосное растяжение материалов для верха обуви. - М.: Легкая индустрия, 1974.120 с.
6. Алявдин НА, Новорадовская Т.С. Планирование и анализ исследовательского эксперимента применительно к легкой промышленности. -М. : Легкая индустрия, 1969.-164С.
7. Смелкова С.В., Кукуруза О.С., Смелков В.К. Разработка рационального пакета верха обуви внутреннего способа формования по показателю "формоустойчивость" // Межвузовский сборник научных трудов "Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи" г. Витебск, ВГТУ, 1996 г.
8. Смелков Д.В., Смелкова С.В., Логунов И.Н. Применение пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом в обувной промышленности - шаг к решению проблемы хлопкового сырья // Сборник научных трудов "Современные энергосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности" Беларусь, Витебск, 1998. - 86 с.
9. Тихомиров В.В. Математические методы планирования эксперимента. - М.: Легкая индустрия, 1968. - 156с.
10. ГОСТ 9135-73. Обувь. Метод определения общей и остаточной деформаций подноски и задника.
11. ГОСТ 12.4.151-85 ССБТ. Носки защитные для спецобуви. Метод определения ударной прочности.
12. С.И. Клобуков, Ю.П. Зыбин, В.П. Нетребко. Расчет площади союзи заготовки предназначенной для формования в условиях замкнутого контура. В кн. ЦНИИТЭИлегпром, № 8, 1970 г.
13. Е.И. Данилов, В.Н. Гарбарук. Растяжение заготовки на обувной колодке. Изв. Вузов, № 5, 1972 г.
14. Листвин К.В., Семенов Л.К., Пискарский Г.А. Исследования влияния фрикционных свойств колодки на деформируемость верха обуви при формовании. Изв. Вузов, № 1, 1991 г., - 54 с.

Библиотека ВГТУ

