

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ДИЗАЙНА И
ТЕХНОЛОГИИ»

На правах рукописи

КОРОЛЕВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДОВ РОТАЦИОННЫХ РЕ-
МИЗОПОДЪЕМНЫХ КАРЕТОК

Специальность - 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (легкая
промышленность).

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор В.И. Терентьев

Москва – 2014 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Обзор научно-технической литературы по вопросам проектирования приводов ротационных ремизоподъемных кареток ткацких машин.....	11
1.1 Критерии для оценки технико-экономического уровня современных ткацких машин.....	11
1.2 Обзор информации по конструкциям приводов ротационных ремизоподъемных кареток.....	20
Выводы по главе 1.....	37
Глава 2. Основные технические характеристики ротационных ремизоподъемных кареток.....	38
2.1 Требования к техническому уровню современных ротационных ремизоподъемных кареток.....	38
2.2 Разработка эксплуатационных требований к механизмам образования зева.....	41
2.3 Исследование значимости рабочих функций ротационных ремизоподъемных кареток.....	46
2.4 Разработка причинно-следственной диаграммы возможных причин брака при выработке ткани с использованием ротационных кареток.....	51
2.5 Цикловая диаграмма ротационных кареток.....	54
Выводы по главе 2.....	61
Глава 3. Исследование параметров механизмов ротационной ремизоподъемной каретки.....	62
3.1 Кинематический анализ привода ротационной ремизоподъемной каретки.....	62
3.2 Экспериментальное исследование силовых параметров привода ротационной ремизоподъемной каретки.....	68

3.3 Критерии классификации механизмов ремизного движения.....	74
3.4 Экспериментальное исследование кинематических параметров движения ремизок.....	82
3.5 Экспериментальное исследование нагрузок на нити основы в зоне ремизок.....	82
3.6 Исследование механизма переключения программы узорообразования.....	94
3.6.1 Обоснование принципа пружинного переключения.....	102
3.6.1.1 Оценка быстродействия.....	102
3.6.1.2 Оценка энергоемкости.....	106
Выводы по главе 3.....	108
Глава 4. Проектирование привода скоростной ротационной каретки.....	109
4.1 Расчет координат положения нитей основы в процессе прокладки утка на скоростных пневматических ткацких машинах.	109
4.2 Проектирование схемы кулачкового привода ротационной ремизоподъемной каретки с использованием закона движения ремизок в виде сплайн-функции.....	115
Выводы по главе 4.....	122
Глава 5. Совершенствование конструкции ремизок высокоскоростных ткацких машин.....	123
5.1 Обзор способов демпфирования галев ремизок ткацких машин	123
5.2 Совершенствование конструкции ремизки ткацкой машины...	128
5.3 Методика расчета пружинных демпферов для ремизных рамок	130
Выводы по главе 5.....	133
Общие выводы по работе.....	134
Список литературы.....	135
Приложения.....	141

ВВЕДЕНИЕ

Основным требованием, предъявляемым к современным ткацким машинам, кроме высокой производительности и надежности, является универсальность в сочетании с широкими ассортиментными возможностями, которые позволяют адекватно реагировать на изменение потребительского спроса в условиях рыночной экономики.

В РФ ткацкие производства текстильных предприятий в большинстве своем оснащены бесчелночными ткацкими машинами СТБ с малогабаритными прокладчиками утка, которые выпускаются ОАО «Текстильмаш», г. Чебоксары.

Ткацкие машины ОАО «Текстильмаш» способны вырабатывать ткани из пряжи практически любых видов, в том числе хлопчатобумажной и шерстяной пряжи, из натурального шелка, из нитей химических волокон и смесок, жестких волокон (лен), а также из комплексных нитей, лент полипропиленовых и полиэтиленовых монопнитей. Ассортимент вырабатываемых текстильных полотен разнообразен: от простых тканей (полотняного и производного от него переплетений), производимых в массовом порядке, до широких тяжелых технических и жаккардовых тканей крупноузорчатых переплетений [41].

Многофункциональность ткацких машин СТБ определяется:

- возможностью быстрого переоборудования для выработки любого вида тканей из нитей от 2,2 до 1000 Текс;
- возможность использования одиннадцати заправочных ширин: 160, 180, 190, 220, 250, 280, 330, 360, 390, 430 и 540 см для работы в одно или несколько полотен;
- установкой одно, двух и четырехцветных механизмов смены утка;
- различными вариантами зевобразования и образования кромок;
- возможностью выработки тканей с переменной плотностью по утку.

Из перечисленных параметров многофункциональности существенное значение имеет возможность установки на ткацкой машине различных механизмов образования зева:

- кулачковых зевобразовательных механизмов, способных вырабатывать ткани полотняного и производных от него переплетений с высокой производительностью;

- использование ротационных кареток с электронным управлением на 20 секций (18 ремизок, плюс 2 секции для управления механизмом смены утка) для выработки тканей мелкозорчатых переплетений;

- оснащение ткацкой машины машиной Жаккарда, которая позволяет производить весь ассортимент тканей крупнозорчатых переплетений.

Ротационные ремизоподъемные каретки позволяют вырабатывать более 50% тканей широкого ассортимента на всех без исключения ткацких машинах.

Главным мировым производителем механизмов образования зева всех типов является международная промышленная группа Stäubli, имеющая 5 заводов по их производству в Европе и Северной Америке.

По данным на 2010 год производственная программа Stäubli включала: 35% кулачковых зевобразовательных механизмов, 35% ремизоподъемных кареток и 30% машин Жаккарда.

Ножевые ремизоподъемные каретки принципа Гаттерслея фирма практически не производит (отечественный аналог – каретка СКН-14/20).

8-10% от общего количества ремизоподъемных кареток- это каретки со встречным движением ведущего звена (планки квадратного сечения) и коротких подпружиненных крючков, управляемых сигналом от механизма рисунка. Каретки в силу простой конструкции и высокой несущей способности (по контактным напряжениям) устанавливаются на струйных ткацких машинах со скоростью 400-

500 об/мин главного вала. Упругие элементы (пружины крючков) способствуют колебаниям ремизок и нитей основы с амплитудой от 2-х до 5 мм. Однако на надежность процесса прокладки уточных нитей это не влияет, так как контакт с нитями утка, находящимися в центре потока воды или воздуха практически отсутствует.

Ротационные каретки Stäubli имеют систему переключения программы образования рисунка в ткани с помощью нескольких подпружиненных (следающих) фиксаторов или фиксаторов с жестким кинематическим управлением.

Отечественные ротационные каретки - это каретки универсального типа КРУ-20(24) конструкции ВНИИЛТЕКМАШа, производимые ОАО «Машзавод», г. Чебоксары. Каретки могут иметь электронное или механическое управление и работать в скоростном режиме до 300-350 об/мин главного вала ткацкой машины. Недостатки конструкции не позволяют использовать ее на более высоких скоростях.

Перспективными являются опытные образцы кареток ВНИИЛТЕКМАШа и МГТУ им. А.Н. Косыгина, в которых применяются сложные конструкции привода главного вала каретки и подпружиненных фиксаторов. В настоящее время известны патенты по усовершенствованию данной каретки [35].

Актуальность темы диссертации

Ножевые ремизоподъемные каретки, основанные на принципе Гаттерслея, по причине указанных в работе [50] недостатков, способны обеспечить скоростной режим ткацкой машины не более, чем 250-280 об/мин главного вала.

Современные рапирные и струйные (пневматические и гидравлические) ткацкие машины имеют скоростной режим от 500 до 1100 об/мин главного вала. Подобным скоростным режимом обладают только ротационные ремизоподъемные каретки. Четкость и надежность переключения программы перемещения ремизок в соответствии с заданным рисунком переплетения основы и утка в ткани

зависит от цикловой диаграммы и закона вращения ротора каретки, который предусматривает уменьшение скорости в период переключения программы. Данную функцию выполняет специальный привод ротора каретки, который может иметь достаточно сложную структуру, усложняющую конструкцию каретки и в результате накопленных зазоров может исказить заданную цикловую диаграмму.

В предлагаемой диссертационной работе предполагается на основе исследования и анализа существующих конструкций приводов главного вала (ротора) кареток предложить методику проектирования привода с использованием сплайн-функции, исходные данные для которых основаны на расчете координат положений нитей основы, которые зависят от величины зазоров между нитями основы и прокладчиком (в случае ткацких машин СТБ) или потоком воздуха или воды и нитями основы (в случае струйных ткацких машин) во время прокладывания утка.

Предлагаемая методика позволяет существенно упростить механизм привода главного вала каретки, в частности, исключить из схемы дифференциальный механизм сложения скоростей главного вала станка и ведомого звена дифференциала, что позволит создать конструкцию ротационной ремизоподъемной каретки, способной обеспечить высокую производительность ткацких машин.

Научная новизна темы диссертации.

В диссертационной работе впервые разработаны:

- методика проектирования привода главного вала ротационной каретки в виде кулачково-рычажного механизма, профиль кулачка которого спроектирован с использованием сплайн-функции;
- методика расчета координат положений нитей основы, при прохождении через которые нити основы в процессе образования зева не контактируют с прокладчиком или струей воды (воздуха) при прокладывании через зев, что исключает об-

рывность нитей основы и возможность недолета прокладчика с уточной нитью до противоположной кромки ткани;

- цикловая диаграмма работы предлагаемого привода главного вала ротационной каретки;

- выполнен кинематический и силовой анализ механизмов привода главного вала и ремизного движения ротационной каретки с учетом изменения масс звеньев и законов движения ведущего звена;

- разработаны эксплуатационные требования к скоростным ротационным кареткам;

- проанализированы конструкции ремизных рамок скоростных ткацких машин с точки зрения колебаний галевоносителей и нитей основы, рассмотрены конструкции демпфирующих устройств, минимизирующих эти колебания. Предложена методика их расчета.

Задачи и цели исследования.

Целью исследования является создание методики расчета и проектирования привода ротационных ремизоподъемных кареток, которые могут быть установлены на скоростных ткацких машинах со всеми известными способами прокладки утка.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи:

1. Определение критериев для оценки технико-экономического уровня современных ткацких машин.
2. Анализ конструкций приводов ротационных кареток.
3. Разработка классификации механизмов переключения программы узоробразования вырабатываемых тканей.

4. Разработка методики определения координат траектории перемещения ремизок для создания условного выстоя в период зевобразования и переключения программы механизма рисунка.
5. Расчет закона движения ремизок с использованием сплайн-функции. Построение профиля кулачков привода ремизок по данному закону.
6. Разработка эксплуатационных требований к механизмам образования зева и ротационным кареткам в частности.
7. Разработка цикловой диаграммы ротационных ремизоподъемных кареток.
8. Кинематический и силовой анализ привода ротационной ремизоподъемной каретки.
9. Кинематический и силовой анализ механизма ремизного движения ротационной каретки.
10. Кинематический и силовой анализ механизма рисунка (программатора) ротационной ремизоподъемной каретки
11. Анализ конструкций ремизок с демпфирующими устройствами и разработка усовершенствованной конструкции ремизной рамки.

Практическая значимость диссертационной работы.

На основе анализа конструкций современных ротационных кареток определены направления проектирования приводов главного вала кареток.

Методика проектирования привода главного вала ротационных кареток с использованием сплайн-функций на основе траектории движения ремизок, исключаящей контакт между прокладчиком утка или струей воды (воздуха) с нитями основы позволила разработать конструкцию привода без сложного дифференциального механизма.

Предлагаемый привод можно рекомендовать для модернизации ротационных кареток КРУ-20, серийно выпускаемых ОАО «Текстильмаш», г. Чебоксары, что позволит уменьшить затраты на их производство, увеличить производительность за счет повышения скоростного режима в 500 об/мин и выше.

Анализ экспериментальных записей натяжения основных нитей с помощью тензогалев показал многократное увеличение частоты колебаний нитей основы по сравнению с частотой движения ремизок в соответствии с рисунком переплетения вырабатываемой ткани.

Анализ демпфирующих устройств по патентным материалам показал их сложность и недостаточную эффективность. Предложена конструкция пружинного демпфера, встроенного в ремизную рамку, уменьшающую колебания галевоносителя в целом, достаточно простая в реализации и способная найти применение на скоростной ткацкой машине СТБУ1-180 Чебоксарского машиностроительного завода.

Разработанные в диссертации технические предложения и методика проектирования привода главного вала скоростных ротационных кареток предполагается передать для практической реализации в рамках договора о научно-техническом содружестве ОАО «Тестильмаш», г. Чебоксары и кафедры «Технологические машины и оборудование» МГУДТ, г. Москва.

ГЛАВА 1. ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВОПРОСАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИВОДОВ РОТАЦИОННЫХ РЕМИЗОПОДЪЕМНЫХ КАРЕТОК ТКАЦКИХ МАШИН

1.1 Критерии для оценки технико-экономического уровня современных ткацких машин

Предлагаются 3 этапа оценки технико-экономического уровня ткацких машин [53]. На 1-ом этапе рассматриваются технические требования:

- способ прокладки уточных нитей [22];
- тип механизма образования зева (кулачковые механизмы, ремизоподъемные каретки, машины Жаккарда);
- максимальное количество сменяемых уточных нитей;
- необходимость в механизме прокладки утка с вариативной цикловой диаграммой;
- использование систем датчиков для контроля процесса ткачества в соответствии с заданными параметрами и для получения данных, характеризующих надежность работы и производительность ткацкой машины;
- максимальная ширина заправки основой;
- диапазон линейной плотности основных и уточных нитей;
- типы кромок и механизмов кромкообразования;
- возможность использования одного или нескольких ткацких навоев с нитями основы;
- максимальные диаметры ткацкого навоя и товарного валика;
- особенности шлихтования, проборки и привязки основных нитей;
- максимальный раппорт по утку при использовании кулачкового зевобразовательного механизма;
- особенности перерабатываемой пряжи: гидрофобность, эластичность, шероховатость и другие;
- максимальная поверхностная плотность;

- возможность быстрой установки узлов и деталей.

На 2-ом этапе ткацкие машины, удовлетворяющие техническим требованиям, сравниваются по экспертной методике (Дельфи), которая заключается в обработке оценок экспертов по критериям, отобранных с учетом их значимости.

Критерии, кроме указанных выше, включают: качество подготовки данных о показателях работы, надежность ткацкой машины, уровень конструкторских решений, эксплуатационное и сервисное обслуживание, универсальность, возможность получения информационных показателей о работе механизмов и машины в целом, гибкость в переналадке на изменяющийся ассортимент вырабатываемых тканей.

Заключительный этап оценки связан с количественными аспектами сравнения производственных и экономических показателей, которые должны относиться не только к существующим условиям, но и к концу амортизационного периода с учетом тенденций в стоимости рабочей силы, энергии, производственной площади и потребляемых материалов.

Важнейшим экономическим показателем оценки ткацких машин является коэффициент производительности и скорость введения уточной нити в зев (СВУЗ) [26]. Данный показатель для различных ткацких машин и систем прокладки утка представлен в табл. 1.1 [6], [53].

Из табл. 1.1 видно, что наибольшие коэффициенты производительности имеют ткацкие машины с гидравлическим и пневматическим способами введения утка в зев производства фирм Tsudakoma, Nissan, Toyota (Япония), Sulzer-Ruti (Швейцария), Picanol (Бельгия) [54], [55], [56], [57], [58]. Пневматические ткацкие машины с одним навоем имеют более высокую скорость введения утка в зев, чем машины с двумя навоями.

Стоимость всех машин безотносительно СВУЗ повышается с увеличением ширины заправки. Величина капиталовложений на единицу СВУЗ уменьшается существенно для пневматических ткацких машин по сравнению с ткацкими машинами других систем прокладки утка, которые имеют тенденцию к увеличению ширины заправки с целью повышения показателя СВУЗ.

Таблица 1.1 – Коэффициент производительности ткацких машин с различными способами прокладки утка

Машина и способ прокладки утка	Ширина, м (W)	СВУЗ, м/мин		Коэффициент производительности $\left(\frac{\text{м/мин}}{\sqrt{W}}\right)$	
Пневматическая ткацкая машина Toyota JAT600-JA25-MT/T600	3,3	2186	4	1203,3	7
Пневматическая ткацкая машина Nissan LA51A-2MH4	2,8	2066	5	1234,7	6
Пневматическая ткацкая машина Tsudakoma ZAX-190-2C-4S	1,9	2550	2	1850,0	2
Пневматическая ткацкая машина Picanol PAT-A-4-R190	1,9	1702	7	1234,8	5
Пневматическая ткацкая машина Sulzer-Ruti L5200.S190-NZ.1K.TE	1,9	1747	6	1267,8	4
Машина с микропрокладчиками Sulzer-Ruti P7200.B360.NZ.EP/RTQ	3,6	1200	8	632,6	12
Рапирная ткацкая машина Somet Thema 11	3,6	1173	9	618,3	13
Рапирная ткацкая машина Somet Thema 11E	1,9	954	11	692,1	9
Рапирная ткацкая машина Nuovo Pignone FAST.2	2,0	907	13	641,4	11
Рапирная ткацкая машина Vamatex P1001	2,1	950	12	655,6	10
Рапирная ткацкая машина Sulzer-Ruti G6200.B190.N6.SP.U	1,9	992	10	719,7	8
Гидравлическая ткацкая машина Nissan LW542-4-190	1,9	2336	3	1694,7	3
Гидравлическая ткацкая машина Tsudakoma ZW-315X-170-1C-4S	1,7	2601	1	1994,9	1
Рапирная ткацкая машина Dornier HTV8/SD	2,0	761	16	538,1	16
Рапирная ткацкая машина Vamatex SD.400SE	1,85	770	15	566,2	15
Пневморапирная ткацкая машина АТПР (различные модификации)	1,0-1,2	340-456 (398)	20	340-416,3 (378,15)	19
Машина с микропрокладчиками СТБ (различные модификации)	1,6-5,4	416-1053 (734,5)	17	328,9-453,1 (391)	18
Машина с микропрокладчиками СТБУ (различные модификации)	1,8-3,9	567-1072,5 (819,75)	14	422,6-543,1 (482,85)	17
Ткацкая машина ТМ (различные модификации)	1,6-5,4	506-650,7 (578,35)	18	506-650,7 (578,35)	14
Челночная ткацкая машина Jurgens	11,6	557	19	148,9	20

Коэффициент производительности зависит от ширины заправки, изменение значения этого коэффициента для пневматических машин более значительно, чем

изменение величины СВУЗ. Однонавойные ткацкие машины Tsudakoma ZAX-190-2C-4S достигли коэффициента производительности 1850 при аналогичных условиях ткачества по сравнению с рапирными машинами и машинами с микропрокладчиками - 719,7 для рапирной ткацкой машины Sulzer-Ruti G6200.B190.N6.Spu.

Стоимость капитальных вложений на единицу СВУЗ для пневматических ткацких машин падает с повышением коэффициента производительности в течение последних пяти лет. У машин с гибкими рапирами повысился коэффициент производительности за этот период времени, уменьшив разницу в величине этого коэффициента по сравнению с машинами с микропрокладчиками.

Целесообразно использование дополнительного коэффициента – отношение СВУЗ к единице производственной площади, занимаемой ткацкой машиной. Худший коэффициент имеет машина с шириной заправки 2 м и жесткими рапирами. Высший коэффициент имеет пневматическая ткацкая машина с одним навоем. Отношение лучшего коэффициента к худшему составляет 4,4 : 1.

Стоимость необходимых запасных частей на дату установки рассчитывается по формуле (1.1) [53].

$$C = x + p * n^y, \text{ где} \quad (1.1)$$

C – стоимость запасных частей на 100 тыс. проложенных уточных нитей,
 x, y, p – константы (для пневматических ткацких машин составляют: $x = 59,8$; $y = 1,22$; $p = 3,3$, которые справедливы при использовании в расчетах долларов США)
 n – срок службы ткацкой машины, лет.

Стоимость запасных частей и технического обслуживания бесчелночных ткацких машин значительно зависит от способа прокладки утка в зев, степени инженерного профессионализма, типа производимой продукции, уровня оперативности и эффективности технического управления. Изменение затрат во времени предсказать трудно. Для некоторых ткацких машин затраты не изменяются в течение нескольких лет, затем в течении 2-3 лет в середине периода амортизации резко возрастают, а далее возвращаются почти к начальному уровню. Детали, входящие в состав боевого механизма ткацких машин с микропрокладчиками ут-

ка, особенно торсион подлежат замене через 8-10 лет при трехсменной работе в зависимости от поверхностной плотности и рисунка переплетения вырабатываемой ткани. Для других ткацких машин затраты возрастают в течении времени эксплуатации по экспоненциальной зависимости. В табл 1.2 [53] приведена стоимость запасных частей на 100 тыс. прокидок утка для ткацкой машины Sulzer с микропрокладчиками утка и заправочной шириной 388 см.

Таблица 1.2 - Затраты на запасные части в зависимости от технологических параметров вырабатываемой ткани на примере ткацкой машины Sulzer

Вырабатываемая ткань	Пряжа	Затраты на запасные части на 100 тыс. прокидок утка (долларов США)
Полипропиленовая тканая основа для ковров	основа: полипропилен 6000 текс уток: полипропилен 12000 текс	36,5
Плотный промышленный сатин	основа: хлопок 50 текс уток: хлопок 50 текс	28,6
Однотонный поплин	основа: полиэстер/хлопок 67/33 15 текс уток: полиэстер/хлопок 67/33 13 текс	20,1
Вискозная ткань для печати	основа: вискоза 25 текс уток: вискоза 25 текс	17,7

Существует зависимость с высокой степенью вероятности ($P(t)=0,954$) между стоимостью запасных частей на 100 тыс. прокидок утка и качеством вырабатываемой ткани.

В таблице 1.3 приведены данные потребления энергии для ткацких машин, использующих 5 систем прокладки утка при выработке четырехремизного вельвет-корда шириной 152 см с плотностью по основе и утку 32,7 и 44,9 нитей/см соответственно при линейной плотности 27 и 47 текс. [53]

Таблица 1.3 - Потребление энергии ткацкими машинами с различным способом прокладывания утка в зев, кВт/м²

Способ прокладывания утка в зев		Потребление энергии	
		кВт/м ²	В соотношении с п. 1
1	Микропрокладчиком	0,261	1,00
2	Пневматический	0,652	2,50
3	Рапирами	0,517	1,98
4	Челноком	0,360	1,38
5	Двухфазный	0,303	1,16

Машины производства Sulzer с микропрокладчиками утка имеют наименьшее потребление энергии, а пневматические машины этого же производителя – наибольшее, соотношение составляет 2,5 : 1. При выработке вельвет-корда в течение недели в объеме 270 тыс. м² разность в потреблении энергии пневматическими машинами и машинами с микропрокладчиками утка составляет 100000 кВт*ч, что является значительной величиной. Это значение было определено при условии, что весь сжатый воздух расходуется на прокладку утка, так как утечки воздуха через уплотнения постоянно работающих машин сложно выявить и полностью устранить. Например, при работе 300 однонавойных ткацких машин 8544 часа в год во время простоев по различным причинам потребляемый сжатый воздух требует энергии в 110 кВт. Мониторинг технического состояния оборудования снижает указанные потери не более чем на 2,5 %.

