

Росул Р.В., Рейс Т.Т., Росул О.Р.

Мукачівський державний університет, Україна

**НОВІТНЯ КОНСТРУКЦІЯ ПНЕВМОПРИВОДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДІЙ ПРИ ВИКОНАННІ ФРИКЦІЙНОЇ ШНУРОВОЇ ЗАТЯЖКИ**

*В роботі розглянуто які властивості взуття є визначальними для якісного формування деталей верху засобами шнурової затяжки, серед яких найбільш вагомими є: технологічне навантаження на гнучкий силовий елемент, відносно подовження матеріалу верху, коефіцієнти тертя в системі „діафрагма-матеріал-колодка”, геометричні параметри поверхні колодки, ступінь розподілу нормальних тисків з боку пружних діафрагм, швидкість зміщення затяжної кромки та інші. Особливо великий вплив має величина і напрям прикладення технологічного навантаження на шнур, оскільки саме воно визначає величини та розподіл подовжених і поперечних деформацій заготовки. Обладнання для виконання технологічних операцій шнурової затяжки з фрикційною обтяжкою, створене шляхом удосконалення дослідної установки та застосування пневмоприводу. Тому цей важливий фактор необхідно враховувати ще на етапі проектування обладнання для здійснення затяжки даного типу. Актуалізовано питання оптимальних режимів виконання процесу фрикційної шнурової затяжки і дослідно-конструкторських розробок по обладнанню можна удосконалити діючі технологічні процеси по виготовленню повсякденного взуття масового виробництва. Наявність названих конструктивно-технологічних елементів, а також результатів теоретичних та експериментальних досліджень підтверджують доцільність застосування їх у промисловому виробництві взуття. Виявлено, що експериментальна установка, яка була використана, показала високу точність результатів, мобільність і надійність, тому виникла обґрунтована підстава для використання її конструктивних елементів як прототипів дієздатних механізмів промислового обладнання. Зроблена спроба удосконалення обладнання з метою запобігання перевантаження обладнання для шнурової затяжки, а також для збільшення терміну його експлуатації при технологічному зусиллі на шнур, яке не повинно перевищувати 250Н. Встановлено, що при виконанні технологічної операції фрикційної шнурової затяжки заготовок верху взуття доцільно подавати тиск у пневмосистему в інтервалі  $1,5 \div 2,0 \text{ МПа}$  з одночасним використанням гуми для діафрагм з невисоким модулем пружності. Розроблена дослідна установка для шнурової затяжки з фрикційною обтяжкою дає змогу досліджувати операції затягування та формування деталей верху взуття з достатньою точністю. При цьому здійснюється і сам процес переміщення елементарних ділянок матеріалу відповідно до отриманих зовнішніх навантажень і внутрішніх напруг, тобто відбувається формоутворення верху взуття. Для підвищення точності прилягання і забезпечення рівномірного тиску діафрагм, збільшення швидкості процесу затяжки необхідно застосувати надійний і точний механізм переміщення фрикційних рамок. Запропонована нами інноваційна схема пневмоприводу, призначеного для управління роботою фрикційними рамками та здійснення ними фрикційної обтяжки заготовки. Таким чином, проаналізувавши технологічні і технічні параметри, можна стверджувати, що основними перевагами пневмопривідної системи є простота, надійність, довговічність і економічність, які обумовлені одноканалним живленням (відпрацьоване повітря випускається безпосередньо в атмосферу без відвідних трубопроводів) і дешевизною самого робочого середовища (повітря). Внаслідок малої чутливості повітря до зміни температури характеристики пневмоприводу є стабільними. Необхідно визначити, що пріоритетним напрямком вдосконалення конструкції механізмів машин легкої промисловості являється поєднання точності гнучкості, енергоекономічності, мобільності, здатності до автоматизації з швидкістю виконання рухових дій. Таким дієвим рушієм може бути пневматичний привід на основі малогабаритного пневмонасоса.*

*Ключові слова:* установка, верх взуття, діафрагма, привід, ергономічні властивості, зусилля, деформація, фрикційна шнурова затяжка, технологічні властивості, пристрій, фрикційні рамки, стиснене повітря, обладнання.

Росул Р.В., Рейс Т.Т., Росул О.Р.

**НОВЕЙШАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПНЕВМОПРИВОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ИСПОЛНЕНИИ ФРИКЦИОННОЙ ШНУРОВОЙ ЗАТЯЖКЕ**

*В работе рассмотрены какие свойства обуви является определяющий для качественного формирования деталей верха средствами шнурового затаскивания, среди которых наиболее весомыми является : технологическая нагрузка на гибкий силовой элемент, относительное удлинение материала верха, коэффициенты трения в системе "диафрагма-материал-колодка", геометрические параметры поверхности колодки, степень распределения нормальных давлений со стороны упругих диафрагм, скорость смещения затяжной кромки и проч. Особенно большое влияние имеет величина и направление приложения технологической нагрузки на шнур, поскольку именно оно определяет величины и распределение продольных и поперечных деформаций заготовки. Оборудование для выполнения технологических операций шнурового затаскивания с фрикционной обтяжкой, созданное путем усовершенствования опытной установки и применения. Поэтому этот важный фактор необходимо учитывать еще на этапе проектирования оборудования для осуществления затягивания данного типа. Актуализирован вопрос оптимальных режимов выполнения процесса фрикционного шнурового затаскивания и опытно-конструкторских разработок по оборудованию можно усовершенствовать действующие технологические процессы по изготовлению повседневной обуви массового производства. Наличие названных конструктивно-технологических элементов, а также результатов теоретических и экспериментальных исследований подтверждают целесообразность применения их в промышленном производстве обуви. Выведено,*

© Росул Р.В., Рейс Т.Т., Росул О.Р.

что экспериментальная установка, которая была использована, показала высокую точность результатов, мобильность и надежность, потому возникло обоснованное основание для использования ее конструктивных элементов как прототипов дееспособных механизмов промышленного оборудования. Проведена попытка усовершенствования оборудования с целью предотвращения перегрузки оборудования для шнурового затягивания, а также для увеличения срока его эксплуатации при технологическом усилии на шнур, которое не должно превышать 250Н. Установлено, что при выполнении технологической операции фрикционного шнурового затягивания заготовок верха обуви целесообразно подавать давление в пневмосистему в интервале 1,5÷2,0МПа с одновременным использованием резины для диафрагм с невысоким модулем упругости. Разработанная опытная установка для шнурового затягивания с фрикционной обтяжкой дает возможность исследовать операции затягивания и формирования деталей верха обуви с достаточной точностью. При этом осуществляется и сам процесс перемещения элементарных участков материала в соответствии с полученными внешними нагрузками и внутренними напряжениями, то есть происходит формообразование верха обуви. Для повышения точности прилегания и обеспечения равномерного давления диафрагм, увеличения скорости процесса затягивания необходимо применить надежный и точный механизм перемещения фрикционных рамок. Предложенная нами инновационная схема пневмопривода, предназначенного для управления работой фрикционными рамками и осуществления ими фрикционной обтяжки заготовки. Таким образом, проанализировав технологические и технические параметры, можно утверждать, что основными преимуществами пневмоприводной системы является простота, надежность, долговечность и экономичность, которые обусловлены одноканальным питанием (отработанный воздух выпускается непосредственно в атмосферу без отводных трубопроводов) и дешевизной самой рабочей среды (воздух). В результате малой чувствительности воздуха к изменению температуры характеристики пневмопривода есть стабильными. Необходимо определить, что приоритетным направлением совершенствования конструкции механизмов машин легкой промышленности является сочетание точности гибкости, энергоэкономичности, мобильности, способности к автоматизации со скоростью выполнения двигательных действий. Таким действенным движком может быть пневматический привод на основе малогабаритного пневмонасоса.

**Ключевые слова:** установка, верх обуви, диафрагма, привод, эргономические свойства, усилие, деформация, фрикционное шнуровое затягивание, технологические свойства, устройство, фрикционные рамки, сжатый воздух, оборудование.

Rosul R., Rejs T., Rosul O.

#### NEWEST PNEUMATIC ACTUATOR CONSTRUCTION FOR QUALITY IMPROVEMENT TECHNOLOGICAL ACTIONS IN PERFORMANCE OF FRICTION PULL THE CORD

