

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО

редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ»

_____ В.В. Пятов

«__» _____ 2010 г.

СОГЛАСОВАНО

Первый проректор УО «ВГТУ»

_____ С.И. Малашенков

«__» _____ 2010 г.

СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ

Методические указания и рабочая программа к выполнению контрольных работ для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания»
заочной формы обучения

Витебск

2011

УДК 687.02

Синтез механизмов : методические указания и рабочая программа к выполнению контрольных работ для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» заочной формы обучения.

Витебск : Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2010.

Составители: д.т.н., проф. Сункуев Б.С.,
к.т.н., доц. Бувич Т.В.

В методических указаниях приведены: учебная программа дисциплины «Синтез механизмов», варианты заданий для контрольной работы и методические указания к ее выполнению.

Методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения при самостоятельном изучении дисциплины и выполнении контрольной работы.

Одобрено кафедрой «Машины и аппараты легкой промышленности»
УО «ВГТУ» 10.11.2010 г., протокол № 3.

Рецензент: проф. Локтионов А.В.
Редактор: доц. Кириллов А.В.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО
«ВГТУ» «__» _____ 2010 г., протокол № ____.

Ответственный за выпуск: Данилова И.А.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.- изд. лист. _____
Печать ризографическая. Тираж _____ экз. Заказ № _____ Цена _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
Лицензия № 02330/0494384 от 16.03.2009.
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	4
2 ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	10
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	14
ЛИТЕРАТУРА.....	23

ВВЕДЕНИЕ

По дисциплине «Синтез механизмов» для студентов специальности 1-36 08 01 заочного обучения предусмотрено проведение лекций (8 часов), практических занятий (6 часов), а также выполнение контрольной работы. Большая часть дисциплины изучается студентами самостоятельно.

В настоящей методической разработке приведены учебная программа курса, варианты заданий контрольной работы и методические указания к ее выполнению.

1 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Пояснительная записка

Изучаемая дисциплина «Синтез механизмов» базируется на основных общетеоретических и общеинженерных дисциплинах, в первую очередь таких, как высшая математика, теоретическая механика, теория механизмов и машин. Рассматриваются как общие вопросы синтеза механизмов, так и прикладные задачи синтеза типовых механизмов машин легкой и текстильной промышленности.

Цель преподавания дисциплины – дать студентам знания теоретических основ современных методов синтеза механизмов и практические навыки в применении этих методов при проектировании механизмов машин легкой и текстильной промышленности.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- теоретические основы современных методов синтеза механизмов, их возможности и эффективность;
- методы кинематической геометрии при постановке и решении задач синтеза рычажных механизмов машин отрасли;
- стандартное программное обеспечение при решении задач оптимизационного синтеза механизмов машин отрасли;

уметь:

- решать прикладные задачи синтеза конкретных механизмов машин легкой и текстильной промышленности геометрическими методами;
- получать оптимальные решения задач синтеза конкретных механизмов машин отрасли с использованием стандартного программного обеспечения.

1.2 Содержание учебного материала

ВВЕДЕНИЕ

Цель, задачи, структура и объем дисциплины.

Место задач синтеза механизмов в процессе проектирования машин легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ СИНТЕЗА РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

История развития теории синтеза механизмов как раздела теории механизмов и машин.

Основные понятия и определения теории синтеза механизмов. Постановка задачи синтеза рычажных механизмов. Классификация методов синтеза. Краткая характеристика алгебраических методов синтеза. Понятие о функции отклонения. Использование методов приближения функций для решения задач синтеза механизмов. Методы решения систем нелинейных уравнений алгебраического синтеза механизмов. Краткая характеристика геометрических методов синтеза механизмов. Математический аппарат, используемый при геометрическом синтезе механизмов. Краткая характеристика оптимизационных методов синтеза механизмов. Понятие о целевой функции, о линейных и нелинейных ограничениях на параметры схемы механизмов.

РАЗДЕЛ 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

2.1. Сведения из кинематической геометрии, используемые при синтезе механизмов.

Способы представления конечных положений плоской фигуры в плоско-параллельном движении. Два положения плоской фигуры, понятие о полюсе и угле поворота. Задание трех, четырех и пяти положений с помощью полюсов и углов поворота. Понятие о круговой точке и центре поворота плоской фигуры. Способы определения круговой точки и центра поворота для двух, трех и четырех положений плоской фигуры. Понятие о кривой круговых точек и кривой центров поворота. Понятие о бесконечно близких положениях плоской фигуры, определение полюса мгновенного вращения. Особенности определения круговой точки и центра поворота при заданных бесконечно близких положениях плоской фигуры. Частные случаи расположения кривой центров поворота и кривой круговых точек.

2.2. Геометрический синтез шарнирного четырехзвенника по двум положениям с учетом углов передачи.

Постановка задачи синтеза шарнирного четырехзвенника по двум положениям. Определение двух конечных положений ведущего звена в его движении относительно ведомого, определение полюса и угла поворота при заданных углах поворота ведущего и ведомого звеньев и длине стойки. Сведение задачи синтеза к задаче определения круговой точки и центра поворота.

Понятие об углах давления и передачи в шарнирном четырехзвеннике, допускаемые значения угла передачи. Зависимость угла передачи от параметров схемы механизма и положения ведущего звена. Экстремальные значения угла передачи. Требования к углам передачи, гарантирующие его минимальные отклонения от 90° .

Геометрический синтез шарнирного четырехзвенника по двум положениям с учетом требований к углам передачи.

2.3. Геометрический синтез шарнирного четырехзвенника по «мертвым» положениям.

Постановка задачи синтеза шарнирного четырехзвенника по «мертвым» положениям. Определение положений ведущего звена в его движении относительно ведомого, определение полюса и угла поворота и полюсов мгновенного вращения. Сведение задачи синтеза к определению круговой точки и центра поворота для четырех заданных положений, два из которых являются попарно бесконечно близкими друг к другу. Учет углов передачи при синтезе четырехзвенника.

2.4. Геометрический синтез рычажных механизмов с использованием свойств шатунных кривых.

Шатунные кривые с участками, приближенными к дуге окружности и отрезку прямой, механизмы для их воспроизведения. «Прямила» Эванса. Синтез механизмов с использованием шатунных кривых «прямила» Эванса. Примеры механизмов в текстильных машинах.

Точки возврата шатунных кривых. Особое расположение мгновенных центров поворота в точках возврата. Синтез шарнирного четырехзвенника по заданному «размаху» шатунной кривой и соответствующему углу поворота кривошипа. Примеры механизмов в машинах легкой промышленности.

2.5. Геометрический синтез шестизвенных рычажных механизмов с продолжительной остановкой ведомого звена.

Постановка задачи синтеза. Синтез кривошипно-коромыслового механизма с экстремальными углами передач, равностоящими от 90^0 . Синтез двухкоромыслового шарнирного четырехзвенника с оптимальными углами передачи. Оценка точности приближенного выстоя ведомого звена. Примеры механизмов в машинах легкой и текстильной промышленности.

РАЗДЕЛ 3. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Алгоритмы расчета целевых функций механизмов с использованием библиотеки программ. Аналитические выражения нелинейных ограничений на угол передачи в шарнирном четырехзвеннике.