На рис 1.1 представлено потребление энергии в кВт на квадратный метр вырабатываемой ткани для ткацких машин с тремя способами прокладки утка в зависимости от ширины вырабатываемой ткани [53]. Используются данные фирмы Sulzer, в настоящее время ИТЕМА (Италия) [55].

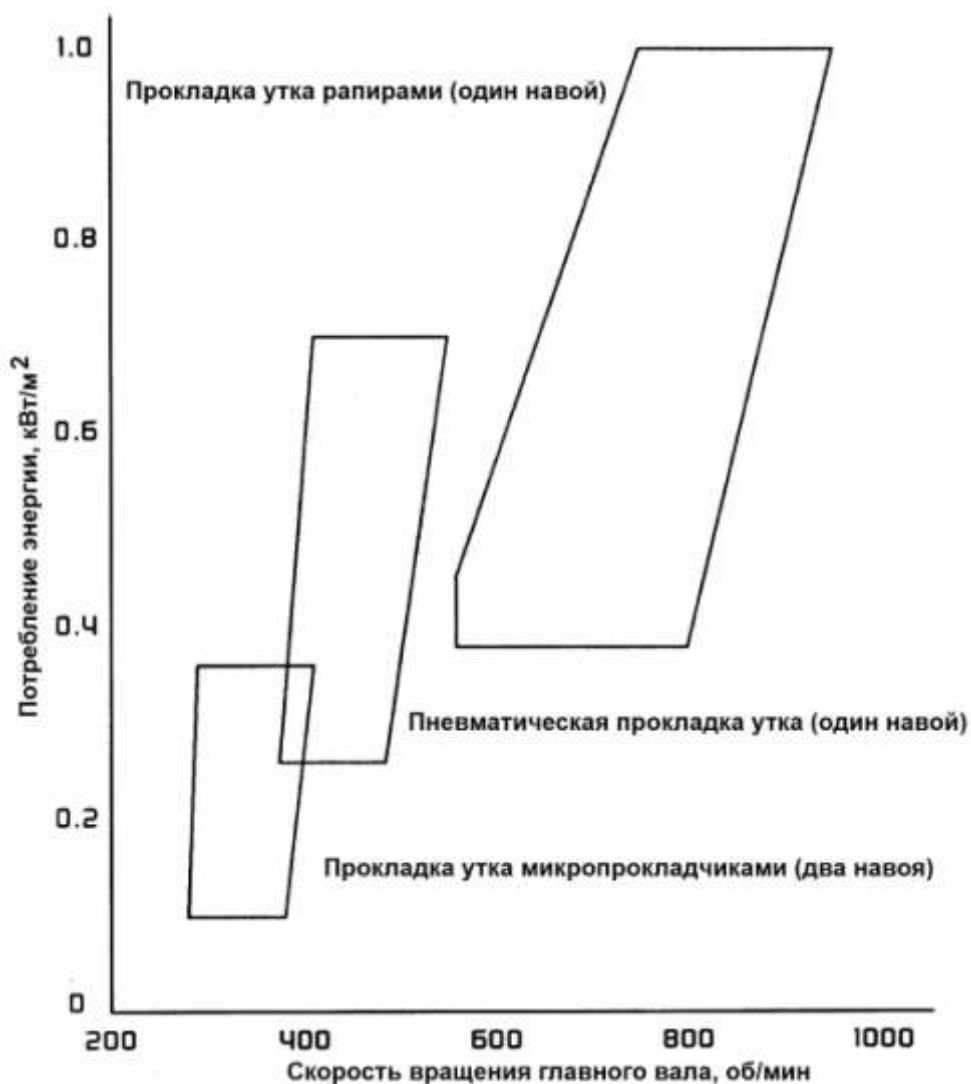


Рис. 1.1 Потребление энергии на 1 кв.м. выработываемой ткани для различных способов прокладки утка

Так как энергия для прокладки утка составляет от 1/3 до 1/2 от общей потребляемой ткацкой машиной электроэнергии, способ прокладки утка имеет определяющее значение для оценки энергоэффективности ткацкой машины.

С ростом строительных и энергетических затрат большое экономическое значение приобретает коэффициент производства продукции на 1 м² производственной площади. В таблице 1.4 [53] приведены значения СВУЗ/м² для ткацких машин с различными способами прокладки утка при оптимальной их установке. Диапазоны изменения этого показателя составляют от 41,1 до 110,6 м/мин*м², то есть практически 3 : 1 – с преимуществом для пневматического способа прокладки утка.

Стоимость производственной площади, кроме первоначальных капитальных вложений, включает стоимость сервиса на единицу СВУЗ: кондиционирование воздуха, освещение и ремонт помещений, которая прямо пропорциональна производственной площади, составляя значительную величину.

Дополнительная информация по технико-экономическим показателям современных ткацких машин приведена в Приложении 1 [42], [43], [44], [45], [46], [47].

Таблица 1.4 - Коэффициент СВУЗ/м² для различных способов прокладки утка

Ткацкая машина			Размеры			Общая тре- буемая пло- щадь	СВУ З, м/ми н	СВУЗ/ м ²
Тип машины	Шири- на, м	Ско- рость, об/мин	Ши- рина, м	Глу- бина, м	Пло- щадь, м ²			
С микропро- кладчиками утка Sulzer-Ruti P7200	3,88	310	5,60	2,04	11,42	19,04	1200	63,0
С жесткими ра- пирами Dornier	2,00	425	5,00	1,90	9,50	15,52	850	53,72
Пневматическая Sulzer-Ruti L5200	1,90	450	3,78	1,81	6,84	11,40	1260	110,6
Двухфазная Saurer 500	2x1,85	320	5,85	1,62	9,48	15,73	1184	75,2
Двухзевная Gunne	2,00	430	5,25	2,21	12,68	20,92	860	41,1
С гибкими рапи- рами Somet	3,60	345	6,90	2,03	14,00	23,30	1173	50,3

1.2 Обзор информации по конструкциям приводов ротационных ремизоподъемных кареток

Ремизоподъемные каретки, предназначенные для выработки тканей мелко-узорчатых переплетений, придают ткацким машинам значительную универсальность, необходимую в условиях рыночной экономики.

При выработке тканей полностью не решена проблема отставания скоростных возможностей ремизоподъемных кареток от достигнутых технических возможностей ткацких машин. Основная причина более низких скоростных параметров ремизоподъемных кареток заключена в том, что в приводе ремизок до настоящего времени используются механизмы с пассивными состояниями звеньев, не способные функционировать в следящем режиме в ожидании момента переключения. Подобные механизмы требуют для себя циклического снижения скорости вращения ротора каретки на момент переключения программы.

Указанный недостаток возможно устранить путем отказа от механического привода и перехода на привод каждой ремизки от отдельного серводвигателя. Однако технический прогресс в ткацком производстве требует более экономичных решений.

Ножевые ремизоподъемные каретки, основанные на принципе Гаттерслея, по причине ограниченных скоростных возможностей практически не производятся с середины 70-х годов.

Анализ ограниченных скоростных возможностей этих кареток рассмотрен в работе [50].

Расчетная схема привода ножей и крючков приведена на рис. 1.2. Схема состоит из осевого кривошипно-ползунного механизма АВСК и присоединенного к нему четырехзвенника АDMNK. Ножи и крючки перемещаются по разным траекториям: ножи - плоскопараллельно (их оси т.т. М и М₁ - по дугам *l-l* радиуса R), а оси крючков (т. т. К и К₁) - по шатунным кривым q-q. В результате между ра-

и

$$\left. \begin{aligned} \rho &= l_{AK}; \angle CAK = \alpha; \\ \sin \alpha &= (a \sin \beta) / \beta; \\ \sigma &= 180^\circ - (\alpha + \beta). \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

Радиус-вектор ρ является ведущим звеном четырехзвенника, поэтому $\omega = \omega(\beta)$. Из расчетной схемы следует:

$$\omega = \lambda - \sigma_2, \quad (1.5)$$

$$\text{где} \quad \lambda = 180^\circ - \alpha_1 - \beta_2 + \eta; \quad (1.6)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \arccos(f^2 + S_1^2 - \rho^2) / (2fS_1); \\ \beta_2 &= \arccos(C_1^2 + S_1^2 - b_1^2) / (2C_1S_1). \end{aligned} \right\} \quad (1.7)$$

Углы α_1 и β_2 определим из $\triangle ADK$ и $\triangle DMK$ ($l_{AK} = \rho$, $l_{AD} = f$, $l_{DK} = S_1$, $l_{KM} = b_1$, $l_{DM} = C_1$, $\angle DMK = \delta_2$, $\angle DML = \angle MDL_1 = \lambda$)

Далее

$$S_1 = \sqrt{\rho^2 + f^2 - 2\rho f \cos \sigma_1}, \quad (1.8)$$

$$\text{где} \quad \sigma_1 = 90^\circ - (\varphi + \eta). \quad (1.9)$$

Угол $\eta = 40^\circ 07' 20''$ и определяется конструкцией РК.

$$\sigma_2 = \arccos(b_1^2 + C_1^2 - S_1^2) / (2b_1C_1) \quad (1.10)$$

Получим, что

$$\omega = (180 - \alpha_1 + \beta_2 + \eta) - \arccos(b_1^2 + C_1^2 - S_1^2) / (2b_1C_1) \quad (1.11)$$

Изменение угла ω в процессе совместного перемещения ножей и крючков равно $\omega_{\max} = 1,5^\circ$.

Образование угла ω присуще всем конструкциям РК и характеризуется тем, что крючки должны смять верхнюю кромку рабочей поверхности ножа (т. N_1)

примерно на 0,5 мм для полного совпадения их поверхностей при условии отсутствия зазоров в кинематических парах РК.

Так как угол ω почти всегда положителен (положительный отсчет углов - по часовой стрелке), то ножи и крючки контактируют только в точке N_1 . Если, исходя из вышеприведенных уравнений, выполнить расчет с достаточно большим перебором параметров R и $l_{BC}=l_{BK}=b$ (габариты каретки), то можно получить минимальные значения ω_{\max} . В этих случаях положение линейного контакта ножей и крючков будет меняться (возникает скольжение их рабочих поверхностей).

Таким образом, изменение габаритов каретки не позволяет ликвидировать углы ω . В конструкции каретки Штойбли 330 применены поворотные ножи, которые, частично решая указанную проблему, способствуют также удержанию крючков на поверхности ножей в процессе зевобразования. Однако, механизм поворотных ножей существенно усложняет конструкцию каретки.

Экспериментальное исследование каретки РКН-12 при скоростном режиме от 235 до 315 мин⁻¹ главного вала ткацкого станка не только подтвердило образование углов ω , но и определило нарушение контакта между крючками и ножами в процессе образования зева.

Основные причины ограниченных скоростных возможностей ножевых ремизоподъемных кареток [51]:

1. Возвратно-поступательное движение системы ножи-крючки;
2. Зазоры между ножами и крючками, образующиеся в результате различных траекторий их перемещения.

В настоящее время большинство производителей ткацкого оборудования устанавливают на ткацких машинах ротационные каретки, основанные на непрерывном однонаправленном вращении главного вала каретки с замедлением в период переключения программы зевобразования.

Преимущества ротационных кареток:

1. Возможность использования на всех моделях скоростных бесчелночных ткацких машин;
2. Повышенные скоростные возможности;
3. Использование в качестве переключателей программы рисунка переплетения ткани системы планетарных передач, что позволяет передавать максимальные крутящие моменты при минимальных габаритах механизма.
4. Возможность использования как перфолент, так и современных электронных программносителей.
5. Удобство наладки и обслуживания. Сборка и разборка каретки узловым методом.
6. Оснащение каретки системой обратной связи позволяет автоматически производить восстановление раппорта переплетения непосредственно после сбоя или при смене программы.

Для уменьшения скорости вращения главного вала каретки в период переключения программы зевообразования в первых серийных конструкциях фирмы Staubli [28] установлены специальные редукторы, включающие планетарный и кулисный механизмы [3].

В конструкции данной каретки для перемещения рычагов 2 используется шарнирный четырехзвенный привод (рис. 1.3). Вращение вала 14, эксцентрикам 13 и шатунам 12 сообщается от вала 3 привода посредством кулисного и планетарного механизмов. Планетарный механизм включает водило 7, на оси 5 которого установлена зубчатое колесо 6, и неподвижная шестерня 4. Кулисный механизм состоит из ролика 9 на оси 10, кривошипа 8 и кулисы 11. Палец 1 используется для регулировки начального положения звеньев механизма.

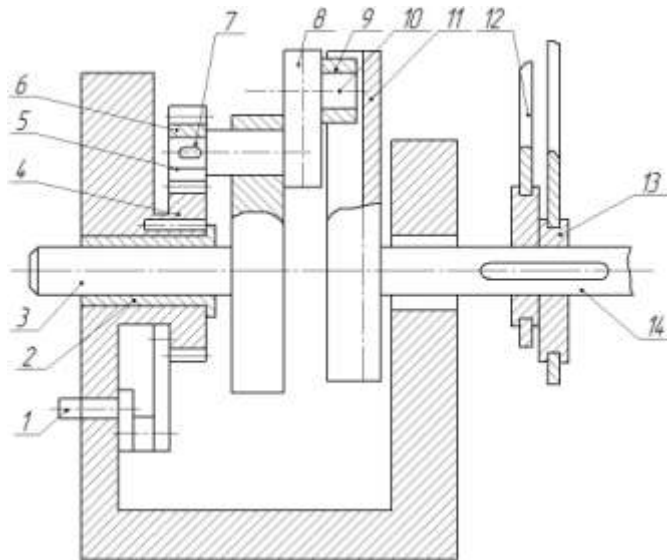


Рис. 1.3 Привод ротационной каретки фирмы Staubli

На рис. 1.4 представлены кривые изменения угловых скоростей структурных звеньев привода ротационной каретки: постоянной ротора 3 каретки – ω_1 , переменной скорости кривошипа 8 кулисного механизма – ω_2 и выходной скорости ω_3 главного вала 13 каретки.

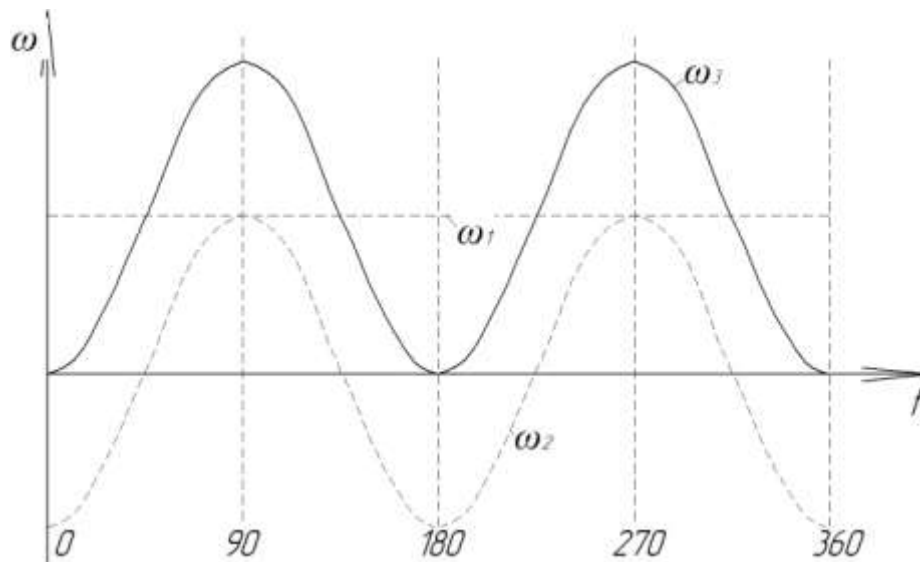


Рис. 1.4 Графики угловых скоростей звеньев привода ротационной каретки

Сочетание планетарного механизма с кулисным может обеспечить скоростной режим каретки до 400-450 об/мин.

Дальнейшее совершенствование конструкции привода каретки происходило по 2 направлениям: 1. применение кулачково-дифференциальных и кулисно-дифференциальных механизмов; 2. применение некруглых зубчатых колес.

Вопросы проектирования эксцентрикового привода, который сообщает главному валу каретки неравномерное вращение рассмотрены проф. Малышевым А.П. в работе [23].

На рис. 1.5 приведена схема эксцентрикового привода, с помощью которого возможно получение неравномерного вращения ротора каретки. На главном валу А свободно установлен приводной шкив Е с пальцем С, который находится в пазу f рычага R. Рычаг установлен на втулке неподвижного эксцентрика Э. На другом плече рычага R имеется палец С', находящийся в пазу f' приводного рычага L, закрепленного на валу А. Движение от шкива Е сообщается рычагу R, далее рычагу L и валу А.

Кинематическая схема этого привода представлена на рис. 1.6. Здесь АС-кривошип, вращающийся вокруг оси А. AN' – рычаг, закрепленный жестко на валу А и вращающийся вместе с ним. NOС' – двуплечий рычаг – кривошип, вращающийся вокруг центра О.

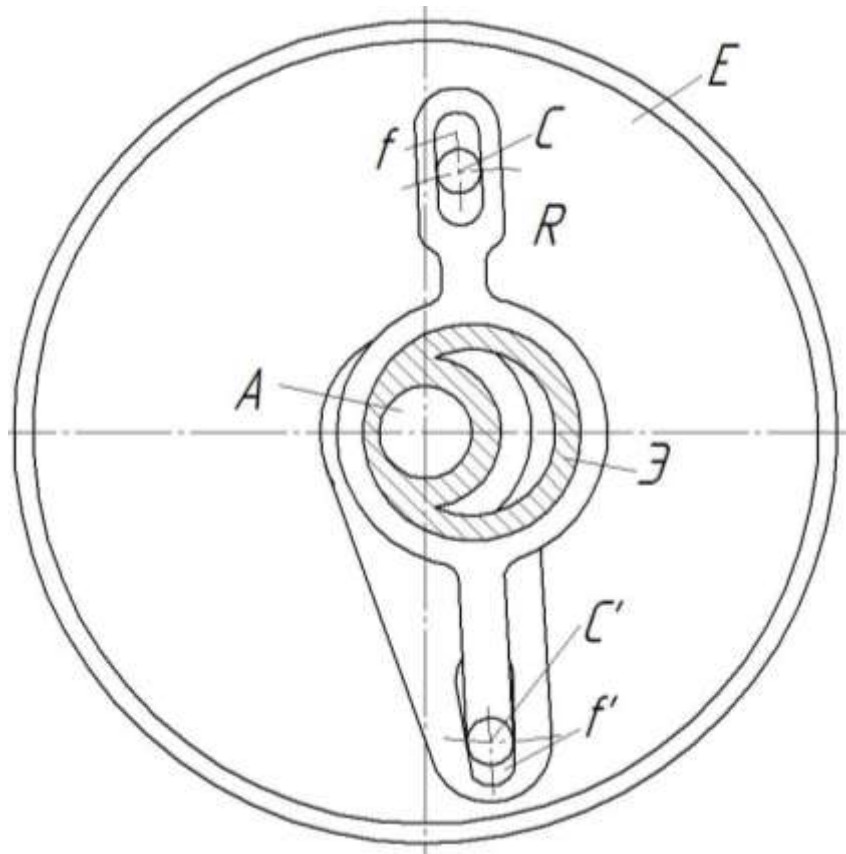


Рис. 1.5 Схема эксцентрикового привода

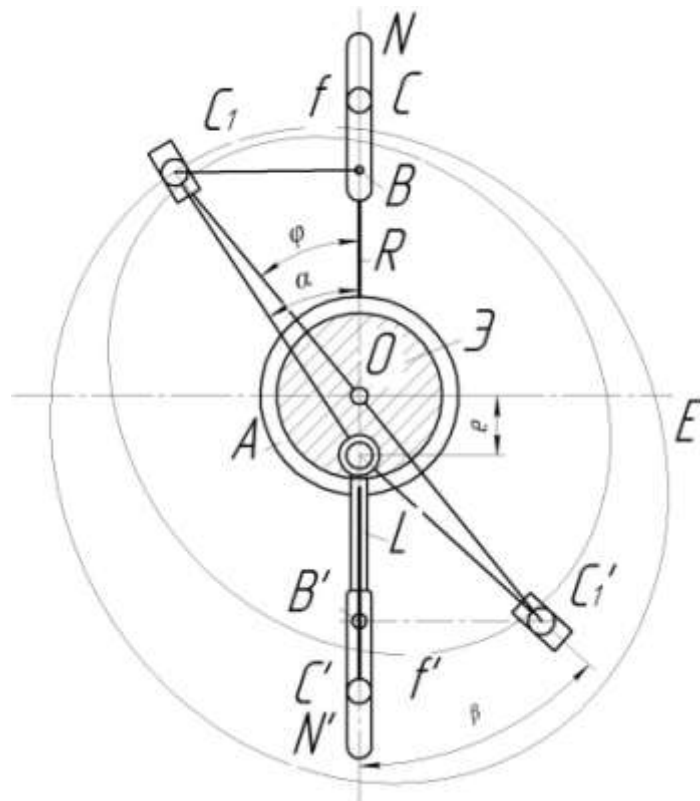


Рис 1.6 Кинематическая схема эксцентрикового привода

При повороте кривошипа AC на угол α , палец C, увлекая за собой рычаг NOC', повернет его на угол φ . Одновременно с этим повернется на тот же угол φ и второе плечо рычага, и палец C' повернет рычаг AN', а вместе с ним и вал A на угол β .

Обозначив AC=r, OC'=b, AO=e, приведем уравнение для определения угловой скорости рычага L, а следовательно и вала A механизма.

$$\omega_{\text{ВЫХ}} = \omega \frac{r^2 - r e \cos \alpha}{r^2 - 2 r e \cos \alpha + e^2} * \left[\frac{b^2 - b e \cos \left(\arctg \left(\frac{r \sin \alpha}{r \cos \alpha - e} \right) \right)}{b^2 + e^2 - 2 b e \cos \left(\arctg \left(\frac{r \sin \alpha}{r \cos \alpha - e} \right) \right)} \right], \quad (1.12)$$

где ω – постоянная угловая скорость шкива E.

Получение переменной угловой скорости возможно при помощи эксцентричной цепной передачи. На валу O_2 эксцентрично установлена звездочка II, на оси O_1 – закреплена звездочка I (рис. 1.7)

Движение к выходному валу передается от вала O_1 через цепную передачу. При постоянной угловой скорости ведущей звездочки 1 число оборотов звездочки 2 будет переменным.