What properties of shoe are in-process considered there is qualificatory for the quality forming of details of top facilities of the cord wearing out, among that most ponderable is : the technological loading on a flexible power element, relative lengthening of material of top, coefficients of friction in the system shoe "diaphragm-material-tree", geometrical parameters of surface of shoe tree, degree of distribution of normal pressures from the side of resilient diaphragms, speed of displacement of the protracted edge and проч. a size and direction of appendix technological loading have Especially large influence on cord, as exactly it determine size and distribution longitudinal and transversal deformation purveyance. Equipment for implementation of technological operations of the cord tightening with the friction covering, created by the improvement of pilot plant and application. Therefore this important factor must be taken into account yet on the stage of planning of equipment for realization of tightening of this type. The question of the optimal execution of process states actual friction cord затягивания and опытно-конструкторских developments on an equipment it is possible to perfect operating technological processes on making of everyday shoe of mass production. Presence of the adopted structurally-technological elements, and also results of theoretical and experimental researches confirm expediency of application of them in an industrial bootmaking. It is educed, that the experimental setting that was used showed high exactness of results, mobility and reliability, that is why there was the reasonable founding for the use of her structural elements as prototypes of capable mechanisms of industrial equipment. The attempt of improvement of equipment is conducted with the purpose of prevention of overload of equipment for the cord tightening, and also for the increase of term of his exploitation at technological effort on a cord, that must not exceed 250Н. It is set that at implementation of technological operation of the friction cord tightening of purveyances of top of shoe it is expedient to give pressure in пневмосистему in the interval of 1,5÷2,0МПа with the simultaneous use of rubber for diaphragms with the not high module of resiliency. The worked out pilot plant for the cord tightening with the friction covering gives an opportunity to prospect the operations of tightening and forming of details of top of shoe with sufficient exactness. Thus the process of moving of elementary areas of material in accordance with the got external loading and internal tensions comes true, id est there is формообразование of top of shoe. For the increase of exactness of fitting closely and providing of even pressure of diaphragms, the increases of speed of tightening process must be applied reliable and exact mechanism of moving of friction scopes. Offer by us the newest chart of airisanoccasion intended for a management by work by friction scopes and realizations by them friction covering of purveyance. Thus, analysing technological and technical parameters, it is possible to assert that basic advantages of the airisanoccasion system is simplicity, reliability, longevity and economy, that is conditioned by a одноканальным feed (exhaust air is produced directly in an atmosphere without offtake pipelines) and cheapness of working environment (air). As a result of small sensitiveness of air to the change of temperature of description of airisanoccasion. I am stable it is necessary to define that repressing direction of perfection of construction of mechanisms of machines of light industry is combination of exactness of flexibility, energyeconomy, mobility, capacities for automation at a speed of implementation of motive actions. Such effective rendering-engine can be a pneumatic drive on the basis of small airisapump.

**Key words:** setting, top of shoe, diaphragm, drive, ergonomic properties, effort, deformation, friction cord tightening, technological properties, device, friction scopes, compressed air, equipment.

Проведені попередні теоретичні та експериментальні дослідження й отримані при цьому результати створили передумови для розробки принципів і конструктивно-технологічних схем високоточного обладнання для якісного формування верху взуття на основі методу фрикційної шнурової затяжки [1].

Сучасному взуттєвому виробництву притаманні складні технологічні процеси, які визначають як рівень якості готових виробів, так і їх собівартість. Відомо, що формування верху, здійснене на обтяжно-затяжних машинах, не забезпечує при масовому виробництві взуття необхідної якості операцій: не використовується повністю резерв деформаційних властивостей матеріалів, залишається незадовільним розподіл деформацій по площі заготовки, спостерігається розтріскування матеріалу заготовки в носковій частині і складкоутворення в міжкліщових зонах.

При виконанні таких технологічних операцій, як затягування та формування деталей верху взуття, невдалий вибір геометричних параметрів колодки та відсутність фрикційної обтяжки призводить до перенапруження одних ділянок і нерівномірності напружень у матеріалі верху. Така невідповідність призводить до неякісного виконання даних технологічних операцій та до нерівномірного зміщення затяжної кромки, що відповідно призводить до додаткових витрат матеріалів та енергії, пов'язаних з доводочними операціями, а також до зниження продуктивності праці. Крім того, неякісна затяжка верху взуття після формування спричинює погіршення товарного виду взуття, недостатньої формостійкості деталей верху.

Покращення якості виконання технологічних операцій затягування та формування деталей верху взуття з одночасним зменшенням енергетичних витрат за рахунок використання нових типів універсального обладнання для фрикційної шнурової затяжки, а також встановлення оптимальних технологічних режимів є актуальною задачею і являє значний інтерес для взуттєвої галузі легкої промисловості.

В промисловому виробництві до теперішнього часу отримати рівномірний розподіл деформацій в заготовці не вдається через значний вплив нерівномірності деформаційних властивостей матеріалів для верху взуття, особливості форми взуттєвої колодки, сил тертя на границі контакту верху з колодкою. Отже пошуки науково обґрунтованої зовнішньо керованої силової дії на матеріал заготовки з урахуванням вимог технології, довговічності і надійності взуття в експлуатації слід вважати перспективними і важливими для взуттєвої галузі. У цьому відношенні одним з найбільш гнучких способів формування заготовки верху є фрикційна шнурова затяжка.

Основні технологічні характеристики шнурової затяжки – максимальне навантаження на гнучкий силовий елемент, режими кріплення його до затяжної кромки, умови отримання нормованої ширини затяжної кромки, розподіл відносних видовжень по ділянках заготовки – до цих пір носять невизначений характер і потребують детального вивчення. Подальше удосконалення шнурової затяжки пов'язане з розробкою елементів технологічного обладнання.

