

УДК 675.017:620.172.242

UDC 675.017:620.172.242

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ РЫБЬИХ КОЖ

INVESTIGATION OF STRENGTH CHARACTERISTICS FOR FISH LEATHER

Соколовский Алексей Ратмирович
к. т. н., доцент

Sokolovsky Aleksey Ratmirovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Соколовская Ирина Юрьевна
к. т. н., доцент
*Новосибирский технологический институт
Московского государственного университета
дизайна и технологии, Россия*

Sokolovskaya Irina Yrevna
Cand.Tech.Sci., assistant professor
*Novosibirsk Technological Institute, a branch of
Moscow State University Design and Technology,
Novosibirsk, Russia*

Приведены результаты исследований прочностных свойств рыбьих кож из шкур карпа на различных этапах обработки и их изменение в процессе обработки. Показана возможность применения тензорного уравнения для описания анизотропии прочности и предельных деформаций кож из шкур карпа

The results of the strength characteristics research for carp fish leather at different processing stages and the change of these characteristics during the process are presented. Possibility for the tensor equation the use is showed for the value both of the toughness and limited strains of fish leather with load direction

Ключевые слова: РЫБЬЯ КОЖА, ПРОЧНОСТЬ, ПРЕДЕЛЬНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ

KEYWORDS: FISH LEATHER, TOUGHNESS, LIMITED STRAIN

В настоящее время появляется возможность возрождения старых технологий переработки различных нетрадиционных видов сырья на качественно новом уровне. Проведение исследований в кожевенной промышленности позволили разработать новые методики промышленных технологий выделки кож из шкур промысловых рыб [1,2]. Полученные кожи отличаются своими декоративными свойствами и находят применение при изготовлении и отделке кожгалантерейных изделий и обуви [2,3].

Анализ строения рыбьих шкур показывает, что они состоят из нескольких слоев, которые имеют различную структуру. После удаления чешуи лицевой слой шкур имеет строго ориентированные карманы, поэтому срединная плоскость в поперечном и продольном направлении не является плоскостью структурной симметрии. В связи с этим при исследовании прочности шкур было сделано два допущения, справедливость которых обоснована предыдущими исследованиями [4, 5]:

- кожная ткань рассматривается как материал с ортогонально-анизотропными свойствами;

- кожная ткань в плоскости шкуры имеет инверсию прочности.

Для описания анизотропии прочностных свойств рыбьих шкур был применен тензорно-полиномиальный критерий прочности четвертой степени. Известно [6], что для плоской задачи с учетом принятых допущений аппроксимирующие тензорные уравнения предельных напряжений и деформаций для материала с ортогонально-анизотропными свойствами имеют вид:

$$\sigma_{ryy}(\alpha) = (p_{2222}(\sigma, \alpha) \cdot \cos^4(\alpha) + 2 \cdot p_{2211}(\sigma, \alpha) \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) + p_{1111}(\sigma, \alpha) \cdot \sin^4(\alpha))^{-0.5}, \quad (1)$$

$$\varepsilon_{ryy}(\alpha) = (s_{2222}(\varepsilon, \alpha) \cdot \cos^4(\alpha) + 2 \cdot s_{2211}(\varepsilon, \alpha) \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) + s_{1111}(\varepsilon, \alpha) \cdot \sin^4(\alpha))^{-0.5}, \quad (2)$$

$$p_{2222}(\sigma, \alpha) = \frac{1}{\sigma_{r22}^2(0^0)}, \quad p_{1111}(\sigma, \alpha) = \frac{1}{\sigma_{r11}^2(90^0)}, \quad (3)$$

$$2p_{2211}(\sigma, \alpha) = \left(\frac{4}{\sigma_{ryy}^2(45^0)} - \frac{1}{\sigma_{r22}^2(0^0)} - \frac{1}{\sigma_{r11}^2(90^0)} \right),$$

$$s_{2222}(\varepsilon, \alpha) = \frac{1}{\varepsilon_{r22}^2(0^0)}, \quad s_{1111}(\varepsilon, \alpha) = \frac{1}{\varepsilon_{r11}^2(90^0)}, \quad (4)$$

$$2s_{2211}(\varepsilon, \alpha) = \left(\frac{4}{\varepsilon_{ryy}^2(45^0)} - \frac{1}{\varepsilon_{r22}^2(0^0)} - \frac{1}{\varepsilon_{r11}^2(90^0)} \right),$$

