

ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-4274-4425>e-mail: scherbanvu@ukr.net**ВОЛЯНИК ОЛЕКСІЙ**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-7278-0910>e-mail: kpmm@knutd.edu.ua**ГОЛЬДБЕРГ МАР'ЯНА**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-9982-7264>e-mail: Sholudko.mi@knutd.edu.ua**МЕЛЬНИК ГЕННАДІЙ**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-0002-7663>e-mail: melnik.gv@knutd.com.ua**ЩЕРБАНЬ ЮРІЙ**

Київський фаховий коледж прикладних наук

<https://orcid.org/0000-0001-5024-8387>e-mail: scherban@i.ua

ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ K DAM ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ БАТАННОГО МЕХАНІЗМУ ПРИ ФОРМУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ ТКАНИН

В роботі, з використанням модуля комп'ютерної програми K DAM проведений динамічний аналіз роботи батанного механізму важкого ткацького верстата при виготовленні багатошарових технічних тканин. Комп'ютерний модуль дозволяє визначати проекції та повні реакції в шарнірах батанного механізму в момент прибою утокової нитки в зоні формування багатошарових тканин з урахування структури захисних шарів, основних силових шарів та способу з'єднання шарів між собою. Встановлено вплив структури багатошарових тканин на величину динамічних реакцій в шарнірах батанного механізму.

Ключові слова: модуль, комп'ютерна програма K DAM, динамічний аналіз, батанний механізм, багатошарові тканини.

SHCHERBAN VOLODYMYR, VOLIANYK OLEKSII, GOLDBERG MARJANA, MELNIK GENADIJ

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

SHCHERBAN YURIY

Kyiv Professional College of Applied Sciences

USE OF K DAM COMPUTER PROGRAM MODULES FOR DYNAMIC ANALYSIS OF THE BATTAN MECHANISM IN THE FORMATION OF MULTI-LAYER FABRICS

In the work, using the K DAM computer program module, a dynamic analysis of the batten mechanism of a heavy loom in the production of multilayer technical fabrics was carried out. The computer module allows you to determine the projections and full reactions in the hinges of the batten mechanism at the time of the weft thread surf in the zone of formation of multilayer fabrics, taking into account the structure of protective layers, main power layers and the method of connecting layers to each other. The influence of the structure of multilayer fabrics on the magnitude of dynamic reactions in the hinges of the batten mechanism was established.

Multi-layer technical fabrics are used for the production of power grabs for laying pipes of oil and gas pipelines. Pipes are delivered with factory insulation. These fabrics have a high density of the main threads in the cross section of the power grip. The main thread system consists of the warp threads of the protective layers, the warp threads of the power layers, and the warp threads that bind the layers together. The formation of an element of multilayered technical fabric takes place by wefting the weft thread in the working area. Taking into account the very significant tension of the threads of the base, the strength of the surf can reach significant indicators. In the process of surf, there is a shock impact on the batting mechanism of the weaving loom. The resulting dynamic reactions in the hinges need to be evaluated, namely how the structure of multilayer fabrics affects the magnitude of the dynamic reactions in the hinges of the baton mechanism. Changing the structure of the multilayer technical fabric allows to reduce the tension of the base of the protective layers and power layers, which will lead to a decrease in the magnitude of the surf force and, as a result, to a decrease in dynamic reactions in the hinges of the batten mechanism. This will significantly reduce the wear in hinge pairs and increase the durability of the mechanism.

To solve the complex task of dynamic analysis of the batting mechanism during the formation of multilayer fabrics, it is necessary to use specialized software complexes. The use of special computer modules allows you to determine the projections and full reactions in the hinges of the batting mechanism at the moment of the weft thread in the zone of formation of multilayer fabrics, taking into account the structure of protective layers, main power layers and the method of connecting the layers together.

Keywords: module, computer program K DAM, dynamic analysis, batten mechanism, multilayer fabrics.

