

ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР

Київський фаховий коледж прикладних наук
ORCID ID: [0000-0002-4274-4425](https://orcid.org/0000-0002-4274-4425)
scherbanvu@ukr.net

КОЛИСКО ОКСАНА

Київський фаховий коледж прикладних наук
ORCID ID: [0000-0003-4043-1238](https://orcid.org/0000-0003-4043-1238)
kipt@i.com.ua

МЕЛЬНИК ГЕННАДІЙ

Київський фаховий коледж прикладних наук
ORCID ID: [0000-0002-0002-7663](https://orcid.org/0000-0002-0002-7663)
melnik.gv@knutd.com.ua

КОЛИСКО МАР'ЯНА

Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: [0000-0002-9982-7264](https://orcid.org/0000-0002-9982-7264)
Sholudko.mi@knutd.edu.ua

ЩЕРБАНЬ ЮРІЙ

Київський фаховий коледж прикладних наук
ORCID ID: [0000-0001-5024-8387](https://orcid.org/0000-0001-5024-8387)
scherban@i.ua

КОМП'ЮТЕРНИЙ МОДУЛЬ ПРОГРАМИ K DAM ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШАТУННО-ПОВЗУНКОВОЇ ГРУПИ

Комп'ютерний модуль програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначити координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, повзуна та точки приєднання ланок груп Асура на шатуни. При динамічному аналізі роботи шатунно-повзункової групи визначаються проекції повної реакції в шарнірах між кривошипом та шатуном, між шатуном та повзуном, між повзуном та нерухомою напрямною. Отримані результати використовуються в програмі для оцінки напруженості технологічних процесів легкої та текстильної промисловості при визначенні зміни відносного натягу нитки по зонам заправки на технологічному обладнанні.

Ключові слова: комп'ютерний модуль, кінематичні параметри, динамічні параметри, шатунно-повзункова група.

SHCHERBAN VOLODYMYR, KOLISKO OKSANA, MELNIK GENADIJ, KOLISKO MARJANA.
Kyiv National University of Technologies and Design
SHCHERBAN YURYJ
Kyiv Professional College of Applied Sciences

COMPUTER MODULE OF THE K DAM PROGRAM FOR DETERMINATION OF KINEMATIC AND DYNAMIC PARAMETERS OF THE CONNECTING ROD GROUP

The K DAM program is a structural element of a computer software complex for assessing the intensity of technological processes in the light and textile industry when determining the change in the relative tension of the thread in the filling zones of the technological equipment. Kinematic and dynamic analysis of flat mechanisms plays a significant role in the design of new mechanisms and modernization of existing ones. The results of these studies can be used to calculate the strength of individual links, their inertial characteristics, optimization of structural parameters of mechanisms, and minimization of consumed energy. The computer module of the K DAM program for determining the kinematic and dynamic parameters of the connecting rod-slider group of mechanisms of light industry machines allows you to determine the coordinates, velocity projections and accelerations of the center of mass of the connecting rod, the slider and the point of attachment of the links of the Asura groups on the connecting rod. During the dynamic analysis of the operation of the connecting rod-slider group, the projections of the full reaction in the joints between the crank and the connecting rod, between the connecting rod and the slider, and between the slider and the fixed guide are determined.

Asura connecting rod-slider groups are widely used in light and textile industry machines. The output link of the connecting rod-slider group performs the function of the working body of the technological machine. The working body of the technological machine interacts with the threads. The trajectory of the movement of the working body affects the value of the angle of coverage of the guide surface by the thread. A change in the value of the coverage angle leads to a change in the tension of the threads. When the coverage angle increases to critical values, the thread may break and the technological equipment may stop. The tension of the thread increases when passing through the refueling zones of the thread feeding system on technological machines. The increase in tension is due to the crumpling of the thread in the area of contact with the guides. The maximum value of tension will be in front of the working area. A sharp increase in tension leads to a violation of the normal course of the technological process of thread processing.

The development of new schemes of the thread feeding system requires an operational assessment of the value of the tension in front of the working zone. The objective function in the tasks of optimization of technological processes is the minimum necessary tension. The development of special computer programs for determining the tension in the working area makes it possible to determine the necessary technological parameters. The variable parameter in the objective function is the sum of the angles of coverage of the working bodies by the thread. The use of a computer program allows you to determine the tension and change in relative tension in the filling zones of technological machines, which allows you to optimize the shape of the thread supply line even at the stage of designing the technological process.

