

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему

**Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування пристроїв для
натягу просторової форми**

Виконав: студент групи МгІТ-21
спеціальності
122 - Комп'ютерні науки

Дмитро ШЕЙКО

Науковий керівник д.т.н., проф. Володимир ЩЕРБАНЬ

Рецензент д. ф.-м. н., проф. Сергій КРАСНИТСЬКИЙ

Київ 2022

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАТРОНИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
Освітня програма Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук

_____ Володимир Щербань
“ ” листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

на дипломну магістерську роботу студенту

Шейку Дмитру Анатолійовичу

- 1. Тема роботи** Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування пристроїв для натягу просторової форми
Науковий керівник роботи Щербань Володимир Юрійович, д.т.н., професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від 28. 09. 2022 року № 180 - уч.
- 2. Строк подання студентом роботи** 01.11.2022р.
- 3. Вихідні дані до роботи** Розробка кафедри комп'ютерних наук.
- 4. Зміст дипломної роботи** (перелік питань, які потрібно розробити):
Розділ 1(математичне забезпечення); Розділ 2(алгоритмічне забезпечення);
Розділ 3(програмне забезпечення); презентація дипломної магістерської роботи з основними результатами дослідження (в роздрукованому вигляді представлена у додатках).

5. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	Володимир ЩЕРБАНЬ, д.т.н., проф.		
Розділ1	Володимир ЩЕРБАНЬ, д.т.н., проф.		
Розділ 2	Володимир ЩЕРБАНЬ, д.т.н., проф.		
Розділ3	Володимир ЩЕРБАНЬ, д.т.н., проф.		
Висновки	Володимир ЩЕРБАНЬ, д.т.н., проф.		

6. Дата видачі завдання 09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН.

№ з/п	Назва етапів дипломної магістерської роботи	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	01.10.2022 р.	
2	Розділ 1. Математичне забезпечення. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми.	10.10.2022 р.	
3	Розділ 2. Алгоритмічне забезпечення. Алгоритми системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.	15.10.2022 р.	
4	Розділ 3. Програмне забезпечення. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми.	20.10.2022 р.	
5	Висновки	25.10.2022 р.	
6	Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)	30.10.2022 р.	
7	Здача дипломної магістерської роботи на кафедрі для рецензування (за 14 днів до захисту)	01.11.2022 р.	
8	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	04.11.2022 р.	
9	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (з 7 днів до захисту)	07.11.2022 р.	

Студент _____ Дмитро ШЕЙКО
 Науковий керівник роботи _____ Володимир ЩЕРБАНЬ
 Директор НМЦУПФ _____ Олена ГРИГОРЕВСЬКА

АНОТАЦІЯ

Шейко Д. А. Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування пристроїв для натягу просторової форми. – Рукопис.

Дипломна магістерська робота за спеціальністю 122 – «Комп’ютерні науки». – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2022 рік.

Дипломну магістерську роботу присвячено теоретичному дослідженню роботи та обґрунтуванню практичних шляхів використання пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

Запропоновано основні напрями використання пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактної зони, що дозволить зменшити обриви вовняної та віскозної пряжі в технологічних процесах, покращити можливість проходження потовщення пряжі, підвищити продуктивність технологічного обладнання, скоротити час простою обладнання при ліквідації обривів вовняної та віскозної пряжі та підвищити якість готових виробів.

Ключові слова: пристрої для натягу просторової форми, коливання натягу, вовняна та віскозна пряжа, фігурна шайба притиснення, коефіцієнт тертя пряжі.

ANNOTATION

Sheiko D. A. Algorithmic and software components of the system of designing devices for spatial form tension. - Manuscript.

Master's thesis in specialty 122 - "Computer science". - Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2022.

The master's thesis is devoted to the theoretical study of work and justification of practical ways of using devices for tensioning a spatial shape with a vertically located shaped pressure washer in technological processes during the

processing of woolen and viscose yarn on the basis of the development of mathematical and software components of CAD.

The main directions of using devices for tensioning a spatial shape with a vertically located shaped pressing washer in technological processes during the processing of woolen and viscose yarn in the presence of fluctuations in the input tension are proposed on the basis of the development of mathematical and software components of CAD, taking into account the shape of the winding cylinder, the geometric parameters of the conical and cylindrical part of the porcelain the base of the device, the angle at the top of the cone of the washer, the friction coefficients of the yarn against the surface of the porcelain and the surface of the washer material, the weight of the washer, the variable input voltage, the radius of the contact circle. The results of the master's thesis can be used to reduce the fluctuation of the initial tension of woolen and viscose yarn when using devices for tensioning a spatial shape with a vertically located shaped pressure washer in technological processes during the processing of woolen and viscose yarn due to the use of devices for tensioning a spatial shape, increasing the contact area of yarn with the surface of porcelain and the surface of the washer, the reduction of inertial loads on the moving washer, which will allow to reduce breakages of woolen and viscose yarn in technological processes, to improve the possibility of yarn thickening, to increase the productivity of technological equipment, to reduce the downtime of equipment when eliminating breakages of woolen and viscose yarn, and to increase quality of finished products.

Key words: spatial form tension devices, tension fluctuations, woolen and viscose yarn, shaped pressure washer, yarn friction coefficient.

ЗМІСТ

Вступ	8.
Розділ 1. Математичне забезпечення.	11.
1.1. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми	11.
Висновки по 1 розділу	25.
Розділ 2. Алгоритмічне забезпечення.	27.
2.1. Алгоритми системи проектування пристроїв для натягу просторової форми	27.
2.2. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми на основі алгоритму розв'язання диференційних рівнянь	31.
2.3. Тестовий варіант 1. Пристрій для натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН	38.
2.4. Тестовий варіант 2. Пристрій для натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН	39.
2.5. Тестовий варіант 3. Пристрій для натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН	41.
2.6. Тестовий варіант 4. Пристрій для натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН	43.
Висновки по 2 розділу	44.
Розділ 3. Програмне забезпечення.	46.
3.1. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми	46.

Висновки по 3 розділу	58.
Висновки	59.
Список використаних джерел	61.
Додаток 1	70.
Додаток 2	71.
Додаток 3	74.

ВСТУП

Актуальність теми. Досвід текстильних галузей промисловості свідчить, що найбільш прогресивною та перспективною основою процесу проектування системи пристроїв для натягу просторової форми, а також управління якістю протікання технологічних процесів є створення та впровадження в практику об'єктне орієнтованої системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі, загальними цілями яких є зменшення обривів вовняної та віскозної пряжі в технологічних процесах, покращення можливості проходження потовщення пряжі, підвищення продуктивності технологічного обладнання, скорочення часу простою обладнання при ліквідації обривів вовняної та віскозної пряжі та підвищення якості готових виробів. Рішення задач, що стоять перед текстильною і легкою промисловістю по збільшенню випуску продукції на основі росту продуктивності технологічного обладнання з використанням системи проектування пристроїв для натягу просторової форми, сучасних технологій САПР технологічних процесів з використанням пристроїв для натягу просторової форми, які повинні базуватися на останніх досягненнях науки, має важливе економічне і технічне значення.

Мета дослідження. Удосконалення системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.

Завдання дослідження. Розробити відповідні математичні моделі системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі, алгоритм для їх реалізації на ЕОМ, програмне забезпечення для реалізації розробленого алгоритму.

Об'єкт дослідження. Технологічні процеси текстильного виробництва.

Предмет дослідження. Системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.

Методи дослідження. Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми по удосконаленню системи проектування пристроїв для натягу просторової форми на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР є праці провідних вчених в галузях технології текстильного та трикотажного виробництв, текстильного матеріалознавства, проектування пристроїв для натягу просторової форми, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання. У теоретичних дослідженнях використано методи інтегрального та диференційного числення, теоретичної механіки, теорії механізмів та машин, опору матеріалів.

Практична цінність. Запропоновано основні напрями використання пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола для реалізації мети дипломної магістерської роботи за спеціальністю 122 - Комп'ютерні науки.

Елементи наукової новизни. Мають узагальнюючий характер і містять власні висновки та рекомендації по удосконаленню системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

Практична значущість роботи. Результати дипломної магістерської роботи можна використовувати для зменшення коливання

вихідного натягу вовняної та віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі за рахунок використання пристроїв для натягу просторової форми, збільшення контактної зони пряжі з поверхнею фарфору та поверхнею шайби, зменшенню інерційних навантажень на рухому шайбу, що дозволить зменшити обриви вовняної та віскозної пряжі в технологічних процесах, покращити можливість проходження потовщення пряжі, підвищити продуктивність технологічного обладнання, скоротити час простою обладнання при ліквідації обривів вовняної та віскозної пряжі та підвищити якість готових виробів, розроблений пакет прикладного програмного забезпечення може використовуватися у відповідних проектно-конструкторських організаціях, які займаються вирішенням аналогічних та суміжних проблем.

Апробація результатів роботи. За результатами дипломної магістерської роботи отримана 1 публікація.

Питання пов'язані з розробкою алгоритмічних та програмних компонентів САПР системи проектування пристроїв для натягу просторової форми є дуже важливою задачею, яка стоїть перед текстильною промисловістю. Результати дипломної магістерської роботи можна використовувати для зменшення коливання вихідного натягу вовняної та віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі за рахунок використання пристроїв для натягу просторової форми, збільшення контактної зони пряжі з поверхнею фарфору та поверхнею шайби, зменшенню інерційних навантажень на рухому шайбу.

РОЗДІЛ 1. МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

1.1. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми.

Пристрої для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення широко використовуються в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі. Проведемо теоретичний аналіз роботи пристрою для натягу нитки просторової форми, що дозволить отримати алгоритмічні компоненти для подальшої розробки програмного забезпечення та оцінки можливостей саморегулювання пристрою для натягу нитки просторової форми.

На рис.1а зображена схема пристрою для натягу нитки просторової форми. На ділянці АОА нитка поступає в конусний пристрій для натягу нитки після балону змотування, маючи змінний натяг T_0 .

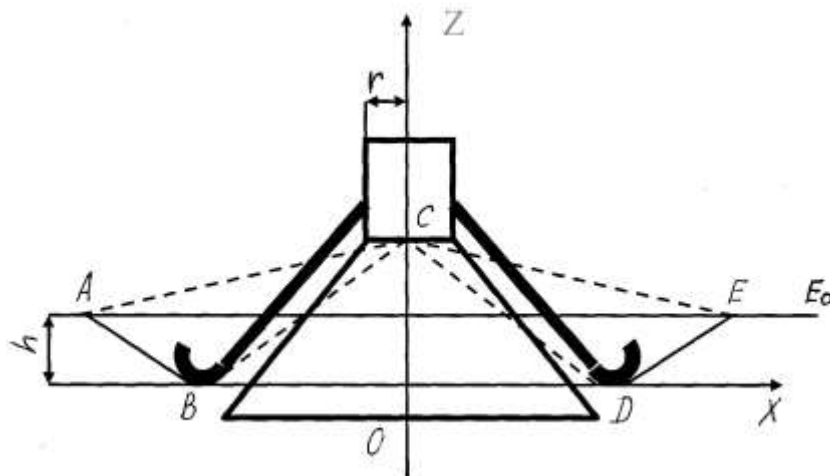


Рис.1а. Розрахункова схема конусного пристрою для натягу нитки

Нитка потрапляє під конічну шайбу. Спостереження показали, що між конічною шайбою та основою пристрою для натягу нитки розташовується так, що підіймається до точки С на окружності радіусу r , яка розділяє конічну та циліндричну частини фарфорової основи пристрою для натягу нитки просторової форми. Виходячи з під шайби нитка в точці Е спрямовується по прямій ЕЕО вздовж снувальної рамки до машини. Нижня кромка шайби, на якій розташовані точки В і D, має форму окружності радіусу R . Самі точки В

і D розташовані на діаметрі цієї окружності таким чином, що виконується умова

$$\angle OBC = \angle ODC = \nu = \arcsin \frac{r}{R}.$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

M10: 0.7430; 0.7331; 0.7237; 0.7150; 0.7068; 0.6993; 0.6924;
 0.6860; 0.6803; 0.6751; 0.6705; 0.6664; 0.6629; 0.6597; 0.6571;
 0.6548; 0.6528; 0.6512; 0.6499; 0.6488; 0.6480; 0.6473; 0.6468;
 0.6465; 0.6462; 0.6461; 0.6461; 0.6462; 0.6464; 0.6467; 0.6472;
 0.6479; 0.6487; 0.6499; 0.6513; 0.6531; 0.6553; 0.6580; 0.6612;
 0.6651; 0.6696; 0.6750; 0.6812; 0.6883; 0.6964; 0.7055; 0.7158;
 0.7272; 0.7398; 0.7536; 0.7686; 0.7849; 0.8023; 0.8209; 0.8406;
 0.8615; 0.8833; 0.9061; 0.9299; 0.9544; 0.9796.

Точки А та Е розташовані над площиною цієї окружності. При нижньому положенні шайби ця відстань дорівнює h і ці точки розташовані на однакових відстанях l від площини YOZ. На рис.1б представлений вигляд пристрою для натягу нитки просторової форми зверху.

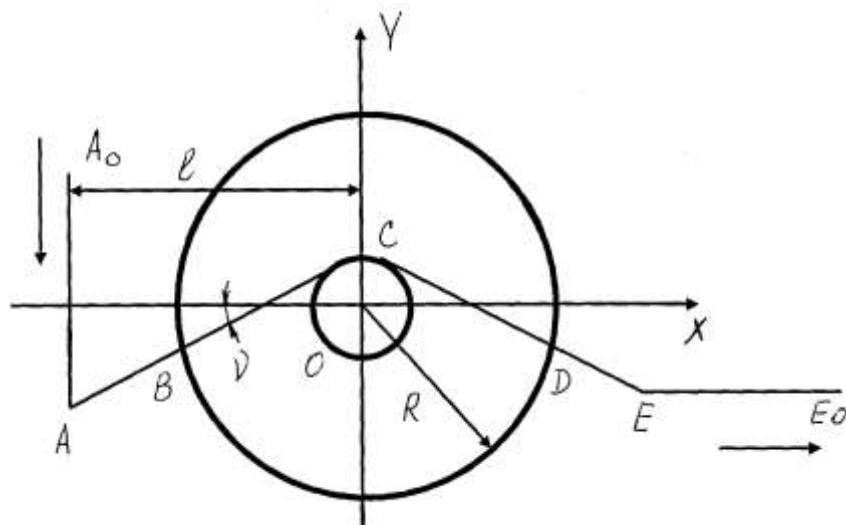


Рис.1б. Вигляд пристрою для натягу нитки просторової форми зверху

Кут при вершині конуса шайби дорівнює 90 градусів. Коефіцієнти тертя нитки о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби позначимо μ . Вага шайби дорівнює Q .

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

M11: 0.4126; 0.4193; 0.4261; 0.4329; 0.4397; 0.4464; 0.4530;
 0.4595; 0.4658; 0.4719; 0.4778; 0.4835; 0.4889; 0.4940; 0.4988;
 0.5033; 0.5074; 0.5112; 0.5146; 0.5177; 0.5203; 0.5226; 0.5244;
 0.5258; 0.5268; 0.5273; 0.5274; 0.5270; 0.5261; 0.5248; 0.5230;
 0.5208; 0.5180; 0.5148; 0.5111; 0.5069; 0.5023; 0.4971; 0.4915;
 0.4855; 0.4790; 0.4721; 0.4648; 0.4571; 0.4491; 0.4408; 0.4323;
 0.4235; 0.4147; 0.4058; 0.3969; 0.3882; 0.3798; 0.3717; 0.3642;
 0.3575; 0.3515; 0.3467; 0.3430; 0.3407; 0.3398.

Нехай шайба знаходиться в нижньому положенні (рис.1в).

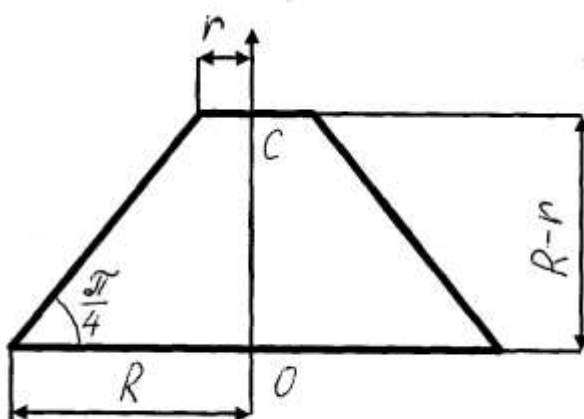


Рис.1в. Розрахункова схема

Тоді можна записати основні співвідношення для координат точок

$$A[-l, -(l-R)\operatorname{tg}v, h], \quad B(-R, 0, 0), \\ C(0, r, R-r), \quad D(R, 0, 0), \quad E[l, -(l-R)\operatorname{tg}v, h].$$

Виходячи з цього отримаємо

$$\begin{aligned}
 &AoA\{0,-1,0\}, \quad AB\{l-R,(l-R)tg\,v,-h\}, \quad BC\{R,r,R-r\}, \\
 &CD\{R,-r,-(R-r)\}, \quad DE\{l-R,-(l-R)tg\,v,h\}, \quad EEo\{1,0,0\}, \\
 &\angle AoAB = \alpha = \arccos \frac{-(l-R)tg\,v}{a}, \\
 &\angle ABC = \angle CDE = \beta = \arccos \frac{(l-R)(R+rtg\,v)-h(R-r)}{ab}, \\
 &\angle BCD = \gamma = \arccos \frac{2rR}{h^2}, \quad \angle DEEo = \psi = \arccos \frac{l-R}{a},
 \end{aligned}$$

де

$$a = \sqrt{(l-R)^2 \sec^2 v + h^2}, \quad b = \sqrt{R^2 + r^2 + (R-r)^2}.$$

Будемо рахувати в першому наближенні, що нитка під шайбою на ділянках BC та CD розташовується прямолінійно, тоді BC+CD=2b. Тиск шайби рівномірно розподіляється на ділянці BCD нитки. На нитку під шайбою діє вертикальна сила тиску, яка складається з трьох складових (рис.1г).

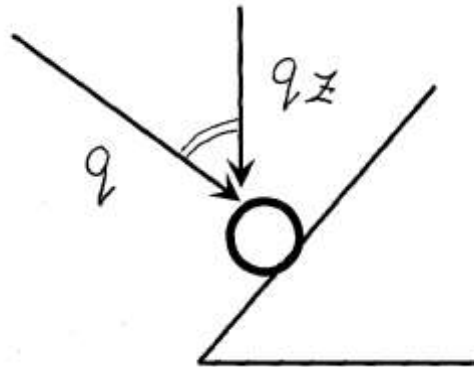


Рис.1г. Силова схема

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

M12: 24.2513; 24.4113; 24.5419; 24.6362; 24.6877; 24.6906; 24.6395;
 24.5299; 24.3576; 24.1196; 23.8134; 23.4375; 22.9913; 22.4749;
 21.8895; 21.2369; 20.5200; 19.7426; 18.9092; 18.0252; 17.0967;
 16.1305; 15.1339; 14.1151; 13.0824; 12.0448; 11.0114; 9.9915; 8.9948;
 8.0306; 7.1084; 6.2374; 5.4266; 4.6844; 4.0190; 3.4379; 2.9481;
 2.5557; 2.2662; 2.0842; 2.0136; 2.0572; 2.2170; 2.4942; 2.8889;

3.4003; 4.0267; 4.7655; 5.6132; 6.5655; 7.6173; 8.7628; 9.9954;
11.3080; 12.6929; 14.1420; 15.6468; 17.1985; 18.7882; 20.4068;
22.0449.