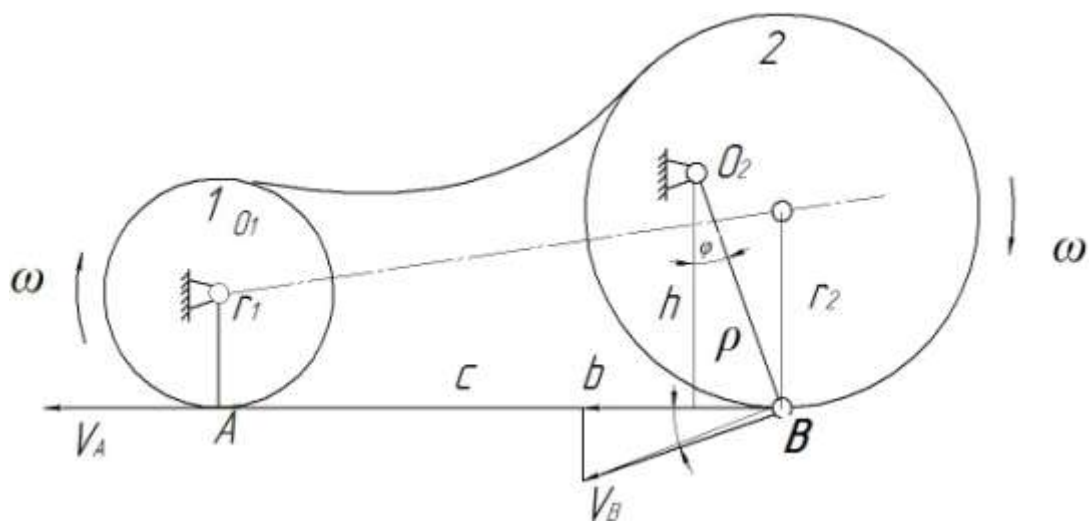


Рис. 1.7 Эксцентричная цепная передача

В данном механизме связь между угловыми скоростями валов определяется формулой $\omega_1 r_1 = \omega_2 h$, где ω_1 и ω_2 – угловые скорости ведущего и ведомого валов, r_1 – радиус ведущей звездочки, h – эксцентриситет посадки ведомого колеса.

В работе [52] приведена схема и исходные формулы для проектирования передачи к валу каретки с помощью некруглых зубчатых колес.

Схема центроидной зубчатой пары круглого и некруглого колес представлена на рис. 1.8 [3], [52].

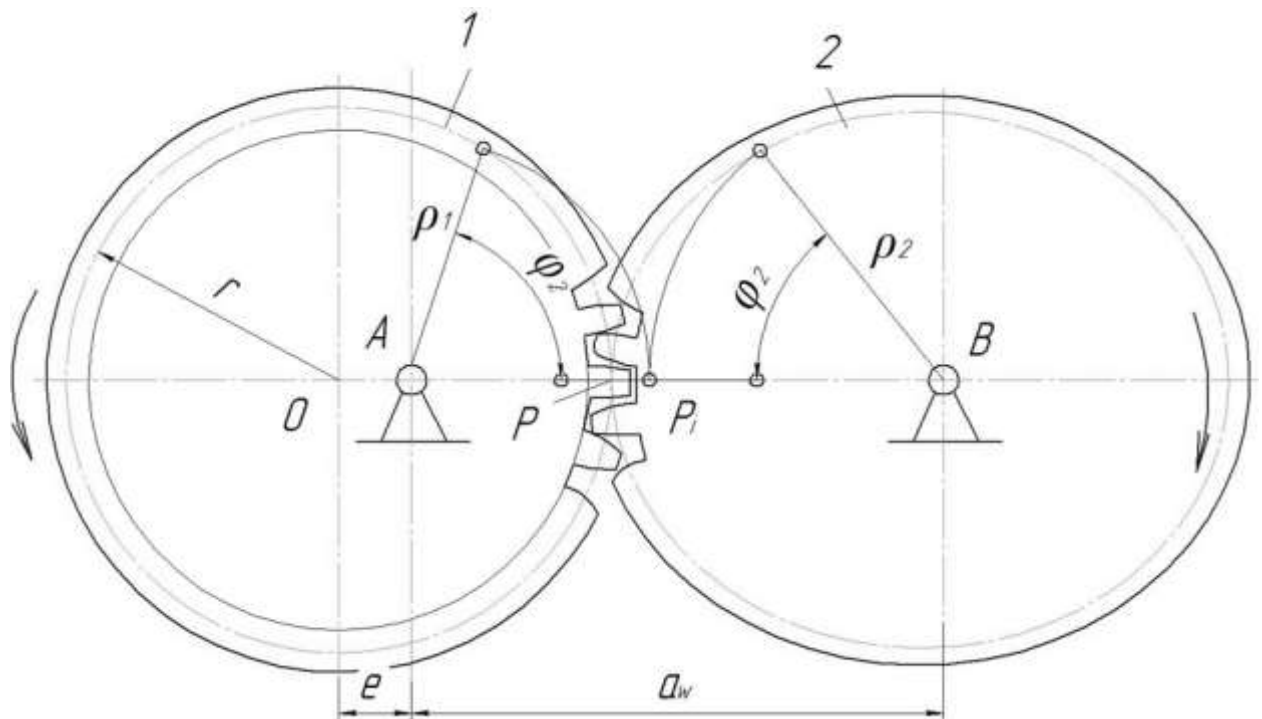


Рис. 1.8 Схема зацепления круглого и некруглого колес в приводе ротационной каретки

На схеме 1 – ведущее круглое зубчатое колесо, радиуса r , посаженное эксцентрично, 2 – ведомое некруглое зубчатое колесо.

Общие уравнения кинематики передачи с круглым и некруглым колесами имеют следующий вид:

$$\varphi_2 = \alpha_0 \varphi_1 + \sum_{k=1}^4 \frac{1}{k} \alpha_k \sin k \varphi_1, \quad (1.13)$$

где φ_1 - угол поворота круглого ведущего колеса,

α_0 - постоянная составляющая угловой скорости ведомого звена,

α_k - коэффициент циклически изменяющейся части гармонического ряда

$$\tilde{\omega}_2 = \omega_1 \left(\alpha_0 + \sum_{k=1}^4 \frac{1}{k} \alpha_k \cos k \varphi_1 \right), \quad (1.14)$$

где $\tilde{\omega}_2$ - угловая скорость на ведомом валу механизма,

ω_1 - постоянная угловая скорость на входном валу механизма.

$$\tilde{\varepsilon}_2 = -\omega_1^2 \sum_{k=1}^4 k \alpha_k \sin k \varphi_1, \quad (1.15)$$

где $\tilde{\varepsilon}_2$ - угловое ускорение на выходном валу механизма.

Применение в качестве привода главного вала ротационной каретки некруглых колес и цепной передачи с эксцентрично посаженной звездочкой не обеспечивает необходимое замедление вала для переключения программы перемещения ремизок в соответствии с заданным переплетением и не позволяет производить его регулировку.

Поэтому в современных конструкциях ротационных кареток используются кулачково-дифференциальные приводы главного вала каретки в различном конструктивном исполнении.

Привод главного вала опытного образца ротационной ремизоподъемной каретки Вниилтекмаша и МГТУ им. А.Н. Косыгина [1] представлен на рис 1.9.

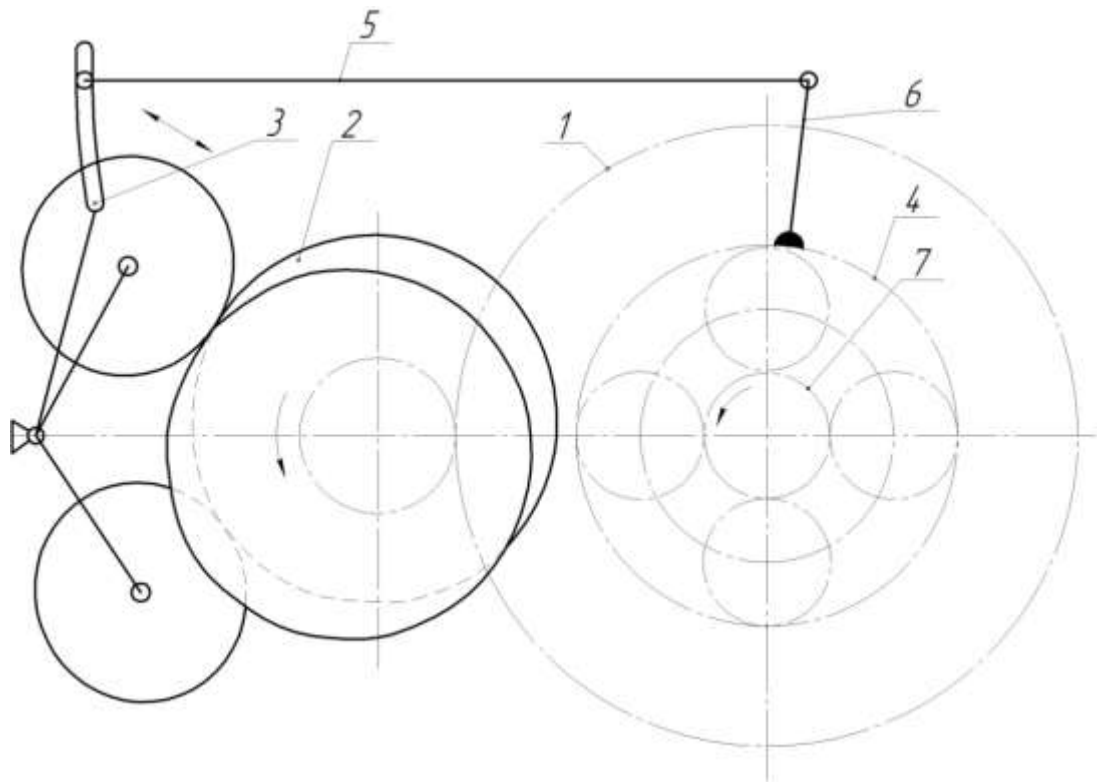


Рис 1.9. Дифференциально-кулачковый привод опытного образца ротационной ремизоподъемной каретки Вниилтекмаша и МГТУ им. А.Н. Косыгина.

В этой конструкции водило 1 и кулачки 2 получают вращение с постоянными скоростями от главного вала станка. Коромысло 5 предает качательное движение с переменной скоростью от коромысла с роликами 3 коронному колесу внутреннего зацепления 4 посредством звеньев 5 и 6. В результате сложения и вычитания постоянной скорости водила 1 и переменной коронного колеса 4 центральное колесо 7 вращается с переменной скоростью без остановок. Графики изменения угловых скоростей структурных звеньев привода данной каретки аналогичны графикам, изображенным на рис. 1.4.

Для работы шарнирно-рычажного механизма в безударном режиме, привод снабжен дифференциально-кулачковым регулятором скорости, снижающим скорость приводного вала до минимального уровня в каждом цикле работы привода. При остановке ремизки по программе переплетения кривошип рычажной передачи к ремизке блокируется с корпусом привода посредством подпружиненного фиксатора и находится, как и вся передача к ремизке, в положении выстоя. При

получении от программного устройства команды на движение ремизки кривошип блокируется с приводным валом и переходит из положения выстоя в движение. Безударное сцепление планетарной муфты с приводным валом происходит на практически нулевых скоростях вращения приводного вала привода каретки, при этом главный вал ткацкой машины вращается с постоянной скоростью.

Недостатками указанного привода являются высокие инерционные нагрузки на ремизках ткацкой машины при повышенной неравномерности вращения приводного вала, обусловленной использованием кулачков привода, спроектированных по закону с высоким уровнем ускорений, а также сложность конструкции данного привода.

В серийной ротационной ремизоподъемной каретке КРУ-20 [2] применена кулачково-дифференциальная передача. Управление законом движения выходного звена осуществляется кулачковым механизмом.

Входным звеном передачи является водило 1 (рис. 1.10). Сателлит-сектор 6 одновременно служит коромыслом кулачкового механизма, расположенного соосно с солнечным колесом дифференциальной передачи 7. Ролики осей 2, укрепленных на сателлите 6, как на двуплечем коромысле, обкатывают неподвижно закрепленные кулачки 4 и 5. При этом коромысло-сателлит 6 качается вокруг оси, закрепленной на водиле 1. Так как коромысло кулачкового механизма является сателлитом дифференциальной передачи, то его относительное движение складывается с движением водила и передается солнечному колесу 7 (главному валу каретки).

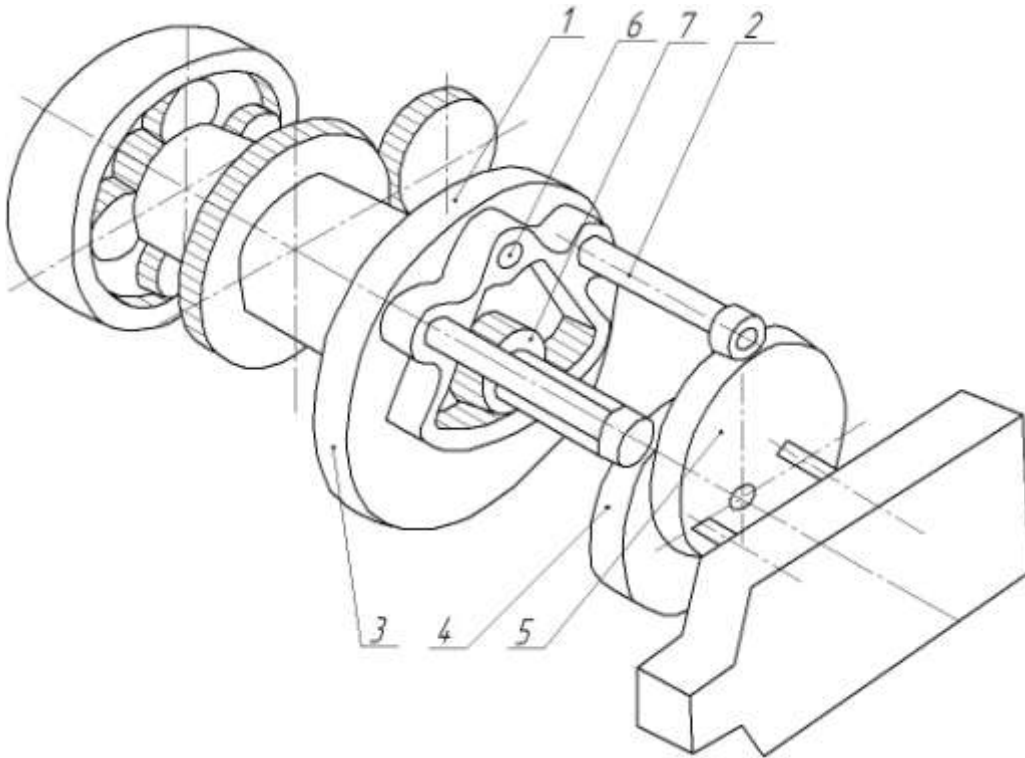


Рис. 1.10 Дифференциальный привод серийной ротационной ремизоподъемной каретки КРУ-20

Другой вид кулачково-дифференциальной передачи в приводе ротационной каретки описан в [37] и показан на рис. 1.11.

Главный вал (на рисунке не показан) и ротор каретки 1 расположены соосно. На главном валу расположен двуплечий рычаг 2, вращающийся вместе с ним. На рычаге 2 установлены зубчатые секторы 3 с роликами 4. Оба зубчатых сектора 3 находятся в зацеплении с ведомой шестерней 5 посаженной на ротор 1 каретки, ролики 4 находятся в контакте с кулачком 6 и контркулачком 7, закрепленными неподвижно. Ротор 1 получает неравномерное движение, полученное сложением постоянной скорости главного вала и переменной скорости качания зубчатых секторов 3.

Графики изменения угловых скоростей структурных элементов рассмотренных приводов аналогичны графикам, приведенным на рис. 1.4.

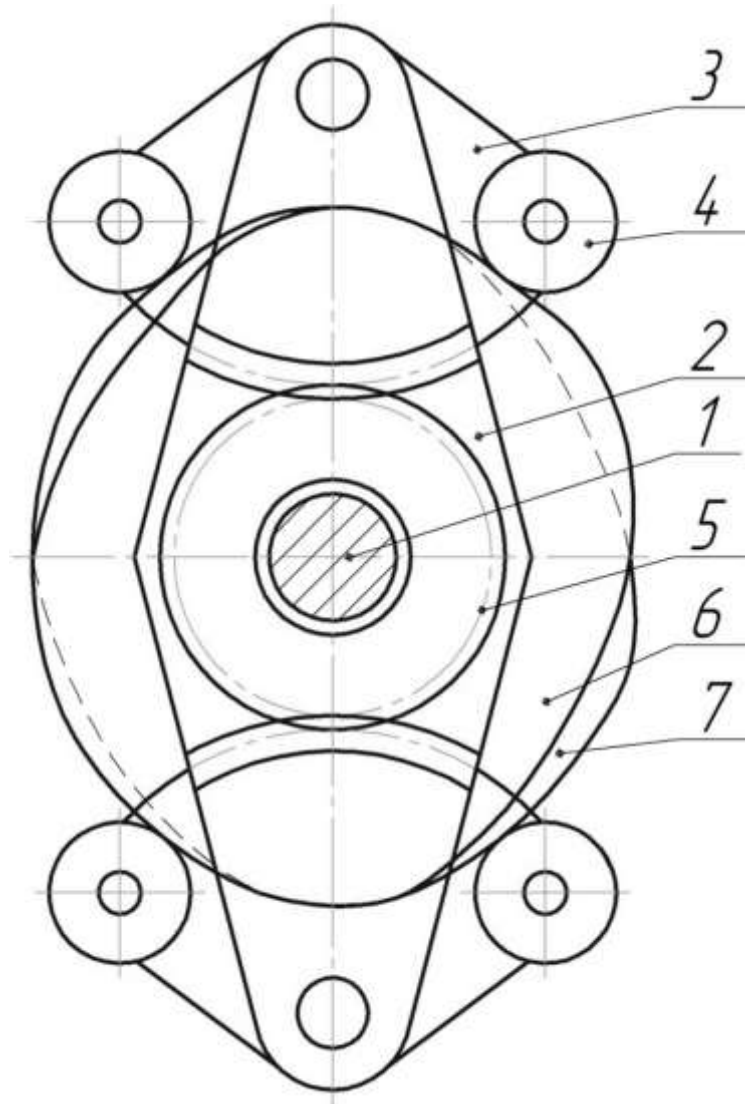


Рис. 1.11 Схема привода ротационной ремизоподъемной каретки фирмы Zangs

Привод ремизных рам фирмы Nuovorignone (Италия) [31], представленный на рис. 1.12 содержит установленный в корпусе 1 привода главный вал каретки 2, связанный кинематической передачей (не показана) с главным валом ткацкой машины. На главном валу каретки 2 по числу ремизных рам установлены кривошпы 3 механизма ремизного движения, каждый из которых снабжен шарнирно-рычажной муфтой 4 включения движения и блокировки ремизки в открытом зеве и взаимодействующей с программным устройством 5. Муфта 4 получает сигнал управления от программного устройства 5.

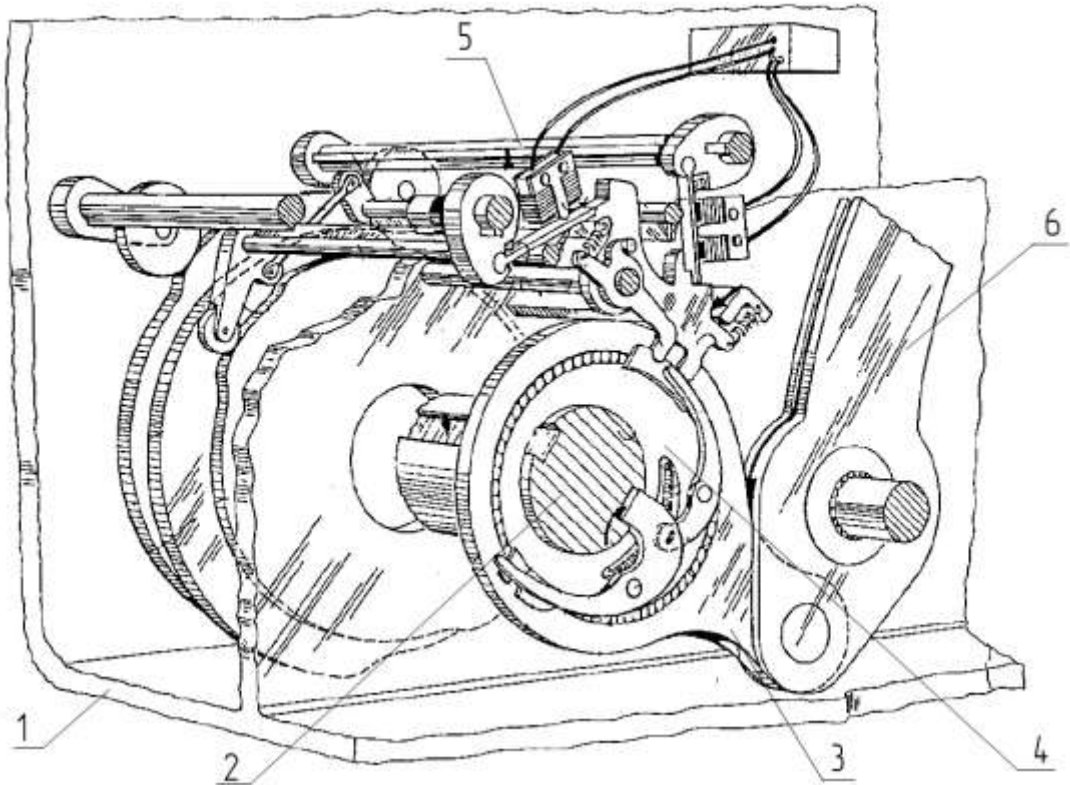


Рис. 1.12 Привод ремизных рам

Привод ремизных рам [35], представленный на рис.1.13 имеет следующую конструкцию. В корпусе привода 1 установлен связанный кинематической передачей с главным валом ткацкой машины главный вал каретки 2, на котором по числу ремизок установлены планетарные муфты включения 3, взаимодействующие каждая с программным устройством 5 и с рычажной передачей 4 к ремизной раме 6 посредством водила 7, кривошипа 8 рычажной передачи к ремизке, коронного колеса 9, и фиксаторов 10 водила и коронного колеса, оси поворота которых имеют возможность качательного движения относительно оси приводного вала 2. 8 – шестерня обратной связи фактического положения ремизки с звеньями программного устройства 5.

Достоинство указанного привода заключается в том, что механизм переключения может срабатывать в безударном режиме, не требуя снижения скорости вращения ротора каретки, что позволяет отказаться от редуктора скорости на вхо-

де привода, а также от пружинных фиксаторов блокировки ремизок в открытом зеве.