Keywords: computer module, kinematic parameters, dynamic parameters, connecting rod-slider group.

Постановка проблеми

Програма KDAM представляє собою структурний елемент комп'ютерного програмного комплексу для оцінки напруженості технологічних процесів легкої та текстильної промисловості при визначенні зміни відносного натягу нитки по зонах заправки на технологічному обладнанні. Кінематичний та динамічний аналіз плоских механізмів виграє значну роль при проектуванні нових механізмів та модернізації існуючих. Результати, які отримуються при проведенні даних досліджень, можна використовувати при розрахунку міцності окремих ланок, їх інерційних характеристик, оптимізації конструктивних параметрів механізмів, мінімізації споживаної енергії. Комп'ютерний модуль програми KDAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначати координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, повзуна та точки приєднання ланок груп Асура на шатуні. При динамічному аналізі роботи шатунно-повзункової групи визначаються проекції повної реакції в шарнірах між кривошипом та шатуном, між шатуном та повзуном, між повзуном та нерухомою напрямною.

Шатунно-повзункові групи Асура знаходять широке використання в машинах легкої та текстильної промисловості. Вихідна ланка шатунно-повзункової групи виконує функцію робочого органу технологічної машини. Робочий орган технологічної машини взаємодіє з нитками. Траєкторія руху робочого органу впливає на значення кута охоплення ниткою напрямної поверхні. Зміна величини кута охоплення призводить до зміни натягу ниток. При зростанні кута охоплення до критичних величин може відбутися обрив нитки та зупинка технологічного обладнання. Натяг нитки збільшується при переході по зонах заправки системи подачі нитки на технологічних машинах. Збільшення натягу обумовлено змінанням нитки в зоні контакту з напрямними. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною. Різке збільшення натягу призводить до порушення нормального проходження технологічного процесу переробки нитки.

Розробка нових схем системи подачі нитки потребує оперативної оцінки значення натягу перед робочою зоною. Цільовою функцією в задачах оптимізації технологічних процесів виступає мінімально необхідний натяг. Розробка спеціальних комп'ютерних програм для визначення натягу в робочій зоні дозволяє визначати необхідні технологічні параметри. Змінним параметром в цільовій функції виступає сума кутів охоплення ниткою робочих органів. Використання комп'ютерної програми дозволяє визначати напруженість та зміну відносного натягу по зонах заправки технологічних машин, що дозволяє ще на стадії проектування технологічного процесу оптимізувати форму лінії подачі нитки.

Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення для мінімізації натягу ниток на технологічному обладнанні та зменшенню кількості обривів, що дозволить підвищити його продуктивність.

Аналіз джерел

Натяг нитки збільшується при переході по зонах заправки системи подачі нитки на технологічному обладнанні [1, 2]. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з напрямними та пристроями для натягу [3]. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною [2, 4]. Мінімізація натягу перед робочою зоною має важливе значення для удосконалення технологічних процесів текстильної та швейної промисловості з позиції підвищення продуктивності технологічного устаткування та якості продукції що випускається [5]. Дослідження впливу конструкції пристрою натягу нитки на умови його взаємодії з ниткою з урахуванням її нерівномірності по діаметру поперечного перетину мають важливе значення при визначенні натягу нитки [6, 7]. Основним параметром оптимізації системи подачі ниток на технологічному обладнанні текстильної та трикотажної промисловості є мінімально необхідний натяг в робочій зоні [2]. Збільшення натягу в робочій зоні призводить до обриву ниток і, як наслідок, до зупинки технологічного обладнання [8].

Розробка прикладних пакетів комп'ютерних програм дозволяє максимально скоротити час на проектування технологічних процесів в легкій та текстильній промисловості [1, 9]. Це пов'язано з модернізацією лінії заправки ниток на технологічному обладнанні, що дозволяє мінімізувати натяг нитки в робочій зоні. Комп'ютерне визначення кінематичних та динамічних параметрів плоских механізмів дозволяє визначати параметри, які використовуються при визначенні напруженості технологічних процесів [2]. Простої устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75-80% від загального часу простоїв [2-4].