где $p_{2222}(\sigma, \alpha)$, $p_{2211}(\sigma, \alpha)$, $p_{1111}(\sigma, \alpha)$ – величины тензоров поверхности предельных напряжений;

$s_{2222}(\varepsilon, \alpha)$, $s_{2211}(\varepsilon, \alpha)$, $s_{1111}(\varepsilon, \alpha)$ – величины тензоров поверхности предельных деформаций;

α – угол между осью симметрии материала и направлением растяжения;

$\sigma_{r22}(0^{\circ}), \sigma_{r11}(90^{\circ})$ и $\sigma_{ryy}(45^{\circ})$ – предельные напряжения соответственно вдоль хребтовой линии, поперек и под углом 45° ;

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

Образцы для испытаний в виде двусторонней лопатки с базовой длиной 25 мм вырубались в направлении параллельном и перпендикулярном хребтовой линии, а также под углами 30° , 45° и 60° . За нулевое направление условно было принято направление вдоль хребтовой линии. Определение разрушающих напряжений проводились при растяжении образцов на разрывной машине при скорости деформирования $0,007\text{с}^{-1}$. Предел прочности и величина предельных деформаций в зависимости от направления растяжения определялись по формулам:

$$s_{arr} = \frac{F_{arr}}{S_{arr}}, \quad \varepsilon_{\alpha,rr} = \ln \frac{l}{l_0}, \quad (5)$$

где F_{arr} – экспериментально определенная нагрузка при разрушении, Н;

S_{arr} – площадь поперечного сечения образца перед испытанием, м^2 ;

l_0 – базовая длина образца, мм;

l – предельная длина образца, мм.

В процессе проведения эксперимента фиксировались нагрузки, при которых наступает разрушение образца. По результатам экспериментов были построены диаграммы предельных напряжений (рисунок 1) и деформаций (рисунок 2).

