

УДК 675.017:620.172.242

UDC 675.017:620.172.242

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ОПЕРАЦИЙ НА ПРОЧНОСТЬ
ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТОГО
БИОКОМПОЗИТА****INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL
OPERATIONS ON FIBER-POROUS
BIOCOMPOSITE TOUGHNESS**

Соколовский Алексей Ратмирович
к. т. н., доцент
*Новосибирский технологический институт
Московского государственного университета
дизайна и технологии, Россия*

Sokolovsky Aleksey Ratmirovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor
*Novosibirsk Technological Institute, a branch of
Moscow State University Design and Technology,
Novosibirsk, Russia*

В статье представлены результаты исследования прочностных свойств волокнисто-пористых биокомполитов. По полученным феноменологическим моделям определено влияние скорости деформирования и анизотропных свойств на прочность материала на различных технологических операциях

The results of research of strength characteristics for fiber-porous bio composites are presented. Based on phenomenological models, the influence of the strain velocity with anisotropy on toughness of the material is obtained by different technological operations

Ключевые слова: ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫЕ
БИОКОМПОЗИТЫ, КОЖА, ПРЕДЕЛЬНЫЕ
ДЕФОРМАЦИИ

Keywords: FIBER-POROUS BIOCOMPOSITES,
LEATHER, LIMITED STRAIN

Исследования [1,2] возникновения дефектов в изделиях из волокнисто-пористых биокомполитов показывают, что дефекты, в основном, связаны с прочностными свойствами материалов. Они выявляются на различных этапах жизненного цикла и являются результатом отклонения от типовых методик технологических процессов и недостатками в работе оборудования.

В процессе дизайна волокнисто-пористых биокомполитов, технологические воздействия направлены на модификацию структуры, что в итоге находит свое отражение в изменении физико-механических свойств материалов. В случае, когда воздействия превышают допустимые величины, в материале возникают внутренние дефекты структуры, что в дальнейшем приводит к разрушению материала или конструкций из него [3,4]. В тоже время некоторые аспекты изменения прочностных свойств волокнисто-пористых биокомполитов до конца не исследованы, особенно вопросы, касающиеся влияния механических процессов обработки.

Известно [5], что волокнисто-пористые биокомполиты анизотропны, кроме того прочностные характеристики материалов во многом зависят от

скорости изменения нагрузки или от скорости деформирования [6].

В качестве объекта исследований использовались образцы кожаной ткани тонкорунной овчины и кожи из полукожника хромового дубления. Оценка влияния технологических нагрузок на прочностные свойства материалов проводилась на двух операциях - разбивке кожаной ткани для овчины и разводке для полукожника хромового дубления.

Операция разбивки осуществляется за счет интенсивных механических воздействий на кожаную ткань с бахтармянной стороны и может привести к разрушению лицевого слоя овчины, и соответственно выпадению волосяного покрова. На операции разводки также происходят интенсивные механические воздействия на материал с лицевой стороны.

За показатель прочностных свойств была принята величина предельных деформаций. Поверхности предельных деформаций строились по результатам экспериментальных исследований при квазистатических испытаниях образцов на одноосное растяжение. Эксперименты на одноосное растяжение проводились на испытательных машинах: РТ-250 (Россия), 2167Р-50 (Россия). Технические характеристики этих машин широко известны [7,8]. Размеры, подготовка образцов и методика проведения испытаний осуществлялась в соответствии с ISO и ГОСТ [9,10,11].

Кожаная ткань имеет некоторые закономерности в ориентации пучков коллагеновых волокон в плоскости шкуры, поэтому образцы вырубались в параллельном и перпендикулярном направлении к хребтовой линии, а также под углом 45° . Отклонение расчетных значений предельных деформаций от полученных экспериментально оценивалось по результатам испытаний образцов, вырубленных под углом наклона образцов к хребтовой линии в 30° и 60° .

При проведении исследований учитывалось влияние скорости деформации на прочность материала. Значение скоростей приведены в

таблице 1.

Таблица 1 - Варьирование скорости деформации образцов при испытаниях

Скорости деформации	Тонкорунная овчина	Полужошника хромового дубления
$\dot{\varepsilon}_1, c^{-1}$	0,060	0,007
$\dot{\varepsilon}_2, c^{-1}$	0,286	0,033
$\dot{\varepsilon}_3, c^{-1}$	0,381	0,070

Деформации определялись как

$$\varepsilon = \ln \frac{l_k}{l_0}, \quad (1)$$

где ε – деформация образца;

l_k – конечная длина образца, мм;

l_0 – начальная длина образца, мм.