Метою роботи є розробка комп'ютерного модуля програми KDAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин легкої та текстильної промисловості.

Виклад основного матеріалу

Форма `TPMForm2 = class(TForm)` є основною формою комп'ютерного модуля KDAM і представлена на рис. 1а. На формі `TPMForm2 = class(TForm)` розташовані наступні компоненти `Button1: TButton`, `Button2: TButton`, `Button3: TButton`, `Memo1: TMemo`, `Label1: TLabel`, `Button4: TButton`, `Button5: TButton`, `Button6: TButton`, `Chart1: TChart`, `Button7: TButton`, `Series1: TPointSeries`, `Button8: TButton`, `Button9: TButton`, `Button10: TButton`, `Button11: TButton`, `Button12: TButton`. Компонент `Button3: TButton` ініціює виконання процедури `procedure Button3Click(Sender: TObject)` переходу до модуля `unit po0` додавання шатунно-повзункової групи Асура до механізму.

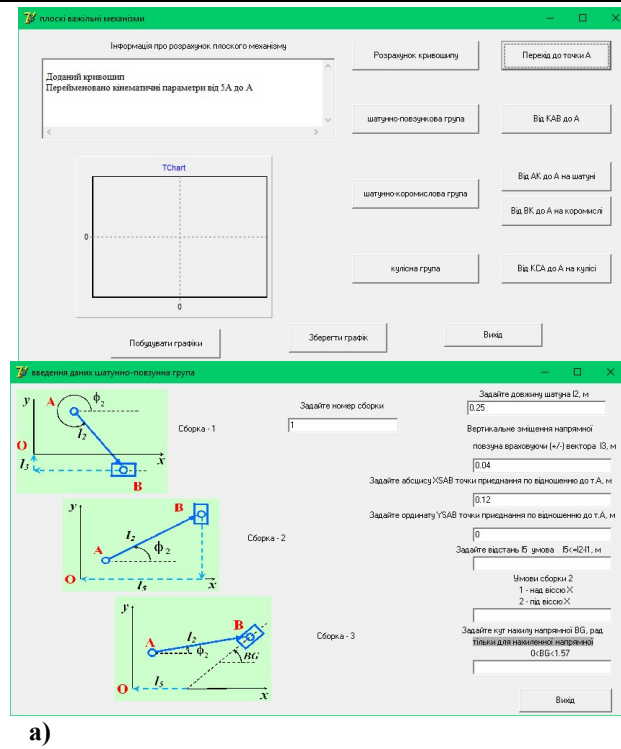


Рис. 1. Форми комп'ютерної програми KDM для шатунно-повзункової групи при кінематичному та динамічному дослідженні: а) форма TPFoorm2 = class(TFoorm) комп'ютерного модуля unit Unit2PM; б) форма TFoormPo0 = class(TFoorm) комп'ютерного модуля unit po0 для шатунно-повзункової групи

