

УДК 677.055

МУЗИЧИШИН С.В., ППА Б.Ф.

Київський національний університет технологій та дизайну

**УСТАНОВКА ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ПРИСТРОЮ ЗНИЖЕННЯ  
ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ДИНАМІКУ  
ПУСКУ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ**

**Мета.** Розробка установки для експериментальних досліджень впливу пристрою зниження динамічних навантажень на навантаження, що виникають під час пуску в'язальних машин та автоматів.

**Методика.** Використані сучасні методи досліджень, що базуються на теорії динамічних процесів в механічних системах та статистичних методах обробки результатів експериментальних досліджень динамічних навантажень.

**Результати.** На основі аналізу установок для експериментальних досліджень динаміки привода в'язальних машин запропоновано нову конструкцію установки, що дозволяє проводити експериментальні дослідження динамічних навантажень в'язальних машин та автоматів безконтактним методом і, таким чином, забезпечити високу точність результатів вимірювань. Використання в установці сучасної виміральної та реєструючої апаратури забезпечує високу чутливість та точність реєстрації динамічних процесів, що відбуваються в приводах в'язальних машин та автоматів в період перехідних режимів роботи. Запропонована установка може бути використана для динамічних досліджень як в'язального обладнання, так і машин загального призначення.

**Наукова новизна.** Розроблено метод експериментальних досліджень ефективності використання пристроїв зниження динамічних навантажень в приводах в'язальних машин.

**Практична значимість.** Розроблено установку для експериментальних досліджень впливу пристроїв зниження динамічних навантажень на динаміку пуску в'язальних машин.

**Ключові слова:** установка для експериментальних досліджень динаміки в'язальних машин, привід в'язальної машини, динамічні навантаження привода, пристрій зниження динамічних навантажень.

**Вступ.** Особливістю обладнання легкої промисловості є значні динамічні навантаження, що виникають в період несталих режимів роботи [1-3] і є однією з основних причин зниження надійності та довговічності його роботи. Відомі засоби зниження динамічних навантажень в приводі машин [4] не завжди можуть бути використані в машинах легкої промисловості. При проектуванні в'язальних машин та автоматів слід приділяти увагу зниженню динамічних навантажень в приводі. Вирішення цієї проблеми без використання пристроїв зниження динамічних навантажень (ПЗДН) та методів перевірки ефективності їх роботи неможливе.

**Постановка завдання.** Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи технологічного обладнання легкої промисловості, завданням роботи є розробка установки для експериментальних досліджень впливу ПЗДН на зниження динамічних навантажень в приводі в'язальних машин та автоматів.

**Результати дослідження.** Для зниження динамічних навантажень в приводі круглов'язальної машини авторами в монографії [3] пропонується використовувати ПЗДН з циліндричною пружиною кручення. Для оцінки ефективності використання такого пристрою в приводі в'язальної машини необхідна його експериментальна перевірка. З цією метою

авторами розроблена спеціальна установка та вибрана сучасна апаратура для проведення експериментальних досліджень.

В якості експериментальної установки була використана круглов'язальна машина МС-5, встановлена у науково-виробничій лабораторії Київського національного університету технологій та дизайну.

Для проведення експериментальних досліджень привід круглов'язальної машини був модернізований – додатково обладнаний ПЗДН з циліндричною пружиною кручення [5], запропонований авторами (рис. 1). Обладнання приводу круглов'язальної машини ПЗДН дозволяє здійснювати пуск машини при попередньо напружених в'язях привода та обмеженому пусковому моменту електродвигуна, що позитивно впливає на зниження динамічних навантажень [2, 3].

