

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

Дипломна магістерська робота

на тему **Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування
перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини**

Виконав: студент групи МГІТ-1-20
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
освітньої програми Комп'ютерні науки
Андрій СТУПАК

Керівник д.т.н., проф. Володимир ЩЕРБАНЬ

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

Київ 2021

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
“ ” грудня 2021 року

ЗАВДАННЯ

**на дипломну магістерську роботу
студенту**

Ступака Андрія Володимировича

- 1. Тема роботи** Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини
Науковий керівник роботи Щербань Володимир Юрійович, д.т.н., професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 04 ” 10 2021 року № 286
:
- 2. Строк подання студентом роботи** 11.12.2021р.
- 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 10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН.

№ з/п	Назва етапів дипломної магістерської роботи	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	10.10.2021 р.	
2	Розділ 1. Математичне забезпечення. Система проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини.	10.10.2021 р.	
3	Розділ 2. Алгоритмічне забезпечення. Алгоритми проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини.	30.10.2021 р.	
4	Розділ 3. Програмне забезпечення. Система проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини.	10.11.2021 р.	
5	Висновки	25.11.2021 р.	
6	Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)	30.11.2021 р.	
7	Здача дипломної магістерської роботи на кафедрі для рецензування (за 14 днів до захисту)	4.12.2021 р.	
8	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	8.12.2021 р.	
9	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (з 7 днів до захисту)	11.12.2021 р.	

Студент _____

Андрій СТУПАК

Науковий керівник роботи _____

Володимир ЩЕРБАНЬ

Директор НМЦУПФ _____

Олена ГРИГОРЕВСЬКА

АНОТАЦІЯ

Ступак А. В. Алгоритмічні та програмні компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини. – Рукопис.

Дипломна магістерська робота за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки». – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2021 рік.

Дипломну магістерську роботу присвячено дослідженню рівняння руху пневматичних агрегатів при формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти та обґрунтуванню практичних напрямів удосконалення конструкції фрикційного механізму приводу пневматичних агрегатів на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

Запропоновано математичні інтегральні залежності кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів та основні напрями практичного удосконалення технологічного процесу формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, моменту сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу. Результати дипломної магістерської роботи можна використовувати при удосконаленні технологічного процесу формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток, що дозволить виключити виникнення поперечної смугастості багатошарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність пневматичних агрегатів та якість готової продукції.

Ключові слова: інтегральні залежності, пневматичний агрегат, фрикційний механізм приводу, комп'ютерна програма.

АННОТАЦИЯ

Ступак А. В. Алгоритмические и программные компоненты системы проектирования переходных режимов пневматических агрегатов для формирования ткани. – Рукопись.

Дипломная магистерская работа по специальности 122 – «Компьютерные науки». – Киевский национальный университет технологий и дизайна, Киев, 2021 год.

Дипломная магистерская работа посвящена исследованию уравнения движения пневматических агрегатов при формировании многослойных технических тканей из синтетических комплексных нитей в момент разгона и

торможения при мгновенном включении муфты и обоснованию практических направлений усовершенствования конструкции фрикционного механизма привода пневматических агрегатов на основе разработки математических и программных компонентов САПР.

Предложены математические интегральные зависимости угла вращения главного вала с фрикционным механизмом привода пневматических агрегатов и основные направления практического усовершенствования технологического процесса формирования многослойных технических тканей из синтетических комплексных нитей в момент разгона и торможения на основе разработки математических и программных компонентов САПР. При этом учитывались моменты инерции масс ведущей и ведомой систем пневматических агрегатов, движущий момент, момент сил трения фрикционного механизма привода, момент сил статического сопротивления ведущей и ведомой систем пневматических агрегатов, углы поворота первой и второй части фрикционного механизма привода. Результаты дипломной магистерской работы можно использовать при усовершенствовании технологического процесса формирования многослойных технических тканей из синтетических комплексных нитей, что позволит исключить возникновение поперечной полосатости многослойных технических тканей, уменьшит обрыв синтетических комплексных нитей, повысит производительность пневматических агрегатов и качество готовой продукции.

Ключевые слова: интегральные зависимости, пневматический агрегат, фрикционный механизм привода, компьютерная программа.

ANNOTATION

Stupak A.V. Algorithmic and software components of the system for designing transient modes of pneumatic units for tissue formation. - Manuscript.

Master's degree work in specialty 122 - "Computer Science". - Kiev National University of Technology and Design, Kiev, 2021.

The master's thesis is devoted to the study of the equation of motion of pneumatic units during the formation of multilayer technical fabrics from synthetic complex threads at the moment of acceleration and deceleration with instantaneous engagement of the clutch and the substantiation of practical directions for improving the design of the friction mechanism of the drive of pneumatic units based on the development of mathematical and software components of CAD.

Mathematical integral dependences of the angle of rotation of the main shaft with a frictional drive mechanism of pneumatic units and the main directions of practical improvement of the technological process of forming multilayer technical fabrics from synthetic complex threads at the time of acceleration and deceleration based on the development of mathematical and software components of CAD are proposed. In this case, the moments of inertia of the masses of the driving and driven systems of pneumatic units, the driving moment, the moment of friction

forces of the frictional drive mechanism, the moment of static resistance forces of the driving and driven systems of pneumatic units, the angles of rotation of the first and second parts of the frictional drive mechanism were taken into account. The results of the master's thesis can be used to improve the technological process of forming multilayer technical fabrics from synthetic complex yarns, which will eliminate the occurrence of transverse striping of multilayer technical fabrics, reduce the breakage of synthetic complex threads, increase the productivity of pneumatic units and the quality of finished products.

Keywords: integral dependencies, pneumatic unit, frictional drive mechanism, computer program.

ЗМІСТ

Вступ	8.
Розділ 1. Математичне забезпечення. Система проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини	11.
Висновки по 1 розділу	23.
Розділ 2. Алгоритмічне забезпечення. Алгоритми проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини	25.
Висновки по 2 розділу	42.
Розділ 3. Програмне забезпечення. Система проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини	44.
Висновки по 3 розділу	56.
Висновки	57.
Список використаних джерел	59.
Додаток 1	67.
Додаток 2	68.
Додаток 3	71.

ВСТУП

Актуальність теми. Дослідження в галузі ткацтва при виготовленні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток свідчать, що найбільш прогресивною та перспективною основою процесу проектування системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертальних сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу є створення та впровадження в практику об'єктне орієнтованих систем та відповідного програмного забезпечення. Це дозволить виключити виникнення поперечної смугастості багатошарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність пневматичних агрегатів та якість готової продукції.

Мета дослідження. Удосконалення системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин.

Завдання дослідження. Розробити відповідні математичні моделі системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин, алгоритм для їх реалізації на ЕОМ, програмне забезпечення для реалізації розробленого алгоритму.

Об'єкт дослідження. Технологічні процеси ткацтва.

Предмет дослідження. Системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин.

Методи дослідження. Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми по удосконаленню системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин на

основі розробки математичних та програмних компонентів САПР є праці провідних вчених в галузях технології швейного, текстильного та трикотажного виробництв, текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання. У теоретичних дослідженнях системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин використано методи інтегрального та диференційного числення, теоретичної механіки, теорії механізмів та машин, опору матеріалів.

Практична цінність. Запропоновано математичні інтегральні залежності кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертальних сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу 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 перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

Практична значущість роботи. Результати дипломної магістерської роботи можна використовувати при удосконаленні технологічного процесу формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток, що дозволить виключити виникнення поперечної смугастості багатошарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність

пневматичних агрегатів та якість готової продукції. 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 публікації в спеціалізованому виданні. Зроблена 1 доповідь на науковій конференції молодих вчених та студентів.

РОЗДІЛ 1. МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Система проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини.

Продуктивність ткацьких верстатів є суттєвим фактором, який впливає на собівартість тканини. Значної ваги набули питання підвищення стабілізації процесу ткацтва та поліпшення якості тканини. Для цього проведено розробки з удосконалення вузлів рапірних та пневматичних ткацьких верстатів для збільшення їх універсальності та оптимізації конструкції. Актуальним напрямом модернізації ткацьких верстатів є створення їх із змінними вузлами та елементами, які мають досить мобільні способи їх заміни та регулювання. Крім цього, створюються інформаційні та експертні системи для швидкого тестування роботи верстата і регламентування швидкого та легкого способу коригування його роботи для досягнення кращої якості тканини при максимальній ефективності. Особливо це важливо при виготовленні тканин різного призначення та асортиментних груп, складних переплетень.

На сьогодні суттєвого значення набули питання економії ресурсів у текстильних виробництвах, тому важливим елементом є зменшення споживання енергії при виготовленні тканин.

Пневматичні ткацькі верстати призначені для вироблення тканин з хімічних комплексних ниток і пряжі з різних хімічних волокон, а також з бавовняної пряжі. На цих верстатах тканини можна виробляти полотняним, саржевим і атласним переплетеннями, а також похідними переплетеннями з поверхневою густиною не більш 200 г/м^2 . Живлення утком відбувається з нерухомих бобін, що встановлені на верстаті з лівої сторони. Уток прокладається через зів струменем стиснутого повітря, що виходить під тиском із сопла. До сопла підводиться відміряна утокова нитка з барабана,

призначеного для відмірювання відрізка утокової нитки достатньої довжини для одного прокладання. Диск-знімач знімає нитку з барабана до моменту прокладання її в зів. У момент прокладання утокової нитки в зів із сопла викидається струмінь повітря, що підхоплює нитку.

У верхній частині пластин є вирізи для виходу з них нитки в момент її прибою до краю тканини. Кожна прокладена в зів утокова нитка обрізається з двох сторін. Для закріплення краю тканини є перевивочний механізм. На верстаті встановлений ексцентриковий зівоутворюючий механізм на 10 ремізок із твердими зв'язками, батан полегшеного типу, товарний регулятор позитивної періодичної дії, стрічкове основне гальмо, електричний основний наглядач, фотоелектричний утоковий запобіжник та інші механізми.

В процесі розгону пневматичних агрегатів, оснащених фрикційними муфтами для передачі енергії від електродвигуна до головного валу пневматичних агрегатів, спостерігаються два характерні періоди. Протягом першого кутова швидкість ротора електродвигуна падає, а другої половини муфти (і головного валу пневматичних рапірних агрегатів) поступово збільшується і в кінці цього періоду стає рівній кутовій швидкості першої половини муфти пневматичних агрегатів. В цьому випадку гальмівний момент для двигуна пневматичних агрегатів (або першої половини муфти) є рушійним моментом для другої половини муфти і, отже, головного валу. У другому періоді процес розгону ще продовжується, але кутові швидкості першої і другої половини приводу пневматичних агрегатів вже однакові і зростають поодиноці і тому ж закону. Момент, що розвивається електродвигуном пневматичних агрегатів, є рушійним.

Припустимо, що тиск на дисках фрикціона пневматичних агрегатів, а отже, і момент сил тертя, в першому періоді наростає від нуля до максимуму по деякому закону, а потім залишається постійним. Привід пневматичних агрегатів такий, що час включення муфти (час наростання тиску) залежить від плавності включення пускової рукоятки.

Найсприятливіше для механізмів пневматичних агрегатів - миттєве

включення муфти, при якому момент сил тертя, який передається муфтою, відразу приймає максимальне значення, а в ланках механізмів виникають найбільші навантаження. Виходячи з цього, за основу аналізу приймемо миттєве включення муфти пневматичних агрегатів.

Рівняння руху верстата в першому періоді розгону відповідно для провідної (перша половина муфти) і веденої систем пневматичних агрегатів мають вигляд

$$\begin{aligned} M_D - M_\Phi - M_{C1} &= J_1 \ddot{\alpha}, \\ M_\Phi - M_{C2} &= J_2 \ddot{\phi}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S1: 4,7850; 5,0022; 5,2224; 5,4453; 5,6711; 5,8996; 6,1309;
 6,3649; 6,6015; 6,8406; 7,0824; 7,3266; 7,5732; 7,8222; 8,0735;
 8,3270; 8,5827; 8,8405; 9,1003; 9,3620; 9,6256; 9,8910; 10,1580;
 10,4266; 10,6968; 10,9683; 11,2411; 11,5152; 11,7904; 12,0666;
 12,3437; 12,6216; 12,9002; 13,1794; 13,4591; 13,7391; 14,0195;
 14,2999; 14,5805; 14,8610; 15,1413; 15,4214; 15,7010; 15,9802;
 16,2587; 16,5366; 16,8137; 17,0898; 17,3649; 17,6389; 17,9117;
 18,1831; 18,4532; 18,7217; 18,9886; 19,2539; 19,5174; 19,7790;
 20,0387; 20,2964.

Другий період (сумісного розгону) виражається рівнянням

$$M_D - M_C = J \ddot{\phi}. \quad (1.2)$$

У рівняннях (1.1) (1.2):

M_D - рушійний момент, який передається електродвигуном;

M_Φ - момент сил тертя на дисках фрикціона пневматичних агрегатів;

M_{C1} і M_{C2} - моменти сил статичного опору ведучій і веденою систем пневматичних агрегатів;

J_1 і J_2 - моменти інерції мас провідної і веденої систем пневматичних агрегатів;

M_C - момент сил статичного опору пневматичного рапірного агрегату;

J - момент інерції мас пневматичного рапінного агрегату;

α - кут, повороту першої половини муфти пневматичних агрегатів;

φ - кут повороту другої половини муфти пневматичних агрегатів.