Рівняння рівноваги мають вигляд

$$P = Q - P_B - P_D,$$

де P_B та P_D – проєкції на вісь OZ рівнодіючої натягу нитки відповідно в точках B та D . На одиницю довжини нитки буде приходиться частка вертикальної сили тиску

$$q_z = \frac{P}{2b}.$$

Нормальний тиск шайби на одиницю довжини нитки буде дорівнювати

$$q = q_z \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{P}{b}.$$

На ділянках BC та CD за рахунок тертя нитки о поверхню шайби пристрою для натягу та поверхню станини її натяг зросте на величину

$$F = bq(f + \mu) = \frac{\sqrt{2}}{2} (f + \mu) P.$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

W10: 1.2810; 1.2463; 1.2110; 1.1753; 1.1394; 1.1032; 1.0671;
1.0310; 0.9953; 0.9600; 0.9255; 0.8918; 0.8593; 0.8282; 0.7988;
0.7713; 0.7459; 0.7230; 0.7027; 0.6853; 0.6708; 0.6595; 0.6512;
0.6459; 0.6436; 0.6441; 0.6471; 0.6524; 0.6597; 0.6686; 0.6790;
0.6904; 0.7027; 0.7156; 0.7288; 0.7422; 0.7555; 0.7686; 0.7814;
0.7938; 0.8055; 0.8167; 0.8271; 0.8367; 0.8454; 0.8533; 0.8602;
0.8662; 0.8712; 0.8752; 0.8781; 0.8801; 0.8810; 0.8808; 0.8796;
0.8774; 0.8741; 0.8699; 0.8646; 0.8584; 0.8512.

Визначимо значення натягу P_B та P_D . Безпосередньо перед та після точки B нитка буде мати натяг

$$T_1 = -\frac{l}{a} T_0 e^{f\alpha} \overline{AB}, \quad T_2 = -\frac{l}{b} T_0 e^{f\alpha + \mu\beta} \overline{BC}.$$

0.7212; 0.7281; 0.7345; 0.7403; 0.7456; 0.7503; 0.7544; 0.7580;
 0.7611; 0.7636; 0.7657; 0.7672; 0.7681; 0.7686; 0.7685; 0.7679;
 0.7668; 0.7652; 0.7630; 0.7603; 0.7571; 0.7533.

Визначимо значення натягу нитки після пристрою для натягу

$$T = [(T_0 e^{f\alpha + \mu\beta} + F) e^{f\gamma} + F] e^{\mu\beta + f\psi}.$$

В розгорнутій формі отримаємо

$$T = MT_0 + NQ, \quad (1)$$

де

$$M = [e^{f(\alpha + \gamma) + \mu\beta} - \frac{\sqrt{2}}{2}(f + \mu)(a_1 + a_2)(e^{f\gamma} + 1)] e^{\mu\beta + f\psi},$$

$$N = \frac{\sqrt{2}}{2}(f + \mu)(1 - b_2)(e^{f\gamma} + 1) e^{\mu\beta + f\psi}.$$

Формула (1) може використовуватися при $0 < T_0 < \tau$, де τ – значення T_0 , при якому $P=0$. Тоді значення цього натягу визначимо за формулою

$$\tau = \frac{1 - b_2}{a_1 + a_2} Q.$$

При розрахунках приймалися наступні вхідні дані: $l=0,02$ м, $h=0,002$ м, $R=0,013$ м, $r=0,005$ м, $tg\gamma = 0,375$, $a=0,008$, $b=0,016$, $\alpha=1,770$, $\beta=0,851$, $\gamma=1,083$, $\psi=0,567$, $f=\mu=0,3$.

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

W12: 39.0373; 38.9279; 38.9837; 39.2016; 39.5772; 40.1045; 40.7765;
 41.5847; 42.5190; 43.5677; 44.7178; 45.9546; 47.2622; 48.6241;
 50.0229; 51.4415; 52.8627; 54.2697; 55.6461; 56.9762; 58.2445;
 59.4360; 60.5359; 61.5296; 62.4027; 63.1411; 63.7311; 64.1599;
 64.4153; 64.4867; 64.3650; 64.0428; 63.5149; 62.7784; 61.8323;
 60.6786; 59.3212; 57.7666; 56.0237; 54.1034; 52.0190; 49.7855;
 47.4197; 44.9400; 42.3663; 39.7194; 37.0212; 34.2941; 31.5610;

28.8447; 26.1683; 23.5542; 21.0242; 18.5993; 16.2995; 14.1434;
12.1480; 10.3288; 8.6993; 7.2709; 6.0533.

Аналіз отриманих результатів показав, що при однакових значеннях вхідного натягу пристрій створює натяг на виході менший ніж пристрій з плоскою шайбою. При цьому, просторовий пристрій створює і менші за абсолютною величиною коливання натягу. При $T_0 > \tau$ шайба буде піднята над поверхнею фарфорового конусу на деяку висоту s (рис.1д).

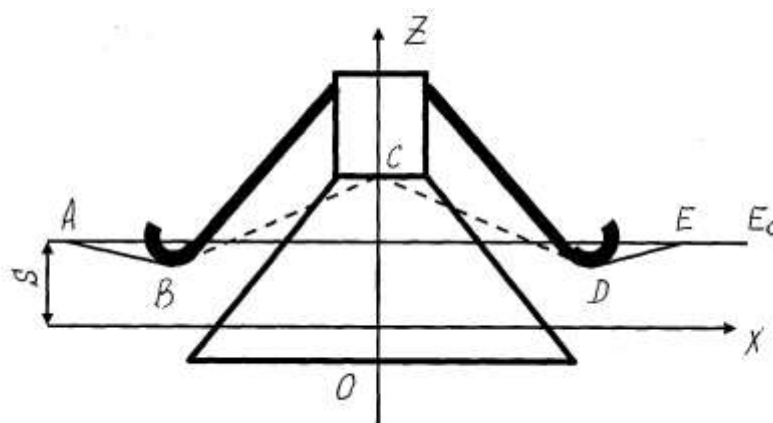


Рис.1д. Розрахункова схема

Її значення можна визначити як

$$0 < s < s_0 = R - r - \frac{R - r - h}{l} R.$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

B10: 0.9827; 0.9755; 0.9683; 0.9614; 0.9546; 0.9480; 0.9416;
0.9354; 0.9295; 0.9238; 0.9184; 0.9132; 0.9083; 0.9038; 0.8995;
0.8955; 0.8918; 0.8885; 0.8855; 0.8828; 0.8805; 0.8786; 0.8770;
0.8758; 0.8750; 0.8745; 0.8745; 0.8748; 0.8755; 0.8767; 0.8782;
0.8802; 0.8826; 0.8854; 0.8886; 0.8923; 0.8964; 0.9009; 0.9059;
0.9114; 0.9173; 0.9236; 0.9304; 0.9376; 0.9453; 0.9535; 0.9620;
0.9710; 0.9804; 0.9903; 1.0005; 1.0112; 1.0222; 1.0336; 1.0454;
1.0575; 1.0699; 1.0826; 1.0957; 1.1089; 1.1225.

Цікаво, що навіть у випадку коли $h=0$ мається можливість підняття ниткою конічної шайби.

Нехай для деякого $T_0 = T_0(t) > \tau$ шайба буде піднята на відстань s , тоді $B(-R, 0, s)$ та $D(R, 0, s)$ (див. рис.1е). Тоді

$$AB\{l-R, (l-R)\operatorname{tg} \nu, s-h\}, BC\{R, r, (R-l)-s\}, \\ CD\{R, -r, [(R-l)-s]\}, DE\{l-R, -(l-R)\operatorname{tg} \nu, -(s-h)\}.$$

Кути перегину нитки будуть функціями s , тоді

$$\alpha = \arccos \frac{-(l-R)\operatorname{tg} \nu}{a}, \\ \beta = \arccos \frac{(l-R)(R+r\operatorname{tg} \nu) + (s-h)[(R-r)-s]}{ab}, \\ \nu = \arccos \frac{R^2 - r^2 - [(R-r)-s]^2}{b^2}, \\ \psi = \arccos \frac{l-R}{a},$$

де

$$a = \sqrt{(l-R)^2 \sec^2 \nu + (s-h)^2}, \\ b = \sqrt{R^2 + r^2 + [(R-r)-s]^2}.$$

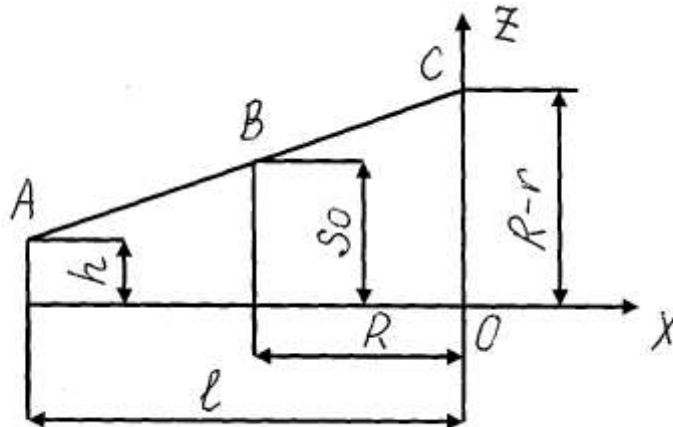


Рис.1е. Визначення пропорційного переміщення

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

B11: 0.3398; 0.3399; 0.3400; 0.3403; 0.3407; 0.3411; 0.3417;
0.3423; 0.3430; 0.3438; 0.3446; 0.3454; 0.3463; 0.3471; 0.3480;
0.3488; 0.3496; 0.3503; 0.3510; 0.3517; 0.3522; 0.3527; 0.3531;

0.3534; 0.3537; 0.3538; 0.3538; 0.3537; 0.3535; 0.3532; 0.3528;
 0.3523; 0.3517; 0.3511; 0.3503; 0.3495; 0.3486; 0.3477; 0.3467;
 0.3457; 0.3448; 0.3438; 0.3429; 0.3421; 0.3413; 0.3407; 0.3402;
 0.3399; 0.3398; 0.3400; 0.3403; 0.3410; 0.3420; 0.3433; 0.3449;
 0.3470; 0.3494; 0.3522; 0.3555; 0.3592; 0.3633.

В свою чергу

$$P_B = T_0 e^{f\alpha} \left[\frac{h-s}{a} + \frac{(R-r)-s}{b} e^{\mu\beta} \right] = m(s)T_0(t),$$

$$P_D = T_0 e^{f(\alpha+\gamma)+\mu\beta} \left[\frac{(R-r)-s}{b} + \frac{h-s}{a} e^{\mu\beta} \right] = n(s)T_0(t).$$

Рівняння руху шайби відносно осі CZ буде мати вигляд

$$\frac{Q}{g} \ddot{s} = T_0(t)[m(s) + n(s)] - Q. \quad (2)$$

Рішенням диференційного рівняння (2) буде функція $s=s(t)$, за допомогою якої визначається натяг нитки після просторовий пристрою для натягу за формулою

$$T = T_0(t) e^{f(\alpha+\gamma+\psi)+2\mu\beta}, \quad (3)$$

де $\alpha=\alpha(t)$, $\beta=\beta(t)$, та $\psi=\psi(t)$.

Необхідно відзначити, що диференційне рівняння (2) може бути вирішено тільки з використанням чисельних методів з використанням спеціального програмного забезпечення.

В статичних умовах маємо $T_0 = \text{const}$, $s=\text{const}$. Тоді

$$T_0(t)[m(s) + n(s)] = Q. \quad (4)$$

З рівняння (4) можна знайти наближене значення $S=S(T_0)$, яке буде відповідати заданому значенню натягу $T_0 = \text{const}$. В даному випадку натяг нитки $T=T(T_0)$ на виході з просторового пристрою визначається за формулою (3).

На рис.2 наведені графіки функцій $\alpha=\alpha(t)$, $\beta=\beta(t)$, $\gamma=\gamma(s)$, $\psi=\psi(t)$ та $m(s)+n(s)$.

З (4) рівняння маємо

$$m(s) + n(s) = \frac{Q}{T_0(t)}, \quad T_0 \geq \tau.$$

На графіку функції $m(s)+n(s)$ проводимо прямі

$$m(s) + n(s) = \frac{Q}{T_0(t)} = \text{const.}$$

Вони відповідають різним значенням T_0 . Після цього визначаємо координати s точок перетинання цих прямих з графічними кривими і будуємо графічні залежності $s=s(T_0)$. Тепер отримали можливість по кожному значенню T_0 визначити відповідне значення s , а після цього можемо визначити $\alpha=\alpha(t)$, $\beta=\beta(t)$, $\gamma=\gamma(s)$, $\psi=\psi(t)$. Після цього, за формулою (3) можемо визначити значення натягу $T=T(T_0)$.

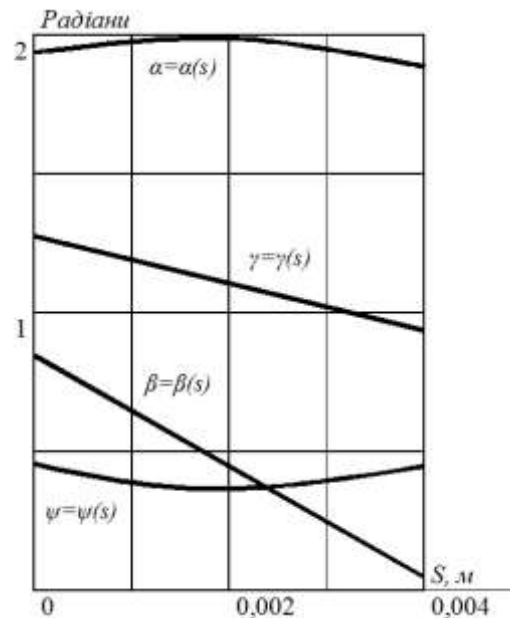


Рис.2. Графіки функцій $\alpha=\alpha(t)$, $\beta=\beta(t)$, $\gamma=\gamma(s)$, $\psi=\psi(t)$ та $m(s)+n(s)$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

В12: 13.0154; 13.0955; 13.1596; 13.2040; 13.2253; 13.2203; 13.1863;
 13.1208; 13.0219; 12.8879; 12.7176; 12.5103; 12.2658; 11.9842;
 11.6663; 11.3131; 10.9263; 10.5080; 10.0605; 9.5867; 9.0901; 8.5740;
 8.0425; 7.4998; 6.9503; 6.3986; 5.8495; 5.3080; 4.7790; 4.2674;
 3.7782; 3.3162; 2.8860; 2.4922; 2.1391; 1.8307; 1.5706; 1.3623;

1.2087; 1.1123; 1.0752; 1.0992; 1.1854; 1.3344; 1.5465; 1.8214;
 2.1582; 2.5557; 3.0121; 3.5251; 4.0921; 4.7098; 5.3748; 6.0833;
 6.8310; 7.6133; 8.4256; 9.2628; 10.1197; 10.9911; 11.8715.

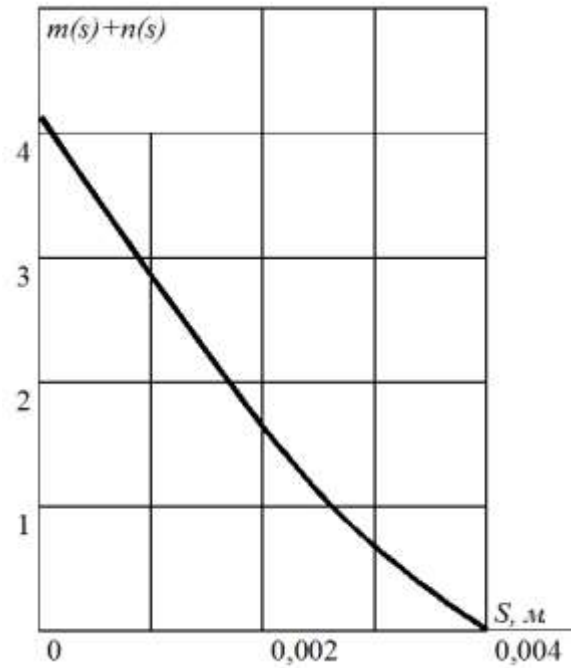


Рис.2. Продовження. Графіки функцій $\alpha=\alpha(t)$, $\beta=\beta(t)$, $\gamma=\gamma(s)$, $\psi=\psi(t)$ та $m(s)+n(s)$

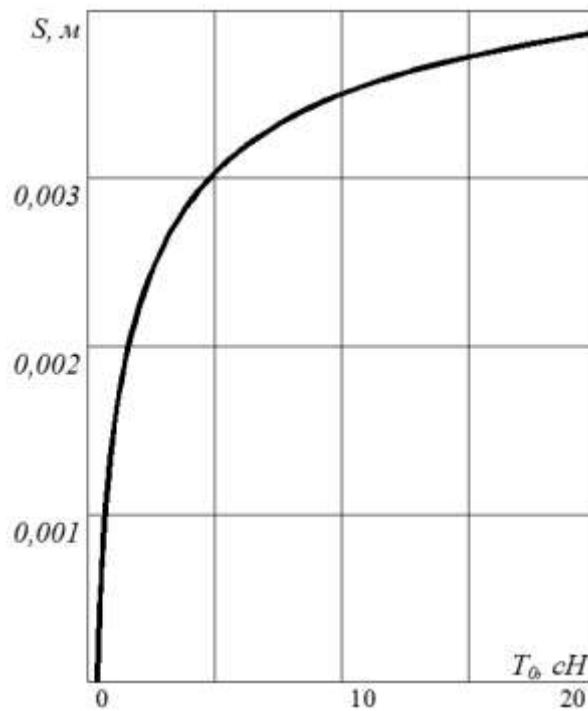


Рис.2. Продовження. Графіки функцій $\alpha=\alpha(t)$, $\beta=\beta(t)$, $\gamma=\gamma(s)$, $\psi=\psi(t)$ та $m(s)+n(s)$

На рис.3 представлений порівняльний графік залежності натягу нитки після конусного пристрою для натягу та звичайного шайбового пристрою для натягу.

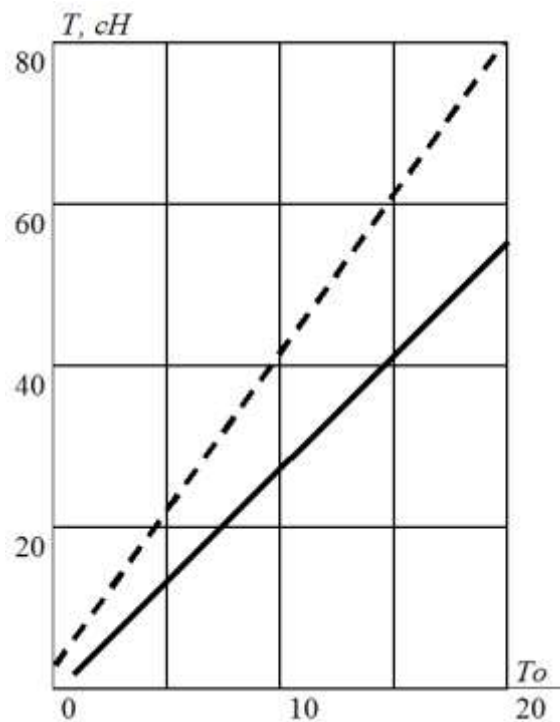


Рис.3. Порівняльний графік залежності натягу нитки після просторового пристрою для натягу та звичайного шайбового пристрою для натягу

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

V10:	1.2810;	1.2626;	1.2439;	1.2252;	1.2064;	1.1875;	1.1686;
	1.1497;	1.1308;	1.1120;	1.0933;	1.0747;	1.0562;	1.0200;
	1.0023;	0.9848;	0.9677;	0.9510;	0.9347;	0.9188;	0.8884;
	0.8739;	0.8600;	0.8466;	0.8338;	0.8216;	0.8099;	0.7885;
	0.7786;	0.7694;	0.7607;	0.7526;	0.7451;	0.7382;	0.7260;
	0.7206;	0.7158;	0.7114;	0.7075;	0.7040;	0.7009;	0.6959;

0.6940; 0.6924; 0.6912; 0.6902; 0.6897; 0.6894; 0.6894; 0.6898;
0.6905; 0.6915; 0.6928; 0.6945; 0.6965; 0.6989.

Очевидно, що $T=T(T_0) \neq \text{const}$. Вирівнювання величини T в деякій мірі ми мали б в тому випадку, якщо б при збільшенні T_0 величина T зростала сповільнено, якби графік $T=T(T_0)$ мав опуклість догори. Розрахунок показує, що в статичних умовах при $T_0 = \text{const}$ конусний пристрій для натягу створює натяг нитки приблизно на 30% менше, ніж звичайний прилад. При збільшенні T_0 , наприклад, від 10 до 20 г натяг T від звичайного приладу збільшується на $\Delta T=39$ г і від просторового пристрою для натягу — на $\Delta T=26,07$ г, що складає по відношенню до натягу T при $T_0=10$ г майже рівні відсотки: 93,8 і 93,5% відповідно. Таким чином, просторовий пристрій для натягу не зменшує відносна зміна натягу, тобто не вирівнює його по відношенню, до звичайного приладу.