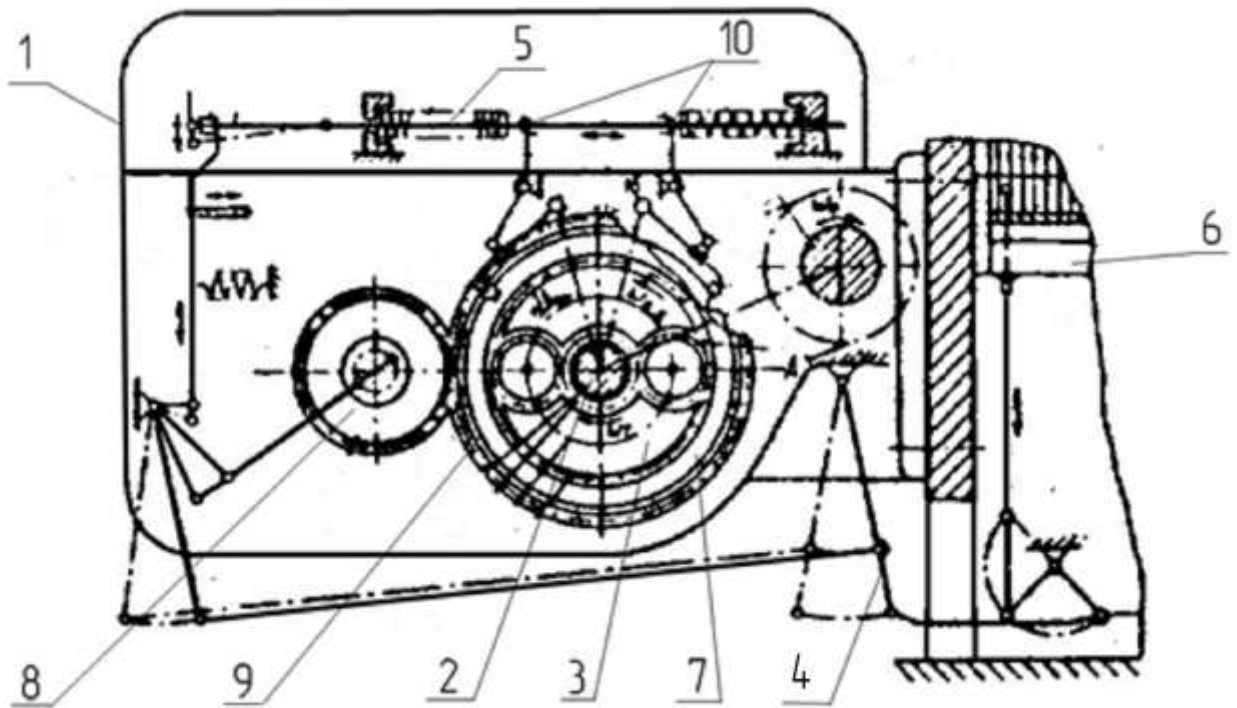


Рис. 1.13 Привод ротационной ремизоподъемной каретки

Недостаток указанного привода состоит в использовании сложной механической системы обратной связи от ремизки, что может привести к нарушению рисунка переплетения ткани.

Выводы по главе 1

1. Рассмотрены 3 этапа оценки технико-экономического уровня ткацких машин:

- по техническим требованиям к степени оснащенности современными узлами и механизмами, а также системами датчиков;
- по экспертной оценке с соответствии с критериям, отобранными с учетом их значимости;
- по оценке производственных и экономических показателей.

2. Предложено использовать более точную формулу для расчета коэффициента производительности ткацких машин. Представлено ранжирование ткацких машин с использованием данной формулы.

3. Предложены критерии для оценки технико-экономического уровня ткацких машин:

- стоимость капитальных вложений на единицу СВУЗ;
- отношение СВУЗ к единице производственной площади, занимаемой ткацкой машиной;
- стоимость запасных частей на 100 тыс. проложенных уточных нитей;
- потребление энергии в кВт/м² вырабатываемой ткани;

4. Показаны причины ограниченных скоростных возможностей ножевых ремизоподъемных кареток: установочные зазоры между ножами и крючками, различные траектории перемещения ножей и крючков.

5. Представлены преимущества современных ротационных кареток.

6. Выполнен анализ конструкций приводов ротационных кареток, позволяющих создать условный выстой ремизок для прокладки уточных нитей и для переключения программы узоробразования.

7. Определено, что в настоящее время принятым направлением проектирования привода ротационных кареток являются кулачково-дифференциальные механизмы.

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОТАЦИОННЫХ РЕМИЗОПОДЪЕМНЫХ КАРЕТОК

2.1 Требования к техническому уровню современных ротационных ремизоподъемных кареток

Рассмотрим качественные и количественные конструктивно-технологические параметры, по которым можно оценивать технический уровень зевобразовательных механизмов, исходя из их рабочих функций и производительности ткацкой машины.

1. Возможность контроля кинематических характеристик ведомых звеньев - ремизных рамок:

- точности согласования движения ремизок с цикловой диаграммой механизмов ткацкой машины (боевого, батанного, кромкообразующего, регуляторов отпуска и натяжения основы);
- величины зева (по углу и высоте);
- чистоты зева;
- величины фактического выстоя ремизок;
- положения заступа;
- плавности движения и максимальных значений скоростей и ускорений ремизок;
- быстродействия механизма «розыска раза».

Эти параметры комплексно характеризуют влияние качества механических параметров механизма на уровень обрывности нитей основы и качество вырабатываемых тканей. Таким образом, возможен дифференциальный подход при рассмотрении вероятных причин обрывности нитей основы на ткацком станке, отделение механических причин от технологических.

2. Для задания допустимой напряженности технологических режимов выработки ткани и проведения расчетов на долговечность работы механизмов указываются максимальные значения:

- нагрузки на ремизку и выходной рычаг каретки;
- натяжения нитей основы при образовании максимальной величины зева;
- скоростной режим (об/мин);

3. Техническая характеристика:

- габаритные размеры без звеньев механизма ремизного движения (длина, ширина, высота, мм);
- шаг ремизок, мм;
- максимальное количество ремизок;
- тип программноносителя;
- масса, кг, не более;
- энергоемкость максимальная, кВт;;
- уровень звука , дБА, не более;
- тип привода главного вала каретки.

4. Данные, определяющие технический уровень и перспективность конструктивных решений:

- тип механизма переключения программы переплетения;
- кинематические условия переключения – с остановками или с условным выстоем главного вала каретки;
- наличие обратной связи механизмов каретки.

- кинематические характеристики механизма переключения.

Время переключения:

- полное время переключения в углах поворота главного вала ткацкой машины;

- допуск на сдвиг цикловой диаграммы переключения.

- Максимальный уровень скоростей и ускорений ремизок при скорости главного вала станка 1 рад/сек для сравнения с существующими аналогами ремизоподъемных кареток.

5. Технологичность принятых решений [5]:

- число наименований деталей;

- средний класс точности изготавливаемых деталей;

- ожидаемая трудоемкость изготовления в серийном производстве;

- ожидаемая эффективность по принятым удельным показателям.

6. Патентоспособность.

7. Возможность модернизации каретки для использования при выработке двухполотенных, махровых и ворсовых тканей.

2.2 Разработка эксплуатационных требований к механизмам образования зева

При разработке механизмов образования зева необходимо выработать эксплуатационные требования к их конструкциям. С учетом использования методики, изложенной в [11] и, исходя из опыта использования механизмов образования зева в ткацком производстве, экспертным путем сформулированы следующие требования [19]:

T_1 – обеспечение заданной высоты зева для пакета ремизок в соответствии с переплетением ткани;

T_2 – обеспечение чистоты передней части зева;

T_3 – обеспечить, кроме симметричного, закон движения ремизок ассиметрично относительно вертикальной (для получения увеличенного угла выстоя ремизок для прокладывания уточной нити) и горизонтальной (для ткацких машин с гибкими рапирами без направляющих пластин в зеве) осей по конструктивным или технологическим соображениям (ступенчатый или рассыпной зев при выработке плотных тканей полотняного переплетения) [28];

T_4 – исключение возможности перекоса ремизных рамок во время образования зева (причины перекоса: для механизмов ремизного движения с жесткими звеньями – различные величины приведенных зазоров в шарнирах механизма передачи движения к левой и правой сторонам ремизки; для механизмов с гибкими звеньями – разность длин гибких связей для левой и правой сторон ремизной рамки);

T_5 – обеспечение демпфирования галев для уменьшения колебаний системы галева-нити основы;

T_6 – контроль положения ремизок в соответствии с заданным переплетением;

T_7 – отключение привода главного вала зевобразовательного механизма при заклинивании кулачков и роликов в его приводе;

T_8 – обеспечение монтажа и демонтажа набора кулачков из кулачковой коробки при техническом обслуживании;

T_9 – быстрота монтажа и демонтажа ремизной рамки при заправке ткацкой машины;

T_{10} – обеспечение прочности ремизной рамки при эксплуатации ткацкой машины на высоких скоростях;

T_{11} – возможность выполнения розыска раза с наименьшим числом операций;

Для современных ротационных кареток необходимо дополнить к указанным выше следующие эксплуатационные требования:

T_{12} – обеспечение обратной связи от ремизки к программоносителю механизма рисунка;

T_{13} – установка системы контролеров каретки для предотвращения неправильного срабатывания и поломок ее механизмов;

T_{14} – возможность регулирования скорости главного вала каретки при изменении времени переключения фиксаторов, связанного с изменением частоты вращения главного вала ткацкой машины.

Составим таблицу попарных корреляций (матрицу интеркорреляций) между эксплуатационными требованиями к конструкции ЗОМ.

Таблица 2.1 - Попарные корреляции между эксплуатационными требованиями к конструкции ЗОМ

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}
t_1	1	0,8	0,4	0,65	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
t_2	0,8	1	0,7	0,6	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,7	0,1

Продолжение таблицы 2.1

t_3	0,4	0,7	1	0,65	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
-------	-----	-----	---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

T4	0,65	0,6	0,65	1	0,1	0,5	0,65	0,1	0,7	0,7	0,5
T5	0,6	0,6	0,6	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,65	0,5	0,1
T6	0,4	0,3	0,5	0,5	0,1	1	0,7	0,1	0,7	0,7	0,7
T7	0,1	0,1	0,1	0,65	0,1	0,7	1	0,8	0,7	0,1	0,1
T8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,7
T9	0,1	0,1	0,1	0,7	0,65	0,7	0,7	0,1	1	0,8	0,7
T10	0,3	0,7	0,2	0,7	0,5	0,7	0,1	0,1	0,8	1	0,1
T11	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,7	0,1	0,7	0,7	0,1	1

Коэффициенты корреляции отражают сходство и взаимосвязь между собой эксплуатационных требований. При анализе величины коэффициентов корреляции можно выделить группы требований, хорошо взаимоувязанных, имеющих общее назначение:

А – обеспечение технологических параметров зева (требования T_1, T_2, T_3);

Б – обеспечение кинематических и динамических требований к конструкции (требования T_4, T_5, T_{10});

В – контроль безаварийной работы системы ткацкая машина- ЗОМ (требования T_6, T_7, T_{11});

Г – обеспечение удобства технической эксплуатации (требования T_8, T_9).

Для ротационной ремизоподъемной каретки дополнительно выделим:

В группу Б – требование T_{14} , а в группу В – требования T_{12} и T_{13} .

Таким образом, эксплуатационные требования характеризуются четырьмя обобщенными требованиями – факторами, к которым применим факторный анализ.

Представим в таблице факторы в виде столбцов, а эксплуатационные требования (переменные) в виде строк. При этом каждому фактору в строке будет соот-

ветствовать среднее значение коэффициента корреляции соответствующих переменных по этому фактору.

Таблица 2.2 - Факторная матрица для ЗОМ

Переменная	Фактор А	Фактор Б	Фактор В	Фактор Г
т1	0,73	0,52	0,20	0,10
т2	0,83	0,63	0,17	0,10
т3	0,70	0,48	0,23	0,10
т4	0,63	0,60	0,55	0,40
т5	0,60	0,53	0,10	0,38
т6	0,40	0,43	0,80	0,40
т7	0,10	0,28	0,60	0,75
т8	0,10	0,10	0,53	0,55
т9	0,10	0,72	0,70	0,55
т10	0,40	0,73	0,30	0,45
т11	0,10	0,23	0,60	0,70

Значимость каждого фактора определяется величиной дисперсии между переменными и факторной нагрузкой. Найдем собственное значение фактора путем сложения квадратов факторной нагрузки для каждой переменной. Таким образом, дисперсия фактора А (D_A) составила 2,84, $D_B = 2,63$ $D_B = 2,66$ $D_G = 2,35$. Из этого следует, что значимость фактора А является самой высокой среди всех факторов.

Найдем, какую долю дисперсии в исходной корреляционной матрице составит каждый фактор. Для фактора А доля составляет 25,85%, для фактора Б – 26,64%, фактора В – 24,17%, а фактора Г – 21,37%. Таким образом, четыре фактора, будучи объединены, заполняют 98,03 % дисперсии показателей исходной матрицы.

Аналогично применим факторный анализ эксплуатационных требований к ротационным ремизоподъемным кареткам. Доли факторов составили: для фактора А – 24,97 %, фактора Б – 23,42 %, фактора В – 26,94 % и фактора Г – 17 %. Объединение четырех факторов в этом случае составило 92,33 % заполнения дисперсии показателей исходной матрицы.

Разработанные эксплуатационные требования соответствуют в значительной мере условиям эксплуатации механизмов образования зева и они могут быть включены в техническое задание на проектирование кулачковых механизмов образования зева и ротационных ремизоподъемных кареток.

2.3 Исследование значимости рабочих функций ротационных ремизоподъемных кареток

Механизмы ротационной ремизоподъемной каретки должны выполнять наиболее полный набор рабочих функций, соответствующий наивысшей производительности ткацкой машины, на которую она установлена, при минимальной стоимости.

С целью определения наиболее значимых рабочих функций на примере каретки КРУ-20 выполним их распределение по принципу АВС, а для оценки возможности удешевления – сопоставление коэффициентов значимости функций и их стоимости. На основании анализа даются рекомендации по вариантам разработки или усовершенствования ротационной каретки.

Для основных узлов ротационной ремизоподъемной каретки (рис. 2.5) составим таблицу распределения рабочих функций по принципу АВС.

Узлы:

1. Привод главного вала (ротора) каретки;
2. Модулятор скорости;
3. Программатор (механизм рисунка);
4. Механизм ремизного движения.

Рабочие функции узла 1:

1. Передача движения от главного вала ткацкой машины ротору каретки с передаточным отношением, определяемым плотностью ткани по утку и по основе в зависимости от типа вырабатываемой ткани;
2. Передача заданного закона движения ротору каретки;
3. Связь с контроллерами обрывов основных и уточных нитей;

4. Конструкция привода РК должна обеспечить защиту привода ткацкой машины в случае перегрузок и аварийных ситуаций.

Рабочие функции узла 2:

1. Обеспечение условного выстоя (замедления вращения) ротора каретки;
2. Обеспечение заданных кинематических параметров вращения ротора каретки;
3. Обеспечение длительности условного выстоя ротора для надежного срабатывания фиксаторов;
4. Обеспечение возможности регулировки длительности условного выстоя.

Рабочие функции узла 3:

1. Передача управляющего сигнала от программноносителя муфтам переключения;
2. Обеспечение обратной связи между фактическим и заданным перемещениями ремизок;
3. Обеспечение минимального времени срабатывания фиксаторов;
4. Обеспечение кинематической связи между фиксаторами программатора.

Рабочие функции узла 4:

1. Конструкция механизма ремизного движения должна обеспечивать регулировку высоты зева;
2. Конструкция механизма ремизного движения должна обеспечивать чистоту зева;
3. Конструкция механизма ремизного движения должна исключать перекосы ремизок в процессе их движения;
4. Конструкция механизма ремизного движения должна обеспечивать быструю и удобную установку ремизок при смене ассортимента вырабатываемых тканей.

Таблица 2.3 Распределение рабочих функций узлов ротационной ремизоподъемной каретки по принципу ABC.

Узел	Функция				Итого по узлу	Вывод
	1	2	3	4		
1	A	A	A	B	3A, 1B	Высокая значимость функции
2	A	A	A	B	3A, 1B	Высокая значимость функции
3	A	A	A	A	4A	Высокая значимость функции
4	A	A	A	B	3A, 1B	Высокая значимость функции

A – функции главные, основные, полезные.

B – функции второстепенные, вспомогательные, полезные.

C – функции второстепенные, вспомогательные, бесполезные.

Далее необходимо составить таблицу сравнения коэффициентов значимости рабочих функций и их стоимости (табл.2.4).

$$\text{Коэффициент затрат на продукцию} = \frac{\text{Удельный вес затрат на функцию}}{\text{Значимость функции}}$$

Оптимальным считается коэффициент затрат на продукцию, равный 1. При существенном превышении данного коэффициента необходимо предложить решение по удешевлению данной функции.

Таблица 2.4 Сравнение коэффициентов стоимости рабочих функций и их значимости.

Ранг функции	Значимость, %	Удельный вес затрат на функцию в общих затратах, %	Коэффициент затрат на функцию
Узел 1			
1	30	30	1
2	30	30	1
3	25	20	0,8
4	15	20	1,33
Итого	100	100	
Узел 2			
1	35	35	1
2	25	30	1,2
3	20	20	1
4	20	15	0,75
Итого	100	100	
Узел 3			
1	35	35	1
2	30	30	1
3	20	20	1
4	15	15	1
Итого			
Узел 4			
1	30	30	1
2	30	30	1
3	25	25	1
4	15	15	1
Итого	100	100	

Анализ табл 2.4 показывает существенное превышение коэффициента затрат на функцию 4 узла 1. Для снижения коэффициента затрат на эту функцию целесообразно установить механизм защиты привода ткацкой машины от перегрузок и аварий, общий для всех основных ее механизмов, например, оснастить электродвигатель частотным преобразователем, который позволит дополнительно бесступенчато регулировать число оборотов главного вала ткацкой машины.

Коэффициент затрат на функцию 2 узла 2 также имеет превышение. Снижение коэффициента затрат на функцию данного узла можно достигнуть за счет оптимизации конструкции привода и модулятора скорости ротора, которые предлагаются в данной работе – конструкция привода с кулачковым механизмом, кулачки которого имеют профиль, спроектированный по сплайн-функции.

2.4 Разработка причинно-следственной диаграммы возможных причин брака при выработке ткани с использованием ротационных кареток

Важнейшим показателем надежности и производительности ткацкой машины является коэффициент технического использования, определяющий долю работы ткацкой машины за расчетный период времени.

Величина простоев ткацкой машины, а следовательно, и коэффициент технического использования может зависеть от целого ряда причин, характеризующих техническое состояние машины и качество подготовки уточных и основных нитей во время приготовительных процессов.

Методика поиска причин брака заключается в построении причинно-следственной диаграммы [11] с целью определения главных причин A, B, C, D, причин второго уровня A_1, B_1, C_1, D_1 , и причин третьего уровня A_2, B_2, C_2, D_2 . Показатель качества ПК – выработка ткани с заданной плотностью по основе и утку. Причинно-следственная диаграмма представлена на рис. 2.1.

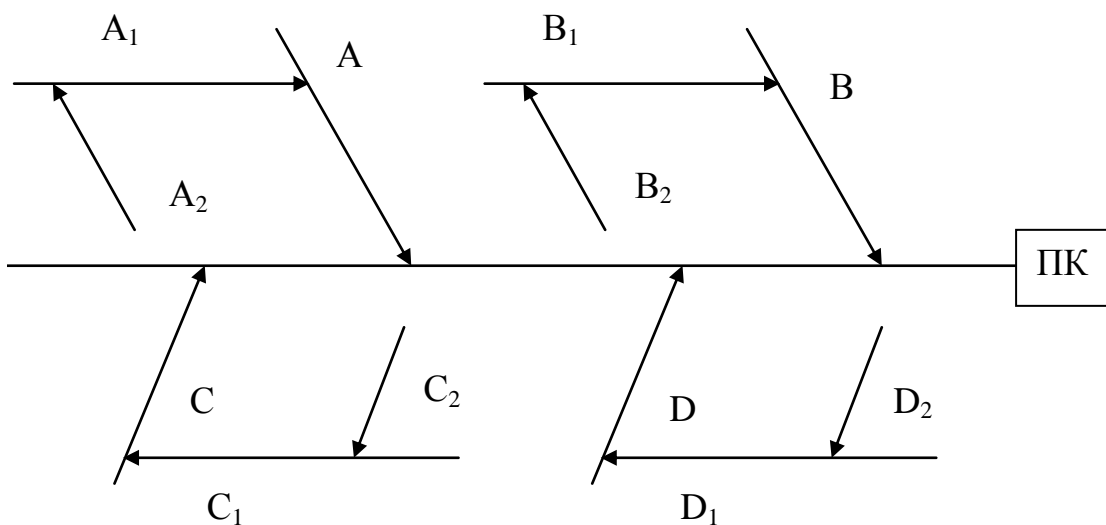


Рис. 2.1 Причинно-следственная диаграмма

Главные причины:

A – нарушение заданного рисунка переплетения;

B – нарушение высоты и чистоты зева;

C – перекося ремизных рамок в процессе их движения;

D – износ фрикционных поверхностей предохранительной муфты в приводе ротационной ремизоподъемной каретки.

Причины второго уровня:

A₁ – нарушение обратной связи между фактическим и заданным положением ремизки;

B₁ – отклонения передаточных отношений механизмов ремизного движения;

C₁ – неравенство суммарных зазоров в шарнирах механизма ремизного движения, приведенных к левому и правому торцам ремизной рамки;

D₁ – превышение допустимой нагрузки на привод ротационной ремизоподъемной каретки.

Причины третьего уровня:

A₂ – недостаточная четкость срабатывания фиксаторов муфт переключения;

B₂ – ошибки монтажа, разладки в механизме ремизного движения;

C₂ – неточность изготовления шарниров, тяг и рычагов механизма ремизного движения;

D₂ – несоответствие мощности привода условиям выработки тканей на ткацкой машине.

Произведем сортировку причин отклонений от заданной плотности ткани по основе утку по их предполагаемой значимости с учетом рекомендаций научно-технической литературы.

Таблица 2.5. Сортировка причин отклонений

A	B	C	D
45%	30%	20%	15%

При сортировке используем диаграмму Парето (рис. 2.2) с целью определения тех вероятных причин, суммарная значимость которых составляет 75-80%.