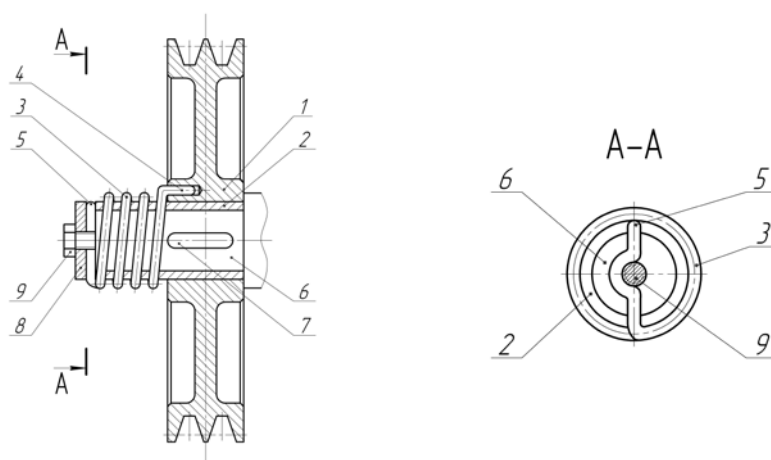


Рис. 1. Схема пристрою зниження динамічних навантажень

ПЗДН містить півмуфту 1, виконану у вигляді шківа клинопасової передачі, півмуфту 2, виконану у вигляді втулки, циліндричну пружину кручення 3, кінець 4 якої з'єднаний з півмуфтою 1, а другий кінець 5 з'єднаний з півмуфтою 2. ПЗДН півмуфтою 2 встановлюється на вал 6 і закріплюється на ньому за допомогою шпонки 7. Обмеження осьового переміщення ПЗДН забезпечують шайба 8 та гвинт 9.

ПЗДН працює таким чином. Обертальний рух від валу 6 за допомогою жорстко закріпленої на ньому півмуфти 2 та циліндричної пружини кручення 3 передається півмуфті 1, встановленої з можливістю повороту відносно півмуфти 2. При динамічних навантаженнях привода ПЗДН дозволяє зменшити пікові його навантаження за рахунок пружної деформації циліндричної пружини кручення 3. При зміні режиму роботи машини, зумовленого як швидкісними, так і силовими параметрами, необхідна зміна жорсткості ПЗДН досягається заміною циліндричної пружини кручення 3 на іншу циліндричну пружину кручення з необхідною для даного режиму роботи жорсткістю.

Основні параметри запропонованого ПЗДН визначаються згідно з методикою, запропованою авторами в роботі [5].

При проведенні експерименту, з метою оцінки працездатності ПЗДН та впливу жорсткості пружини на ефективність зниження динамічних навантажень було виготовлено три пружини, діаметр дроту яких становив 3,5, 4,5 та 6,0 мм відповідно.

Вимір динамічних навантажень, що виникають в приводі круглов'язальної машини, виконується за допомогою пристрою (рис. 2), що містить натяжний ролик, встановлений з можливістю взаємодії з ведучою віткою пасової передачі привода. Пристрій забезпечує одержання результатів вимірів динамічних навантажень без використання рухомих контактів в зоні взаємодії тензодатчиків з вимірювальною апаратурою, що дає можливість підвищити точність вимірів.

Вимірювання досліджуваних параметрів проводилось за допомогою перетворюючої та реєструючої апаратури (рис. 3, 4).

В якості перетворювачів деформації в електричний сигнал, використовувались дротяні тензодатчики 2 (рис. 3) з базою 20 мм КФ 5 ПІ-20-200А, підключені до мостової вимірювальної схеми 3, що забезпечує максимальну чутливість та лінійність вихідних параметрів. Сигнал з датчиків 2 поступає на вимірювальну плату WAD-AIK-BUS 4 через екранований дрiт, що значно знижує рівень перешкод, де сигнал підсилюється, перетворюється в цифрову форму та через USB інтерфейс надходить на обчислювальну мережу (персональний комп'ютер) 5, де відбувається збір показань датчиків та остаточна обробка отриманих значень. Вимірювальна плата WAD-AIK-BUS 4 підключена до джерела живлення 1.

У зв'язку з тим, що перехідні опори в струмоз'ємниках з ковзним контактом у ряді випадків вносять істотну погрішність до результатів вимірювань, при проведенні експериментальних досліджень був, як уже відмічалось раніше, обраний безконтактний метод зв'язку тензодатчиків з вимірювальною апаратурою (рис. 2).

