

УДК 675.55

Г. А. Бахадиров, д-р техн. наук, профессор,

Г. Н. Цой, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник,

А. М. Набиев, мл. научный сотрудник

Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН РУз,

г. Ташкент, Узбекистан

Тел./факс: (+99871) 262-71-52; E-mail: instmech@rambler.ru

ОТЖИМ МОКРОГО КОЖПОЛУФАБРИКАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЛАГООТВОДЯЩЕГО СУКНА

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по определению влияния скорости пропуска, давления прижима отжимных валов на количество удаленной влаги из мокрого кожполуфабриката из двойной бычины среднего развеса после хромового дубления. Получены уравнения регрессии зависимости количества удаленной влаги (в процентах) от скорости пропуска и давления прижима отжимных валов.

Ключевые слова: *валковая машина, отжимные валы, кожполуфабрикат, опорная плита.*

G. A. Bahadirov, G. N. Tsoy, A. M. Nabiev

WRINGING OF WET LEATHER SEMI-FINISHED PRODUCT USING DEHUMIDIFYING CLOTH

In the article provided the results of experimental studies, where determined the effect of skipping speed, squeeze pressure of squeeze shafts on the amount of moisture removed from wet leather semi-finished product from double bovine middle weight by weight after chrome tanning. The regression equations for the dependence between the amount of removed moisture (in percent) on the pass rate and the pressure of the squeeze rolls are obtained.

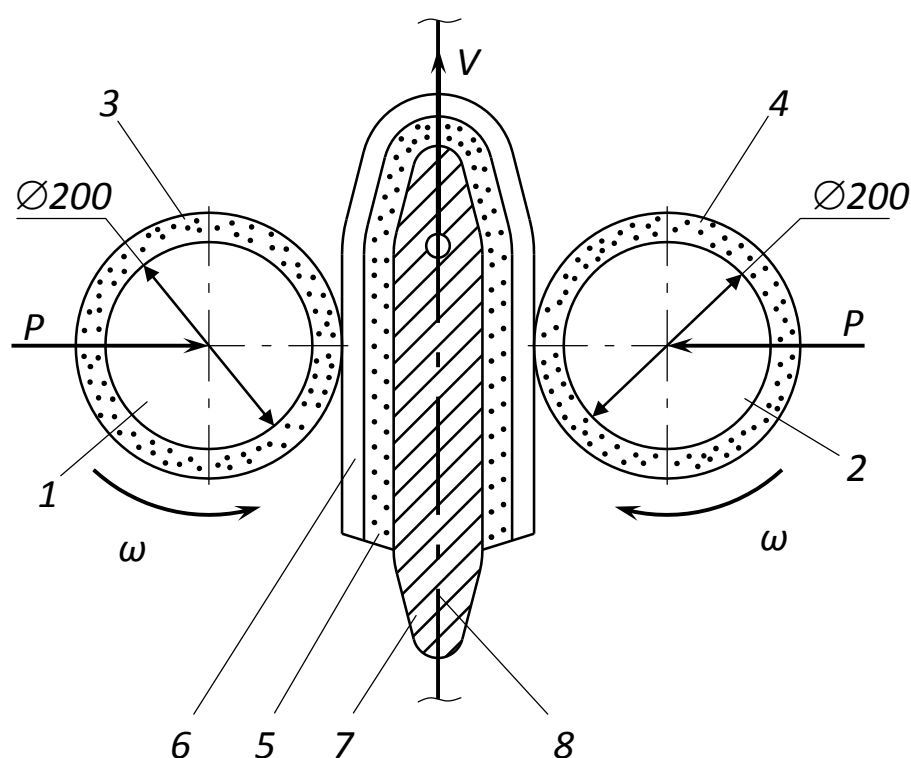
Keywords: *roll machine, squeeze shafts, leather semi-finished product, cover, base.*

Повышение эффективности технологического процесса отжима влагонасыщенных материалов является актуальным для кожевенной отрасли и данному направлению посвящено много работ [1-4]. В этой работе нами проведены экспериментальные исследования по определению влияния влагоотводящего сукна при отжиме мокрого кожполуфабриката при их вертикальной подаче на опорной плите между заранее вращающимися отжимными валами.

Эксперимент проводился на специальном стенде, где отжимные валы установлены горизонтально, на которые натянуты покрышки из влагоотводящего сукна – моншоны марки БМ, а опорная плита изготовлена из металла с толщиной 0,005 м, шириной 0,1 м и длиной 0,3 м (рис. 1). В рассмотренном технологическом процессе пакет составляет один мокрый кожполуфабрикат и одно сухое влагоотводящее сукно – моншон марки БМ.

