

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СИЛОВОЇ ФІКСАЦІЇ ПАКЕТУ ДЕТАЛЕЙ ПЕРЕД ЇХ СКРІПЛЕННЯМ У ЗАГОТОВКУ

В статті наводиться фізична модель процесу силової фіксації деталей при складанні заготовок верху взуття. Розглядається фіксація виробів, які складаються з одного, двох та трьох шарів матеріалу. Наведено математичні залежності, що описують даний процес.

In the article analytical research of process of the power fixing of details is pointed at drafting of purveyances of top of shoe. Fixing of wares which consist of one, two and three layers of material is examined in detail. Mathematical dependences which describe the process are resulted.

Ключові слова: заготовки верху взуття, деталі верху взуття, попередня фіксація, палета.

Вступ

Загальновідомо, що виготовлення заготовок верху взуття (ЗВВ) за допомогою традиційного скріплення деталей на швейних машинах можливо реалізувати за допомогою двох методів: послідовного, коли кожна наступна деталь по чергово приєднується до попередніх, і паралельного, за якого одночасно зшиваються усі деталі заготовки. Очевидно, що перша схема як більш універсальна передбачає ручне виконання усіх допоміжних операцій і тому є менш продуктивною, що суттєво збільшує собівартість виробництва. На відміну від неї друга більш продуктивна, і крім того дозволяє стабільно випускати вироби підвищеної якості за рахунок локалізації людського фактора. Хоча слід визнати, що ці переваги стають відчутними лише при масовому виробництві. Поряд з цим, застосування другої схеми обов'язково потребує наявності автоматизованого обладнання, оснащеного спеціальною оснасткою (палетами), що робить її використання неефективним при випуску малих серій і відповідно малоприйнятним для малих підприємств. У той же час, на сучасному етапі розвитку взуттєвої промисловості саме малі підприємства стали найбільш розповсюдженими організаційними структурами в галузі. Це пояснюється тим, що цей тип виробництва є більш динамічним з точки зору зміни асортименту і має ряд інших маркетингових переваг.

Усі відомі схеми та конструкції палет мають один суттєвий недолік, пов'язаний з їх обмеженими технологічними можливостями. Останнє визначається їх вузькою спеціалізацією і можливістю застосування лише для конкретних моделей взуття. Крім того одна палета може використовуватись тільки для обмеженого розмірного ряду, який, як правило, не перевищує трьох розмірів. Таке обмеження суттєво підвищує собівартість виробництва, струмуючи тим самим можливості подальшого застосування засобів автоматизації складальних процесів при виробництві малих серій. Тому постає проблема адаптації сучасних засобів автоматизації саме до умов малих підприємств.

Аналіз досліджень та публікацій

Загальноприйнята, технологічно обумовлена схема [1] фіксування в потрібному положенні деталей перед складанням ЗВВ має забезпечити умови, за яких контури поверхонь, які спрягаються, чи зони спряження будуть розташовуватись в межах встановленого допуску одна відносно одної. Умови такого контакту можуть бути різними [2], але вони мають надійно забезпечити збереження потрібного положення об'єктів складання, повністю виключивши при цьому будь-який вплив навколишнього середовища.

В умовах автоматизованого виконання процесу, що розглядається, його якісне забезпечення можливе лише при дотриманні наступних вимог:

- недопущення відносного зміщення деталей в процесі формування пакету та його скріплення у ЗВВ;
- забезпечення вільного доступу робочих органів обладнання, які скріплюють деталі по шву, під час складального процесу;
- створення умов для розширення номенклатури моделей і розмірів заготовок, що має забезпечуватись конструкцією спеціальної оснастки при мінімальній кількості її переналагоджувань.

Відповідно для проектування таких пристосувань, в першу чергу, необхідно дослідити явища, які безпосередньо відбуваються у зоні контакту деталей ЗВВ з робочими органами оснащення.

Раніше нами було визначено [3], що найбільш ефективним та вживаним на сьогодні є силовий спосіб фіксації пакетів деталей ЗВВ з затисканням останніх по площині в процесі отримання виробу.