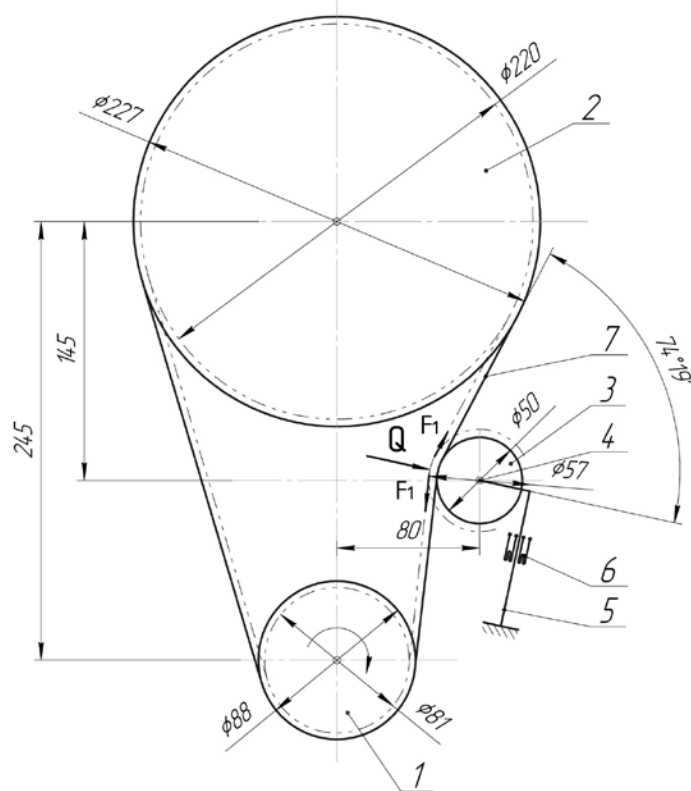


Рис. 2. Схема пристрою для виміру динамічних навантажень в приводі круглов'язальної машини та взаємодія його з пасовою передачею: 1, 2 – ведучий та ведений шків пасової передачі; 3 – натяжний ролик; 4 – вісь; 5 – важіль; 6 – тензодатчики; 7 – клиновий пас

