

ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР

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

КОЛИСКО ОКСАНА

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0003-4043-1238>
e-mail: kipt@i.com.ua

МЕЛЬНИК ГЕНАДІЙ

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0002-0002-7663>
e-mail: melnik.gv@knutd.com.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'ЮТЕРНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ З ДВОМА КОРОМИСЛОВИМИ ГРУПАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМИ K DAM

Використання комп'ютерної програми K DAM дозволило визначити кінематичні параметри механізму з двома коромисловими групами машин мотального виробництва, що дозволило визначити координати, проекції швидкостей та прискорень шарнірів та точки приєднання ланок другої кулісної групи Асура і, на базі цього, обрати раціональні параметри структурних ланок механізму для забезпечення необхідного закону руху отворів робочих елементів машин мотального виробництва. Кінематичне дослідження складного механізму виконувалося в три етапи. На першому етапі визначалися кінематичні параметри вхідної ланки. На другому визначалися кінематичні параметри першої коромислової групи. Після цього відбувалося перепризначення кінематичних параметрів точки і визначалися кінематичні параметри другої коромислової групи. Отримані результати використовуються в програмі для оцінки напруженості технологічних процесів мотального виробництва при визначенні зміни відносного натягу нитки при формуванні циліндричних пакувань.

Ключові слова: кінематичні параметри, коромислова група, програма K DAM.

SHCHERBAN VOLODYMYR, KOLISKO OXSANA, MELNIK GENADIJ, KIRICHENKO ANTON
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
SHCHERBAN YURYJ
Kyiv Professional College of Applied Sciences

COMPUTER DETERMINATION OF KINEMATIC PARAMETERS OF THE MECHANISM WITH TWO ROCKER GROUPS USING THE K DAM PROGRAM

The use of the K DAM computer program made it possible to determine the kinematic parameters of the mechanism with two rocker groups of winding machines, which made it possible to determine the coordinates, projections of the speeds and accelerations of the hinges and the points of attachment of the links of the second rocker group Asura and, on the basis of this, to choose rational parameters of the structural links of the mechanism for ensuring the necessary law of movement of the holes of the working elements of the winding production machines. The kinematic study of the complex mechanism was performed in three stages. At the first stage, the kinematic parameters of the input link were determined. On the second, the kinematic parameters of the first rocker group were determined. After that, the kinematic parameters of the point were reassigned and the kinematic parameters of the second rocker group were determined. The obtained results are used in the program to assess the tension of the technological processes of winding production when determining the change in the relative tension of the thread during the formation of cylindrical packages.

Kinematic analysis of complex flat mechanisms of winding production machines, which include rocker groups, plays a significant role in choosing rational parameters of the structural links of the mechanism to ensure the necessary law of movement of the openings of the working elements of winding production machines. The use of the K DAM computer program, which is the development of the authors of this article, allows you to determine the kinematic parameters of the hinges and the connection points of the links of the second rocker group of Asura winding machines, which allows you to choose rational parameters of the structural links even at the design stage. The results of these studies can be used to optimize the design parameters of mechanisms and minimize energy consumption.

The use of the K DAM computer program made it possible to determine the kinematic parameters of the mechanism with two rocker groups of winding machines, which made it possible to determine the coordinates, projections of the speeds and accelerations of the hinges and the points of attachment of the links of the second rocker group Asura and, on the basis of this, to choose rational parameters of the structural links of the mechanism for ensuring the necessary law of movement of the holes of the working elements of the winding production machines. The kinematic study of the complex mechanism was performed in three stages.

Keywords: kinematic parameters, rocker group, K DAM program.

