

неминуче призведе до похибки.

Як буде показано в окремій роботі, ця похибка (в сторону завищення дійсного коефіцієнта запасу) може бути суттєвою.

#### Висновки

1. Гранична лінія діаграми граничних дотичних напружень у разі пластичного матеріалу є еліпс.
2. Виведено формули граничного значення критерію найбільшого дотичного напруження і коефіцієнта запасу при використанні цього критерію за спрощеного плоского напруженого стану.
3. Виведені формули справедливі для матеріалу в пластичному стані незалежно від характеру навантаження за простих опорів, що є компонентами складного опору.
4. Виведена формула коефіцієнта запасу збігається з формулою, побудованою емпіричним шляхом для визначення коефіцієнта запасу при симетричному циклічному навантаженні.

#### Література

1. Павлов В.С. Вибір критерію міцності в машинобудуванні // Вісник Хмельницького національного університету. – технічні науки. – 2006. – № 6. – С. 172-176.
2. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів, підручник / За ред. Г.С.Писаренка. – К.: Вища школа, 1993. – 655 с.
3. Павлов В.С. Визначення коефіцієнта запасу міцності при циклічному і змішаному складних опорах, що спричиняють лінійний напружений стан. Статичні компоненти складного опору – опори додатним лінійним деформаціям // Вісник Хмельницького національного університету. – технічні науки. – 2008. – № 6. – С.28-35.
4. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Наука, 1993. – 872 с.
5. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.

Надійшла 23.12.2009 р.

УДК 687.053

П.Г. КАПУСТЕНСЬКИЙ, Е.А. МАНЗЮК  
Хмельницький національний університет

### РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ТА СТАТИЧНИХ НАТЯГІВ НИТКИ

*Запропоновано технічне рішення визначення натягів нитки в статичних та динамічних режимах. Розроблена конструкція системи вимірювання, яка дозволяє розширити експлуатаційні можливості існуючих вимірювальних пристроїв не вносячи суттєвих змін у конструкцію існуючих пристроїв. Встановлено основні залежності та співвідношення для розрахунку і проектування запропонованого рішення та визначення динамічного натягу нитки. Математично обґрунтовано проектування передаючих елементів системи вимірювання, що дозволили в значній мірі підвищити точність вимірювальної системи.*

**Technical solution definition of thread tension in static and dynamic modes. The developed measurement system design that enables greater operational capabilities of existing measuring devices are not making significant changes in the structure of existing devices. The basic relationship of dependency and to calculate and design the proposed solution and determine the dynamic tension of the thread. Mathematically grounded design elements of the transmission measurement, which allowed greatly improve the accuracy of the measuring system.**

Ключові слова: вимірювання натягу нитки, тестер натягу, система контролю натягу.

#### Постановка проблеми.

Експлуатація, ремонт та налагоджування роботи швейного, трикотажного та текстильного обладнання супроводжуються обов'язковою операцією регулювання натягу голкової, човникової нитки чи нитки петельника, що дозволяє забезпечити правильне переплетення ниток. Якість строчки в значній мірі залежить не тільки від натягу нитки але і від стабільності цієї величини, на яку впливає не тільки якість самої нитки, але і експлуатаційна надійність систем натягування та її переміщення. Так, в переважній більшості швейних машин, натяг голкової нитки здійснюється за допомогою тарільчатого регулятора, а натяг човникової нитки – за допомогою регулювання пластинчастої пружини шпульного ковпачка. Методика регулювання натягу цих ниток базується на досвіді та кваліфікації робітника, і здійснюється на декількох тестових сточуваннях клаптиків матеріалів, які в подальшому і будуть зшиватися. Кінцеве значення натягу ниток залишається невідомим, оскільки кількісна оцінка відсутня. Таку методику можна вважати дієвою та можливою тільки для застосування у випадку індивідуальної експлуатації швейної машини, однак, неефективною для промислового застосування та, особливо, для встановлення натягу ниток у багатоголкових машинах, де необхідно встановити однаковий натяг для усіх ниток. Існують залежності між натягами голкової та човникової ниток. Зміна експлуатаційних параметрів роботи одного з механізмів

