

УДК 675.055.165.001.76

Г. А. Бахадиров, д-р техн. наук, проф., **З. А. Рахимова**, мл. н. с.
Институт механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики
Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан
Тел. / Факс: (+99871) 262-71-52; E-mail: instmech@rambler.ru

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА РАЦИОНАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОПОРНЫХ ПЛИТ МЕЖДУ ПАРАМИ ВАЛОВ

В этой статье исследуются факторы, влияющих на рациональное перемещение n опорных плит между парами валов. Теоретическое исследование динамику движения n опорных плит между валковыми парами с учетом влияющих ряда факторов, именно: диаметра вала, толщины покрытия валов и его физико-механические свойств, геометрических размеров опорной плиты, силы давления, силы натяжения цепи.

Ключевые слова: пара валов, плоский материал, опорная плита, угол охвата, сила тяжести, сила трения, сила гравитации.

G. A. Bahadirov, Z. A. Rakhimova

STUDY OF FACTORS AFFECTING THE RATIONAL MOVEMENT OF BASE PLATES BETWEEN PAIRS OF SHAFTS

This article explores the factors affecting the rational movement of n base plates between pairs of shafts. Theoretical study of the dynamics of movement of n base plates between roll pairs, taking into account a number of influencing factors, namely: the diameter of the shaft, the thickness of the roll coating and its physical and mechanical properties, the geometric dimensions of the base plate, the pressure force, the chain tension force.

Keywords: pair of shafts, flat material, base plate, wrap angle, gravity, friction, gravity.

1. Введение

В настоящее время в мировом масштабе большое внимание уделяется повышению качества изделий из кожи за счет использования энерго- и ресурсосберегающих технологий в производстве кожгалантереи. В нашей стране развитие кожевенной промышленности является одним из важных экономических направлений, и его значение в производстве товаров народного потребления можно обосновать статистическими данными. В результате технологической модернизации и локализации за последние годы объем экспорта увеличился со 105 млн долларов до 421 млн долларов, доля готовой продукции увеличилась с 32% до 78%.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений ресурсосберегающих технологий и технических средств по повышению качества кожевенной продукции при отжиме. В этом направлении, в частности, приоритетными считаются исследования, направленные на обоснование кинематических, динамических и технологических показателей валковых машин для механической обработки кожевенных полуфабрикатов. В связи с этим, уделяется особое внимание разработке энергоресурсосберегающей технологической валковой машины, отжимающей лишнюю влагу из кожполуфабрикатов и сглаживающее ее, обеспечивающей высокое качество работы и экономию энергии и ресурсов, при предварительной механической обработке кожполуфабрикатов, а также обоснованию ее технологического процесса, параметров и режимов работы [1].

В мире в производстве обуви, одежды и других кожгалантерейных изделий, а также в отделке мебели и салонов автомобилей большое значение имеет кожевенное сырье, полученное путем обработки шкур различных видов животных. В связи с этим

при производстве качественных кожевенных изделий использование высокопроизводительных способов обработки кожевенного сырья и валковых технологических машин имеет особое значение. В настоящее время принимаются масштабные меры по снижению трудоемкости и энергоемкости производства кожевенного сырья, разработке высокоэффективной техники и методов, повышающих эффективность технологических процессов переработки. При реализации этих задач наряду с качественной переработкой кожевенного сырья для кожевенных изделий важное значение имеет создание технически и технологически модернизированных машин, отвечающих технологическим требованиям.

В работе [2-3] изучалось определение сорбционных свойств влаги кожи крупного рогатого скота статическим гравиметрическим методом при температурах 300, 400, 500, 600 и 700°C.