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

V11: 0.4342; 0.4241; 0.4144; 0.4050; 0.3961; 0.3877; 0.3798;
0.3726; 0.3660; 0.3600; 0.3548; 0.3504; 0.3467; 0.3438; 0.3417;
0.3404; 0.3399; 0.3400; 0.3409; 0.3424; 0.3445; 0.3472; 0.3504;
0.3539; 0.3579; 0.3622; 0.3667; 0.3715; 0.3764; 0.3814; 0.3864;
0.3915; 0.3965; 0.4015; 0.4064; 0.4112; 0.4158; 0.4202; 0.4245;
0.4285; 0.4323; 0.4359; 0.4392; 0.4422; 0.4450; 0.4474; 0.4496;
0.4514; 0.4530; 0.4542; 0.4551; 0.4557; 0.4560; 0.4560; 0.4556;
0.4549; 0.4539; 0.4526; 0.4509; 0.4490; 0.4468.

Для отримання характеристик роботи просторового пристрою для натягу в динамічних умовах був проведений експеримент по визначенню натягу пряжі 35,7 і 25 текс (N 28 і 40), змотуваною з мотальної бобіни із швидкістю 800 м/мін. Статистична обробка осцилограм показала, що просторовий пристрій для натягу створює менше середнє натяг нитки: 12,2 г замість 17,7 г на пряжі 35,7 текс і 8,7 г замість 11,7 г на пряжі 25 текс.

Зниження середнього натягу просторовим пристроєм для натягу склало 31 і 25% відповідно. Коефіцієнт варіації при використанні просторового пристрою для натягу склав 0,58 замість 0,41 при приладі старої конструкції на пряжі 35,7 текс і 0,38 замість 0,40 на пряжі 25 текс.

Таким чином, просторовий пристрій для натягу знижує відхилення натягу нитки від середнього рівня за рахунок зниження середньої величини натягу.

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

V11: 20.8199; 20.8089; 20.8847; 21.0454; 21.2879; 21.6085; 22.0025;
 22.4644; 22.9882; 23.5670; 24.1934; 24.8594; 25.5566; 26.2764;
 27.0097; 27.7472; 28.4796; 29.1975; 29.8914; 30.5523; 31.1710;
 31.7389; 32.2478; 32.6898; 33.0578; 33.3452; 33.5462; 33.6558;
 33.6697; 33.5848; 33.3985; 33.1096; 32.7175; 32.2229; 31.6272;
 30.9330; 30.1439; 29.2641; 28.2989; 27.2547; 26.1382; 24.9573;
 23.7202; 22.4359; 21.1139; 19.7640; 18.3964; 17.0215; 15.6499;
 14.2922; 12.9587; 11.6599; 10.4057; 9.2058; 8.0694; 7.0049; 6.0203;
 5.1229; 4.3191; 3.6143; 3.0133.

Зниження середнього натягу пояснюється в основному зменшенням початкового кута α перегину нитки шляхом підняття приймального отвору приладу. Зниження середнього натягу в якійсь мірі пояснює і зниження обривності на нових приладах. Поки не ясно, за рахунок чого при зменшенні середнього натягу пряжі залишається на колишньому рівні питома щільність її намотування на снувальний валик.

ВИСНОВКИ ПО 1 РОЗДІЛУ.

1. Проведено огляд літературних джерел по проблемі розробки системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі. Сформульовано мету та задачі

дослідження по проблемі удосконалення системи проектування пристроїв для натягу просторової форми на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

2. Отримано теоретичні залежності для розрахунку натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола.

РОЗДІЛ 2. АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

2.1. Алгоритми системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.

Представлений алгоритмічний ланцюг математичних формул системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола має складну структурну форму.

Перша алгоритмічна гілка математичних формул системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби представляється наступною системою

$$\angle OBC = \angle ODC = \nu = \arcsin \frac{r}{R} \quad A[-l, -(l-R)\operatorname{tg} \nu, h], \quad B(-R, 0, 0), \\ C(0, r, R-r), \quad D(R, 0, 0), \quad E[l, -(l-R)\operatorname{tg} \nu, h].$$

$$AoA\{0, -l, 0\}, \quad AB\{l-R, (l-R)\operatorname{tg} \nu, -h\}, \quad BC\{R, r, R-r\}, \\ CD\{R, -r, -(R-r)\}, \quad DE\{l-R, -(l-R)\operatorname{tg} \nu, h\}, \quad EEO\{l, 0, 0\},$$

$$\angle AoAB = \alpha = \arccos \frac{-(l-R)\operatorname{tg} \nu}{a},$$

$$\angle ABC = \angle CDE = \beta = \arccos \frac{(l-R)(R+r\operatorname{tg} \nu) - h(R-r)}{ab},$$

$$\angle BCD = \gamma = \arccos \frac{2rR}{h^2}, \quad \angle DEEO = \psi = \arccos \frac{l-R}{a},$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу.

V9: 0.2888; 0.2947; 0.3006; 0.3065; 0.3124; 0.3182; 0.3240;
 0.3297; 0.3353; 0.3408; 0.3462; 0.3515; 0.3566; 0.3616; 0.3665;
 0.3712; 0.3757; 0.3800; 0.3842; 0.3882; 0.3920; 0.3956; 0.3990;
 0.4023; 0.4053; 0.4082; 0.4108; 0.4133; 0.4157; 0.4178; 0.4198;
 0.4217; 0.4234; 0.4249; 0.4264; 0.4277; 0.4288; 0.4299; 0.4308;
 0.4317; 0.4325; 0.4332; 0.4338; 0.4343; 0.4347; 0.4351; 0.4355;
 0.4357; 0.4360; 0.4361; 0.4363; 0.4364; 0.4364; 0.4364; 0.4363;
 0.4362; 0.4361; 0.4359; 0.4357; 0.4354; 0.4350.

$$a = \sqrt{(l-R)^2 \sec^2 \nu + h^2}, \quad b = \sqrt{R^2 + r^2 + (R-r)^2}.$$

$$P = Q - P_B - P_D, \quad q = q_z \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{P}{b}. \quad F = bq(f + \mu) = \frac{\sqrt{2}}{2} (f + \mu)P.$$

$$T_1 = -\frac{l}{a} T_0 e^{f\alpha} A\bar{B}, \quad T_2 = -\frac{l}{b} T_0 e^{f\alpha + \mu\beta} \bar{B}C.$$

$$T_3 = -\frac{l}{b} [T_0 e^{f(\alpha+\gamma) + \mu\beta} + F(e^{f\gamma} + I)] C\bar{D},$$

$$T_4 = -\frac{l}{a} [T_0 e^{f(\alpha+\gamma) + 2\mu\beta} + F(e^{f\gamma} + I)e^{\mu\beta}] D\bar{E}.$$

$$P_B = T_0 e^{f\alpha} \left(\frac{h}{a} + \frac{R-r}{b} e^{\mu\beta} \right) = a_1 T_0.$$

$$P_D = [T_0 e^{f(\alpha+\gamma) + \mu\beta} + \frac{\sqrt{2}}{2} (f + \mu)(Q - P_B - P_D)(e^{f\gamma} + I)] \left(\frac{R-r}{b} + \frac{h}{a} e^{\mu\beta} \right).$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми.

B2: 6.3181; 6.3594; 6.3929; 6.4166; 6.4290; 6.4285; 6.4138;
 6.3837; 6.3371; 6.2733; 6.1917; 6.0920; 5.9740; 5.8378; 5.6838;
 5.5125; 5.3247; 5.1213; 4.9037; 4.6732; 4.4314; 4.1800; 3.9211;
 3.6566; 3.3888; 3.1198; 2.8521; 2.5881; 2.3301; 2.0806; 1.8420;
 1.6166; 1.4068; 1.2148; 1.0426; 0.8921; 0.7653; 0.6637; 0.5887;
 0.5417; 0.5235; 0.5350; 0.5768; 0.6492; 0.7521; 0.8855; 1.0488;
 1.2414; 1.4624; 1.7105; 1.9845; 2.2826; 2.6032; 2.9442; 3.3035;
 3.6789; 4.0678; 4.4678; 4.8763; 5.2907; 5.7083.

$$P_D = a_2 T_0 + b_2 Q,$$

$$a_2 = b_1 \frac{e^{f(\alpha+\gamma)+\mu\beta} - \frac{\sqrt{2}}{2} a_1 (f + \mu)(e^{f\gamma} + 1)}{1 + \frac{\sqrt{2}}{2} b_1 (f + \mu)(e^{f\gamma} + 1)},$$

$$b_2 = b_1 \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} a_1 (f + \mu)(e^{f\gamma} + 1)}{1 + \frac{\sqrt{2}}{2} b_1 (f + \mu)(e^{f\gamma} + 1)}, \quad b_1 = \frac{R-r}{b} + \frac{h}{a} e^{\mu\beta}.$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу.

V3: 2.9761; 3.0480; 3.1185; 3.1876; 3.2550; 3.3207; 3.3844;
 3.4462; 3.5057; 3.5630; 3.6178; 3.6700; 3.7196; 3.7663; 3.8101;
 3.8509; 3.8884; 3.9227; 3.9536; 3.9811; 4.0049; 4.0251; 4.0416;
 4.0542; 4.0629; 4.0676; 4.0682; 4.0648; 4.0572; 4.0453; 4.0293;
 4.0089; 3.9842; 3.9551; 3.9217; 3.8838; 3.8416; 3.7950; 3.7440;
 3.6887; 3.6289; 3.5649; 3.4966; 3.4239; 3.3471; 3.2661; 3.1810;
 3.0919; 2.9988; 2.9017; 2.8009; 2.6963; 2.5880; 2.4762; 2.3610;
 2.2424; 2.1206; 1.9957; 1.8678; 1.7370; 1.6036.

$$F = \frac{\sqrt{2}}{2} (f + \mu) [Q(1 - b_2) - T_0(a_1 + a_2)].$$

$$T = [(T_0 e^{f\alpha + \mu\beta} + F) e^{f\gamma} + F] e^{\mu\beta + f\gamma}.$$

$$T = MT_0 + NQ,$$

Друга алгоритмічна гілка математичних формул системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення з урахуванням коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактної точки представляється наступною системою

$$M = [e^{f(\alpha+\gamma)+\mu\beta} - \frac{\sqrt{2}}{2}(f+\mu)(a_1+a_2)(e^{f\gamma}+I)]e^{\mu\beta+f\psi}, \quad \tau = \frac{l-b_2}{a_1+a_2}Q.$$

$$N = \frac{\sqrt{2}}{2}(f+\mu)(l-b_2)(e^{f\gamma}+I)e^{\mu\beta+f\psi}.$$

$$0 < s < s_0 = R - r - \frac{R-r-h}{l}R.$$

$$AB\{l-R, (l-R)\operatorname{tg}\nu, s-h\}, \quad BC\{R, r, (R-l)-s\},$$

$$CD\{R, -r, [(R-l)-s]\}, \quad DE\{l-R, -(l-R)\operatorname{tg}\nu, -(s-h)\}.$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми.

M3: 5.5802; 5.7150; 5.8472; 5.9767; 6.1031; 6.2263; 6.3458;
 6.4616; 6.5733; 6.6806; 6.7834; 6.8813; 6.9742; 7.0618; 7.1440;
 7.2203; 7.2908; 7.3551; 7.4131; 7.4645; 7.5093; 7.5471; 7.5780;
 7.6016; 7.6179; 7.6267; 7.6280; 7.6215; 7.6072; 7.5850; 7.5548;
 7.5166; 7.4703; 7.4158; 7.3531; 7.2822; 7.2030; 7.1157; 7.0200;
 6.9162; 6.8043; 6.6842; 6.5560; 6.4199; 6.2759; 6.1240; 5.9644;
 5.7973; 5.6227; 5.4407; 5.2516; 5.0555; 4.8525; 4.6429; 4.4268;
 4.2045; 3.9761; 3.7419; 3.5021; 3.2570; 3.0067.

$$\alpha = \arccos \frac{-(l-R)\operatorname{tg}\nu}{a},$$

$$\beta = \arccos \frac{(l-R)(R+r\operatorname{tg}\nu) + (s-h)[(R-r)-s]}{ab},$$

$$\nu = \operatorname{arccos} \frac{R^2 - r^2 - [(R-r)-s]^2}{b^2},$$

$$\psi = \arccos \frac{l-R}{a},$$

$$a = \sqrt{(l-R)^2 \sec^2 \nu + (s-h)^2},$$

$$b = \sqrt{R^2 + r^2 + [(R-r)-s]^2}.$$

$$P_B = T_0 e^{f\alpha} \left[\frac{h-s}{a} + \frac{(R-r)-s}{b} e^{\mu\beta} \right] = m(s)T_0(t),$$

$$P_D = T_0 e^{f(\alpha+\gamma)+\mu\beta} \left[\frac{(R-r)-s}{b} + \frac{h-s}{a} e^{\mu\beta} \right] = n(s)T_0(t).$$

$$\frac{Q}{g} \ddot{s} = T_0(t)[m(s) + n(s)] - Q.$$

$$T = T_0(t) e^{f(\alpha+\gamma+\psi)+2\mu\beta}, \quad T_0(t)[m(s) + n(s)] = Q.$$

3.4537; 3.0312; 2.6378; 2.2777; 1.9548; 1.6727; 1.4349; 1.2444;
 1.1039; 1.0156; 0.9816; 1.0032; 1.0816; 1.2172; 1.4102; 1.6602;
 1.9665; 2.3276; 2.7419; 3.2072; 3.7209; 4.2800; 4.8810; 5.5204;
 6.1941; 6.8979; 7.6271; 8.3771; 9.1431; 9.9201; 10.7031.

Рішення диференційного рівняння руху елементів пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою (2.1), тобто до знаходження рівнянь

$$y_1 = y_1(x), \quad y_2 = y_2(x), \dots, y_j = y_j(x), \dots, y_n = y_n(x), \quad (2.2)$$

за наступних початкових (граничних) умов

$$x = x_0, \quad y_{10} = y_1(x_0), \quad y_{20} = y_2(x_0), \dots, y_{j0} = y_j(x_0), \dots, y_{n0} = y_n(x_0). \quad (2.3)$$

Для пристроїв для натягу просторової форми інтегральні криві проходять через крапки, задані початковими (граничними) умовами

$$M_1(x_0, y_{10}), \quad M_2(x_0, y_{20}), \dots, M_j(x_0, y_{j0}), \dots, M_n(x_0, y_{n0}). \quad (2.4)$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми.

W8: 1.8973; 1.9002; 1.9027; 1.9050; 1.9069; 1.9084; 1.9095;
 1.9102; 1.9106; 1.9106; 1.9102; 1.9094; 1.9083; 1.9069; 1.9051;
 1.9031; 1.9009; 1.8985; 1.8959; 1.8931; 1.8902; 1.8873; 1.8842;
 1.8812; 1.8781; 1.8750; 1.8719; 1.8689; 1.8659; 1.8630; 1.8602;
 1.8575; 1.8549; 1.8523; 1.8499; 1.8476; 1.8454; 1.8433; 1.8414;
 1.8396; 1.8379; 1.8363; 1.8349; 1.8336; 1.8324; 1.8314; 1.8305;
 1.8297; 1.8290; 1.8285; 1.8281; 1.8279; 1.8278; 1.8278; 1.8280;
 1.8282; 1.8287; 1.8292; 1.8299; 1.8307; 1.8316.

Для пристроїв для натягу просторової форми до системи (2.1) зводиться і будь-яке диференціальне рівняння вищого порядку вигляду

$$\frac{d^n y}{dx^n} = f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \frac{d^2 y}{dx^2}, \dots, \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}}\right). \quad (2.5)$$

Початкова умова диференційного рівняння руху елементів пристроїв $x = x_0$, $y_0 = y(x_0)$. Наближене значення першої похідної для пристроїв для натягу просторової форми має вигляд

$$\frac{dy_k}{dx_k} \cong \frac{\Delta y_k}{\Delta x_k} = \frac{y_{k+1} - y_k}{h}, \quad (2.8)$$

де $k = 0, 1, \dots, n-1$.

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми.

W6: 4.3219; 4.4312; 4.5380; 4.6417; 4.7416; 4.8373; 4.9281;
 5.0137; 5.0937; 5.1677; 5.2354; 5.2969; 5.3519; 5.4004; 5.4427;
 5.4788; 5.5090; 5.5336; 5.5528; 5.5671; 5.5769; 5.5825; 5.5843;
 5.5829; 5.5784; 5.5715; 5.5624; 5.5514; 5.5389; 5.5253; 5.5107;
 5.4955; 5.4798; 5.4639; 5.4479; 5.4321; 5.4166; 5.4014; 5.3868;
 5.3729; 5.3596; 5.3471; 5.3355; 5.3248; 5.3151; 5.3064; 5.2987;
 5.2921; 5.2865; 5.2821; 5.2789; 5.2767; 5.2757; 5.2759; 5.2772;
 5.2797; 5.2833; 5.2880; 5.2938; 5.3007; 5.3087.

Прирівнюючи (2.7) і (2.8), отримаємо для пристроїв для натягу просторової форми

$$\frac{y_{k+1} - y_k}{h} = f(x_k, y_k),$$

звідки

$$y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k). \quad (2.9)$$

Використовуючи рекурентну формулу для пристроїв для натягу просторової форми (2.9) для точок $k = 0, 1, \dots, n-1$ будемо ламану, яка приблизно замінює інтегральну криву 1. Суть методу полягає в тому, що через початок кожного відрізка для пристроїв для натягу просторової форми $[x_k, x_{k+1}]$ проводиться дотична до інтегральної кривої 1.

Різновидом диференційного рівняння руху елементів пристроїв є метод трапецій. Він реалізується застосуванням на кожному кроці диференційного рівняння

$$y_{k+1} = y_k + \frac{h}{2} \left\{ f(x_k, y_k) + f \left[x_k + h, y_k + hf(x_k, y_k) \right] \right\}. \quad (2.10)$$

Перейдемо до диференціального рівняння руху пристроїв для натягу просторової форми

$$y_{k+1} = y_k + hf \left[x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2} f(x_k, y_k) \right]. \quad (2.11)$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу.

W5: 14.9666; 14.7774; 14.5947; 14.4190; 14.2506; 14.0898; 13.9371;
 13.7925; 13.6564; 13.5290; 13.4103; 13.3005; 13.1997; 13.1079;
 13.0251; 12.9511; 12.8858; 12.8292; 12.7809; 12.7406; 12.7082;
 12.6833; 12.6654; 12.6543; 12.6494; 12.6504; 12.6567; 12.6680;
 12.6837; 12.7033; 12.7263; 12.7524; 12.7808; 12.8113; 12.8434;
 12.8765; 12.9102; 12.9443; 12.9781; 13.0114; 13.0438; 13.0750;
 13.1046; 13.1324; 13.1582; 13.1816; 13.2025; 13.2206; 13.2360;
 13.2483; 13.2575; 13.2635; 13.2663; 13.2658; 13.2621; 13.2552;
 13.2451; 13.2320; 13.2158; 13.1969; 13.1753.

Суть диференціального рівняння руху пристроїв для натягу просторової форми полягає в тому, що на початковому етапі через точку M_k проводять лінію поля $f(x_k, y_k)$. Далі обчислюють координати точки M_{kc} , яка ділить відрізок $[x_k, x_{k+1}]$ навпіл. Координати будуть рівні $x_k + \frac{h}{2}$, $y_k + \frac{h}{2} f(x_k, y_k)$.

Лінія поля $f \left[x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2} f(x_k, y_k) \right]$ матиме орієнтацію, відмінну від попередньої за рахунок повороту поля на інтервалі $[x_k, x_{k+1}]$. Потім через точку M_k проводимо пряму, паралельну лінії нового напрямку поля в точці M_{kc} . Ордината точки M_{k+1} і буде шуканою ординатою y_{k+1} .

Різновидом диференціального рівняння руху пристроїв для натягу просторової форми з урахування граничних умов має вигляд

$$\begin{aligned} a_k &= f\left[x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2} f(x_k, y_k)\right], \\ b_k &= f\left(x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2} a_k\right), \\ c_k &= f(x_k + h, y_k + b_k h), \\ y_{k+1} &= y_k + \frac{h}{6} [f(x_k, y_k) + 2a_k + 2b_k + c_k]. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Існує можливість забезпечувати наближену оцінку погрішності на кожному кроці інтеграції дозволяє метод з автоматичною зміною кроку.