Зависимость предельных деформаций от направления и скорости деформирования была представлена в виде [12,13]:

$$\varepsilon_{r_{yy}}(\dot{\varepsilon}, \alpha) = (s_{2222}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha) \cdot \cos^4(\alpha) + 2 \cdot s_{2211}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha) \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) + s_{1111}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha) \cdot \sin^4(\alpha))^{-0,5}, \quad (2)$$

где $s_{2222}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha)$, $s_{2211}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha)$, $s_{1111}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha)$ - величины тензоров поверхности предельных деформаций в зависимости от скорости деформирования, определяемая соотношениями

$$s_{2222}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha) = \frac{1}{\varepsilon_{r_{22}}^2(\dot{\varepsilon}, 0^0)}, \quad (3)$$

$$s_{1111}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha) = \frac{1}{\varepsilon_{r_{11}}^2(\dot{\varepsilon}, 90^0)}, \quad (4)$$

$$2s_{2211}(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \alpha) = \left(\frac{4}{\varepsilon_{r_{yy}}^2(\dot{\varepsilon}, 45^0)} - \frac{1}{\varepsilon_{r_{22}}^2(\dot{\varepsilon}, 0^0)} - \frac{1}{\varepsilon_{r_{11}}^2(\dot{\varepsilon}, 90^0)} \right), \quad (5)$$

где $\epsilon_{r22}(\alpha, 0^\circ)$, $\epsilon_{r11}(\alpha, 90^\circ)$ и $\epsilon_{ryy}(\alpha, 45^\circ)$ – предельные деформации соответственно вдоль хребтовой линии, поперек и под углом 45° .

Для построения зависимости тензора прочности 4-го ранга от скорости деформирования предполагалось, что она носит нелинейный характер, поэтому экспериментальные данные аппроксимировали квадратичной функцией:

$$e(\alpha) = a \cdot \alpha^2 + b\alpha + c \quad (6)$$

Значения коэффициентов, входящих в (6) приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Величины коэффициентов уравнений аппроксимации

Направление нагружения	До обработки			После обработки		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Тонкорунная овчина						
// хребтовой линии	-0,473	0,031	0,182	-0,134	-0,037	0,193
⊥ хребтовой линии	-0,284	0,084	0,239	-0,051	-0,166	0,326
45° к хребтовой линии	-0,995	0,232	0,355	-0,015	-0,095	0,392
Полукожник хромового дубления						
// хребтовой линии	-3,889	-0,758	0,536	-0,332	-0,937	0,540
⊥ хребтовой линии	-1,415	-0,476	0,616	15,872	-1,999	0,568
45° к хребтовой линии	-0,380	-0,403	0,634	-9,338	-0,390	0,581

По полученным экспериментальным данным построены пространственные диаграммы для тонкорунной овчины (рис. 1 и рис. 2.) и для полукожника хромового дубления (рис.3 и рис. 4).

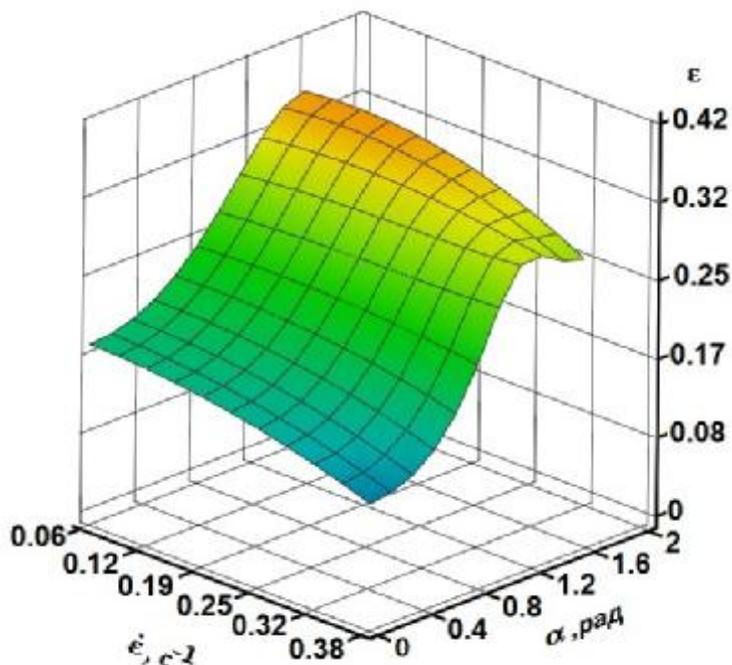


Рисунок 1 Предельные деформации до проведения технологической операции разбивки тонкорунной овчины