Постановка проблеми

Багатошарові технічні тканини використовуються для виробництва силових захватів для укладки труб нафто- та газогонів. Труби поставляються з заводською ізоляцією. Дані тканини мають велику щільність основних ниток в перетині силового захвату. Система основних ниток складається з ниток основи захисних шарів, ниток основи силових шарів та ниток основи, яка зв'язує між собою шари. Формування елементу багатошарової технічної тканини відбувається шляхом прибою утокової нитки в робочій зоні. Враховуючи

дуже значний натяг ниток основи сила прибою може досягати значних показників. В процесі прибою відбувається ударний вплив на батанний механізм ткацького верстата. Виникаючі при цьому динамічні реакції в шарнірах потребують оцінки, а саме як впливає структура багатошарових тканин на величину динамічних реакції в шарнірах батанного механізму. Зміна структури багатошарової технічної тканини дозволяє зменшити натяг основи захисних шарів та силових шарів, що призведе до зменшення величини сили прибою і, як наслідок, до зменшення динамічних реакцій в шарнірах батанного механізму. Це значно зменшить знос в шарнірних парах і дозволить підвищити довговічність механізму.

Для вирішення складної задачі динамічного аналізу батанного механізму при формуванні багатошарових тканин необхідно використовувати спеціалізовані програмні комплекси. Використання спеціальних комп'ютерних модулів дозволяє визначати проєкції та повні реакції в шарнірах батанного механізму в момент прибою утокової нитки в зоні формування багатошарових тканин з урахування структури захисних шарів, основних силових шарів та способу з'єднання шарів між собою.

Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення при використанні модуля комп'ютерної програми K DAM для динамічного аналізу роботи батанного механізму, що дозволяє визначати проєкції та повні реакції в шарнірах батанного механізму в момент прибою утокової нитки в зоні формування багатошарових тканин з урахування структури захисних шарів, основних силових шарів та способу з'єднання шарів між собою.

Аналіз джерел

Дослідження процесу формування багатошарових технічних тканин дозволяє визначати основні технологічні параметри процесу формування нового елемента багатошарової тканини [1–3]. Отримані регресійні залежності сили прибою від натягу основи захисних шарів та силових шарів дозволяють обирати оптимальні параметри пружної системи заправки ткацького верстата [2, 4, 5]. Натяг основи захисних шарів та силових шарів збільшується по зонах заправки і досягає свого максимуму в робочій зоні формування багатошарової тканини [3]. Це збільшення натягу по зонах заправки пояснюється умовами взаємодії ниток основи з робочими органами ткацького верстата [4]. Величина сил тертя у зоні контакту залежить від матеріалу нитки та напрямної [4–6, 7–9]. Послідовне проходження основи захисних шарів та силових шарів напрямними ткацьких верстатів, від зони входу до зони формування багатошарових технічних тканин, призводить до ступінчастого зростання натягу [1, 4, 5]. Розробка нових структур багатошарових технічних тканин потребує оперативної оцінки величини технологічних зусиль, які будуть виникати в процесі її формування на ткацькому верстаті [1, 5–8]. Для цього ефективно використовувати спеціально розроблені програми для виконання обчислювального експерименту [4, 5].

Метою роботи є використання комп'ютерного модуля програми K DAM при визначенні проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму в момент прибою утокової нитки в зоні формування багатошарових тканин з урахування структури захисних шарів, основних силових шарів та способу з'єднання шарів між собою.

Виклад основного матеріалу

Комп'ютерний модуль unit ko2 програми K DAM включає в розташовані на формі TFormko2 = class(TForm) компоненти Edit1: TEdit, Edit2: TEdit, Edit3: TEdit, які призначені для завдання необхідних інерційних характеристик батанного механізму та зовнішніх силових факторів (сила прибою). Компоненти StringGrid1: TStringGrid та Chart1: TChart призначені для текстового та графічного представлення результатів розрахунку. В програмі реалізуються п'ять процедур, з яких процедура procedure Button1Click(Sender: TObject) реалізує розрахунки реакцій, процедура procedure Button2Click(Sender: TObject) побудову графічних залежностей реакцій в шарнірах, як функції кута обертю головного вала, процедура procedure Button5Click(Sender: TObject) дозволяє зберігати отримані графічні залежності. На рис. 1а представлений фрагмент осцилограми запису технологічних зусиль при формуванні багатошарових тканин де: Ppl – натяг нитки основи захисних шарів; Pbin – натяг нитки основи силових шарів; Pfl – сила прибою на одну нитку; t – час; Pf – натяг багатошарової тканини в перерахунку на одну нитку. Величина сили прибою є зовнішнім силовим фактором для динамічного аналізу.

