

**ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР**

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

**ШИЛІНГОВ СЕРГІЙ**

Київський національний університет технологій та дизайну  
<https://orcid.org/0000-0002-0730-3739>  
e-mail: [s.shilingov@gmail.com](mailto:s.shilingov@gmail.com)

**ЛУКАШЕВ АНДРІЙ**

Київський національний університет технологій та дизайну  
<https://orcid.org/0000-0002-7724-7744>  
e-mail: [applereg1@gmail.com](mailto:applereg1@gmail.com)

**КОЛИСКО ОКСАНА**

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

**ЩЕРБАНЬ ЮРІЙ**

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

## **СТРУКТУРА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДУЛЯ ПРОГРАМИ K DAM ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВХІДНОЇ ЛАНКИ**

*Розробка комп'ютерного модуля програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів вхідної ланки механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначити координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас кривошину та точки приєднання ланок груп Асура. При динамічному аналізі роботи вхідної ланки визначаються проекції повної реакції в шарнірі закріплення вхідної ланки. 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, вхідна ланка.

SHCHERBAN VOLODYMYR, SHILINGOV SERGEY, LUKASHEV ANDREW, KOLISKO OKSANA  
Kyiv National University of Technologies and Design  
SHCHERBAN YURYJ  
Kyiv Professional College of Applied Sciences

## **STRUCTURE OF THE COMPUTER MODULE OF THE K DAM PROGRAM FOR DETERMINING KINEMATIC AND DYNAMIC PARAMETERS OF THE INPUT LINK**

*The development of the computer module of the K DAM program for determining the kinematic and dynamic parameters of the input link of the mechanisms of light industry machines allows to determine the coordinates, projections of speeds and accelerations of the center of mass of the crank and the point of attachment of the links of the Asura groups. During the dynamic analysis of the operation of the input link, the projections of the full reaction in the hinge of the input link 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.*

*Lever mechanisms are widely used in light and textile industry machines. The working bodies of the lever mechanisms come into contact with the threads during operation. Depending on the trajectory of the movement, the angle of coverage of the working bodies of the mechanisms of the light and textile industry machines changes. A change in the value of the angle of coverage 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 moving through the refueling zones of the thread feeding system on the technological equipment. This increase is due to the interaction of the thread with the guides and tension devices. The maximum tension value 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 development of special computer programs for determining the tension in the working area makes it possible to determine the necessary technological parameters. The objective function in the tasks of optimization of technological processes is the minimum necessary tension. 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.*

*Computer determination of kinematic and dynamic parameters of flat mechanisms allows to determine the parameters used in determining the intensity of technological processes. The study of the influence of the design of the thread tension device on the conditions of its interaction with the thread, taking into account its unevenness in the diameter of the cross section, is important in determining the thread tension. The tension of the thread increases when moving through the refueling zones of the thread feeding system on the technological equipment.*

*Keywords:* computer module, kinematic parameters, dynamic parameters, input link.

### Постановка проблеми

Розробка комп'ютерного модуля програми KDAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів вхідної ланки механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначати координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас кривошипу та точки приєднання ланок груп Асура. При динамічному аналізі роботи вхідної ланки визначаються проекції повної реакції в шарнірі закріплення вхідної ланки. 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.

Важільні механізми знаходять широке використання в машинах легкої та текстильної промисловості. Робочі органи важільних механізмів в процесі роботи контактують з нитками. В залежності від траєкторії руху змінюється кут охоплення робочих органів механізмів машин легкої та текстильної промисловості. 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 технологічному обладнанні. Це збільшення обумовлено взаємодією нитки з напрямними та пристроями для натягу. Максимального значення натягу буде перед робочою зоною. Різде 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. Розробка спеціальних комп'ютерних програм для визначення натягу в робочій зоні дозволяє визначати необхідні технологічні параметри. Цільовою функцією в задачах оптимізації технологічних процесів виступає мінімально необхідний натяг. 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

Комп'ютерне визначення кінематичних та динамічних параметрів плоских механізмів дозволяє визначати параметри, які використовуються при визначенні напруженості технологічних процесів [1, 2]. 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. 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]. 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 [4–7]. Збільшення натягу в робочій зоні призводить до обриву ниток і, як наслідок, до зупинки технологічного обладнання [2, 9]. Прості устаткування, пов'язані з ліквідацією обриву, складають в даний час 75-80% від загального часу простоїв [1, 2].

Аналіз дефектів, що приводять до обриву нитки при переробці, показав, що найбільш вагомими є: слабкі місця на нитці (стоншування), шишки і потовщення, моховитість [5–9]. Якщо виникнення перших двох дефектів пояснюється низькою якістю початкової сировини і порушенням технологічного процесу при виробництві, то останній, як наголошувалося вище, виникає безпосередньо при взаємодії ниток з робочими органами технологічного устаткування [6]. 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.

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.

**Метою роботи** є розробка комп'ютерного модуля програми KDAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів вхідної ланки механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначати координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас кривошипу та точки приєднання ланок груп Асура.

