

ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0002-4274-4425>
e-mail: scherbanvu@ukr.net

МЕЛЬНИК ГЕННАДІЙ

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0002-0002-7663>
e-mail: melnik.gv@knutd.com.ua

ГОЛЬДБЕРГ МАР'ЯНА

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0002-9982-7264>
e-mail: Sholudko.mi@knutd.edu.ua

КИРИЧЕНКО АНТОН

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0003-0041-3799>
e-mail: kirichenko.am@knutd.com.ua

ЩЕРБАНЬ ЮРІЙ

Київський фаховий коледж прикладних наук
<https://orcid.org/0000-0001-5024-8387>
e-mail: scherban@i.ua

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

Розроблений комп'ютерний модуль для анімації руху шатунно-повзункової групи, який є складовою частиною програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин текстильної та легкої промисловості, що дозволяє на попередньому етапі проектування візуально оцінювати поведінку окремих ланок механізму шатунно-повзункової групи та визначати координати, проєкції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, повзуна та точки приєднання ланок груп Асура на шатуні. 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, анімація руху, візуалізація, кінематичні параметри, шатунно-повзункова група.

SHCHERBAN VOLODYMYR, MELNIK GENADIJ, GOLDBERG MARJANA, KIRICHENKO ANTON
Kyiv National University of Technologies and Design
SHCHERBAN YURYJ
Kyiv Professional College of Applied Sciences

COMPUTER MODULE FOR ANIMATING THE MOVEMENT OF THE CONNECTING ROD GROUP OF THE K DAM PROGRAM WHEN DETERMINING KINEMATIC AND DYNAMIC PARAMETERS

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 optimizing 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. A computer module was developed for the animation of the movement of the connecting rod-slider group, which is a component of the K DAM program for determining the kinematic and dynamic parameters of the connecting rod-slider group of the mechanisms of textile and light industry machines, which allows at the preliminary design stage to visually evaluate the behavior of individual links of the connecting rod mechanism of the slider group and determine the coordinates, projections of velocities and accelerations of the center of mass of the connecting rod, the slider and the points of attachment of the links of the Asura groups on the connecting rod.

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 on 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 obtained during 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, projections of velocities and accelerations of the center of mass of the connecting rod, 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.

Keywords: computer module, motion animation, visualization, kinematic parameters, connecting rod and slider group.

Постановка проблеми

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. Розроблений комп'ютерний модуль для анімації руху шатунно-повзункової групи, який є складовою частиною програми KDAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин текстильної та легкої промисловості, що дозволяє на попередньому етапі проектування візуально оцінювати поведінку окремих ланок механізму шатунно-повзункової групи та визначати координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, повзуна та точки приєднання ланок груп Асура на шатуні.

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.

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 зонах заправки на технологічному обладнанні.

Аналіз джерел

Розробка прикладних пакетів комп'ютерних програм дозволяє максимально скоротити час на проектування технологічних процесів в легкій та текстильній промисловості [1-3, 5]. 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 [1].

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 [2-6]. Прості устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75-80% від загального часу простоїв [7]. Натяг нитки збільшується при переході по зонах заправки системи подачі нитки на технологічному обладнанні [8]. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з напрямними та пристроями для натягу [6-9]. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною [3-5]. 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 [1].

Основним параметром оптимізації системи подачі ниток на технологічному обладнанні текстильної та трикотажної промисловості є мінімально необхідний натяг в робочій зоні [3-5]. Збільшення натягу в робочій зоні призводить до обриву ниток і, як наслідок, до зупинки технологічного обладнання [1, 5-8].

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

Виклад основного матеріалу

На рис.1а представлена основна форма TFormko1 = class(TForm) комп'ютерного модуля KDAM для шатунно-повзункової групи, яка широко використовується в механізмах машин текстильної та легкої промисловості. На рис.1б представлена форма TAPOForm1 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit APOUnit1 для анімації руху шатунно-повзункової групи. В роботі розглядалися два варіанти. В першому варіанті зміщення напрямної повзуна відносно центру шарніра кривошипа дорівнювало нулю. В другому варіанті зміщення напрямної повзуна відносно центру шарніра кривошипа можна здійснювати в додатному та від'ємному напрямі. На формі розташовані наступні елементи та процедури: TAPOForm2 = class(TForm); Image1: TImage; Button1: TButton; Button2: TButton; Button3: TButton; Timer1: TTimer; procedure Button2Click(Sender: TObject); procedure Timer1Timer(Sender: TObject); procedure Button3Click(Sender: TObject); procedure Button1Click(Sender: TObject).