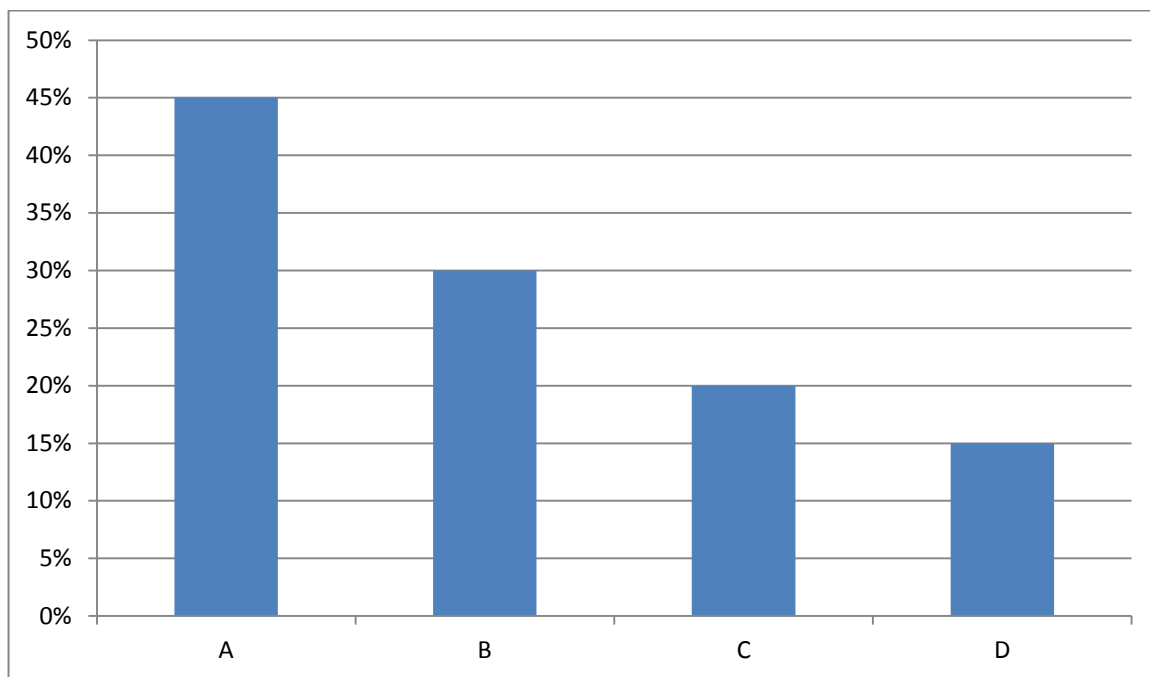


Рис. 2.2 Диаграмма Парето

Анализ диаграммы показывает, что наиболее значимыми причинами брака ткани являются причины А и В: нарушение заданного рисунка переплетения и нарушение высоты и чистоты зева.

Следовательно, при проектировании ротационной ремизоподъемной каретки для исключения нарушения заданного рисунка переплетения необходимо, чтобы механизм обратной связи между фактическим и заданным положениями ремизки имел минимальное число звеньев, изготовленных с высоким классом точности. При использовании программатора с электронным управлением необходимо обеспечить установку датчиков с высокой надежностью их срабатывания. Для получения заданных параметров зева необходимо, чтобы механизмы их регулировки были достаточно просты при наладке и надежны при эксплуатации.

2.5 Цикловая диаграмма ротационных кареток

Разработка цикловой диаграммы основывается на изучении схемы периодического процесса ткачества, которая изображена на рис 2.3 [25], [27].



Рис 2.3 Схема процесса ткачества

Схема процесса ткачества позволяет разработать цикловую диаграмму взаимодействия основных механизмов ткацкой машины. На рис. 2.4 представлена цикловая диаграмма основных механизмов ткацкой машины СТБ.

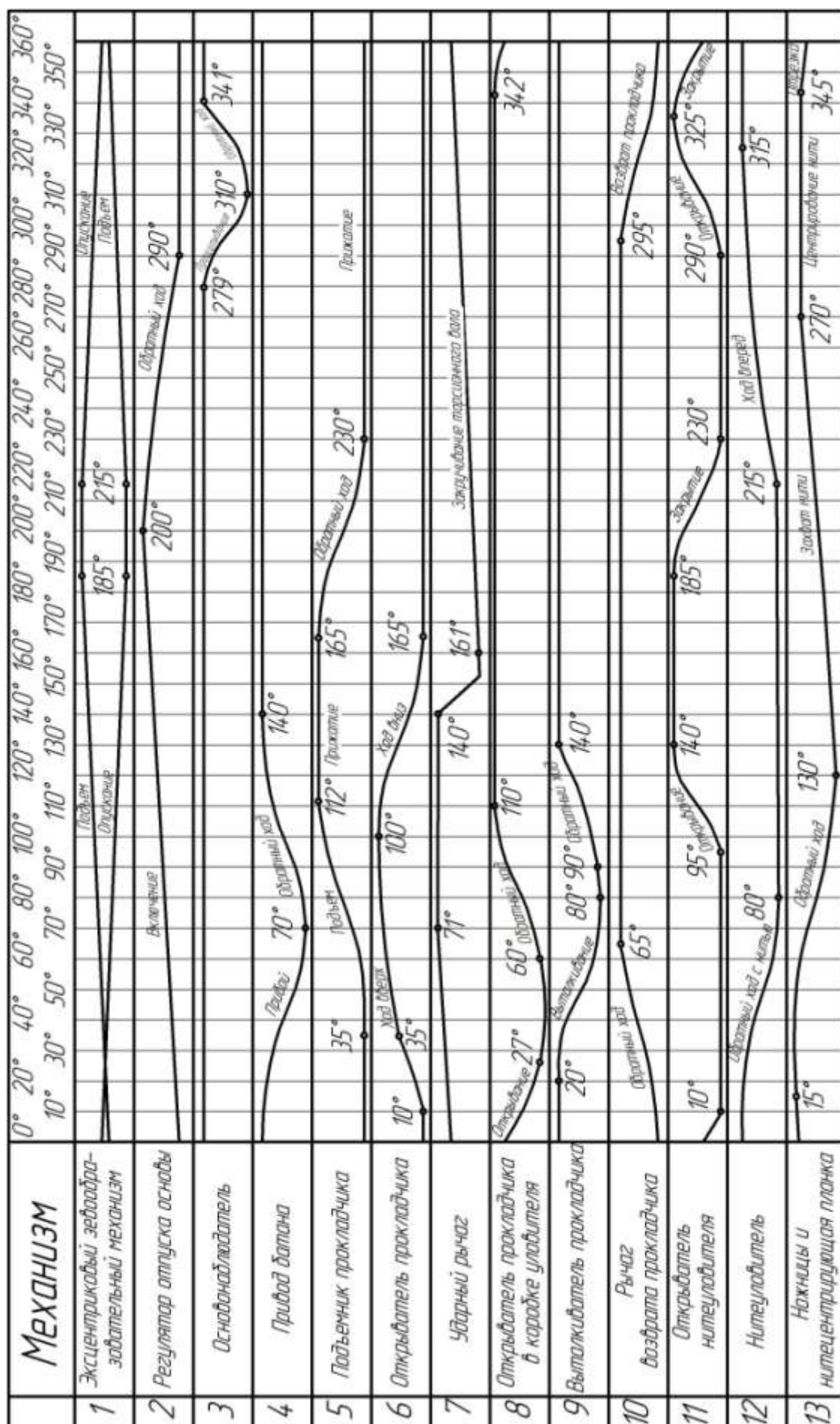


Рис 2.14. Цикловая диаграмма ткацкой машины СТБ

Для разработки цикловой диаграммы ротационной ремизоподъемной каретки необходимо рассмотреть структурные элементы, входящие в ее состав.

Аналогично процессу ткачества составляется схема процесса взаимодействия элементов механической системы- ремизоподъемной каретки (рис. 2.5), на основе которой разрабатывается цикловая диаграмма ее работы.

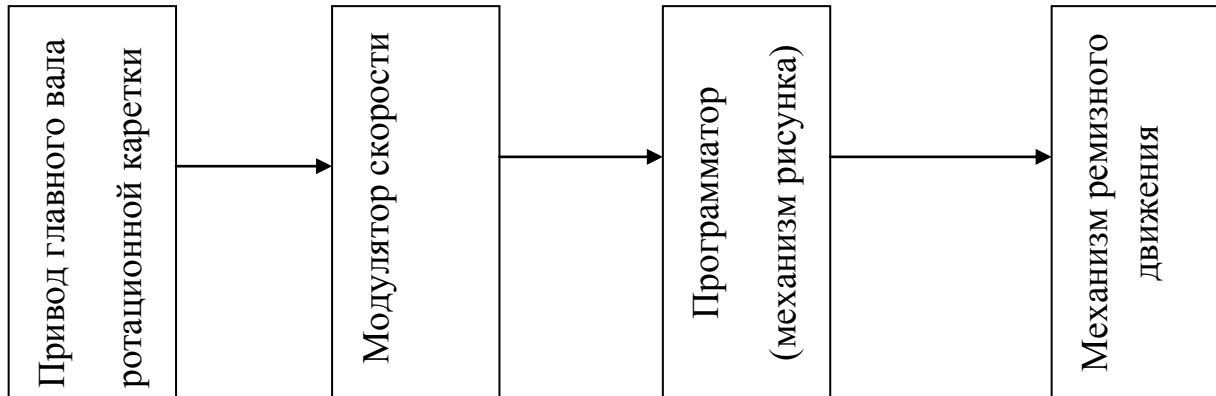


Рис. 2.5 Схема взаимодействия механизмов ротационной ремизоподъемной каретки

Цикловая диаграмма опытного образца каретки ВНИИЛТЕКМАШ и МГТУ им. А.Н. Косыгина представлена на рис.2.6

Перемещение ленты программатора осуществляется цевочным механизмом, который осуществляет прерывистое вращение барабанчика ленты:

0° нечетного цикла – среднее положение цевки относительно оси впадины звездочки в механизме привода барабанчика с лентой;

30° четного цикла – ориентировочное начало взаимодействия цевки и звездочки,
30° нечетного цикла – условный конец их взаимодействия.

Опускание –подъем игл осуществляется кулачковым механизмом (начальный зазор между концом иглы и лентой – 3 мм, полный ход иглы – 11,4 мм.):

- подвод игл к ленте осуществляется в период от 10° до 90° нечетного цикла ткацкого станка;

- вытягивание игл из ленты от 270° до 350° четного цикла;

- моменты совмещения торца иглы с нижней поверхностью ленты: 37°, 323° нечетного и четного циклов соответственно.

Поперечное и продольное движение ножей производится с помощью кулачков, установленных на распределительном валу каретки (величина полного поперечного перемещения – 6 мм.):

- среднее положение при 0° четного и нечетного циклов;
- перемещение зуба ножа к дорожке «а» ленты лежит в интервале 290° нечетного цикла – 70° четного цикла;
- перемещение зуба ножа к дорожке «б» ленты: от 290° четного цикла до 70° нечетного цикла.
- перемещение в зазоре 2 мм – до 111° , начало образования зазора между крючком и ножом – 245° ;
- перемещение на 2 мм ножа около конечного положения 180° в пределах от 151° до 109° , необходимое для фиксации переключателей планетарными муфтами.

Точность взаимодействия механизмов продольного, поперечного перемещения ножей, подъема-опускания игл обеспечивается точностью изготовления кулачков, устанавливаемых по нулевым отметкам на главном валу.

Привод ремизок осуществляется от главного вала каретки, замедляющегося в момент переключения и далее через кривошипно-шатунный механизм и механизм ремизного движения.

Перемещение ремизок каретки с условным выстоем 90° от 135° до 225° по главному валу ткацкого станка (при условном выстое ремизка перемещается на величину не более 1,5% от максимального перемещения ремизки)

Положение заступа каретки колеблется в пределах 5° в зависимости от направления движения ремизки. Положение 180° выдерживается строго.

Положение заступа ремизок ткацкого станка устанавливается при фиксированном 0° положения механизмов каретки.

Цикловая диаграмма ротационной каретки КРУ-20 приведена на рис. 2.7.

Перемещение ленты программатора осуществляется при повороте барабанчика, на котором она находится, от 155° нечетного цикла, до 245° четного цикла, выстой – от 245° до 155° . Барабанчик получает вращение от главного вала каретки, выстой происходит с помощью передачи некруглое зубчатое колесо-улитка.

Опускание игл программатора происходит в период от 240° до 320° четного цикла, затем они выстаивают в отверстиях ленты программатора до 80° четного цикла. Подъем происходит от 80° до 160° четного цикла, затем они выстаивают в верхнем положении.

Продольное перемещение ножей программатора осуществляется от 346° нечетного цикла до 25° четного цикла главного вала вперед, назад – от 25° до 60° четного цикла. Выстой – от 60° четного цикла до 340° нечетного.

Условный выстой ремизок происходит в течении 95° поворота главного вала ткацкой машины – от 320° нечетного цикла до 55° четного цикла.

Сравнение цикловых диаграмм позволяет сделать вывод, что обе конструкции кареток позволяют обеспечить условный выстой ремизок в 90° - 95° . Необходимо отметить, что в серийных ткацких машинах типа СТБ с кулачковым зевобразовательным механизмом выстой также равен 90° поворота главного вала ткацкой машины.

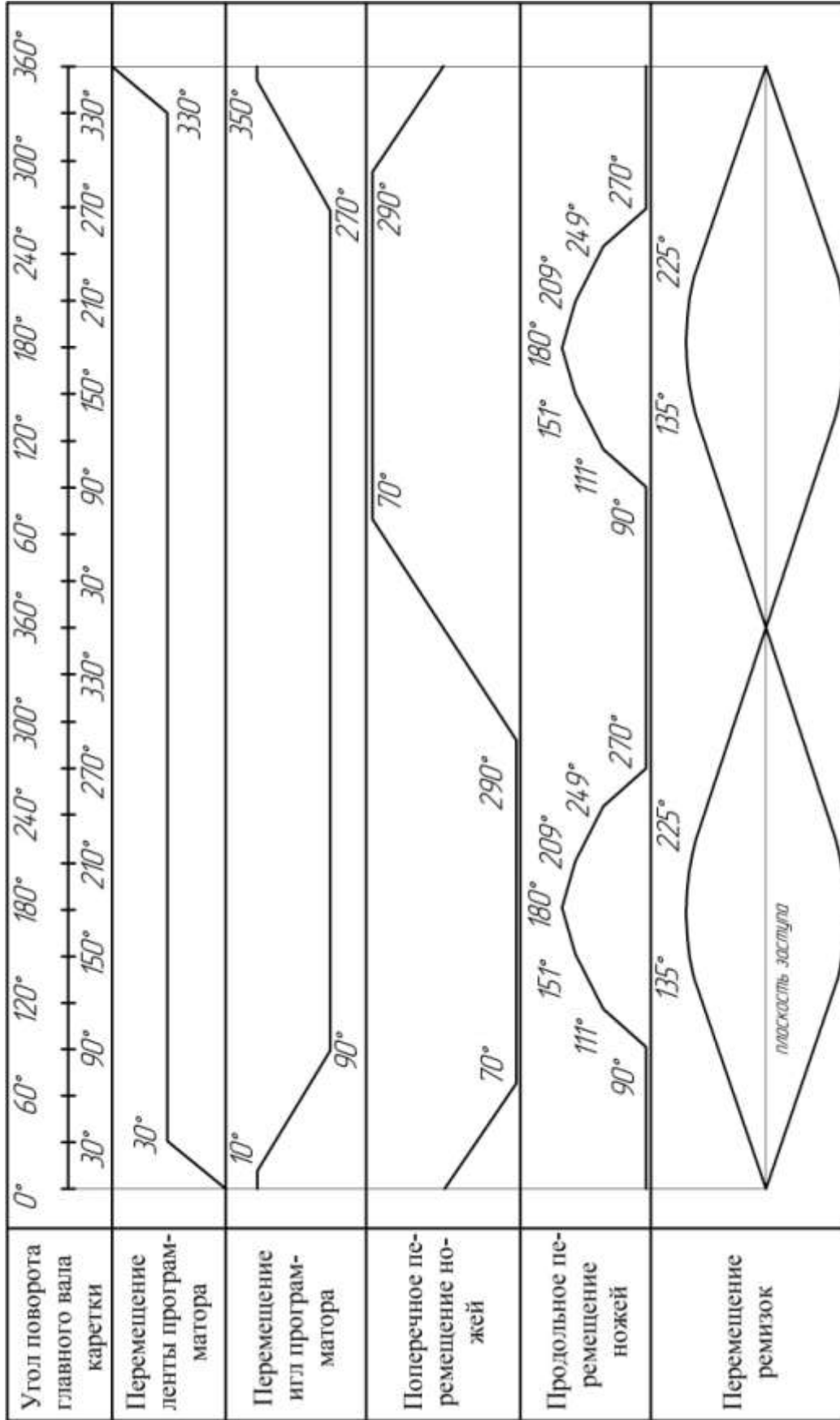


Рис. 2.6 Цикловая диаграмма опытного образца каретки ВНИИЛТЕКМАШа и МГТУ им. А.Н. Косыгина

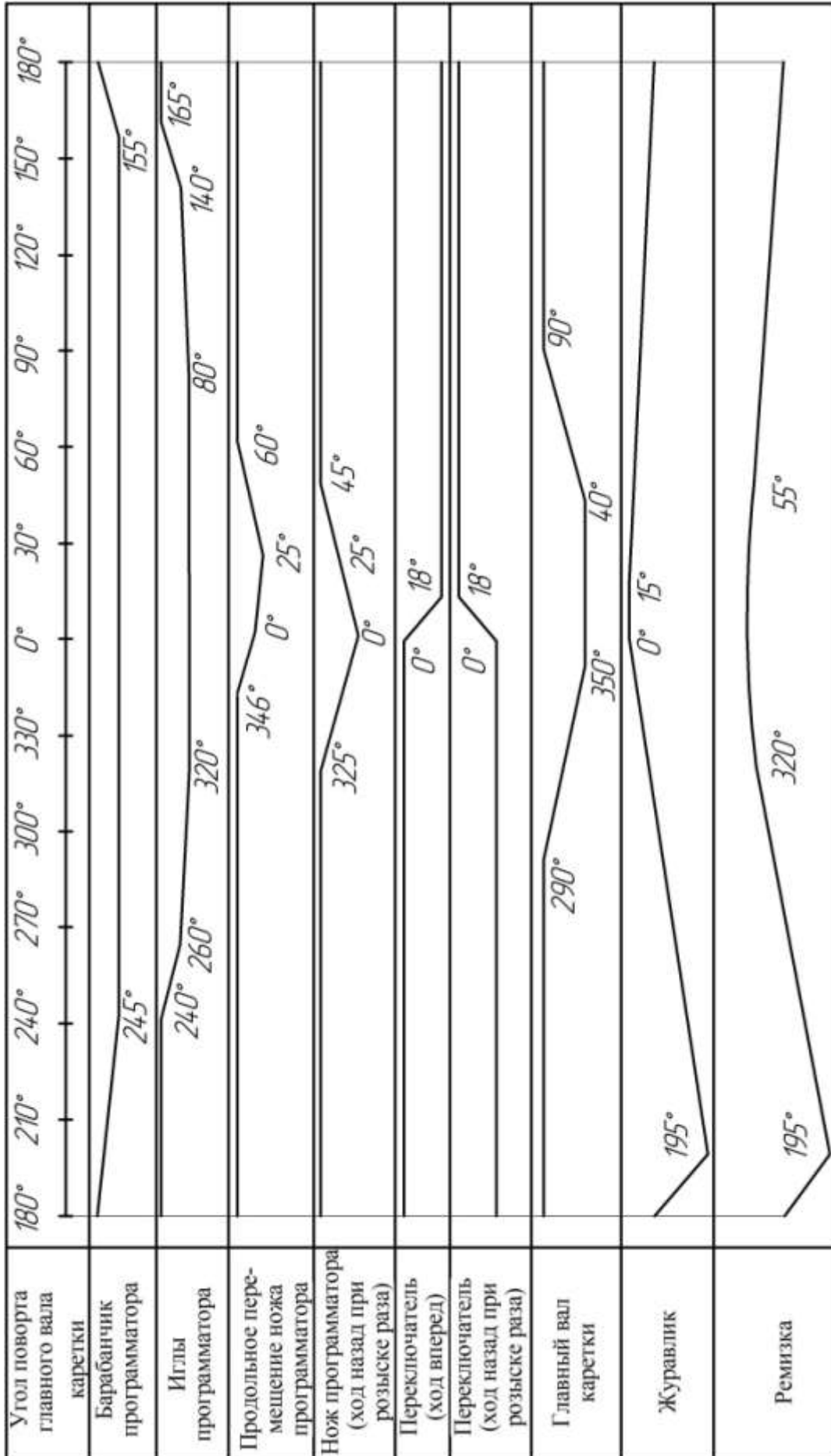


Рис 2.7 - Цикловая диаграмма работы механизмов каретки КРУ-20

Выводы по главе 2

1. Разработаны качественные и количественные конструктивно-технологические параметры оценки технического уровня зевообразовательных механизмов.
2. Разработаны эксплуатационные требования к зевообразовательным механизмам с использованием факторного анализа.
3. Определена значимость рабочих функций узлов ротационной ремизоподъемной каретки.
4. Анализ коэффициентов затрат на рабочие функции позволил выявить направление снижения стоимости изготовления ротационной ремизоподъемной каретки.
5. Разработана причинно-следственная диаграмма возможных причин брака при выработке ткани с использованием ротационных кареток.
6. Анализ причинно-следственной диаграммы показал наиболее значимые вероятные причины брака при выработке ткани с использованием ротационных кареток: нарушение заданного рисунка переплетения, высоты и чистоты зева.
7. Для исключения нарушения заданного рисунка переплетения необходимо оптимизировать структуру механизма обратной связи между фактическим и заданным положениями ремизки.
8. Выполнен сравнительный анализ циклограмм ротационных кареток конструкции ВНИИЛТЕКМАШа и МГТУ им. А.Н. Косыгина и ОАО «Текстильмаш», который показал, что в обе конструкции заложена возможность обеспечения условного выстоя ремизок в течение $90-95^\circ$ поворота главного вала ткацкой машины, что достаточно для прокладки утка в зеве при ограниченном скоростном режиме.

Абсолютная скорость ω вращения центрального колеса привода каретки, на котором посажены планетарные муфты включения, складывается из двух составляющих:

- постоянной скорости ω_0 вращения главного вала ткацкого станка, подаваемой через водило дифференциала
- переменной составляющей скорости $\tilde{\omega}$, подаваемой на центральное колесо от коромысла кулачкового механизма.

Чем выше значение максимальных скоростей ротора привода каретки, тем больше выстой ремизки и выше скорости ее перемещения. Следует иметь в виду, что повышенные скорости движения механизмов каретки являются динамическим фактором.

Угловые ускорения вращения ротора (рис. 3.3) определяются переменной частью $\tilde{\omega}$ скорости ω , то есть, только качательным движением в приводе.

Рассмотрим закон изменения ускорения ротора, описываемый уравнением кусочно-гладкой кривой, гармонической по концам, по трем участкам в зависимости от углов поворота θ главного вала ткацкой машины. Методом интегрирования были получены зависимости угловых скоростей и угловых перемещений ротора каретки.