Формулювання цілей статті

В даній роботі розглядається процес силової фіксації елементів плоских багатопарових виробів. Зокрема обґрунтовуються запропоновані припущення для побудови фізичної моделі процесу силової фіксації деталей при виготовленні ЗВВ за допомогою розробленої конструкції універсальної палети [4].

Виклад основного матеріалу досліджень

Відомо, що ЗВВ складається з деталей, деформаційні властивості матеріалів яких описуються складними рівняннями [5]. Зокрема [6, 7] вітчизняні та зарубіжні науковці неодноразово вказували, що матеріал ЗВВ є в'язко-пружним. Тобто матеріали такого типу можливо математично змоделювати за допомогою відомих фізичних моделей (рис. 1). Пружиною моделюються пружні властивості матеріалу деталей, а гідравлічним поршнем – його в'язкі властивості.

В подальшому погляди науковців на ці процеси дещо розходились. Так, представники Литовської школи [6] пропонували розглядати деформаційну поведінку матеріалів верху взуття як нелінійну, з нелінійним гідравлічним чи негуківським пружним елементом.

Так як для конструювання обладнання необхідно визначити фізичну суть деформації та математично описати ці процеси, науковцями нашого університету були розглянуті усі їх можливі види для матеріалів легкої промисловості, які виникають під час формування деталей стисканням чи розтягом. Фізична модель, яка найбільш точно характеризує процес деформації матеріалу на їх думку – це модель в'язко-пружної деформації. Тобто, коли матеріал в деформованому стані, частина пружної деформації переходить в пластичну, а частина – в еластичну. Через деякий час, коли сили пружності стануть меншими від границі плинності матеріалу деталі, пластична деформація зникає раптово, а еластична – поступово і залишається лише пластична деформація [8].

Проте, науковцями Київської [9] та Московської [10] наукових шкіл було встановлено, що матеріал деталей легкої промисловості в певному проміжку деформацій можна розглядати як пружний. Тобто на підставі вище наведених результатів та відомих досліджень [10, 11, 12], за умови, що для всіх резонансних кривих для матеріалів деталей, коли частота силової дії прямує до 0, можна у першому наближенні припустити, що відношення величини прикладеної сили F до коефіцієнту жорсткості k , буде відповідати закону Гука.

Отже, матеріал деталей верху взуття, що фіксується в спеціальному пристосуванні стисканням в першому наближенні, будемо розглядати як пружний.

Тому, для побудови фізичної моделі процесу фіксації деталей методом їх затискання за допомогою спеціальної оснастки при виготовленні ЗВВ, нами були зроблені наступні припущення:

1. Вважаємо, що у першому наближенні матеріал деталей має на діаграмі розтягу початкову ділянку, що описується законом Гука.

2. Фізико-механічні властивості матеріалів деталей, що фіксуються, однакові.

3. Усі робочі поверхні притискних елементів, що фіксують деталі в пакеті, не деформується і мають однакові фізико-механічні властивості.

4. В процесі отримання ЗВВ дією маси притискних елементів на шари деталей, що з'єднуються, нехтуємо, беручи до уваги лише зовні прикладену силу притискання.

З розгляду фізичної моделі процесу фіксації деталей ЗВВ, у відповідності до прийнятих припущень, стає очевидним, що при деформуванні матеріалу деталей виникає сила, яка прагне відновити їх початкові розміри та форму. Сила пружності буде пропорційна деформації тіла деталі.

Відповідно розподіл зусиль при фіксації одного шару матеріалу, наприклад союзки, матиме наступний вигляд:

$$F + kx + mg - N_1 - N_2 = F + F + mg - F - (F + mg) = 0, \quad (1)$$

де F – сила стискання шару матеріалу деталі;

x – величина деформації;

k – коефіцієнт пружності матеріалу деталі;

m – маса деталі;

N_1 – нормальна реакція деталі, $N_1 = F$;

N_2 – нормальна реакція з урахуванням ваги деталі, $N_2 = F + mg$.