### Виклад основного матеріалу

На рис. 1а представлена форма `TFormKr0 = class(TForm)` комп'ютерного модуля `unit kr0` для завдання вхідних даних комп'ютерного модуля KDAM. На формі `TFormKr0 = class(TForm)` розташовані наступні компоненти `ButtonKR01: TButton`; `Edit1KR0: TEdit`; `Edit2KR0: TEdit`; `Label1: TLabel`; `Label2: TLabel`; `Image1: TImage`. Компонент `Image1: TImage` представляє розрахункову схему вхідної ланки (кривошипа). Показана орієнтація вхідної ланки відносно координатних осей X та Y. Одно строкові компоненти `Edit1KR0: TEdit`, `Edit2KR0: TEdit` призначені для задання значень кутової швидкості та довжини кривошипу.

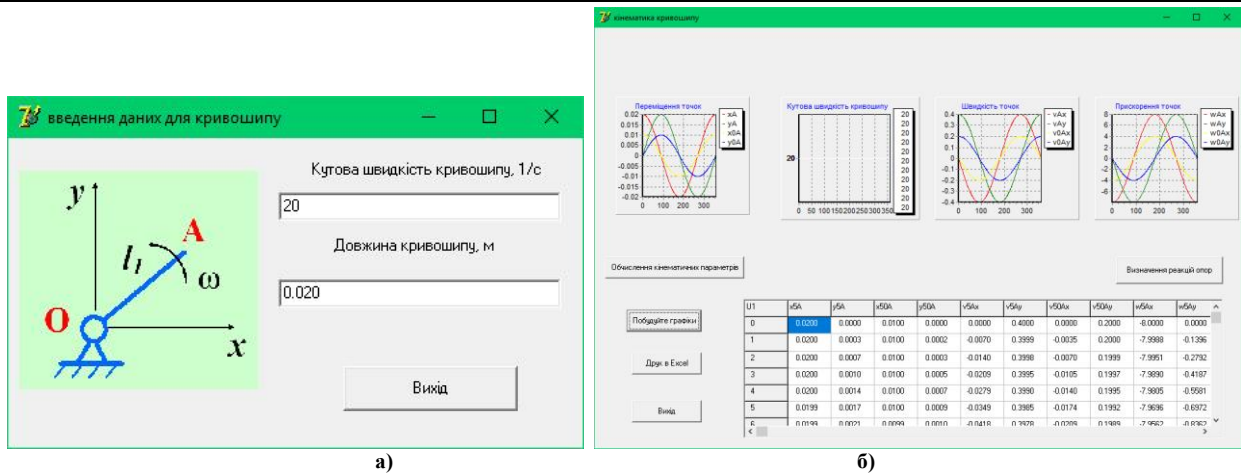


Рис. 1. Форми комп'ютерної програми K DAM для вхідної ланки при кінематичному та динамічному дослідженні: а) форма TFormKr0 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit kr0 для завдання вхідних даних; б) форма TFormKr1 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit kr1 для кінематичного дослідження

Компонент ButtonKR01: TButton призначений для ініціалізації процедури procedure TFormKr0.ButtonKR01Click(Sender: TObject). При цьому здійснюється перехід на форму TFormKr1 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit kr1 для кінематичного дослідження.

На рис. 1б представлена форма TFormKr1 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit kr1, який призначений для визначення кінематичних параметрів: координат; проекцій векторів швидкостей та прискорень центру мас кривошипу та точки приєднання ланок груп Асура на координатні осі X та Y. На формі TFormKr1 = class(TForm) розташовані наступні компоненти: btnkrp0: TButton; Chart1: TChart; Series1: TLineSeries; Series2: TLineSeries; Series3: TLineSeries; Series4: TLineSeries; Button1ks: TButton; Button2ks: TButton; Chart2: TChart; Chart4: TChart; Series8: TLineSeries; Series10: TLineSeries; Series11: TLineSeries; Series12: TLineSeries; Series13: TLineSeries; Series14: TLineSeries; Series15: TLineSeries; Series16: TLineSeries; Series17: TLineSeries; StringGrid1: TStringGrid; Button1: TButton; Button2: TButton; Chart3: TChart. Компоненти Chart1: TChart, Chart2: TChart, Chart3: TChart та Chart4: TChart призначені для відображення координат, кутової швидкості, проекцій векторів швидкості та прискорення на координатні осі X та Y для вхідної ланки. В комп'ютерному модулі unit kr1 передбачена можливість передачі розрахункових даних з багато рядкового вікна редагування StringGrid1: TStringGrid в таблиці Microsoft Excel. Компонент Button1: TButton призначений для ініціалізації процедури procedure Button1Click(Sender: TObject). При цьому здійснюється перехід на форму TFormKr2 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit kr2 для динамічного дослідження руху вхідної ланки.