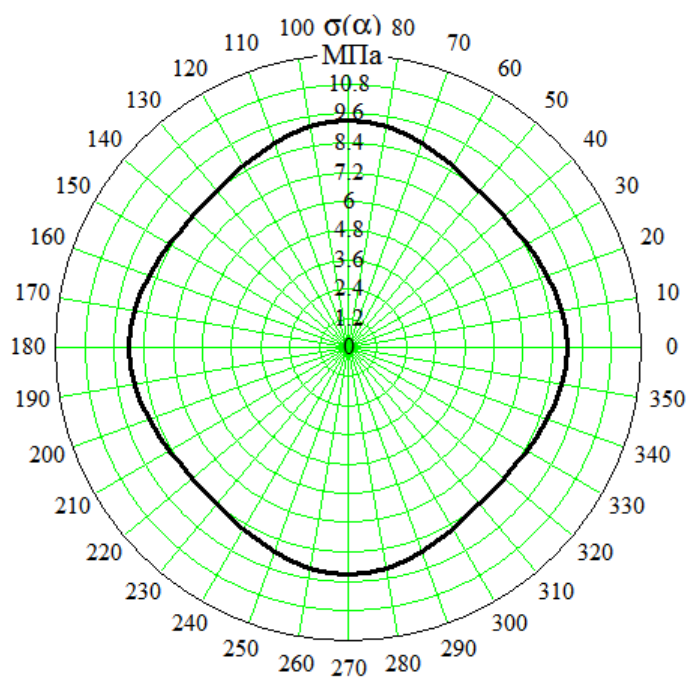


Рисунок 1 Предельные напряжения в шкуре карпа, МПа

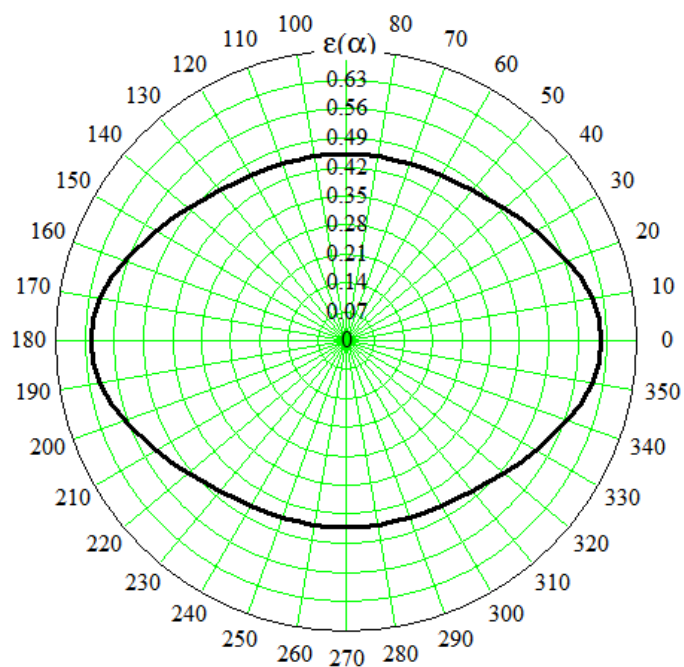


Рисунок 2 Предельные деформации в шкуре карпа

Справедливость принятых допущений оценивалась по отклонению I_i экспериментальных и расчетных значений предела прочности образцов, вырубленных под углом 30^0 :

$$\lambda_i = \frac{|y_{\alpha rr}(\text{экс}) - y_{\alpha rr}(\text{рас})|}{y_{\alpha rr}(\text{экс})} \cdot 100\% ,$$

где $y_{\alpha rr}(\text{экс})$ – значение предельных напряжений и деформаций при разрыве образца определяемое экспериментально;

$y_{\alpha rr}(\text{рас})$ – расчетное значение предельных напряжений и деформаций при разрыве образца.

Полученные значения отклонений приведены в таблице 1.

Таблица 1 Оценка отклонений экспериментальных и расчетных значений

	$y_{\alpha rr}(\text{экс})$	$y_{\alpha rr}(\text{рас})$	λ_i %
Предельные деформации при $\alpha = 30^0$	0,479	0,528	10,2
Предельные напряжения при $\alpha = 30^0$, МПа	7,250	8,430	16,3

Таким образом, тензорное уравнение достаточно точно описывает распределение предельных напряжений и деформаций, что позволяет использовать данный критерий прочности при рассмотрении изменения прочности на различных этапах обработки рыбьих шкур.

Анализ результатов показывает, что наименьшие предельные напряжения возникают вдоль хребта рыбьей шкуры, а наименьшие предельные деформации в поперечном направлении. Такое распределение прочностных свойств отличается от распределения прочностных свойств в шкурах наземных животных.

Так как технологическая схема производства рыбьих кож остается практически традиционной, то в процессе выделки шкуры подвергаются

сильным деформационным воздействиям (особенно на механических операциях) в различных направлениях, при этом возникающие напряжения могут превысить предел прочности полуфабриката на данной стадии обработки. В связи с этим учет прочностных свойств приобретает важное значение при назначениях технологических параметров проведения операций и разработке технических требований на проектирование оборудования.

Исследования изменения прочностных свойств кож из шкур карпа при механических операциях тяжести-мягчения проводились в лабораторных условиях. Операция тяжести-мягчения выполнялась вручную. Качество операций оценивалось органолептическим методом. По результатам экспериментов были построены диаграммы предельных напряжений (рисунок 3) и деформаций (рисунок 4). Полученные при этом значения отклонений I_i приведены в таблице 2.

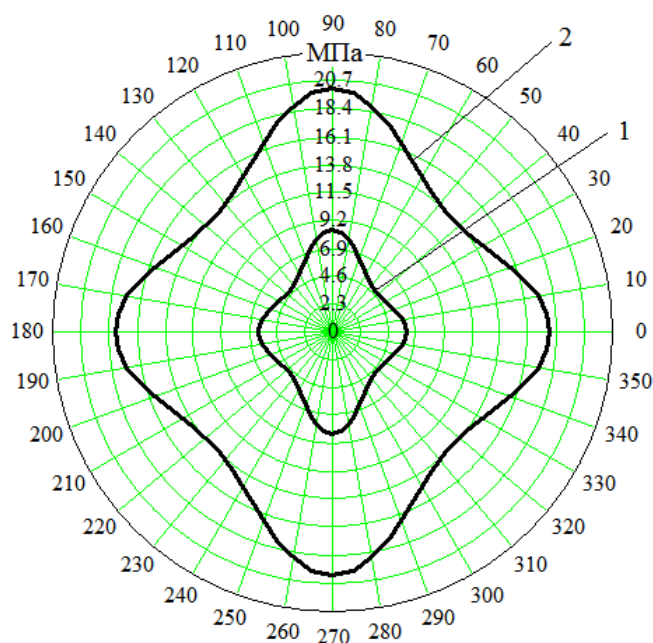


Рисунок 3 Распределение предельных напряжений: 1 – до, 2 – после

технологической операции «тяжка-мягчение»