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми.

W2: 15.0000; 15.0315; 15.1255; 15.2810; 15.4962; 15.7686; 16.0950;
 16.4716; 16.8940; 17.3572; 17.8557; 18.3837; 18.9348; 19.5024;
 20.0797; 20.6595; 21.2347; 21.7981; 22.3426; 22.8609; 23.3464;
 23.7923; 24.1924; 24.5407; 24.8319; 25.0608; 25.2233; 25.3155;
 25.3343; 25.2772; 25.1426; 24.9295; 24.6376; 24.2674; 23.8203;
 23.2982; 22.7039; 22.0408; 21.3131; 20.5255; 19.6833; 18.7926;
 17.8596; 16.8911; 15.8944; 14.8770; 13.8464; 12.8107; 11.7776;
 10.7553; 9.7514; 8.7738; 7.8300; 6.9271; 6.0721; 5.2712; 4.5305;
 3.8554; 3.2507; 2.7205; 2.2683.

Система рівнянь для диференціального рівняння руху пристроїв для натягу просторової форми

$$\begin{aligned} y_{k+1} &= y_k + \frac{h}{6} [f(x_k, y_k) + 4V_{3k} + V_{4k}], \\ V_{1k} &= hf\left[x_k + \frac{1}{3}h, y_k + \frac{1}{3}hf(x_k, y_k)\right], \\ V_{2k} &= hf\left[x_k + \frac{1}{3}h, y_k + \frac{h}{6}f(x_k, y_k) + \frac{1}{6}V_{1k}\right], \\ V_{3k} &= hf\left[x_k + \frac{1}{2}h, y_k + \frac{h}{8}f(x_k, y_k) + \frac{3}{8}V_{2k}\right], \\ V_{4k} &= hf\left[x_k + h, y_k + \frac{h}{2}f(x_k, y_k) - \frac{3}{2}V_{2k} + 2V_{3k}\right]. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Погрішність обчислення диференціального рівняння руху пристроїв для натягу y_{k+1} , з обліком (2.13), визначається по формулі

$$R_{k+1} = \frac{-2hf(x_k, y_k) + 9V_{2k} - 8V_{3k} + V_{4k}}{30}. \quad (2.14)$$

Для диференціального рівняння руху пристроїв для натягу порівнюємо отриману погрішність R_{k+1} із заданою погрішністю E

$$|R_{k+1}| \leq E, \quad |R_{k+1}| \geq \frac{E}{30}. \quad (2.15)$$

Результати розрахунку пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу.

В9: 0.3762; 0.3781; 0.3799; 0.3816; 0.3833; 0.3850; 0.3865;
 0.3880; 0.3894; 0.3908; 0.3921; 0.3933; 0.3944; 0.3955; 0.3965;
 0.3974; 0.3982; 0.3990; 0.3997; 0.4003; 0.4008; 0.4012; 0.4016;
 0.4018; 0.4020; 0.4021; 0.4021; 0.4021; 0.4019; 0.4017; 0.4013;
 0.4009; 0.4003; 0.3997; 0.3990; 0.3981; 0.3972; 0.3962; 0.3950;
 0.3937; 0.3923; 0.3908; 0.3892; 0.3875; 0.3856; 0.3836; 0.3815;
 0.3792; 0.3768; 0.3743; 0.3716; 0.3688; 0.3659; 0.3628; 0.3596;
 0.3563; 0.3528; 0.3492; 0.3455; 0.3417; 0.3377.

Якщо перша умова (2.15) не виконується, то крок h зменшується удвічі. Якщо друга умова не виконується, то крок збільшується удвічі. Значення y_{k+1} виводиться на друк, тільки при виконанні одночасно двох умов (2.15). Погрішність чисельної інтеграції даного методу має порядок h^5 .

Метод розв'язання диференціального рівняння руху пристроїв для натягу просторової форми заснований на апіорному виборі першого наближення поблизу граничної точки натягувача (x_0, y_0)

$$y = d_I(x). \quad (2.16)$$

Тобто, для (2.7), з урахуванням (2.16), отримаємо

$$y = y_0 + \int_{x_0}^x f[x, d_1(x)] dx = d_2(x),$$

$$y = y_0 + \int_{x_0}^x f[x, d_2(x)] dx = d_3(x), \quad (2.17)$$

.....

$$y = y_0 + \int_{x_0}^x f[x, d_{n-1}(x)] dx = d_n(x).$$

2.3. Тестовий варіант 1. Пристрій для натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН

При визначенні натягу вовняної пряжі, вхідний натяг 8сН, при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах значення постійних конструктивних параметрів дорівнювали: 1S = 22 мм, 1HS = 3 мм, 1RS = 12 мм, 11RS = 4 мм, час руху нитки змінюється в межах 0 – 360 с.

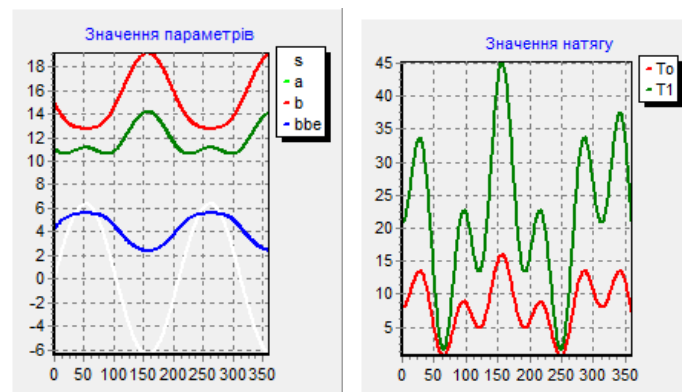


Рис.2.1

На рис.2.2 та 2.2.1 представлені залежності натягу вовняної пряжі, конструктивні параметри та значення конструктивних кутів від часу.

B4: 10.6066; 10.6067; 10.6073; 10.6083; 10.6097; 10.6114; 10.6136;
 10.6160; 10.6187; 10.6215; 10.6246; 10.6277; 10.6310; 10.6342;
 10.6375; 10.6407; 10.6437; 10.6467; 10.6494; 10.6519; 10.6541;
 10.6560; 10.6576; 10.6589; 10.6597; 10.6602; 10.6603; 10.6599;
 10.6592; 10.6580; 10.6564; 10.6545; 10.6522; 10.6495; 10.6466;

10.6434; 10.6399; 10.6364; 10.6327; 10.6289; 10.6252; 10.6216;
 10.6182; 10.6151; 10.6123; 10.6099; 10.6081; 10.6070; 10.6066;
 10.6071; 10.6085; 10.6109; 10.6146; 10.6195; 10.6258; 10.6336;
 10.6430; 10.6540; 10.6669; 10.6815; 10.6981.

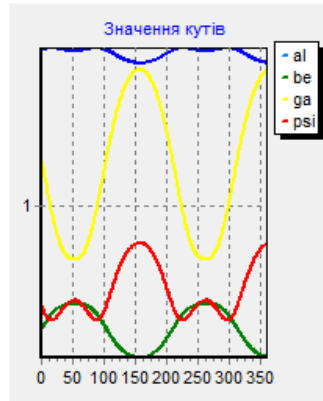


Рис.2.1.1

B5: 13.6103; 13.5839; 13.5584; 13.5336; 13.5098; 13.4869; 13.4649;
 13.4439; 13.4238; 13.4047; 13.3867; 13.3697; 13.3537; 13.3388;
 13.3250; 13.3122; 13.3006; 13.2900; 13.2806; 13.2722; 13.2650;
 13.2589; 13.2540; 13.2503; 13.2477; 13.2463; 13.2461; 13.2471;
 13.2494; 13.2529; 13.2577; 13.2638; 13.2713; 13.2801; 13.2903;
 13.3020; 13.3151; 13.3297; 13.3459; 13.3637; 13.3831; 13.4041;
 13.4269; 13.4514; 13.4777; 13.5059; 13.5360; 13.5680; 13.6019;
 13.6379; 13.6759; 13.7160; 13.7583; 13.8026; 13.8491; 13.8978;
 13.9487; 14.0018; 14.0572; 14.1147; 14.1744.

2.4. Тестовий варіант 2. Пристрій для натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН

При визначенні натягу віскозної пряжі, вхідний натяг 8сН, при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах значення постійних конструктивних параметрів дорівнювали: $2S = 22$ мм, $2HS = 3$ мм, $2RS = 12$ мм, $22RS = 4$ мм, час руху нитки змінюється в межах 0

– 360 с. На рис.2.2 та 2.2.1 представлені залежності натягу віскозної пряжі, конструктивні параметри та значення конструктивних кутів від часу.

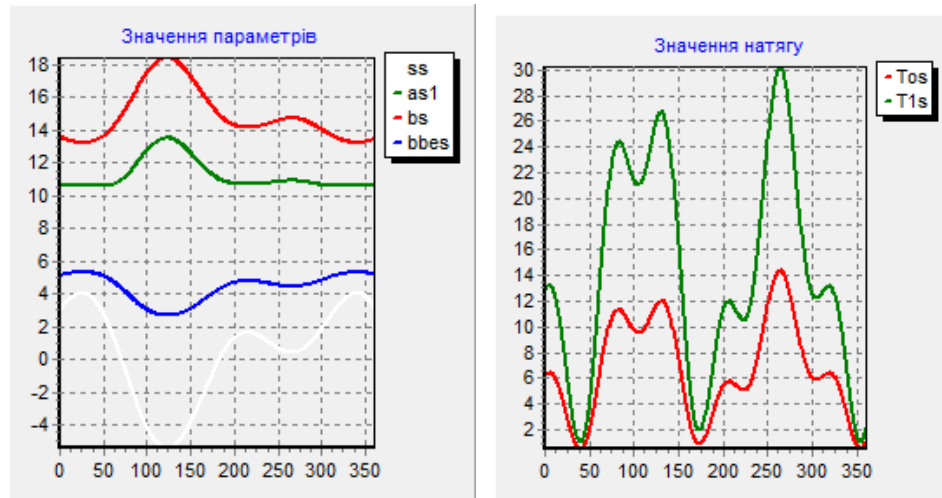


Рис.2.2

B6: 5.1206; 5.1359; 5.1507; 5.1650; 5.1787; 5.1918; 5.2044;
 5.2164; 5.2278; 5.2386; 5.2488; 5.2583; 5.2673; 5.2756; 5.2833;
 5.2904; 5.2968; 5.3027; 5.3079; 5.3125; 5.3164; 5.3197; 5.3224;
 5.3245; 5.3259; 5.3267; 5.3268; 5.3262; 5.3250; 5.3230; 5.3204;
 5.3171; 5.3130; 5.3081; 5.3025; 5.2961; 5.2888; 5.2807; 5.2716;
 5.2617; 5.2508; 5.2389; 5.2260; 5.2121; 5.1971; 5.1809; 5.1636;
 5.1451; 5.1254; 5.1045; 5.0823; 5.0587; 5.0339; 5.0078; 4.9803;
 4.9514; 4.9212; 4.8896; 4.8567; 4.8225; 4.7869.

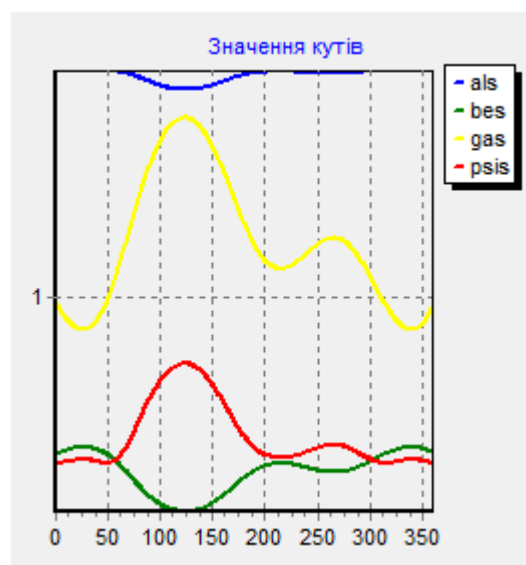


Рис.2.2.1

B8: 1.9106; 1.9106; 1.9106; 1.9106; 1.9105; 1.9105; 1.9104;
 1.9103; 1.9102; 1.9101; 1.9100; 1.9099; 1.9098; 1.9097; 1.9096;
 1.9095; 1.9094; 1.9093; 1.9092; 1.9091; 1.9091; 1.9090; 1.9089;
 1.9089; 1.9089; 1.9089; 1.9089; 1.9089; 1.9089; 1.9089; 1.9090;
 1.9090; 1.9091; 1.9092; 1.9093; 1.9094; 1.9095; 1.9096; 1.9098;
 1.9099; 1.9100; 1.9101; 1.9102; 1.9104; 1.9104; 1.9105; 1.9106;
 1.9106; 1.9106; 1.9106; 1.9106; 1.9105; 1.9104; 1.9102; 1.9100;
 1.9097; 1.9094; 1.9091; 1.9086; 1.9082; 1.9076.

2.5. Тестовий варіант 3. Пристрій для натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН

При визначенні натягу вовняної пряжі, вхідний натяг 15сН, при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах значення постійних конструктивних параметрів дорівнювали: $3S = 22$ мм, $3HS = 3$ мм, $3RS = 12$ мм, $33RS = 4$ мм, час руху нитки змінюється в межах 0 – 360 с. На рис.2.2 та 2.2.1 представлені залежності натягу вовняної пряжі, конструктивні параметри та значення конструктивних кутів від часу.

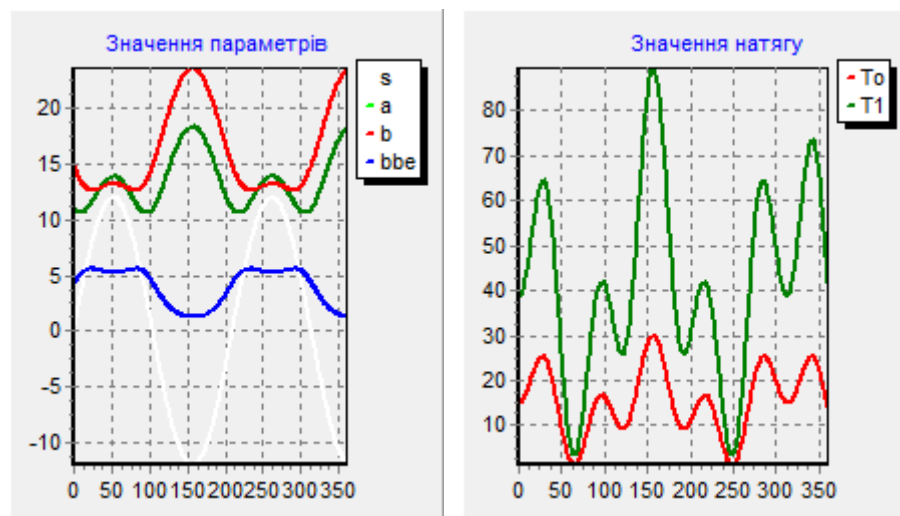


Рис.2.3

B9: 0.3762; 0.3781; 0.3799; 0.3816; 0.3833; 0.3850; 0.3865;
 0.3880; 0.3894; 0.3908; 0.3921; 0.3933; 0.3944; 0.3955; 0.3965;
 0.3974; 0.3982; 0.3990; 0.3997; 0.4003; 0.4008; 0.4012; 0.4016;
 0.4018; 0.4020; 0.4021; 0.4021; 0.4021; 0.4019; 0.4017; 0.4013;
 0.4009; 0.4003; 0.3997; 0.3990; 0.3981; 0.3972; 0.3962; 0.3950;
 0.3937; 0.3923; 0.3908; 0.3892; 0.3875; 0.3856; 0.3836; 0.3815;
 0.3792; 0.3768; 0.3743; 0.3716; 0.3688; 0.3659; 0.3628; 0.3596;
 0.3563; 0.3528; 0.3492; 0.3455; 0.3417; 0.3377.

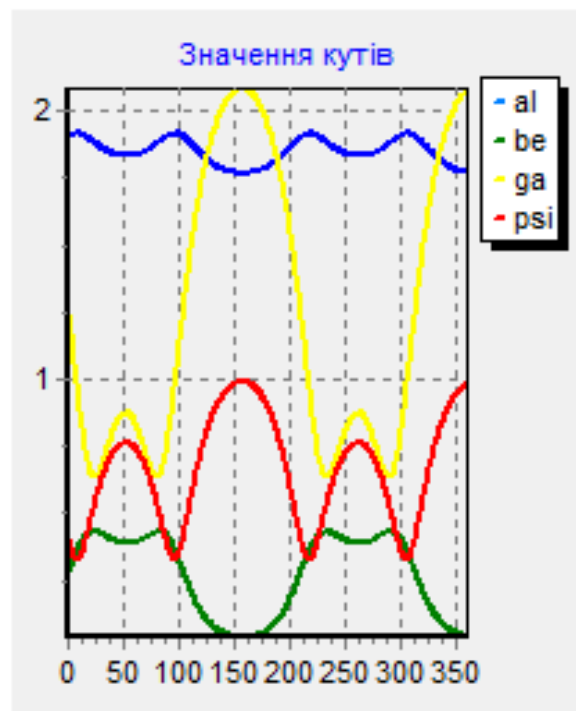


Рис.2.3.1

M2: 11.8464; 11.9239; 11.9866; 12.0311; 12.0544; 12.0535; 12.0259;
 11.9693; 11.8820; 11.7624; 11.6095; 11.4225; 11.2013; 10.9459;
 10.6571; 10.3359; 9.9837; 9.6025; 9.1944; 8.7622; 8.3088; 7.8376;
 7.3521; 6.8562; 6.3540; 5.8497; 5.3478; 4.8527; 4.3689; 3.9011;
 3.4537; 3.0312; 2.6378; 2.2777; 1.9548; 1.6727; 1.4349; 1.2444;
 1.1039; 1.0156; 0.9816; 1.0032; 1.0816; 1.2172; 1.4102; 1.6602;
 1.9665; 2.3276; 2.7419; 3.2072; 3.7209; 4.2800; 4.8810; 5.5204;
 6.1941; 6.8979; 7.6271; 8.3771; 9.1431; 9.9201; 10.7031.

2.6. Тестовий варіант 4. Пристрій для натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН

При визначенні натягу віскозної пряжі, вхідний натяг 15сН, при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах значення постійних конструктивних параметрів дорівнювали: $4S = 22$ мм, $4HS = 3$ мм, $4RS = 12$ мм, $44RS = 4$ мм, час руху нитки змінюється в межах 0 – 360 с. На рис.2.2 та 2.2.1 представлені залежності натягу віскозної пряжі, конструктивні параметри та значення конструктивних кутів від часу.