С увеличением влажности как энтальпия сорбции, так и энтропия десорбции увеличиваются до максимума, а затем резко уменьшаются с увеличением влажности. Энтальпия адсорбции уменьшается с увеличением влажности. Энтальпия адсорбции уменьшается с увеличением влажности. Тогда как при увеличении содержания влаги до максимума 6,29 Дж/К. моль энтропия адсорбции возрастает без проблем. Распределяющее давление увеличивается с увеличением активности воды. Кажется, что, точная интегральная энтальпия уменьшается, а затем увеличивается стать асимптотической. Точная интегральная энтропия уменьшается с увеличением влажности. Сушка сырья на кожевенных заводах является одним из наиболее энергоемких процессов и наиболее важным этапом влажной обработки. Оптимизация сушки очень перспективна для снижения энергопотребления, улучшения качества продукции и одновременного улучшения параметров процесса сушки. Действительно, необходимо анализировать тепло и масса обмен изделия при сушке. Одновременно может ясно объяснить сложность явлений передачи тепла, массы и импульса сушки. При работе с пористой средой многие физические изменения в изделии во время этого процесса усложняют проблему. Хорошее знание теплофизических свойств материалов помогает совершенствовать процесс их сушки, графики сушки и эффективно использовать его для достижения оптимальных качеств [4-6]. Для регулярной обработки целых шкур площадью до 5 м² используемых в изготовлении высококачественных товаров народного потребления, таких как обувь, мебель и отделка салона автомобиля требуется одинаковая толщина по всей поверхности. Регулярная обработка до 5 м² натуральной кожи для высококачественных товаров. Точная регулировка толщины достигается расчесыванием. В промышленных масштабах роторным ножом снимают мясо с полуфабрикатов, регулируя тем самым заданную толщину и создавая гладкую поверхность. В этих исследованиях [7-9] на основе изучения процессов взаимодействия в системе была разработана технология крашения хромовой кожполуфабрикатов дермально-коллагеновыми красителями-титановыми соединениями.

Экономическая эффективность кожевенной промышленности республики и полное удовлетворение потребности населения в изделиях из натуральной кожи зависит от качества используемого кожевенного материала. Качество кожевенного сырья и материалов зависит от различных факторов: происхождения животного (вид, порода, пол, возраст животного, потомства), климата, условий содержания и кормления животного, времени года, в которой снималась шкура и, конечно же, технологии подготовки сырья.

2. Основное содержание и результаты работы

Цель применения отечественных валковых машин на кожевенных предприятиях нашей республики состоит в том, что валковые машины, обрабатывающие кожевенное сырье (отжим, выравнивание, резка и др.) привезенные из зарубежья экономически очень дороги. Только финансово богатые кожевенные предприятия могут позволить себе эти дорогие машины. Небольшие кожевенные предприятия не имеют такой возможности. Валковые машины, созданные в нашей республике в результате научных исследований, экономически дешевы и по механической обработке кожполуфабрикатов не уступают зарубежным валковым машинам. В связи с этим в целях развития малых кожевенных предприятий в нашей республике в результате наших научных исследований получен патент на изобретение IAP 06628 Центра интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на машину для механической обработки единичных плоских материалов. Два сглаживающих вала и два отжимных вала расположены друг над другом, каждая пара которых установлена симметрично в направлении передачи кожи, опорная плита, состоящая из двух симметричных половин, перемещается между сглаживающим и отжимным валами для одновременной обработки обеих половин кожи с целью сгибания и продвижения обработанной кожи. На рис. 1 представлена схема механической обработки штучных плоских материалов.