Постановка проблеми

Кінематичний аналіз складних плоских механізмів машин мотального виробництва, які включають

коромислові групи, виграє значну роль при обиранні раціональних параметрів структурних ланок механізму для забезпечення необхідного закону руху отворів робочих елементів машин мотального виробництва. Використання комп'ютерної програми K DAM, яка є розробкою авторів цієї статті, дозволяє визначати кінематичні параметри шарнірів та точки приєднання ланок другої кулісної групи Асура машин мотального виробництва, що дозволяє ще на стадії проектування обирати раціональні параметри структурних ланок. Результати, які отримуються при проведенні даних досліджень, можна використовувати при оптимізації конструктивних параметрів механізмів, мінімізації споживаної енергії.

Використання комп'ютерної програми K DAM дозволило визначити кінематичні параметри механізму з двома коромисловими групами машин мотального виробництва, що дозволило визначити координати, проекції швидкостей та прискорень шарнірів та точки приєднання ланок другої кулісної групи Асура і, на базі цього, обирати раціональні параметри структурних ланок механізму для забезпечення необхідного закону руху отворів робочих елементів машин мотального виробництва. Кінематичне дослідження складного механізму виконувалося в три етапи. На першому етапі визначалися кінематичні параметри вхідної ланки. На другому визначалися кінематичні параметри першої коромислової групи. Після цього відбувалося перепризначення кінематичних параметрів точки і визначалися кінематичні параметри другої коромислової групи. Отримані результати використовуються в програмі для оцінки напруженості технологічних процесів мотального виробництва при визначенні зміни відносного натягу нитки при формуванні циліндричних пакувань.

Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення для оцінки напруженості технологічних процесів мотального виробництва при визначенні зміни відносного натягу нитки при формуванні циліндричних пакувань.

Аналіз джерел

Комп'ютерне визначення кінематичних параметрів механізмів машин мотального виробництва, які включають коромислові групи, дозволяє обирати раціональні параметри структурних ланок [2]. Розробка прикладного пакету комп'ютерної програми K DAM на прикладі складного механізму з двома коромисловими групами дозволяє максимально скоротити час на проектування обладнання мотального виробництва [1, 3–6]. Це пов'язано з модернізацією лінії заправки ниток на мотальному обладнанні, що дозволяє мінімізувати натяг нитки при формуванні циліндричного пакування. Натяг нитки збільшується при переході по зонах заправки системи подачі нитки на мотальному обладнанні [4–7]. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з напрямними та пристроями для натягу мотальних машин [5, 7–9]. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною. Мінімізація натягу забезпечується оптимізацією форми лінії заправки нитки, при якій сумарний кут охоплення напрямних буде мінімальним [2, 5].

Основним параметром оптимізації системи подачі ниток на мотальному обладнанні є мінімальний натяг в робочій зоні. Збільшення натягу в робочій зоні призводить до обриву ниток і, як наслідок, до зупинки технологічного обладнання. Простої устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75-80% від загального часу простоїв [2].

Метою роботи є визначення кінематичних параметрів механізму з двома коромисловими групами машин мотального виробництва і, на базі цього, обрання раціональних параметрів структурних ланок механізму для забезпечення необхідного закону руху отворів робочих елементів машин мотального виробництва.

Виклад основного матеріалу

На рис.1а представлений загальний вигляд механізму машин мотального виробництва з двома коромисловими групами. На першому етапі визначалися кінематичні параметри вхідної ланки, для цього виконуються процедура `procedure Button2Click(Sender: TObject)` модуля `unit Unit2PM` комп'ютерної програми K DAM. На другому етапі отримані кінематичні параметри використовуються для розрахунку кінематичних параметрів першої коромислової групи. На рис. 2б показана її основна форма `TFormko1 = class(TForm)` де розташовані наступні компоненти `btnkpro: 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, 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.`

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 *y* векторів швидкості точок та центрів мас ланок шатунної коромислової групи механізму.