Методы минимизации функции многих переменных, используемые при оптимизационном синтезе механизмов. Алгоритмы минимизации для методов градиента (наискорейшего спуска), Гаусса-Зайделя, статистических испытаний (Монте-Карло). Оптимизационный синтез механизма подачи нити швейной машины и батанного механизма ткацкого станка.

РАЗДЕЛ 4. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Основные виды кулачковых механизмов, используемые в машинах легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания.

Параметры схемы кулачковых механизмов. Способы задания теоретического профиля кулачка.

Представление закона движения толкателя в безразмерных коэффициентах. Основные рекомендации для выбора закона движения. Аналитический метод определения основных размеров кулачковых механизмов с учетом углов давления. Аналитический метод профилирования кулачков и контркулачков.

1.3 Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Общие сведения о методах синтеза механизмов 1. Предмет и задачи дисциплины. 2. Основные определения и понятия теории синтеза механизмов. 3. Постановка задачи синтеза механизмов. Классификация методов синтеза	2				Учебное пособие, слайды	[1]	Тест на ПЭВМ
2	Основные сведения из кинематической геометрии конечных положений плоской фигуры: 1. Способы задания конечных положений плоской фигуры 2. Понятие о круговой точке и центре поворота 3. Способы определения круговой точки и центра поворота	2				Учебное пособие, слайды	[1]	Тест на ПЭВМ
3	Геометрический синтез шарнирного четырехзвенника по двум положениям 1. Постановка задачи 2. Определение относительных положений ведущего звена 3. Синтез по двум положениям				2	Учебное пособие	[1]	Зачет
4	Оптимизация углов передачи при геометрическом синтезе четырехзвенника по двум положениям 1. Учет углов передачи при синтезе шарнирного четырехзвенника 2. Порядок геометрического синтеза				6	Учебное пособие	[1], [4]	Зачет

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	<p>Геометрический синтез четырехзвенника по «мертвым положениям»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Определение относительных положений ведущего звена 3. Порядок геометрического синтеза 4. Учет углов передачи 				2	Учебное пособие	[1]	Зачет
6	<p>Геометрический синтез шестизвального механизма с шатунной кривой в виде дуги окружности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Порядок геометрического синтеза 3. Синтез батанного механизма ткацкого станка 				2	Учебное пособие	[1]	Зачет
7	<p>Геометрический синтез коромысло-ползунного механизма с шатунной кривой, приближающейся к отрезку прямой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Порядок геометрического синтеза 3. Синтез механизма иглы краеобметочной машины 				2	Учебное пособие	[1]	Зачет
8	<p>Геометрический синтез кривошипно-коромыслового механизма по заданному размаху шатунной кривой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Порядок геометрического синтеза 3. Синтез механизма подачи нити швейной машины 		4		4	Учебное пособие	[1], [2], [4]	Зачет, отчет по работе
9	<p>Геометрический синтез шарнирного четырехзвенного механизма с приближенной остановкой ведомого звена</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Способы получения приближенных остановок в шарнирных механизмах 2. Порядок геометрического синтеза 				10	Учебное пособие	[1], [2], [4]	Зачет
10	<p>Оптимизационный метод синтеза механизмов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Алгоритмы расчета целевых функций 3. Методы оптимизации целевых функций 	4	2		1	Учебное пособие, слайды	[1], [4]	Зачет
11	<p>Постановка задачи аналитического синтеза кулачковых механизмов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные типы кулачковых механизмов 2. Основные размеры кулачковых механизмов 				1	Учебное пособие	[1], [3]	Зачет

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Законы движения толкателя 1. Постановка задачи 2. Безразмерные характеристики закона движения толкателя 3. Выбор законов движения толкателя				2	Учебное пособие	[1], [3]	Зачет
13	Аналитическое определение основных размеров кулачковых механизмов 1. Определение основных размеров механизма с дисковым кулачком 2. Определение основных размеров механизма с цилиндрическим кулачком				3	Учебное пособие	[1], [3]	Зачет
14	Аналитическое профилирование кулачков 1. Дисковый кулачок 2. Цилиндрический кулачок				3	Учебное пособие	[1], [3]	Зачет
	Всего	8	6		38			

1.4 Информационно-методическая часть

ТЕМА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ: «Синтез шарнирного механизма нитепротягивателя швейной машины».

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сункуев, Б. С. Синтез механизмов : учебное пособие / Б. С. Сункуев.– Витебск : УО «ВГТУ», 2001.– 84 с.
2. Синтез механизмов машин легкой промышленности. Ч.1 : методическая разработка / Б. С. Сункуев. – Витебск : Миннаробраз РБ, ВТИЛП, 1994.
3. Синтез механизмов машин легкой промышленности. Ч. 2 : методическая разработка / Б. С. Сункуев. – Витебск : Миннаробраз РБ, ВГТУ, 1996.
4. Синтез механизмов : практикум для студентов специальности 1-36 08 01 / Б. С. Сункуев, Т. В. Буевич. – Витебск : УО «ВГТУ», 2008.

2 ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

По дисциплине предусмотрено выполнение одной контрольной работы на тему «Синтез шарнирного механизма нитепротягивателя швейной машины».

2.1 Исходные данные

2.1.1 Кинематическая схема шарнирного механизма нитепротягивателя швейной машины (рис. 2.1).

Параметры схемы механизма: длины звеньев OB , BC , CD , CE , CF – координаты неподвижного шарнира D (x_D , y_D), δ – угол между кривошипами OA и OB механизмов иглы (на рис. 2.1 не показан) и нитепротягивателя, x_{N1} , y_{N1} , x_{N2} , y_{N2} – координаты неподвижных направителей нитки.

2.1.2 Диаграмма необходимой подачи нитки

$S = L_{max} - L$, где $L_{max} = \max(EN_1 + EN_2)$, $L = EN_1 + EN_2$, L_{max} – максимальная длина нитки, вытягиваемой точкой E нитепротягивателя; L – текущее значение длины нитки.