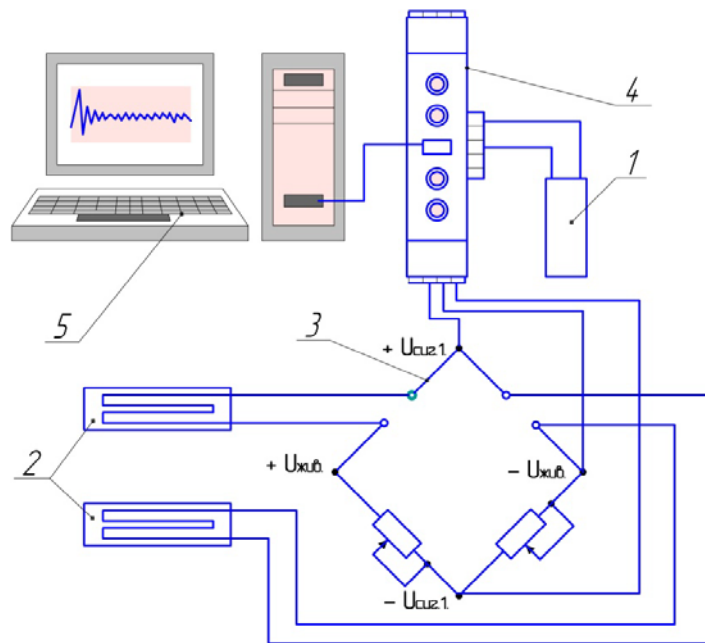


Рис. 3. Схема вимірювальної та реєструючої апаратури експериментальної установки

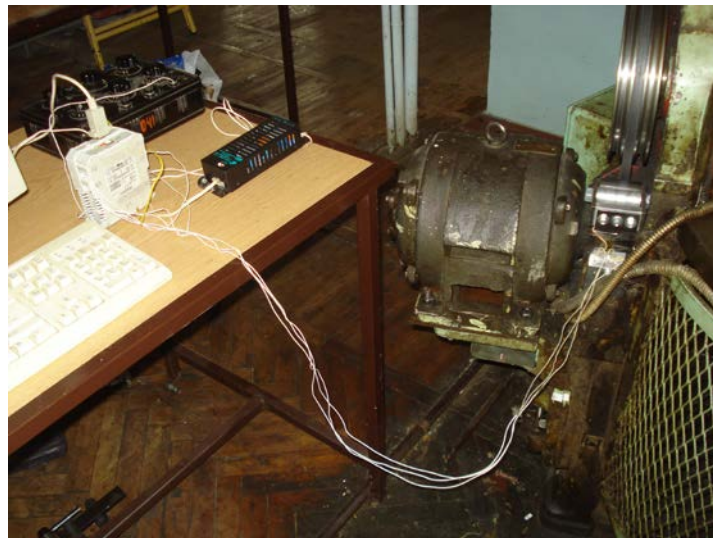


Рис. 4. Підключення вимірювальної та реєструючої апаратури до експериментальної установки

Для запобігання похибок реєстрації динамічних навантажень, необхідно виконати умову [6]:

$$\lambda = f / f_0 \leq 0,1 \quad (1)$$

де  $\lambda$  - співвідношення частот процесу (динамічне навантаження), що реєструється, і власної частоти коливання вимірювального елемента (важеля);

$f$  - частота зміни максимуму динамічного навантаження,  $f = \frac{\omega}{2\pi}$ ; (2)

$f_0$  - власна частота коливання вимірювального елемента (важеля).

Зважаючи на конструктивні особливості пристрою (рис. 2), власна частота коливань важеля з тензодатчиками може бути визначена із рівняння [7]:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EJ}{m_n l^3}}, \quad (3)$$

де  $E$  - модуль пружності матеріалу важеля;

$$J - \text{момент інерції поперечного перерізу важеля}, \quad J = \frac{ab^3}{12}; \quad (4)$$

$a$ ,  $b$  - ширина та товщина поперечного перерізу важеля;

$m_n$  - приведена маса важеля з натяжним роликком,

$$m_n = \frac{33}{140} \cdot \frac{Q_p}{g} = 0,024Q_p; \quad (5)$$

$Q_p$  - вага робочої частини важеля з натяжним роликком;

$l$  - робоча довжина важеля.

Враховуючи, що  $\omega = 148,7 \text{ c}^{-1}$ , із (2) знаходимо:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{148,7}{2\pi} = 23,67 \text{ c}^{-1}.$$

Враховуючи параметри важеля  $a = 55 \text{ мм}$ ;  $b = 5 \text{ мм}$ ;  $l = 85 \text{ мм}$ ;  $Q_p = 13,2 \text{ Н}$ ;

$E = 2,15 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ , із рівнянь (3) - (5), знаходимо:

$$J = \frac{ab^3}{12} = \frac{55 \cdot 5^3}{12} = 572,9 \text{ мм}^4; \quad m_n = 0,024Q_p = 0,024 \cdot 13,2 = 0,317 \text{ кг};$$

$$J_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3 \cdot 2,15 \cdot 10^5 \cdot 572,9 \cdot 10^3}{0,317 \cdot 85^3}} = 219,27 \text{ c}^{-1}.$$

Підставляючи отримані результати в (1), маємо:

$$\lambda = \frac{f}{f_0} = \frac{23,67}{219,27} = 0,108,$$

що практично задовольняє умову (1) та підтверджує працездатність прийнятої конструкції вимірювального елемента (важеля).

**Висновки.** В результаті виконаних досліджень встановлено, що запропоновані експериментальна установка та метод експериментальних досліджень дозволяють провести об'єктивну оцінку ефективності використання пристрою зниження динамічних навантажень в приводі будь якого типу в'язальної машини чи автомату.