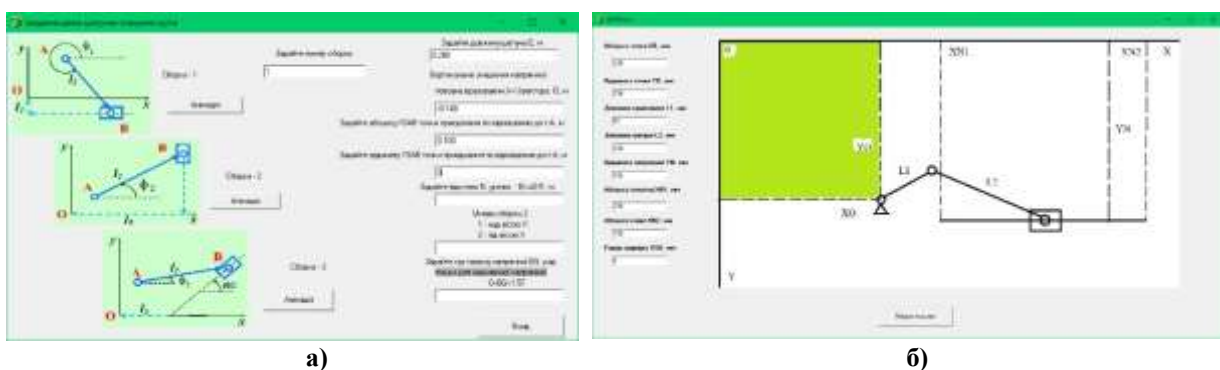


Рис.1. Форми комп'ютерної програми KDAM для шатунно-повзункової групи при анімації руху: а) TFormko1 = class(TForm) комп'ютерного модуля ko1; б) форма TAPOForm1 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit APOUnit1 для шатунно-повзункової групи

На формі TFormko1 = class(TForm) розташовані наступні компоненти та процедури: Button1: TButton; Edit1: TEdit; Edit2: TEdit; Edit3: TEdit; Edit4: TEdit; Label1: TLabel; Image2: TImage; Image3: TImage;

Label9: TLabel; Label13: TLabel; Label14: TLabel; procedure Button1Click(Sender: TObject); procedure Button2Click(Sender: TObject). Компонент Button1: Tbutton ініціює виконання процедури 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 TAPOForm2 = class(TForm) анімації руху шатунної повзункової групи механізму для варіанту 1. На рис.2б представлена форма TAPOForm2 = class(TForm) анімації руху шатунної повзункової групи механізму для варіанту 2.



Рис.2. Форма TAPOForm2 = class(TForm) анімації руху: а) варіант 1; б) варіант 2

На рис.3а,б представлені траєкторії руху центра мас шатуна шатунно-повзункової групи для варіантів 1 та 2. На рис.3в,г представлені кінематичні параметри точок кривошипного повзункового механізму для варіантів 1 та 2. Аналіз даних показує, що вертикальне зміщення напрямної повзуна суттєво впливає на кінематичні показники.

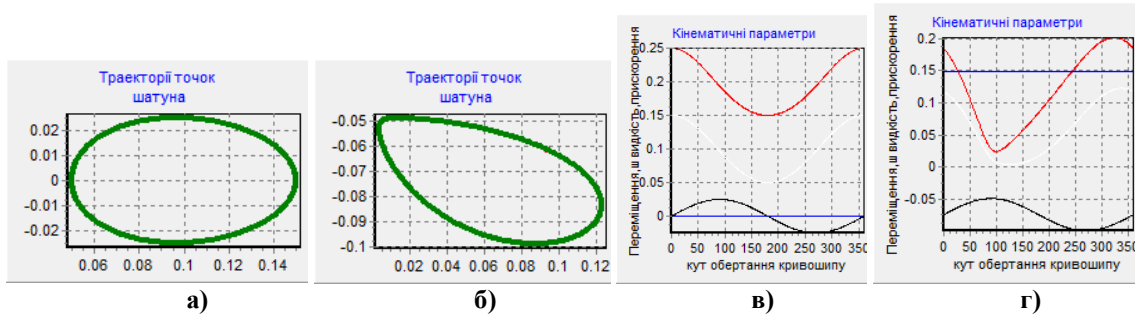


Рис.3. Графічні залежності кінематичних параметрів для шатунно-повзункової групи: а) форма траєкторії центра ваги шатуна-варіант 1; б) форма траєкторії центра ваги шатуна-варіант 2; в) переміщення точок механізму-варіант 1; г) переміщення точок механізму-варіант 2

В таб.1, для варіанту 1, представлені результати розрахунку для шатунно-повзункової групи механізму для п'яти положень кривошипу: 0°; 90°; 180°; 270; 360°. В таб.2 представлені результати розрахунку шатунно-повзункової групи механізму для варіанту 2.