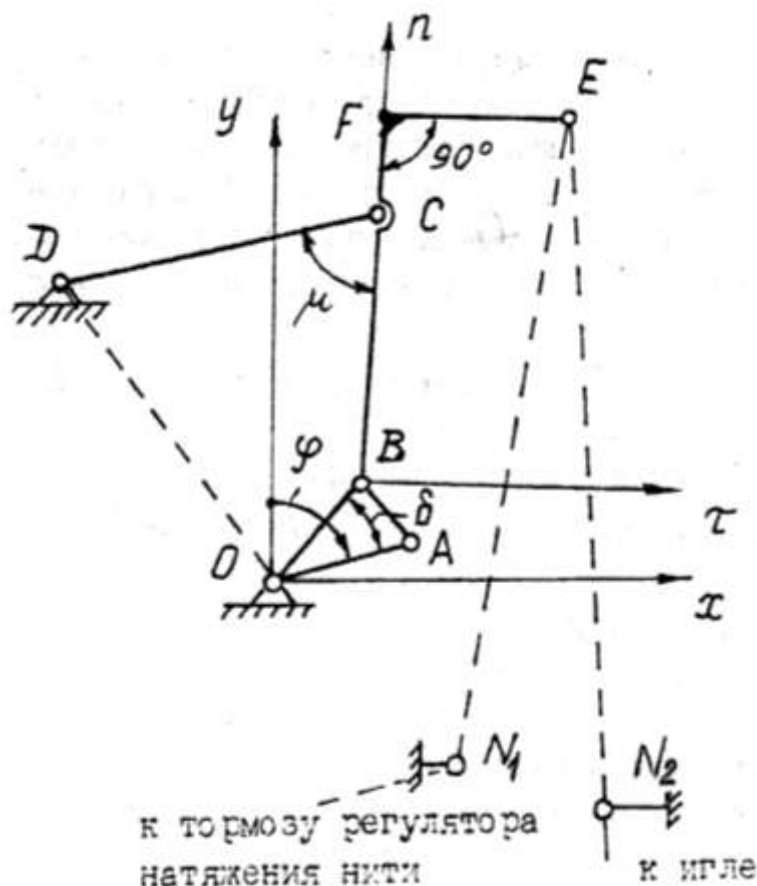


Рисунок 2.1 – Кинематическая схема механизма нитепротягивателя

Диаграмма задана в виде значений φ и S , сведенных в таблицу 2.1, где φ – угловая координата кривошипа OA механизма иглы, отсчитываемая от оси Oy (см. рис. 2.1). По данным таблицы 2.1 может быть построена диаграмма необходимой подачи нитки (рис. 2.3).

2.1.3 R_{max} – радиус, определяющий конструктивную область (рис. 2.2), в которой не допускается располагать центр неподвижного шарнира D коромысла CD, направлятели нитки N_1, N_2 и в которой не допускается расположение отверстия для нитки E нитепритягивателя на всей траектории его движения. Значения R_{max} (в мм) приведены в последнем столбце таблицы 2.1.

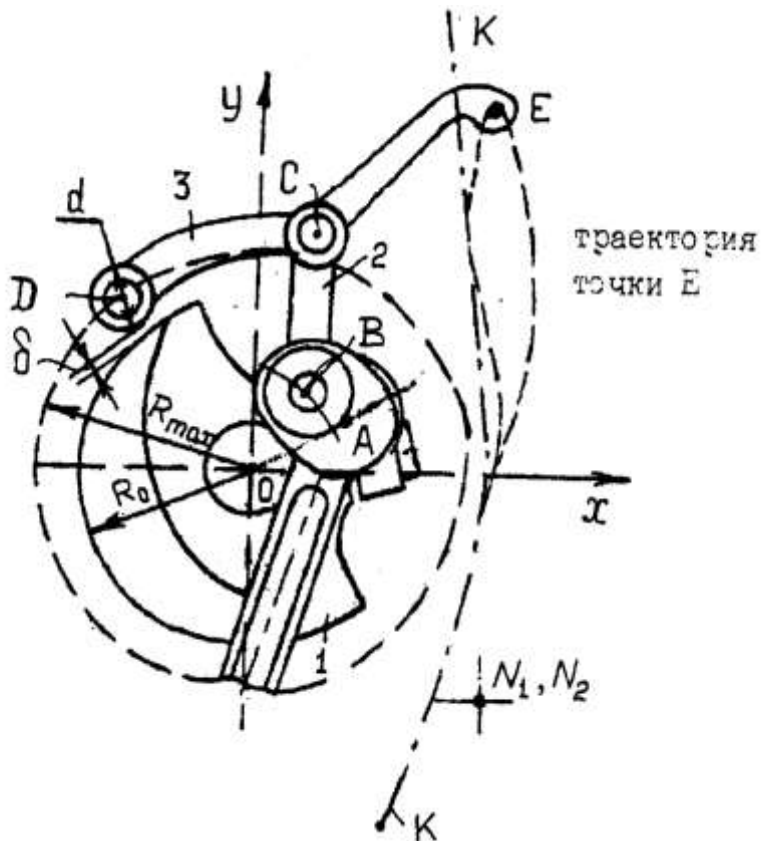


Рисунок 2.2 – Конструктивная схема механизма нитепритягивателя: 1 – кривошип; 2 – нитепритягиватель; 3 – коромысло; O, A, B, C, D – центры шарниров; E – центр отверстия для заправки нитки