У першому наближенні можна прийняти, що моменти сил статичного опору пневматичних агрегатів M_C , M_{C1} і M_{C2} і моменти J , J_1 , J_2 інерції мас, приведені до осі головного валу, є величини постійні. Робочу частину механічної характеристики електродвигуна пневматичних агрегатів представимо рівнянням параболи

$$M_D = a_1 + b_1 \dot{\alpha} + c_1 \dot{\alpha}^2. \quad (1.3)$$

Тоді рівняння (1.1) прийме вигляд

$$\ddot{\alpha} = a + b \dot{\alpha} + c \dot{\alpha}^2, \\ a = \frac{a_1 - M_\Phi - M_{C1}}{J_1}, \quad b = \frac{b_1}{J_1}, \quad c = \frac{c_1}{J_1},$$

а рівняння (1.2)

$$\ddot{\varphi} = a_2 + b_2 \dot{\varphi} + c_2 \dot{\varphi}^2, \\ a_2 = \frac{a_1 - M_C}{J}, \quad b = \frac{b_1}{J}, \quad c = \frac{c_1}{J}, \quad (1.4)$$

Результати розрахунку.

S12: 0,1346; 0,1415; 0,1488; 0,1565; 0,1645; 0,1729; 0,1817;
 0,1909; 0,2006; 0,2107; 0,2213; 0,2324; 0,2440; 0,2561; 0,2688;
 0,2821; 0,2960; 0,3105; 0,3257; 0,3416; 0,3582; 0,3756; 0,3937;
 0,4127; 0,4324; 0,4531; 0,4746; 0,4971; 0,5205; 0,5450; 0,5705;
 0,5970; 0,6246; 0,6534; 0,6834; 0,7146; 0,7470; 0,7807; 0,8157;
 0,8520; 0,8898; 0,9289; 0,9695; 1,0116; 1,0551; 1,1002; 1,1468;
 1,1950; 1,2448; 1,2962; 1,3493; 1,4039; 1,4602; 1,5182; 1,5778;
 1,6390; 1,7018; 1,7663; 1,8323; 1,8999.

Початкові умови для рівнянь (1.4) при $t = 0$

$$\dot{\alpha} = \dot{\alpha}_H, \quad \dot{\varphi} = 0, \quad \alpha = 0, \quad \varphi = 0.$$

Вирішуючи рівняння (1.4) знайдемо

$$\dot{\alpha} = \frac{AD - B \exp\left(\frac{t}{C}\right)}{\exp\left(\frac{t}{C}\right) - D}, \quad (1.5)$$

$$\alpha = E \ln\left[\frac{D - \exp\left(\frac{t}{C}\right)}{D - 1}\right] - At. \quad (1.6)$$

У рівняннях (1.5) і (1.6) постійні величини мають наступні значення

$$A = \frac{b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c},$$

$$B = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c},$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{b^2 - 4ac}},$$

$$D = \frac{\dot{\alpha}_H + B}{\alpha_H + A},$$

$$E = AC - BC.$$

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S11: 4,8498; 2,5533; 1,7921; 1,4148; 1,1911; 1,0445; 0,9419;
 0,8669; 0,8105; 0,7671; 0,7332; 0,7065; 0,6855; 0,6690; 0,6561;
 0,6462; 0,6389; 0,6337; 0,6305; 0,6289; 0,6288; 0,6300; 0,6324;
 0,6359; 0,6405; 0,6460; 0,6524; 0,6596; 0,6677; 0,6765; 0,6861;
 0,6964; 0,7074; 0,7190; 0,7314; 0,7443; 0,7580; 0,7722; 0,7870;
 0,8025; 0,8186; 0,8352; 0,8524; 0,8702; 0,8885; 0,9074; 0,9268;
 0,9468; 0,9672; 0,9882; 1,0096; 1,0316; 1,0539; 1,0767; 1,0999;
 1,1235; 1,1475; 1,1718; 1,1965; 1,2214.

Вирішення рівняння (1.2) має вигляд

$$\dot{\varphi} = \frac{M_{\Phi} - M_{C2} t}{J_2}, \quad (1.7)$$

$$\varphi = \frac{M_{\Phi} - M_{C2} t^2}{J_2} \frac{1}{2}. \quad (1.8)$$

Сумісне вирішення рівнянь дає значення часу, кута повороту і кутової

швидкості головного валу пневматичних агрегатів, відповідні кінцю першого і початку другого періоду процесу розгону.

Вирішення рівняння (1.4) аналогічно вирішенню рівняння (1.5)

$$\dot{\varphi} = \frac{A_1 D_1 - B_1 \exp\left(\frac{t}{C_1}\right)}{\exp\left(\frac{t}{C_1}\right) - D_1}, \quad (1.9)$$

$$\varphi = E_1 \ln\left[\frac{D_1 - \exp\left(\frac{t}{C_1}\right)}{D_1 - 1}\right] - A_1 t. \quad (1.10)$$

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S10: 0,0006; 0,0012; 0,0019; 0,0025; 0,0031; 0,0038; 0,0045;
 0,0051; 0,0058; 0,0065; 0,0072; 0,0079; 0,0087; 0,0094; 0,0102;
 0,0109; 0,0117; 0,0125; 0,0133; 0,0142; 0,0150; 0,0159; 0,0168;
 0,0177; 0,0186; 0,0196; 0,0206; 0,0216; 0,0226; 0,0236; 0,0247;
 0,0258; 0,0270; 0,0282; 0,0294; 0,0306; 0,0319; 0,0332; 0,0345;
 0,0359; 0,0374; 0,0388; 0,0404; 0,0419; 0,0436; 0,0452; 0,0469;
 0,0487; 0,0506; 0,0524; 0,0544; 0,0564; 0,0585; 0,0606; 0,0628;
 0,0651; 0,0674; 0,0699; 0,0724; 0,0749.

$$A_1 = \frac{b_2 - \sqrt{b_2^2 - 4a_2c_2}}{2c_2},$$

$$B_1 = \frac{b_2 + \sqrt{b_2^2 - 4a_2c_2}}{2c_2},$$

$$C_1 = \frac{1}{\sqrt{b_2^2 - 4a_2c_2}},$$

$$D_1 = \frac{\dot{\varphi}_H + B_1}{\varphi_H + A_1},$$

$$E_1 = A_1 C_1 - B_1 C_1.$$

Тут $\dot{\varphi}_H$ - кутова швидкість головного валу пневматичних агрегатів, відповідна кінцю першого і початку другого періоду процесу розгону.

У ткацьких верстатах із прокладанням утоку телескопічними рапірами не збільшуються їх габарити по ширині і їм не потрібно напрямних у зіві. Але телескопічні рапіри мають складний привод.

S5: 0,0071; 0,0141; 0,0212; 0,0283; 0,0355; 0,0426; 0,0498;
 0,0570; 0,0642; 0,0714; 0,0787; 0,0859; 0,0932; 0,1006; 0,1079;
 0,1153; 0,1227; 0,1301; 0,1375; 0,1450; 0,1525; 0,1600; 0,1675;
 0,1751; 0,1827; 0,1903; 0,1979; 0,2056; 0,2133; 0,2210; 0,2287;
 0,2365; 0,2443; 0,2521; 0,2599; 0,2678; 0,2756; 0,2836; 0,2915;
 0,2994; 0,3074; 0,3154; 0,3235; 0,3315; 0,3396; 0,3477; 0,3558;
 0,3640; 0,3721; 0,3803; 0,3886; 0,3968; 0,4050; 0,4133; 0,4216;
 0,4300; 0,4383; 0,4467; 0,4550; 0,4634.

Рапірні ткацькі верстати класифікують також за способом прокладання утоку. В основному використовуються ткацькі верстати з прокладкою утокової нитки двома рапірами (гнучкими, твердими або телескопічними). Такі рапіри рухаються назустріч одна одній, передача уточини відбувається посередині зіва петлею або за кінець. При прокладанні утокової нитки петлею швидкість змотування нитки з бобіни вдвічі більша від швидкості руху рапіри. Намітилася тенденція переходу від передачі нитки петлею до передачі нитки за кінець.

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S8: 39,1922; 20,7340; 14,5891; 11,5223; 9,6868; 8,4668; 7,5986;
 6,9501; 6,4481; 6,0486; 5,7236; 5,4545; 5,2282; 5,0357; 4,8700;
 4,7262; 4,6003; 4,4894; 4,3910; 4,3032; 4,2245; 4,1536; 4,0894;
 4,0312; 3,9781; 3,9295; 3,8848; 3,8438; 3,8059; 3,7707; 3,7381;
 3,7077; 3,6794; 3,6528; 3,6279; 3,6044; 3,5823; 3,5614; 3,5415;
 3,5227; 3,5047; 3,4875; 3,4711; 3,4553; 3,4401; 3,4254; 3,4112;
 3,3975; 3,3841; 3,3712; 3,3585; 3,3461; 3,3339; 3,3220; 3,3103;
 3,2988; 3,2874; 3,2761; 3,2650; 3,2539.

Одним з основних напрямів у розвитку ткацьких верстатів із прокладкою утоку рапірами є постійне підвищення продуктивності за рахунок збільшення

заправної ширини і швидкісного режиму верстатів.

На сучасних жакардових верстатах виробляються тканини різних складних переплетень, тканини з вовняної апаратної і гребінної, текстурованої поліефірної і фасонної пряжі із сумішей різних волокон. На такому верстаті можна виробляти навіть махрові й азбестові тканини. Кількість кольорів утку збільшено до восьми. Це стало можливим завдяки установці різних механізмів (ексцентрикового механізму на 12 ремізок, кареток верхнього і нижнього розташування на 20 ремізок, жакардових машин на 1792 гачки), а також нагромаджувачів уткових ниток, можливості прокладання уточини за кінець і використанню зубцюватих напрямних.

Для пневматичних агрегатів з одним бойовим механізмом маємо: $M_{C1} = 1,51 \text{ кг м}$; $M_{C2} = 3,4 \text{ кг м}$; $M_C = 4,33 \text{ кг м}$; $J_2 = 5,36 \text{ кг см сек}^2$; $J = J_1 + J_2$; $J_1 = 7,35$; $7,00$; $6,74 \text{ кг см сек}^2$ при діаметрі шківів на валу електродвигуна відповідно 119, 130, 141 мм.

Характеристика електродвигуна АО2-32-6: $P = 2,2 \text{ кВт}$; $n = 950$

об/хвилини; $\frac{M_{ПУСК}}{M_{НОМ}} = 1,8$; $\frac{M_{МАКС}}{M_{НОМ}} = 2,2$.

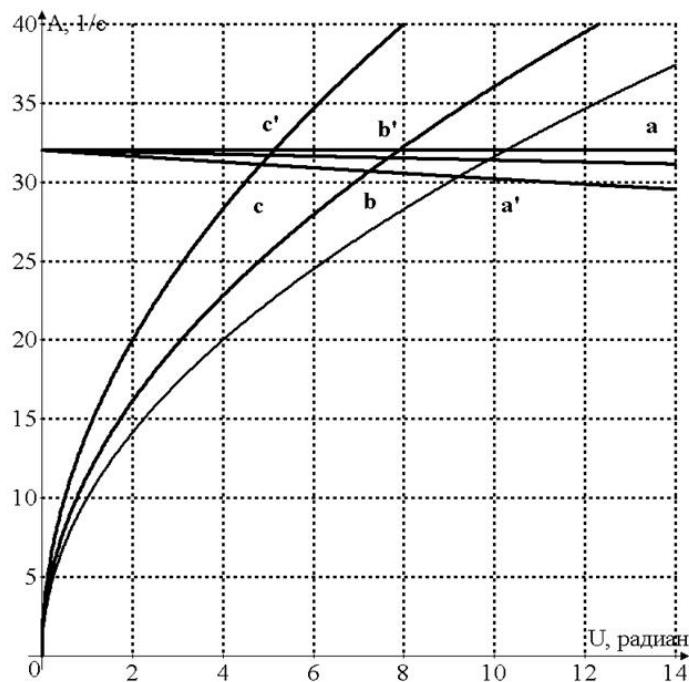


Рис.1.1. Результати розрахунку кутових швидкостей головного валу

При різному номінальному числі оборотів головного валу пневматичних агрегатів постійні коефіцієнти в рівнянні (1.4) приймають значення: при $n=300$ об/хвилини $a = -169,084$ кг м, $b_1 = 14,388$ кг м секунд, $c_1 = -0,2794$ кгмсек²; при $n=330$ об/хвилини; $a_1 = -155,225$, $b_1 = 11,891$, $c_1 = -0,2100$; при $n=360$ об/хвилини, $a_1 = -140,906$, $b_1 = 9,982$, $c_1 = -0,1617$.

Після підстановки цих значень у вирішення рівнянь (1.5), (1.9) і (1.10) отримані графіки, представлені на рис. 1.1 і 1.2.

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S6: 34,4040; 17,9580; 12,4815; 9,7471; 8,1097; 7,0206; 6,2448;
 5,6647; 5,2152; 4,8569; 4,5649; 4,3227; 4,1187; 3,9446; 3,7946;
 3,6639; 3,5492; 3,4478; 3,3575; 3,2767; 3,2040; 3,1381; 3,0783;
 3,0237; 2,9737; 2,9277; 2,8852; 2,8459; 2,8094; 2,7753; 2,7435;
 2,7136; 2,6856; 2,6591; 2,6341; 2,6104; 2,5879; 2,5665; 2,5460;
 2,5264; 2,5075; 2,4894; 2,4720; 2,4551; 2,4388; 2,4230; 2,4076;
 2,3926; 2,3779; 2,3636; 2,3496; 2,3358; 2,3223; 2,3090; 2,2959;
 2,2830; 2,2702; 2,2575; 2,2450; 2,2326.

Результати розрахунку.

S9: 0,2694; 0,2837; 0,2987; 0,3144; 0,3309; 0,3482; 0,3663;
 0,3853; 0,4052; 0,4261; 0,4481; 0,4710; 0,4951; 0,5203; 0,5467;
 0,5744; 0,6034; 0,6337; 0,6655; 0,6988; 0,7336; 0,7700; 0,8081;
 0,8479; 0,8896; 0,9331; 0,9786; 1,0261; 1,0757; 1,1275; 1,1816;
 1,2380; 1,2968; 1,3582; 1,4221; 1,4887; 1,5580; 1,6302; 1,7053;
 1,7833; 1,8645; 1,9488; 2,0363; 2,1271; 2,2213; 2,3189; 2,4201;
 2,5247; 2,6330; 2,7450; 2,8606; 2,9800; 3,1032; 3,2301; 3,3609;
 3,4954; 3,6338; 3,7759; 3,9217; 4,0713.