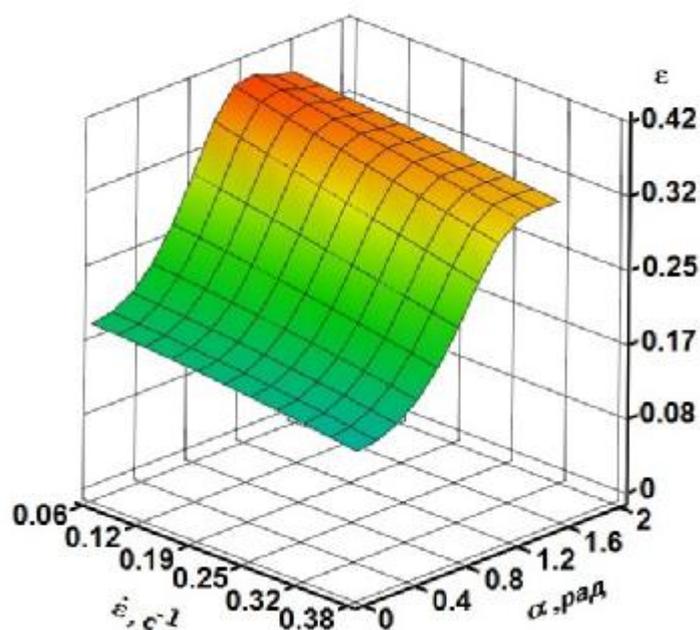


Рисунок 2. Предельные деформации после проведения технологической операции разбивки тонкорунной овчины

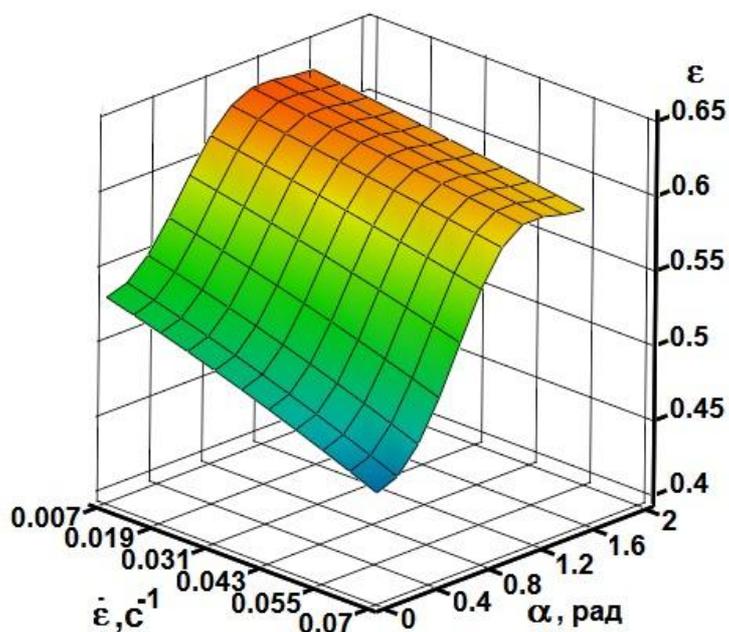


Рисунок 3 Предельные деформации до проведения технологической операции разводки полукожника хромового дубления

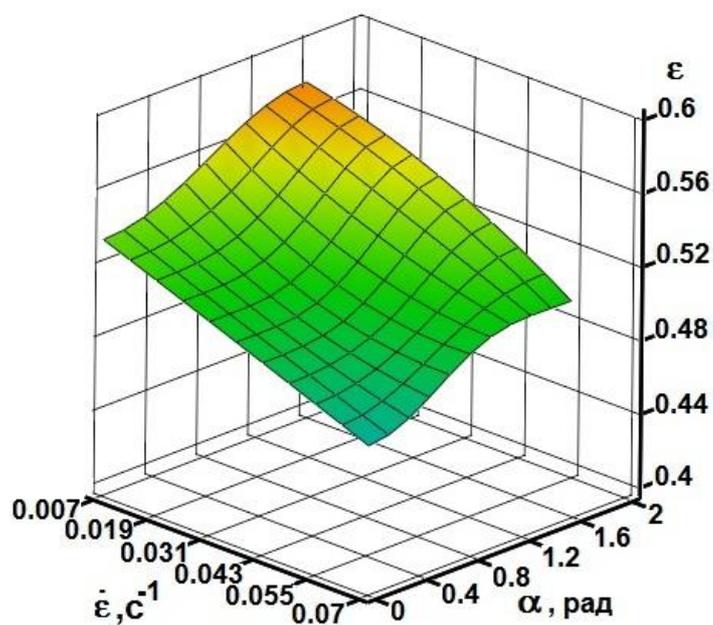


Рисунок 4 Предельные деформации после проведения технологической операции разводки полукожника хромового дубления