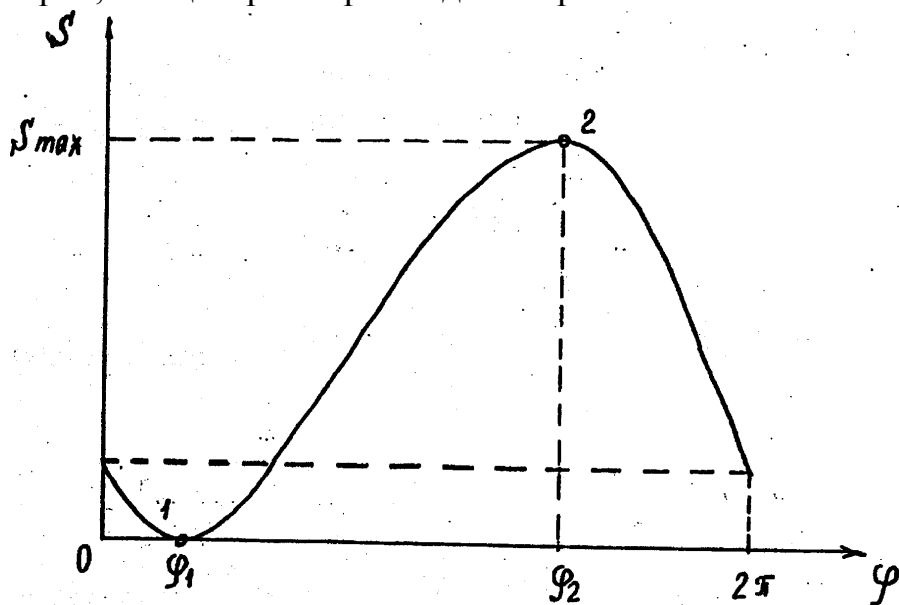


Рисунок 2.3 – Диаграмма необходимой подачи нитки

Таблица 2.1 – Варианты значений $S = F(\varphi)$

№ вар.	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135° °	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	155°	270°	185°	300°	315°	330°	345°	Rmax мм
1	56	40	24	11	2,5	0	1,5	5	10	15	22	30	39	49	58	67	74	81	85	88,5	90	88	81,5	71	31
2	65	47	27	12	2,8	0	1,6	5,2	10,6	17	25	34,5	44,5	55,5	65	73	80	85,5	90	93,5	95	93	88	79	36
3	72	56	34	13	3	0	1,8	5,4	11,2	19	27	37,5	47,5	59,5	69	77	84	90	95	98	100	98,5	94	84,5	39
4	77	60	39	16	3,2	0	2	5,6	11,8	20	29	40	51,5	62	72	81	88,5	95	100	104	105	104	98	89,5	41
5	81	64	41	18	3,5	0	2	5,8	12,4	21	31	42,5	54,5	65,5	75,5	85	92,5	99,5	105	108,5	110	108,5	103	94	43
6	85	68	44	20	3,8	0	2	6	13	21,5	32	44	56,5	68	79,5	89	97	104	109,5	113	115	113,5	108	98,5	45
7	88	70	45	21	4	0	2	6,2	13,6	22	34	46	58,5	71,5	83	92,5	101,5	108	114	117,5	120	118	112,5	102,5	47
8	92	73	46	22	4,2	0	2,5	6,6	14	23	36	47,5	59,5	73,5	85	95	104	112	117,5	122,5	125	123	116,5	106	49
9	94	75	47	23	4,5	0	2,5	6,8	14,5	24	36,5	48,5	61,5	75,5	88	98,5	108,5	116,5	122,5	127,5	130	127,5	120	109,5	51
10	97	76	48	24	5	0	2,5	7	15	25	38	50	63,5	77,5	91	103	112,5	121	127,5	132,5	135	133	126	114	53
11	102,5	82	54	25	5	0	2,5	7	16	26,5	40	55	69	82,5	95,5	107,5	118	126,5	133	137,5	140	139	133,5	125	55
12	111,5	88	58	26	5,5	0	2,5	7,5	16,5	28	43	58	71,5	85,5	99	112	123,5	132	138,5	143	145	144	139,5	128	57
13	38	21,5	9	2,5	0	1,5	3,5	8,5	13,5	20	27	35,5	44,5	54	63	71,5	78,5	84	87,5	90	89	83	73	57	31
14	43	24	10	2,5	0	1,5	3,5	10	15,5	22	29	37,5	46,5	56,5	65,5	74	81	88	92,5	94	94	88	78	62,5	36
15	48	28	11,5	2,5	0	1,5	3,5	11	17	24	31,5	40	49,5	59	69	77	86	93,5	98	100	99	93	83	68	39
16	54	33	13	3	0	1,5	4	11	17,5	26	34	43	52,5	63	73,5	83,5	92	98,5	102,5	105	104	98,5	88,5	73	41
17	60	37	14,5	3	0	1,5	4	11	19	27,5	36	45,5	56	67,5	79	88,5	97,5	104	108	110	109	104	94,5	80	43
18	64	39,5	15	3	0	1,5	4	11,5	20	29,5	39	49	61	72,5	82,5	92,5	102	109	113	115	114	108,5	99	85	45
19	67	41	16	3,5	0	1,5	4	11,5	20,5	30,5	41,5	53	65	76	86	97	106	113	117,5	120	119	114	103	88	47
20	70	43	16,5	3,5	0	1,5	4,5	11,5	20,5	32	43	55,5	67,5	79,5	90,5	100,5	110	117,5	122	125	124	118,5	108	93	49
21	76	46	17,5	3,5	0	1,5	4,5	12	21	32,5	45	57,5	70	82	93,5	103,5	113	121	126,5	130	129	124	114	97,5	51

22	80	49	18	4	0	1,5	4,5	12	21,5	33,5	46,5	60	73	85	96,5	106,5	116	124	130,5	134,5	134	128,5	118	103	53
23	85	54	20	4	0	1,5	4,5	12,5	22	34	48	63	75,5	88	99	110	119	128	134	139	138,5	133	123	109	55
24	89	59	21,5	4,5	0	1,5	5	13	22,5	35,5	50	65	78	90	101	112	123	132	139	144	143,5	137,5	128	113	57
25	48,5	30,5	14,5	3,5	0	1	3,5	6,5	10,5	15	22	29	37,5	45,5	53,5	61,5	67,5	72	76	78,5	80	78	71,5	62	19
26	54,5	37	16,5	3,5	0	1	3,5	8	12,5	17,5	24,5	31,5	40	48	56,5	64	71	76,5	81	84	85	84	77,5	67,5	20
27	60	41,5	19	4,0	0	1	4	8,5	13,5	19	26	32,5	42	51	59	67	74,5	80	85,5	89	90	88	82	72,5	21
28	64	46	22	4,0	0	1	4	9	14,5	21	28	35,5	45	54,5	63	71,5	78,5	85	90	93,5	95	93	87	77	23
29	67,5	48	23	4,0	0	1,5	4,5	9,5	16	22,5	30	38,5	48	57	66	74	81	88,5	94	98,5	100	98	91	80,5	25
30	70	51,5	24,5	4,5	0	1,5	4,5	10	16,5	24	32	40	50	59	68	76	83,5	91	97,5	102,5	105	103	95	84,5	27

2.2 Содержание работы

2.2.1 Графическим методом спроектировать механизм по условию воспроизведения заданной диаграммы (рис. 2.3) в двух точках: 1 и 2. Точка 1 ($S_1 = 0$, $\varphi = \varphi_1$) соответствует $S = 0$, точка 2 ($S_2 = S_{max}$, $\varphi = \varphi_2$) соответствует $S = S_{max}$. Определить параметры схемы механизма ОВ, ВС, CD, CE, CF, x_D , y_D , δ .

2.2.2 Оптимизировать параметры схемы, полученные графическим методом, по программе, имеющейся на кафедре.

2.2.3 Составить отчет, в который включить:

- исходные данные для своего варианта;
- геометрический синтез механизма;
- параметры схемы, полученные в результате графического синтеза механизма;
- результаты оптимизационного синтеза.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Геометрический синтез шарнирного механизма нитепритягивателя швейной машины

3.1.1 Постановка задачи

Нитепритягиватель в швейной машине предназначен для выполнения следующих функций: подача нити к игле и челноку, выбор нити и затяжка стежка, сдергивание нити с бобины для создания запаса для следующего стежка. От работы нитепритягивателя зависит качество выполнения строчки и производительность машины. Работа нитепритягивателя характеризуется количеством подаваемой и выбираемой нити в зависимости от угла поворота главного вала $S = F(\varphi)$ на отрезке $[\varphi = 0; \varphi = 2\pi]$.

На рис. 2.1 приведена кинематическая схема шарнирного механизма нитепритягивателя швейной машины челночного стежка. На рис. 2.2 приведена конструктивная схема механизма нитепритягивателя швейной машины. На рисунке обозначены: 1 – кривошип иглы и нитепритягивателя; 2 – нитепритягиватель; 3 – коромысло; О, А, В, С, D – центры шарниров; Е – центр отверстия для нити; К-К – наружный контур корпусной части машины.

Отметим следующие конструктивные ограничения:

1) центр шарнира D должен располагаться на границе или за пределами круга радиуса R_{max} , проведенного из центра О. При этом: $R_{max} = R_o + d/2 + \delta$, где R_o – радиус цилиндрической части кривошипа 1, d – диаметр ступицы коромысла 3, δ – допустимый зазор между ступицей и противовесом ($\delta = 1$ мм);

2) траектория точки Е и нитенаправителя N_1 , N_2 должны находиться за пределами наружного контура К-К корпуса машины.