Розширився асортимент вироблюваних на цьому верстаті тканин: від бавовняних з утком чотирьох кольорів до різних видів тканин із джуту, штучного шовку, апаратної і гребінної вовняної пряжі, ниток, плівки, скловолокна, металевих ниток, фасонної пряжі, рівниці, поліпропілену і поліетилену з утком до восьми кольорів. Також передбачено можливість

виготовлення готових мішків та подвійного плюшу.

Сучасні ткацькі верстати з твердими рапірами оснащуються різними механізмами, включаючи ексцентриковий механізм, каретки різного розташування з кількістю ремізок до 32 і жакардовою машиною. Основною конструктивною зміною є заміна приводу рапір від центрального механізму приводом від шестерінчастого механізму, який встановлювався з боку верстата.

На верстаті також встановлено низку нових механізмів: пневматичну систему видалення відходів; лічильник довжини виробленої тканини; електричний або електронний контролер; електронний утоковий контролер; механізм для розрізування полотнин тканини на ткацьких верстатах.

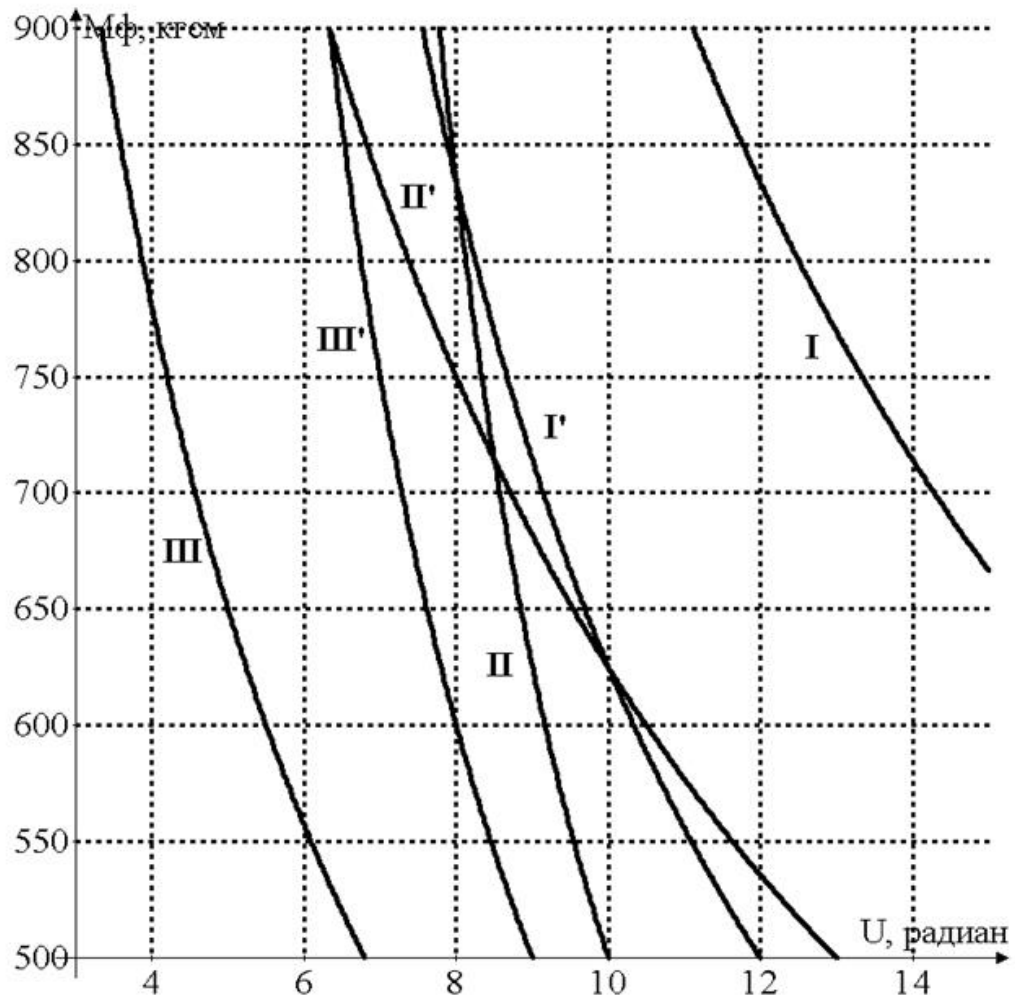


Рис.1.2. Залежність кута розгону від моменту сил тертя на фрикціоне
Діаметр фланців навою на верстаті збільшений до 1000 мм,

передбачена можливість використання товарного валика діаметром 1500 мм або двох товарних валиків на ткацьких верстатах.

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S7: -190,9715; -36,9688; -4,4907; 9,5894; 18,3201; 25,0012; 30,7918;
 36,1890; 41,4375; 46,6708; 51,9680; 57,3789; 62,9368; 68,6654;
 74,5816; 80,6985; 87,0263; 93,5731; 100,3454; 107,3487; 114,5875;
 122,0654; 129,7854; 137,7500; 145,9610; 154,4197; 163,1271; 172,0836;
 181,2891; 190,7432; 200,4450; 210,3932; 220,5862; 231,0218; 241,6974;
 252,6102; 263,7569; 275,1338; 286,7368; 298,5616; 310,6033; 322,8568;
 335,3166; 347,9769; 360,8317; 373,8745; 387,0986; 400,4970; 414,0626;
 427,7877; 441,6648; 455,6860; 469,8431; 484,1279; 498,5320; 513,0469;
 527,6638; 542,3741; 557,1689; 572,0394.

Криві Oa , Ob , Oc (рис. 1.1) показують зміна кутовій швидкості головного валу пневматичних агрегатів в першому періоді розгону при номінальному числі оборотів головного валу $n = 300$ об/хвилини і моментах сил тертя на фрикційному механізмі відповідно 6,0; 7,5 и 9,0 кгс. Криві aa' , bb' , cc' - зміна кутовій швидкості головного валу пневматичних агрегатів в другому періоді. Криві Aa , Ab , Ac - зміна кутовій швидкості першої половини муфти в першому періоді розгону.

Збільшилася оснащеність сучасних ткацьких верстатів засобами автоматизації, керування процесом формування тканини та діагностики роботи найважливіших механізмів. Застосування нагромаджувачів утоку на рапірних верстатах стало обов'язковим. Більшість верстатів оснащують електромеханічними накопичувачами утоку різних конструкцій. Також верстати оснащують автоматичними регуляторами основи електромеханічної дії з електронним керуванням.

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S3: 86,1296; 45,0201; 31,3342; 24,5040; 20,4160; 17,6989; 15,7652;
 14,3209; 13,2029; 12,3132; 11,5893; 10,9899; 10,4860; 10,0571; 9,6882;
 9,3679; 9,0876; 8,8405; 8,6214; 8,4258; 8,2505; 8,0926; 7,9498;

7,8200; 7,7017; 7,5934; 7,4941; 7,4026; 7,3182; 7,2399; 7,1673;
 7,0996; 7,0365; 6,9773; 6,9218; 6,8696; 6,8203; 6,7737; 6,7295;
 6,6874; 6,6474; 6,6092; 6,5725; 6,5373; 6,5035; 6,4708; 6,4393;
 6,4087; 6,3789; 6,3500; 6,3218; 6,2942; 6,2671; 6,2406; 6,2145;
 6,1888; 6,1634; 6,1383; 6,1135; 6,0889.

Гнучкі рапіри з напрямними усе більше розповсюджуються, імовірно за рахунок того, що напрямні забезпечують поліпшений контроль рапір при русі на високих швидкостях.

Сучасні ткацькі верстати зручні в обслуговуванні й економічні, оснащені електронною системою керування процесом захоплення і передачі утоку. Вони мають приводи рапір, що працюють у масляній ванні, електронне керування добром утоку в довільному порядку (до восьми кольорів), механічний пристрій змішування утоку, можуть мати ексцентриковий (на 12 ремізок) механізм, каретку (на 20 ремізок) або жакардову машину, п'єзоелектричний пристрій контролю утоку. Прокладання утоку на верстатах здійснюється при нерухомому батані в задньому положенні.

Результати розрахунку параметрів пневматичних агрегатів.

S2: 0,0118; 0,0236; 0,0355; 0,0474; 0,0594; 0,0714; 0,0835;
 0,0956; 0,1079; 0,1201; 0,1325; 0,1449; 0,1573; 0,1698; 0,1824;
 0,1950; 0,2077; 0,2205; 0,2333; 0,2462; 0,2592; 0,2722; 0,2853;
 0,2985; 0,3117; 0,3250; 0,3383; 0,3518; 0,3653; 0,3788; 0,3925;
 0,4062; 0,4199; 0,4338; 0,4477; 0,4617; 0,4757; 0,4898; 0,5040;
 0,5183; 0,5326; 0,5470; 0,5615; 0,5760; 0,5906; 0,6053; 0,6200;
 0,6348; 0,6497; 0,6647; 0,6797; 0,6948; 0,7099; 0,7251; 0,7404;
 0,7558; 0,7712; 0,7867; 0,8022; 0,8178.

Гнучкі рапіри приводяться в рух колесами, що одержують рух від сферичного кривошипа й універсальної приводної системи. Відкривання і закривання голівок рапір виробляються позитивно за допомогою регульованих кулачків. При зміні лінійної густини перероблюваної утокової пряжі або нитки голівки рапір не змінюються.

При обриві основної нитки верстат зупиняється в стані закритого зіву, при обриві утокової нитки – відкритого.

Сучасні верстати можуть також випускатися з будь-яким механізмом: ексцентриковим, кареткою або жакардовою машиною. В утоці може бути використано від одного до восьми кольорів.

Результати розрахунку.

S4: 2,3898; 2,4956; 2,6025; 2,7106; 2,8198; 2,9302; 3,0416;
 3,1541; 3,2677; 3,3823; 3,4979; 3,6144; 3,7319; 3,8503; 3,9695;
 4,0895; 4,2103; 4,3319; 4,4541; 4,5770; 4,7005; 4,8246; 4,9492;
 5,0743; 5,1998; 5,3257; 5,4520; 5,5785; 5,7052; 5,8322; 5,9592;
 6,0864; 6,2136; 6,3407; 6,4678; 6,5948; 6,7215; 6,8481; 6,9743;
 7,1002; 7,2258; 7,3508; 7,4754; 7,5995; 7,7229; 7,8457; 7,9678;
 8,0892; 8,2097; 8,3295; 8,4483; 8,5663; 8,6832; 8,7992; 8,9141;
 9,0279; 9,1406; 9,2522; 9,3625; 9,4716.

На рис. 1.2 криві I, II і III показують залежність кута розгону головного валу пневматичних агрегатів від моменту сил тертя на фрикційному механізмі при номінальному числі оборотів головного валу відповідно $n = 360, 330$ и 300 об/хвилини. Як видно з графіка, при зміні моменту сил тертя на фрикційному механізмі від 900 до 600 кгс кут розгону головного валу пневматичних агрегатів міняється від 310 до 585° при номінальному числі оборотів $n = 300$; від 405 до 730° при $n = 330$ і від 555 до 910° при $n = 360$ об/хвилини. Криві I', II', III' показують зміну першого періоду розгону (у кутах повороту головного валу пневматичних агрегатів і в часі) від моменту сил тертя на фрикційному механізмі при відповідних числах оборотів в хвилину головного валу пневматичних агрегатів.

ВИСНОВКИ ПО 1 РОЗДІЛУ

1. Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток отримані інтегральні математичні залежності кута

обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів при формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти.

2. Отримані математичні залежності системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканин з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу.

РОЗДІЛ 2. АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Алгоритми проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини.

Алгоритмічний ланцюг математичних залежностей руху пневматичних агрегатів при формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти має наступну форму.