Досягнення високої точності виконання операцій формування потребує відомостей про основні характеристики технологічного процесу формування, які забезпечуються обладнанням, – зусилля витягування шнура, тиск на фрикційну діафрагму тощо. У теоретичній частині дисертації закладені основи для розробки інженерного методу визначення технологічного навантаження на шнур за геометричними параметрами заготовки, показниками властивостей матеріалів верху та діафрагми.

Оскільки експериментальна установка [2], яка була використана, показала високу точність результатів, мобільність і надійність, виникає обґрунтована підстава для використання її конструктивних елементів як прототипів дієздатних механізмів промислового обладнання.

Переміщення динамометрів, рамок з діафрагмою за допомогою гвинтових пар при дослідженні 10-12 зразків на день для експериментальних досліджень можна вважати оправданим. Але в обладнанні серійного виробництва необхідно застосовувати більш швидкісні і точні рушії виконавчих органів. Тому вважаємо доцільною розробку механізму приводу для переміщення вказаних блоків, який забезпечував би поєднання точності гнучкості, енергоекономічності, мобільності, здатності до автоматизації з швидкістю виконання рухових дій. Таким дієвим рушієм може бути пневматичний привід на основі малогабаритного пневмонасоса.

Дослідження умов досягнення необхідних деформацій у матеріалі верху [1], відкривають широкі можливості щодо створення принципової схеми машини для ефективного здійснення фрикційної шнурової затяжки заготовок із матеріалів з широким діапазоном деформаційних

властивостей. А на основі запропонованих оптимальних режимів виконання процесу фрикційної шнурової зтяжки і дослідно-конструкторських розробок по обладнанню можна удосконалити діючі технологічні процеси по виготовленню повсякденного взуття масового виробництва.

#### **Наукова новизна одержаних результатів**

Удосконалено технологічний процес виготовлення взуття з використанням фрикційної шнурової зтяжки та зтяжне обладнання, яке забезпечує теоретично і експериментально обґрунтовані технологічні режими.

#### **Мета дослідження.**

Визначення факторів, які забезпечують підвищення якості взуття шляхом удосконалення технології формування заготовки верху

#### **Методи дослідження.**

Задачі вирішувалися на основі класичних положень теорій механіки та опору матеріалів, комп'ютерного моделювання, регресійного і кореляційного аналізу.

#### **Об'єкт, предмет та методи дослідження.**

Об'єктом дослідження є процес є процес удосконалення технології шнурової зтяжки деталей верху взуття із різних матеріалів.

Предмет дослідження – експериментальна установка на виконання технологічних операцій формування заготовок верху взуття

#### **Виклад основного матеріалу**

### **Технологічні передумови створення ефективного обладнання для фрикційної шнурової зтяжки заготовок верху взуття**

Розроблена для експериментальних досліджень видовжень ділянок заготовки верху взуття дослідна установка показала достатньо високу точність при визначенні переміщень окремих вузлових точок поверхні заготовки, зміщення вільного краю зтяжної кромки при шнуровій зтяжці і т.п. Звичайно, при розробці установки в першу чергу приділяли увагу точності вимірів та максимальному наближенню до виробничих умов. Однак виявилось, що вона володіє конструктивно-технологічними елементами, які можна використати у малогабаритному, точному і енергозберігаючому обладнанні для шнурової зтяжки заготовки. До таких елементів у першу чергу відносяться: силовий привід з пристроями контролю зусилля зтягування; фрикційні діафрагми, які мають можливість змінювати кут і силу прилягання до поверхні колодки; блок вимірювання з можливістю обробки даних за допомогою ПК. Наявність названих конструктивно-технологічних елементів, а також результатів теоретичних та експериментальних досліджень[3] підтверджують доцільність застосування їх у промисловому виробництві взуття.

Розглянемо поступову спадковість у перетворенні дослідної установки у принципову схему ефективного устаткування для фрикційної шнурової зтяжки заготовки.

#### **Переоснащення експериментальної установки на виконання технологічних операцій формування заготовок верху взуття**

Розроблена дослідна установка для шнурової зтяжки з фрикційною обтяжкою дає змогу досліджувати операції зтягування та формування деталей верху взуття з достатньою точністю. При цьому здійснюється і сам процес переміщення елементарних ділянок матеріалу відповідно до отриманих зовнішніх навантажень і внутрішніх напруг, тобто відбувається формування верху взуття. Загальний вигляд установки приведений на рис. 1.

