

ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР

Київський національний університет технологій та дизайну

ORCID ID: [0000-0002-4274-4425](https://orcid.org/0000-0002-4274-4425)e-mail: scherbanvu@ukr.net**КОЛИСКО ОКСАНА**

Київський національний університет технологій та дизайну

ORCID ID: [0000-0003-4043-1238](https://orcid.org/0000-0003-4043-1238)e-mail: kjpt@i.com.ua**МЕЛЬНИК ГЕННАДІЙ**

Київський національний університет технологій та дизайну

ORCID ID: [0000-0002-0002-7663](https://orcid.org/0000-0002-0002-7663)e-mail: 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)e-mail: 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)e-mail: scherban@i.ua

КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДУЛЯ ДЛЯ ШАТУННО-КОРОМИСЛОВІ ГРУПИ ПРОГРАМИ K DAM ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Комп'ютерний модуль програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-коромислової групи механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначити координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, коромисла та точки приєднання ланок груп Асура на шатун та коромисло. При динамічному аналізі роботи шатунно-коромислової групи визначаються проекції повної реакції в шарнірах між кривошипом та шатуном, між шатуном та коромислом, між коромислом та нерухомою опорою. 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: модуль комп'ютерної програми, кінематичні параметри, динамічні параметри, шатунно-коромислова група.

SHCHERBAN VOLODYMYR, KOLISKO OKSANA, MELNIK GENADIJ, KOLISKO MARJANA I.

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

SHCHERBAN YURYJ YU.

Kyiv Professional College of Applied Sciences

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

The computer module of the K DAM program for determining the kinematic and dynamic parameters of the connecting rod and rocker arm 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, rocker arm and the point of attachment of the links of the Asura groups to the connecting rod and rocker arm. During the dynamic analysis of the operation of the connecting rod and rocker arm group, the projections of the total reaction in the joints between the crank and the connecting rod, between the connecting rod and the rocker arm, and between the rocker arm and the fixed support are determined. The obtained results are used in the program to assess the intensity of technological processes of the light and textile industry when determining the change in the relative tension of the thread in the filling zones on the technological equipment. The development of a computer module for kinematic and dynamic analysis of lever mechanisms of light industry machines, which include connecting rod and rocker arm groups, allows to determine the parameters used in the program for assessing the intensity of technological processes of the light and textile industry when determining the change in the relative tension of the thread in the filling zones on the technological equipment. Kinematic and dynamic analysis of flat mechanisms, which include connecting rod-rocker groups, 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 objective function in the problem is the minimum necessary tension, which is the minimum sum of the angles covered by the thread of guide surfaces that have a cylindrical, elliptical shape, discrete segments of a straight line. The use of a computer program allows you to determine tensions and changes in relative tension in the filling zones of light and textile industry machines, which allows you to optimize the shape of the thread supply line even at the stage of designing the technological process. Thus, the topic of this article is relevant, which is important for assessing the intensity of technological processes of the light and textile industry when determining the change in the relative tension of the thread in the filling zones on the technological equipment.

Keywords: computer program module, kinematic parameters, dynamic parameters, connecting rod and rocker arm group.

Постановка проблеми

Розробка комп'ютерного модуля для кінематичного та динамічного аналізу важільних механізмів машин легкої промисловості, які включають шатунно-коромислові групи дозволяє визначити параметри, які

використовуються в програмі для оцінки напруженості технологічних процесів легкої та текстильної промисловості при визначенні зміни відносного натягу нитки по зонам заправки на технологічному обладнанні. Кінематичний та динамічний аналіз плоских механізмів, які включають шатунно-коромислові групи 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. Цільовою функцією в задачі виступає мінімально необхідний натяг, яка представляє собою мінімальну суму кутів охоплення ниткою напрямних поверхонь які мають циліндричну, еліптичну форми, дискретні відрізки прямої лінії. Використання комп'ютерної програми дозволяє визначати напруженості та зміни відносного натягу по зонам заправки машин легкої та текстильної промисловості, 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 оцінки напруженості технологічних процесів легкої та текстильної промисловості при визначенні зміни відносного натягу нитки по зонам заправки на технологічному обладнанні.

Аналіз джерел

Комп'ютерне визначення кінематичних та динамічних параметрів плоских механізмів, які включають шатунно-коромислові групи дозволяє визначати параметри, які використовуються при визначенні напруженості технологічних процесів [1-4]. Натяг нитки збільшується при переході по зонах заправки системи подачі нитки на технологічному обладнанні. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з напрямними та пристроями для натягу[3-6]. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною. 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[1, 4-9]. Прості устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75-80% від загального часу простоїв [1]. Розробка прикладних пакетів комп'ютерних програм дозволяє максимально скоротити час на проектування технологічних процесів в легкій та текстильній промисловості. Це пов'язано з модернізацією лінії заправки ниток на технологічному обладнанні, що дозволяє мінімізувати натяг нитки в робочій зоні. Мінімізація натягу забезпечується оптимізацією форми лінії заправки нитки, при якій сумарний кут охоплення напрямних буде мінімальним.