1-ый участок, $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}$

$$\varepsilon_1 = 16 \frac{\zeta}{7} \omega_0^2 \sin 4\theta; \quad (3.1)$$

$$\omega_1 = \left[(1 - \zeta) + 4 \frac{\zeta}{7} (1 - \cos 4\theta) \right] \omega_0; \quad (3.2)$$

$$S_1 = \left[(1 - \zeta)\theta + \frac{\zeta}{7} (4\theta - \sin 4\theta) \right], \quad (3.3)$$

где $\zeta = 0,7$ – коэффициент сброса скорости

2-ой участок, $\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{7\pi}{4}$

$$\varepsilon_2 = 0; \quad (3.4)$$

$$\omega_2 = \left(1 + \frac{\zeta}{7}\right) \omega_0; \quad (3.5)$$

$$S_2 = S_1^K + \left(1 + \frac{\zeta}{7}\right) \left(\theta - \frac{\pi}{4}\right). \quad (3.6)$$

3-ий участок, $\frac{7\pi}{4} \leq \theta \leq 2\pi$

$$\varepsilon_3 = 16 \frac{\zeta}{7} \omega_0^2 \sin 4 \left(\theta - \frac{7\pi}{4}\right); \quad (3.7)$$

$$\omega_3 = \left[\left(1 + \frac{\zeta}{7}\right) - \frac{\zeta}{1,75} + 4 \frac{\zeta}{7} \cos 4 \left(\theta - \frac{7\pi}{4}\right) \right] \omega_0; \quad (3.8)$$

$$S_3 = S_2^K + \left[\left(1 + \frac{\zeta}{7}\right) \left(\theta - \frac{7\pi}{4}\right) - \frac{\zeta}{1,75} \left(\theta - \frac{7\pi}{4}\right) + \frac{\zeta}{7} \sin 4 \left(\theta - \frac{7\pi}{4}\right) \right]. \quad (3.9)$$

Кривые изменения скорости и ускорения на роторе опытного образца каретки показаны на рис.3.2, рис. 3.3 Максимальные значения ускорений ε_1 (при $\omega_0 = 1 \text{ сек}^{-1}$) достигли значения $1,6 \text{ сек}^{-2}$, а угловых скоростей $\omega_1 = 0,7 \text{ сек}^{-1}$.

Для нахождения более рациональных кинематических характеристик привода ротационной ремизоподъемной каретки были синтезированы уравнения кусочно-гладких кривых изменения ускорений по гармонической зависимости на концах (участки I и III) и на промежутке (участок II) по наклонной прямой и наклонной синусоиде.

Методом интегрирования получены зависимости для угловых скоростей и ускорений центрального колеса 7, кривые изменения которых показаны на рис. 3.2, 3.3 Формулы кинематических зависимостей для двух последних случаев приведены ниже.

Изменение ускорения на промежутке по наклонной прямой:

1-ый участок, $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{8}$

$$\varepsilon_1 = a_0 \sin 4\theta; \quad (3.10)$$

$$\omega_1 = [(1 - \zeta) + \eta(1 - \cos 4\theta)]\omega_0; \quad (3.11)$$

$$S_1 = \left[(1 - \zeta)\theta + \frac{\eta}{4}(4\theta - \sin 4\theta) \right], \quad (3.12)$$

где $\eta = \frac{a_0}{4\omega_0}$; $a_0 = \frac{4\pi\zeta\omega_0^2}{(\pi - 0,25) + 1,02\pi^2}$

2-ой участок $\frac{\pi}{8} \leq \theta \leq \frac{15\pi}{8}$.

$$\varepsilon_2 = \frac{7\pi}{8} a_0 (\theta - \pi); \quad (3.13)$$

$$\omega_2 = \left[1 - (\zeta - \eta) - \frac{32\eta}{7\pi} \left(\frac{\theta^2}{2} - \pi\theta + \frac{15\pi^2}{128} \right) \right] \omega_0; \quad (3.14)$$

$$S_2 = S_1^K + \left[\left(\theta - \frac{\pi}{8} \right) - (\zeta - \eta) \left(\theta - \frac{\pi}{8} \right) - \frac{32\eta}{7\pi} \left(\frac{\theta^3}{6} - \frac{\pi\theta^2}{2} + \frac{15\pi\theta^2}{128} - \frac{11\pi^3}{3 \cdot 512} \right) \right] \quad (3.15)$$

3-ий участок $\frac{15\pi}{8} \leq \theta \leq 2\pi$.

$$\varepsilon_3 = a_0 \cos 4 \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right); \quad (3.16)$$

$$\omega_3 = \left[1 - (\zeta - \eta) - \eta \sin 4 \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) \right] \omega_0; \quad (3.17)$$

$$S_3 = S_2^K + \left[\left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) - (\zeta - \eta) \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) - \frac{\eta}{4} \left(1 - \cos 4 \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) \right) \right] \quad (3.18)$$

Изменение ускорения на промежутке по наклонной синусоиде:

1-ый участок, $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{8}$.

$$\varepsilon_1 = a_0 \sin 4\theta; \quad (3.19)$$

$$\omega_1 = [(1 - \zeta) + \eta(1 - \cos 4\theta)]\omega_0; \quad (3.20)$$

$$S_1 = \left[(1 - \zeta)\theta + \frac{\eta}{4}(4\theta - \sin 4\theta) \right], \quad (3.21)$$

где $a_0 = \frac{4\pi\zeta\omega_0^2}{(\pi-0,25)+1,02\pi^2-\frac{6*49}{96}}$

2-ой участок, $\frac{\pi}{8} \leq \theta \leq \frac{15\pi}{8}$

$$\varepsilon_2 = \frac{a_0}{\pi} \left[\frac{8}{7}(\theta - \pi) + \sin \frac{8}{7}(\theta - \frac{\pi}{8}) \right]; \quad (3.22)$$

$$\omega_2 = \left\{ 1 - (\zeta - \eta) - \frac{32\eta}{7\pi} \left(\frac{\theta^2}{2} - \pi\theta + \frac{15\pi^2}{128} \right) - \frac{7\eta}{2\pi} \left[1 - \cos \frac{8}{7}(\theta - \frac{\pi}{8}) \right] \right\} \omega_0; \quad (3.23)$$

$$S_2 = S_1^K + \left\{ \left(\theta - \frac{\pi}{8} \right) - (\zeta - \eta) \left(\theta - \frac{\pi}{8} \right) + \frac{32\eta}{7\pi} \left(\frac{\theta^3}{6} - \frac{\pi\theta^2}{2} + \frac{15\pi\theta^2}{128} - \frac{11\pi^3}{3 * 512} \right) + \right. \\ \left. + \frac{7\eta}{2\pi} \left[\left(\theta - \frac{\pi}{8} \right) - \frac{7}{8} \sin \left(\theta - \frac{\pi}{8} \right) \right] \right\} \quad (3.24)$$

3-ий участок, $\frac{15\pi}{8} \leq \theta \leq 2\pi$.

$$\varepsilon_3 = a_0 \cos 4 \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right); \quad (3.25)$$

$$\omega_3 = \left[1 - (\zeta - \eta) - \eta \sin 4 \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) \right] \omega_0; \quad (3.26)$$

$$S_3 = S_2^K + \left[\left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) - (\zeta - \eta) \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) - \frac{\eta}{4} \left(1 - \cos 4 \left(\theta - \frac{15\pi}{8} \right) \right) \right] \quad (3.27)$$

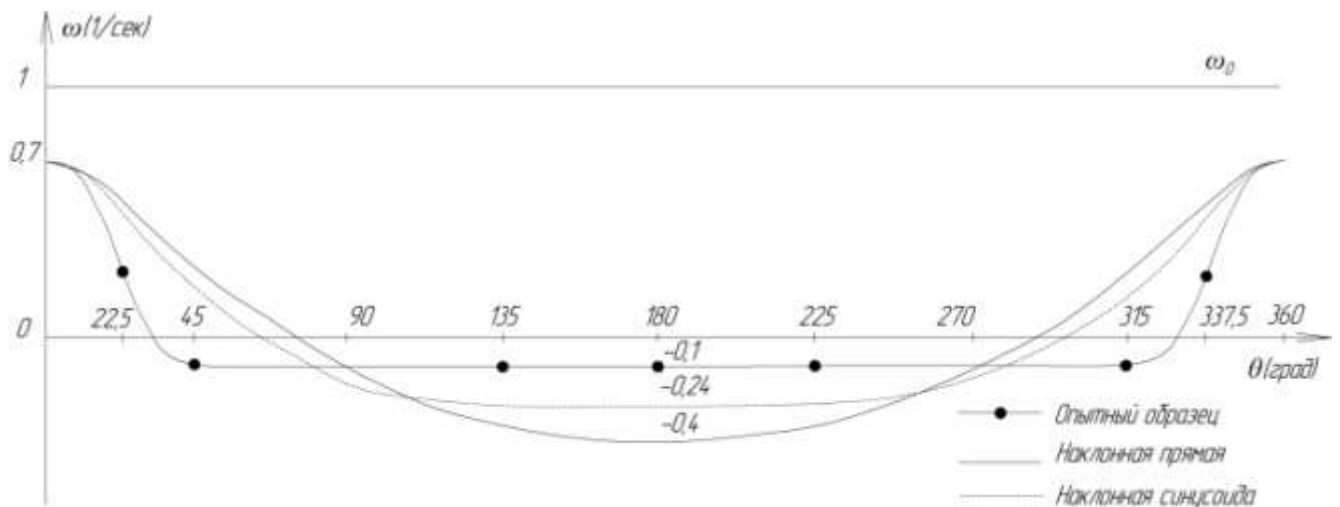


Рис. 3.2 Кривые изменения скорости ротора каретки

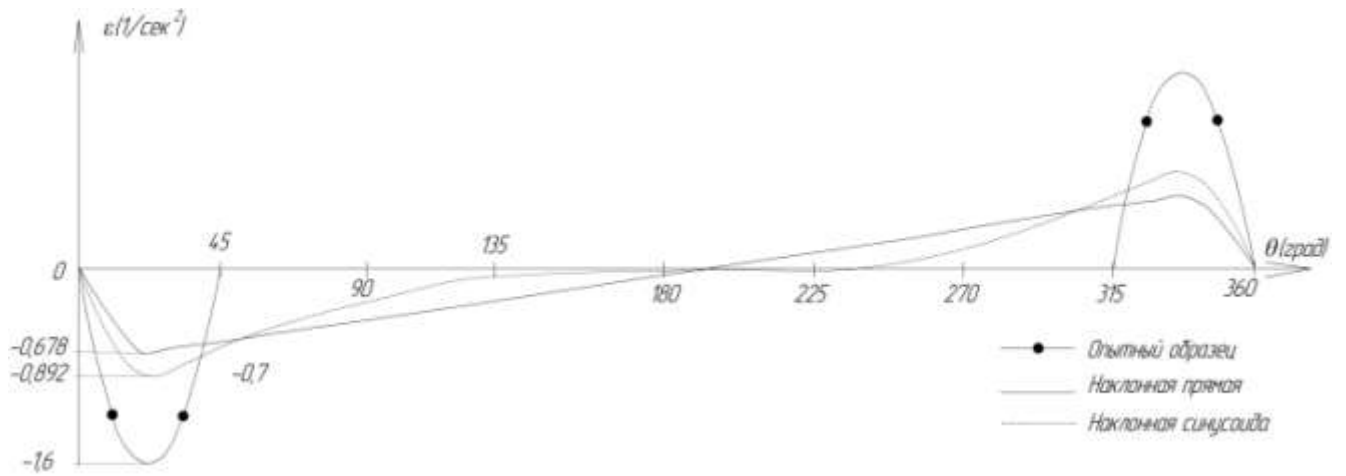


Рис. 3.3 Кривые изменения ускорения ротора каретки

Анализ полученных кривых ускорений ротора каретки показывает возможность применения закона движения ротора каретки, синтезированного по кусочно-гладкой кривой, гармонической по концам для ротационных ремизоподъемных кареток ткацких машин со скоростным режимом до 500 об/мин главного вала.

3.2 Экспериментальное исследование силовых параметров привода ротационной каретки

Целью экспериментальных исследований является определение усилий в основных звеньях ротационной каретки, которые возникают во время процесса ткачества.

Места установки датчиков на выходном рычаге каретки D1, D2 и на коромысле кулачкового механизма привода каретки D3, D4 показаны на рис 3.4 и 3.5 соответственно [16].

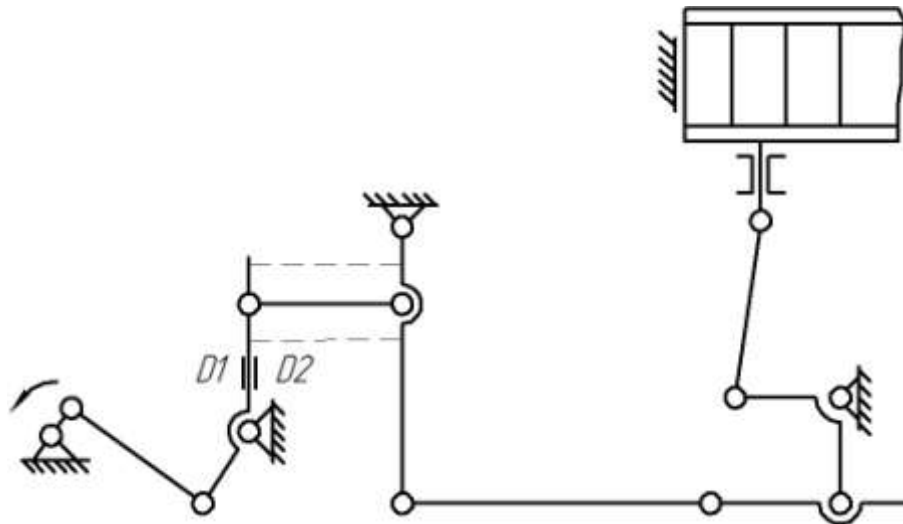


Рис 3.4 Схема установки датчиков на выходном рычаге каретки

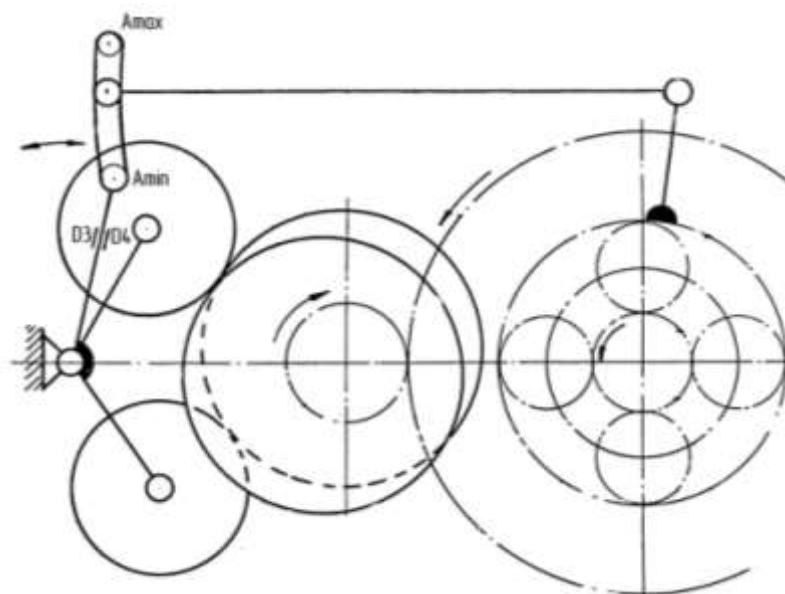


Рис 3.5 Схема установки датчиков на коромысле кулачкового механизма привода каретки

Типовые осциллограммы с записью исследуемых процессов для каретки с кулачково-дифференциальным приводом представлены на рис 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 (коэффициент уменьшения скорости ротора каретки $\mu = 0,3; 0,4; 0,6; 0,7$), где:

- 1 - отметчик углов поворота главного вала ткацкого станка (отметки через 5°),
- 2 - кривая перемещения ремизки,
- 3 - кривая усилий на выходном рычаге каретки,
- 4 - нулевая линия для кривой 3,
- 5 - кривая усилий на коромысле кулачкового механизма привода каретки,
- 6 - нулевая линия для кривой 5.

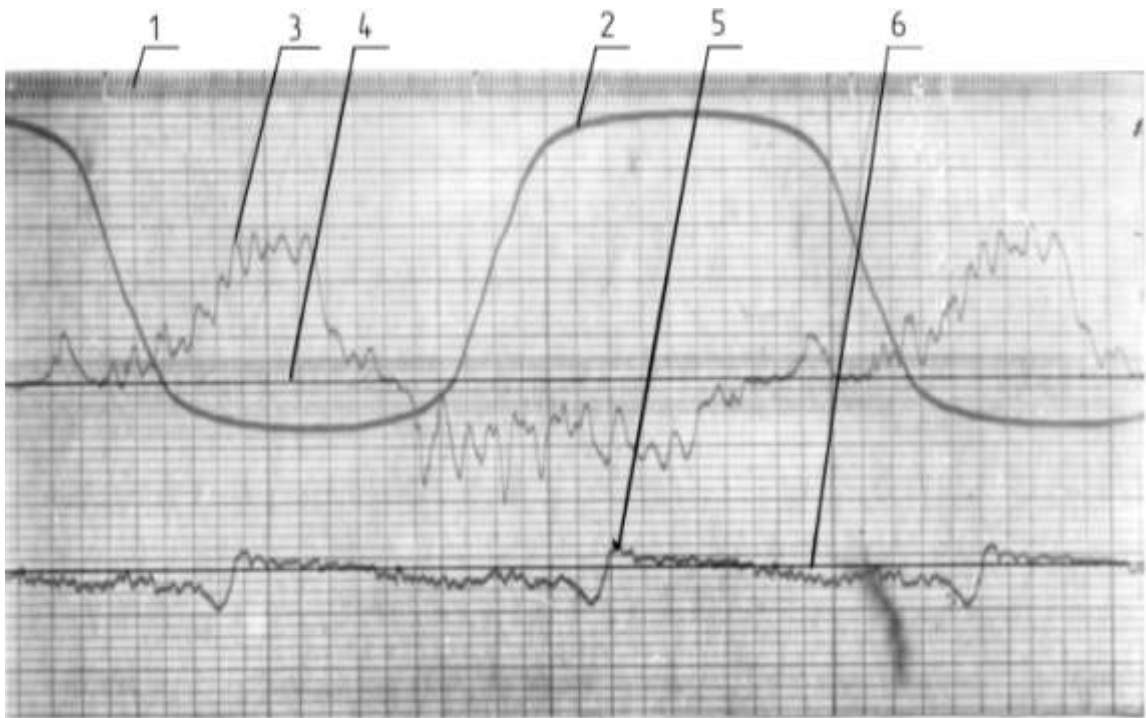


Рис 3.6 Осциллограмма с записью усилий в основных звеньях каретки при коэффициенте сброса скорости 0,3

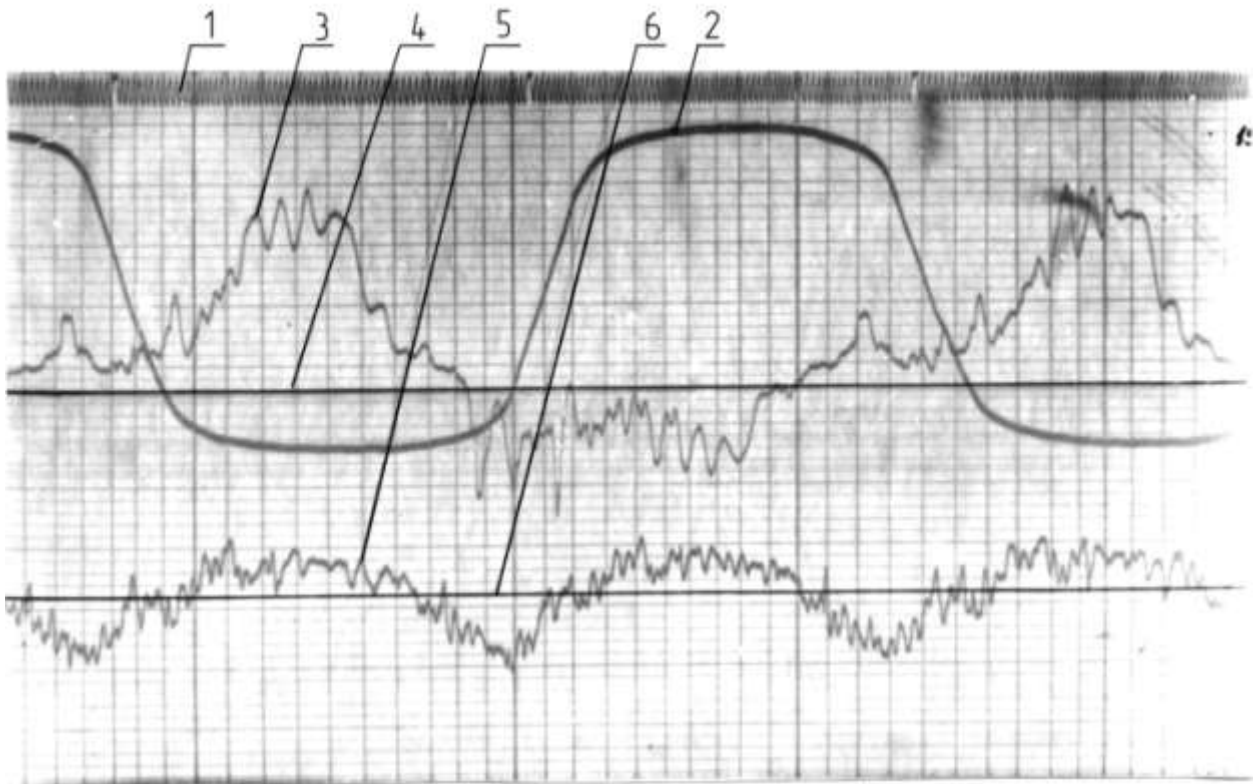


Рис 3.7 Осциллограмма с записью усилий в основных звеньях каретки при коэффициенте сброса скорости 0,4