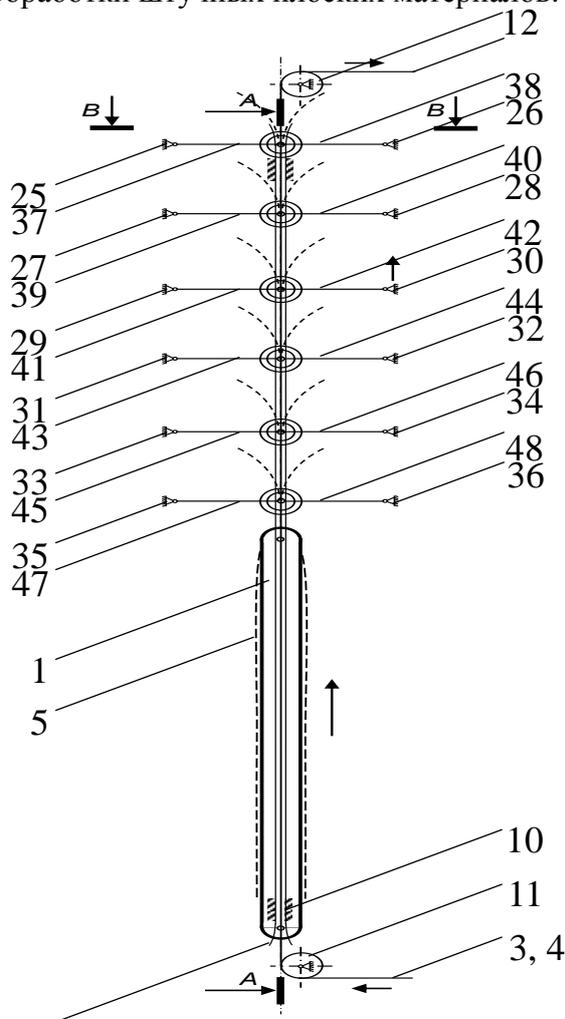


Рисунок 1. Схема машины для механической обработки штучных плоских материалов

Предлагаемая машина для механической обработки штучных плоских материалов имеет ряд инновационных достижений по сравнению с существующими машинами:

- повышается качество продукции при механической обработке плоских штучных материалов, в частности кожевенного полуфабриката;

- снижается расход энергии на единицу продукции; увеличивается срок службы рабочих органов машины;

- заменяет импортные установки и системы, необходимые для автоматизации технологических процессов [10].

3. Общие рекомендации

В ходе исследования был рассмотрен следующий вопрос на основании патента на изобретение. В начале были изучены факторы, влияющие на рациональное перемещение n опорных плит между парами валов. В предыдущих исследованиях мы исследовали движение одной опорной плиты между парами валов. На рациональное перемещение n опорных плит между парами валов влияет несколько параметров, перечислим каждый из них по порядку: диаметр валов, толщина покрытия валов и его физико-механические свойства, геометрические размеры опорной плиты, сила давления, сила натяжения цепи, покрытие плиты конфигурации опорной плиты, сила инерции рассматриваемой системы, размеры кожполуфабриката, его физико-механические свойства. Влияние всех этих параметров на рассматриваемую систему считается значительным. Кратко остановимся на каждом из перечисленных выше параметров.

Величина диаметра валов влияет на количество отжатой жидкости в процессе отжима из кожевенного полуфабриката. Материал, используемый для покрытия валов, также играет важную роль в поглощении влаги кожполуфабриката. В промышленности валы часто покрывают тканью моншон марки БМ и ЛАШ. Отличие этих покрытий в том, что 94% состава покрытия моншон составляет шерсть, поэтому покрытие моншон хорошо впитывает жидкость. Ткань ЛАШ служит долго, но плохо впитывает жидкость. Толщина моншонных покрытий на валах бывает до 8-10 мм. Кожполуфабрикат передается в зону обхвата двумя парами валковых пар, зацепленно к опорной плите. По схеме на рисунке 1 длина опорной плиты равна расстоянию между осями валковых пар. Также конфигурация опорных плит влияет на качество материала и количество отжатой жидкости. На рассматриваемую систему также действует ряд сил, это: сила давления, сила трения, сила натяжения цепи, сила реакции, сила тяжести и силы инерции валов. Дадим краткое описание каждой силы, действующей на систему. Силы, действующие вертикально на поверхность тела, называются силами даления. Трение – это процесс механического сопротивления, когда твердые тела, соприкасающиеся друг с другом, или соприкасающиеся друг с другом углы тела движутся и перемещаются относительно друг друга. Сила взаимодействия между соприкасающимися поверхностями двух тел называется силой трения. Если одним из объектов, на которые действует сила, является пружина, резина, цепь, нить, канат, кабел, то действующую на него силу назовем натяженной силой. Натяжение – это сила тяги. Произведение ускорения движущейся материальной точки в направлении, противоположном ее ускорению, на массу этой материальной точки называется силой инерции. Значит, все перечисленные выше параметры рассматриваются как факторы, влияющие на рациональное перемещение n опорных плит между валковыми парами, которые помогают выполнить процесс (то есть отжим и выравниванию кожполуфабриката валковыми парами) в полной мере. Для этого необходимо определить, в какой степени каждый параметр зависит от рассматриваемого процесса.