Рівняння рівноваги для схеми фіксації пакету, що складається з двох деталей, наприклад союзки та беречь матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} & F + kx_1 + m_1g + kx_2 + m_2g - N_1 - N_2 - N_3 = \\ & = F + \frac{F}{2} + m_1g + \left(\frac{F}{2} + m_1g\right) + m_2g - F - \left(\frac{F}{2} + m_1g\right) - \left(\frac{F}{2} + (m_1 + m_2)g\right) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

де kx_1 – деформація першої деталі, оскільки в системі їх дві, то $kx_1 = F/2$;

kx_2 – деформація другої деталі з урахуванням дії ваги першої, $kx_2 = F/2 + m_1g$;

m_1, m_2 – маси верхньої і нижньої деталей відповідно;

N_1 – нормальна реакція матеріалів двох деталей, $N_1 = F$;

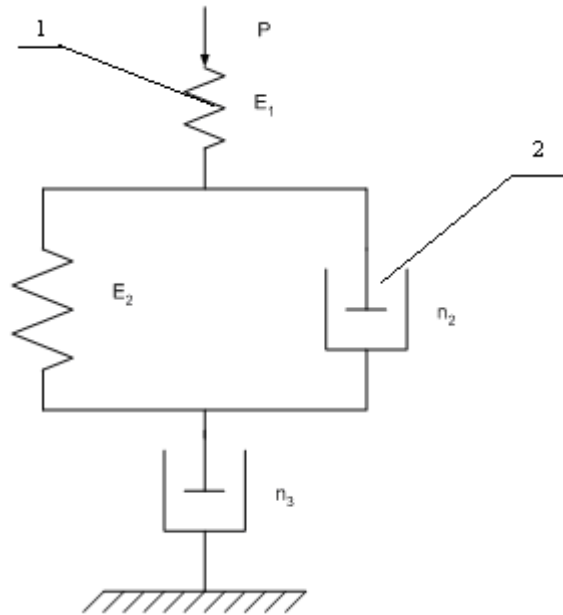


Рис. 1. Модель в'язко-пружної деформації: 1 – пружина, 2 – поршень, E_1, E_2 – модулі пружності матеріалу, h_1, h_2 – характеристика пластичності матеріалу

N_2 – нормальна реакція першої пружини з урахуванням її ваги, $N_2 = F/2 + m_1g$;

N_3 – нормальна реакція другої пружини з урахуванням ваги обох пружин, $N_3 = F/2 + (m_1 + m_2)g$.

Розподілення зусиль при фіксації трьохшарових пакетів деталей, що складаються з союзки з накладеними берцями та настрочним язичком, аналогічно буде визначатися рівнянням:

$$\begin{aligned} & F + kx_1 + m_1g + kx_2 + m_2g + kx_3 + m_3g - N_1 - N_2 - N_3 - N_4 = \\ & = F + \frac{F}{3} + m_1g + \left(\frac{F}{3} + m_1g\right) + m_2g + \left(\frac{F}{3} + (m_1 + m_2)g\right) + m_3g - \\ & - F - \left(\frac{F}{3} + m_1g\right) - \left(\frac{F}{3} + (m_1 + m_2)g\right) - \left(\frac{F}{3} + (m_1 + m_2 + m_3)g\right) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

де kx_1 – деформація першої пружини, оскільки в системі їх три, то $kx_1 = F/3$;

kx_2 – деформація другої пружини з урахуванням дії ваги першої, $kx_2 = F/3 + m_1g$;

kx_3 – деформація третьої пружини з урахуванням дії ваги першої та другої, $kx_3 = F/3 + m_1g + m_2g$;

m_1, m_2, m_3 – маси верхньої, середньої і нижньої пружини відповідно;

N_1 – нормальна реакція від трьох пружин, $N_1 = F$;

N_2 – нормальна реакція першої пружини з урахуванням її ваги, $N_2 = F/3 + m_1g$;

N_3 – нормальна реакція другої пружини з урахуванням ваги обох пружин, $N_3 = F/3 + (m_1 + m_2)g$;

N_4 – нормальна реакція третьої з урахуванням ваги трьох пружин, $N_4 = F/3 + (m_1 + m_2 + m_3)g$.