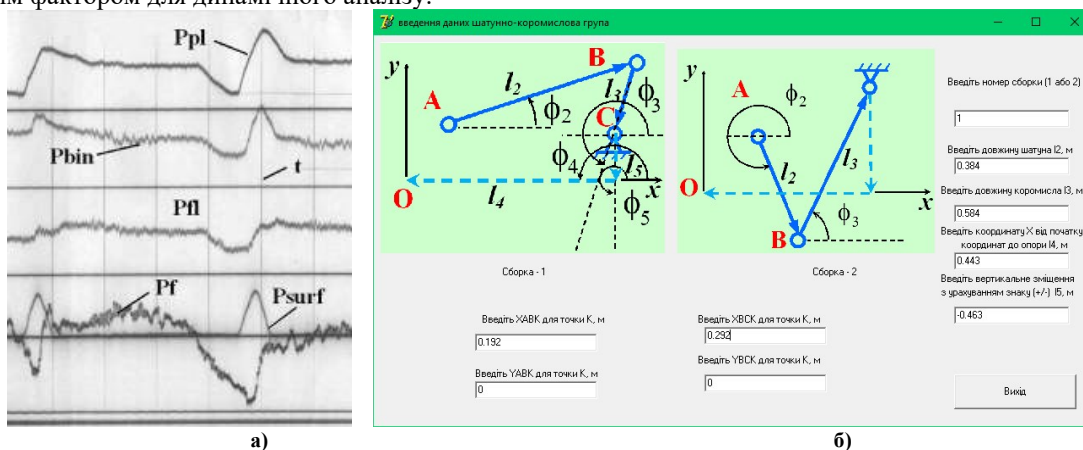


Рис. 1. Зображення: а) осцилограма запису технологічних зусиль при формуванні багатошарових тканин; б) форма TFormko2 = class(TForm) модуля unit ko2 для коромислової групи батанного механізму

На попередньому етапі визначаються кінематичні параметри батанного механізму. На рис. 1б представлений кінематичний модуль unit ko0 для кривошипно-коромислового механізму. На формі TFormko0 = class(TForm) розташовані компоненти Edit1: TEdit - Edit9: TEdit для завдання відповідних геометричних параметрів. Для батанного механізму приймали наступні дані: довжина шатуна – 0.384 м; довжина коромисла – 0.584 м; координата коромислової опори – 0.443 м; вертикальне зміщення опори коромисла з урахуванням знаку - 0.463 м; координати центру мас шатуна – 0.192 м, 0 м; координати центру мас коромисла 0.292 м, 0 м.

На рис. 2а представлені функції зміни проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму в залежності від кута оберту головного вала для багатошарової тканини СТС3-1. Величина сили прибою (відповідає куту оберту головного вала 15^0) дорівнювала $P_{surf}=215$ Н. На рис. 2б представлені функції зміни проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму залежно від кута оберту головного вала для багатошарової тканини СТС3-5. Величина сили прибою (відповідає куту оберту головного вала 150) дорівнювала $P_{surf}=120$ Н.

В таблиці 1 представлені результати визначення значень проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму в залежності від кута оберту головного вала для багатошарової тканини СТС3-1. Під час розрахунку маса шатуна дорівнювала 12 кг, а маса коромисла батанного механізму дорівнювала 64 кг.

Таблиця 1

Результати визначення значень проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму залежно від кута оберту головного вала для багатошарової тканини СТС3-1

U1	XA	YA	XB	YB	XC	YC	RA	RB	RC
0	371.74	-31.12	205.37	-208.89	-72.91	220.36	373.04	292.94	232.11
15	-144.90	177.29	-310.10	-0.51	441.03	-169.72	228.97	310.10	472.50
90	229.35	38.98	217.92	27.55	-88.46	46.86	232.64	219.64	100.10
180	-250.59	30.17	-121.96	153.19	276.62	-253.80	252.40	195.81	375.43
270	184.00	-23.72	232.54	24.81	-70.07	-13.78	185.52	233.86	71.41

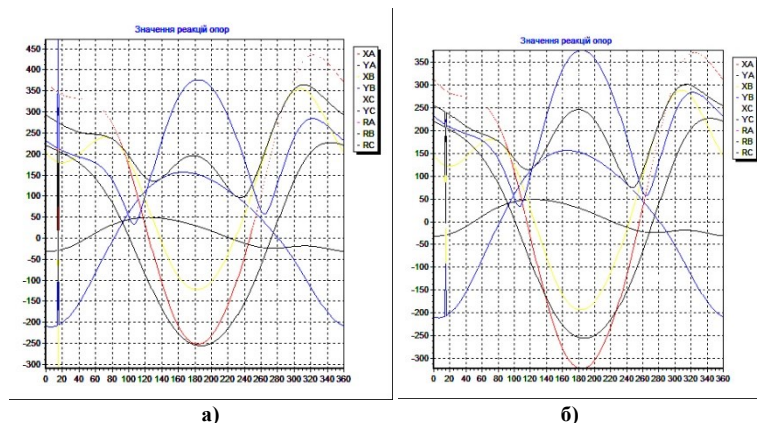


Рис. 2. Функції зміни проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму залежно від кута оберту головного вала: а) для багатошарової тканини СТС3-1; б) для багатошарової тканини СТС3-5