Вона включає в себе колодку 1, засоби вимірювання зусилля, динамометри 2, пристрої фіксації деформування і зміщення матеріалу, що кріпляться на стійку 3 і верх взуття, що натягується на колодку і підлягає формуванню. Блок приводу, представляє собою пневмопривід 5 і повітряний компресор. Одним із недоліків дослідної установки є відсутність можливості змінювати кут повороту колодки відносно силового блоку, тобто напряму дії зусилля. Експериментальними дослідженнями виявлено, що на якість формування значно впливають розміри зтяжної кромки, ширина і відповідність нормативам якої залежать від кута виходу шнура із зигзагоподібного шва.

#### **Розробка конструкції пневмоприводу для підвищення якості технологічних дій при виконанні фрикційної шнурової зтяжки**

За результатами експериментальних досліджень та з практики роботи взуттєвих підприємств відомо, що при виконанні технологічних операцій формування деталей верху взуття іноді виникають перекося і складки матеріалу. Рівномірне обтікання колодки матеріалом та, відповідно якість формування залежать від таких головних факторів: розподілу нормальних тисків,

деформаційних властивостей матеріалів заготовки, коефіцієнтів тертя в системі „діафрагма-матеріал-колодка”, геометричних параметрів колодки.

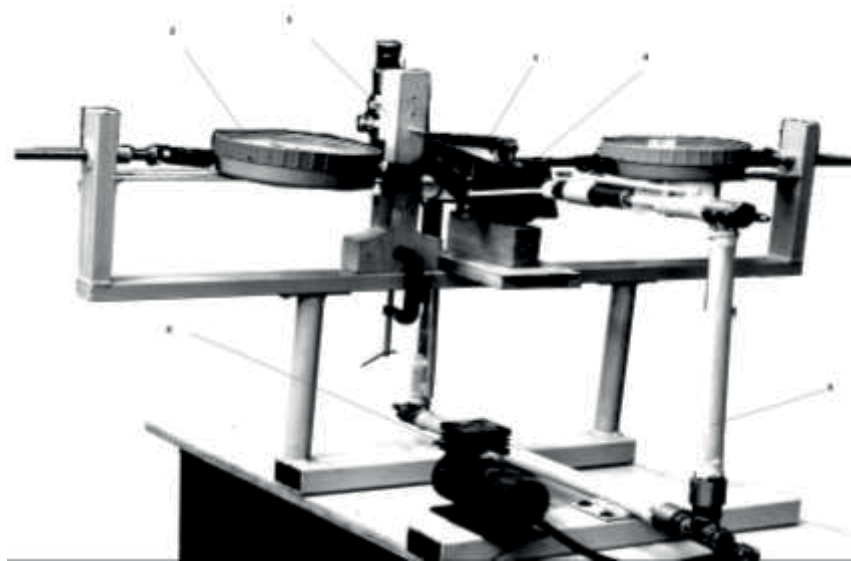


Рис. 1. Установка для дослідження шнурової зтяжки з фрикційною обтяжкою

При виконанні технологічної операції зтягування деталей верху взуття для забезпечення якості готового виробу необхідно досягнути якомога більш рівномірного деформування матеріалу. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при зусиллях, близьких до значення 150Н, можна досягти видовження матеріалу на величину 7–10% у носковій, 2–5% у геленковій та 1,5–6% у п'ятковій частинах, що забезпечує необхідні параметри формостійкості і здатності до приформовування верху взуття. Такі деформації можна досягти, використовуючи описане вище обладнання для шнурової зтяжки з фрикційною обтяжкою.

Для підвищення точності прилягання і забезпечення рівномірного тиску діафрагм, збільшення швидкості процесу зтяжки необхідно застосувати надійний і точний механізм переміщення фрикційних рамок. В останні роки в машинобудуванні і приладобудуванні широке розповсюдження отримали гідро і пневмопривідні системи (ГПС).

Переваги застосування цих систем полягають в тому, що досягається можливість створення значних зусиль порівняно невеликими за габаритами силовими пристроями; забезпечується безступінчате регулювання швидкості в широкому діапазоні. Крім того, під час роботи виконавчих механізмів обладнання пневмоприводи забезпечують простоту управління режимами виконання операцій, безшумність їх у роботі, плавність руху робочих органів, стандартизацію і типізацію пристроїв [4].

Пневматичний привод по принципу дії нічим не відрізняється від гідравлічного і володіє тими ж перевагами, за виключенням обмеженості силових можливостей, в зв'язку з чим його застосовують в машинах з малими технологічними зусиллями на робочих органах – до 30 000Н [5].

Основними перевагами пневмопривідної системи є простота, надійність, довговічність і економічність, які обумовлені одноканальним живленням (відпрацьоване повітря випускається безпосередньо в атмосферу без відвідних трубопроводів) і дешевизною самого робочого середовища (повітря). Внаслідок малої чутливості повітря до зміни температури характеристики пневмоприводу є стабільними [6].