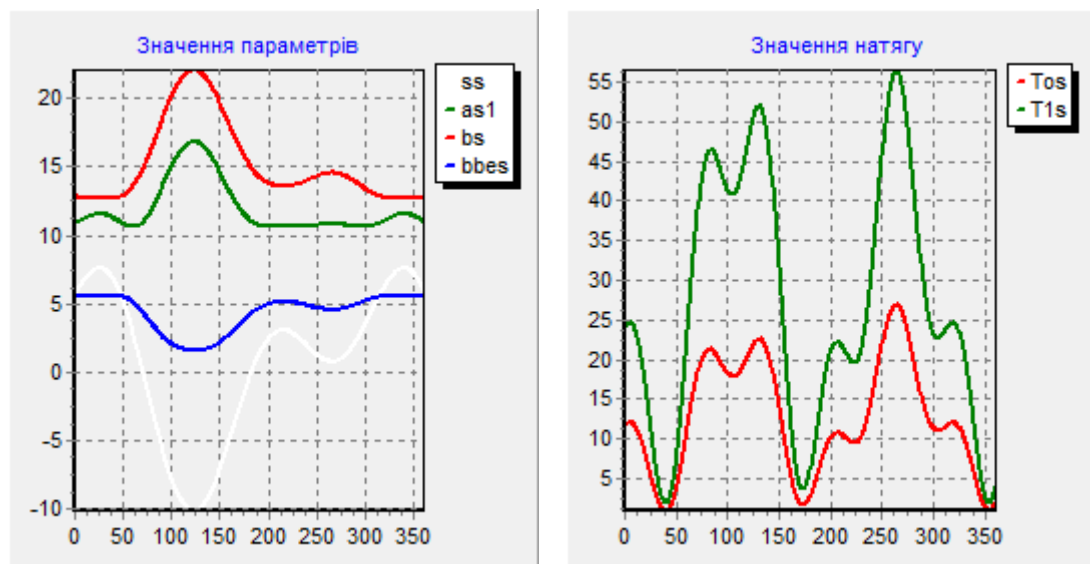


Рис.2.4

V11: 0.4442; 0.4414; 0.4383; 0.4349; 0.4313; 0.4274; 0.4233;
 0.4190; 0.4145; 0.4098; 0.4050; 0.4001; 0.3951; 0.3901; 0.3850;
 0.3799; 0.3750; 0.3701; 0.3654; 0.3610; 0.3568; 0.3529; 0.3494;
 0.3464; 0.3439; 0.3419; 0.3406; 0.3399; 0.3399; 0.3407; 0.3423;
 0.3446; 0.3477; 0.3516; 0.3562; 0.3616; 0.3678; 0.3746; 0.3820;
 0.3900; 0.3986; 0.4076; 0.4171; 0.4269; 0.4370; 0.4475; 0.4581;
 0.4689; 0.4799; 0.4909; 0.5020; 0.5131; 0.5241; 0.5351; 0.5461;
 0.5569; 0.5675; 0.5781; 0.5884; 0.5985; 0.6085.

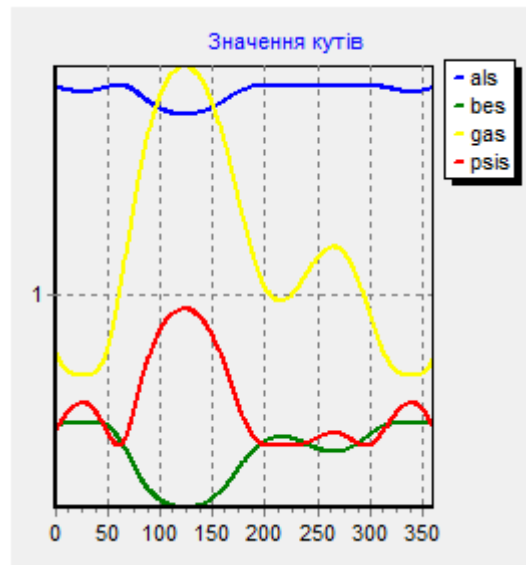


Рис.2.4.1

V11: 2.5197; 2.1362; 1.8646; 1.7054; 1.6585; 1.7224; 1.8948;
 2.1724; 2.5512; 3.0259; 3.5908; 4.2392; 4.9638; 5.7567; 6.6094;
 7.5131; 8.4585; 9.4362; 10.4366; 11.4499; 12.4665; 13.4768; 14.4716;
 15.4417; 16.3787; 17.2743; 18.1208; 18.9113; 19.6394; 20.2993;
 20.8862; 21.3959; 21.8250; 22.1710; 22.4324; 22.6085; 22.6993;
 22.7061; 22.6308; 22.4764; 22.2467; 21.9465; 21.5813; 21.1574;
 20.6819; 20.1626; 19.6078; 19.0263; 18.4275; 17.8209; 17.2164;
 16.6238; 16.0530; 15.5140; 15.0162; 14.5690; 14.1812; 13.8611;
 13.6163; 13.4538; 13.3798.

ВИСНОВКИ ПО 2 РОЗДІЛУ.

1. Вперше отримані системи алгебраїчних та диференційних рівнянь для реалізації алгоритму визначення натягу вовняної та віскозної пряжі при розробці системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.
2. Для системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення розроблений алгоритм програми для визначення: натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в

технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН; натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН; натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН; натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН.

3. З використанням чисельних методів, для визначення натягу вовняної та віскозної пряжі, представлено математичне забезпечення для алгоритму розв'язання диференціальних рівнянь для системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН та 15 сН.

4. Вперше представлені результати розрахунків компонентів системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення та розроблений алгоритм програми для визначення натягу вовняної та віскозної пряжі при вхідній складовій натягу 8 сН та 15 сН.

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

3.1. Система проектування пристроїв для натягу просторової форми.

Для реалізації алгоритму розрахунків пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу була розроблена наступна програма. Вона включає три форми: $TForm1Shejkodm = class(TForm)$; $TForm2Shejkodm = class(TForm)$; $TForm3Shejkodm = class(TForm)$. На рисунку представлена перша форма.

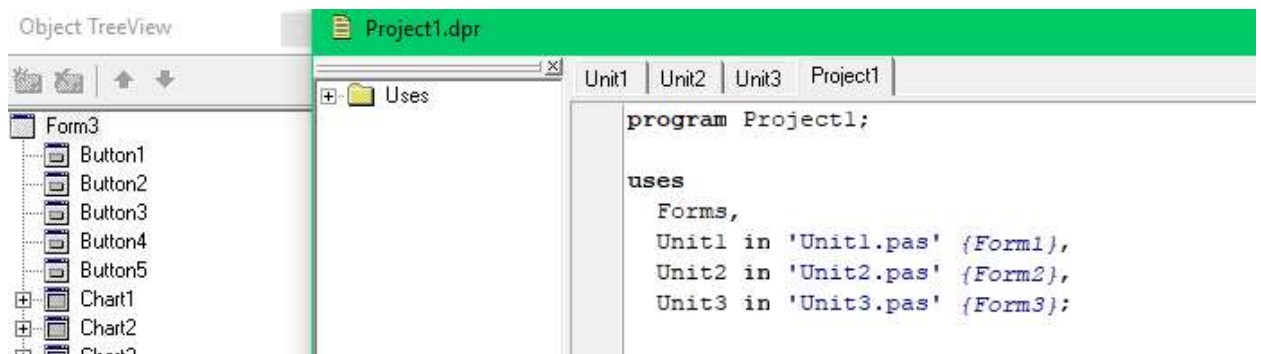


Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

V5: 14.9666; 14.8649; 14.7651; 14.6672; 14.5715; 14.4780; 14.3868;
 14.2980; 14.2117; 14.1280; 14.0469; 13.9685; 13.8928; 13.8199;
 13.7498; 13.6824; 13.6179; 13.5563; 13.4974; 13.4413; 13.3880;

13.3375; 13.2896; 13.2444; 13.2018; 13.1617; 13.1241; 13.0889;
 13.0561; 13.0254; 12.9969; 12.9705; 12.9461; 12.9236; 12.9029;
 12.8839; 12.8666; 12.8507; 12.8364; 12.8234; 12.8118; 12.8013;
 12.7920; 12.7838; 12.7766; 12.7703; 12.7650; 12.7605; 12.7569;
 12.7540; 12.7519; 12.7506; 12.7499; 12.7501; 12.7509; 12.7524;
 12.7547; 12.7578; 12.7617; 12.7664; 12.7720.

Комп'ютерна програма для розрахунків натягу вовняної та віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола включає три модулі 'Unit1.pas' {Form1}, 'Unit2.pas' {Form2}, 'Unit3.pas' {Form3}.



Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

M9: 0.4280; 0.4297; 0.4312; 0.4326; 0.4338; 0.4350; 0.4360;
 0.4369; 0.4376; 0.4383; 0.4389; 0.4394; 0.4398; 0.4401; 0.4404;
 0.4406; 0.4408; 0.4409; 0.4410; 0.4411; 0.4411; 0.4411; 0.4412;
 0.4412; 0.4412; 0.4412; 0.4412; 0.4412; 0.4412; 0.4412; 0.4412;
 0.4411; 0.4411; 0.4410; 0.4409; 0.4408; 0.4406; 0.4403; 0.4400;
 0.4395; 0.4390; 0.4383; 0.4375; 0.4365; 0.4354; 0.4340; 0.4325;
 0.4306; 0.4286; 0.4262; 0.4235; 0.4205; 0.4172; 0.4135; 0.4094;

0.4050; 0.4002; 0.3950; 0.3894; 0.3834; 0.3770.

Форма TFormShejkodm1 = class(TForm)включає наступні основні компоненти: TFormShejkodm1 = class(TForm); Button1Shejkodm: TButton; Image1Shejkodm: TImage; Label1Shejkodm: TLabel; Label2Shejkodm: TLabel; Label3Shejkodm: TLabel; Label4Shejkodm: TLabel; Label5Shejkodm: TLabel; Label6Shejkodm: TLabel; Label7Shejkodm: TLabel; Label8Shejkodm: TLabel; Label9Shejkodm: TLabel.

Кнопка Button1Shejkodm: TButton активує виконання процедури procedure Button1Click(Sender: TObject) переходу до другої основної форми TFormShejkodm2 = class(TForm) модуля 'Unit2.pas' для розрахунків натягу вовняної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

M8: 1.9006; 1.8996; 1.8986; 1.8975; 1.8964; 1.8954; 1.8943; 1.8932; 1.8922; 1.8912; 1.8902; 1.8892; 1.8882; 1.8873; 1.8865; 1.8857; 1.8849; 1.8843; 1.8836; 1.8831; 1.8826; 1.8822; 1.8818; 1.8816; 1.8814; 1.8813; 1.8813; 1.8813; 1.8815; 1.8818; 1.8821; 1.8825; 1.8830; 1.8836; 1.8843; 1.8850; 1.8859; 1.8868; 1.8878; 1.8888; 1.8899; 1.8911; 1.8924; 1.8936; 1.8949; 1.8963; 1.8976; 1.8990; 1.9003; 1.9016; 1.9029; 1.9042; 1.9054; 1.9065; 1.9075; 1.9084; 1.9091; 1.9098; 1.9102; 1.9105; 1.9106.

На рисунку представлена друга форма. Вона включає наступні основні компоненти: TFormShejkodm2 = class(TForm); Button1Shejkodm: TButton; Button2Shejkodm: TButton; StringGrid1Shejkodm: TStringGrid; Button3Shejkodm: TButton; Button4Shejkodm: TButton; Edit1Shejkodm: TEdit; Edit2Shejkodm: TEdit; Edit3Shejkodm: TEdit; Edit4Shejkodm: TEdit; Edit5Shejkodm: TEdit; Edit6Shejkodm: TEdit; Label1Shejkodm: TLabel;

Label2Shejkodm: TLabel; Label3Shejkodm: TLabel; Label4Shejkodm: TLabel;
 Label5Shejkodm: TLabel; Label6Shejkodm: TLabel; Button5Shejkodm:
 TButton; Chart1Shejkodm: TChart; Series1Shejkodm: TLineSeries;
 Series2Shejkodm: TLineSeries; Chart2Shejkodm: TChart; Series3Shejkodm:
 TLineSeries; Series4Shejkodm: TLineSeries; Series5Shejkodm: TLineSeries;
 Series6Shejkodm: TLineSeries; Chart3Shejkodm: TChart; Series7Shejkodm:
 TLineSeries; Series8Shejkodm: TLineSeries; Series9Shejkodm: TLineSeries;
 Series10Shejkodm: TLineSeries; Label7Shejkodm: TLabel; Button6Shejkodm:
 TButton; Edit7Shejkodm: TEdit; Label8Shejkodm: TLabel.

Form2

Введіть П4, мм

Введіть h14, мм

Введіть R14, мм

Введіть r14, мм

Введіть коефіцієнт тертя 1f11

Введіть коефіцієнт тертя 1f22

Введіть статичну складову натягу

Для вовняної сировини

Значення натягу

Значення параметрів

Значення кутів

Розрахувати

Побудувати графіки

Зберегти графіки

Перехід

Вихід

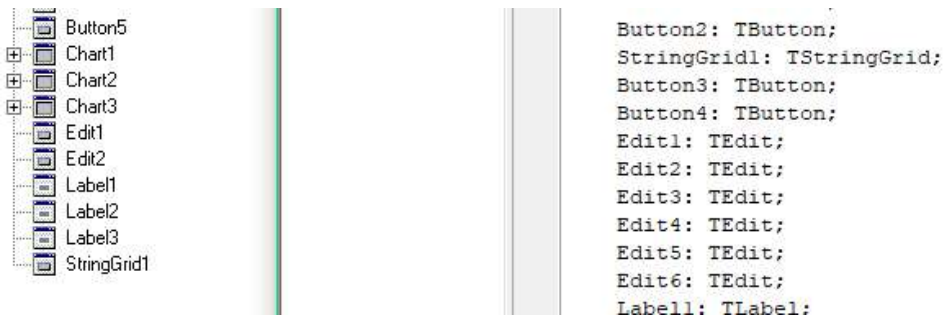
Друк в Ексел

Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

M6: 5.5123; 5.5231; 5.5328; 5.5414; 5.5491; 5.5558; 5.5616;
 5.5666; 5.5707; 5.5742; 5.5771; 5.5793; 5.5811; 5.5824; 5.5833;
 5.5839; 5.5842; 5.5843; 5.5843; 5.5841; 5.5839; 5.5837; 5.5834;
 5.5832; 5.5831; 5.5830; 5.5830; 5.5830; 5.5832; 5.5834; 5.5836;

5.5839; 5.5841; 5.5843; 5.5843; 5.5842; 5.5838; 5.5830; 5.5818;
 5.5800; 5.5776; 5.5743; 5.5701; 5.5648; 5.5583; 5.5503; 5.5407;
 5.5292; 5.5158; 5.5001; 5.4821; 5.4614; 5.4378; 5.4113; 5.3815;
 5.3483; 5.3116; 5.2713; 5.2271; 5.1791; 5.1271.

Для введення інформації для розрахунків натягу вовняної пряді при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення використовується сім однострокових вікон TButton; Edit1Shejkodm: TEdit; Edit2Shejkodm: TEdit; Edit3Shejkodm: TEdit; Edit4Shejkodm: TEdit; Edit5Shejkodm: TEdit; Edit6Shejkodm: TEdit. Для виведення цифрової інформації використовується багато строкове вікно StringGrid1Shejkodm: TStringGrid.

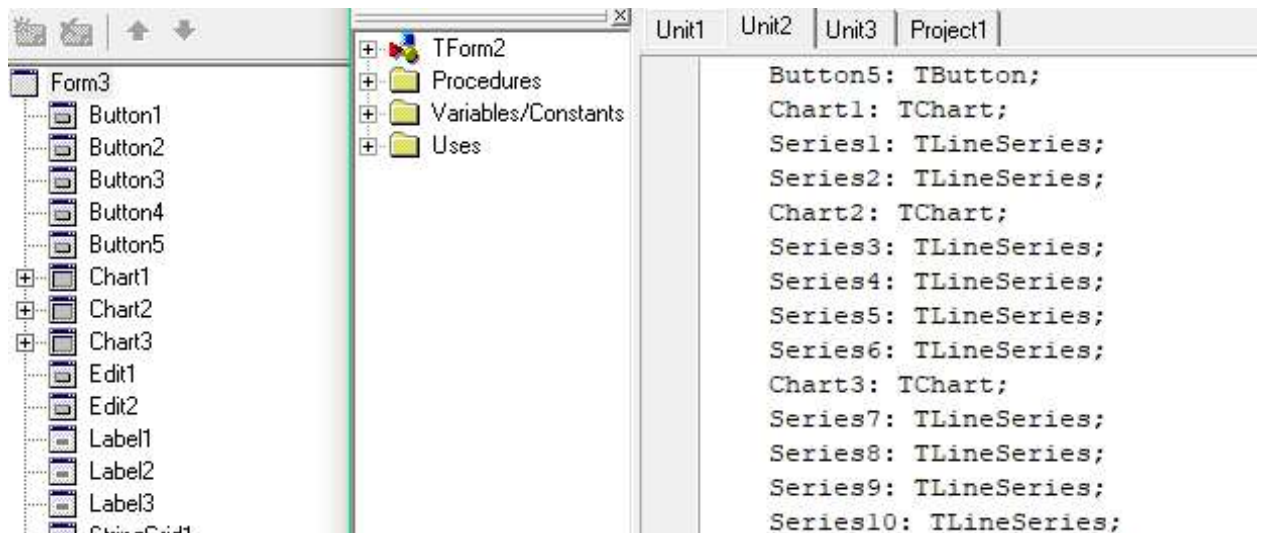


Графічний відображення значення натягу, значення параметрів та кутів для вовняної пряді забезпечується компонентами Chart1Shejkodm: TChart; Chart2Shejkodm: TChart; Chart3Shejkodm: TChart. Перший компонент Chart1Shejkodm: TChart включає в себе дві серії графічних зображень Series1Shejkodm: TLineSeries; Series2Shejkodm: TLineSeries. Другий компонент Chart2Shejkodm: TChart: TChart включає в себе чотири серії графічних зображень Series3Shejkodm: TLineSeries, Series4Shejkodm: TLineSeries, Series5Shejkodm: TLineSeries, Series6Shejkodm: TLineSeries. Третій компонент Chart3Shejkodm: TChart включає в себе чотири серії графічних зображень Series7Shejkodm: TLineSeries, Series8Shejkodm: TLineSeries, Series9Shejkodm: TLineSeries, Series10Shejkodm: TLineSeries.

Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою

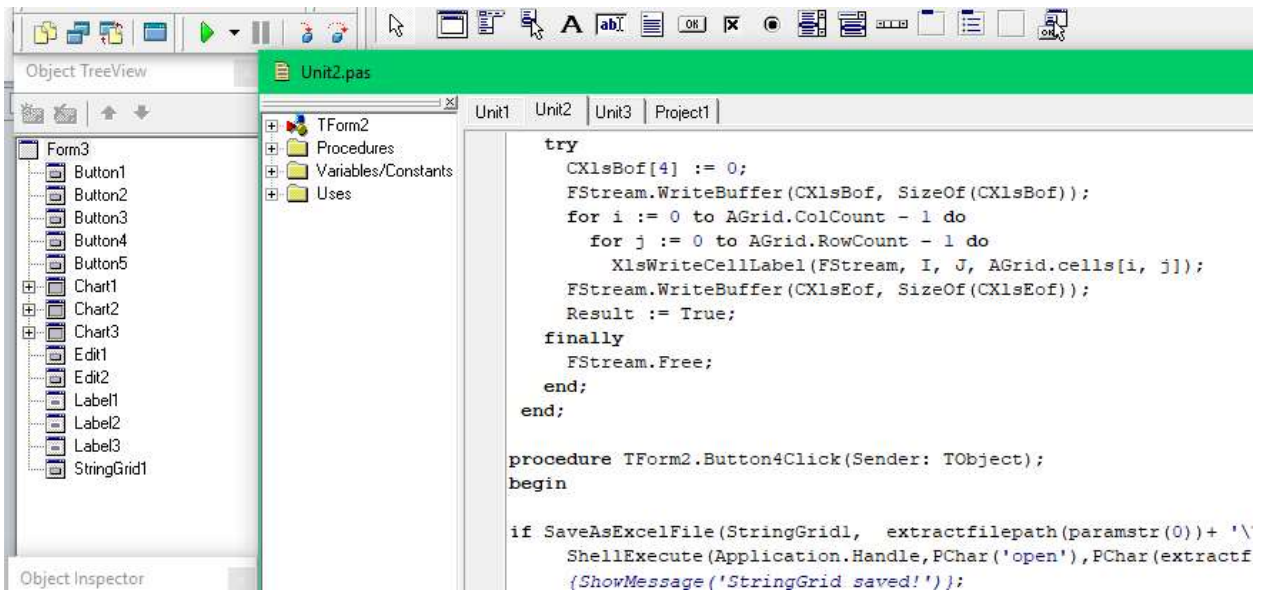
притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

M5: 12.8785; 12.8538; 12.8310; 12.8099; 12.7905; 12.7729; 12.7568;
 12.7423; 12.7293; 12.7177; 12.7075; 12.6985; 12.6906; 12.6839;
 12.6780; 12.6731; 12.6690; 12.6655; 12.6627; 12.6604; 12.6586;
 12.6572; 12.6561; 12.6554; 12.6549; 12.6546; 12.6546; 12.6548;
 12.6552; 12.6559; 12.6569; 12.6583; 12.6602; 12.6626; 12.6656;
 12.6695; 12.6742; 12.6800; 12.6870; 12.6955; 12.7055; 12.7174;
 12.7313; 12.7474; 12.7661; 12.7875; 12.8119; 12.8395; 12.8706;
 12.9054; 12.9443; 12.9873; 13.0348; 13.0870; 13.1441; 13.2063;
 13.2737; 13.3466; 13.4250; 13.5091; 13.5990.