### Список використаної літератури

1. Хомяк О.Н., Піпа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
2. Піпа Б.Ф., Хомяк О.М., Павленко Г.І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
3. Піпа Б.Ф., Чабан О.В., Музичишин С.В. Приводи в'язальних машин і автоматів з пристроями зниження динамічних навантажень (наукові основи і інженерні методи

проекування).– К.: КНУТД, 2015. – 280 с.

4. Поляков В.С., Барабаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, 1979. – 351 с.

5. Піпа Б.Ф., Рубанка М.М., Музичишин С.В. Аналіз доцільності використання пристрою з пружиною кручення для зниження динамічних навантажень в приводі технологічного обладнання та вибір його параметрів //Вісник КНУТД. -2014. - № 3 (77).- С.209-214.

6. Коритыский Я.И. Колебания в текстильных машинах.– М.: Машиностроение, 1973, 320 с.

7. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1975. – 704 с.

### УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ УСТРОЙСТВА СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ДИНАМИКУ ПУСКА КРУГЛОВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ

МУЗЫЧИШИН С.В., ПИПА Б.Ф.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Разработка установки для экспериментальных исследований влияния устройства снижения динамических нагрузок на нагрузки, возникающие при пуске вязальных машин и автоматов.

**Методика.** Используются современные методы исследований, основанные на теории динамических процессов в механических системах и статистических методах обработки результатов экспериментальных исследований динамических нагрузок.

**Результаты.** На основе анализа установок для экспериментальных исследований динамики привода вязальных машин предложена новая конструкция установки, позволяющая проводить экспериментальные исследования динамических нагрузок вязальных машин и автоматов бесконтактным методом и, таким образом, обеспечить высокую точность результатов измерений. Использование в установке современной измерительной и регистрирующей аппаратуры обеспечивает высокую чувствительность и точность регистрации динамических процессов, происходящих в приводах вязальных машин и автоматов в период переходных режимов работы. Предложенная установка может быть использована для динамических исследований как вязального оборудования, так и машин общего назначения.

**Научная новизна.** Разработан метод экспериментальных исследований эффективности использования устройств снижения динамических нагрузок в приводах вязальных машин.

**Практическая значимость.** Разработана установка для экспериментальных исследований влияния устройств снижения динамических нагрузок на динамику пуска вязальных машин.

**Ключевые слова:** установка для экспериментальных исследований динамики вязальных машин, привод вязальной машины, динамические нагрузки привода, устройство снижения динамических нагрузок.

**INSTALLATION FOR EXPERIMENTAL STUDY OF REDUCING DEVICES  
DYNAMIC LOADS ON A CIRCULAR KNITTING MACHINE START DYNAMICS**  
MUZYCHISHIN S.V., PIPA B.F.

*Kyiv national university of technologies and design*

**Aim.** Developing systems for experimental studies of the effect of reducing the unit of dynamic loads on the stress caused at the start of knitting machines and machines.

**Methodology.** The use of modern methods of research based on the theory of dynamic processes in mechanical systems and statistical methods of processing the results of experimental studies of dynamic loads.

**Results.** Based on the analysis of experimental systems for studying the dynamics of the drive knitting machines offered a new plant design, allowing to carry out experimental studies of dynamic loads knitting machines and automatic non-contact method, and thus, to provide high accuracy measurements. Using the installation of modern measuring and recording equipment provides high sensitivity and accuracy of the registration of dynamic processes that occur in drives knitting machines and machines during the transition modes. The proposed installation can be used for dynamic studies as a knitting equipment, and general-purpose machinery.

**Scientific novelty.** The method of experimental research efficiency devices reduce dynamic loads in drives knitting machines.

**Practical meaningfulness.** Developed systems for experimental studies of the impact devices reduce dynamic loads on the dynamics start knitting machines.

**Keywords:** *plant for experimental studies of the dynamics of knitting machines, knitting machine drive, dynamic load drive device reducing dynamic loads.*