

УДК 675.055

Г.А. Бахадиров, д-р. техн. наук, **А. Абдукаримов**, канд. техн. наук,
Г.Н. Цой, канд. техн. наук, **А.М. Набиев**, мл. научн. сотр.

Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения при
Ташкентском государственном техническом университете, Узбекистан,
тел: (+998971) 262-73-55, факс: (+998971) 262-71-52, E-mail: instmech@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ КОЖЕВЕННОГО ПОЛУФАБРИКАТА НА ПРОЦЕСС ОТЖИМА ВЛАГИ И ПАРАМЕТРЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Экспериментально исследуется влияние толщины кожевенного полуфабриката на процесс отжима влаги и параметры оборудования. Приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных методом планирования эксперимента по определению влияния толщины кожевенного полуфабриката в зависимости от параметров усилия прижима, скорости пропуска и толщины кожевенного полуфабриката при обработке последнего вперезиб на проницаемой опорной плите при вертикальной подаче позволяют выбрать рациональные параметры машины на стадии проектирования.

Ключевые слова: *кожевенный полуфабрикат, отжим, влага, толщина, скорость пропуска, усилия прижима.*

G.A. Bahadirov, A. Abdukarimov, G.N. Tsoi, A.M. Nabyev

SEMI FINISHED LEATHER'S THICKNESS INFLUENCE ON OPTIMIZATION PROCESS OF MOISTURE REMOVAL AND EQUIPMENT PARAMETERS

Experimentally investigated the influence of the thickness of the semi-finished leather in the process of extraction of moisture and the associated equipment. The results of experimental studies conducted by the planning of the experiment to determine the effect of the thickness of the semi-finished leather, depending on the parameters of clamping force, speed passes and the thickness of semi-finished leather in the processing of the latter hang on a permeable base plate for vertical feed allows to choose rational parameters of the machine in the design stage.

Key words: *semi-finished leather, spinning, moisture, thickness, drop rate, clamping force.*

1. Введение

При создании кожевенных машин и механизмов необходимо учитывать особенности кожевенного полуфабриката. Кожный покров животного имеет сложную структуру, его физика - геометрические параметры существенно влияют на технологию обработки кожевенного полуфабриката [1, 2].

Гистологическими исследованиями установлено, что шкуры крупного рогатого скота по топографии разделяются на пять классов отличающихся один от другого толщиной, плотностью укладки, углом переплетения, и петлистостью пучков волокон. Для участков первого класса характерна сложно переплетающаяся сеть толстых волокон, которые плотно прилегают друг к другу и имеют различное направление. Участки пятого класса состоят из тонких пучков коллагеновых волокон, которые лежат рыхло и переплетаются лишь в горизонтальном направлении. Между первым и пятым классами имеются три промежуточных. Участки разных классов строения незаметно переходят один в другой [3].

С увеличением толщины сетчатого слоя изменяется его структура. Поперечный диаметр коллагеновых пучков - около 200 мкм, эти пучки состоят из 30-300 элементарных волокон с поперечным сечением 5 мкм. Для подавляющего большинства животных характер переплетений пучков волокон, т.е. их угол наклона и плотность переплетения, меняется в зависимости от топографии. Участки шкуры, покрывающие крестец коровы, имеют мощные пучки волокон, плотно переплетающиеся под высоким углом к

поверхности шкуры (60-70°). Периферийные участки её шкуры состоят из рыхло уложенных, довольно тонких пучков волокон, переплетающихся под небольшим углом (5-20°) [3].

Известно, что кожный покров животного имеет неравномерную толщину как по направлениям, параллельным к хребту, так и по направлениям, перпендикулярным к нему. Толщина кожного покрова является важным показателем для производств, использующих кожу. Она измеряется в миллиметрах и колеблется в зависимости от вида животного от 0,3-0,4 до 6-8 мм, а иногда до 12 мм. Неравномерность толщины кожного покрова изменяется от 30 до 70%. Большей деформации подвергаются участки кожевенного полуфабриката, имеющие наибольшую толщину - около линии полы – подвергаются меньшей деформации [2, 3, 4].

Толщина шкур и кож существенно изменяется в зависимости от расположения топографического участка. Эти изменения, т.е. неравномерности толщины, увеличиваются при расправке кожи на плоскость в процессе обработки.