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

Виклад основного матеріалу

Компонент Button4: Tbutton на формі TPMForm2 = class(TForm) ініціює виконання процедури procedure TPMForm2.Button4Click(Sender: TObject) переходу до модуля unit ko0 розрахунку механізму для шатунної коромислової групи Асура. На формі TFormko0 = class(TForm) (рис.1а) розташовані наступні компоненти TFormko0 = class(TForm), Button1: Tbutton, Image1: TImage, Image2: TImage, Label1: TLabel, Label2: TLabel, Label3: TLabel, Edit1: TEdit, Edit2: TEdit, Label4: TLabel, Edit3: TEdit, Label5: TLabel, Edit4: TEdit, Label6: TLabel, Edit5: TEdit, Label7: TLabel, Label8: TLabel, Label9: TLabel, Edit6: TEdit, Label10: TLabel, Edit7: TEdit, Label11: TLabel, Edit8: TEdit, Label12: TLabel, Edit9: TEdit, Label13: TLabel. Компоненти Image1: TImage та Image2: TImage призначені для розміщення схем шатунної коромислової групи для 2 збирань. Перша схема збирання відповідає випадку, коли точка шарніра В розташовується вище точки шарніра С. На схемі представлені основні лінійні та кутові геометричні параметри. Друга схема збирання відповідає випадку, коли точка шарніра В розташовується нижче точки С шарніра. На схемі представлені основні лінійні та кутові геометричні параметри для другої схеми.

Компонент Edit1: TEdit представляє одно строковий компонент для завдання номеру збирання. Компонент Edit2: TEdit представляє одно строковий компонент для завдання довжини шатуна (в метрах). Компонент Edit3: TEdit представляє одно строковий компонент для завдання довжини коромисла (в метрах). Компонент Edit4: TEdit представляє одно строковий компонент для завдання координати x від початку координат до опори С.

На рис.1б представлена форма TFormko1 = class(TForm) для кінематичного розрахунку шатунної коромислової групи механізму. На формі TFormko1 = class(TForm) (рис.1б) представлені наступні компоненти TFormko1 = class(TForm), btnkpo: Tbutton, Chart1: Tchart, Series3: TlineSeries, Series4: TlineSeries, Series5: TlineSeries, Button1ks: Tbutton, Button2ks: Tbutton, Series6: TlineSeries, Chart2: Tchart, Chart3: Tchart, Chart4: Tchart, Series8: TlineSeries, Series7: TlineSeries, Series9: TlineSeries, StringGrid1: TstringGrid, Series22: TlineSeries, Series23: TlineSeries, Series24: TlineSeries, Series25: TlineSeries, Series26: TlineSeries, Series12: TlineSeries, Series13: TlineSeries, Series27: TlineSeries, Series28: TlineSeries, Series29: TlineSeries, Series30: TlineSeries, Series16: TlineSeries, Series17: TlineSeries, Series18: TlineSeries, Series19: TlineSeries, Series20: TlineSeries, Series21: TlineSeries, Button1: Tbutton, Button2: Tbutton, Series1: TlineSeries, Series2: TlineSeries, Series10: TlineSeries, Series11: TlineSeries, Series14: TlineSeries, Series15: TlineSeries, Series31: TlineSeries, Series32: TlineSeries, Series33: TlineSeries, Series34: TlineSeries, Series35: TlineSeries, Series36: TlineSeries, Chart5: Tchart, Series37: TpointSeries, Series38: TpointSeries, Series39: TpointSeries, Button3: Tbutton.