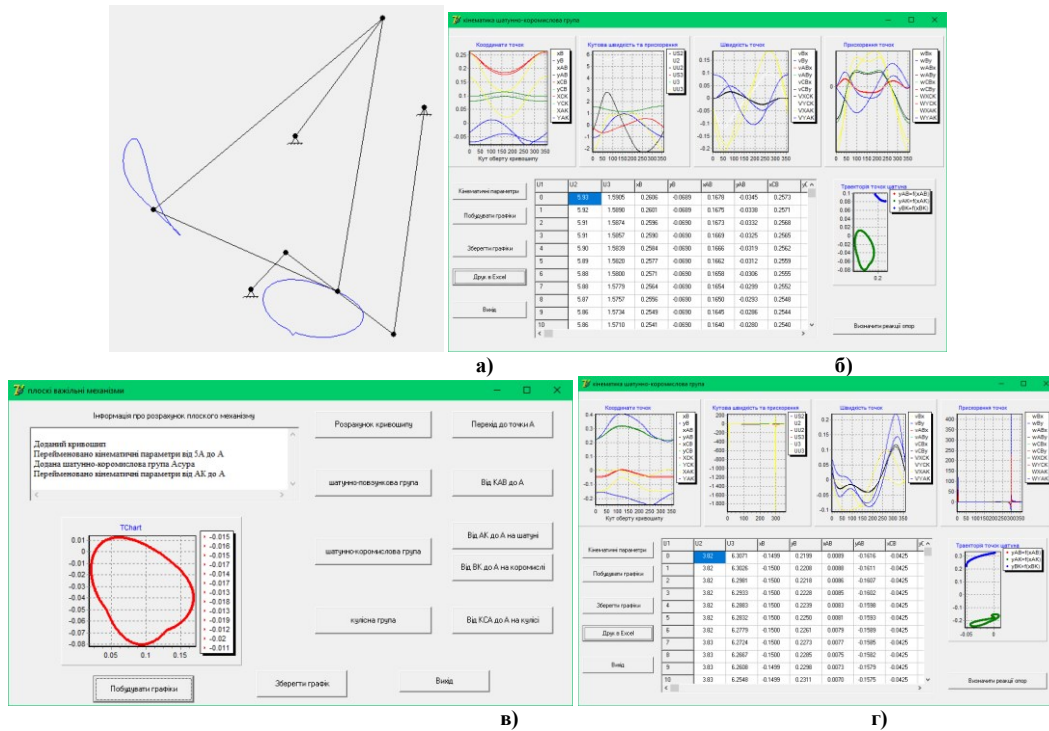


Рис. 1. Форми комп'ютерної програми KDM для механізму з двома коромисловими групами: а) загальний вигляд механізму з двома коромисловими групами; б) форма TFormko1 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit unit ko1 для 1 коромислової групи; в) форма TForm2 = class(TForm) модуля unit Unit2PM для визначення траєкторії точки приєднання та перепризначення кінематичних параметрів цієї точки; г) форма TFormko2 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit unit ko2 для 2 коромислової групи

Після цього відбувається перепризначення кінематичних параметрів точки і визначалися кінематичні параметри другої коромислової групи за допомогою виконання процедур procedure Button9Click(Sender: TObject), procedure Button1ksClick(Sender: TObject). На рис.1в представлена форма TFormku1 = class(TForm) з отриманою формою траєкторії руху точки приєднання другої коромислової групи. На рис. 2г показана форма TFormko1 = class(TForm) з результатами кінематичного розрахунку для другої коромислової групи. Компонент Button4: Tbutton викликає процедуру procedure Button4Click(Sender: TObject) для друку результатів, з використанням компоненту StringGrid, в таблиці Excel.

В табл. 1 та табл. 2 відповідно представлені результати розрахунку для першої та другої коромислової групи механізму машин мотального виробництва для п'яти положень кривошипу: 0⁰; 45⁰; 90⁰; 135⁰; 180⁰; 225⁰; 270⁰; 315⁰; 360⁰.