Целью проектирования является определение параметров схемы механизма нитепритягивателя по заданным условиям. Требуется определить параметры схемы $OB = x_1$; $BC = x_2$; $CD = x_3$; $x_D = x_4$; $y_D = x_5$; $CF = x_6$; $CE = x_7$; $\delta = x_8$ (рис. 2.1) такого кривошипно-коромыслового механизма, в котором траектория шатунной точки E имеет размах по оси Oy, равный заданной величине S_{max} , а перемещению точки из крайнего верхнего положения E_1 в крайнее нижнее E_2 соответствует угол поворота кривошипа OB, равный заданной величине $\varphi_{12} = \varphi_2 - \varphi_1$.

Из определяемых при синтезе механизма параметров исключим координаты x_{N1} , y_{N1} , x_{N2} , y_{N2} направлятелей нити N_1 , N_2 , т.к. они выбираются из конструктивных и технологических условий. Параметры схемы x_1, x_2, \dots, x_8 механизма нитепритягивателя определяем по условию интерполяционного приближения воспроизводимой зависимости $S = f(\varphi, x_1, x_2, \dots, x_8)$ к заданной зависимости $S = F(\varphi)$ в двух экстремальных точках 1 и 2 (рис. 2.3). Точка 1 соответствует минимуму подачи нити ($\varphi = \varphi_1, S = 0, dS/d\varphi = 0$), а точка 2 – максимуму ($\varphi = \varphi_2, S = S_{max}, dS/d\varphi = 0$).

Условия синтеза:

- проекции нитенаправителей N_1 и N_2 совпадают;
- полюс мгновенного вращения p_{22} совпадает с E_2 , а полюс p_{11} лежит на отрезке $[E_1E_2]$;
- центр шарнира D находится от центра главного вала O на расстоянии больше R_{max} ;
- $\mu_{дон} \leq \mu \leq 180^\circ - \mu_{дон}$; $\mu_{дон} = 30^\circ$ (см. рис. 2.1).

Исходные данные для проектирования механизма нитепритягивателя.

1. Зависимость величины освобождаемой нити (S) от угла φ поворота кривошипа иглы OA: $S = F(\varphi)$ на отрезке $[\varphi_n = 0; \varphi_k = 2\pi]$. В таблице 3.1 указаны значения S для варианта 4 (см. таблицу 2.1).

Таблица 3.1 – Заданная зависимость

φ , град	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345
S, мм	77	60	39	16	3,2	0	2	5,6	11,8	20	29	40	51,5	62	72	81	88,5	95	100	104	105	104	98	89,5

Из таблицы 3.1 точка 1 ($\varphi_1 = 75^\circ; S = 0$) – крайнее верхнее положение глазка нитепритягивателя E_1 ; точка 2 ($\varphi_2 = 300^\circ, S_{max} = 105$ мм) – крайнее нижнее положение глазка нитепритягивателя E_2 .

2. Пределы наружного корпуса машины $R_{max} = 41$ мм.

3.1.2. Порядок геометрического синтеза (рис. 3.1):

- 1) произвольно наносим точку O и проводим через нее оси координат x и y;
- 2) из центра O проводим окружность $R_{max} = 41$ мм, выбираем положение нитенаправителей N_1 и N_2 на пересечении касательных к окружности;

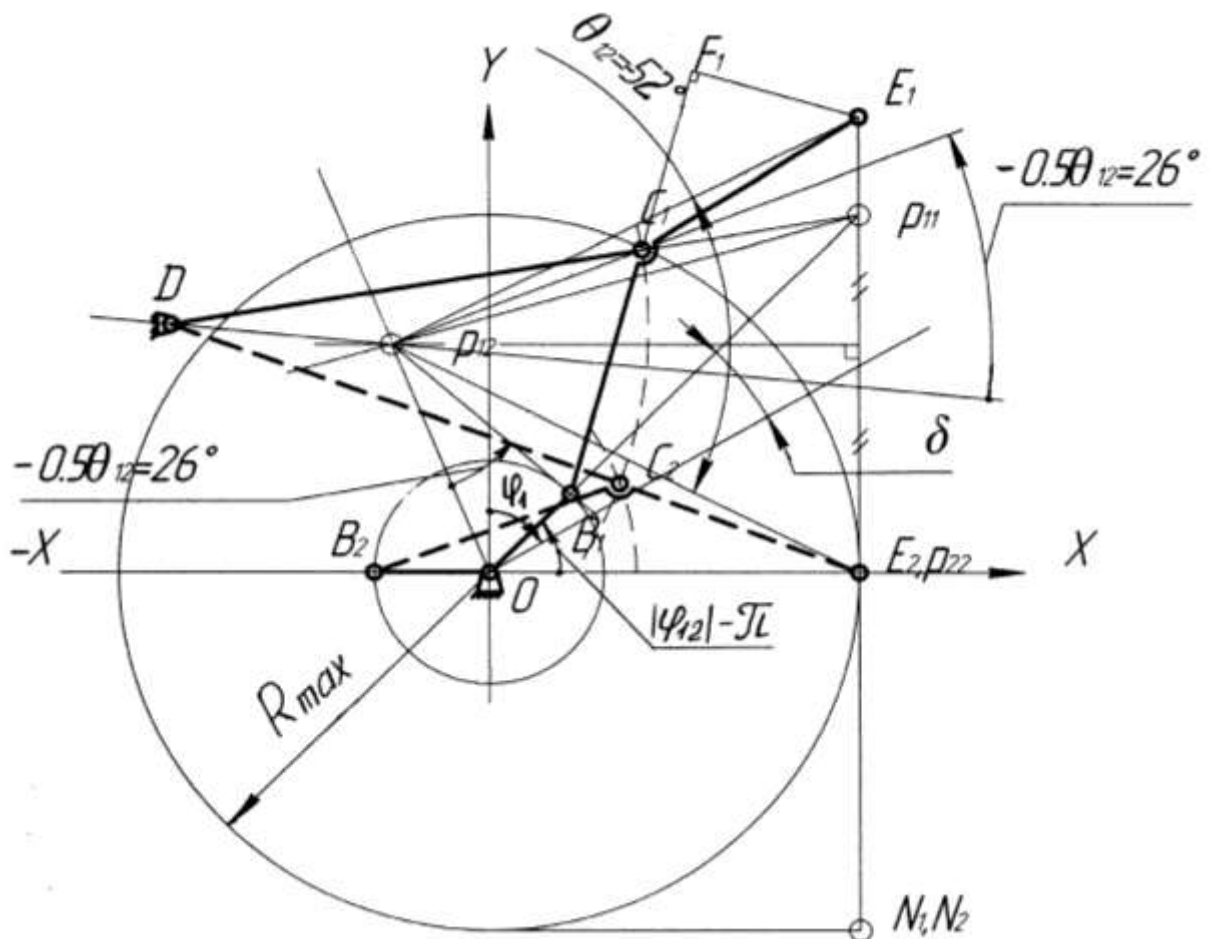


Рисунок 3.1 – Проектирование механизма нитепритягивателя

3) на пересечении окружности с осью x выбираем точку E_2 – крайнее нижнее положение глазка нитепритягивателя, которая будет одновременно полюсом мгновенного вращения p_{22} . При этом точка E_2 будет точкой возврата траектории с острием;