На нашу думку, згідно з запропонованою фізичною моделлю в подальшому буде можливо змодельовати, аналітично описати та визначити необхідну величину фіксуєчого зусилля для виготовлення багатошарових виробів легкої промисловості за допомогою спеціальних пристосувань.

Висновки

1. В першому наближенні припускається можливість моделювання матеріалу деталей як пружних елементів.

2. На цій основі запропонована фізична модель процесу силової фіксації багатошарових конструкцій ЗВВ, що складаються з одно-, дво- чи трьохшарового пакету деталей.

3. Запропонований підхід дозволить в подальшому дослідити силовий метод попередньої фіксації деталей ЗВВ за допомогою спеціальної оснастки. При цьому буде можливо визначити величину необхідного зусилля притискання шарів пакету деталей, що не викличе пошкодження поверхні їх матеріалів і буде гарантувати надійне збереження положення окремих деталей в пакеті при виготовленні ЗВВ.

Література

1. Тонковид Л.А. Автоматизация сборочных процессов в обувном производстве / Тонковид Л. А. – К.: Техніка, 1984. – 248 с.
2. Горященко С.Л. Розробка пристроїв для автоматизованого складання плоских заготовок верху взуття: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.10 “Машины легкої промисловості” / С. Л. Горященко. – К., 2001. – 17 с.
3. Майдан П.С. Класифікація способів та методів попередньої фіксації плоских деталей верху взуття перед їх з'єднанням у заготовку / П. С. Майдан, Г. М. Драпак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 3. – С. 90–95.
4. Пат. 44619 Україна, МКВ⁷ А 43 D 111/00. Палета для складання багатошарових плоских виробів / Майдан П. С., Горященко С. Л., Драпак Г. М.; заявник та власник Хмельницький нац. ун-т. – № 200904066; заявл. 27.04.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.
5. Майдан П. С. Аналіз математичних моделей процесу фіксації плоских м'яких заготовок верху взуття: праці IV всеукр. наук. – техн. конф. [“Актуальні проблеми комп'ютерних технологій”], (Хмельницький, червень 2010 р.) / Майдан П. С // Мін-во освіти і науки України, Хмельн. націон. ун-т. – Хмельницький: ХНУ АН України, 2010. – С. 200–205.
6. Миллюшас В. Исследование текстильных материалов при постоянной деформации / В. Миллюшас // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 1974. – № 4. – С. 36–39.
7. Лыба В.П. Теория и практика проектирования комфортной обуви: автореф. дис. на соискание науч. степени доктор техн. наук: 05.19.06 “Технология обувных, коженно-галантерейных и шорных изделий” / Лыба Владимир Петрович. – К., 1996. – 38 с.
8. Кармаліта А.К. Методика математичного моделювання технології та механізмів легкої промисловості: [навч. посібник для студ. технол. та механ. спец. вищ. навч. закл. та спец. лег. пром.] / Кармаліта А. К., Піскорський Г. А., Скиба М. Є. – К.: ІЗМН, 1997. – 184 с.
9. Поломошных С.П. Исследования поштучного отделения из накопителя мягких деталей верха обуви: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.13 “Машины и агрегаты” / С.

П. Поломошных. – К., 1978. – 22 с.

10. Белокуров В.П. Развитие теоретических основ и разработка методов определения вязкоупругости материалов легкой промышленности в квазистатическом и динамическом резонансном режиме: автореф. дис. на соискание науч. степени доктора техн. наук: спец. 05.19.01 “Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности” / В. П. Белокуров. – М., 2007. – 49 с.

11. Колесникова П. А. Эксплуатационные свойства тканей и современные методы их оценки / Колесникова П. А. – М.: Ростехиздат, 1960. – 475 с.