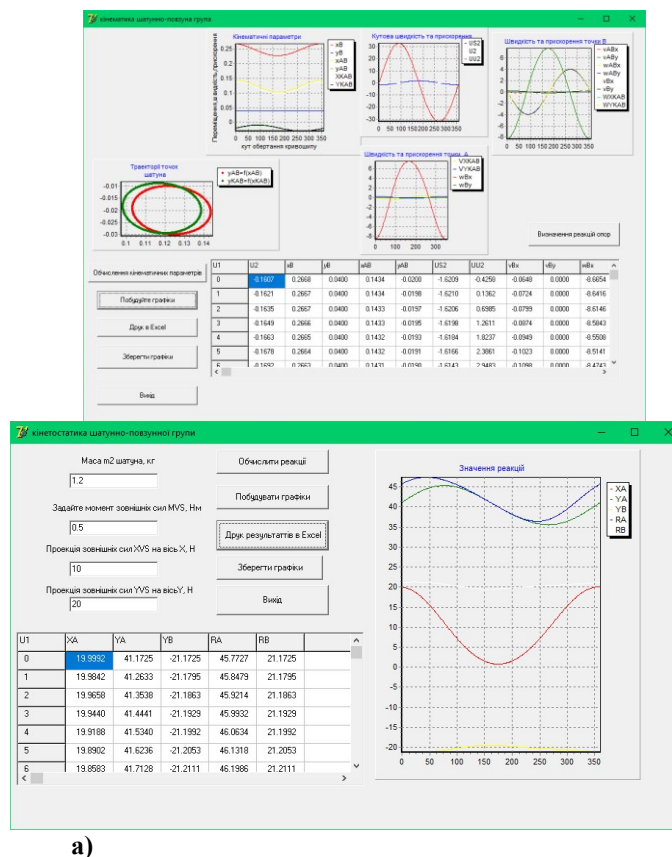


Рис. 2. Форми комп'ютерної програми KDM для шатунно-повзункової групи: а) форма TFoormPo1 = class(TFoorm) модуля unit po1; б) форма TFoormPo2 = class(TFoorm) модуля unit po2

На TFoormPo0 = class(TFoorm) (рис. 16) розташовані наступні компоненти TFoormPo0 = class(TFoorm), Button1: Tbutton, Edit1: Tedit, Edit2: Tedit, Edit3: Tedit, Edit4: Tedit, Label1: TLabel, Label2: TLabel, Label3: TLabel, Label4: TLabel, Edit5: Tedit, Label5: TLabel, Edit6: Tedit, Label6: TLabel, Edit7: Tedit, Label7: TLabel, Image1: Timage, Label8: TLabel, Label12: TLabel, Image2: Timage, Image3: Timage, Label9: TLabel, Label13: TLabel, Label14: TLabel, Edit8: Tedit, Label15: TLabel, Label10: TLabel, Label11: TLabel, Label16: TLabel.

Компоненти Image2: Timage, Image3: Timage та Image1: Timage призначені для розміщення схем шатунно-повзункової групи для 3 варіантів розташування повзуна відносно координатної системи Оху.

Компонент Button1: Tbutton ініціює виконання процедури procedure Button1Click(Sender: TObject) переходу з форми TFormPo0 = class(TForm) до модуля unit po1 з формою TFormPo1 = class(TForm) для кінематичного розрахунку шатунної повзункової групи механізму. На рис.2а представлена форма TFormPo1 = class(TForm) для кінематичного розрахунку шатунної повзункової групи механізму. Компонент Button2: Tbutton викликає процедуру procedure Button2Click(Sender: TObject) для друку результатів розрахунку даних переміщення точок, кутової швидкості та прискорення ланок шатунно-повзункової групи з використанням компоненту StringGrid.

Компонент Button1: Tbutton ініціює процедуру procedure Button1ksClick(Sender: TObject) згорання форми TFormPo1 = class(TForm) та активації форми TFormPo2 = class(TForm) для проведення кінетостатичного дослідження для визначення реакцій в шарнірах шатунно-повзункової групи з використанням принципу Даламбера (рис. 2б). Компонент Button4: Tbutton викликає процедуру procedure Button4Click(Sender: TObject) для друку результатів розрахунку проєкцій головних векторів шарнірів А, В шатунно-повзункової групи механізму в проєкції на координатні осі х та у та модулі головних векторів реакцій в шарнірах А, В в залежності від кута обертання ведучої ланки навколо опори з таблиці, з використанням компоненту StringGrid.

В табл. 1 представлені результати розрахунку для шатунно-повзункової групи механізму для п'яти положень кривошипу: 0° ; 90° ; 180° ; 270° ; 360° .

Таблиця 1

Кінематичні та динамічні параметри для точок шатунно-повзункової групи

U1	xAB	yAB	vABx	vABу	wABx	XA	YA	YB	RA
0	0.1434	-0.0200	-0.0324	0.2000	-8.3327	19.9992	41.1725	-21.1725	45.7727
90	0.1213	-0.0100	-0.4000	0.0000	0.9889	9.1498	45.2753	-20.4782	46.1906
180	0.1034	-0.0200	0.0324	-0.2000	7.6673	0.7775	39.7708	-19.6033	39.7784
270	0.1246	-0.0300	0.4000	0.0000	-0.3210	10.0507	35.5882	-20.3852	36.9802
360	0.1434	-0.0200	-0.0324	0.2000	-8.3327	19.9992	41.1725	-21.1725	45.7727

При виконанні розрахунків кутова швидкість кривошипа дорівнювала 20 c^{-1} , довжина кривошипа дорівнювала 0.020 м , довжина шатуна дорівнювала 0.25 м , вертикальне зміщення дорівнювало 0.04 м , маса вхідної ланки дорівнювала 0.565 кг , маса шатуна дорівнювала 1.2 кг , проєкції на осі X та Y результуючої зовнішніх сил, які діють на шатун, дорівнювали 10 Н та 20 Н відповідно, момент зовнішніх сил дорівнював 0.5 Нм . При розрахунках враховували, що вхідна шатунно-повзункова група розташована у вертикальній площині.