4) через N_1 и E_2 проводим прямую параллельно оси Oy . От E_2 вверх на этой прямой откладываем на расстоянии $0,5 \cdot S_{\max} = 0,5 \cdot 105 = 52,5$ мм точку E_1 . Точка E_1 – точка возврата с радиусом кривизны, отличным от нуля;

5) через точку O проводим прямую под углом $\varphi_{12} - \pi$ к отрезку OE_2 , где $\varphi_{12} = \varphi_2 - \varphi_1 = 300^\circ - 75^\circ = 225^\circ$, $\varphi_{12} - \pi = 225^\circ - 180^\circ = 45^\circ$. Угол откладываем в сторону, противоположную вращению кривошипа OB . На пересечении полученной прямой и отрезка E_1E_2 получаем полюс p_{11} ;

6) определяем полюс поворота p_{12} для двух положений нитепритягивателя BCE . Для этого к середине отрезка E_1E_2 восстанавливаем перпендикуляр, строим биссектрису внешнего угла треугольника $Op_{11}p_{22}$ при вершине O . На их пересечении получаем полюс p_{12} ;

7) определяем угол поворота $\Theta_{12} = \angle E_1p_{12}E_2 = -52^\circ$; знак «-» берется потому, что поворот отрезка $p_{12}E_1$ до совмещения с отрезком $p_{12}E_2$ происходит по часовой стрелке;

8) так как точка B_1 является круговой точкой шатуна BE , а точка O – соответствующим центром поворота, воспользуемся для определения B_1 полюсом p_{12} и углом θ_{12} . Соединим p_{12} с O и через p_{12} проведем прямую под углом $(-\theta_{12}/2 = 26^\circ)$ к отрезку $p_{12}O$. В пересечении этой прямой с прямой Op_{11} определим B_1 ;

9) определяем положение точки B_2 . Из центра O проводим окружность радиусом OB_1 , в пересечении этой окружности с прямой $p_{22}O$ определим B_2 ;

10) полюсами p_{12} , p_{11} и p_{22} заданы четыре положения шатуна BE : B_1E_1 , B_2E_2 и бесконечно близкие к ним положения. При этом имеем случай, когда $p_{12}p_{11} \cong p_{12}p_{22}$, $\theta_{12} \cong \angle p_{11}p_{12}p_{22}$. Для этого случая кривая центров (шарниров D) распадается на прямую m_{D1122} , совпадающую с биссектрисой $\angle p_{11}p_{12}p_{22}$, и окружность m'_{D1122} , проходящую через полюса. Определяем точку D на прямой, которая является биссектрисой угла $p_{11}p_{12}p_{22}$. На этой прямой произвольно выбираем точку D за пределами окружности радиуса R_{max} ;

11) для определения круговой точки C_1 воспользуемся полюсами p_{12} , p_{11} и углом поворота θ_{12} . Точка C_1 определится в пересечении двух прямых: прямой Dp_{11} и прямой, проведенной через p_{12} под углом $(-\theta_{12}/2 = 26^\circ)$ к прямой $p_{12}D$;

12) соединив последовательно точки C_1 , B_1 , D , O , E_1 , получаем первое положение механизма;

13) методом засечек строим второе положение механизма $OC_2B_2DE_2$;

14) выполняем проверку углов передачи для положений механизма, когда шарнир B проходит через стойку OD (рис. 3.2):

$$\mu_{min} = 35^\circ, \mu_{max} = 85^\circ.$$

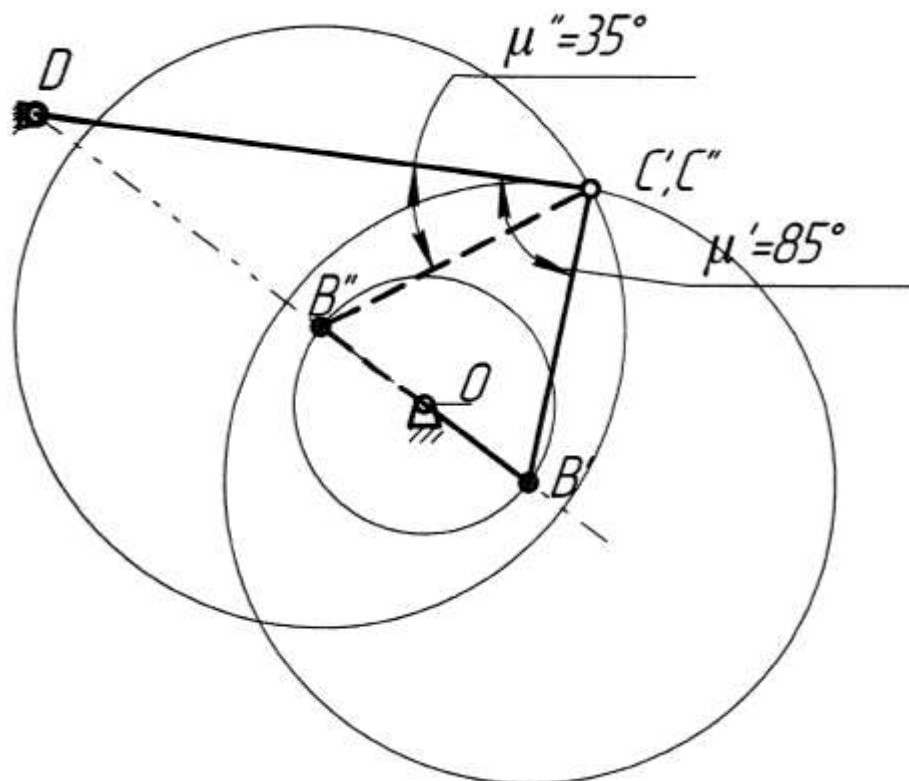


Рисунок 3.2 – Проверка углов передачи

Полученные значения μ удовлетворяют условию для углов передачи: $\mu_{\min} = 35^\circ > 30^\circ$; $\mu_{\max} = 85^\circ < 150^\circ$;

15) определяем размеры звеньев механизма:

$OB = 13$ мм; $BC = 26$ мм; $CD = 46$ мм;

$x_D = -35$ мм; $y_D = 25$ мм;

$CF = 15$ мм; $CE = 34$ мм;

$\delta = \varphi_{12} - 180^\circ - (90^\circ - \varphi_1) = \varphi_2 - 270^\circ = 300^\circ - 270^\circ = 30^\circ$;

16) строим механизм в 12 положениях. Получаем траекторию глазка нитепритягивателя (рис. 3.3).

3.2 Оптимизационный синтез шарнирного механизма нитепритягивателя швейной машины

3.2.1 Постановка задачи

Постановка задачи оптимизационного синтеза дана в источнике [1] на странице 11. Постановка задачи оптимизационного синтеза шарнирного механизма нитепритягивателя швейной машины приведена в источнике [1] на странице 60.

3.2.2 Порядок работы с программой оптимизации

В начале работы программа запрашивает номер варианта, количество точек диаграммы $S = F(\varphi)$ (24 точки).

Затем в программу оптимизации вводятся табличные значения координат (φ_i, S_i) заданной диаграммы подаваемой нити $S = F(\varphi)$ для своего варианта.

После этого программа запрашивает найденные при геометрическом синтезе значения параметров схемы механизма (x_1, x_2, \dots, x_8) .