натягу призводить до порушення технології зшивання, вихід з якого знаходять шляхом переналаштування сумісного механізму натягування, при невстановленні самої поломки та її причини, що може призвести до виходу з ладу цих систем та роботи машини в цілому. В той же час, кількісна зміна натягу нитки в процесі експлуатації може бути одним з критеріїв визначення експлуатаційної надійності систем натягу та переміщення нитки. Це дозволить провести стандартизацію систем натягів нитки та систем їх тестування і визначення критеріїв виходу з ладу та зниження експлуатаційних характеристик. Тому, розробка та проектування систем динамічного та статичного визначення натягу нитки є необхідного та нагальною задачею.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Найбільш простими пристроями для вимірювання з невеликою точністю є пружні динамометри та набір важків. Цей спосіб використовують в лабораторних умовах в зв'язку із складністю здійснення вимірювань [1]. Подальшим розвитком систем вимірювання, в основі яких лежить динамометр, є прилади МТ-320 та DX2-20K-L. DX2-20K-L має стрілочний динамометр, механізм вимірювання складається з системи роликів. Значну розповсюдженість знайшли пристрої, в конструкції яких використовуються тензодатчики. Прикладом таких технічних рішень є пристрій для вимірювання натягу ІН-642, тестер натягу експресивного типу МТ 310, система контролю натягу СКН, тестер натягу МТ 512. Різноманіття пристроїв вимірювання натягів обумовлене сферою та способом використання пристрою, величиною натягів, які необхідно вимірювати, міцністю нитки та іншими факторами. Існує ряд пристроїв для вимірювання натягу статичної нитки та нитки в протязці, наприклад НН-1 [1-4]. Принцип роботи базується на практичному застосуванні теорії загальмованого двигуна та полягає у вимірюванні складової струму якоря мікроелектродвигуна, який виникає при навантаженні його натягнутою ниткою, або ниткою, яка намотується на котушку вимірювального пристрою. Таким чином, існує ряд технічних пристроїв для вимірювання натягу нитки в певних режимах.

На нашу думку можна виділити три характерних режими вимірювання натягу нитки. Перший з них полягає в тому, що натяг нитки вимірюється в статиці, визначається величина зусилля при якому нитка приводиться в рух. Інший, коли натяг нитки вимірюється в протязці, натяг нитки вимірюється під час її протягування через систему нитководів, тобто під час руху нитки. В цих методах вимірювання натягу здійснюється з прикріпленням вільного кінця нитки до вимірювального пристрою. Третій режим вимірювань – при експлуатації машини в робочому режимі. Таким чином в третьому режимі визначається робоче навантаження нитки та його зміна під час роботи машини. Базуючись на існуванні таких режимів вимірювання натягу нитки, є доцільним та необхідним розроблення вимірювального пристрою, який би дозволяв здійснювати вимірювання натягу нитки у цих режимах, працював надійно та з належною точністю як при статичних, так і при динамічних режимах роботи нитки. На нашу думку існує принципова можливість розробки конструкцій універсального вимірювального пристрою з належною експлуатаційною надійністю, простотою експлуатації та точністю вимірювань.

#### **Формулювання цілі статті.**

Розробка технічних рішень, які б дозволили визначити натяг нитки у кількісній оцінці. Конструкція пристрою повинна характеризуватись простотою експлуатації та надійністю і точністю вимірювань як статичних, так і динамічних навантажень, охоплювати весь спектр необхідних вимірювань натягів нитки при налаштуванні швейних, текстильних та трикотажних машин. Також проведення теоретичних досліджень в напрямку розробки математичних розрахунків та обґрунтувань вибраних конструкційних рішень.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Розглянемо конструкцію пристрою для вимірювання натягу нитки НН-1 з метою розширення його функціональності. Прилад застосовується для визначення натягу рухомої нитки в протязці, а також нитки, яка знаходиться в стані спокою. В основу дії покладено вимірювання зміни складової струму якоря мікроелектродвигуна, яка виникає при навантаженні його натягнутою ниткою.

Прилад спроектований в єдиному корпусі. Як вузол вимірювального пристрою використовується одноступеневий черв'ячний редуктор. Цей редуктор 3 через еластичну муфту 2 приєднується до електродвигуна 1 (рис. 1). На вихідному валу редуктора розташований приймальний шків 4. Для визначення натягу необхідно на кінці нитки зав'язати петельку та одягнути на приймальну котушку.

Таку конструкцію пристрою можна вдосконалити з метою його використання для вимірювання динамічних навантажень нитки. Це дозволить розширити функціональні можливості пристрою та вдосконалити в напрямку універсальності використання. На рис. 2 подано кінематичну схему вимірювального пристрою з системою для вимірювання динамічного натягу нитки. Конструкція існуючого пристрою не змінена. Вона доповнена елементами конструкційного рішення для забезпечення вимірювань динамічних навантажень нитки.