Висновки

Розроблений комп'ютерний модуль програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин легкої промисловості. Це дозволяє визначати координати, проєкції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, повзуна та точки приєднання ланок груп Асура на шатуні. При динамічному аналізі роботи шатунно-повзункової групи визначаються проєкції повної реакції в шарнірах між кривошипом та шатуном, між шатуном та повзуном, між повзуном та нерухомою напрямною.

Література

1. Scherban V. Yu., Kolisko O. Z., Sholudko M. I., Kalashnik V. Yu. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry. K.: Education of Ukraine, 2017. 745 p.
2. Scherban V. Yu. Mechanics of Threads. K.: Formation of Ukraine, 2018. 533 p.
3. Щербань В. Ю., Волков О. И., Щербань Ю. Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности. К.: Бумсервис, 2004. 519 с.
4. Shcherban V. Y., Kolisko O. Z., Melnyk G. V., Sholudko M. I., Kalashnik V. Y. Computer systems design: software and algorithmic components. K.: Education of Ukraine, 2019. 902 p.
5. Scherban V. Yu., Krasnitsky S. M., Rezanov V. G. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application. K.: KNUTD, 2011. 220 p.
6. Щербань В. Ю., Щербань Ю. Ю., Колиско О. З., Мельник Г. В., Шолудько М. І., Калашник В. Ю. Базове проектує забезпечення САПР в індустрії моди. К.: Освіта України, 2018. 902 с.
7. Щербань В. Ю., Калашник В. Ю., Колиско О. З., Шолудько М. І. Дослідження впливу матеріалу нитки і анізотропії тертя на її натяг і форму осі. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2015. 223(2). С. 25–29.
8. Shcherban V., Melnyk G., Sholudko M., Kalashnyk V. Warp yarn tension during fabric formation. Fibres and Textiles. 2018. volume 25. №2. P. 97-104.

9. Yakubitskaya I. A., Chugin V. V., Shcherban V. Yu. Differential equations of the relative motion of the filament element on the end sections of the coil of the winding drum. *Technology of the textile industry*. 1997. № 6. P. 50-54.

References

1. Scherban V. Yu., Kolisko O. Z., Sholudko M. I., Kalashnik V. Yu. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry. K.: Education of Ukraine, 2017. 745 p.
2. Scherban V. Yu. *Mechanics of Threads*. K.: Formation of Ukraine, 2018. 533 p.
3. Scherban V. Yu., Volkov O. I., Shcherban Yu. Yu. CAD equipment and technological processes for light and textile industries. K.: Boomservice, 2004. 519 p.
4. Shcherban V. Y., Kolisko O. Z., Melnyk G. V., Sholudko M. I., Kalashnik V. Y. Computer systems design: software and algorithmic components. K.: Education of Ukraine, 2019. 902 p.
5. Scherban V. Yu., Krasnitsky S. M., Rezanov V. G. *Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application*. K.: KNUTD, 2011. 220 p.
6. Shcherban V. Yu., Shcherban Y. Y., Kolisko O. Z., Melnik G. V., Sholudko M. I., Kalashnik V. Y. Basic design support of CAD in the fashion industry. Kyiv: Education of Ukraine, 2018. 902 p.
7. Scherban V. Yu., Kalashnik V. Yu., Kolisko O. Z., Sholudko M. I. Investigation of the influence of the thread material and the anisotropy of friction on its tension and the shape of the axis. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2015. Volume 223. Issue 2. p. 25-29.
8. Shcherban V., Melnyk G., Sholudko M., Kalashnyk V. Warp yarn tension during fabric formation. *Fibres and Textiles*. 2018. volume 25. №2. P. 97-104.
9. Yakubitskaya I. A., Chugin V. V., Shcherban V. Yu. Differential equations of the relative motion of the filament element on the end sections of the coil of the winding drum. *Technology of the textile industry*. 1997. № 6. P. 50-54.