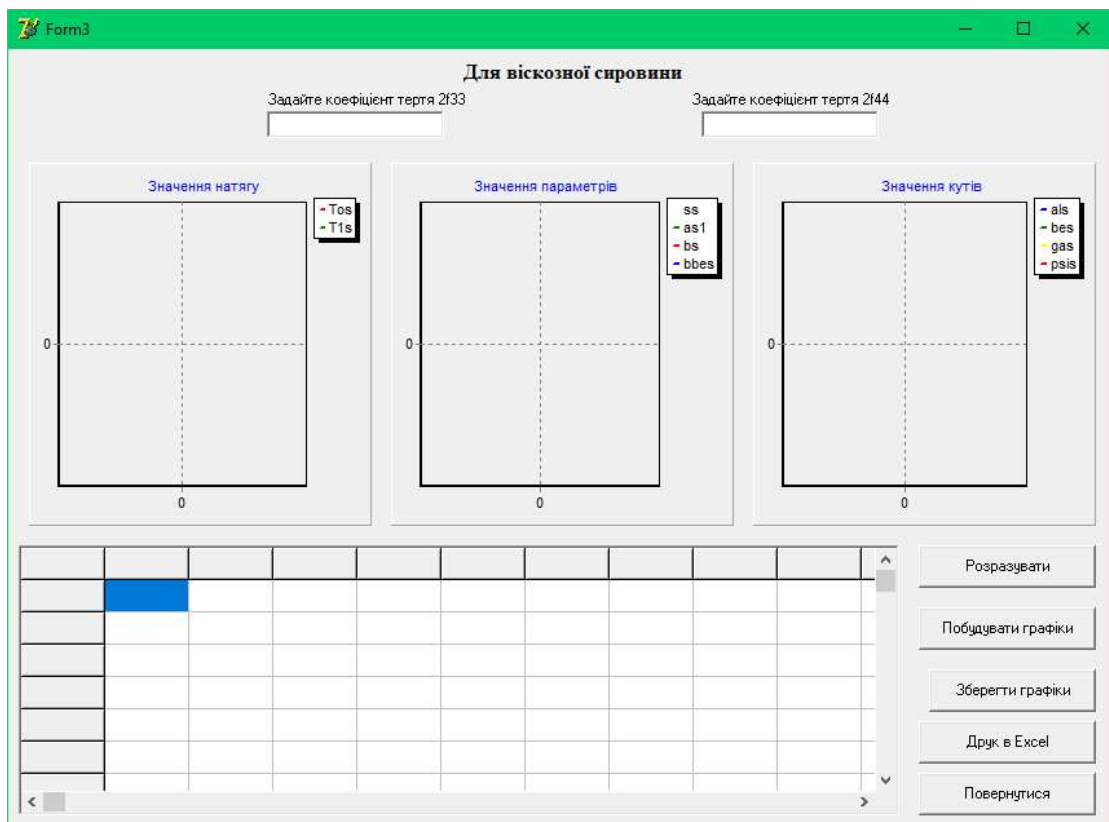


Компоненти Button1Shejkodm: TButton, Button2Shejkodm: TButton, Button3Shejkodm: TButton, Button6Shejkodm: TButton, Button5Shejkodm: TButton ініціюють процедури procedure Button1Click(Sender: TObject), procedure Button2Click(Sender: TObject), procedure Button3Click(Sender: TObject), procedure Button6Click(Sender: TObject), procedure Button5Click(Sender: TObject), для виконання розрахунків натягу вовняної пряжі, побудови графіків, зберігання графічної інформації, переходу на третю форму TFormShejkodm3 = class(TForm) модуля 'Unit3.pas' {Form3} програми та виходу з програми.

Компонент Button4Shejkodm: TButton ініціює процедуру procedure Button4Click(Sender: TObject) для збереження інформації в середовище Excel.



Третя форма для розрахунків натягу віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення має вигляд (див. рисунок).



Вона включає наступні основні компоненти: TFormShejkodm3 = class(TForm); Button1Shejkodm: TButton; StringGrid1Shejkodm: TStringGrid;

Button2Shejkodm: TButton; Button3Shejkodm: TButton; Label1Shejkodm: TLabel; Edit1Shejkodm: TEdit; Edit2Shejkodm: TEdit; Label2Shejkodm: TLabel; Label3Shejkodm: TLabel; Chart1Shejkodm: TChart; Chart2Shejkodm: TChart; Chart3Shejkodm: TChart; Button4Shejkodm: TButton; Series1Shejkodm: TLineSeries; Series2Shejkodm: TLineSeries; Series3Shejkodm: TLineSeries; Series4Shejkodm: TLineSeries; Series5Shejkodm: TLineSeries; Series6Shejkodm: TLineSeries; Series7Shejkodm: TLineSeries; Series8Shejkodm: TLineSeries; Series9Shejkodm: TLineSeries; Series10Shejkodm: TLineSeries; Button5Shejkodm: TButton.

Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

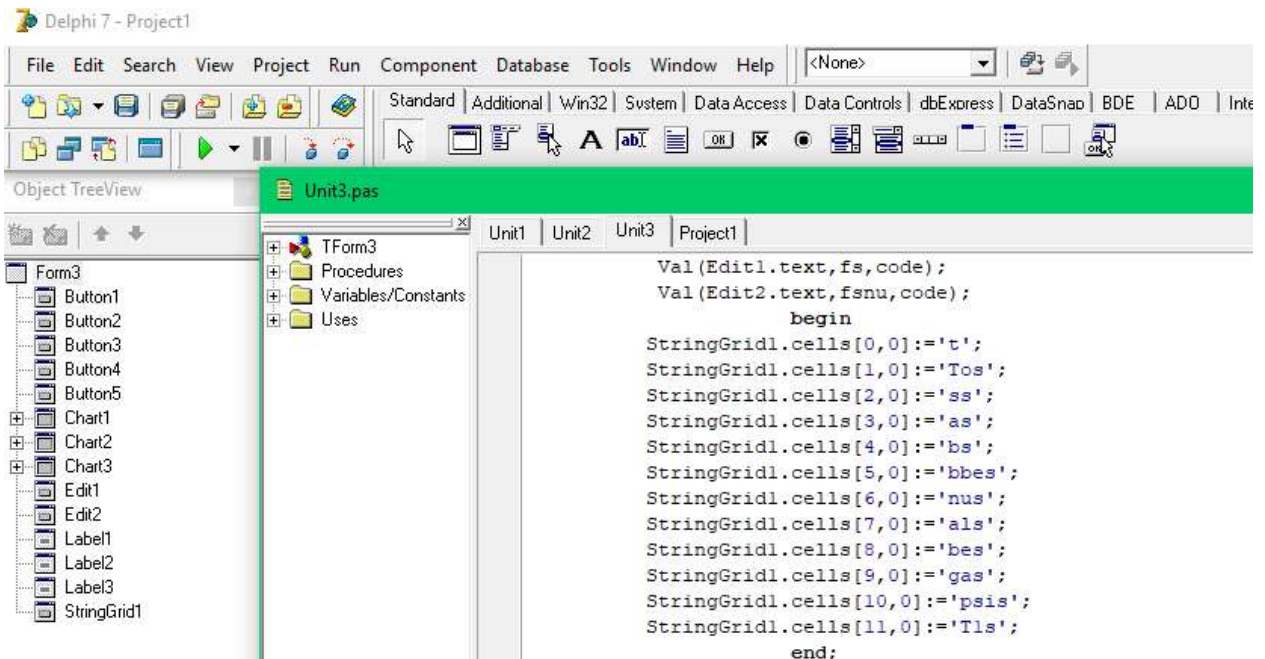
M4: 10.9159; 10.9486; 10.9821; 11.0164; 11.0512; 11.0864; 11.1218;
 11.1572; 11.1923; 11.2271; 11.2612; 11.2945; 11.3267; 11.3578;
 11.3874; 11.4154; 11.4416; 11.4659; 11.4880; 11.5079; 11.5253;
 11.5402; 11.5524; 11.5618; 11.5683; 11.5718; 11.5723; 11.5697;
 11.5640; 11.5552; 11.5432; 11.5282; 11.5101; 11.4891; 11.4651;
 11.4384; 11.4090; 11.3771; 11.3429; 11.3065; 11.2682; 11.2282;
 11.1868; 11.1443; 11.1010; 11.0571; 11.0131; 10.9693; 10.9260;
 10.8838; 10.8430; 10.8039; 10.7672; 10.7331; 10.7021; 10.6748;
 10.6514; 10.6325; 10.6185; 10.6097; 10.6066.

Для введення інформації для розрахунків натягу віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення коефіцієнту тертя $2f_{33}$ та коефіцієнту тертя $2f_{44}$ віскозної пряжі використовується два одно строкових вікна Button1Shejkodm: TButton, Button2Shejkodm: TButton. Для виведення цифрової інформації натягу для віскозної пряжі використовується багато строкове вікно StringGrid1Shejkodm: TStringGrid.

Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою

притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

W3: 0.0000; 0.3599; 0.7196; 1.0785; 1.4365; 1.7933; 2.1484;
 2.5015; 2.8524; 3.2008; 3.5462; 3.8885; 4.2273; 4.5623; 4.8931;
 5.2196; 5.5414; 5.8581; 6.1696; 6.4756; 6.7757; 7.0697; 7.3574;
 7.6384; 7.9126; 8.1797; 8.4394; 8.6914; 8.9357; 9.1719; 9.3999;
 9.6194; 9.8303; 10.0323; 10.2253; 10.4091; 10.5835; 10.7484; 10.9036;
 11.0490; 11.1845; 11.3099; 11.4251; 11.5300; 11.6246; 11.7087;
 11.7822; 11.8452; 11.8975; 11.9391; 11.9699; 11.9900; 11.9993;
 11.9978; 11.9855; 11.9624; 11.9285; 11.8839; 11.8286; 11.7627;
 11.6862.

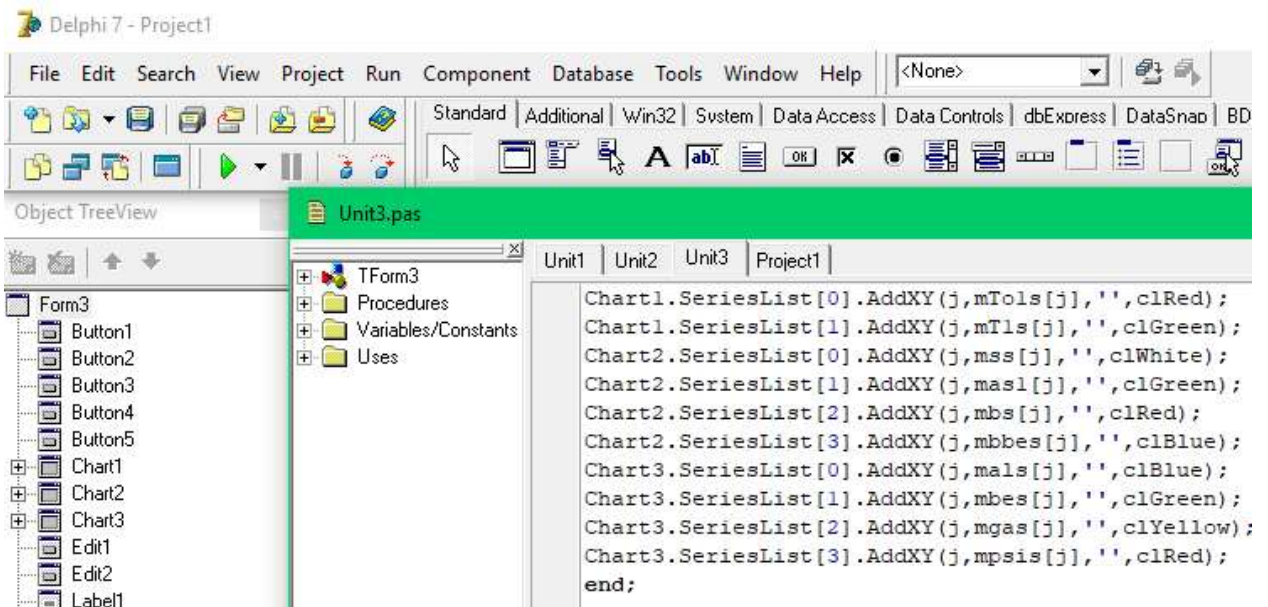


Графічний відображення значення натягу віскозної пряжі, значення параметрів та кутів забезпечується компонентами Chart1Shejkodm: TChart; Chart2Shejkodm: TChart; Chart3Shejkodm: TChart. Перший компонент Chart1Shejkodm: TChart для віскозної пряжі включає в себе дві серії графічних зображень Series1Shejkodm: TLineSeries; Series2Shejkodm: TLineSeries. Другий компонент Chart2Shejkodm: TChart: TChart для віскозної пряжі включає в себе чотири серії графічних зображень Series3Shejkodm: TLineSeries, Series4Shejkodm: TLineSeries, Series5Shejkodm: TLineSeries,

Series6Shejkodm: TLineSeries. Третій компонент Chart3Shejkodm: TChart для віскозної пряжі включає в себе чотири серії графічних зображень Series7Shejkodm: TLineSeries, Series8Shejkodm: TLineSeries, Series9Shejkodm: TLineSeries, Series10Shejkodm: TLineSeries.

Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

W4: 11.0227; 10.9302; 10.8490; 10.7792; 10.7212; 10.6750; 10.6407;
 10.6183; 10.6076; 10.6085; 10.6207; 10.6438; 10.6774; 10.7210;
 10.7742; 10.8364; 10.9068; 10.9849; 11.0701; 11.1615; 11.2586;
 11.3606; 11.4668; 11.5765; 11.6890; 11.8038; 11.9200; 12.0371;
 12.1545; 12.2716; 12.3879; 12.5027; 12.6156; 12.7261; 12.8337;
 12.9381; 13.0388; 13.1354; 13.2275; 13.3149; 13.3972; 13.4742;
 13.5456; 13.6111; 13.6705; 13.7237; 13.7705; 13.8108; 13.8443;
 13.8711; 13.8910; 13.9040; 13.9100; 13.9090; 13.9010; 13.8861;
 13.8643; 13.8356; 13.8002; 13.7581; 13.7095.



Компоненти Button1Shejkodm: TButton, Button2Shejkodm: TButton, Button4Shejkodm: TButton, Button6Shejkodm: TButton, Button5Shejkodm: TButton для віскозної пряжі ініціюють процедури procedure

Button1Click(Sender: TObject), procedure Button2Click(Sender: TObject), procedure Button4Click(Sender: TObject), procedure Button5Click(Sender: TObject) для виконання розрахунків натягу для віскозної пряжі, побудови графіків, зберігання графічної інформації, переходу на другу форму TFormShejkodm2 = class(TForm) модуля 'Unit2.pas' {Form2} програми.

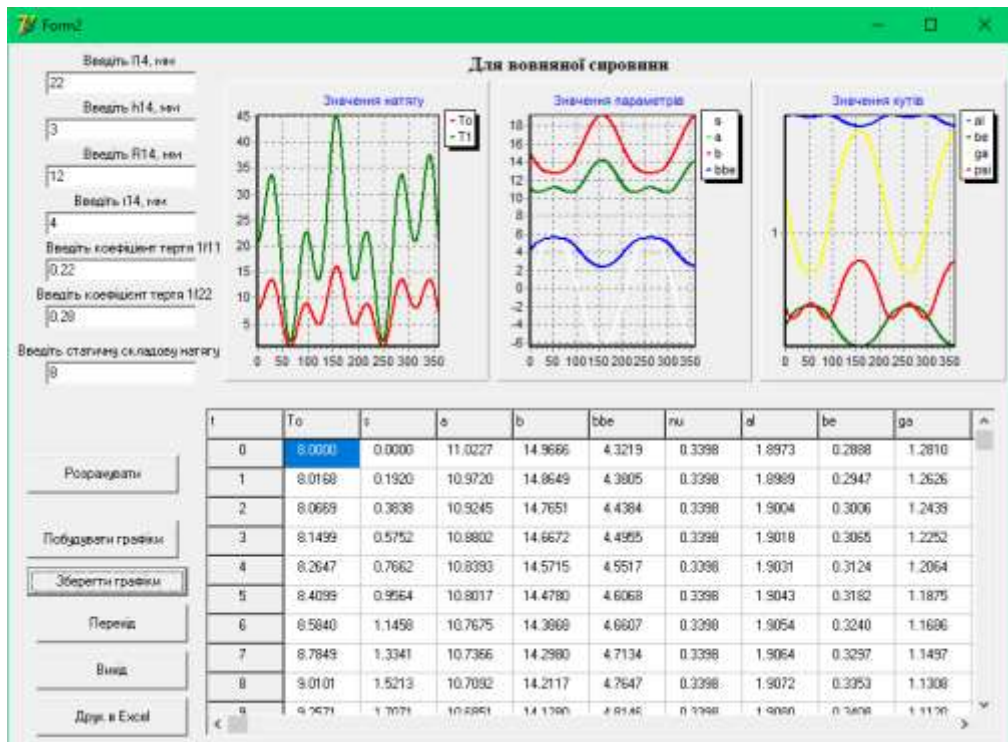
Компонент Button3Shejkodm: TButton ініціює процедуру procedure Button3Click(Sender: TObject) для збереження інформації в середовище Excel. Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

V6: 4.3219; 4.3805; 4.4384; 4.4955; 4.5517; 4.6068; 4.6607;
 4.7134; 4.7647; 4.8146; 4.8628; 4.9095; 4.9544; 4.9976; 5.0389;
 5.0785; 5.1161; 5.1519; 5.1858; 5.2178; 5.2480; 5.2763; 5.3029;
 5.3277; 5.3507; 5.3722; 5.3920; 5.4103; 5.4271; 5.4425; 5.4566;
 5.4695; 5.4812; 5.4917; 5.5013; 5.5099; 5.5176; 5.5244; 5.5305;
 5.5359; 5.5407; 5.5449; 5.5485; 5.5517; 5.5544; 5.5567; 5.5587;
 5.5603; 5.5616; 5.5626; 5.5633; 5.5638; 5.5640; 5.5639; 5.5637;
 5.5631; 5.5623; 5.5612; 5.5599; 5.5582; 5.5561.

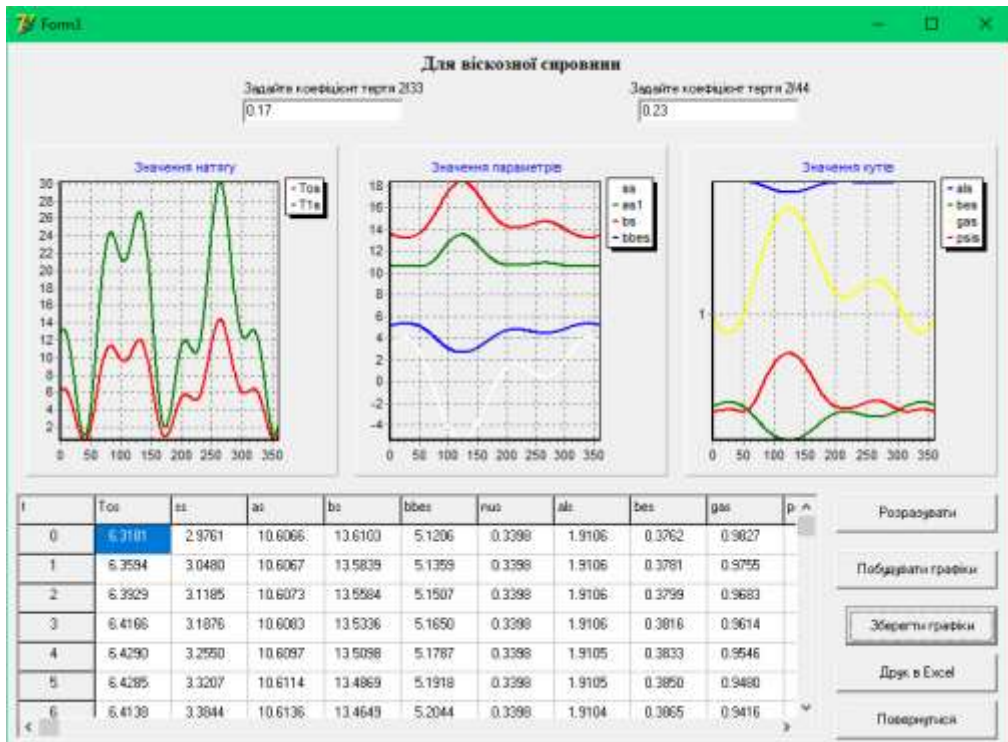
На рисунку показана друга форма програми з представленими результатами розрахунку для першого та третього варіанту для проектування пристроїв для натягу просторової форми для вовняної пряжі. Результати розрахунків натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.