Перша алгоритмічна гілка математичних інтегральних залежностей кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів та основні напрями практичного удосконалення технологічного процесу формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування з початковими умовами представляється наступною системою

$$M_D - M_\Phi - M_{C1} = J_1 \ddot{\alpha},$$

$$M_\Phi - M_{C2} = J_2 \ddot{\phi}.$$

$$M_D - M_C = J \ddot{\phi}.$$

$$M_D = a_1 + b_1 \dot{\alpha} + c_1 \dot{\alpha}^2.$$

$$\ddot{\alpha} = a + b \dot{\alpha} + c \dot{\alpha}^2,$$

$$a = \frac{a_1 - M_\Phi - M_{C1}}{J_1}, \quad b = \frac{b_1}{J_1}, \quad c = \frac{c_1}{J_1},$$

$$\ddot{\phi} = a_2 + b_2 \dot{\phi} + c_2 \dot{\phi}^2,$$

$$a_2 = \frac{a_1 - M_C}{J}, \quad b = \frac{b_1}{J}, \quad c = \frac{c_1}{J},$$

$$\dot{\alpha} = \dot{\alpha}_H, \quad \dot{\phi} = 0, \quad \alpha = 0, \quad \phi = 0.$$

Друга алгоритмічна гілка математичних залежностей руху пневматичних агрегатів при формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти з урахуванням моменту інерції мас ведучої

та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу представляється наступною системою

$$\dot{\alpha} = \frac{AD - B \exp\left(\frac{t}{C}\right)}{\exp\left(\frac{t}{C}\right) - D}, \quad \alpha = E \ln\left[\frac{D - \exp\left(\frac{t}{C}\right)}{D - 1}\right] - At.$$

$$A = \frac{b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c},$$

$$B = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c},$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{b^2 - 4ac}},$$

$$D = \frac{\dot{\alpha}_H + B}{\alpha_H + A},$$

$$E = AC - BC.$$

$$\dot{\varphi} = \frac{M_\Phi - M_{C2} t}{J_2},$$

$$\varphi = \frac{M_\Phi - M_{C2} t^2}{J_2} \frac{1}{2}.$$

Третя алгоритмічна гілка математичних залежностей кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів та основні напрями практичного удосконалення технологічного процесу формування багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток представляється наступною системою

$$\dot{\varphi} = \frac{A_1 D_1 - B_1 \exp\left(\frac{t}{C_1}\right)}{\exp\left(\frac{t}{C_1}\right) - D_1},$$

$$\varphi = E_1 \ln \left[\frac{D_1 - \exp\left(\frac{t}{C_1}\right)}{D_1 - 1} \right] - A_1 t.$$

$$A_1 = \frac{b_2 - \sqrt{b_2^2 - 4a_2c_2}}{2c_2},$$

$$B_1 = \frac{b_2 + \sqrt{b_2^2 - 4a_2c_2}}{2c_2},$$

$$C_1 = \frac{1}{\sqrt{b_2^2 - 4a_2c_2}},$$

$$D_1 = \frac{\dot{\varphi}_H + B_1}{\varphi_H + A_1},$$

$$E_1 = A_1 C_1 - B_1 C_1.$$

$$\vec{l}_{1i} + \vec{l}_{2i} + \vec{l}_{3i} + \vec{l}_{4i} = 0.$$

**Алгоритм розв'язання алгебраїчних та диференціальних рівнянь при
аналізі системи проектування перехідних режимів пневматичних
агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з
синтетичних комплексних ниток**

Для пневматичних агрегатів при формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток рівняння алгебри 2-го ступеня корені квадратного рівняння визначаються за формулами

$$ax^2 + bx + c = 0, \quad (2.1)$$

де a, b, c – коефіцієнти рівняння (2.1);
 x – невідоме; визначаються по формулах

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}. \quad (2.2)$$

Для багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти залежно від знаку дискримінанта $D = b^2 - 4ac$ маємо: два дійсних і різних кореня ($D > 0$); два комплексні корені ($D < 0$); один кратний корінь ($D = 0$) $-b/2a$. Формули

включаючи і негативне коріння. Остаточне рішення, з урахуванням випадку уявного коріння, запропоноване пізніше.

Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток, у рівнянні (2.5), n називають ступенем рівняння. Вирішення рівняння $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 = 0$ полягає в знаходженні всього його коріння, лежачого в даній області значень невідомого. Вирішення рівнянь третього ($n = 3$) і четвертого ($n = 4$) ступенів було пізніше.

Результати розрахунків представлені нижче.

S8: 3,2430; 3,2321; 3,2213; 3,2105; 3,1997; 3,1890; 3,1783;
 3,1676; 3,1570; 3,1463; 3,1356; 3,1249; 3,1142; 3,1035; 3,0927;
 3,0820; 3,0712; 3,0604; 3,0495; 3,0387; 3,0278; 3,0168; 3,0059;
 2,9949; 2,9839; 2,9728; 2,9618; 2,9507; 2,9395; 2,9284; 2,9172;
 2,9061; 2,8949; 2,8837; 2,8724; 2,8612; 2,8499; 2,8387; 2,8274;
 2,8161; 2,8049; 2,7936; 2,7823; 2,7711; 2,7598; 2,7486; 2,7373;
 2,7261; 2,7149; 2,7037; 2,6925; 2,6814; 2,6702; 2,6591; 2,6480;
 2,6370; 2,6260; 2,6150.

Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток рівняння алгебри 3-го ступеня мають вигляд

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0, \quad a \neq 0, \quad (2.6)$$

у канонічному вигляді отримаємо

$$y^3 + py + q = 0, \quad (2.7)$$

$$\text{де } y = x + \frac{b}{3a}; \quad p = -\frac{b^2}{3a^2} + \frac{c}{a}; \quad q = \frac{2b^3}{27a^3} - \frac{bc}{3a^2} + \frac{d}{a}.$$

Для моменту розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти коріння рівняння (4.2.7) для системи проектування перехідних режимів

пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток визначається по формулах

$$y_1 = A + B, \quad y_{2,3} = -\frac{A+B}{2} \pm i \frac{A-B}{2} \sqrt{3},$$

$$A = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{Q}}, \quad B = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{Q}}, \quad (2.8)$$

$$Q = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2.$$

У якості A і B вибираються будь-які значення кубічного коріння, що задовольняє рівності $AB = -p/3$.

Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток метод вирішення рівнянь 4-го ступеня зводиться до рішення одного кубічного і двох квадратних рівнянь. Рівняння четвертого ступеня

$$ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0, \quad (2.9)$$

шляхом заміни $y = x + \frac{b}{4a}$ приводиться до неповного вигляду

$$y^4 + py^2 + qy + r = 0. \quad (2.10)$$

Результати розрахунків представлені нижче.

S2: 0,8335; 0,8492; 0,8650; 0,8809; 0,8968; 0,9128; 0,9289;
 0,9450; 0,9611; 0,9774; 0,9936; 1,0100; 1,0264; 1,0428; 1,0593;
 1,0759; 1,0925; 1,1092; 1,1259; 1,1427; 1,1595; 1,1763; 1,1933;
 1,2102; 1,2272; 1,2443; 1,2614; 1,2786; 1,2958; 1,3130; 1,3303;
 1,3476; 1,3650; 1,3824; 1,3998; 1,4173; 1,4349; 1,4524; 1,4700;
 1,4877; 1,5054; 1,5231; 1,5408; 1,5586; 1,5764; 1,5943; 1,6121;
 1,6300; 1,6480; 1,6659; 1,6839; 1,7020; 1,7200; 1,7381; 1,7562;
 1,7744; 1,7925; 1,8107.

Для моменту розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти корені рівняння (2.10) системи проектування перехідних режимів пневматичних

S12: 1,9691; 2,0398; 2,1119; 2,1854; 2,2603; 2,3366; 2,4140;
 2,4927; 2,5724; 2,6532; 2,7349; 2,8175; 2,9008; 2,9848; 3,0694;
 3,1544; 3,2397; 3,3253; 3,4111; 3,4969; 3,5825; 3,6680; 3,7532;
 3,8379; 3,9221; 4,0057; 4,0885; 4,1705; 4,2515; 4,3315; 4,4103;
 4,4880; 4,5643; 4,6393; 4,7128; 4,7849; 4,8554; 4,9242; 4,9914;
 5,0570; 5,1207; 5,1828; 5,2430; 5,3014; 5,3581; 5,4129; 5,4659;
 5,5170; 5,5664; 5,6139; 5,6596; 5,7036; 5,7458; 5,7863; 5,8251;
 5,8622; 5,8977; 5,9315.

Методи чисельного інтегрування для моменту розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти одного звичайного диференціального рівняння можна використовувати і для систем (2.12) (2.13). Порядок погрішності формул для чисельної інтеграції диференціальних рівнянь залежить від вибору методу побудови рекурентної формули.

Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток методи вирішення диференціальних рівнянь (2.12) можна розділити на: методи, що не містять в собі ніяких способів оцінки погрішності; кінцево-різницеві методи, в яких на основі раніше набутих декількох значень функції будуються нові, які потім уточнюються за допомогою самих диференціальних рівнянь.

Для багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти методи Ейлера - Коші, метод трапецій, метод Рунге - Кута можна віднести до перших. Метод Адамса, метод Крилова до других відносяться.

Перейдемо до розгляду методу Ейлера.

Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток задано диференціальне рівняння

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y). \quad (2.14)$$

Необхідно знайти наближене рішення (2.12) в крапках з координатами $x_1 = x_0 + h$, $x_2 = x_0 + 2h, \dots, x_n = x_0 + nh$, де h - постійний крок; x_0 - координата початку відрізка.

Для моменту розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти початкова умова $x = x_0$, $y_0 = y(x_0)$. Наближене значення першої похідної має вигляд

$$\frac{dy_k}{dx_k} \cong \frac{\Delta y_k}{\Delta x_k} = \frac{y_{k+1} - y_k}{h}, \quad (2.15)$$

де $k = 0, 1, \dots, n-1$.

Результати розрахунків системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток.

S6: 2.6101; 2.7472; 2.8828; 3.0169; 3.1493; 3.2800; 3.4091;
 3.5364; 3.6620; 3.7858; 3.9078; 4.0279; 4.1461; 4.2624; 4.3768;
 4.4892; 4.5996; 4.7080; 4.8143; 4.9187; 5.0209; 5.1210; 5.2190;
 5.3150; 5.4087; 5.5003; 5.5898; 5.6770; 5.7621; 5.8449; 5.9256;
 6.0040; 6.0803; 6.1543; 6.2260; 6.2955; 6.3628; 6.4278; 6.4906;
 6.5511; 6.6094; 6.6654; 6.7192; 6.7707; 6.8200; 6.8670; 6.9118;
 6.9544; 6.9947; 7.0328; 7.0687; 7.1023; 7.1338; 7.1631; 7.1901;
 7.2150; 7.2377; 7.2583; 7.2767.

Прирівнюючи (2.12) і (2.14), отримаємо

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

звідки

$$y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k). \quad (2.16)$$

Для моменту розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти використовуючи рекурентну формулу (2.12) для точок $k = 0, 1, \dots, n-1$ будемо ламану Ейлера 2, яка приблизно замінює інтегральну криву 1. Суть методу

Ейлера-Коші полягає в тому, що через початок кожного відрізка $[x_k, x_{k+1}]$ проводиться дотична до інтегральної кривої 1.

Точність методу Ейлера-Коші невелика. Погрішність методу пропорційна h^2 .

Різновидом методу Ейлера-Коші є метод трапецій. Він реалізується застосуванням на кожному кроці рекурентної формули

$$y_{k+1} = y_k + \frac{h}{2} \left\{ f(x_k, y_k) + f\left[x_k + h, y_k + hf(x_k, y_k)\right] \right\}. \quad (2.17)$$

Для моменту розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти погрішність методу трапецій пропорційна h^3 і його також відносять до загальних методів Рунге - Кута.

Перейдемо до розгляду методу Рунге - Кута. Рекурентна формула для його реалізації має вигляд

$$y_{k+1} = y_k + hf\left[x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2}f(x_k, y_k)\right]. \quad (2.18)$$

Результати розрахунків.

S7: 225.0243; 228.3558; 231.6240; 234.8290; 237.9709; 241.0497; 244.0655;
 247.0183; 249.9081; 252.7350; 255.4991; 258.2004; 260.8389; 263.4146;
 265.9277; 268.3781; 270.7658; 273.0909; 275.3534; 277.5533; 279.6905;
 281.7650; 283.7769; 285.7261; 287.6125; 289.4362; 291.1970; 292.8949;
 294.5299; 296.1018; 297.6106; 299.0562; 300.4384; 301.7572; 303.0125;
 304.2042; 305.3321; 306.3960; 307.3960; 308.3318; 309.2033; 310.0104;
 310.7529; 311.4306; 312.0435; 312.5913; 313.0740; 313.4914; 313.8433;
 314.1296; 314.3502; 314.5049; 314.5935; 314.6160; 314.5722; 314.4621;
 314.2854; 314.0421; 313.7320.

Його суть 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.

Для віскозної штапельної пряжі 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} .

Для багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти різновидом даного методу є метод Рунге - Кута четвертого порядку, рекурентна формула якого має вигляд

$$\begin{aligned} a_k &= f\left[x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2} f(x_k, y_k)\right], \\ b_k &= f\left(x_k + \frac{h}{2}, y_k + \frac{h}{2} a_k\right), \\ c_k &= f(x_k + h, y_k + b_k h), \\ y_{k+1} &= y_k + \frac{h}{6} [f(x_k, y_k) + 2a_k + 2b_k + c_k]. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Результати розрахунків.

S3: 6,0645; 6,0403; 6,0161; 5,9921; 5,9682; 5,9444; 5,9205;
 5,8967; 5,8730; 5,8492; 5,8254; 5,8016; 5,7777; 5,7539; 5,7299;
 5,7060; 5,6819; 5,6578; 5,6337; 5,6095; 5,5852; 5,5609; 5,5365;
 5,5120; 5,4875; 5,4629; 5,4382; 5,4135; 5,3887; 5,3639; 5,3391;
 5,3142; 5,2892; 5,2643; 5,2393; 5,2142; 5,1892; 5,1641; 5,1390;
 5,1139; 5,0888; 5,0637; 5,0386; 5,0135; 4,9884; 4,9634; 4,9383;
 4,9133; 4,8884; 4,8634; 4,8386; 4,8137; 4,7889; 4,7642; 4,7395;
 4,7149; 4,6904; 4,6659.

**Результати розрахунків значення параметрів системи проектування
 перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування
 багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток**

Варіант 1. (Для багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти кутова швидкість обертання головного вала $\omega = 48,5 \text{ с}^{-1}$). Значення параметрів системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів в ткацтві: момент інерції веденої систем пневматичних агрегатів для 1 варіанта $i_2 = 44,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, моменти сил статичного опору ведучій і веденою систем пневматичних агрегатів дорівнював $52 \text{ Ньютон} \cdot \text{метр}$. Реалізація програмного забезпечення для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток дозволяє визначати основні кінематичні та динамічні параметри: t – час; ω_{g11} , ϵ_{ps11} – кутові швидкість та прискорення рухомих частин муфти; ϕ_{i11} – кут оберту; m_{pux11} , m_{fri11} – пусковий та фрикційний моменти. Аналогічна серія була реалізована для іншого закону взаємодії двох рухомих частин муфти. На рис.2.1 та 2.1.1 представлені залежності кута повороту першої половини муфти пневматичних агрегатів; кута повороту другої половини муфти пневматичних агрегатів; значення часу; кута повороту і кутової швидкості головного валу пневматичних агрегатів, відповідні кінцю першого і початку другого періоду процесу розгону від часу.