Отклонение расчетных значений предельных деформаций от полученных экспериментально при углах наклона образцов к хребтовой линии в 30° и 60° приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Отклонение расчетных и экспериментальных значений для различных видов кож

Вид кожи	Отклонение предельных деформаций %	
	30°	60°
Тонкорунная овчина	5,25	8,95
Полукожник хромового дубления	4,6	11,52

Возможными причинами отклонения экспериментальных данных от расчетных являются:

- рассматриваемое направление преимущественной ориентации волокон вдоль хребтовой линии в некоторых случаях таковым не является, что приводит к появлению касательных напряжений; на практике определить величину отклонения действительного направления волокон от предполагаемого практически невозможно;

- наличие в некоторых образцах внутренних дефектов, которые невозможно выявить при подготовке образцов к испытаниям.

Анализ поверхностей прочности предельных деформаций (см. рис. 1.1-1.4) показывает, что во всех случаях с увеличением скорости деформирования происходит уменьшение значений предельных деформаций, однако, технологические операции по-разному влияют на их величину.

После обработки на разбивочной машине наблюдается увеличение прочности лицевого слоя кожаной ткани овчины. Операция, по всей видимости, приводит к разволокнению и увеличению подвижности элементов внутренней структуры материала. Это явление может быть

связано с вибрационным характером воздействий рабочих органов машины на материал.

Обработка на разводной машине приводит к выравниванию свойств материала в различных направлениях и снижению предельных деформаций кожи. Уменьшение предельных деформаций после обработки говорит об уплотнении структуры материала.

Таким образом, полученные данные позволяют определить влияние направления и скорости деформирования на предельные деформации при треске лицевого слоя кожаной ткани овчины и предельные деформации полукожника хромового дубления.

Применение представленной методики исследований изменения прочностных характеристик материала на различных технологических операциях, что позволяет ввести ограничения на величину, направление и скорость технологических воздействий на кожаную ткань в процессе обработки.

Литература

1. Ким Ф.И., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р. Методы и технологии моделирования напряженно-деформированного состояния заготовки обуви при формовании. – Тараз, Тараз университеті. 2009. -93 с

2. Соколовский А.Р. Исследование возникновения дефектов обуви на разных этапах жизненного цикла // А.Р. Соколовский, Н.С. Яцкова Сборник статей международной научно-технической конференции: «Экологические и ресурсосберегающие технологии промышленного производства / УО «ВГТУ» - Витебск. 2006. с.36-38

3. Sokolovsky A.R Forecasting strength of soft natural composites. KORUS99.The third Korea-Russia International Symposium on Science and Technology. NSTU. Novosibirsk, Russia, 1999, Vol 1, pp.357

4. Sokolovsky A.R Change of strength of natural polymeric materials at various stages process of manufacturing. // Sokolovsky A.R, Tonkoblad E.N. KORUS97.The First Korea-

Russia International Symposium on Science and Technology. Ulsan University of Ulsan Republic of Korea, 1997. pp. 321

5. Соколовский А.Р., Железняков А.С. Исследование анизотропии прочностных свойств кож для низа обуви и кожгалантерейных изделий Обувь: Маркетинг конструирование технология, материалы: Межвузовский сборник научных трудов. М.: МГАЛП, 1999. с.71-74

6. Соколовский, А.Р. Влияние скорости деформирования на прочность многослойного натурального композита. //Сибирский научный вестник: Известия Новосибирского науч. центра "Ноосферные знания и технологии". Новосибирск, 1999. Вып.3. с.335-338

7. Технические характеристики модернизированной разрывной машины 2167 Р-50 [Электронный ресурс]:— Режим доступа: [http:// www.tochpribor-kb.ru](http://www.tochpribor-kb.ru)

8. Разрывная машина с маятниковым силомером РТ-250М [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://tpmarket.ru/>

9. ГОСТ 22596-77 Шкурки меховые и овчина шубная – выделанные. Методы механических испытаний. -М.: Издательство стандартов. 10 с.

10. ГОСТ 938.11-69. Кожа. Метод испытания на растяжение. -М.: Издательство стандартов. 10 с.

11. ISO 3376-76. [Электронный ресурс]: Кожа. Определение прочности на разрыв и удлинения. — Режим доступа: http://www.iso.org/iso/iso-cftalogue_tc/canalogue_detail.htm?csnumber=24032

12. Малмейстер, А.К. Тамуж В.П., Терес Т.А. Сопротивление полимерных и композитных материалов. – Рига: Зинатне.1980. 572 с.

13. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1980. -247 с.