В таблиці 2 представлені результати визначення значень проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму залежно від кута оберту головного вала для багатошарової тканини СТС3-5.

Таблиця 2

Результати визначення значень проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму залежно від кута оберту головного вала для багатошарової тканини СТС3-5

U1	XA	YA	XB	YB	XC	YC	RA	RB	RC
0	312.63	-31.12	146.26	-208.89	-72.91	220.36	314.17	255.01	232.11
15	14.22	86.08	-150.97	-91.71	224.03	-3.177	87.25	176.65	224.06
90	168.96	38.98	157.53	27.55	-88.46	46.86	173.40	159.92	100.11
180	-321.42	30.17	-192.79	153.19	276.62	-253.80	322.84	246.24	375.41
270	112.54	-23.72	161.07	24.81	-70.07	-13.78	115.01	162.97	71.41

Порівняльний аналіз даних таблиць 1 та 2 показує, що в момент прибою, для багатошарової тканини СТС3-1, в шарнірі А результуюча реакція дорівнювала 228.97 Н, в шарнірі В результуюча реакція дорівнювала 310.10 Н, в шарнірі С результуюча реакція дорівнювала 472.50 Н. Для багатошарової тканини СТС3-5, в шарнірі А результуюча реакція дорівнювала 87.25 Н, в шарнірі В результуюча реакція дорівнювала 176.65 Н, в шарнірі С результуюча реакція дорівнювала 224.06 Н. Таким чином, ще на стадії проектування

структури багатошарових технічних тканин, з використання комп'ютерного модуля програми K DAM, є можливість оцінювати величину динамічних реакції в шарнірах та обирати біль раціональну структуру.

Висновки

Використання комп'ютерного модуля програми K DAM на стадії проектування структури багатошарових технічних тканин дозволяє, при визначенні проєкцій та повних реакцій в шарнірах батанного механізму в момент прибою утокової нитки в зоні формування багатошарових тканин, оцінювати величину динамічних реакції в шарнірах з урахування структури захисних шарів, основних силових шарів та способу з'єднання шарів між собою.

Література

1. Scherban V.Yu. Investigation of the process of duck surf during the formation of multilayer technical fabric. *Technology of the textile industry*. 1990. № 4. P. 41-44.
2. Scherban V.Yu. Determination of the geometric characteristics of the shape of the filament axis moving along the deformable guide surface. *Technology of the textile industry*. 1990. № 6. P. 52-55.
3. Vasilchenko V.N., Shcherban V.Yu. Influence of the twist of a capron complex filament on the value of its flexural rigidity. *Technology of the textile industry*. 1986. № 4. P. 8-9.
4. Scherban V. Yu., Krasnitsky S.M., Rezanova V.G. *Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application*. K.: KNUTD, 2011. 240 p.
5. Shcherban V.Y., Shcherban Y.Y., Kolisko O.Z., Melnik G.V., Sholudko M.I., Kalashnik V.Y. *Basic design support of CAD in the fashion industry*. K.: Education of Ukraine, 2018. 902 p.
6. Shcherban' V., Makarenko J., Petko A., Melnyk G., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer implementation of a recursion algorithm for determining the tension of a thread on technological equipment based on the derived mathematical dependences. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. volume 104. №2/1. p.41-50.
7. Shcherban V.Y., Volkov O.I., Shcherban Y.Y. *CAD of equipment and technological processes of the light and textile industry*. K: Boomservice, 2004. 519 p.
8. Shcherban' V., Melnyk G., Sholudko M., Kolysko O., Kalashnyk V. Improvement of structure and technology of manufacture of multilayer technical fabric. *Fibres and Textiles*. 2019. volume 26. № 2. p. 54-63.
9. Shcherban' V., Melnyk G., Sholudko M., Kolysko O., Kalashnyk V. Yarn tension while knitting textile fabric. *Fibres and Textiles*. 2018. volume 25. №3. p. 74-83.