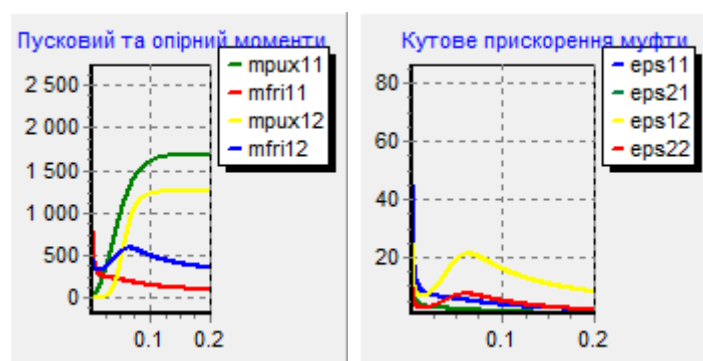


Рис.2.1

S7: 586,9766; 601,9717; 617,0156; 632,0995; 647,2145; 662,3518; 677,5026;
 692,6584; 707,8104; 722,9505; 738,0701; 753,1612; 768,2158; 783,2260;
 798,1843; 813,0831; 827,9153; 842,6738; 857,3518; 871,9427; 886,4403;
 900,8382; 915,1308; 929,3124; 943,3775; 957,3212; 971,1384; 984,8246;

998,3755; 1011,7869; 1025,0549; 1038,1760; 1051,1468; 1063,9641; 1076,6252;
 1089,1273; 1101,4680; 1113,6453; 1125,6570; 1137,5016; 1149,1774; 1160,6833;
 1172,0179; 1183,1806; 1194,1704; 1204,9869; 1215,6298; 1226,0988; 1236,3938;
 1246,5151; 1256,4629; 1266,2376; 1275,8398; 1285,2701; 1294,5294; 1303,6186;
 1312,5388; 1321,2910.

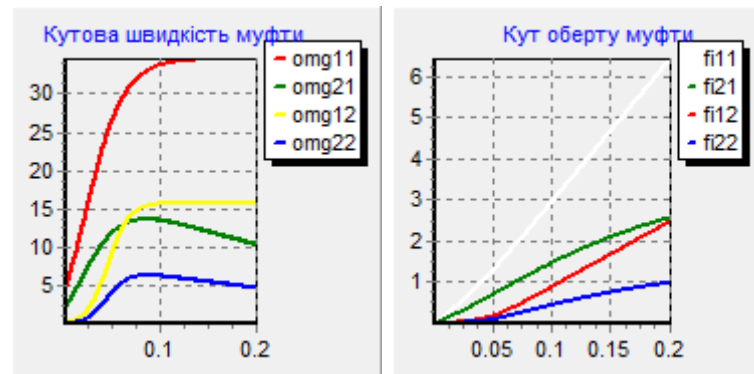


Рис.2.1.1

S16: 16,9535; 18,2992; 19,7261; 21,2365; 22,8331; 24,5179; 26,2930;
 28,1602; 30,1209; 32,1763; 34,3273; 36,5744; 38,9177; 41,3571;
 43,8917; 46,5206; 49,2423; 52,0548; 54,9558; 57,9424; 61,0115;
 64,1594; 67,3822; 70,6753; 74,0342; 77,4537; 80,9284; 84,4529;
 88,0213; 91,6275; 95,2656; 98,9292; 102,6120; 106,3079; 110,0104;
 113,7135; 117,4109; 121,0967; 124,7652; 128,4107; 132,0277; 135,6113;
 139,1565; 142,6586; 146,1136; 149,5172; 152,8660; 156,1565; 159,3857;
 162,5510; 165,6499; 168,6804; 171,6407; 174,5293; 177,3451; 180,0872;
 182,7549; 185,3478.

Варіант 2. Визначення кінематичних параметрів ланок каретки для утворення зіву на пневматичних агрегатах (Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток кутова швидкість обертання головного вала $\omega = 48,5 \text{ c}^{-1}$). Визначалися координати, проєкції векторів швидкості та прискорення, кутових швидкостей та прискорення точок та ланок каретки для утворення зіву на пневматичних агрегатах. На рис.2.2 та 2.2.1 представлені кінематичні параметри механізму утворювання зіву в залежності від кута оберту.

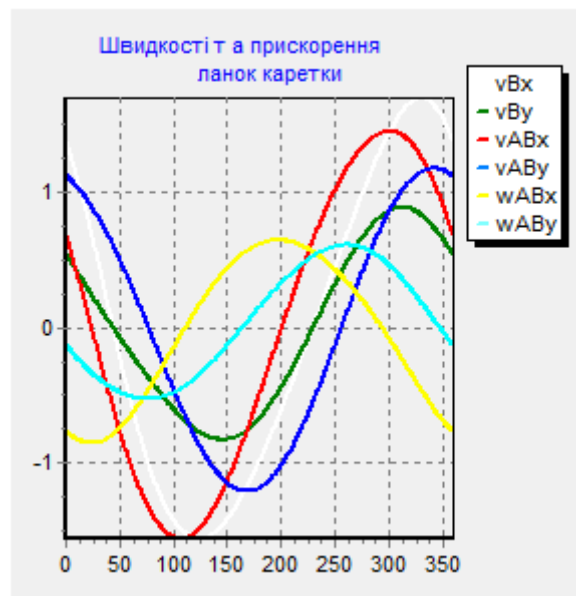


Рис.2.2

S9: 4,2245; 4,3814; 4,5417; 4,7055; 4,8726; 5,0430; 5,2164;
 5,3928; 5,5720; 5,7539; 5,9383; 6,1250; 6,3137; 6,5044; 6,6968;
 6,8906; 7,0857; 7,2818; 7,4786; 7,6760; 7,8737; 8,0714; 8,2689;
 8,4660; 8,6623; 8,8578; 9,0520; 9,2449; 9,4361; 9,6255; 9,8128;
 9,9979; 10,1806; 10,3607; 10,5380; 10,7124; 10,8837; 11,0519; 11,2167;
 11,3782; 11,5361; 11,6905; 11,8412; 11,9882; 12,1315; 12,2710;
 12,4067; 12,5387; 12,6668; 12,7912; 12,9117; 13,0286; 13,1417;
 13,2511; 13,3569; 13,4592; 13,5579; 13,6531.

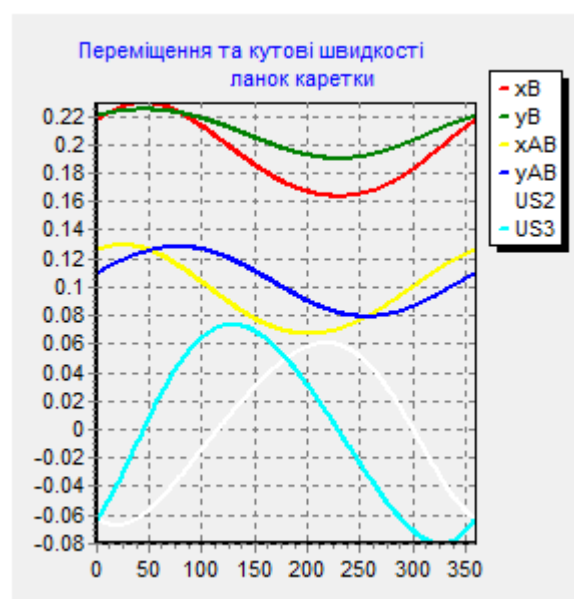


Рис.2.2.1

S4: 9,5795; 9,6860; 9,7913; 9,8952; 9,9977; 10,0988; 10,1985;
 10,2967; 10,3935; 10,4888; 10,5826; 10,6749; 10,7657; 10,8549;
 10,9426; 11,0287; 11,1133; 11,1962; 11,2776; 11,3575; 11,4357;
 11,5124; 11,5874; 11,6609; 11,7328; 11,8032; 11,8719; 11,9391;
 12,0048; 12,0689; 12,1314; 12,1924; 12,2519; 12,3099; 12,3664;
 12,4214; 12,4750; 12,5270; 12,5777; 12,6269; 12,6747; 12,7211;
 12,7661; 12,8098; 12,8521; 12,8931; 12,9328; 12,9712; 13,0084;
 13,0442; 13,0789; 13,1123; 13,1446; 13,1756; 13,2056; 13,2343;
 13,2620; 13,2886.

**Результати розрахунків значення параметрів системи проектування
 перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування
 багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток**

Варіант 3. (Для багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти кутова швидкість обертання головного вала $\omega = 73,1 \text{ c}^{-1}$). Значення параметрів системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів в ткацтві: момент інерції веденої систем пневматичних агрегатів для 1 варіанта $i_2 = 61,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, моменти сил статичного опору ведучій і веденою систем пневматичних агрегатів дорівнював 64 Н·м. Реалізація програмного забезпечення для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток дозволяє визначати основні кінематичні та динамічні параметри: t – час; ω_{g11} , ϵ_{p11} – кутові швидкість та прискорення рухомих частин муфти; f_{i11} – кут оберту; m_{r11} , m_{f11} – пусковий та фрикційний моменти. Аналогічна серія була реалізована для іншого закону взаємодії двох рухомих частин муфти. На рис.2.3 та 2.3.1 представлені залежності кута повороту першої половини муфти пневматичних агрегатів; кута повороту другої половини муфти

пневматичних агрегатів; значення часу; кута повороту і кутової швидкості головного валу пневматичних агрегатів, відповідні кінцю першого і початку другого періоду процесу розгону.

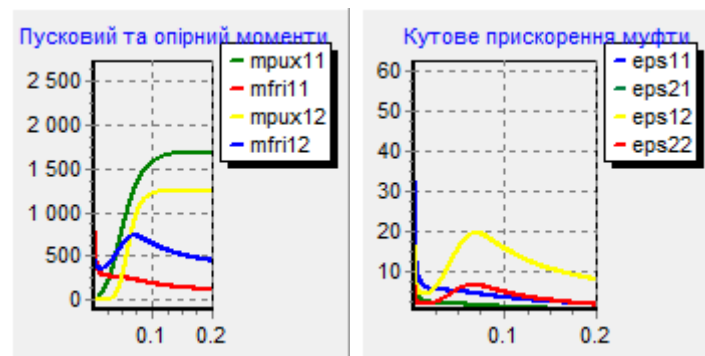


Рис.2.3

S11: 1,2466; 1,2720; 1,2976; 1,3234; 1,3493; 1,3754; 1,4014;
 1,4275; 1,4536; 1,4796; 1,5055; 1,5312; 1,5568; 1,5822; 1,6072;
 1,6320; 1,6564; 1,6804; 1,7040; 1,7271; 1,7497; 1,7718; 1,7933;
 1,8141; 1,8344; 1,8539; 1,8728; 1,8910; 1,9084; 1,9251; 1,9410;
 1,9561; 1,9704; 1,9840; 1,9967; 2,0086; 2,0197; 2,0299; 2,0394;
 2,0481; 2,0559; 2,0630; 2,0693; 2,0749; 2,0797; 2,0838; 2,0871;
 2,0898; 2,0918; 2,0931; 2,0938; 2,0939; 2,0934; 2,0923; 2,0906;
 2,0885; 2,0858; 2,0827.

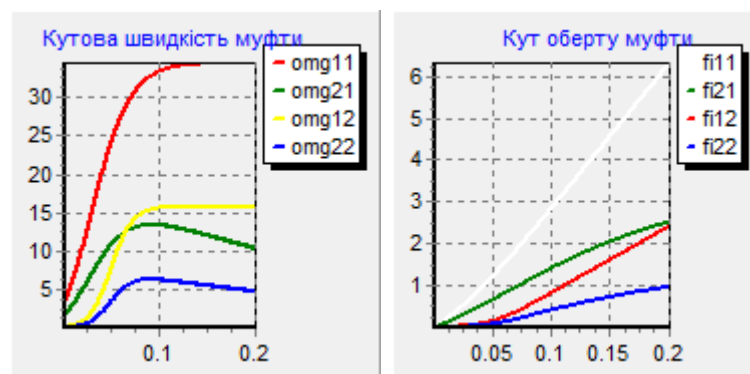


Рис.2.3.1

S10: 0,0776; 0,0803; 0,0832; 0,0861; 0,0891; 0,0921; 0,0953;
 0,0986; 0,1019; 0,1054; 0,1089; 0,1126; 0,1163; 0,1202; 0,1241;
 0,1281; 0,1323; 0,1365; 0,1409; 0,1454; 0,1499; 0,1546; 0,1594;
 0,1642; 0,1692; 0,1743; 0,1795; 0,1847; 0,1901; 0,1956; 0,2012;
 0,2069; 0,2127; 0,2185; 0,2245; 0,2306; 0,2367; 0,2429; 0,2493;

0,2557; 0,2622; 0,2688; 0,2754; 0,2822; 0,2890; 0,2959; 0,3028;
 0,3098; 0,3169; 0,3241; 0,3313; 0,3386; 0,3460; 0,3534; 0,3609;
 0,3684; 0,3760; 0,3836.

Варіант 4. Визначення кінематичних параметрів ланок каретки для утворення зіву на пневматичних агрегатах (Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток кутова швидкість обертання головного вала $\omega = 73,1 \text{ c}^{-1}$). Визначалися координати, проєкції векторів швидкості та прискорення, кутових швидкостей та прискорення точок та ланок каретки для утворення зіву на пневматичних агрегатах. На рис.2.4 та 2.4.1 представлені кінематичні параметри механізму утворення зіву в залежності від кута оберту.