12. Кукин Г. Н. Учение о волокнистых материалах / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев – М.: Гизлегпром, 1949. – 377 с.

Надійшла 14.3.2011 р.

УДК 677.055

Б.Ф. ППА, В.П. МІСЯЦЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ У ГОЛЦІ В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ

Представлено результати досліджень впливу жорсткості системи голка – клин на динамічні напруження, що виникають у голці в'язальної машини при ударі її об клин.

The results of researches of influence of inflexibility of the system are presented a needle is a wedge on dynamic tensions which arise up in the needle of knitting machine at the blow of it at a wedge.

Ключові слова: голка в'язальної машини, удар голки об клин, ударні хвилі напружень, динамічні напруження.

Вступ

Особливістю роботи голки в'язальної машини є ударна взаємодія її з клином [1– 7]. При цьому в момент удару голки об клин у її стержні виникають ударні хвилі напружень (динамічні напруження [8]), що є однією із основних причин відмовлення голок (руйнування гачка голки). Існуючий метод визначення величини динамічних напружень, що виникають у стержні голки при ударі її об клин, недосконалий, оскільки при цьому розглядається випадок жорсткого удару голки (стержня) об клин. У дійсності ж при ударі голки об клин має місце пружний удар, зумовлений жорсткістю системи голка-клин. Тому питання досліджень впливу жорсткості системи голка – клин на динамічні напруження, що виникають в голці при взаємодії її з клином, є актуальним для теорії проектування в'язальних машин.

Об'єктом досліджень обрана пара голка – клин в'язальної машини та аналіз впливу її жорсткості на динамічні напруження у стержні голки.

При розв'язанні задач, поставлених у даній роботі були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії удару, пружності та опору матеріалів.

Завданням досліджень стало удосконалення теорії ударної взаємодії голки в'язальної машини з клином з метою оцінки впливу жорсткості системи голка – клин на величину динамічних напружень, що виникають при цьому у голці.

Основний розділ

При розгляді питання розповсюдження хвиль напружень, що виникають у момент удару, розглянемо стержень, схема якого представлена на рис. 1, а. Вісь стержня приймаємо за вісь Х. Сила удару прикладена до точки О стержня.

За початкові умови приймаємо: при $t = 0$

$$u = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial t} = 0;$$

$$\text{гранична умова (при } x = 0): \quad EF \frac{\partial u}{\partial x} = -N(t),$$

де $u = u(x, t)$ – подовжнє переміщення перетину стержня при ударі;

E – модуль нормальної пружності матеріалу стержня;

F – площа поперечного перерізу стержня;

$$\frac{\partial u}{\partial x} = e \text{ – відносне подовження стержня;}$$

$N(t)$ – зусилля стиску, зумовлене ударом.

Очевидно: $N(t) \equiv 0$ при $t \leq 0$.

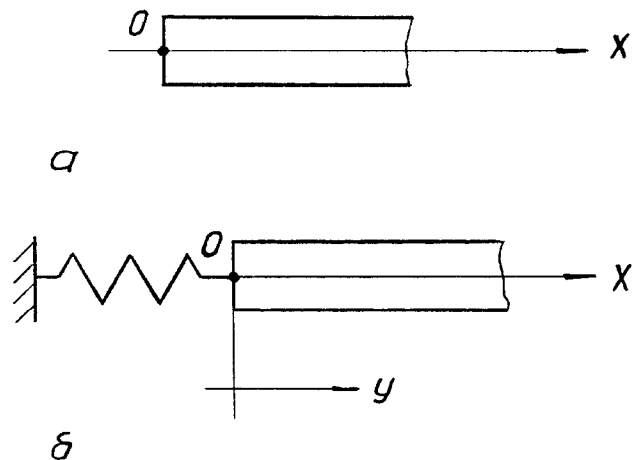


Рис. 1. До аналізу процесу поширення пружної подовжньої хвилі напружень у стержні голки в'язальної машини: а – при жорсткому ударі голки об клин; б – при пружному ударі голки об клин