Перед работой с программой оптимизации механизма нитепритягивателя следует подготовить исходные данные, а именно задаться границами интервалов оптимизации для каждого параметра (x_{\min}, x_{\max}) . Рекомендуется свести их в таблицу 3.1. Порядок записи в таблице соответствует последовательности запроса данных программой оптимизации. Программа запрашивает также шаг оптимизации (достаточно 0,5 мм), заданные параметры схемы механизма $xN_1, yN_1, zN_1, xN_2, yN_2, zN_2$, допустимое значение угла передачи $\mu_{\text{доп}}$.

Вид диалогового окна программы показан на рис. 3.5. В результате работы программы на заданном интервале значений параметра (x_{\min}, x_{\max}) определяется оптимальное значение $x_{\text{ioптим}}$, при котором воспроизводимая зависимость наименее отклоняется от заданной. Создается текстовый файл с результатами оптимизационного расчета, пример распечатки которого представлен на рисунке 3.6.

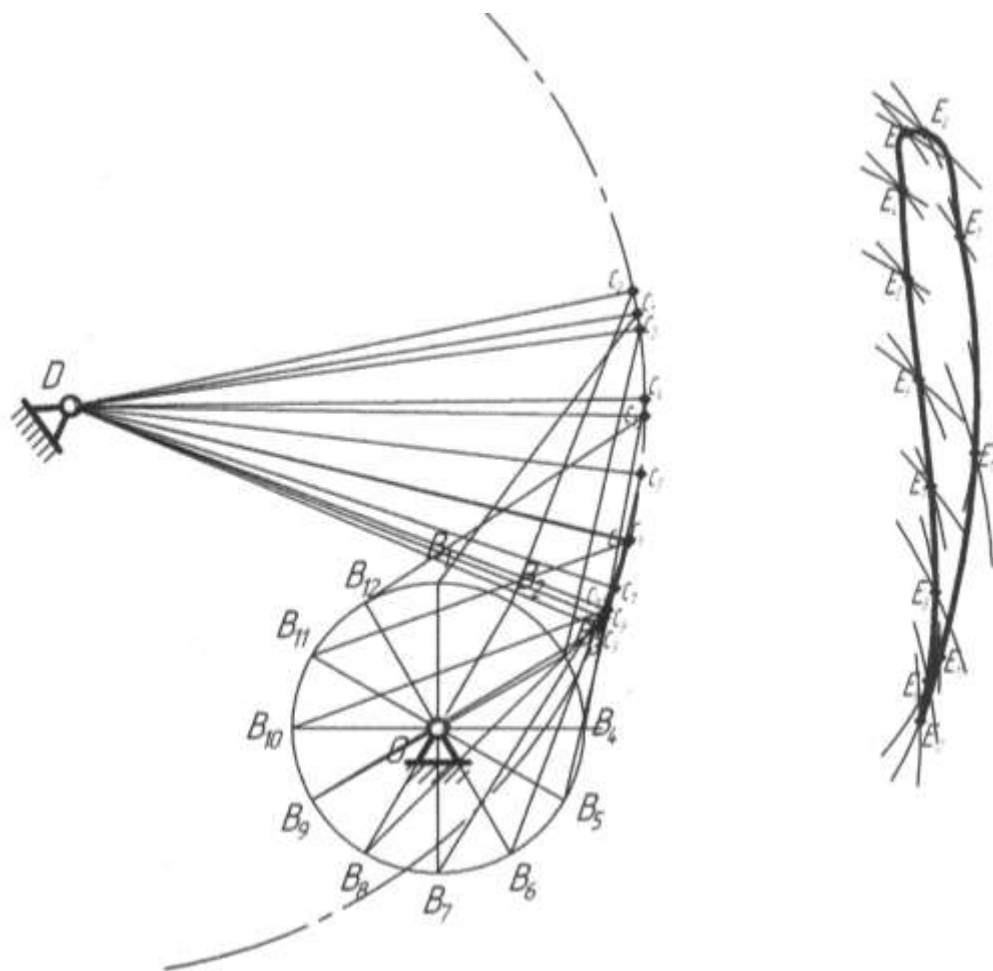


Рисунок 3.3 – Траектория движения точки E

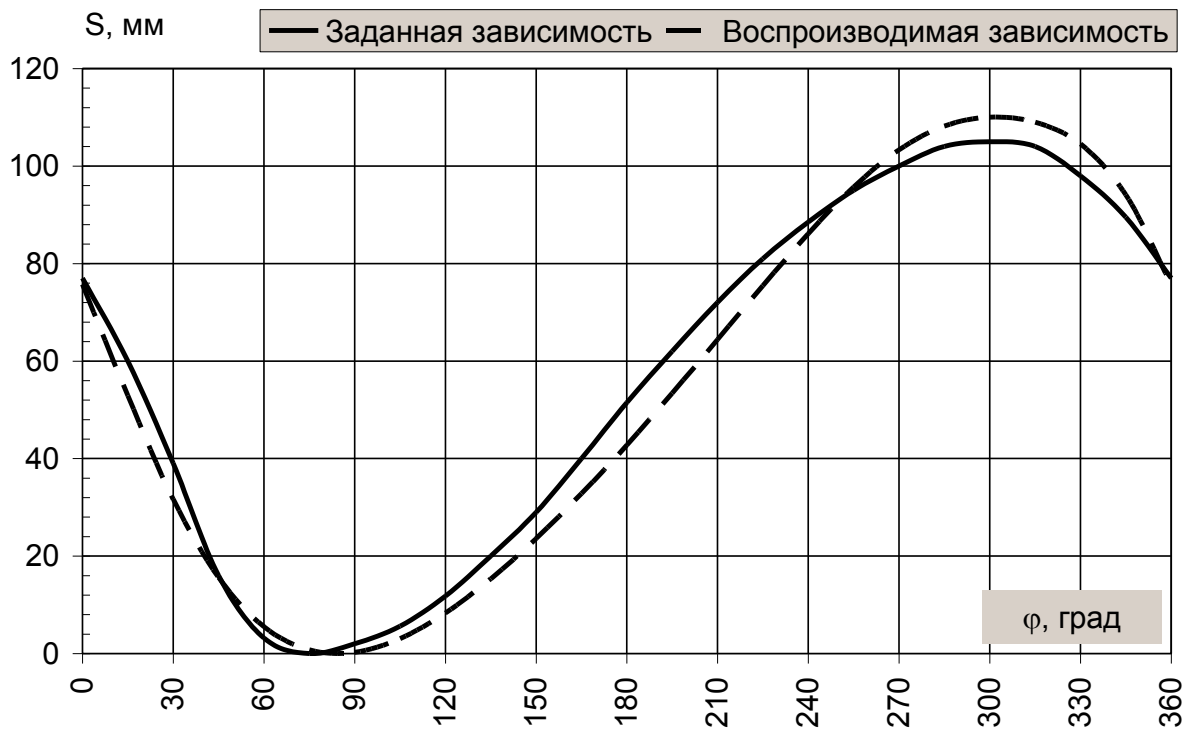


Рисунок 3.4 – Графики заданной и воспроизводимой зависимостей

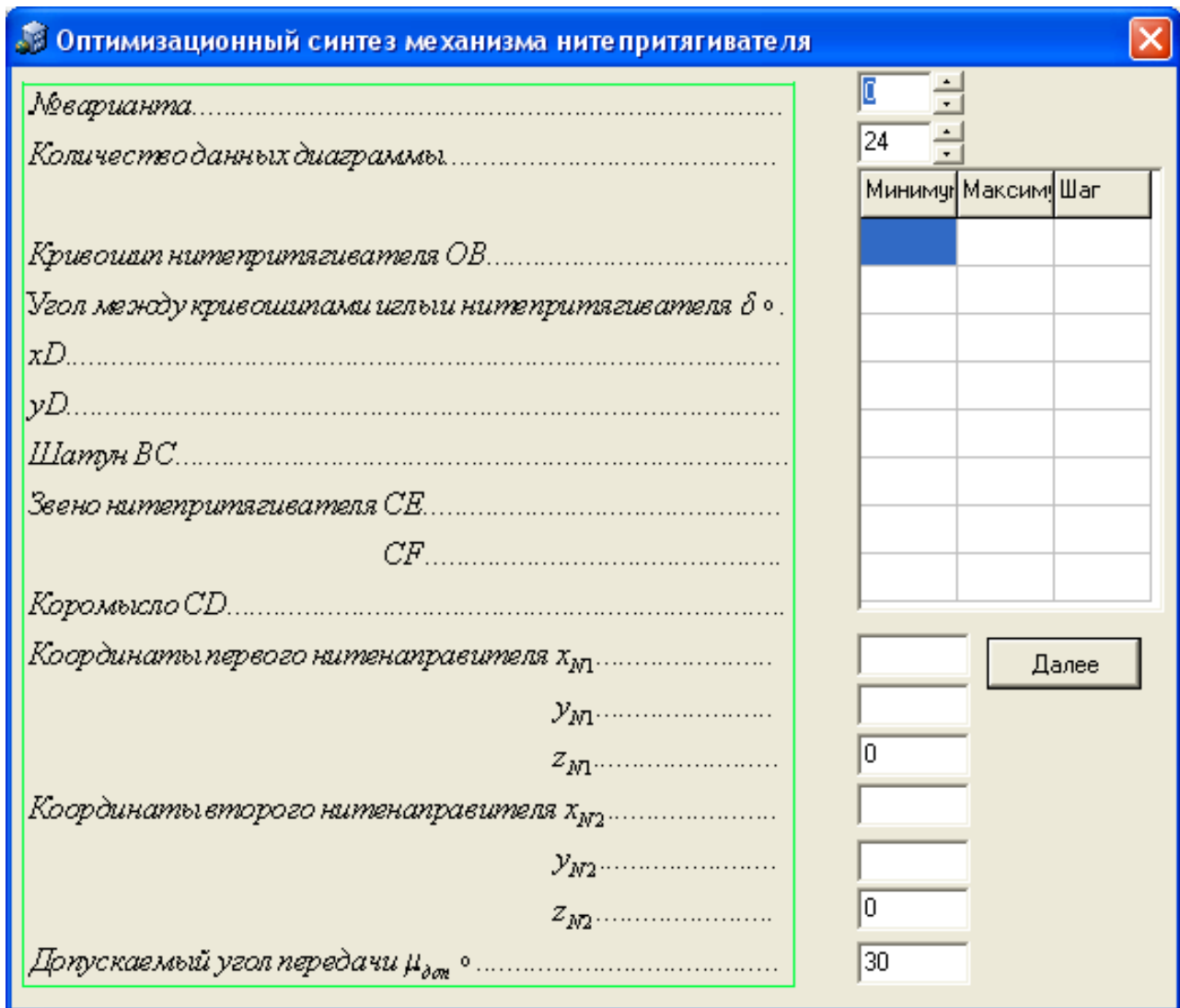


Рисунок 3.5 – Вид окна программы оптимизации

Variant -->

Xd =34.30 Yd= 25.60 delta=23.60 OB=13.80
BC =26.30 CD=46.20 CE =34.00 CF=15.50
Xn1 =-41.00 Yn1=-41.00 Zn1= 0.00
Xn2 =-41.00 Yn2=-41.00 Zn2= 0.00
min =35.23 max=98.94

Nit =110.01 Fizat=300.00 Fipod=90.00 del.S= 5.10

Angle	Old	New
0.00	77.00	75.71
15.00	60.00	52.88
30.00	39.00	31.64
45.00	16.00	15.60
60.00	3.20	5.51
75.00	0.00	0.74
90.00	2.00	0.25
105.00	5.60	3.05
120.00	11.80	8.29
135.00	20.00	15.29
150.00	29.00	23.56
165.00	40.00	32.79
180.00	51.50	42.78
195.00	62.00	53.38
210.00	72.00	64.37
225.00	81.00	75.45
240.00	88.50	86.12
255.00	95.00	95.68
270.00	100.00	103.30
285.00	104.00	108.18
300.00	105.00	110.01
315.00	104.00	108.96