Шків 4 контактує з гальмівними колодками 5 (див. рис. 2), відсутність контакту зі шківом у вільному стані яких забезпечується за допомогою пружини 6. Приведення в робоче положення колодок здійснюється за допомогою зубчатого колеса 7, який містить паз спеціальної форми, куди входить штифт. Форма паза забезпечує радіальне переміщення штифту при обертанні зубчатого колеса. Штифт та зубчате колесо з'єднані з гальмівними колодками, тому радіальне переміщення штифту спричинює переміщення колодок та їхній контакт із шківом. Зубчате колесо 7 з'єднане із зубчатою рейкою 8, до якої приєднаний

ролик 9. Вимірювальний пристрій працює таким чином: ролик 9 своєю робочою частиною контактує з ниткою. Під час роботи швейної машини нитка піддається динамічному натягу, що спричиняє переміщення ролика 9 разом із зубчатою рейкою 8. Рейка переміщуючись обертає зубчате колесо 7, в паз якого входить штифт, радіальне переміщення якого зумовлює контактування гальмівних колодок 5 із шківом 4, гальмуючи при цьому його обертання. Таким чином, доповнення конструкції вимірювального пристрою дозволяє забезпечити вимірювання динамічних навантажень. Таке технічне рішення не змінює конструкції існуючого пристрою та розширює його функціональність. Практичне втілення запропонованого рішення може бути реалізовано як пристрій-приставка до існуючої вимірювальної системи.

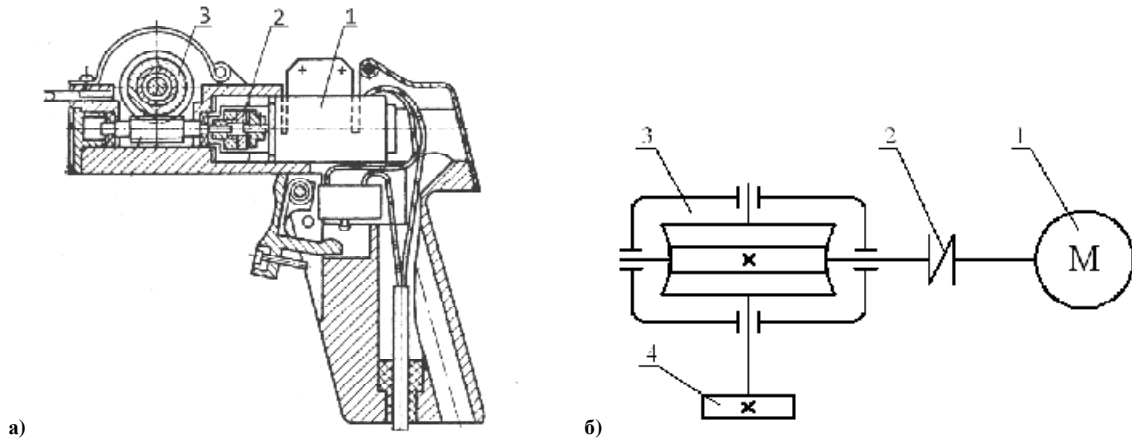


Рис. 1. Прилад для вимірювання натягу нитки НН-1:  
 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – одноступеневий черв'ячний редуктор; 4 – шків;  
 а) конструкція вимірювального пристрою; б) кінематична схема вимірювального пристрою

Для забезпечення необхідної точності вимірювань необхідно мінімізувати вплив сили стиснутої пружини на кількісну величину вимірюваного динамічного навантаження. Найбільш раціонально це можна реалізувати забезпечивши константну величину дії сили холостого налаштування роботи пристрою. Зі сторони вимірювального пристрою на нитку буде діяти константна сила  $F_k = const$  незалежно від величини переміщення зубчатої рейки упродовж вибирання зазору між гальмівними колодками та шківом. Це дозволить врахувати кількісну величину константної сили при вимірюванні динамічного натягу. Для забезпечення константності сили незалежно від величини стиснення пружини необхідно спроектувати форму поверхні пазу зубчатого колеса по якій переміщується штифт таким чином, щоб конструкція системи передачі зусилля натягу нитки дозволяла компенсувати збільшення дії на вимірювальну систему сили, яка виникає при стисненні пружини.

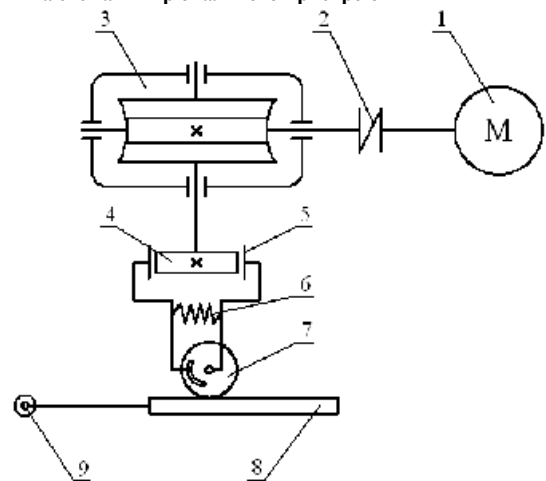


Рис. 2. Кінематична схема вимірювального пристрою з системою для вимірювання динамічного натягу нитки:  
 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – одноступеневий черв'ячний редуктор; 4 – шків; 5 – гальмівні колодки; 6 – пружина; 7 – зубчате колесо; 8 – зубчата рейка; 9 – ролик