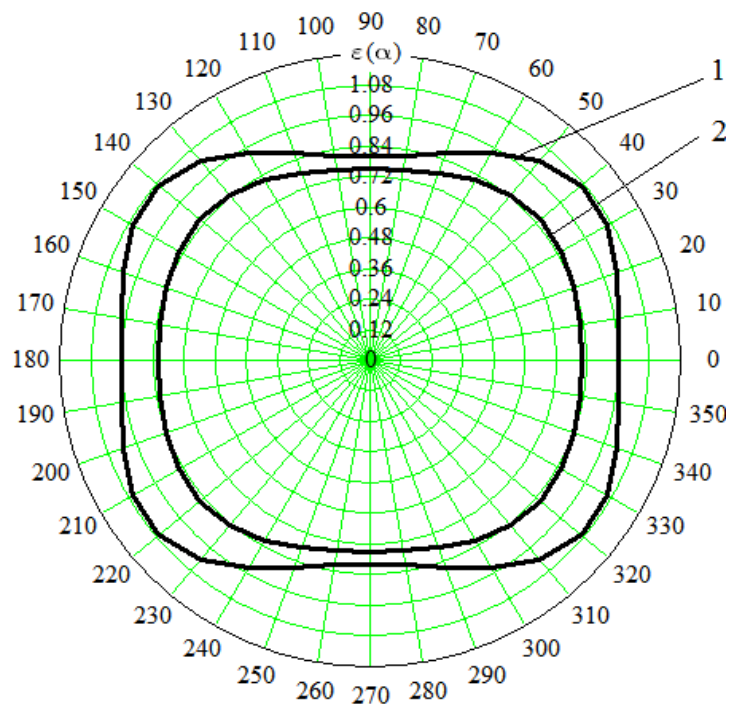


Рисунок 4 Распределение предельных деформаций: 1 – до, 2 – после технологической операции «тяжка-мягчение»

Таблица 2 Оценка отклонений экспериментальных и расчетных значений

		$y_{arr} (экс)$	$y_{arr} (рас)$	$\lambda_i \%$
До проведения тяжки-мягчения	Предельные деформации при $\alpha = 30^0$	1,06	1,058	0,2
	Предельные деформации при $\alpha = 60^0$	0,938	0,98	4,5
	Предельные напряжения при $\alpha = 30^0$, МПа	5,97	5,02	15,9
	Предельные напряжения при $\alpha = 60^0$, МПа	7,1	5,49	22,7
После проведения тяжки-мягчения	Предельные деформации при $\alpha = 30^0$	0,908	0,855	5,8
	Предельные деформации при $\alpha = 60^0$	0,862	0,814	5,6
	Предельные напряжения при $\alpha = 30^0$, МПа	14,68	14,22	3,1
	Предельные напряжения при $\alpha = 60^0$, МПа	14,2	14,71	3,6

Анализ диаграмм показывает, что в результате технологической операции тяжки-мягчения происходит упрочнение материала, при этом предельные деформации уменьшаются. Такие характеристики, по всей видимости, материал приобретает вследствие разволокнения и упорядоченности распределения структуры.

Список литературы

1. Быкова Н.А. Традиции и современность / Н.А. Быкова // Кожевенно-обувная промышленности. №7, 1995. с.24 – 25.
2. Шибанова, Г.И. О возможности получения галантерейных кож из шкур карпа / Г.И. Шибанова, Н.В. Шпак, В.А. Остапенко //Разработка новых технологических процессов, оборудования и автоматизации проектирования в легкой промышленности. Сб.науч.тр. МГАЛП. – М., 1994. с.86 – 89.
3. Кожа, пахнувшая океаном /Кожевенно-обувная промышленности. № 7, 1995. с.20 – 22.
4. 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
5. Соколовский А.Р. Влияние технологических операций на прочность волокнисто-пористого биокомпозита / А.Р. Соколовский // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №61(07). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/07.pdf>:
6. Малмейстер, А.К. Тамуж В.П., Терес Т.А. Сопротивление полимерных и композитных материалов. – Рига: Зинатне.1980. 572 с.