В ходе исследований с использованием общей модели динамики было построено это уравнение для рассматриваемого процесса.

$$\begin{aligned}
 &(-2P_g + 2\Phi_{2,3} + G)(R + r + \delta)\cos\psi\delta\psi + 2Q(R + r + \delta)\sin\psi\delta\psi + \\
 &+ (-2P_{g1} + 2\Phi_{4,5} + G)(R + r + t_0 + h_0)\cos\varphi\delta\varphi + 2Q(R + r + t_0 + h_0)\sin\varphi\delta\varphi - 2M_{кр}\delta\psi - \\
 &- \sum_{i=1}^n (G - P - \Phi_1)_i (2r \cos\psi\delta\psi)_i - \sum_{i=1}^n (G - P - \Phi_1)_i (2r \cos\varphi\delta\varphi)_i = 0, \quad (i = 1...n).
 \end{aligned}$$

где- P_g – сила тяжести разглаживающих валов, P_{g1} – сила тяжести отжимных валов, $\Phi_{2,3}$ – сила инерции разглаживающих валов, $\Phi_{4,5}$ – сила инерции отжимных валов, G – таговая сила цепи действующая на опорную плиту, Q – сила давления действующая на валы; $M_{кр}$ – крутящий момент.

В исследовательской работе было построено несколько графиков на основе решений, полученных относительно радиуса валов, вытекающего из общего уравнения динамики. На рисунках 2 построен график зависимости радиуса выпрямляющих валов от тяговой сила цепи при числе опорных плит, равном $n=1, 5, 10$. Из графиков видно, что по мере увеличения числовых значений силы тяговой силы цепи в один, пять и десять раз по количеству опорных плит увеличиваются и числовые значения радиуса валов. И в этом случаи увеличение количества опорных плит не влияет на значения радиуса валов, только увеличение тяговой силы влияет на диаметр валов. На рисунках 3 построен график зависимости радиуса выпрямляющих валов от радиуса опорных плит при числе опорных плит, равном $n=1, 5, 10$. По результатам на графике мы можем видеть, что по мере увеличения численных значений радиусов опорных плит численные значения радиусов валов также увеличиваются, но изменение радиуса валов не зависит от количества опорных плит.

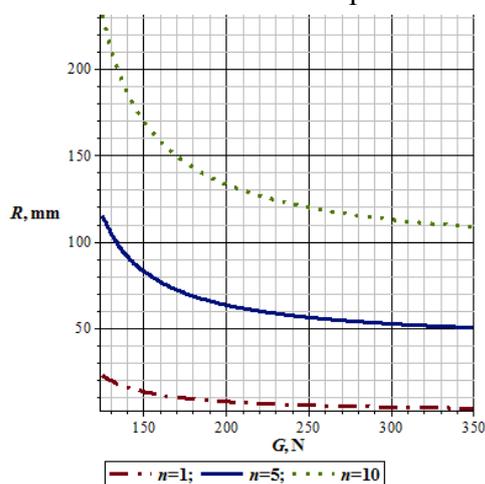


Рисунок 2. График зависимости радиуса выпрямляющих валов от силы тяги цепи (график построен при количестве опорных плит равном $n=1,5,10$)