V8: 1.8973; 1.8989; 1.9004; 1.9018; 1.9031; 1.9043; 1.9054;
 1.9064; 1.9072; 1.9080; 1.9087; 1.9093; 1.9098; 1.9101; 1.9104;
 1.9106; 1.9106; 1.9106; 1.9105; 1.9103; 1.9100; 1.9097; 1.9093;
 1.9088; 1.9083; 1.9078; 1.9071; 1.9065; 1.9058; 1.9051; 1.9044;
 1.9037; 1.9030; 1.9023; 1.9016; 1.9008; 1.9002; 1.8995; 1.8988;
 1.8982; 1.8976; 1.8970; 1.8965; 1.8960; 1.8956; 1.8952; 1.8949;

1.8946; 1.8943; 1.8941; 1.8940; 1.8939; 1.8938; 1.8938; 1.8939;
1.8940; 1.8942; 1.8944; 1.8946; 1.8950; 1.8953.



На рисунку показана третя форма програми з представленими результатами розрахунку для другого та четвертого варіанту для проектування пристроїв для натягу просторової форми для віскозної пряжі.



ВИСНОВКИ ПО 3 РОЗДІЛУ.

1. Розроблено програмне забезпечення для розрахунку натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.
2. Реалізація програмного забезпечення для розрахунку натягу вовняної та віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола дозволяє зменшити обриви вовняної та віскозної пряжі в технологічних процесах, покращити можливість проходження потовщення пряжі, підвищити продуктивність технологічного обладнання, скоротити час простою обладнання при ліквідації обривів вовняної та віскозної пряжі та підвищити якість готових виробів.

5. ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд літературних джерел по проблемі розробки системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі. Сформульовано мету та задачі дослідження по проблемі удосконалення системи проектування пристроїв для натягу просторової форми на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.
2. Отримано теоретичні залежності для розрахунку натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола.
3. Вперше отримані системи алгебраїчних та диференційних рівнянь для реалізації алгоритму визначення натягу вовняної та віскозної пряжі при розробці системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.
4. Для системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення розроблений алгоритм програми для визначення: натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН; натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН; натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній

складовій натягу 15 сН; натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН.

5. З використанням чисельних методів, для визначення натягу вовняної та віскозної пряжі, представлено математичне забезпечення для алгоритму розв'язання диференціальних рівнянь для системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН та 15 сН.

6. Вперше представлені результати розрахунків компонентів системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення та розроблений алгоритм програми для визначення натягу вовняної та віскозної пряжі при вхідній складовій натягу 8 сН та 15 сН.

7. Розроблено програмне забезпечення для розрахунку натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі.

8. Реалізація програмного забезпечення для розрахунку натягу вовняної та віскозної пряжі при використанні пристроїв для натягу просторової форми з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола дозволяє зменшити обриви вовняної та віскозної пряжі в технологічних процесах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.[Чинний від 01–08–2011]. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 11 с.
2. Національний класифікатор України: «Класифікатор професій» ДК 003:2010.–К. : Видавництво «Соцінформ», 2010.
3. Перелік галузей знань і спеціальностей –<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-п>.
4. Національна рамка кваліфікацій –<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>.
5. Закон «Про вищу освіту» -<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
6. Закон «Про освіту» -<http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
7. Державний класифікатор України: Класифікація видів економічної діяльності ДК009:2005. -Київ: Держстандарт України,2006.
8. Vasilchenko V.N. Steady motion of a textile yarn with two anchoring points over a rough surface / V.N. Vasilchenko, V.Yu. Shcherban, Ts.V. Apokin // Technology of the textile industry. - 1985. - № 4. - P.54-56.
9. Vasilchenko V.N. Equilibrium of a filament of a root base in the zone of formation of a multilayer technical fabric / V.N. Vasilchenko, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. - 1986. - № 5. - P.44-47.
10. Vasilchenko V.N. Influence of the twist of a Capron complex filament on the value of its flexural rigidity / V.N. Vasilchenko, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. - 1986. - №4. - P.8-9.
11. Scherban V.Yu. Determination of the geometric characteristics of the shape of the filament axis moving along the deformable guide surface / V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. - 1990. - №6. - P.52-55.
12. Yakubitskaya I.A. Dynamic analysis of layout conditions on the end sections of the groove of the winding drum / I.A. Yakubitskaya, V.V. Chugin, V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. - 1997. - №5. - P.33-37.

13. Щербань В.Ю., Колиско О.З., Колиско М.І., Кириченко А.М., Щербань Ю.Ю. Комп'ютерні процедури програмного комплексу для визначення напруженості процесу подачі нитки на круглов'язальних машинах / В.Ю. Щербань, О.З. Колиско, М.І. Колиско, А.М. Кириченко, Ю.Ю. Щербань // Вісник Хмельницького національного університету. – 2022, №1 (305). – С. 256-259.
14. Vasilchenko V.N., Shcherban' V.Yu., Apokin Ts.V. Attachment for holding multilayer fabrics in the clamps of a universal tensile tester/ V.N. Vasilchenko , V.Yu. Shcherban', Ts.V. Apokin // Textile industry. – 1987. - №8. - pp.62.
15. Shcherban' V., Makarenko J., Melnyk G., Shcherban' Y., Petko A., Kirichenko A. Effect of the yarn structure on the tension degree when interacting with high-curved guides/ V. Shcherban', J. Makarenko, G. Melnyk, Y. Shcherban', A. Petko, A. Kirichenko // Fibres and Textiles. – 2019. - Volume 26 - № 4 - pp. 59-68.
16. 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 / V. Shcherban', J. Makarenko, A. Petko, G. Melnyk, Yu. Shcherban', G. Shchutska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2020. - volume 104. -№2/1. – pp.41-50.
17. Щербань В.Ю., Колиско О.З., Колиско М.І., Кириченко А.М., Щербань Ю.Ю. Комп'ютерна реалізація алгоритму рекурсії для гребінчатого пристрою натягу панчішних автоматів / В.Ю. Щербань, О.З. Колиско, М.І. Колиско, А.М. Кириченко, Ю.Ю. Щербань // Вісник Хмельницького національного університету. – 2022, №2 (307). – С. 194-197.
18. Щербань В.Ю., Іщенко В. Д., Колиско О.З., Гольдберг М.І., Щербань Ю.Ю. Комп'ютерна реалізація алгоритму Дейкстри для визначення форми заправки нитки на основі пошуку оптимального шляху графа / В.Ю. Щербань, В. Д. Іщенко, О.З. Колиско, М.І. Гольдберг, Ю.Ю. Щербань //

Вісник Хмельницького національного університету. – 2022, №3 (309). – С. 217-220.

19. Щербань В.Ю., Іщенко В. Д., Колиско О.З., Гольдберг М.І., Щербань Ю.Ю. Визначення вагових функцій ребр неорієнтованого графа при комп'ютерному пошуку оптимального шляху з використанням алгоритму Дейкстри / В.Ю. Щербань, В. Д. Іщенко, О.З. Колиско, М.І. Гольдберг, Ю.Ю. Щербань // Вісник Хмельницького національного університету. – 2022, №4 (311). – С. 270-273.

20. Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття: монографія: в 2 т. Т.1/Теоретичні основи та методи розроблення ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва текстилю, одягу та взуття/ В.Ю.Щербань, Б.Ф. Піпа, В.В. Чабан та ін. – К.:КНУТД, 2016. – 373 с.

21. Shcherban' V., Kolysko O., Melnyk G., Sholudko M., Shcherban' Y. and Shchutska G. Determining tension of yarns when interacting with guides and operative parts of textile machinery having the torus form / V. Shcherban', O. Kolysko, G. Melnyk, M. Sholudko, Y. Shcherban' and G. Shchutska // *Fibres and Textiles*. – 2020. - Volume 27 - № 4 - pp. 87-95.

22. Shcherban' V., Korogod G., Kolysko O., Kolysko M., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer simulation of multiple measurements of logarithmic transformation function by two approaches / V. Shcherban', G. Korogod, O. Kolysko, M. Kolysko, Yu. Shcherban', G. Shchutska // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2020. - Volume 6. -№4 (108). – pp. 6-13.

23. Shcherban' V., Korogod G., Kolysko O., Kolysko M., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer simulation of logarithmic transformation function to expand the range of high-precision measurements / V. Shcherban', G. Korogod, O. Kolysko, M. Kolysko, Yu. Shcherban', G. Shchutska // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2021. - Volume 2. -№9 (110). – pp. 27-36.

24. Scherban V.Yu. Determination of technological efforts in the process of surf during the formation of multilayer technical fabric / V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. - 1990. - №3. - P.44-47.
25. Scherban V.Yu. Investigation of the process of duck surf during the formation of multilayer technical fabric / V.Yu. Shcherban // Technology of the textile industry. - 1990. - №4. - P.41-44.
26. Yakubitskaya I.A. 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.
27. Shcherban' V.Yu. Interaction of stiff yarns with the working parts of knitting and sewing machines/V.Yu. Shcherban' // Textile industry. -1988. - № 10. - pp.53.
28. Shcherban' V., Melnyk G. , Sholudko M. and Kalashnyk 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.
29. Shcherban' V., Melnyk G. , Sholudko M., Kolysko O. and Kalashnyk 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.
30. Shcherban' V., Melnyk G. , Sholudko M., Kolysko O. and Kalashnyk 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.
31. Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття: монографія: в 2 т. Т.2/Підвищення надійності ресурсоощадних виробництв текстилю, одягу і взуття на основі новітніх технологій та системного управління/ В.Ю.Щербань, Б.Ф.Піпа, В.В.Чабан. – К. : КНУТД, 2016. – 214 с.
32. Ресурсоощадні технології та обладнання швейної та текстильної промисловості: монографія: в 2 ч. Ч.1/Наукові основи та інженерні методи проектування ресурсоощадних технологій і обладнання швейної та

- текстильної промисловості/ В.Ю.Щербань, Г.Б.Параска, Б.В.Орловський. – К.: КНУТД, 2015. – 339 с.
33. Ресурсоощадні технології та обладнання швейної та текстильної промисловості: монографія: в 2 ч. Ч.2/Шляхи підвищення ефективності швейної та текстильної галузей України на базі новітніх технологій та управління/ В.Ю.Щербань, Г.Б.Параска, Б.В.Орловський. – К.: КНУТД, 2015. – 270 с.
34. Прогнозування фізико-механічних властивостей текстильних матеріалів побутового призначення/А.М. Слізков , В.Ю. Щербань ,С.М. Краснитський , О.Б. Демківський. –К.:КНУТД, 2013. – 223 с.
35. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань.-К.:КНУТД, 2016. – 184 с.
36. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю. Щербань.-К.: Освіта України, 2017. – 238 с.
37. Щербань В.Ю. Алгоритмічні, програмні та математичні компоненти САПР в індустрії моди/ В.Ю.Щербань, О.З. Колиско, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К.: Освіта України, 2017. – 745 с.
38. Прогнозування процесів на основі моделювання часових рядів: навч. Посібник./ П.І. Бідюк, В.Ю.Щербань, Є.О. Демківський, Т.І. Демківська.-К.:КНУТД, 2017.-324 с.
39. Щербань В.Ю. Математичні та програмні компоненти САПР технологічних процесів та обладнання текстильної та взуттєвої галузі/ В.Ю.Щербань, О.З. Колиско, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К.: Бумсервіс, 2016. – 588 с.
40. Слізков А.М., Щербань В.Ю., Кизимчук О.П. Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина II. (Ткацьке, трикотажне та неткане виробництво): підручник / А.М. Слізков, В.Ю.Щербань, О.П. Кизимчук. – К.:КНУТД, 2018. – 276 с.

41. Щербань В.Ю. Механіка нитки/В.Ю.Щербань. – К.: Видавництво «Укрбланковидав». – 2018. – 533 с.
<https://ER.KNUTD.EDU.UA/HANDLE/123456789/9517>
42. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/ В.Ю. Щербань.-К.: Освіта України, 2018. – 257 с.
43. Щербань В.Ю. Базове проектує забезпечення САПР в індустрії моди/ В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З. Колиско, Г.В. Мельник, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К.: Освіта України, 2018. – 902 с.
44. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/ В.Ю. Щербань.-К.: Освіта України, 2019. – 252 с.
45. Щербань В.Ю. Комп'ютерне проектування систем: програмні та алгоритмічні компоненти / В.Ю.Щербань, О.З. Колиско, Г.В. Мельник, М.І. Шолудько, В.Ю. Калашник. – К.: Освіта України, 2019. – 902 с.
46. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань – К.: Освіта України: ФОП Масляков, 2020. – 236 с.
47. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві / В.Ю.Щербань – К.: Освіта України, 2021. – 248 с.
48. Щербань В.Ю. Алгоритмічне та математичне забезпечення при комп'ютерному проектуванні складних систем / В.Ю.Щербань, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, Г.В. Мельник, М.І. Колиско, В.Ю. Калашник. – К.: Освіта України, 2021. – 930 с.
49. Shcherban' V., Korogod G., Chaban V., Kolysko O., Shcherban' Yu., Shchutska G. Computer simulation methods of redundant measurements with the nonlinear transformation function / V. Shcherban', G. Korogod, V. Chaban, O. Kolysko, Yu. Shcherban', G. Shchutska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2019. - Volume 98. -№2/5. – pp.16-22.
50. Первая Н.В., Андреева О.А., Щербань В.Ю. Дослідження технологічних параметрів процесу формування верху взуття / Н.В. Первая,

- О.А. Андреева, В.Ю. Щербань// Вісник Хмельницького національного університету.- 2020.-№ 1 (281). - С.175-181.
51. Щербань В.Ю. Програмні модулі комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії для випадку змінного вхідного натягу/ В.Ю.Щербань, А.К. Петко, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, М.І. Шолудько// Вісник Хмельницького національного університету.- 2020.-№ 2 (283). - С.213-218.
52. Щербань В.Ю., Петко А.К., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Шолудько М.І. Комп'ютерна реалізація алгоритму рекурсії для випадку змінного діаметру сировини / В.Ю.Щербань, А.К. Петко, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету.- 2020, № 3(285). – С.263-267.
53. Щербань В.Ю., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Шолудько М.І., Мельник Г.В. Алгоритмічні та програмні компоненти при комп'ютерному визначенні натягу для шайбового натягувача з використанням рекурсії / В.Ю.Щербань, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, М.І. Шолудько, Г.В. Мельник // Вісник Хмельницького національного університету. Том 1.- 2020, № 4(287).– С.252-256.
54. Щербань В.Ю., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Шолудько М.І., Мельник Г.В. Структура програмних модулів та процедур комп'ютерної програми для основних елементів системи при реалізації алгоритму рекурсії / В.Ю.Щербань, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, М.І. Шолудько, Г.В. Мельник// Вісник Хмельницького національного університету. - 2020, № 5(289).– С.302-306.
55. Щербань В.Ю., Петко А.К., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Колиско М.І. База фрикційних властивостей комп'ютерної програми для визначення натягу нитки при реалізації алгоритму рекурсії / В.Ю.Щербань, А.К. Петко, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, М.І. Колиско // Вісник Хмельницького національного університету. - 2021, № 1(293).– С.234-237.
56. Щербань В.Ю., Петко А.К., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Галавська Л.Є. Програмні модулі та процедури комп'ютерної програми для визначення

натягу кевларової нитки при в'язанні з використанням алгоритму рекурсії / В.Ю.Щербань, А.К. Петко, О.З. Колиско, Ю.Ю.Щербань, Л.Є. Галавська // Вісник Хмельницького національного університету. - 2021, № 2(295).– С.271-274.

57. Щербань В.Ю., Макаренко Ю.В., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Галавська Л.Є. Комп'ютерна реалізація алгоритму рекурсії при визначенні натягу ниток при формуванні багатошарових тканин з поліетиленових ниток / В.Ю. Щербань, Ю.В. Макаренко, О.З. Колиско, Ю.Ю. Щербань, Л.Є. Галавська // Вісник Хмельницького національного університету. – 2021, №3 (297). – С. 204-207.

58. Щербань В.Ю., Макаренко Ю.В., Колиско О.З., Щербань Ю.Ю., Колиско М.І. Реалізація програмних модулів процедури рекурсії при комп'ютерному визначенні натягу основних ниток багатошарової тканини для військового спорядження / В.Ю. Щербань, Ю.В. Макаренко, О.З. Колиско, Ю.Ю. Щербань, М.І. Колиско // Вісник Хмельницького національного університету. – 2021, №4 (299). – С. 155-159.

59. Shcherban' V., Kolysko O., Melnyk G., Sholudko M., Shcherban' Yu., Shchutska G. and Kolva N. Determination of tension for polyamide and basalt multifilament yarns while weaving industrial fabrics / V. Shcherban', O. Kolysko, G. Melnyk, M. Sholudko, Yu. Shcherban', G. Shchutska, N. Kolva // *Fibres and Textiles*. – 2021. - Volume 28 - № 1 - pp. 75-85.

60. Щербань В.Ю. Використання рекурсивного підходу для визначення натягу ниток в робочій зоні технологічного обладнання/В.Ю.Щербань, Н.І.Мурза, А.М. Кириченко, Г.В. Мельник, М.І.Шолудько//Вісник ХНУ.- 2018.-№ 3(261). - С.7-11.

61. Щербань В.Ю. Взаємодія текстильних ниток з напрямними великої кривини у випадку наявності радіального охоплення/В.Ю.Щербань, Н.І.Мурза, А.М. Кириченко, Г.В. Мельник, М.І.Шолудько// Вісник Хмельницького національного університету.- 2018.-№ 2 (259). - С.12-16.

62. Щербань В.Ю. Удосконалення системи подачі ниток на основі оптимізації пружної системи заправки круглов'язальних машин/В.Ю.Щербань, Г.В. Мельник, Н.І. Мурза, А.М. Кириченко, М.І. Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету.- 2018.-№ 4 (263). - С.11-16.
63. Щербань В.Ю. Структура комп'ютерної програми реалізації алгоритму рекурсії для визначення технологічних зусиль/В.Ю. Щербань, А.К. Петко, О.З. Колиско, Ю.Ю. Щербань, М.І. Шолудько// Вісник Хмельницького національного університету.- 2020.-№ 1 (281). - С.249-253.

ДОДАТОК 1.

Результати розрахунку

системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.

V2: 8.0000; 8.0168; 8.0669; 8.1499; 8.2647; 8.4099; 8.5840;
8.7849; 9.0101; 9.2571; 9.5230; 9.8046; 10.0985; 10.4013; 10.7092;
11.0184; 11.3252; 11.6257; 11.9160; 12.1925; 12.4514; 12.6892;
12.9026; 13.0884; 13.2437; 13.3658; 13.4524; 13.5016; 13.5116;
13.4812; 13.4094; 13.2957; 13.1400; 12.9426; 12.7041; 12.4257;
12.1087; 11.7551; 11.3670; 10.9469; 10.4978; 10.0227; 9.5251; 9.0086;
8.4770; 7.9344; 7.3848; 6.8324; 6.2814; 5.7361; 5.2008; 4.6794;
4.1760; 3.6945; 3.2384; 2.8113; 2.4163; 2.0562; 1.7337; 1.4509;
1.2097.