Розглянемо сили, які діють при переміщенні штифта 2 у пазу 3 зубчатого колеса 1 (рис. 3), та спроектуємо їх на вісь  $Ox$ .

$$\sum F_x = F_{TP} \cos a + F_r \sin a - F = 0, \quad (1)$$

де  $F_{TP}$  – сила тертя між поверхнею штифта та поверхнею пазу зубчатого колеса;

$F_r$  – сила реакції поверхні пазу;

$F$  – сила з якою штифт діє на поверхню пазу;

$a$  – кут між дотичною до поверхні пазу, яка проходить через точку контакту пазу та штифта, та віссю  $Ox$ .

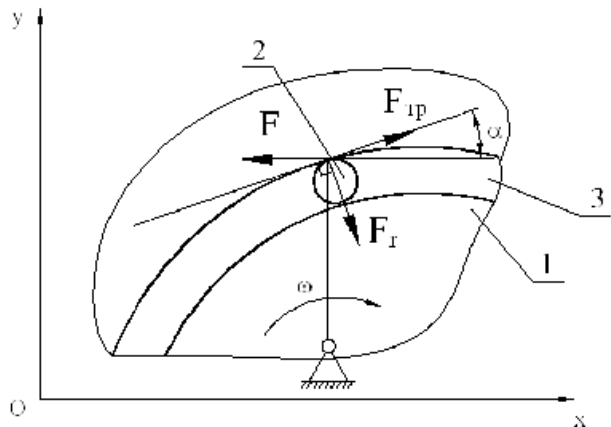


Рис. 3. Розрахункова схема системи передачі вимірювального приладу: 1 – зубчате колесо; 2 – штифт; 3 – паз зубчатого колеса

Виконавши необхідні перетворення та підстановки  $F_{TP} = fF_r$ , одержимо залежність для визначення сили реакції поверхні пазу колеса.

$$F_r = \frac{F}{f \cos a + \sin a}, \quad (2)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя між поверхнею пазу та поверхнею штифта.

Визначимо вплив сили стиснутої пружини на силу  $F_r$ .

$$F_r = \frac{F_{np}}{\cos a} = \frac{k\Delta l}{\cos a}, \quad (3)$$

де  $k$  – коефіцієнт жорсткості пружини;

$\Delta l = l_0 - l$ ,  $l_0$  – довжина пружини в недеформованому стані;  $l$  – довжина пружини в деформованому стані.

Взявши за основу константне значення діючих моментів при обертанні зубчатого колеса  $F_{3P}R = Fr = const$  та нормувавши величину сили зі сторони зубчатої рейки  $F_{3P} = 1$ , одержимо залежність для визначення величини радіусу поверхні пазу колеса.

$$r = \frac{R}{k\Delta l(f + \operatorname{tg} a)}, \quad (4)$$

де  $R$  – радіус ділильного кола зубчатого колеса.

### Висновки

Розроблено технічне рішення пристрою для вимірювання динамічного натягу нитки, яке дозволяє розширити функціональність приладу. Система вимірювання не вносить суттєвих змін в конструкцію існуючого прибору та характеризується простотою експлуатації, належною оперативністю та точністю вимірювань. Запропоновані основні залежності та співвідношення, які використовуються для проектування системи вимірювань, дозволяють забезпечити проектування та конструювання системи передачі приладу з константною величиною зусилля попереднього налаштування.

Таким чином, розширення функціональності існуючого приладу, шляхом вдосконалення його конструкції, дозволяє проводити вимірювання динамічних та статичних натягів нитки в різноманітних ланцюгах нитководів швейних, текстильних та трикотажних машин.

### Перспективи подальших розвідок.

Подальший розвиток проектування технічних систем вимірювання статистичних та динамічних навантажень полягає у розробці слідкуючих систем та систем оперативного, автоматизованого та своєчасного регулювання натягів ниток, які є складовою частиною машин і базуються на відомих та запропонованих рішеннях. Це дозволить обладнати необхідні машини такими системами та, в кінцевому результаті, поліпшити технологію виготовлення та якість продукції.

### Література

1. Поливанов С. Ю., Прытков В. Г., Сиротников Э. А. Эксплуатационные испытания швейных машин: Справ. пособие. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 136 с.
2. Савостицкий А. В., Меликов Е. Х. Технология швейных изделий. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 440 с.
3. Горбарук В. П. Расчёт и конструирование челночных швейных машин. – Л.: Машиностроение, 1977. – 230 с.
4. Комисаров А. И., Жуков В. В., Никифоров В. М. Проектирование и расчёт машин обувных и швейных производств. – М.: Машиностроение, 1978. – 431 с.

Надійшла 9.12.2009 р.