Изначально, толщина шкуры, определяет вид кожи, для ее выделки. Толщина шкуры определяет расход сырья на 100 м² площади готовой кожи, что очень важно учитывая высокий удельный вес сырья в себестоимости готовой продукции. От толщины шкуры в значительной мере зависит предел прочности ее при растяжении. Если сырье очень толстое, приходится толщину его уменьшать, а это связано с ослаблением прочности шкуры. Большое значение имеет равномерность толщины по всем топографическим участкам шкуры: чем равномернее толщина, тем выгоднее и удобнее раскраивать кожу. Однако шкуры далеко не равномерны по толщине. Например, наиболее равномерная по толщине шкура вола имеет среднюю толщину 2,95 мм, а колебание толщины по площади – от 1,9 до 3,58 мм [5].

Известно [6], что толщина кожи, зависит от возраста животного. Например, кожа молодых животных отличается достаточной плотностью и равномерностью по толщине. С возрастом происходит изменение толщины и плотности кожи: на спине и голове она утолщается, а на спине, кроме того, становится более плотной. На боках и шейной части кожа имеет меньшую толщину и плотность, чем на спине. Самая тонкая кожа – на нижней части живота и пахах.

Также, толщина кожи зависит от половых признаков, что заметно даже уже у новорожденных телят. У телочек кожа имеет одинаковую толщину на шее и спине. У бычков кожа на шее заметно толще, чем на спине. По мере роста дифференцирование кожи по толщине у бычков проявляются быстрее и резче, чем у телочек. На шее она значительно утолщается по сравнению со спинной частью и грубеет вследствие разрастания эпидермиса и подкожной клетчатки. При этом у некастрированных бычков образуются на шее утолщения и грубые складки, вызывающие порок шкуры – борушистость. У кастрированных в молодом возрасте бычков толщина кожи на спине и шее выравнивается, что делает ее более ценной для кожевенного производства.

2. Основные содержание и результаты работы

В данной работе рассматривается процесс отжима влаги из разных кожевенных полуфабрикатов, а именно легкого развеса толщиной 0,004 м, среднего развеса 0,007 м и тяжелого развеса 0,01 м на стенде отжимной машины с вертикальной подачей.

Методика проведения эксперимента аналогична методике [7].

Выбор образцов осуществлялся для трех разных развесов кожевенных полуфабрикатов.

При экспериментальном исследовании использован метод планирования экспе-

риментов, а именно, метод D -оптимального планирования второго порядка с использованием матрицы плана К.Коно для трех факторов: x_1 – интенсивность прижима P , изменяется от 32 до 96 кН/м; x_2 – скорость пропуска V , от 0.17 до 0.34 м/с; x_3 – толщина кожевенного полуфабриката t от 0,004 до 0,01 м .

Кодирование факторов осуществляли по формуле $x_i = \frac{c_i - c_{i0}}{t_0}$, где x_i – кодирование значения фактора; c_i, c_{i0} – натуральное значение фактора на текущем и нулевом уровнях; t_0 – натуральное значение интервала варьирования фактора.

Таблица 1. Уровни и интервалы варьирования факторов эксперимента

Показатель	Кодированное значение факторов	Натуральное значение факторов		
		x_1 , кН/м	x_2 , м/с	x_3 , м
Верхний уровень	+	96	0.340	0,01
Основной уровень	0	64	0.255	0,007
Нижний уровень	-	32	0.170	0,004
Интервал варьирования		32	0.085	0,003

Функции цели аппроксимированы полиномом

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^K b_i x_i + \sum_{i,j=1}^K b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^K b_{ii} x_i^2,$$

где y – количество удаленной влаги в кодированном виде; b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты регрессии. После реализации рабочей матрицы получены средние арифметические значения (табл.2). Однородность дисперсии проведена с помощью критерия Кохрена при доверительной вероятности $\alpha=0.95$.

$$G_p = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2} < G_T; S_{\text{ош}}^2 = \frac{\sum_{n=1}^n (y_n - \bar{y}_n)^2}{n-1}; G_p = \frac{5.04}{26.51} = 0.1902 \leq G_T = 0.210.$$

Определим коэффициенты регрессии b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} по таблице из [6]: $b_0=20.43$; $b_1=2.23$; $b_2= -2.29$; $b_3= -2,09$; $b_{11}= -0.44$; $b_{22}= -0,015$; $b_{33}=0.31$; $b_{12}= -0.50$; $b_{13}= -0.47$; $b_{23}= -0.26$.