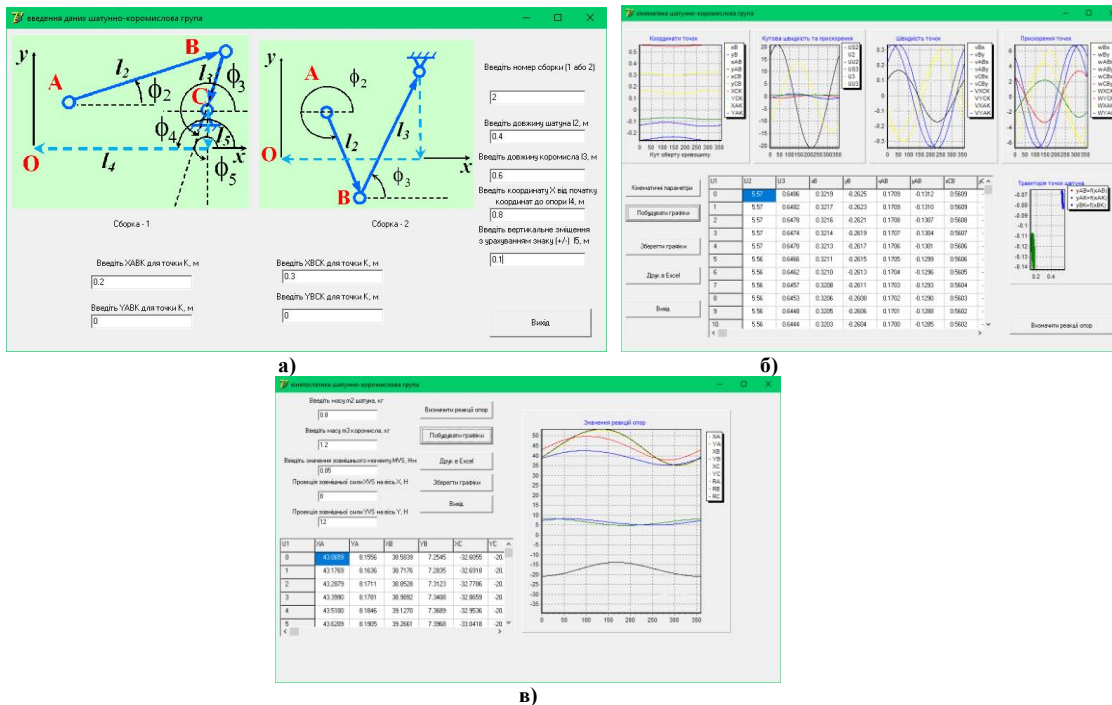


Рис.1. Форми комп’ютерної програми KDM для шатунно-коромислової групи при кінематичному та динамічному дослідженні: а) форма TFormko0 = class(TForm) комп’ютерного модуля unit ko0 для шатунно- коромислової групи; б) форма TFormko1 = class(TForm) модуля unit ko1 для кінематичного дослідження шатунно- коромислової групи; в) форма TFormko2 = class(TForm) модуля unit ko2 для динамічного дослідження шатунно- коромислової групи

Компонент Button1ks: Tbutton на формі TFormko1 = class(TForm) призначений для ініціалізації процедури procedure Button1ksClick(Sender: TObject). На компоненті Chart1: Tchart відображаються переміщення точок шатунної коромислової групи механізму. На компоненті Chart2: Tchart відображається кутова швидкість та прискорення ланок шатунної коромислової групи механізму. На компоненті Chart3: Tchart відображаються проекції на осі x та у векторів швидкості точок та центрів мас ланок шатунної коромислової групи механізму. На компоненті Chart4: Tchart відображаються проекції на осі x та у векторів прискорення точок та центрів мас ланок шатунної коромислової групи механізму. На компоненті Chart5: Tchart відображаються траєкторії точок шатуна.

Компонент Button2: Tbutton викликає процедуру procedure Button2Click(Sender: TObject) для друку результатів розрахунку даних переміщення точок, кутової швидкості та прискорення ланок шатунної коромислової групи, проекцій на осі x та у векторів швидкості точок та центру мас ланок шатунної коромислової групи, проекцій на осі x та у векторів прискорення точок та центрів мас ланок шатунної коромислової групи з таблиці, з використанням компоненту StringGrid, в таблиці Excel.

Компонент Button1: Tbutton ініціює процедуру procedure Button1ksClick(Sender: TObject) згортання форми TFormko1 = class(TForm) та активації форми TFormko2 = class(TForm) для проведення кінетостатичного дослідження для визначення реакцій в шарнірах шатунної коромислової групи з використанням принципу Даламбера (рис.1в). Компонент Edit1: TEdit представляє одно рядковий компонент для введення маси коромисла (в кг). Компонент Edit2: TEdit представляє одно рядковий компонент для введення зовнішнього моменту (Нм). Компонент Edit3: TEdit представляє одно рядковий компонент для введення проекції головного вектору зовнішніх сил на вісь x (в Н). Компонент Edit4: TEdit представляє одно рядковий компонент для введення проекції головного вектору зовнішніх сил на вісь y (в Н).

В таб.1 представлені результати розрахунку для шатунно-коромислової групи механізму для п’яти положень кривошипу: 0°; 90°; 180°; 270; 360°.