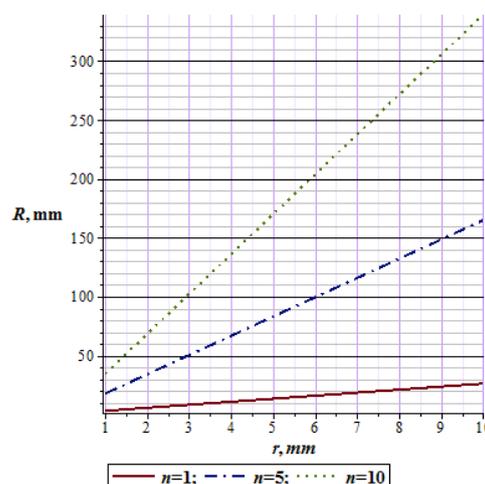


Рисунок 3. График зависимости радиуса выпрямляющих валов от радиуса опорных плит (график построен при числе опорных плит, равном $n=1,5,10$)

4. Заключение

Если сделать окончательный вывод по рассмотренной исследовательской работе, то на основе полученных уравнений и построенных графиков можно сделать следующие выводы. Из всех графиков видно, что в валковых машинах вертикального

типа увеличение количества опорных плит не влияет на численные значения радиуса вала и угла охвата. На изменениям радиуса валов и угла охвата большое влияние оказывают изменения толщины опорных плит, изменения высоты, за счет увеличения числа опорных плит, увеличения силы тяжести и силы инерции и увеличение числовых значений силы тяги в цепи, где опорные плиты движутся последовательно, изменение значений силы отжимных давлений, изменение толщины моншонного покрытия, увеличение начальной толщины кожполуфабриката изменение толщины ножей выпрямляющих валов и другие параметры. Из этих выводов следует, что на практике при изготовлении валов для валковых машин вертикального типа диаметр вала следует выбирать исходя из приведенных выше соображений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рахимова, З. А. Совершенствование конструкции и методы расчета валковой машины механической обработки кожевенных полуфабрикатов: дис. ... д-ра техн. наук / З. А. Рахимова; ТТЭСИ. – Ташкент, 2022. – 113 с.
2. Naima Benmakhlouf, Soufien Azzouz, Afif Elcafsi “The determination of isosteric heats of sorption of leather: Experimental and mathematical investigations” // *Arabian Journal of Chemistry*. Vol. 13, Issue 2, February 2020, P. 4286-4293.
3. Fakhfakh, R. “Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of bovine leather” / Fakhfakh R., Mihoubi D., Kechaou N. // *Heat and Mass Transfer*, 2018 – Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00231-017-2223-0>.
4. Benmakhlouf, N. *Moisture sorption isotherms of leather* / Benmakhlouf N., Azzouz S., Khedhira H. // *Journal Soc. Leather Technol.* – 2016. – P. 77-83.
5. Крылов, А. В. Фрикционное взаимодействие валов модулей в зоне контакта / А. В. Крылов, Т. П. Туцкая, Ю. Г. Фомин, Г.А. Хосровян // *Технология текстильной промышленности*. – №5 (371). – 2017. – С. 181-184.
6. Appiah-Brempong, M. An insight into artisanal leather making in Ghana. *J Leather Sci Eng* / Appiah-Brempong M., Essandoh H. M., Asiedu N. Y. – 2, 25. – 2020. <https://doi.org/10.1186/s42825-020-00039-8>.
7. Navarro, D. Life cycle assessment and leather production. *J Leather Sci Eng*. / Navarro D., Wu J., Lin W. et al. – 2, 26. – 2020. – <https://doi.org/10.1186/s42825-020-00035-y>
8. Tilman Witt, Heat development at the knife roller during leather shaving / Tilman Witt, Anke Mondschein, Jens-Peter Majschak and Michael Meyer // *Journal of Leather Science and Engineering*. – 2021. – P. 2-15. – <https://doi.org/10.1186/s42825-021-00057-0>.
9. Danylkovych, A. Improving the process of dyeing a leather semi-finished product by titanium compounds / A. Danylkovych, V. Lishchuk, A. Zhygotsky // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – № 6/6 (84). – P. 29-35.
10. Патент UZ № IAP 06628. Машина для механической обработки штучных листовых материалов / Бахадиров Г. А., Шернаев А. Н., Рахимова З. А.; опубл. 30.12.2021, Бюл. Агентства по интеллектуальной собственности РУз. №12 (248). – 78 с.

Поступила в редколлегию 24.02.2023 г.