Уравнение регрессии в кодированном виде:

$$y = 20.43 + 0,44x_1^2 - 0.015x_2^2 - 0.31x_3^2 + 2.23x_1 - 2.29x_2 - 2.09x_3 - 0.50x_1x_2 - 0.47x_1x_3 - 0.26x_2x_3.$$

Гипотезу об адекватности полученных уравнений проверили с помощью крите-

рия Фишера при доверительной вероятности $\alpha=0.95$ [7],

$$F_P = \frac{S_{ad}^2}{S^2\{y\}} < F_T,$$

S_{ad}^2 – остаточная дисперсия, или дисперсия адекватности; $S^2\{y\}$ – дисперсия воспроизводимости. Из табл. 1, 2 определили S_{ad}^2 :

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n(\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2}{N - \frac{(k+2)(k+1)}{2}}; \quad S^2\{y\} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_u)^2}{N(n-1)}; \quad F_P = \frac{1.90}{1.26} = 1.51.$$

$$S_{ad}^2 = \frac{4 \cdot 5.22}{21-10} = \frac{20.88}{11} = 1.90; \quad S^2\{y\} = \frac{79.23}{21(4-1)} = \frac{79.23}{63} = 1.26;$$

$$F_T = 1.90; \quad f_1 = 11; \quad f_2 = 63.$$

где, N – общее число опытов; K – число факторов; n – число повторений в опыте; y_u – результат отдельного наблюдения; \bar{y}_u – средние арифметические значения результата опыта; \hat{y}_u – расчетные значения критерия по уравнению регрессии (для $S_{ad}^2 = 1.90$; $S^2\{y\} = 1.26$; $F_T = 1.90$; $f_1 = 11$; $f_2 = 63$; $F_P = 1.51 < F_T = 1.90$).

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

№	P, x_1	V x_2	t x_3	Результаты измерений								$\sum_{i=1}^n (y_u - \bar{y}_u)^2$	S_{ou}^2
				y_1	y_2	y_3	y_4	\bar{y}_u	\bar{y}_P	$\Delta\bar{y}$	$(\bar{y} - \bar{y})^2$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	19.6	23.0	19.8	20.8	20.8	20.43	0.37	0.14	7.28	2.43
2	+	+	+	19.3	18.5	18.1	17.3	18.3	18.34	0.04	0.0026	2.08	0.69
3	+	-	+	22.9	24.2	23.1	23.4	23.4	23.89	0.49	0.24	0.98	0.33
4	-	-	+	18.7	21.2	19.2	19.7	19.7	19.37	0.33	0.11	3.50	1.17
5	-	+	+	14.2	14.3	17.1	15.2	15.2	15.27	0.07	0.01	5.42	1.81
6	+	+	-	25.0	22.4	23.1	23.5	23.5	22.96	0.54	0.29	3.62	1.21
7	+	-	-	29.6	29.5	27.3	28.8	28.8	28.5	0.3	0.09	3.38	1.12
8	-	0	-	21.8	21.4	20.8	22.4	21.6	22.1	0.5	0.25	1.36	0.45
9	-	+	-	18.3	18.6	22.0	19.3	19.5	19.04	0.41	0.17	4.54	1.51
10	+	0	+	20.3	19.5	21.1	20.3	20.3	20.86	0.56	0.31	1.28	0.43
11	0	-	+	22.7	22.0	20.1	21.6	21.6	21.35	0.25	0.06	3.62	1.21

Продолжение таблица 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	-	0	+	15.0	17.8	17.6	16.8	16.8	17.34	0.54	0.29	4.88	1.69
13	+	-	0	26.6	26.1	27.0	26.5	26.5	25.9	0.6	0.36	0.42	0.14
14	-	-	0	22.0	17.1	21.1	20.1	20.8	20.45	0.35	0.12	15.12	5.04
15	-	+	0	16.7	17.1	15.1	16.9	16.5	16.85	0.35	0.12	2.52	0.84
16	+	+	0	19.6	18.2	19.0	18.6	18.9	20.3	1.4	1.96	0.92	0.31
17	0	+	+	13.6	17.0	16.5	15.7	15.7	16.09	0.39	0.15	6.74	2.24
18	+	0	-	26.0	26.6	25.3	25.9	26.0	25.66	0.34	0.12	0.86	0.28
19	0	-	-	23.8	24.0	25.7	24.5	24.5	24.85	0.35	0.12	2.18	0.73
20	-	-	-	21.7	22.8	23.2	25.5	22.9	23.3	0.4	0.16	8.11	2.70
21	0	+	-	20.4	21.0	19.8	20.4	20.4	20.79	0.39	0.15	0.72	0.24
5.22												79.53	26.51