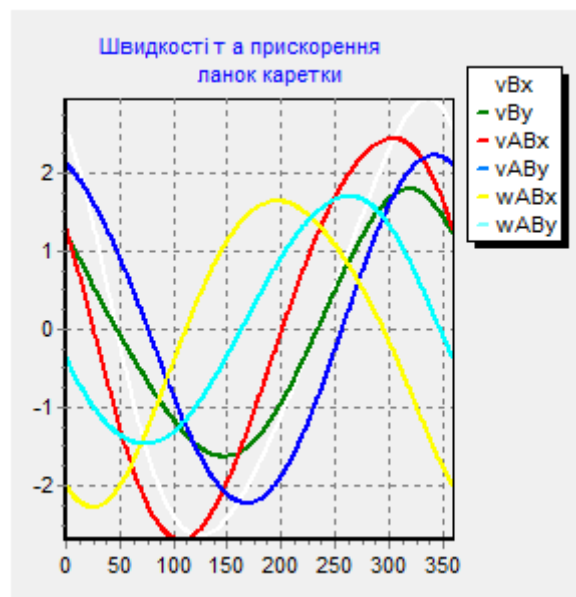


Рис.2.4

S5: 0,4719; 0,4803; 0,4888; 0,4972; 0,5057; 0,5142; 0,5227;
 0,5313; 0,5398; 0,5484; 0,5570; 0,5656; 0,5742; 0,5828; 0,5915;
 0,6001; 0,6088; 0,6174; 0,6261; 0,6348; 0,6435; 0,6522; 0,6609;
 0,6697; 0,6784; 0,6871; 0,6959; 0,7046; 0,7134; 0,7222; 0,7309;
 0,7397; 0,7485; 0,7572; 0,7660; 0,7748; 0,7836; 0,7924; 0,8012;
 0,8100; 0,8187; 0,8275; 0,8363; 0,8451; 0,8539; 0,8627; 0,8714;

0,8802; 0,8890; 0,8978; 0,9065; 0,9153; 0,9240; 0,9328; 0,9415;
0,9503; 0,9590; 0,9677.

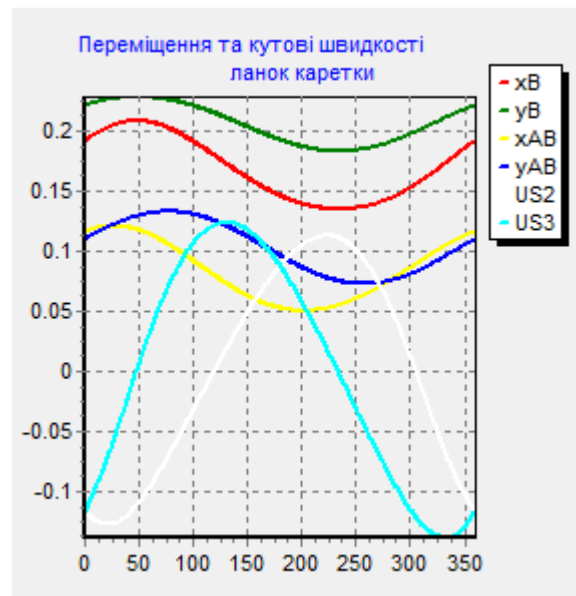


Рис.2.4.1

S1: 20,5519; 20,8053; 21,0565; 21,3054; 21,5519; 21,7960; 22,0375;
22,2766; 22,5130; 22,7468; 22,9780; 23,2063; 23,4319; 23,6548;
23,8747; 24,0918; 24,3060; 24,5173; 24,7256; 24,9310; 25,1334;
25,3328; 25,5292; 25,7226; 25,9130; 26,1004; 26,2847; 26,4660;
26,6444; 26,8197; 26,9920; 27,1614; 27,3277; 27,4911; 27,6516;
27,8091; 27,9638; 28,1155; 28,2644; 28,4105; 28,5537; 28,6942;
28,8319; 28,9669; 29,0991; 29,2287; 29,3557; 29,4800; 29,6018;
29,7211; 29,8378; 29,9520; 30,0638; 30,1732; 30,2803; 30,3850;
30,4874; 30,5875.

ВИСНОВКИ ПО 2 РОЗДІЛУ

1. Отримані математичні залежності для реалізації алгоритму розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої

та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу.

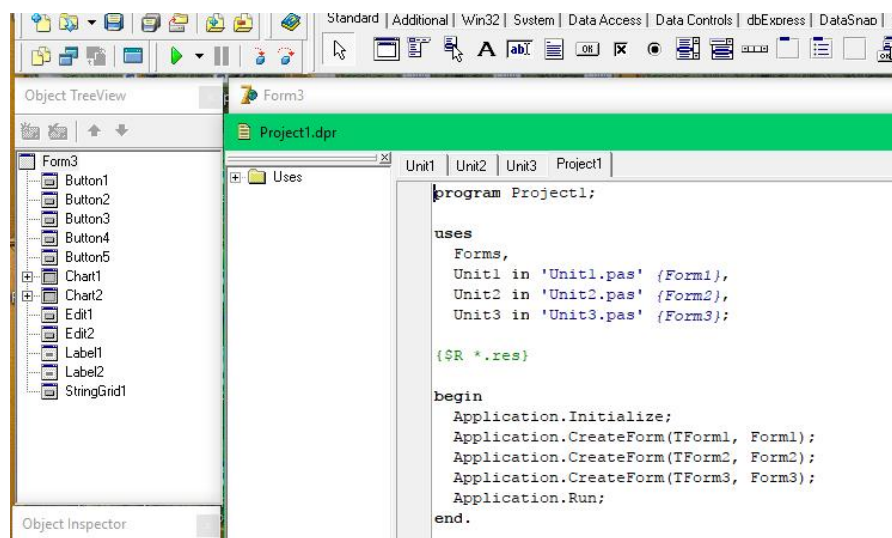
2. Для синтетичних комплексних ниток запропоновано математичні інтегральні залежності кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів та основні напрями практичного удосконалення технологічного процесу формування багатошарових технічних тканин в момент розгону і гальмування на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

3. Отримані результати можна використовувати при удосконаленні технологічного процесу формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток, що дозволить виключити виникнення поперечної смугастості багатошарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність пневматичних агрегатів та якість готової продукції.

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Система проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканини.

При розробці програмних компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, моменту сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу було розроблено програмне забезпечення, структура програмного проекту якого представлена на рисунку.



Проект розробки програмних компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток включає три модуля, які реалізовані на окремих формах Form1stupakanvo, Form2stupakanvo та Form3stupakanvo.

Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток мають вигляд.

S4: 13,3141; 13,3385; 13,3619; 13,3843; 13,4056; 13,4260; 13,4455;
 13,4640; 13,4815; 13,4982; 13,5140; 13,5289; 13,5430; 13,5562;
 13,5686; 13,5802; 13,5911; 13,6011; 13,6105; 13,6191; 13,6270;
 13,6341; 13,6407; 13,6465; 13,6517; 13,6563; 13,6602; 13,6635;
 13,6663; 13,6684; 13,6700; 13,6711; 13,6716; 13,6716; 13,6711;
 13,6701; 13,6685; 13,6666; 13,6641; 13,6612; 13,6579; 13,6541;
 13,6500; 13,6454; 13,6404; 13,6350; 13,6293; 13,6232; 13,6167;
 13,6099; 13,6028; 13,5953; 13,5875; 13,5793; 13,5709; 13,5622;
 13,5532; 13,5439; 13,5343.

Структура першого модуля проекту розробки програмних компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток та структурних компонентів, які розташовані на формі Form1stupakanvo, представлена на рисунку.



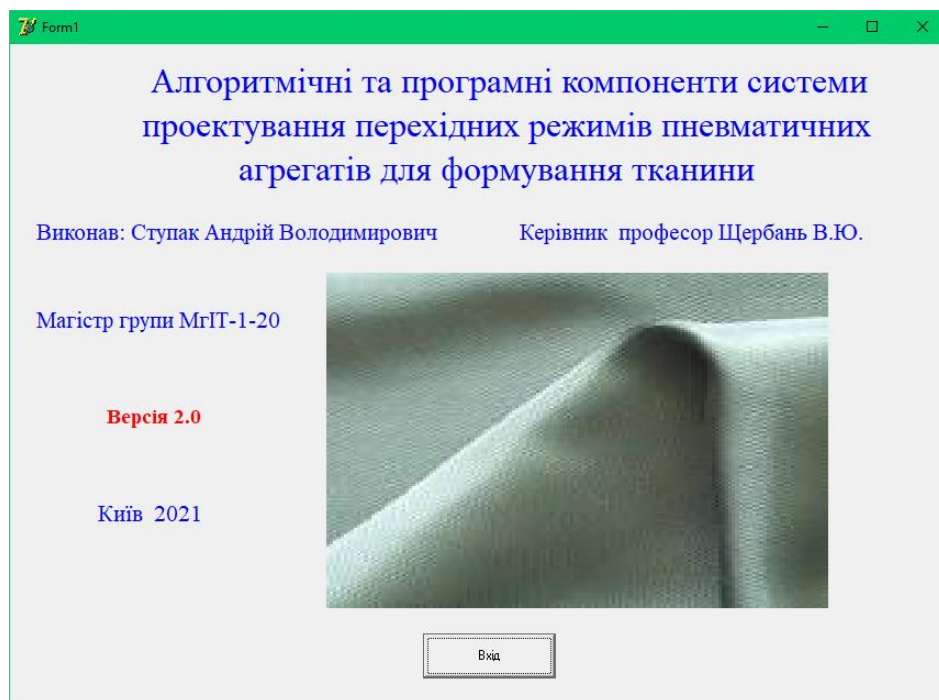
Компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток для першої форми включали: кнопку Button1stupakanvo; вікно для розташування зображення Image1stupakanvo; вісім одно строкових компонентів Label1stupakanvo, Label2stupakanvo, Label3stupakanvo, Label4stupakanvo, TLabel; Label5stupakanvo, Label6stupakanvo, Label7stupakanvo, Label8stupakanvo.

Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів.

S17: 1,4535; 1,4517; 1,4497; 1,4475; 1,4452; 1,4427; 1,4400;
 1,4372; 1,4343; 1,4312; 1,4280; 1,4248; 1,4214; 1,4179; 1,4143;

1,4107; 1,4070; 1,4032; 1,3994; 1,3955; 1,3915; 1,3875; 1,3835;
 1,3794; 1,3753; 1,3712; 1,3670; 1,3629; 1,3587; 1,3545; 1,3503;
 1,3460; 1,3418; 1,3376; 1,3334; 1,3291; 1,3249; 1,3207; 1,3165;
 1,3123; 1,3082; 1,3040; 1,2999; 1,2957; 1,2916; 1,2875; 1,2835;
 1,2794; 1,2754; 1,2714; 1,2674; 1,2635; 1,2596; 1,2557; 1,2518;
 1,2479; 1,2441; 1,2403; 1,2366.

Загальний вигляд першого модуля системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток має наступний вигляд.

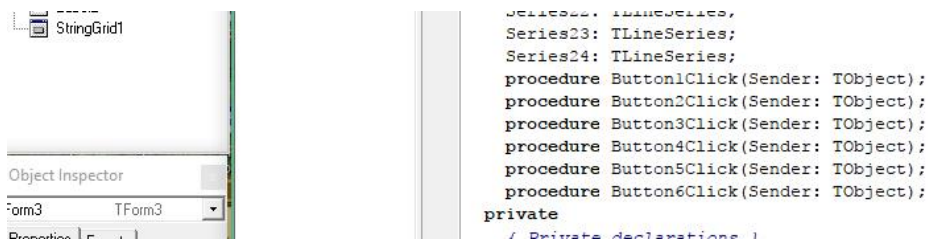


Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин.

S9: 13,7450; 13,8335; 13,9188; 14,0010; 14,0800; 14,1560; 14,2291;
 14,2993; 14,3667; 14,4315; 14,4936; 14,5532; 14,6104; 14,6652;
 14,7177; 14,7680; 14,8162; 14,8623; 14,9064; 14,9486; 14,9890;
 15,0277; 15,0646; 15,0999; 15,1336; 15,1659; 15,1967; 15,2261;
 15,2542; 15,2810; 15,3066; 15,3310; 15,3543; 15,3765; 15,3977;
 15,4180; 15,4373; 15,4557; 15,4732; 15,4900; 15,5059; 15,5211;
 15,5356; 15,5494; 15,5626; 15,5751; 15,5870; 15,5984; 15,6093;

15,6196; 15,6294; 15,6388; 15,6477; 15,6562; 15,6643; 15,6720;
15,6794; 15,6864; 15,6930.

Другий модуль комп'ютерної програми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток призначений для реалізації 1 та 3 варіантів розрахунків залежності кута повороту першої половини муфти пневматичних рапирних агрегатів, кута повороту другої половини муфти пневматичних рапирних агрегатів, кута повороту і кутової швидкості головного валу пневматичних рапирних агрегатів, відповідні кінцю першого і початку другого періоду процесу розгону від часу. На рисунку представлені основні процедури, які реалізовані при обчисленні: `procedure Button1Click;` `procedure Button2Click;` `procedure Button3Click;` `procedure Button4Click;` `procedure Button5Click;` `procedure Button6Click.`



Структурні компоненти проекту системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток, які розташовані на формі `Form2stupakanvo`, мають вигляд: три кнопки `Button1stupakanvo;` `Button2stupakanvo;` `Button3stupakanvo;` `Button4stupakanvo;` багато строкове вікно для цифрової інформації `StringGrid1stupakanvo;` чотири компонента для виведення графічної інформації `Chart1stupakanvo;` `Chart2stupakanvo;` `Chart3stupakanvo;` `Chart4stupakanvo;` три одно строкових вікна для введення інформації `Edit1stupakanvo;` `Edit2stupakanvo;` `Edit3stupakanvo;` три одно строкових компонентів `Label1stupakanvo;` `Label2stupakanvo;` `Label3stupakanvo;` `Series1stupakanvo;` `Series2stupakanvo;` `Series3stupakanvo;` `Series4stupakanvo;` `Series5stupakanvo;` `Series6stupakanvo;` `Series7stupakanvo;` `Series8stupakanvo;` `Series9stupakanvo;` `Series10stupakanvo;` `Series1stupakanvo1;` `Series1stupakanvo2.`

Результати розрахунку.