Запропонована нами принципова схема пневмоприводу, призначеного для управління роботою фрикційними рамками та здійснення ними фрикційної обтяжки заготовки (рис. 4.2) працює таким чином.

Компресор нагнітає до напірного золотника 6 повітря, яке по системі трубопроводів 1 потрапляє на вертикальне і горизонтальне розгалуження. Для забезпечення можливості пропускання повітря в одному напрямку, зберігаючи повну герметичність у зворотному, та збереження сталого тиску у системі, в кожне із розгалужень включені зворотні клапани 5. Потік стисненого повітря від компресора до робочих порожнин силових пристроїв 3 а також для відводу його в атмосферу здійснюється золотниковими розподільвачами 2. Заодно штуцер для відводу

повітря в атмосферу шляхом підключення до нього манометра можна використати для вимірювання тиску в системі. Регулювання швидкості руху штоку робочого циліндра разом з фрикційними рамками здійснюється дросельними пристроями 7. Потенціальна енергія стисненого повітря у системі перетворюється в механічну роботу переміщення фрикційних рамок безпосередньо силовими циліндрами 3 односторонньої дії. Завдяки зворотно-поступальному руху і невеликому шляху переміщення веденої ланки 4 силові циліндри створюють значні зусилля на фрикційні рамки.

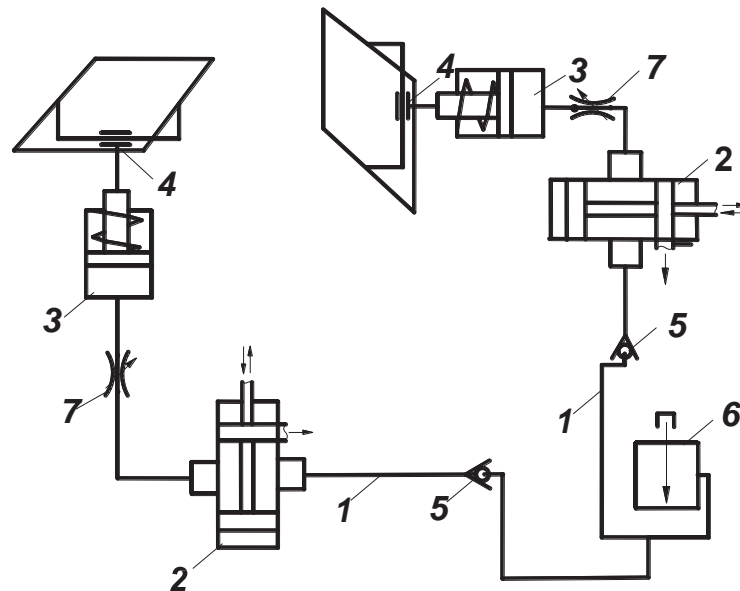


Рис. 2. Принципова схема пневмоприводу для здійснення фрикційної обтяжки заготовки верху

В обладнанні на основі дослідної установки застосували подвійне переміщення веденої ланки в залежності від характеру виконуваної дії. На початку для приведення фрикційних рамок до заготовки виконується швидкий (допоміжний) рух при порівняно невеликому опорі, а в момент дотикання діафрагми до заготовки починається повільне переміщення веденої ланки на невеликий шлях, але з великим опором (технологічний рух). Розрахунок значення зусилля на штоці, до якого кріпиться ведена ланка, тобто технологічного зусилля фрикційної обтяжки, наведено у додатку В.

Тривалість дії силового поля, спричиненого дією стиснутого повітря, у часі не обмежена. При цьому енергія, що виділяється, витрачається на роботу по деформуванню заготовки, на створення фрикційного зусилля і на нагрівання в процесі роботи елементів пневмоприводу. Короткочасність технологічного руху ведених ланок з фрикційними рамками сприяє тому, що на нагрівання елементів пневмоприводу витрачається лише невелика частина всієї енергії. Однак при цьому короткочасність ходу робочих органів повинна компенсуватися створенням високого тиску, необхідного для надання заготовці кінетичної енергії, достатньої для здійснення її формоутворення. Іншими словами, для створення таких силових полів необхідна порівняно невелика кількість енергії, що споживається за дуже малий проміжок часу [7].

Обладнання для виконання технологічних операцій шнурової затяжки з фрикційною обтяжкою, створене шляхом удосконалення дослідної установки та застосування пневмоприводу, в умовах взуттєвого виробництва працює наступним чином. Фрикційні рамки (рис. 4.2) знаходяться в початковому положенні, котре, як по відношенню до силового блоку, так і до взуттєвої колодки визначається в залежності від умов виконання та режимів технологічної операції затягування і формування.