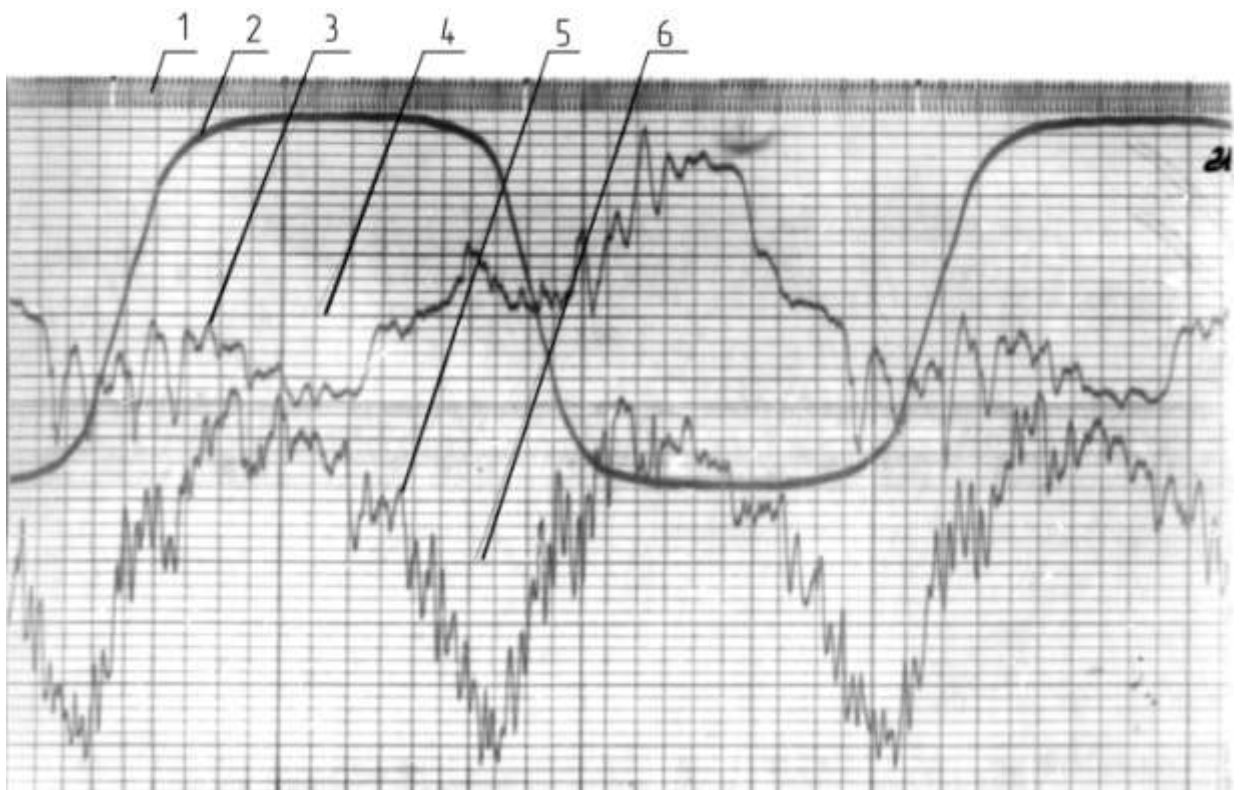


Рис 3.8 Осциллограмма с записью усилий в основных звеньях каретки при коэффициенте сброса скорости 0,6

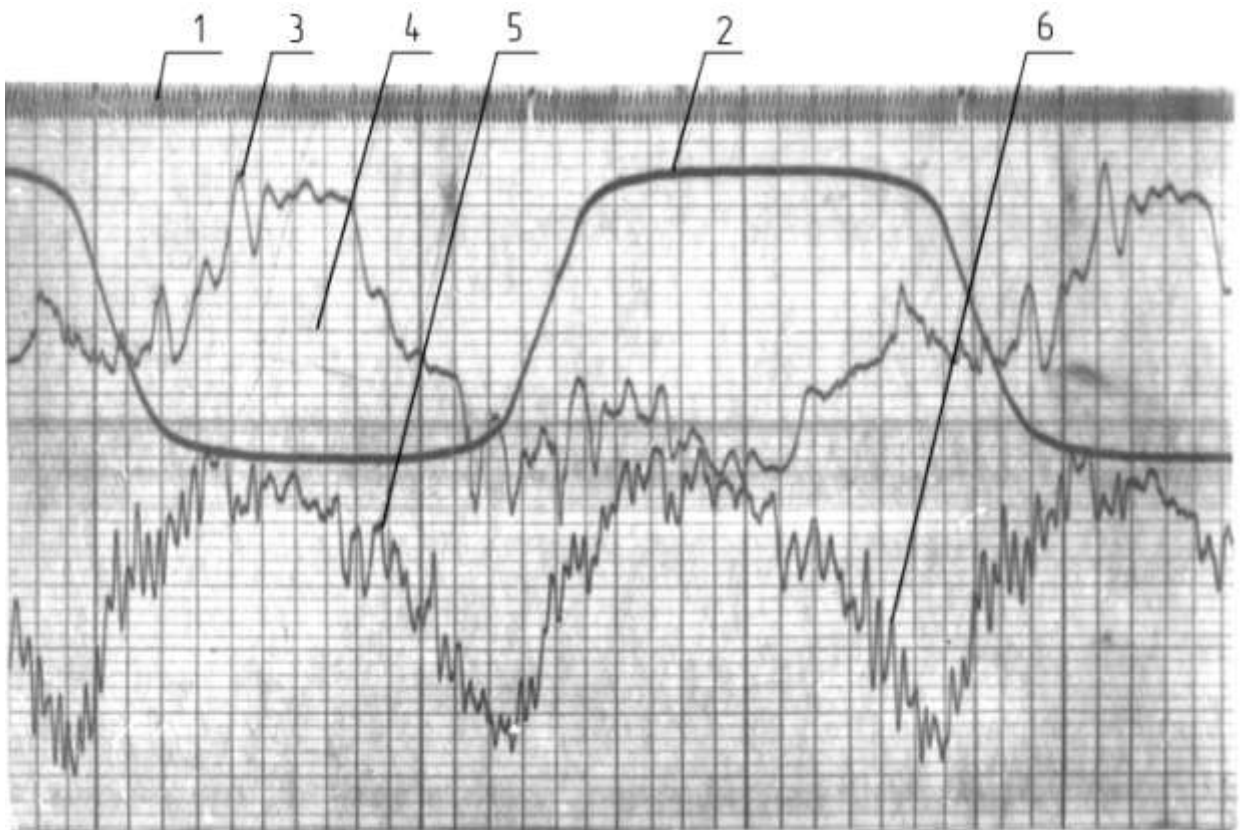


Рис 3.9 Осциллограмма с записью усилий в основных звеньях каретки при коэффициенте сброса скорости 0,7

Графики изменения усилий в звеньях каретки в зависимости от коэффициента уменьшения скорости представлены на рис. 3.10, 3.11.

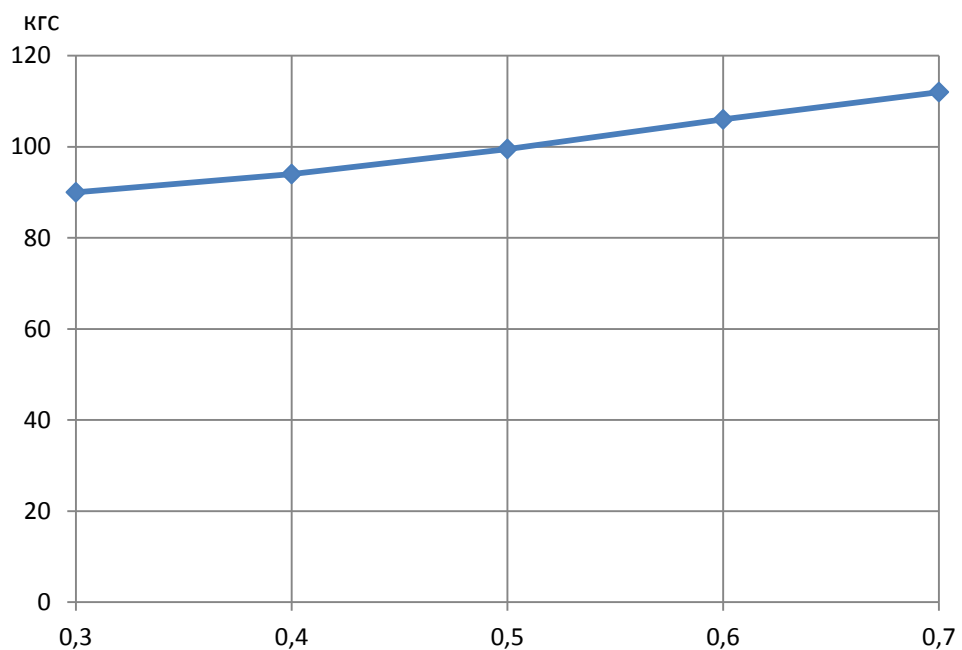


Рис. 3.10 График зависимости усилия на выходном рычаге каретки от коэффициента сброса скорости

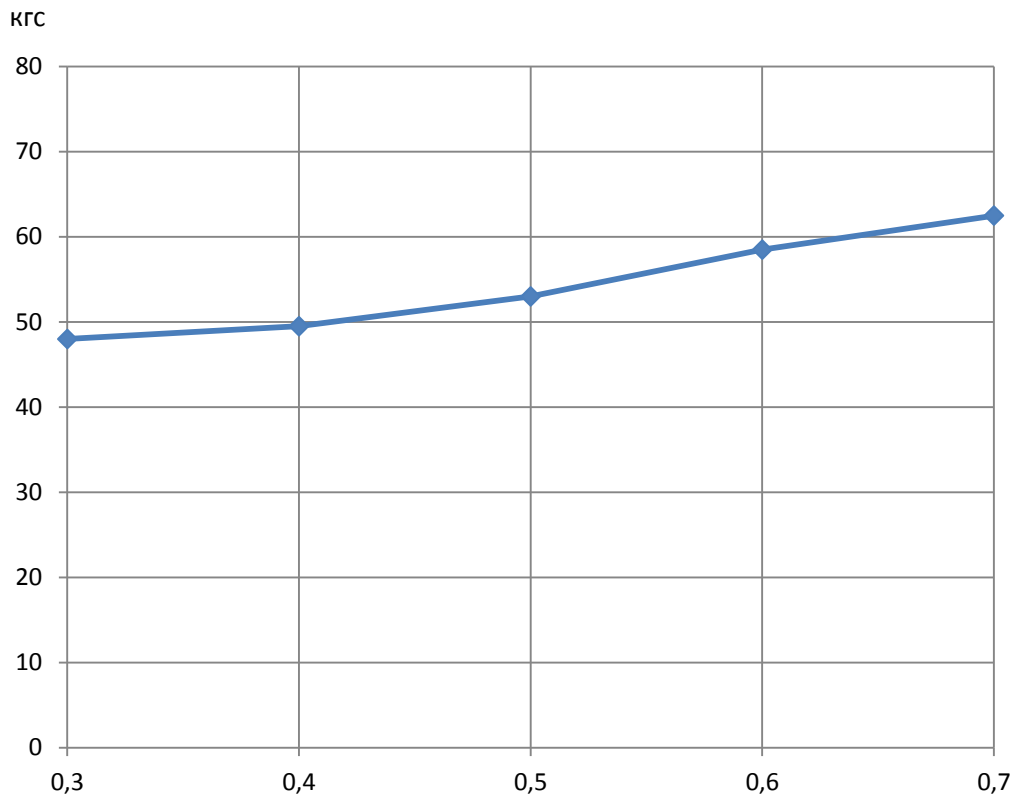


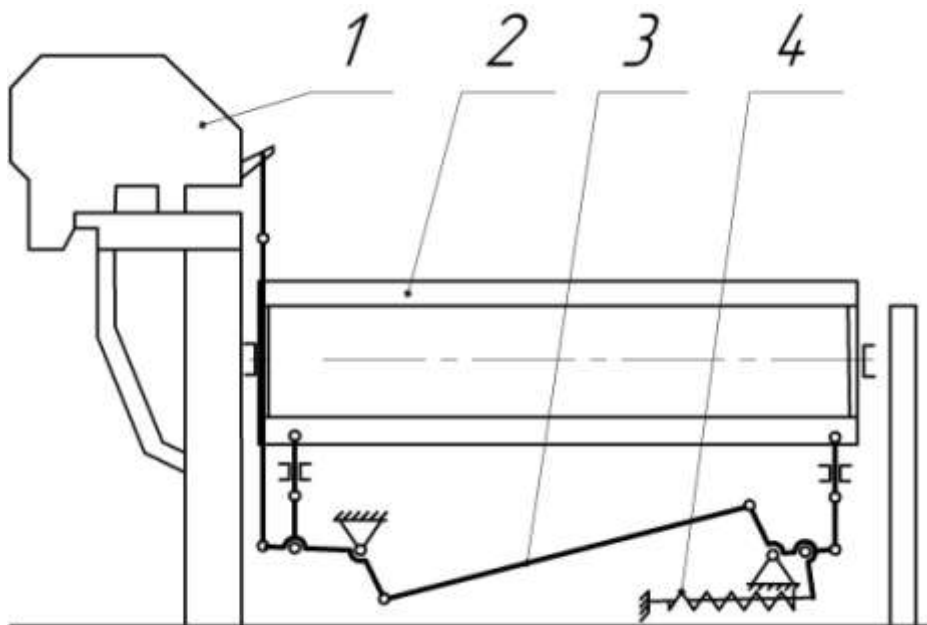
Рис. 3.11 График зависимости усилия на коромысле кулачкового механизма привода каретки от коэффициента сброса скорости

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

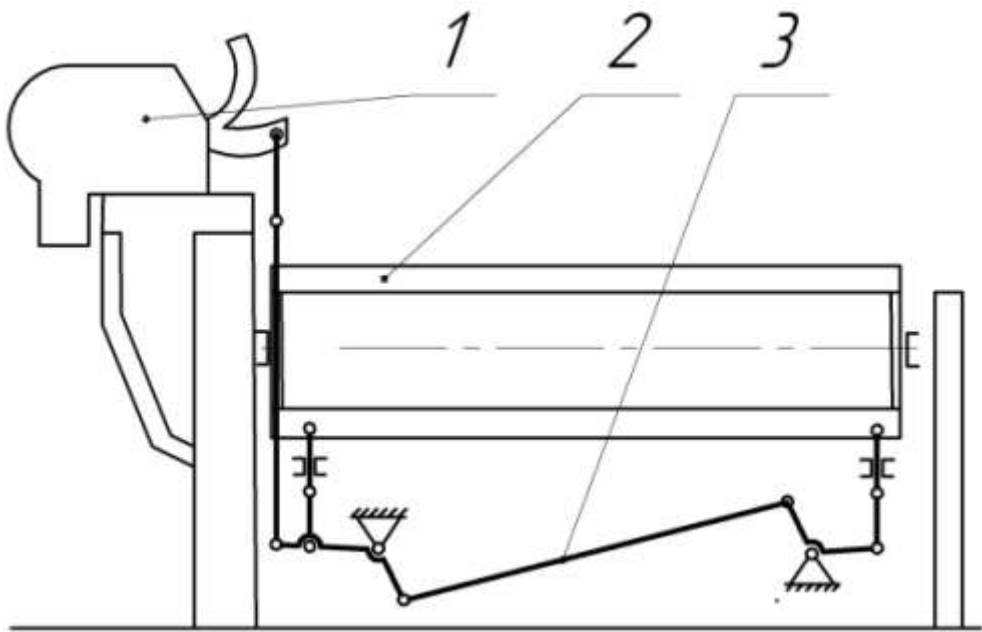
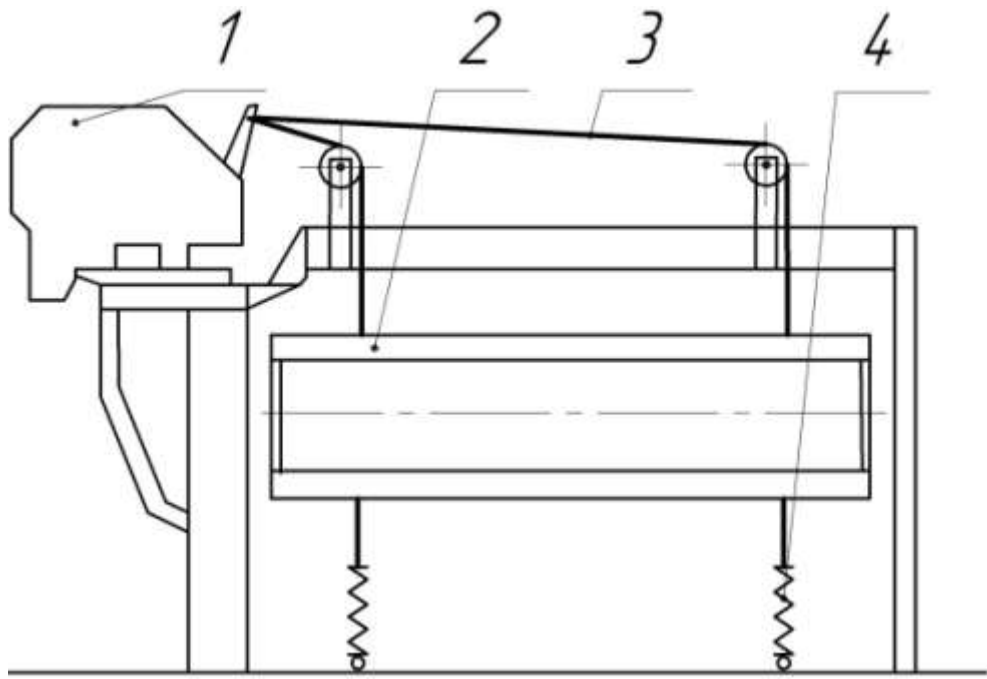
1. Наиболее благоприятные динамические условия для работы каретки с точки зрения усилий в основных звеньях имеют место при коэффициентах уменьшения скорости 0,4 и 0,5.
2. Параметры изменения угловой скорости ротора каретки могут быть получены широким классом механизмов: парой некруглых зубчатых колес, кулисой непрерывного вращения, кулачковым приводом, спроектированным с использованием сплайн-функции, при использовании которого отпадает необходимость в дифференциально-кулачковом приводе, что значительно упрощает конструкцию каретки.

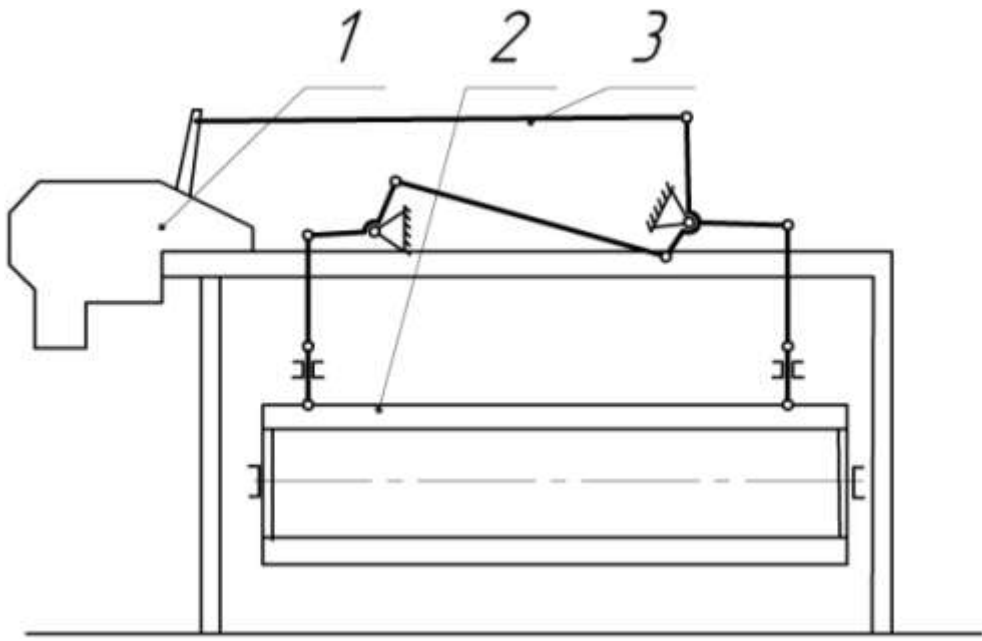
3.3 Критерии классификации механизмов ремизного движения

1. Расположение каретки: верхнее, среднее (на уровне верхней плоскости рам ткацкой машины), нижнее.
2. Расположение звеньев МРД: верхнее, нижнее.
3. Тип звеньев МРД: жесткие, гибкие в виде тросиков.
4. Тип кривошипно-коромыслового четырехзвенного механизма: шарнирный параллелограмм, шарнирный антипараллелограмм.
5. Тип замыкания ведущих и ведомых звеньев: кинематическое (парные соосные кулачки, пазовые кулачки, пара эксцентрик-шатун), силовое с помощью пружин.
6. Способ прокладывания утка на ткацкой машине. На гидравлических ткацких машинах с целью защиты от коррозии звенья МРД имеют верхнее расположение.