На рис. 2а представлена форма TFormKr2 = class(TForm) комп'ютерного модуля unit kr2 для визначення проекцій повної реакції в шарнірі закріплення вхідної ланки на координатні осі X та Y. На формі TFormKr2 = class(TForm) розташовані наступні компоненти: Edit1: TEdit; Label1: TLabel; Button1: TButton; Button2: TButton; Button3: TButton; StringGrid1: TStringGrid; Chart1: TChart; Series1: TLineSeries; Series2: TLineSeries; Series4: TLineSeries; Button4: TButton; Label2: TLabel; Edit2: TEdit; Label4: TLabel; Edit3: TEdit. Одно рядкові вікна редагування Edit1: TEdit, Edit2: TEdit та Edit3: TEdit призначені для задання маси вхідної ланки, проекцій результуючої сили зовнішніх сил на осі X та Y. На рис. 2б представлена форма TForm2 = class(TForm), на якій за допомогою компонента Chart1: TChart будується траєкторія руху точки приєднання ланок груп Асура.

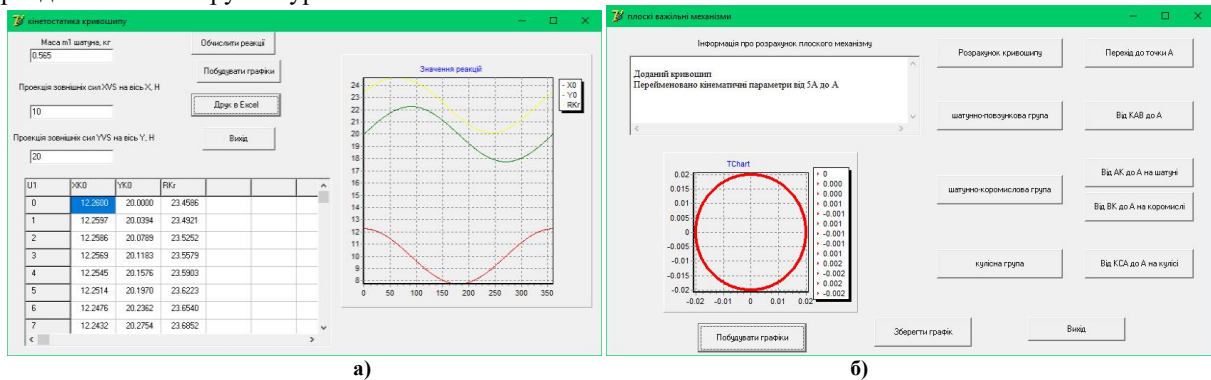


Рис. 2. Форми комп'ютерної програми K DAM для вхідної ланки: а) форма TFormKr2 = class(TForm); б) форма TForm2 = class(TForm)

В табл. 1 представлені результати розрахунку для вхідної ланки механізму для п'яти положень кривошипу: 0°; 90°; 180°; 270; 360°.

**Кінематичні та динамічні параметри для точок вхідної ланки**

U1	x5A	y50A	v5Ax	v5Ay	w50Ax	w50Ay	XK0	YK0	RKr
0	0.0200	0.0000	0.0000	0.4000	-4.0000	0.0000	12.2600	20.0000	23.4586
90	0.0000	0.0100	-0.4000	0.0000	0.0000	-4.0000	10.0000	22.2600	24.4030
180	-0.0200	0.0000	0.0000	-0.4000	4.0000	0.0000	7.7400	20.0000	21.4455
270	0.0000	-0.0100	0.4000	0.0000	0.0000	4.0000	10.0000	17.7400	20.3644
360	0.0200	0.0000	0.0000	0.4000	-4.0000	0.0000	12.2600	20.0000	23.4586

При виконанні розрахунків кутова швидкість кривошипа дорівнювала  $20 \text{ c}^{-1}$ , довжина кривошипа дорівнювала  $0.020 \text{ м}$ , маса вхідної ланки дорівнювала  $0.565 \text{ кг}$ , проекції результуючої сили зовнішніх сил на осі X та Y дорівнювали  $10 \text{ Н}$  та  $20 \text{ Н}$  відповідно. При розрахунках враховували, що вхідна ланка розташована у вертикальній площині.

### Висновки

Розроблений комп'ютерний модуль програми K DAM для визначення кінематичних та динамічних параметрів вхідної ланки механізмів машин легкої промисловості дозволяє визначати координати, проекції швидкостей та прискорень центру мас кривошипу та точки приєднання ланок груп Асура. При динамічному аналізі роботи вхідної ланки визначаються проекції повної реакції в шарнірі закріплення вхідної ланки.

### Література

1. Щербань В.Ю. Механіка нитки. К. : Освіта України, 2018. 533 с.
2. Щербань В.Ю., Волков О.И., Щербань Ю.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности. К. : Бумсервис, 2004. 519 с.
3. 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.
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.: KNU TD, 2011. 220 p.
6. 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., Калашник В.Ю., Коліско 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. *Mechanics of Threads*. K.: Formation of Ukraine, 2018. 533 p.
2. Scherban V.Yu., Volkov O.I., Shcherban Yu.Yu. *CAD equipment and technological processes for light and textile industries*. K.: Boomservice, 2004. 519 p.
3. 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.
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.: KNU TD, 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.