330.00	98.00	104.51
345.00	89.50	94.09

Рисунок 3.6 – Образец распечатки результатов оптимизации

3.3 Содержание отчета

Отчет по расчетно-графической работе должен содержать:

- исходные данные для проектирования,
- исходную схему механизма нитепротягивателя швейной машины (рис. 2.1),
- графические построения механизма нитепротягивателя в двух положениях для своего варианта (рис. 3.1),
- описание порядка построений,
- проверку углов передачи (рис. 3.2),
- построение траектории движения точки E (12 положений механизма) (рис. 3.3),
- определение параметров схемы механизма,
- средние и граничные значения начальных параметров схемы механизма для оптимизационного синтеза (таблица 3.2),
- распечатку значений функции заданной зависимости $S = F(\varphi)$ и воспроизводимой зависимости $S = f(\varphi, x_1, x_2, \dots, x_8)$ (рис. 3.6),
- графики заданной зависимости $S = F(\varphi)$ для своего варианта и воспроизводимой зависимости $S = f(\varphi, x_1, x_2, \dots, x_8)$ для оптимального механизма, построенные в одной системе координат (рис. 3.4).

Таблица 3.2 – Исходные данные для программы оптимизации

Обозначение параметра схемы механизма	Значение параметра с чертежа, мм, град.	Границы интервала оптимизации	
		Минимальное значение параметра	Максимальное значение параметра
OB	13	11	15
δ	30	20	40
x_D	-34	-36	-31
y_D	25	23	27
BC	26	24	28
CE	34	32	36
CF	15	13	17
CD	46	44	48
x_{N_1}	-41		
y_{N_1}	-41		
z_{N_1}	0		
x_{N_2}	-41		
y_{N_2}	-41		
z_{N_2}	0		
$\mu_{\text{доп}}$	30°		

ЛИТЕРАТУРА

1. Сункуев, Б. С. Синтез механизмов : учебное пособие / Б. С. Сункуев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2001. – 84 с.
2. Синтез механизмов : практикум для студентов спец. 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» / Б. С. Сункуев, Т. В. Буевич. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 53 с.