При подачі тиску повітря у систему трубопроводів пневмоприводу на штоках циліндрів спочатку створюється сила холостого ходу  $P_{xx}$ , достатня для швидкого переміщення рамок до колодки. Від контакту діафрагм із заготовкою і колодкою виникає сила корисних опорів  $P_{ко}$ , котра за величиною рівна технологічному зусиллю на робочому органі. Під дією цієї сили гумові діафрагми розтягуються і завдяки цьому обтискують носково-пучкову і п'яткову частини заготовки, створюючи необхідні нормальне та зсувне зусилля.

**Методика розрахунку силового циліндра пневмоприводу**

Для визначення зусилля на робочому органі, закріпленому на штоку циліндра, та встановлення взаємозв'язку між переданими зусиллями, тиском в системі і площею поршня, розглянемо загальний випадок переміщення поршня в циліндрі з протитиском і робочими органами машини, на яких виникають сили корисного опору обробки виробу, в даному випадку – технологічні зусилля фрикційної діафрагми на заготовку.

Вихідними даними для розрахунку силового циліндру є:

$p$  – тиск в системі, Па;

$S_{кп}$  – корисна площа поршня із сторони тиску, м<sup>2</sup> ;

$P_{ко}$  – сила корисних опорів, Н;

$p_{кт}$  – протитиск, Па;

$S_{кт}$  – корисна площа поршня з боку протитиску, м<sup>2</sup> ;

$\Sigma P_{тр}$  – сума сил тертя в ущільнювачах, Н;

В цьому випадку загальне рівняння рівноваги сил (рис 3.) буде мати вигляд:

$$pS_{кп} = P_{ко} + p_{кт} S_{кт} + \Sigma P_{тр} . \quad (1)$$

Корисна площа поршня визначається як площа геометричних фігур: кола діаметром, рівним внутрішньому діаметру циліндра для безштокової порожнини, і кільця, що має зовнішній діаметр, рівний діаметру циліндра, та внутрішній діаметр, рівний зовнішньому діаметру поперечного перетину штоку циліндра.

Сили тертя в ущільнювачах, спряжених з деталями, які взаємно переміщуються в процесі роботи пристрою, слід визначати окремо для кожного ущільнювача.

Сила тертя між металевими кільцями і дзеркалом циліндра [4] рівні:

$$P_{тр} = \pi D b p f z , \quad (2)$$

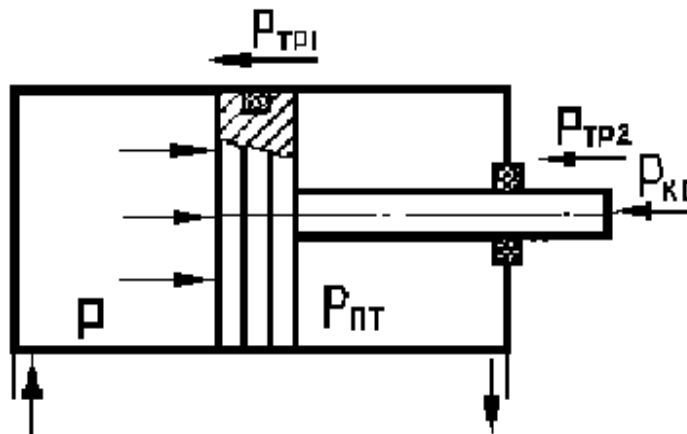


Рис. 3. Розрахункова схема силового циліндра

де  $D$  – діаметр поверхні тертя, мм;

$b$  – висота кільця, мм;

$p$  – тиск між поверхнею кільця і дзеркалом циліндра (значення  $p$  можна приймати 40÷130 КПа);

$f$  – коефіцієнт тертя між кільцем і циліндром;

$z$  – число кілець, що задіяні в роботі.

Коефіцієнт тертя між чавунним поршневым кільцем і циліндром становить 0,07÷0,25 (більше значення відносять до нових кілець, менше – до прироблених). Якщо кільця працюють при високій температурі, високих тисках і швидкості, коефіцієнт тертя можна приймати 0,15÷0,25.

Сила тертя в ущільнювачах для штоку, виконаних із шкіри (т. зв. шкіряні манжети), визначається за формулою [4]:

$$P_{тр} = \pi D b p f , \quad (3)$$

де  $D$  – діаметр спряженої металічної поверхні тертя, мм;

$b$  – ширина спряженої поверхні тертя, мм;

$p$  – тиск повітря у циліндрі, КПа;

$f$  – коефіцієнт тертя шкіряних кілець по металічним спряженим деталям.

Коефіцієнт тертя можна приймати: для кілець із м'якої шкіри 0,03...0,07, із твердої шкіри – 0,10...0,13, із шкіри, що працює без змащення, – до 0,20.