S5: 0,9764; 0,9852; 0,9939; 1,0025; 1,0112; 1,0199; 1,0286;
 1,0372; 1,0459; 1,0545; 1,0632; 1,0718; 1,0804; 1,0890; 1,0976;
 1,1061; 1,1147; 1,1233; 1,1318; 1,1403; 1,1488; 1,1573; 1,1658;
 1,1743; 1,1828; 1,1912; 1,1996; 1,2081; 1,2165; 1,2248; 1,2332;
 1,2416; 1,2499; 1,2583; 1,2666; 1,2749; 1,2832; 1,2914; 1,2997;
 1,3079; 1,3161; 1,3243; 1,3325; 1,3407; 1,3489; 1,3570; 1,3651;
 1,3732; 1,3813; 1,3894; 1,3974; 1,4055; 1,4135; 1,4215; 1,4295;
 1,4374; 1,4454; 1,4533; 1,4612.

Програмна обробка графічної інформації системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток здійснюється за допомогою чотирьох компонентів - Chart.

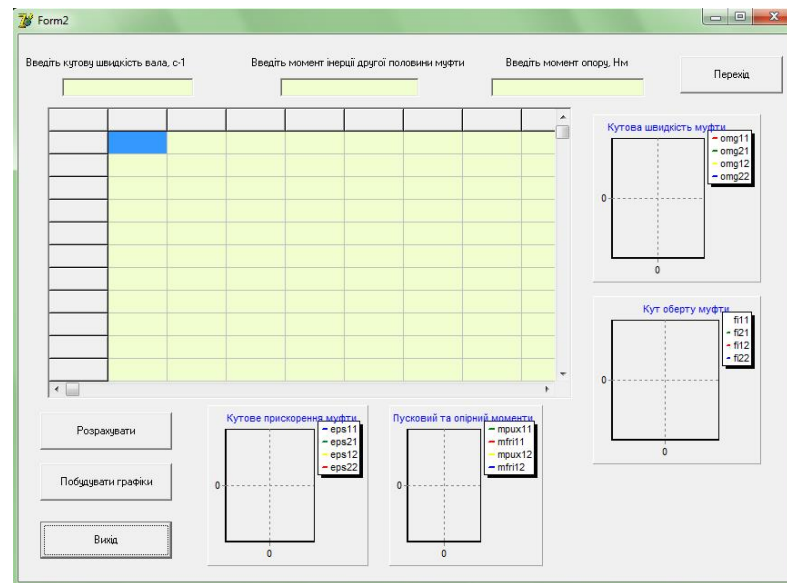


Загальний вигляд другої форми програми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток.

S16: 187,8657; 190,3088; 192,6771; 194,9712; 197,1917; 199,3392;
 201,4149; 203,4195; 205,3544; 207,2206; 209,0197; 210,7529; 212,4217;
 214,0277; 215,5725; 217,0575; 218,4846; 219,8552; 221,1711; 222,4339;
 223,6453; 224,8069; 225,9204; 226,9874; 228,0095; 228,9883; 229,9253;
 230,8221; 231,6801; 232,5008; 233,2856; 234,0360; 234,7533; 235,4387;
 236,0936; 236,7191; 237,3166; 237,8872; 238,4319; 238,9519; 239,4482;
 239,9218; 240,3737; 240,8048; 241,2161; 241,6084; 241,9825; 242,3393;
 242,6795; 243,0038; 243,3130; 243,6077; 243,8887; 244,1564; 244,4116;
 244,6548; 244,8865; 245,1073; 245,3177.

Результати розрахунку.

S2: 1,8289; 1,8472; 1,8654; 1,8837; 1,9020; 1,9203; 1,9387;
 1,9570; 1,9754; 1,9938; 2,0123; 2,0307; 2,0492; 2,0677; 2,0862;
 2,1047; 2,1232; 2,1418; 2,1604; 2,1789; 2,1975; 2,2162; 2,2348;
 2,2534; 2,2721; 2,2908; 2,3095; 2,3281; 2,3469; 2,3656; 2,3843;
 2,4031; 2,4218; 2,4406; 2,4594; 2,4782; 2,4970; 2,5158; 2,5346;
 2,5534; 2,5723; 2,5911; 2,6100; 2,6288; 2,6477; 2,6666; 2,6855;
 2,7044; 2,7233; 2,7422; 2,7611; 2,7800; 2,7990; 2,8179; 2,8368;
 2,8558; 2,8747; 2,8937; 2,9127.



Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток мають вигляд.

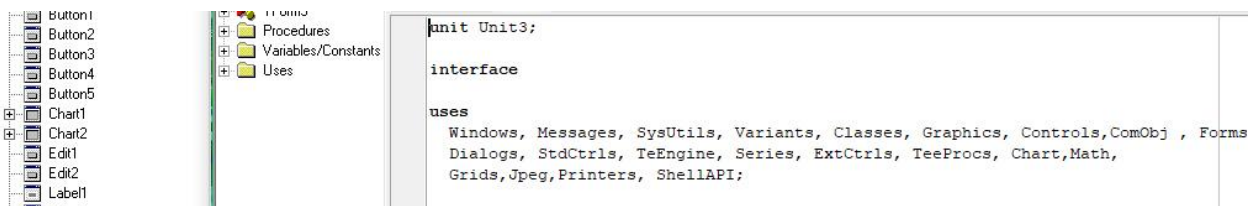
S10: 0,3913; 0,3990; 0,4067; 0,4146; 0,4224; 0,4303; 0,4382;
 0,4462; 0,4542; 0,4623; 0,4703; 0,4784; 0,4866; 0,4948; 0,5029;
 0,5112; 0,5194; 0,5277; 0,5360; 0,5443; 0,5527; 0,5610; 0,5694;
 0,5778; 0,5862; 0,5947; 0,6031; 0,6116; 0,6201; 0,6286; 0,6371;
 0,6456; 0,6541; 0,6627; 0,6713; 0,6798; 0,6884; 0,6970; 0,7056;
 0,7142; 0,7228; 0,7315; 0,7401; 0,7487; 0,7574; 0,7660; 0,7747;
 0,7834; 0,7921; 0,8007; 0,8094; 0,8181; 0,8268; 0,8355; 0,8442;
 0,8529; 0,8616; 0,8704; 0,8791.

Третій модуль комп'ютерної програми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток призначений для реалізації 2 та 4 варіантів розрахунків залежностей кінематичних параметрів механізму утворення зіву в залежності від кута оберту.

Результати розрахунку системи проектування пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток мають вигляд.

S8: 2,6040; 2,5931; 2,5822; 2,5714; 2,5606; 2,5498; 2,5391;
 2,5284; 2,5178; 2,5072; 2,4967; 2,4862; 2,4757; 2,4653; 2,4550;
 2,4447; 2,4345; 2,4243; 2,4142; 2,4041; 2,3941; 2,3841; 2,3742;
 2,3644; 2,3546; 2,3449; 2,3352; 2,3256; 2,3161; 2,3066; 2,2972;
 2,2878; 2,2785; 2,2693; 2,2601; 2,2510; 2,2420; 2,2330; 2,2241;
 2,2152; 2,2064; 2,1977; 2,1890; 2,1804; 2,1718; 2,1633; 2,1549;
 2,1465; 2,1382; 2,1300; 2,1218; 2,1137; 2,1056; 2,0976; 2,0897;
 2,0818; 2,0740; 2,0663; 2,0586.

На рисунку представлені основні модулі, які були підключені на третій формі комп'ютерної програми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток.



Результати розрахунку для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток мають вигляд.

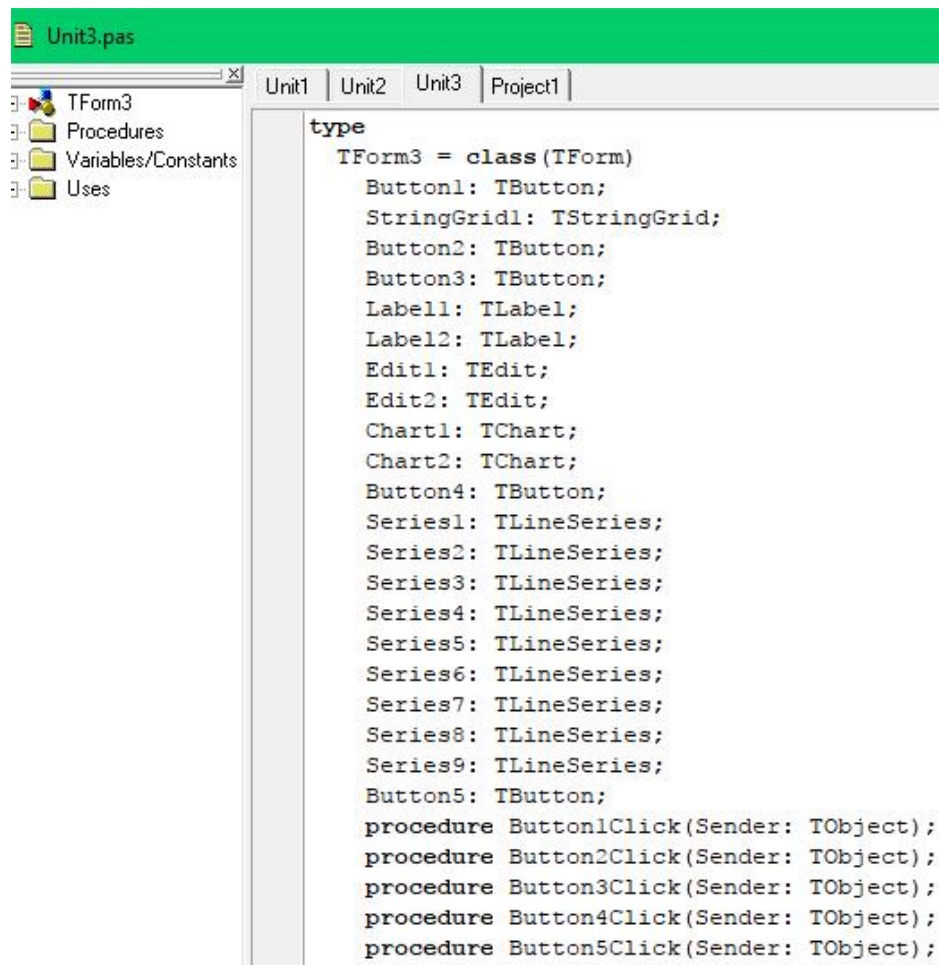
S1: 30,6854; 30,7811; 30,8747; 30,9662; 31,0555; 31,1429; 31,2282;
 31,3116; 31,3930; 31,4725; 31,5502; 31,6260; 31,7000; 31,7723;
 31,8429; 31,9117; 31,9790; 32,0446; 32,1086; 32,1710; 32,2320;
 32,2914; 32,3494; 32,4059; 32,4611; 32,5149; 32,5674; 32,6185;

32,6684; 32,7170; 32,7644; 32,8106; 32,8557; 32,8996; 32,9423;
 32,9840; 33,0247; 33,0643; 33,1029; 33,1405; 33,1771; 33,2128;
 33,2476; 33,2814; 33,3144; 33,3466; 33,3779; 33,4084; 33,4381;
 33,4670; 33,4951; 33,5226; 33,5493; 33,5753; 33,6006; 33,6253;
 33,6493; 33,6727; 33,6954.

Структурні компоненти системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток, які розташовані на формі Form3stupakanvo, мають вигляд: чотири кнопки Button1stupakanvo; Button2stupakanvo; Button3stupakanvo; Button4stupakanvo; багато строкове вікно для цифрової інформації StringGrid1stupakanvo; чотири одно строкових компонентів Label1stupakanvo; Label2stupakanvo; Label3stupakanvo; Label4stupakanvo; чотири одно строкових вікна для введення інформації Edit1stupakanvo; Edit2stupakanvo; Edit3stupakanvo; Edit4stupakanvo; два компонента для виведення графічної інформації Chart1stupakanvo; Chart2stupakanvo; Series1stupakanvo; Series2stupakanvo; Series3stupakanvo; Series4stupakanvo; Series5stupakanvo; Series6stupakanvo; Series7stupakanvo; Series8stupakanvo; Series9stupakanvo; Series10stupakanvo; Series1stupakanvo1; Series12stupakanvo; Series13stupakanvo; Series14stupakanvo; Series15stupakanvo; Series16stupakanvo.

S15: 0,6942; 0,6917; 0,6890; 0,6863; 0,6834; 0,6804; 0,6773;
 0,6741; 0,6708; 0,6675; 0,6640; 0,6605; 0,6569; 0,6533; 0,6496;
 0,6458; 0,6420; 0,6382; 0,6343; 0,6304; 0,6265; 0,6226; 0,6186;
 0,6146; 0,6106; 0,6066; 0,6026; 0,5986; 0,5946; 0,5906; 0,5866;
 0,5826; 0,5786; 0,5746; 0,5706; 0,5667; 0,5627; 0,5588; 0,5549;
 0,5510; 0,5471; 0,5432; 0,5394; 0,5356; 0,5318; 0,5280; 0,5243;
 0,5206; 0,5169; 0,5132; 0,5096; 0,5060; 0,5024; 0,4988; 0,4953;
 0,4918; 0,4883; 0,4849; 0,4814.