Итак, уравнение регрессии можно считать пригодным с 95 %-ной доверительной вероятностью, которое в именованном виде после раскодировки имеет вид:

$$\Delta W = 20.64 + 5 \cdot 10^{-4} P^2 - 2.08V^2 - 34.44 \cdot 10^3 t^2 + 0.095 P - 6.98V + 358.92t - 0.18 PV - 49.00 Pt - 1019.63Vt.$$

Таким образом, получено уравнение регрессии зависимости количества удаленной влаги от параметров усилия прижима, скорости пропуска и толщины кожевенного полуфабриката вперегиб на пронизаемой опорной плите при вертикальной подаче.

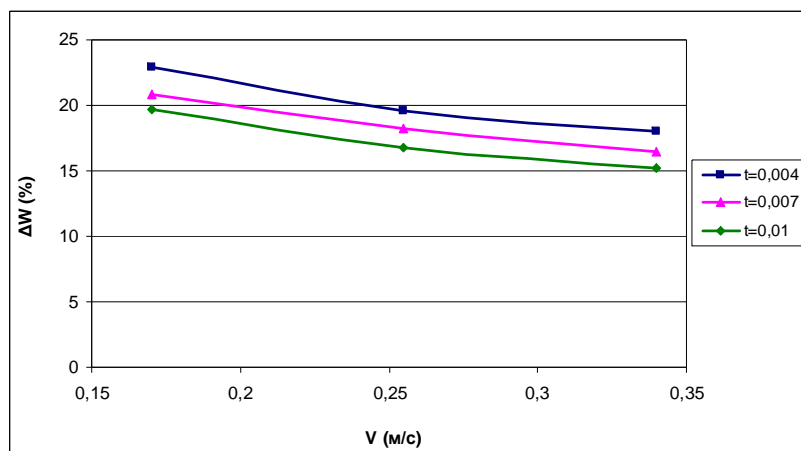
С помощью уравнения регрессии получены графики зависимости количества удаленной влаги ΔW от усилия прижима P , скорости пропуска V , толщины кожевенного полуфабриката t (рис. 1).

Как показывают результаты исследований, с увеличением толщины кожевенных полуфабрикатов уменьшается количество удаляемой жидкости при отжиме с вертикальной подачей на пористой металлокерамической опорной плите при одинаковых усилиях прижима и скорости пропуска.

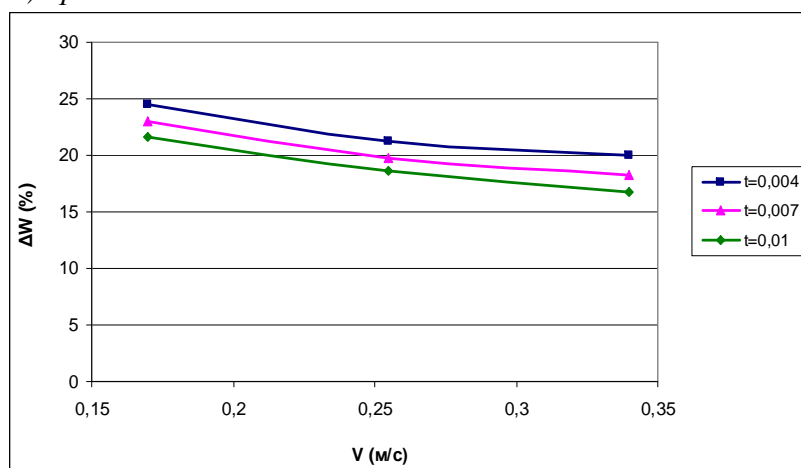
При этом во всех случаях с увеличением скорости пропуска количество удаляемой жидкости уменьшается, также с увеличением усилия прижима количество удаляемой жидкости в зависимости от толщины кожевенного полуфабриката увеличивается по-разному.