Для проведения эксперимента брали двойную бычину среднего развеса, после хромового дубления. Согласно Международному стандарту ИСО 2588-85 выбрано необходимое количество кожполуфабриката по формуле $n = 0,2\sqrt{x}$, где x – число кожполуфабриката для эксперимента, из партии взяли 2500 шт., тогда $n = 10$ шт. Из этих 10 образцов вырезали резакром полосы поперек хребтовой линии размером 0,05×0,25 м и пронумерованные полосы комплектовали в группы по 5 шт. по схеме [5].

При эксперименте на металлическую опорную плиту устанавливали мокрый кожполуфабрикат, а затем полосу из влагоотводящего сукна марки БМ толщиной 0,008 м в один слой, в целом их суммарная толщина составляет 0,012 м. До и после отжима взвешивали образцы на лабораторных весах ВЛТЭ-500, с дискретностью 0,01 г (ISO-9001).



1, 2 – отжимные валы, 3, 4, 5 – влагоотводящие материалы (БМ), 6 – слой кожполуфабриката, 7 – опорная плита, 8 – транспортирующая цепь

Рисунок 1. Схема осуществления процесса отжима мокрого кожполуфабриката между валами

Использовали метод D-оптимального планирования второго порядка с использованием матрицы плана К.Кано [6]. На основе априорной информации изучали процесс удаления влаги с учетом двух факторов: x_1 – давление прижима отжимных валов P , кН/м; x_2 – скорость пропуска V , м/с и был выбран диапазон изменения давления прижима отжимных валов от 32 до 96 кН/м; скорость отжимных валов от 0,17 до 0,34 м/с; количество слоя кожполуфабриката одно, на основе анализа конструкций различных отжимных валковых машин.

Выбран диаметр отжимных валов 0,2 м с покрышками толщиной 0,008 м из влагоотводящего сукна марки БМ, покрытие металлической опорной плиты в один слой из влагоотводящего сукна марки БМ (с толщиной 0,008 м) между кожполуфабрикатом и опорной плитой. Перед проведением эксперимента методами математической статистики было выбрано необходимое количество измерений (число повторностей), которое обеспечивало требуемую точность.

Рабочую матрицу составили по матрице плана К. Кано для двухфакторного эксперимента. Кодирование факторов осуществляли по следующей формуле

$$x_i = \frac{c_i - c_{i0}}{t_0},$$

где x_i - кодирование значения факторов; c_i , c_{i0} - натуральные значения фактора на текущем и нулевом уровнях; t_0 - натуральное значение интервала варьирования фактора.

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.

Уровни и интервалы варьирования факторов эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1. – Уровни и интервалы варьирования факторов

Показатель	Кодированное значение факторов	Натуральные значения факторов	
		$x_1, \text{кН/м}$	$x_2, \text{м/с}$
Верхний уровень	+	96	0,340
Нулевой уровень	0	64	0,255
Нижний уровень	-	32	0,170
Интервал варьирования		32	0,085

Результаты замера до и после отжима влаги из кожполуфабриката при различных значениях усилий прижима $x_1 (P)$ и скорости $x_2 (V)$ приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Экспериментальные данные по отжиму влаги из мокрого кожполуфабриката

№	P, x_1	V, x_2	$y_1, \text{гп}$		$y_2, \text{гп}$		$y_3, \text{гп}$		$y_4, \text{гп}$		$y_5, \text{гп}$	
			$y_{н1}$	$y_{к1}$	$y_{н2}$	$y_{к2}$	$y_{н3}$	$y_{к3}$	$y_{н4}$	$y_{к4}$	$y_{н5}$	$y_{к5}$
1	0	0	88,3	58,8	93,9	59,0	79,6	55,2	87,5	55,0	87,7	54,7
2	+	+	77,7	50,5	74,5	50,3	80,0	53,8	82,7	56,5	91,5	63,4
3	-	+	85,1	68,7	91,0	61,2	90,1	65,5	78,0	55,5	92,6	68,9
4	-	-	72,7	53,3	65,0	47,0	95,5	61,5	73,2	42,9	86,1	57,3
5	+	-	84,5	57,8	97,4	57,8	69,0	39,8	70,7	40,0	88,8	59,5
6	+	0	88,4	59,5	80,1	52,9	98,2	63,2	72,9	48,8	98,0	60,5
7	0	+	70,1	51,2	76,1	50,1	75,8	52,3	62,8	43,8	94,2	66,2
8	-	0	87,0	62,7	95,5	63,8	71,8	49,3	62,0	44,3	80,2	60,1
9	0	-	81,6	55,4	87,5	57,7	76,5	47,0	75,0	48,7	84,9	54,1

y_n – начальный вес образца мокрого кожполуфабриката;

y_k – вес образца кожполуфабриката после отжима.