Загальний вигляд інтерфейсу третьої форми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток має вигляд.



```

Unit3.pas
Unit1 | Unit2 | Unit3 | Project1
TForm3
Procedures
Variables/Constants
Uses

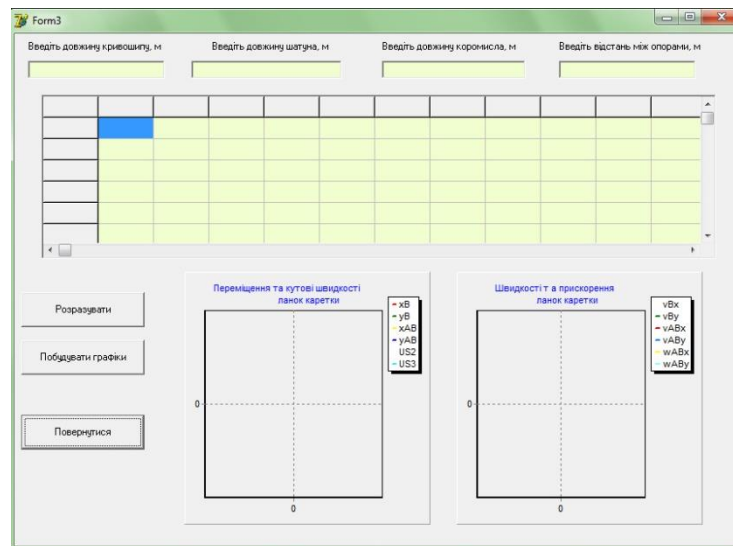
type
TForm3 = class(TForm)
  Button1: TButton;
  StringGrid1: TStringGrid;
  Button2: TButton;
  Button3: TButton;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Edit1: TEdit;
  Edit2: TEdit;
  Chart1: TChart;
  Chart2: TChart;
  Button4: TButton;
  Series1: TLineSeries;
  Series2: TLineSeries;
  Series3: TLineSeries;
  Series4: TLineSeries;
  Series5: TLineSeries;
  Series6: TLineSeries;
  Series7: TLineSeries;
  Series8: TLineSeries;
  Series9: TLineSeries;
  Button5: TButton;
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure Button3Click(Sender: TObject);
  procedure Button4Click(Sender: TObject);
  procedure Button5Click(Sender: TObject);
end;

```

Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів.

S7: 1329,8765; 1338,2967; 1346,5530; 1354,6469; 1362,5800; 1370,3538;
 1377,9702; 1385,4309; 1392,7377; 1399,8925; 1406,8972; 1413,7539; 1420,4644;
 1427,0309; 1433,4554; 1439,7399; 1445,8866; 1451,8977; 1457,7752; 1463,5213;
 1469,1381; 1474,6279; 1479,9928; 1485,2350; 1490,3566; 1495,3598; 1500,2468;
 1505,0196; 1509,6805; 1514,2316; 1518,6749; 1523,0126; 1527,2468; 1531,3794;
 1535,4126; 1539,3484; 1543,1888; 1546,9357; 1550,5911; 1554,1569; 1557,6351;
 1561,0275; 1564,3360; 1567,5624; 1570,7085; 1573,7761; 1576,7669; 1579,6827;
 1582,5251; 1585,2958; 1587,9965; 1590,6287; 1593,1941; 1595,6941; 1598,1304;
 1600,5044; 1602,8175; 1605,0712; 1607,2670.

Загальний вигляд третьої форми програми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток.



На рисунку показана друга форма програми системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток з представленими результатами розрахунку кута повороту першої половини муфти пневматичних рапірних агрегатів, кута повороту другої половини муфти пневматичних рапірних агрегатів, кута повороту і кутової швидкості головного валу пневматичних рапірних агрегатів, відповідні кінцю першого і початку другого періоду процесу розгону від часу.

Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток мають вигляд.

S3: 4,6415; 4,6172; 4,5929; 4,5688; 4,5447; 4,5207; 4,4969;
 4,4731; 4,4494; 4,4258; 4,4023; 4,3790; 4,3557; 4,3326; 4,3096;
 4,2867; 4,2639; 4,2412; 4,2186; 4,1962; 4,1739; 4,1518; 4,1297;
 4,1078; 4,0860; 4,0644; 4,0428; 4,0215; 4,0002; 3,9791; 3,9581;
 3,9373; 3,9166; 3,8960; 3,8756; 3,8553; 3,8351; 3,8151; 3,7952;
 3,7755; 3,7559; 3,7364; 3,7171; 3,6979; 3,6789; 3,6600; 3,6412;

3,6226; 3,6041; 3,5857; 3,5675; 3,5494; 3,5315; 3,5137; 3,4960;
3,4785; 3,4611; 3,4438; 3,4267.



На рисунку показана третя форма програми системи проектування пристроїв гальмування циліндричних накопичувачів сировини з представленими результатами розрахунку кінематичних параметрів механізму утворювання зіву в залежності від кута обертю.

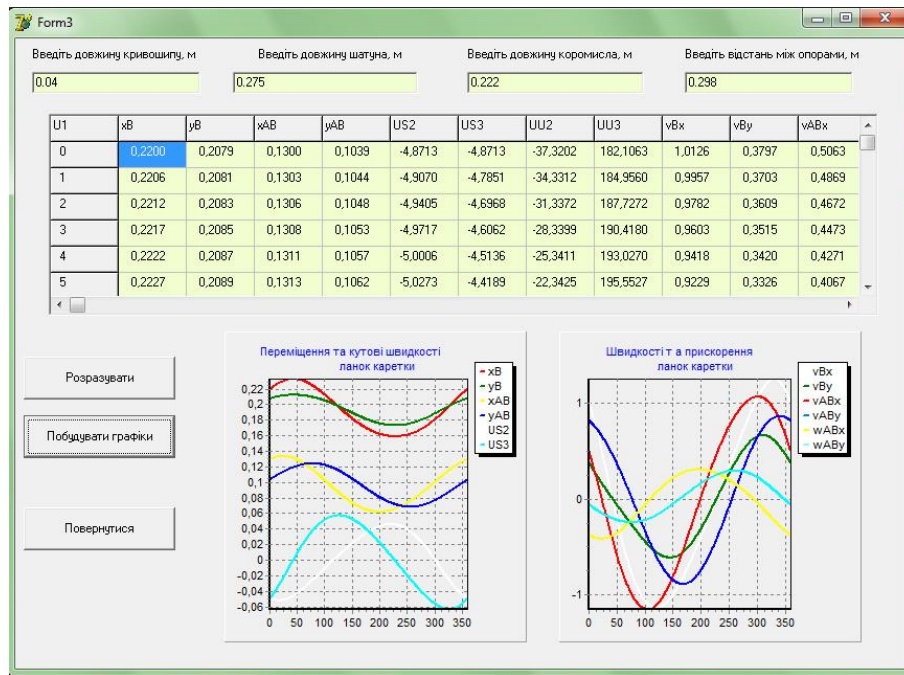
Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин.

S6: 1,5497; 1,5391; 1,5284; 1,5178; 1,5073; 1,4969; 1,4865;
1,4761; 1,4658; 1,4556; 1,4454; 1,4353; 1,4253; 1,4153; 1,4054;
1,3955; 1,3858; 1,3760; 1,3664; 1,3568; 1,3472; 1,3378; 1,3284;
1,3191; 1,3098; 1,3006; 1,2915; 1,2824; 1,2734; 1,2645; 1,2556;
1,2468; 1,2381; 1,2294; 1,2208; 1,2123; 1,2038; 1,1954; 1,1871;
1,1788; 1,1706; 1,1624; 1,1544; 1,1464; 1,1384; 1,1305; 1,1227;
1,1150; 1,1073; 1,0996; 1,0921; 1,0846; 1,0771; 1,0697; 1,0624;
1,0551; 1,0479; 1,0408; 1,0337.

Результати розрахунку.

S11: 2,0791; 2,0750; 2,0706; 2,0657; 2,0605; 2,0549; 2,0490;
2,0428; 2,0362; 2,0294; 2,0224; 2,0151; 2,0075; 1,9998; 1,9919;

1,9838; 1,9755; 1,9671; 1,9585; 1,9498; 1,9410; 1,9321; 1,9231;
 1,9141; 1,9049; 1,8957; 1,8865; 1,8772; 1,8679; 1,8585; 1,8491;
 1,8397; 1,8303; 1,8209; 1,8115; 1,8021; 1,7927; 1,7833; 1,7740;
 1,7647; 1,7554; 1,7461; 1,7369; 1,7277; 1,7186; 1,7095; 1,7004;
 1,6914; 1,6824; 1,6735; 1,6647; 1,6559; 1,6471; 1,6384; 1,6298;
 1,6212; 1,6127; 1,6043; 1,5959.



Результати розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток мають вигляд.

S14: 0,2089; 0,2128; 0,2167; 0,2206; 0,2246; 0,2285; 0,2325;
 0,2365; 0,2405; 0,2445; 0,2485; 0,2525; 0,2565; 0,2606; 0,2646;
 0,2686; 0,2727; 0,2767; 0,2808; 0,2849; 0,2889; 0,2930; 0,2970;
 0,3011; 0,3052; 0,3092; 0,3133; 0,3173; 0,3214; 0,3255; 0,3295;
 0,3336; 0,3376; 0,3417; 0,3457; 0,3497; 0,3538; 0,3578; 0,3618;
 0,3658; 0,3698; 0,3739; 0,3779; 0,3819; 0,3858; 0,3898; 0,3938;
 0,3978; 0,4017; 0,4057; 0,4097; 0,4136; 0,4175; 0,4215; 0,4254;
 0,4293; 0,4332; 0,4371; 0,4410.

ВИСНОВКИ ПО 3 РОЗДІЛУ

1. Для чотирьох варіантів розроблено програмне забезпечення системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти та обґрунтовано практичні напрями удосконалення конструкції фрикційного механізму приводу пневматичних агрегатів на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.
2. Реалізація програмного забезпечення для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових тканин з синтетичних комплексних ниток, з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу, дозволяє виключити виникнення поперечної смугастості багатошарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність пневматичних агрегатів та якість готової продукції.

5. ВИСНОВКИ.

1. Для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток отримані інтегральні математичні залежності кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів при формуванні багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти.
2. Отримані математичні залежності системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування тканин з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу.
3. Отримані математичні залежності для реалізації алгоритму розрахунку системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багатошарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу.
4. Для синтетичних комплексних ниток запропоновано математичні інтегральні залежності кута обертання головного валу з фрикційним механізмом приводу пневматичних агрегатів та основні напрями практичного удосконалення технологічного процесу формування багатошарових технічних тканин в момент розгону і гальмування на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

5. Отримані результати можна використовувати при удосконаленні технологічного процесу формуванні багат шарових технічних тканин з синтетичних комплексних ниток, що дозволить виключити виникнення поперечної смугастості багат шарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність пневматичних агрегатів та якість готової продукції.

6. Для чотирьох варіантів розроблено програмне забезпечення системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток в момент розгону і гальмування при миттєвому включенні муфти та обґрунтовано практичні напрями удосконалення конструкції фрикційного механізму приводу пневматичних агрегатів на основі розробки математичних та програмних компонентів САПР.

7. Реалізація програмного забезпечення для системи проектування перехідних режимів пневматичних агрегатів для формування багат шарових тканин з синтетичних комплексних ниток, з урахуванням моменту інерції мас ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, рушійного моменту, обертових сил тертя фрикційного механізму приводу, моменту сил статичного опору ведучої та веденої систем пневматичних агрегатів, кутів повороту першої та другої частини фрикційного механізму приводу, дозволяє виключити виникнення поперечної смугастості багат шарових технічних тканин, зменшить обривність синтетичних комплексних ниток, підвищить продуктивність пневматичних агрегатів та якість готової продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Національний класифікатор України: «Класифікатор професій» ДК 003:2010.–К. : Видавництво «Соцінформ», 2010.
2. Перелік галузей знань і спеціальностей –<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-п>.
3. Національна рамка кваліфікацій –<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>.
4. Державний класифікатор України: Класифікація видів економічної діяльності ДК009:2005. -Київ: Держстандарт України,2006.
5. 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.
6. Закон «Про вищу освіту» -<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
7. Закон «Про освіту» -<http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
8. Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань.-К.:Освіта України, 2019. – 252 с.
9. 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.
- 10.Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань – К.:Освіта України: ФОП Маслаков, 2020. – 236 с.
- 11.Щербань В. Ю. Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві / В.Ю.Щербань – К.:Освіта України, 2021. – 248 с.
- 12.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.

- 13.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.
- 14.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.
- 15.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.
- 16.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.
- 17.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.
- 18.Vasil'chenko V.N., Shcherban' V.Yu., Apokin Ts.V. Attachment for holding multilayer fabrics in the clamps of a universal tensile tester/ V.N.Vasil'chenko , V.Yu.Shcherban' , Ts.V.Apokin // Textile industry. – 1987. - №8. - pp.62.
- 19.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.
- 20.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.
- 21.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.
- 22.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 та ін. – К.:КНУТД, 2016. – 214 с.
- 23.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.
- 24.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.
- 25.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.
- 26.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.
- 27.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.
- 28.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 та ін. – К.:КНУТД, 2015. – 339 с.
- 29.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 та ін. – К.:КНУТД, 2015. – 270 с.
- 30.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.
- 31.Щербань В. Ю.Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань.-К.:КНУТД, 2016. – 184 с.
- 32.Щербань В. Ю.Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань.-К.:Освіта України, 2017. – 238 с.
- 33.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.
34. Прогнозування процесів на основі моделювання часових рядів: навч. Посіб./П.І.Бідюк, В.Ю.Щербань, Є.О.Демківський, Т.І.Демківська.- К.:КНУТД, 2017.-324 с.
- 35.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.
- 36.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.
- 37.Щербань В.Ю. Механіка нитки/В.Ю.Щербань. – К.:Видавництво «Укрбланковидав». – 2018. – 533 с.
<https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/9517>
- 38.Щербань В. Ю.Інформаційні технології в науці, виробництві та підприємстві/В.Ю.Щербань.-К.:Освіта України, 2018. – 257 с.

- 39.Щербань В.Ю. Базове проектуєчне 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.
- 40.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.
- 41.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.
- 42.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.
- 43.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.
- 44.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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. Щербань В.Ю. Структура комп'ютерної програми реалізації алгоритму
51. 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.
- 52.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.
- 53.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.
- 54.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.
- 55.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.
- 56.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.
- 57.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.
- 58.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.
- 59.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.
- 60.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.