Таблиця 1

Кінематичні та динамічні параметри для точок шатунно-повзункової групи (варіант 1)

| U1 | xAB | yAB | vBx | vABx | vABу | xKAB | yKAB | vXKAB | vYKAB |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 0 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2.5000 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 2.5000 |
| 90 | 0.0968 | 0.0250 | -5.0000 | -5.0000 | 0.0000 | 0.0968 | 0.0250 | -5.0000 | 0.0000 |
| 180 | 0.0500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -2.5000 | 0.0500 | 0.0000 | 0.0000 | -2.5000 |
| 270 | 0.0968 | -0.0250 | 5.0000 | 5.0000 | 0.0000 | 0.0968 | -0.0250 | 5.0000 | 0.0000 |
| 360 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2.5000 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 2.5000 |

Таблиця 2

Кінематичні та динамічні параметри для точок шатунно-повзункової групи (варіант 2)

| U1 | xAB | yAB | vBx | vABx | vABу | xKAB | yKAB | vXKAB | vYKAB |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 0 | 0.1173 | -0.0740 | -5.5010 | -2.7505 | 2.5000 | 0.1173 | -0.0740 | -2.7505 | 2.5000 |
| 90 | 0.0141 | -0.0490 | -5.0000 | -5.0000 | 0.0000 | 0.0141 | -0.0490 | -5.0000 | 0.0000 |
| 180 | 0.0173 | -0.0740 | 5.5010 | 2.7505 | -2.5000 | 0.0173 | -0.0740 | 2.7505 | -2.5000 |
| 270 | 0.0872 | -0.0990 | 5.0000 | 5.0000 | 0.0000 | 0.0872 | -0.0990 | 5.0000 | 0.0000 |
| 360 | 0.1173 | -0.0740 | -5.5010 | -2.7505 | 2.5000 | 0.1173 | -0.0740 | -2.7505 | 2.5000 |

При виконанні розрахунків кутова швидкість кривошипа дорівнювала 100 c^{-1} , довжина кривошипа дорівнювала 0.050 м, довжина шатуна дорівнювала 0.20м, вертикальне зміщення в варіанті 1 дорівнювало 0, а в варіанті 2 дорівнювало 0.148 м.

Висновки

Розроблений комп'ютерний модуль для анімації руху шатунно-повзункової групи, який є складовою частиною програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів шатунно-повзункової групи механізмів машин текстильної та легкої промисловості, що дозволяє на попередньому етапі проектування візуально оцінювати поведінку окремих ланок механізму шатунно-повзункової групи та визначати координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас шатуна, повзуна та точки приєднання ланок груп Асура на шатуні.

Література

1. Shcherban V.Y. Basic design support of CAD in the fashion industry/VY Shcherban, YY Shcherban, OZ Kolisko, GV Melnik, MI Sholudko, VY Kalashnik. - K.: Education of Ukraine, 2018. – 902 p.
2. Scherban V. Yu. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application/V. Yu. Scherban, SM Krasnitsky, VG Rezanova. - K.: KNUTD, 2011. – 240 p.
3. 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. – pp.41-50.
4. 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.
5. Shcherban' V.Improvement of structure and technology of manufacture of multilayer technical fabric/V.Shcherban' , G. Melnyk , M.Sholudko , O.Kolysko, V.Kalashnyk// Fibres and Textiles. – 2019. - volume 26 - № 2 - pp. 54-63.
6. Shcherban' V. Yarn tension while knitting textile fabric/V.Shcherban' , G. Melnyk , M.Sholudko , O.Kolysko, V.Kalashnyk// Fibres and Textiles. – 2018. - volume 25. - №3. - pp. 74-83.
7. 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.
8. 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.
9. 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.

References

1. Shcherban V.Y. Basic design support of CAD in the fashion industry/VY Shcherban, YY Shcherban, OZ Kolisko, GV Melnik, MI Sholudko, VY Kalashnik. - K.: Education of Ukraine, 2018. – 902 p.
2. Scherban V. Yu. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application/V. Yu. Scherban, SM Krasnitsky, VG Rezanova. - K.: KNUTD, 2011. – 240 p.
3. 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. – pp.41-50.
4. Shcherban V.Y. CAD of equipment and technological processes of the light and textile industry/ V.Y. Shcherban, O.I.Volkov, Y.Y. Shcherban. – K:Boomservice, 2004. – 519 p.
5. Shcherban' V.Improvement of structure and technology of manufacture of multilayer technical fabric/V.Shcherban' , G. Melnyk , M.Sholudko , O.Kolysko, V.Kalashnyk// Fibres and Textiles. – 2019. - volume 26 - № 2 - pp. 54-63.
6. Shcherban' V. Yarn tension while knitting textile fabric/V.Shcherban' , G. Melnyk , M.Sholudko , O.Kolysko, V.Kalashnyk// Fibres and Textiles. – 2018. - volume 25. - №3. - pp. 74-83.
7. 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.
8. 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.
9. 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.