Оскільки при проектуванні нової машини діаметри циліндрів і маса рухомих деталей невідомі і тертя ковзання коливається в широких межах, спочатку необхідно провести попередній розрахунок параметрів системи по зусиллю  $P_{розр}$ , штучно збільшуючи зусилля опору на деяку величину, враховуючи опір в ущільнювачах:

$$P_{розр} = \kappa_3 P_{к.о.} \quad (4)$$

де  $\kappa_3$  – коефіцієнт запасу, рівний 1,1...1,5.

Попередньо діаметр циліндра визначається за формулою [49, 53]:

$$D = \sqrt{\frac{4\kappa_3 P_{к.о.}}{\pi p}} \quad (5)$$

Розрахунковий діаметр циліндра округлюють до найближчого більшого стандартного розміру, уточнюють конструктивні параметри ущільнювачів і розміри деталей, що переміщуються. після цього проводять перевірку прийнятих розмірів і параметрів зусиль за формулою (1).

Для наближених інженерних розрахунків при визначенні технологічних зусиль, які можна дістати на робочому органі машини, закріпленому на штоці робочого циліндра, інженерам-технологам взуттєвого виробництва можна користуватися спрощеною формулою, у якій всі втрати враховуються єдиним коефіцієнтом втрат  $\kappa_6$ , рівним 0,5÷0,9:

$$P_{шт} = \kappa_6 p S_n, \quad (6)$$

де  $P_{шт}$  – зусилля на штоці;

$p$  – тиск в циліндрі;

$S_n$  – площа поршня.

Після завершення обтягування діафрагмами частин заготовки відбуваються необхідні переміщення матеріалу заготовки та формоутворення верху взуття. Паралельно з виконанням технологічних операцій шнурової з'яжки за допомогою закріпленого на вимірювальній стійці електронно-цифрового обладнання здійснюється контроль правильного виконання основних режимів – факторів, що впливають на якість з'ягнутого верху. Як тільки закінчується виконання операції, стиснуте повітря через золотники стравлюється із пневмосистеми, фрикційні рамки під дією пружин повертаються в початкове положення, після чого цикл повторюється.

Порівняно з традиційними методом шнурової з'яжки метод фрикційної обтяжки за допомогою описаної пневмосистеми має вагомні переваги, до яких можна віднести:

- технологічну гнучкість та керованість процесу з'яжки;
- високу продуктивність технологічного процесу;
- простоту приладів та пристроїв для створення обладнання;
- можливість механізації і автоматизації технологічного процесу;
- високу культуру виробництва і простоту обслуговування обладнання;
- безшумність роботи;
- економічність;
- екологічну чистоту.

Таким чином, проаналізувавши роботу удосконаленого обладнання, можна стверджувати, що з метою запобігання перевантаження обладнання для шнурової з'яжки, а також для збільшення терміну його експлуатації технологічне зусилля на шнур не повинно перевищувати 250Н. При виконанні технологічної операції фрикційної шнурової з'яжки заготовок верху взуття доцільно подавати тиск у пневмосистему в інтервалі 1,5÷2,0 мПа з одночасним використанням гуми для діафрагм з невисоким модулем пружності/

#### Висновки

Для підвищення точності прилягання і забезпечення рівномірного тиску діафрагм на матеріал верху та збільшення швидкості процесу з'яжки, розроблений технологічно гнучкий механізм переміщення фрикційних рамок на основі новітньої пневмопривідної системи.



**ЛІТЕРАТУРА**

1. Росул Р.В. Удосконалення технологічного процесу формоутворення верху взуття : дис. ... кандидата техн. наук : 02.12.09 / Росул Руслан Васильович. – К., 2009. – 142 с.
2. Пат. 75817 А, МПК<sup>7</sup> А43D 15/00. G01L 1/04 Пристрій для дослідження шнурової затяжки заготовки верху взуття / Росул Р. В., Либа В. П. – № 20041008466; заявл. 18.10.04; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5.
3. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. // Машиностроение, 1981. – М. – 184 с.
4. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Татьяна Михайловна Башта. – М. : Машиностроение, 1971. – 667 с.
5. Пискорский Г. А. Гидравлические и пневматические устройства машин / Г. А. Пискорский, Н. А. Сивченко. – К. : Машгиз, 1962. – 190 с.
6. Залкинд А. И. Новое оборудование обувного производства / Аврам Иосифович Залкинд. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 91 с.
7. Орлов П. И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн.2. Под ред. П. Н. Учаева. – 3-е изд., исправл. / П. И. Орлов – М. : Машиностроение, 1988. – 544 с.

**Рецензенти:**

**Внутрішній рецензент** Стегней Мар'яна Іванівна, МДУ, доктор економічних наук, професор

**Зовнішній рецензент** Жигуц Юрій Юрійович, УжНУ, завідувач кафедри «ТМ», доктор технічних наук, професор