Таблиця 1

Кінематичні та динамічні параметри для точок шатунно-коромислової групи

U1	U31	xAB1	yAB1	UU21	UU31	vABx1	vABy1	wABx1	wABy1
0	1.5905	0.1678	-0.0345	-0.4596	-2.0610	-0.0351	0.0931	-0.5807	-0.3463
45	1.4427	0.1321	-0.0066	2.0048	-0.5396	-0.1723	0.0799	-0.2469	-0.0812
90	1.2598	0.0756	0.0111	2.5110	0.8891	-0.1675	0.0237	0.1531	0.1531
135	1.1636	0.0339	0.0058	0.8224	0.8752	-0.0908	-0.0557	0.3024	0.1367
180	1.1567	0.0219	-0.0203	-0.7995	0.9179	0.0180	-0.1017	0.3765	0.1421
225	1.2403	0.0460	-0.0541	-2.0795	0.8482	0.1331	-0.0892	0.3101	0.1444
270	1.4025	0.0989	-0.0804	-2.2576	-0.1419	0.1866	-0.0158	-0.0147	-0.0147
315	1.5601	0.1517	-0.0610	-1.6898	-1.3385	0.1272	0.0656	-0.3903	-0.2246
360	1.5905	0.1678	-0.0345	-0.4596	-2.0610	-0.0351	0.0931	-0.5807	-0.3463

При виконанні розрахунків кутова швидкість кривошипа дорівнювала 2.5 с⁻¹, довжина кривошипа дорівнювала 0.075 м, довжина шатуна (1) 0.198 м, довжина коромисла (1) дорівнювала 0.336 м, вертикальне зміщення опори С дорівнювало 0.267 м, координати горизонтального зміщення опори С дорівнювало 0.254 м, координати шарніра на шатуну (1) дорівнювали 0.198 м та 0 м, довжина шатуна (2) 0.407 м, довжина коромисла (2) дорівнювала 0.215 м, вертикальне зміщення опори С1 дорівнювало 0.225 м, координати горизонтального зміщення опори С1 дорівнювало 0.065 м.

Кінематичні та динамічні параметри для точок шатунно-коромислової групи

U1	U32	xAB2	yAB2	UU22	UU32	vABx2	vABy2	wABx2	wABy2
0	6.3071	0.0089	-0.1616	2.3319	1.1786	-0.0181	0.0719	-0.2813	0.0090
45	5.9326	-0.0024	-0.1593	0.3685	1.1100	-0.0961	0.0128	-0.1572	-0.0337
90	5.4079	0.0014	-0.1784	-0.8066	0.8488	-0.1008	-0.0024	0.0095	-0.0671
135	5.3105	-0.0111	-0.1927	-1.2652	1.2765	-0.0874	-0.0565	0.0513	-0.0999
180	5.5436	-0.0360	-0.2154	-0.9150	0.0757	-0.0256	-0.0887	0.2008	0.0126
225	5.8661	-0.0428	-0.2373	-0.5791	-1.4085	0.0620	-0.0548	0.2175	0.0624
270	6.2030	-0.0252	-0.2417	-0.1107	2.5141	0.0982	0.0523	0.0048	0.0122
315	6.3411	0.0010	-0.1978	1.2131	-16.448	0.0572	0.1427	-0.1850	0.0102
360	6.3071	0.0089	-0.1616	2.3319	1.1786	-0.0181	0.0719	-0.2813	0.0090

Висновки

Використання комп'ютерної програми K DAM дозволяє визначити кінематичні параметри механізму з двома коромисловими групами машин мотального виробництва, що дозволяє визначити координати, проекції швидкостей та прискорень шарнірів та точок приєднання ланок другої кулісної групи Асура і, на базі цього, обирати раціональні параметри структурних ланок механізму для забезпечення необхідного закону руху отворів робочих елементів машин мотального виробництва.

References

1. 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.
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. 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.
5. Scherban V.Yu., Krasnitsky S.M., Rezanov V.G. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application. K.: KNUVD, 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. pp. 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.