После реализации рабочей матрицы получены средние арифметические значения (табл. 3).

Таблица 3. – Матрица планирования эксперимента

№	P, x_1	V, x_2	Результаты измерений (в %)							$\sum_1^n (y - \bar{y})^2$	$S_{ош}^2$	y_p	$\bar{y} - y_p$	$(\bar{y} - y_p)^2$
			y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	\bar{y}						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

1	0	0	33,5	37,2	30,6	37,1	37,6	35,2	37,42	9,355	33,6	0	0
2	+	+	35,0	32,5	32,7	31,6	30,7	32,5	10,34	2,585	32,2	0,3	0,09
3	-	+	19,3	32,7	27,3	28,8	25,6	26,7	96,74	24,185	26,6	0,1	0,01
4	-	-	26,7	27,7	35,6	41,4	33,4	32,9	145,27	36,3175	31,9	1,0	1
5	+	-	31,6	40,7	42,3	43,4	33,0	38,2	118,66	29,665	37,9	0,3	0,09
6	+	0	32,7	30,4	35,6	33,0	38,3	34,0	37,9	9,475	35,2	1,2	1,44
7	0	+	25,5	33,5	31,0	30,3	28,2	29,7	36,27	9,0675	30,5	0,8	0,64
8	-	0	27,9	33,2	31,3	28,5	25,1	29,2	39,40	9,85	29,8	0,6	0,36
9	0	-	32,1	44,1	38,5	35,0	36,3	35,2	22,96	5,74	36,3	1,1	1,21
										Σ 544,96	Σ		
											136,24		
												Σ 4,84	

Однородность дисперсии проведена с помощью критерия Кохрена [6] при доверительной вероятности $\alpha=0,95$. Зная общее число оценок дисперсии N и число степеней свободы $f=k-1$ вычисляем по таблице 3, а из [6] находим $G_T=0,358$, при $N=9; f=k-1=5-1=4$;

k – число параллельных опытов.

$$S_{ош}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad \sum_{i=1}^N S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{N(n-1)},$$

$$G_P = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2} = \frac{36,3175}{136,24} = 0,2666.$$

$G_P=0,2666 < G_T=0,358$.

Следовательно, результаты исследования воспроизводимы.

Определяем коэффициенты регрессии b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} из таблицы 3.33 [7].

Для слоя кожполуфабриката в кодированном виде $b_0 = 33,62507; b_{11} = -1,08618; b_1 = 2,69415; b_{22} = -0,23721; b_2 = -2,92649; b_{12} = 0,125$.

Получим следующее уравнение регрессии в кодированном виде:

Для слоя кожполуфабриката

$$y = 33,62507 - 1,08618 \cdot x_1^2 - 0,23721 \cdot x_2^2 + 2,69415 \cdot x_1 - 2,92649 \cdot x_2 + 0,125 \cdot x_1 x_2.$$

Подставляя вместо $x_1 = \frac{P - 64}{32}$, где P – усилие прижима отжимных валов и

$x_2 = \frac{V - 0,255}{0,085}$, где V – скорость пропуска мокрых кожполуфабрикатов между враща-

ющимися отжимными валами получили в натуральном виде уравнение удаленной влаги из мокрого кожполуфабриката между вращающимися отжимными валами.

Гипотезу об адекватности полученных уравнений проверили с помощью критерия Фишера при доверительной вероятности $\alpha=0,95$ [6].

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S^2\{y\}} < F_T,$$

где $S_{ад}^2$ – остаточная дисперсия, или дисперсия адекватности; $S^2\{y\}$ – дисперсия воспроизводимости.

Из таблиц 1 и 2 определим S_{ad}^2 и $S^2\{y\}$. Для первого слоя кожполуфабриката:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n \cdot (\bar{y} - y_p)^2}{N - \frac{(k+2)(k+1)}{2}} = \frac{5 \cdot 4,84}{3} = 8,067,$$

$$S^2\{y\} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (y - \bar{y})^2}{N(n-1)} = \frac{544,96}{36} = 15,14.$$

Критерий Фишера об адекватности модели:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S^2\{y\}} = \frac{8,067}{15,14} = 0,5328,$$

где N – общее число опытов; k – число факторов; n – число повторений в опыте; y_i – результат отдельного наблюдения; \bar{y} – средние арифметические значения результата опыта; y_p – расчетные значения критерия по уравнению регрессии.