V3: 0.0000; 0.1920; 0.3838; 0.5752; 0.7662; 0.9564; 1.1458;
1.3341; 1.5213; 1.7071; 1.8913; 2.0739; 2.2546; 2.4332; 2.6097;
2.7838; 2.9554; 3.1243; 3.2905; 3.4536; 3.6137; 3.7705; 3.9239;
4.0738; 4.2201; 4.3625; 4.5010; 4.6354; 4.7657; 4.8917; 5.0133;
5.1304; 5.2428; 5.3506; 5.4535; 5.5515; 5.6445; 5.7325; 5.8153;
5.8928; 5.9651; 6.0319; 6.0934; 6.1493; 6.1998; 6.2446; 6.2839;
6.3174; 6.3453; 6.3675; 6.3840; 6.3947; 6.3996; 6.3988; 6.3923;
6.3799; 6.3619; 6.3381; 6.3086; 6.2734; 6.2326.

V4: 11.0227; 10.9720; 10.9245; 10.8802; 10.8393; 10.8017; 10.7675;
10.7366; 10.7092; 10.6851; 10.6644; 10.6470; 10.6328; 10.6217;
10.6138; 10.6088; 10.6067; 10.6073; 10.6106; 10.6163; 10.6243;
10.6346; 10.6468; 10.6608; 10.6765; 10.6938; 10.7123; 10.7319;
10.7526; 10.7740; 10.7960; 10.8184; 10.8411; 10.8639; 10.8867;
10.9092; 10.9313; 10.9529; 10.9739; 10.9940; 11.0132; 11.0314;
11.0485; 11.0643; 11.0787; 11.0918; 11.1033; 11.1133; 11.1217;
11.1283; 11.1333; 11.1366; 11.1381; 11.1379; 11.1359; 11.1321;
11.1266; 11.1195; 11.1107; 11.1002; 11.0883.

ДОДАТОК 2.

Копії публікацій за темою магістерської роботи «Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування пристроїв для натягу просторової форми»

шліхтувальних машинах можна рекомендувати наступне: зменшити момент інерції навою і сполучених з ним деталей приводу; збільшити жорсткість основи в зоні навивки (наприклад, зменшенням довжини основи в зоні навивки); необхідно підбирати такі матеріали поверхонь тертя, для яких падаюча ділянка залежності коефіцієнта тертя від швидкості ковзання була б найменшою в області робочих швидкостей ковзання.

Література

1. Щербань В.Ю. Механіка нитки/В.Ю.Щербань. – К.:Видавництво «Укрбланковидав». – 2018. – 533 с.
2. Щербань В.Ю. Алгоритмічні, програмні та математичні компоненти САПР в індустрії моди/ В.Ю.Щербань, О.З.Коліско, М.І.Шолудько, В.Ю.Калашник. – К.:Освіта України, 2017. – 745 с.
3. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР.Обрані розділи та приклади застосування/В.Ю.Щербань, С.М.Краснитський, В.Г.Резанова.-К.:КНУТД, 2010.-220 с.
4. Щербань В.Ю. САПР обладнання легкої та текстильної промисловості /В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З.Клиско. -К.:Конус-Ю, 2007.- 275с.
5. Слізков А.М., Щербань В.Ю., Кизимчук О.П. Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина II. (Ткацьке, трикотажне та неткане виробництво): підручник / А.М.Слізков, В.Ю.Щербань, О.П.Кизимчук. – К.:КНУТД, 2018. – 276 с.
6. Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття. монографія в 2 т. Т.1/Теоретичні основи та методи розроблення ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва текстилю, одягу та взуття/ В.Ю.Щербань, Б.Ф.Піпа, В.В.Чабан та ін. – К.:КНУТД, 2016. – 373 с.

ЩЕРБАНЬ В.Ю., ШЕЙКО Д.А.

АЛГОРИТМІЧНІ ТА ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ НАТЯГУ ПРОСТОРОВОЇ ФОРМИ

SHCHERBAN V.Yu., SHEYKO D.A.

ALGORITHMIC AND SOFTWARE COMPONENTS OF THE DEVICE DESIGN SYSTEM FOR SPATIAL FORM TENSION

Annotation. The high-rate of motion of filament in textile machines results in that at co-operation of knots, cones and local bulges with the surface of overhead and lower dishes of creating a tension of filament there is shock co-operation. It, in same queue, entails the sharp increase of pull, that results in the precipice of filaments. The arising up here outages of textile equipment, filaments related to liquidation of precipice, result in the decline of the productivity of machines and worsen quality of the produced products.

Purpose of work. Fully obviously, that the decision of this problem must be based on complex researches, directed on modernization existent the plate form tighteners and for development of on principle new the plate form tighteners of textile machines, which would allow to eliminate shock co-operation between knots, cones, by local bulges on a filament with a working surface by overhead and lower dishes.

Keywords: filament, pull, textile machines, CADD of equipment, productivity.

Вступ

Висока швидкість руху нитки призводить до того, що при взаємодії вузлів, шишок і локальних потовщень з поверхнею верхньої і нижньої тарілочок нитконатягувача відбувається ударна взаємодія. Це, у свою чергу, спричиняє за собою різке збільшення натягу, що призводить до обриву ниток [1]. Прості устаткування, що виникають при цьому, пов'язані з ліквідацією обриву нитки, призводять до зниження продуктивності устаткування і погіршують якість продукції, що випускається [1,3].

Цілком очевидно, що вирішення даної проблеми повинне базуватися на комплексних дослідженнях, направлених на модернізацію існуючих тарілчастих нитконатягувачів і на розробку принципово нових тарілчастих нитконатягувальних пристроїв, які дозволили б виключити ударну взаємодію між вузлами, шишками, локальними потовщеннями на нитці з робочими поверхнями нитконатягувачів [2,3].

Постановка завдання

Розробка математичних та програмних компонентів САПР нитконатягувачів текстильних машин.

Основна частина

Диференціальне рівняння, що описує переміщення рухомої частини нитконатягувача текстильних машин, має вигляд

$$I\ddot{\varphi} = M(P) - M_1R(a + 2bR\varphi + 3cR^2\varphi^2)(Ra + 4bR^2\varphi + 9cR^3\varphi^2)\dot{\varphi} - M_1R(a + 2bR\varphi + 3cR^2\varphi^2)(4bR^2 + 18cR^3\varphi)\dot{\varphi}^2 - M_1gR(a + 2bR\varphi + 3cR^2\varphi^2) - c_{yn}R(a + 2bR\varphi + 3cR^2\varphi^2)[z_0 + R(a\varphi + 2bR\varphi^2 + 3cR^2\varphi^3)] - M_T, \quad (1)$$

$$M(P) = c_H \left(\frac{v}{R_1} t - \varphi \right) R_1^2,$$

де I - момент інерції рухомих частин фігурного кронштейна з утримувачем; Z - вертикальна координата; R - довжина кривошипа на якому розташовується ролик; φ - кут повороту кривошипу; $a = -0,00256$, $b = 23,67$, $c = -3034,4$; c_H - коефіцієнт жорсткості нитки на розтягування; v - швидкість руху нитки; R_1 - відстань від утримувача вузла до осі обертання; t - час; M_T - момент опору від сил тертя при обертанні; M_1 - маса рухомих

частин, $c_{ум}$ - коефіцієнт жорсткості пружини, яка тисне на верхню тарілочку, z_0 - початкова деформація пружини, яка необхідна для здобуття ниткою необхідного вихідного натягу.

Отримане диференціальне рівняння другого порядку є неоднорідним. При інтегруванні даного диференціального рівняння виникають дуже великі труднощі. Тому в роботі було використано чисельне інтегрування з використанням методу Рунге-Кутта-Мерсона з автоматичним вибором кроку інтегрування. Для цього була написана програма на мові Object Pascal в середовищі Delphi. На рис.1 показані основні форми програми.

Нижче представлений фрагмент коду програми для розрахунку нитконатягувачів текстильних машин.

```
Application.CreateForm(TFErrors, FErrors);
FErrors.LBErrors.Items.Assign(ErrorList);
FErrors.Show; exit; end; repeat e3:=0; V1(F,X,Y); d1:=0; for j:=1 to N do
Begin a[j]:=F[j]*h; y[j]:=w[j]+(a[j]/3); end; x:=x+(h/3); V1(F,X,Y); for j:=1 to
N do begin y[j]:=w[j]+((a[j]+F[j]*h)/6); end; V1(F,X,Y); for j:=1 to N do
Begin c[j]:=F[j]*h; y[j]:=w[j]+(a[j]/8)+0.375*c[j]; end; x:=x+(h/6);
V1(F,X,Y); for j:=1 to N do begin d[j]:=F[j]*h; y[j]:=w[j]+(a[j]/2)-
1.5*c[j]+2*d[j]; end; x:=x+h/2; V1(F,X,Y); for j:=1 to N do begin
e[j]:=F[j]*h; y[j]:=w[j]+(a[j]+4*d[j]+e[j])/6; e2:=(abs(-2*a[j]+9*c[j]-
8*d[j]+e[j]))/30; if e2<=e1 then begin if e2<(e1/20) then begin d1:=d1+1;
end; end else begin e3:=1; end; end; if e3=0 then begin if d1=N then
Begin h:=h+h; end; xxx:=Format('%17.8F',x);
mem1SDU2.Lines.Add('X='+xxx); for j:=1 to N do begin
jj:=Format('%2.0d',[j]); yy[j]:=format('%17.8F',[y[j]]);
mem1SDU2.Lines.Add('Y['+jj+']=+yy[j]; w[j]:=y[j]; end; end else begin
x:=x-h; for j:=1 to N do begin y[j]:=w[j]; end; h:=h/2; end; until x>xm;
```



Рис.1. Основні форми програми

Висновки

1. Отримані математичні залежності для визначення натягу при використанні нитконатягувачів текстильних машин.

2. Розроблено спеціальне програмне забезпечення для САПР нитконатягувачів текстильних машин.

Література

1. Щербань В.Ю. САПР обладнання легкої та текстильної промисловості/В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З.Клиско.-К.:Конус-Ю, 2012.- 275с.
2. Щербань В.Ю.Математичні моделі в САПР/В.Ю.Щербань, С.М.Краснитський, В.Г.Резанова.-К.:КНУТД, 2014.-110 с.
3. Щербань В.Ю.Математичні моделі в САПР.Обрані розділи та приклади застосування/В.Ю.Щербань, С.М.Краснитський, В.Г.Резанова.-К.:КНУТД, 2014.-220 с.

КОРОГОД Г.О.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМІЧНІ КОМПОНЕНТИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДІВ НАДЛИШКОВИХ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ КВАДРАТИЧНОЇ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ

KOROHOD H.O.

MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHMIC COMPONENTS IN THE APPLICATION OF METHODS OF REDUNDANT MEASUREMENTS FOR THE QUADRATIC TRANSFORMATION FUNCTION


The peculiarities of application of methods of redundant measurements at quadratic transformation function are established in the work. It is shown that due to the derived equation of redundant measurements gives a linear dependence of the measurement result on the value of the desired physical quantity. In addition, the processing of the results in accordance with the above equation ensures the independence of the measurement result from the parameters of the conversion function and their deviations from the nominal values. Based on the proposed mathematical model, a block diagram of the algorithm for measuring the desired physical quantity for the quadratic transformation function is proposed.

Як відомо, точність інформації, яка отримана в результаті вимірювань, визначає ефективність всієї роботи технологічного процесу.

У вирішенні питання щодо підвищення точності вимірювань особливу роль відіграє точність сенсора і вдосконалення відповідних методів вимірювання. Це обумовлено самою фізичною суттю первинного датчика (сенсора), який перетворює вхідну контрольовану фізичну величину, що характеризує технологічний процес або властивість досліджуваного об'єкта, в пропорційний електричний вихідний сигнал. Тож, від того, з якою точністю буде проведено це перетворення і залежить точність всього подальшого вимірювального процесу. Це обумовлено тим, що навіть незначне відхилення, що вноситься сенсором, буде лише підсилене при подальшій обробці в вимірюваному каналі. У зв'язку з тим, що сенсор є первинним перетворювачем вхідного сигналу, то до них

ДОДАТОК 3.

Презентація дипломної магістерської роботи «Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування пристроїв для натягу просторової форми»



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

Дипломна магістерська робота

на тему: Алгоритмічні та програмні компоненти системи
проектування пристроїв для натягу просторової форми

Виконав: студент групи МГІТ-21 спеціальності 122 - Комп'ютерні науки

Шейко Д. А.

Керівник Щербань В. Ю.

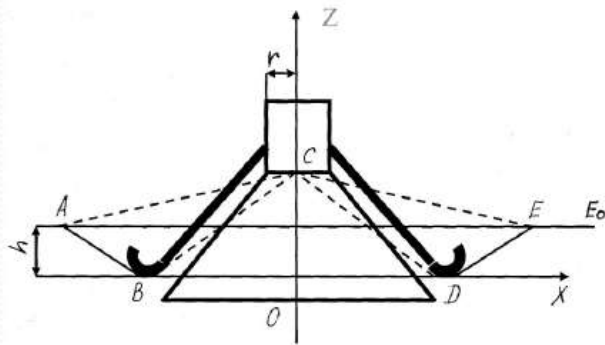
Київ 2022

Мета дослідження – удосконалення системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.

Завдання дослідження. Розробити відповідні математичні моделі системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі, алгоритм для їх реалізації на ЕОМ, програмне забезпечення для реалізації розробленого алгоритму.

Об'єкт дослідження. Технологічні процеси текстильного виробництва.

Предмет дослідження. Системи проектування пристроїв для натягу просторової форми.



$$A_0A\{0, -l, 0\}, AB\{l-R, (l-R)\operatorname{tg} \nu, -h\}, BC\{R, r, R-r\},$$

$$CD\{R, -r, -(R-r)\}, DE\{l-R, -(l-R)\operatorname{tg} \nu, h\}, EE_0\{l, 0, 0\},$$

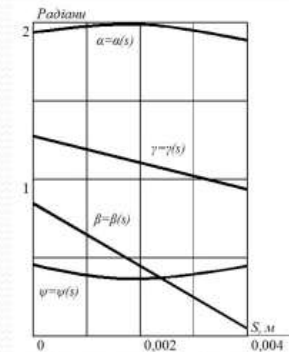
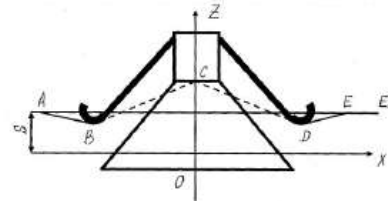
$$\angle A_0AB = \alpha = \arccos \frac{-(l-R)\operatorname{tg} \nu}{a},$$

$$\angle ABC = \angle CDE = \beta = \arccos \frac{(l-R)(R+r\operatorname{tg} \nu) - h(R-r)}{ab},$$

$$\angle BCD = \gamma = \arccos \frac{2rR}{h^2}, \quad \angle DEE_0 = \psi = \arccos \frac{l-R}{a},$$

$$a_2 = b_1 \frac{e^{f(\alpha+\gamma)+\mu\theta} - \frac{\sqrt{2}}{2} a_1 (f+\mu)(e^{f\gamma} + 1)}{1 + \frac{\sqrt{2}}{2} b_1 (f+\mu)(e^{f\gamma} + 1)},$$

$$b_2 = b_1 \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} a_1 (f+\mu)(e^{f\gamma} + 1)}{1 + \frac{\sqrt{2}}{2} b_1 (f+\mu)(e^{f\gamma} + 1)}, \quad b_1 = \frac{R-r}{b} + \frac{h}{a} e^{\mu\theta}.$$



Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування пристроїв для натягу просторової форми



Виконав: студент групи МГП-21
Шейко Дмитро Анатолійович
спеціальності 122 - Комп'ютерні науки
Керівник: професор Щербань В.Ю.

Версія 1.0
Київ 2022

Для воєняної сировини

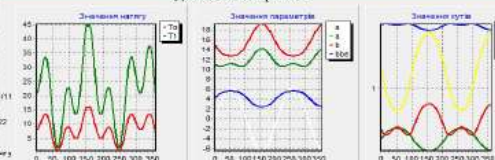
Введіть R4, мм: []
Введіть R14, мм: []
Введіть R18, мм: []
Введіть коефіцієнт терпа T111: []
Введіть коефіцієнт терпа T22: []
Введіть оптимізує оптимізує натягу: []

Значення натягу: [-10, -11]
Значення параметрів: [4, 5, 6, 7, 8, 9, 100]
Значення кута: [-90, -80, -70, -60]

Розширити
Показати графік
Зберегти графік
Почати
Вийти
Друк в Excel

Для воєняної сировини

Введіть R4, мм: [20]
Введіть R14, мм: [3]
Введіть R18, мм: [12]
Введіть R4, мм: [4]
Введіть коефіцієнт терпа T111: [0.11]
Введіть коефіцієнт терпа T22: [0.20]
Введіть оптимізує оптимізує натягу: [8]

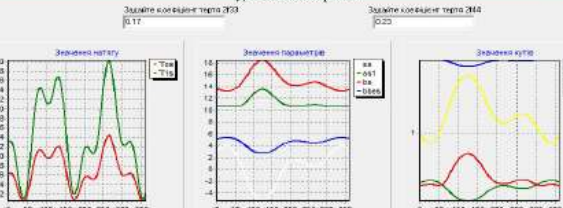


t	T ₀	σ	φ	D	l _н	l _к	l _с	l _п	l _р	l _в
1	0.0152	0.1038	10.9120	14.0540	4.3035	0.3358	1.6590	0.2547	1.2624	
2	0.0608	0.3608	10.9345	14.7651	4.4324	0.3398	1.9004	0.3095	1.2439	
3	0.1408	0.5762	10.9602	14.6272	4.4885	0.3356	1.9918	0.3405	1.2552	
4	0.2647	0.7662	10.8193	14.5715	4.5517	0.3398	1.9031	0.3124	1.2664	
5	0.4059	0.9564	10.8017	14.4780	4.6058	0.3398	1.9043	0.3182	1.3075	
6	0.5648	1.1456	10.7675	14.3680	4.6627	0.3358	1.9054	0.3240	1.3685	
7	0.7649	1.3341	10.7366	14.2590	4.7134	0.3398	1.9064	0.3297	1.4497	
8	0.0101	1.5213	10.7032	14.2117	4.7647	0.3398	1.9072	0.3352	1.5308	

Розширити
Показати графік
Зберегти графік
Почати
Вийти
Друк в Excel

Для воєняної сировини

Задіть коефіцієнт терпа T23: [0.17]
Задіть коефіцієнт терпа T24: [0.22]



t	T ₀	σ	φ	D	l _н	l _к	l _с	l _п	l _р	l _в
0	0.3111	1.9761	10.6905	13.6103	5.1296	0.3398	1.9190	0.3363	0.9627	
1	6.2934	3.0460	10.6927	13.6030	5.1258	0.3398	1.9190	0.3391	0.9795	
2	6.3823	3.1105	10.6973	13.6004	5.1260	0.3328	1.9188	0.3393	0.9883	
3	6.4166	3.1676	10.6903	13.6336	5.1650	0.3398	1.9190	0.3614	0.9814	
4	6.4230	3.2290	10.6927	13.6380	5.1767	0.3398	1.9190	0.3633	0.9845	
5	6.4285	3.2827	10.6314	13.6669	5.1918	0.3328	1.9188	0.3650	0.9480	
6	6.4138	3.3044	10.6190	13.6845	5.2044	0.3398	1.9194	0.3685	0.9410	

Розширити
Показати графік
Зберегти графік
Почати
Вийти
Друк в Excel
Повернутися

ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд літературних джерел по проблемі розробки системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі. Сформульовано мету та задачі дослідження по проблемі удосконалення системи проектування пристроїв для натягу просторової форми на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.
2. Отримано теоретичні залежності для розрахунку натягу при використанні пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при переробці вовняної та віскозної пряжі при наявності коливання вхідного натягу з урахуванням форми балону змотування, геометричних параметрів конічної та циліндричної частини фарфорової основи пристрою, кута при вершині конуса шайби, коефіцієнтів тертя пряжі о поверхню фарфору та поверхню матеріалу шайби, ваги шайби, змінного вхідного натягу, радіусу контактного кола.
3. Вперше отримані системи алгебраїчних та диференціальних рівнянь для реалізації алгоритму визначення натягу вовняної та віскозної пряжі при розробці системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення.
4. Для системи проектування пристроїв для натягу просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення розроблений алгоритм програми для визначення: натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН; натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 8 сН; натягу вовняної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН; натягу віскозної пряжі просторової форми з вертикально розташованою фігурною шайбою притиснення в технологічних процесах при вхідній складовій натягу 15 сН.