Таблиця 1

Кінематичні та динамічні параметри для точок шатунно-коромислової групи

U1	vCBx	vCBu	wBx	wBy	wABx	XB	RA	RB	RC
0	-0.0810	0.1068	-3.7815	5.1868	-5.8907	38.5839	43.8314	39.2600	38.6917
90	-0.0893	0.1304	2.9129	-3.9605	1.4564	50.7692	50.1959	51.3797	42.5223
180	0.0702	-0.1039	3.7901	-5.4191	5.8951	50.6010	46.3555	50.9283	40.0650
270	0.1000	-0.1333	-3.1181	4.4660	-1.5590	37.1026	38.6347	37.4442	35.3692
360	-0.0810	0.1068	-3.7815	5.1868	-5.8907	38.5839	43.8314	39.2600	38.6917

При виконанні розрахунків кутова швидкість кривошипа дорівнювала 20 c^{-1} , довжина кривошипа дорівнювала 0.020 м , довжина шатуна дорівнювала 0.4 м , довжина коромисла дорівнювала 0.6 м , координата X від початку координат до опори 4 дорівнювала 0.8 м , вертикальне зміщення опори 4 дорівнювало 0.1 м , координати центра ваги шатуна дорівнювали 0.2 м та 0 м в відносній координатній системі, координати центра ваги коромисла дорівнювали 0.3 м та 0 м в відносній координатній системі, маса вхідної ланки дорівнювала 0.565 кг , маса шатуна дорівнювала 0.8 кг , маса коромисла дорівнювала 1.2 кг , проекції на осі X та Y результуючої зовнішніх сил дорівнювали 8 Н та 12 Н відповідно, момент зовнішніх сил дорівнював 0.85 Нм . При розрахунках враховували, що вхідна шатунно-коромислова група розташована у вертикальній площині.

Висновки

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

Література

1. Щербань В.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности / В.Ю. Щербань, О.И. Волков, Ю.Ю. Щербань. - К.:Бумсервис, 2004. - 519 с.
2. Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. - К.: Education of Ukraine, 2019. - 902 p.
3. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V. Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V. Yu. Kalashnik. - К.: Education of Ukraine, 2017. - 745 p.
4. Scherban V.Yu. Mechanics of Threads / V.Yu.Scherban. -К.: Formation of Ukraine, 2018.- 533 p.
5. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application / V. Yu. Scherban, S.M. Krasnitsky, V.G. Rezanov.-К.:KNUTD, 2011. -220p.
6. Щербань В.Ю. Базове проектує забезпечення САПР в індустрії моди / В.Ю. Щербань, Ю.Ю. Щербань, О.З. Коліско, Г.В. Мельник, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. - К.:Освіта України, 2018. - 902 с.
7. Щербань В.Ю. Дослідження впливу матеріалу нитки і анізотропії тертя на її натяг і форму осі / В.Ю.Щербань, В.Ю.Калашник, О.З.Коліско, М.І.Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. - 2015. - 223(2). - С.25-29.
8. Shcherban V. Warp yarn tension during fabric formation / V. Shcherban, G. Melnyk, M. Sholudko, V. Kalashnyk // *Fibres and Textiles*. - 2018. - volume 25. - №2. - PP.97-104.
9. Differential equations of the relative motion of the filament element on the end sections of the coil of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // *Technology of the textile industry*. - 1997. - №6. - P.50-54.

References

- 1.1.1.1 Scherban V.Yu. CAD equipment and technological processes for light and textile industries / V.Yu. Shcherban, O.I. Volkov, Yu.Yu. Shcherban. - К.: Boomservice, 2004. - 519 p.
- 1.1.1.2 Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. - К.: Education of Ukraine, 2019. - 902 p.
- 1.1.1.3 Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V. Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V. Yu. Kalashnik. - К.: Education of Ukraine, 2017. - 745 p.
- 1.1.1.4 Scherban V.Yu. Mechanics of Threads / V.Yu.Scherban. -К.: Formation of Ukraine, 2018.- 533 p.
2. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application / V. Yu. Scherban, S.M. Krasnitsky, V.G. Rezanov.-К.:KNUTD, 2011. -220p.
3. Shcherban V.Yu. Basic design support of CAD in the fashion industry / V.Y. Shcherban, Y.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnik, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. - Kyiv: Education of Ukraine, 2018. - 902 p.
4. 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. pp.25-29.
5. Shcherban V. Warp yarn tension during fabric formation / V. Shcherban, G. Melnyk, M. Sholudko, V. Kalashnyk // *Fibres and Textiles*. - 2018. - volume 25. - №2. - PP.97-104.
6. Differential equations of the relative motion of the filament element on the end sections of the coil of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // *Technology of the textile industry*. - 1997. - №6. - P.50-54.