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S^2\{y\}} < F_T; \quad F_p = 0,5328 < F_T = 2,88.$$

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

Для слоя кожполуфабриката:

$$\Delta W = 31,2869 - 0,001061 \cdot P^2 - 32,8304 \cdot V^2 + 0,0730 \cdot P - 20,6272 \cdot V + 0,0460 \cdot P \cdot V.$$

Построен график зависимости количества удаленной влаги ΔW из мокрого кожполуфабриката (в %) при различных скоростях пропуска V и давлений прижима отжимных валов P (рис. 2).

Результаты экспериментов показывают, что разница удаленной влаги из первого слоя и второго слоя кожполуфабрикатов незначительная. С уменьшением усилия прижима отжимных валов P уменьшается количество удаленной влаги ΔW из обработанного кожполуфабриката. Для исследуемого образца кожполуфабриката бычины среднего развеса для готовых кож верха обуви максимальная влажность в полах достигает 73%, а в чепраке до 65%.

А остаточная влажность в кожполуфабрикате после отжима должна быть в пределах 55 – 60% в зависимости от типа кож.

В данном случае экспериментального исследования остаточная влажность должна быть в порядке 60%. Следовательно, нам необходимо удалить максимум 13% влаги при отжиме на валковой машине. Из этого следует, что можно будет отжимать излишнюю влагу из мокрого кожполуфабриката при скорости пропуска 0,34 м/с и давлении отжимных валов от 32 до 96 кН/м.

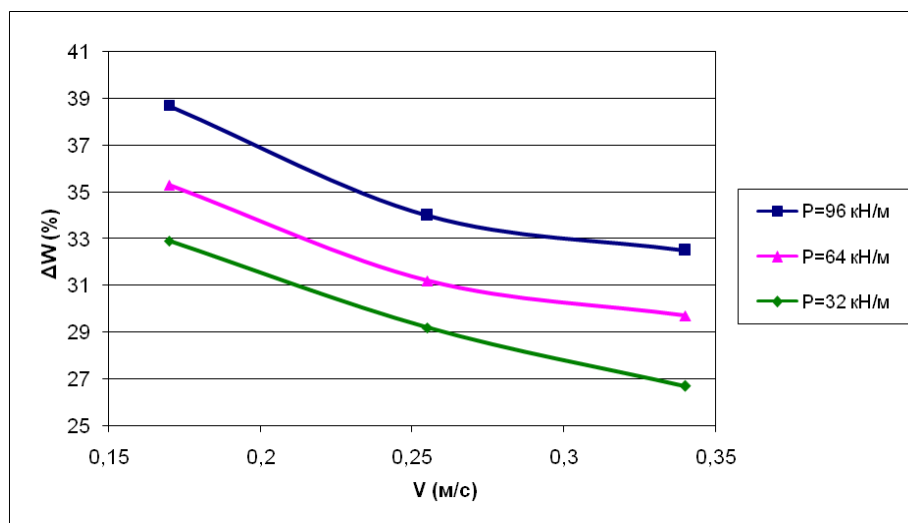


Рисунок 2. Зависимость количества удаленной влаги ΔW от скорости пропуска V кожполуфабриката при давлении прижима отжимных валов при $P=32$ кН/м, $P=64$ кН/м, $P=96$ кН/м

Анализ результатов эксперимента показывает, что можно увеличить скорость пропуска кожполуфабриката больше чем 0,34 м/с. Следовательно, эксперименты необходимо продолжить для определения предельных скоростей пропуска для каждого из трех давлений прижима отжимных валов, для обеспечения остаточной влажности кожполуфабриката до 60%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ершов, С. В. Динамическое нагружение валковой пары для интенсификации процесса отжима. дис. ... канд. техн. наук / С. В. Ершов. – Иваново, 2013. – 130 с.
2. Дарда, И. В. Разработка теоретических основ совершенствования технологического оборудования кожевенно-мехового производств: дис. ... докт. техн. наук / И. В. Дарда – Москва, 2004. – 325 с.
3. Бахадиров, Г. А. Условия деформирования листового материала с постоянной массой между валковой парой / Г.А. Бахадиров, М. У. Мусиров, А. М. Набиев // Автоматизация и измерения в машино- приборостроении: Научный журнал. – ФГАОУВО "Севастопольский государственный университет", 2019. – №2 (6) – С. 20-25.
4. Amanov, A., Bahadirov, G., Amanov, T., Tsoy, G., & Nabiev, A. (2019). Determination of Strain Properties of the Leather Semi-Finished Product and Moisture-Removing Materials of Compression Rolls. *Materials*, 12(21), 3620. doi:10.3390/ma12213620.
5. Головтеева, А. А. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха / А. А. Головтеева, Д. А. Куциди, Л. Б. Санкин. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 309 с.
6. Тихомиров, В. А. Планирование и анализ эксперимента / В. А. Тихомиров. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 283 с.

Поступила в редколлегию 22.04.2020 г.