Анализ характера изменений кривых рис.1. (а, б, в), показывает, что толщина и содержание жидкости выбранных полос по использованной схеме [7, 8] на различных участках кожи по топографическим участкам разнообразны, так, как они имеют неоднородную структуру (переплетение коллагеновых пучков и строение пор).

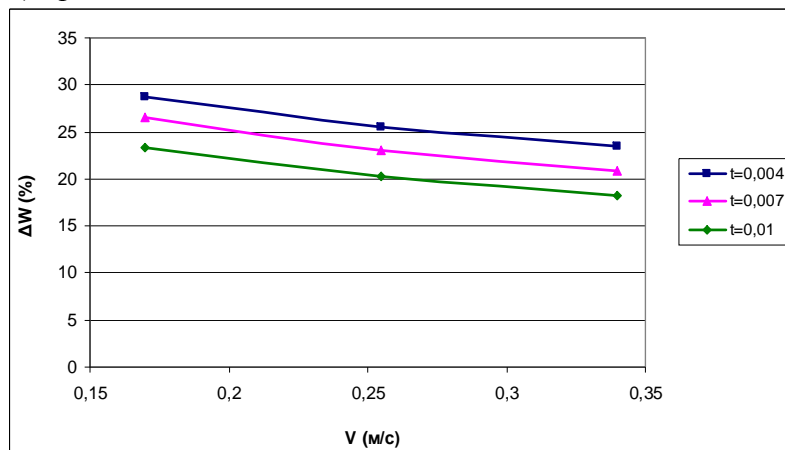
Использованные в эксперименте кожевенные полуфабрикаты толщиной 0,004 м содержат больше влаги, так как имеют крупные поры влагонамокания и поэтому из них легче удаляется влага, что и показано на рис.1. (а), а в кожевенных полуфабрикатах толщиной 0,007 м и 0,01 м содержание влаги меньше рис.1. (б, в).



а) при $P=32$ кН/м



б) при $P=64$ кН/м



в) при $P=96$ кН/м

Рис. 1. Графики зависимости количества удаленной влаги ΔW от скорости пропуска V кожевенного полуфабриката между отжимными валами при интенсивности усилия прижима: $P=32$ кН (а), $P=64$ кН (б), $P=96$ кН (в); при толщинах кожевенного полуфабриката $t=0,004$ м, $t=0,007$ м, $t=0,01$ м.

Количество удаленной жидкости W , у кожевенных полуфабрикатов толщиной

0,007 м и 0,01 м меньше отличается, чем у кожевенных полуфабрикатов толщиной 0,004 м. Это связано с тем, что содержание крупных пор у этих кожевенных полуфабрикатов отличаются незначительно, а толщины коллагеновых пучков и их переплетение также отличаются незначительно друг от друга.

3. Заключение

Полученное уравнение регрессии и графики зависимости количества удаленной влаги от параметров усилия прижима, скорости пропуска и толщины кожевенного полуфабриката при обработке последнего в перегиб на проницаемой опорной плите при вертикальной подаче позволяют выбрать рациональные параметры машины на стадии проектирования.

Список литературы:

1. Бурмистров А.Г. Машины и аппараты производства кожи и меха – М.: КолосС, 2006. – 384 с.: ил.
2. Бахадиров Г.А. Механика отжимной валковой пары. - Ташкент: Фан, 2010. – 156 с.
3. Страхов И.П., Шестакова. И.С., Куциди Д.А. Химия и технология кожи и меха. – изд. 3-е перераб. и допол. – М.: Легкая индустрия, 1979. –504 с.
4. Микаэлян И.И. Влияние биологических и технологических факторов на свойства кожевенного сырья и качество кож. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 168 с.
5. Чернов Н.В., Аронина Ю.Н. и др. Технология кожи и меха. М. Гизлегпром, 1959. С. 30.
6. Шейфер О.Я. Производство кож и овчин высокого качества. М.: Россельхозиздат. 1986. С. 35.
7. Набиев А.М., Цой Г.Н., Аманов Т.Ю., Бахадиров Г.А.. Экспериментальное исследование отжима влаги из кожевенного полуфабриката с вертикальной подачей // Проблемы механики.- 2011.- №2. С.59-63.
8. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия. 1974. С. 263.

Поступила в редколлегию 04.05.2015г.