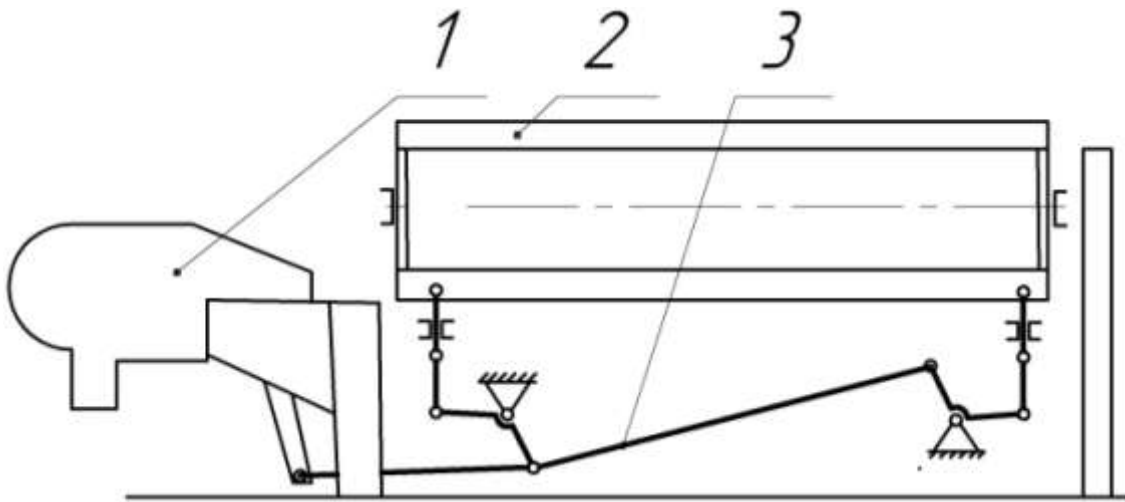


а

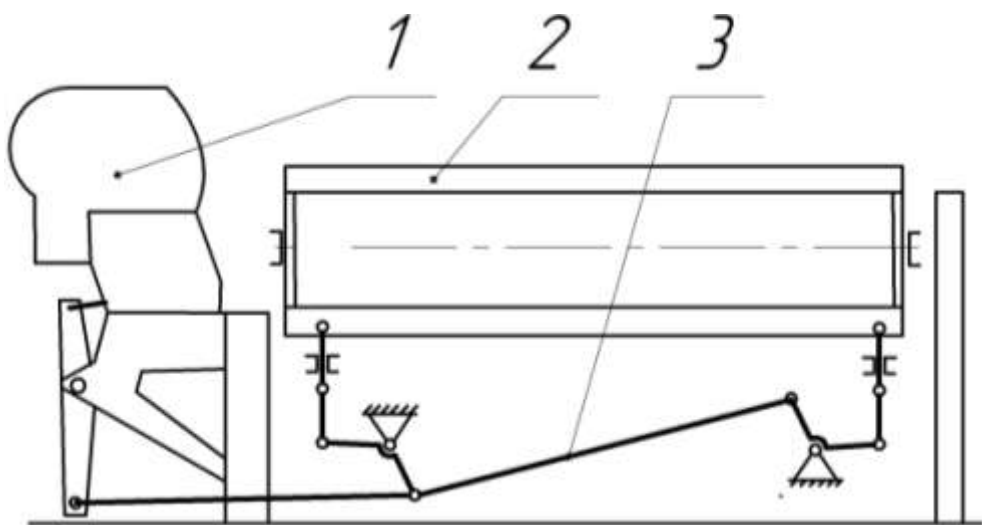




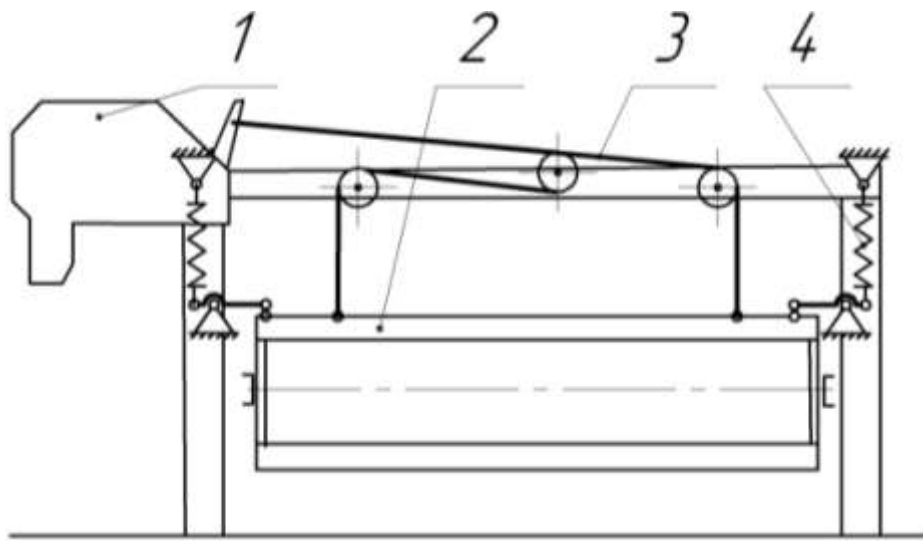
Г



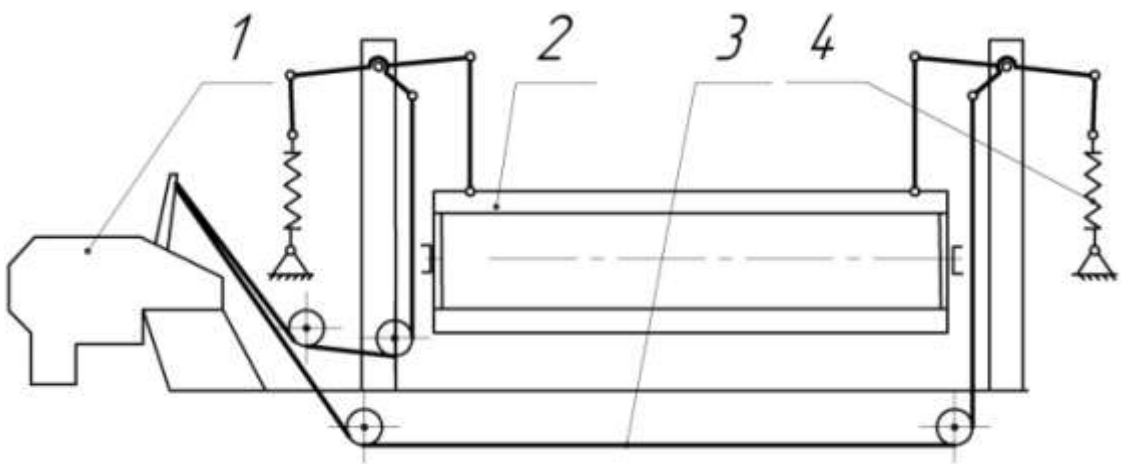
Д



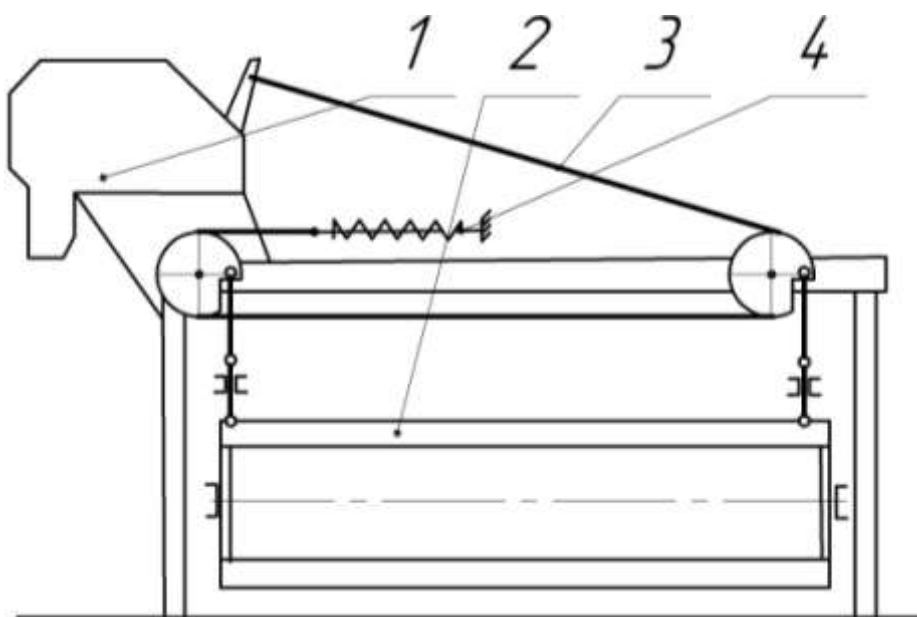
Е



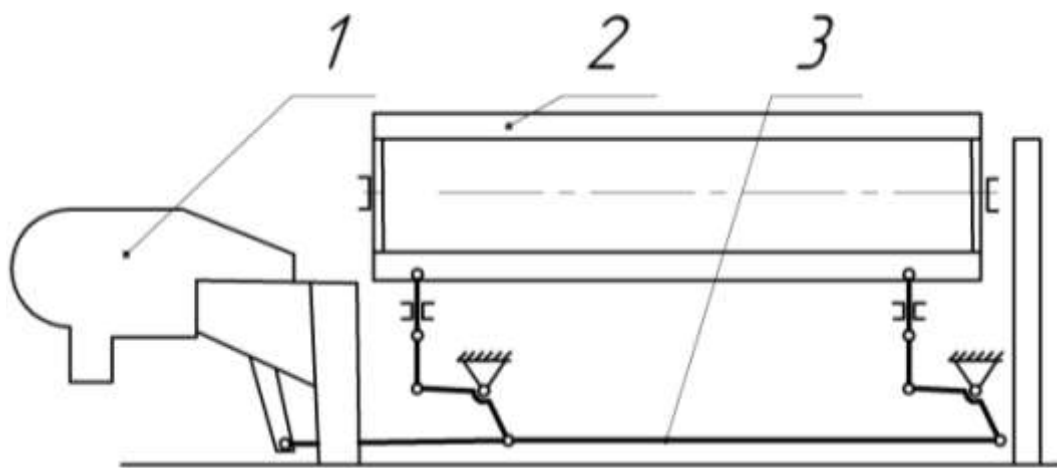
Ж



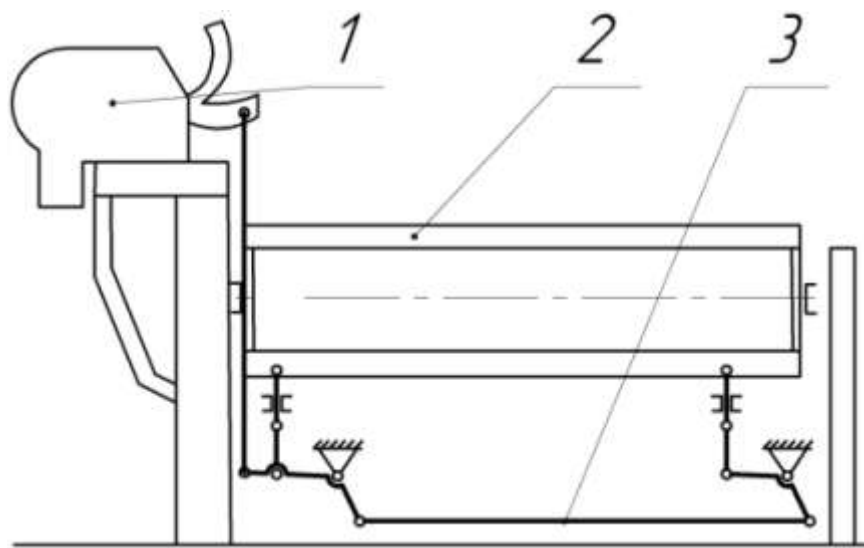
З



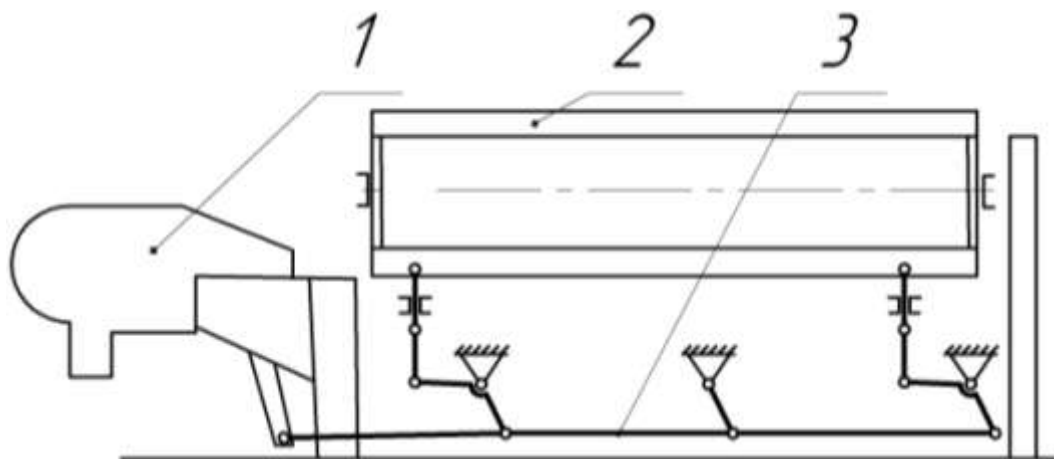
И



К



Л



М

Рис 3.12 Типы механизмов ремизного движения: 1 – ремизоподъемная каретка, 2 – ремизка, 3 – звенья механизма ремизного движения, 4 – пружины силового замыкания звеньев.

а - верхнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный антипараллелограмм, силовое замыкание звеньев с помощью пружины;

б – верхнее расположение каретки, гибкие звенья МРД, силовое замыкание звеньев с помощью пружины;

в - верхнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный антипараллелограмм, кинематическое замыкание звеньев;

г - верхнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с верхним расположением, механизм шарнирный антипараллелограмм, кинематическое замыкание звеньев;

д - нижнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный антипараллелограмм, кинематическое замыкание звеньев;

е - среднее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный антипараллелограмм, кинематическое замыкание звеньев;

ж - верхнее расположение каретки, гибкие звенья МРД, силовое замыкание звеньев с помощью пружины;

з - нижнее расположение каретки, гибкие звенья МРД, силовое замыкание звеньев с помощью пружины;

и - верхнее расположение каретки, гибкие звенья МРД, силовое замыкание звеньев с помощью пружины;

к - нижнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный параллелограмм, кинематическое замыкание звеньев;

л - верхнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный параллелограмм, кинематическое замыкание звеньев;

м - нижнее расположение каретки, жесткие звенья МРД с нижним расположением, механизм шарнирный параллелограмм, кинематическое замыкание звеньев; для широких станков (ширина заправки от 180 см).

В механизмах ремизного движения с жесткими звеньями применяются механизмы шарнирного параллелограмма и антипараллелограмма.

Шарнирный антипараллелограмм применялся ранее на узких ткацких машинах с шириной заправки до 140 см. На современных бесчелночных ткацких машинах применяется механизм шарнирного параллелограмма благодаря следующим преимуществам:

- идентичность геометрических размеров угловых рычагов;
- улучшаются условия монтажа и технического обслуживания механизма ремизного движения.

На ткацких машинах с шириной заправки более 180 см устанавливается дополнительный рычаг (рис 3.12 м) с целью повышения устойчивости горизонтальной тяги.

3.4 Экспериментальное исследование кинематических параметров движения ремизок

Экспериментальное исследование опытного образца ротационной каретки было проведено в МГТУ им. А.Н. Косыгина на ткацкой машине СТБ-180. Вырабатываемая ткань имела параметры: $P_o=P_y=28$ нитей/см, переплетение полотняное, основа и уток диолен 25 текс, число прокидок утка в минуту – 280. Использовались следующие приборы и датчики: отметчик углов поворота, виброизмерительная аппаратура с датчиками ускорения, реохордный датчик перемещения. Схема установки датчиков приведена на рис 3.13, где 1,2 – датчики перемещения, 3- датчики ускорения.

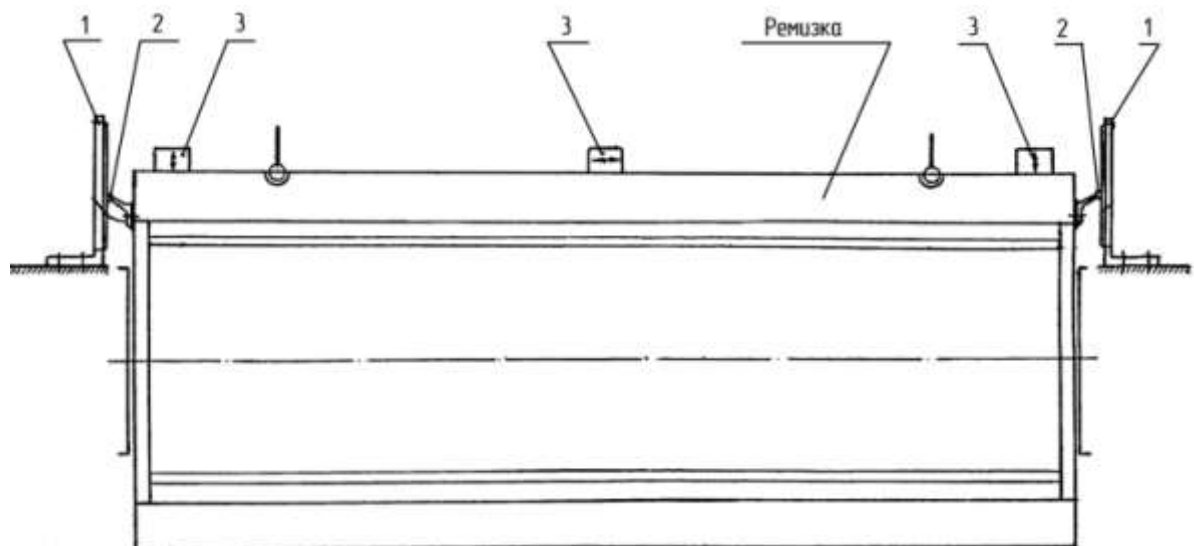


Рис 3.13 Схема установки датчиков при исследовании кинематических параметров ремизки

Целью экспериментального исследования является: 1) установление фактической цикловой диаграммы движения ремизок и ее увязки с цикловой диаграммой работы других механизмов ткацкого станка (боевого и кромкообразующего механизмов); 2) оценка выполнения цикловой диаграммы процесса зевообразования по характеру перемещения ремизок и уровню максимальных значений ускорений; 3) экспериментальная проверка возможности регулирования величины выстоя ремизок в зависимости от величины коэффициента уменьшения скорости (сброса скорости) ротора каретки [18].

Было проведено 5 вариантов экспериментальных исследований кинематических параметров движения ремизок в зависимости от коэффициента уменьшения скорости.

Коэффициент уменьшения скорости μ означает долю от угловой скорости главного вала каретки ω , на которую уменьшается угловая скорость ротора каретки с целью обеспечения условного технологического выстоя ремизок для прокладки утка и надежного переключения планетарных муфт в соответствии с заданным раппортом переплетения ткани. Величина коэффициента уменьшения скорости μ регулируется положением шарнира А в проушине 1 (рис. 3.5) от 0,3 (нижнее положение шарнира A_{\min}) до 0,7 (верхнее положение шарнира A_{\max}).

Типовые осциллограммы записи перемещений и ускорений 6-ой ремизки от опушки ткани приведены на рис., 3.14, 3.15, 3.16, где

- 1 - отметчик углов поворота главного вала ткацкого станка (отметки через 5°),
- 2 - кривая перемещения ремизки,
- 3 - нулевая линия (линия заступа),
- 4 - кривая ускорений,
- 5 - нулевая линия для кривой ускорений

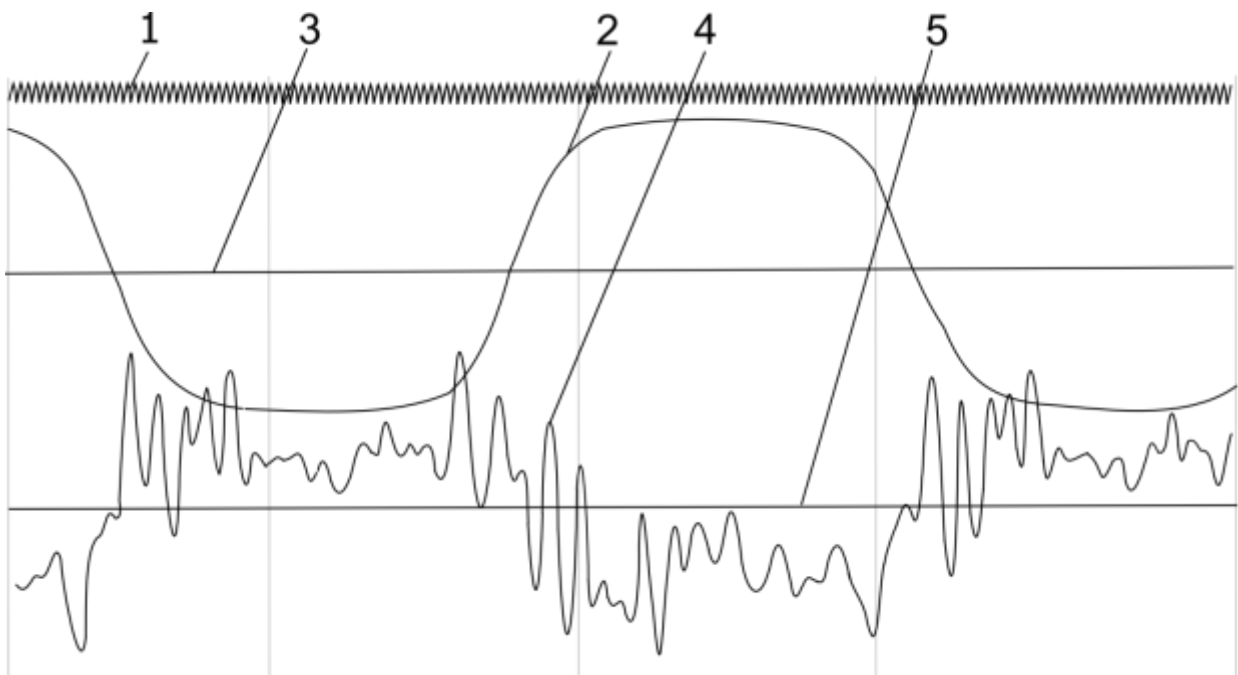


Рис 3.14 Осциллограмма записи перемещений и ускорений 6-ой ремизки при коэффициенте сброса скорости 0,3

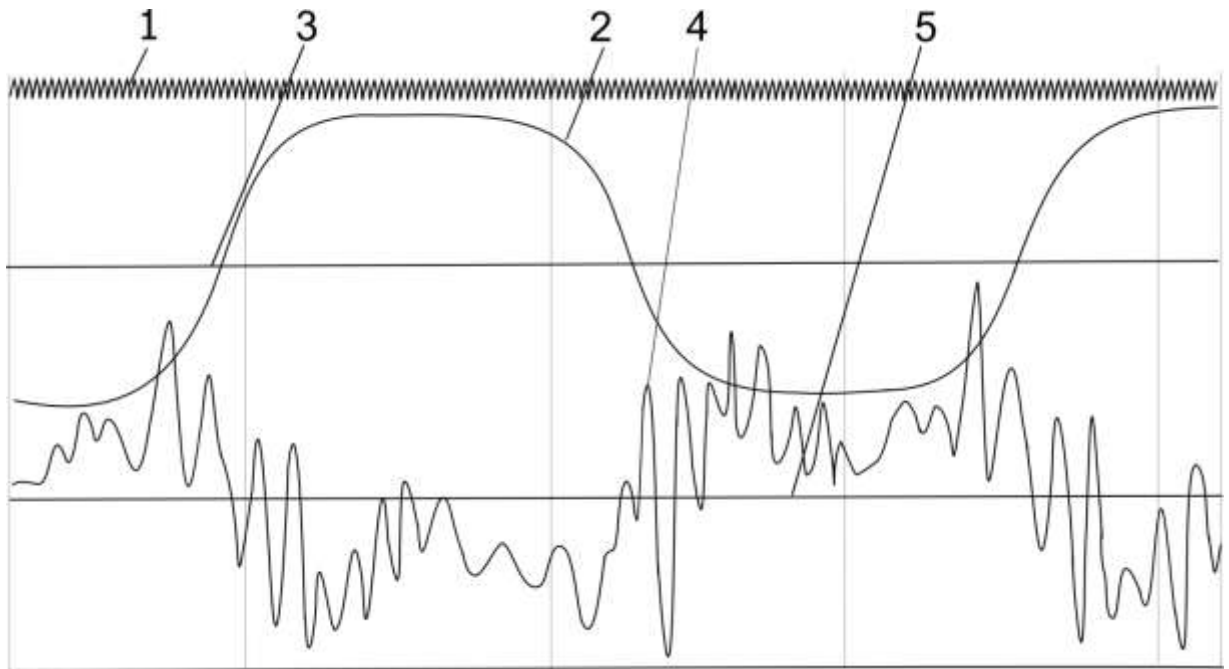


Рис 3.15 Осциллограмма записи перемещений и ускорений 6-ой ремизки при коэффициенте сброса скорости 0,4

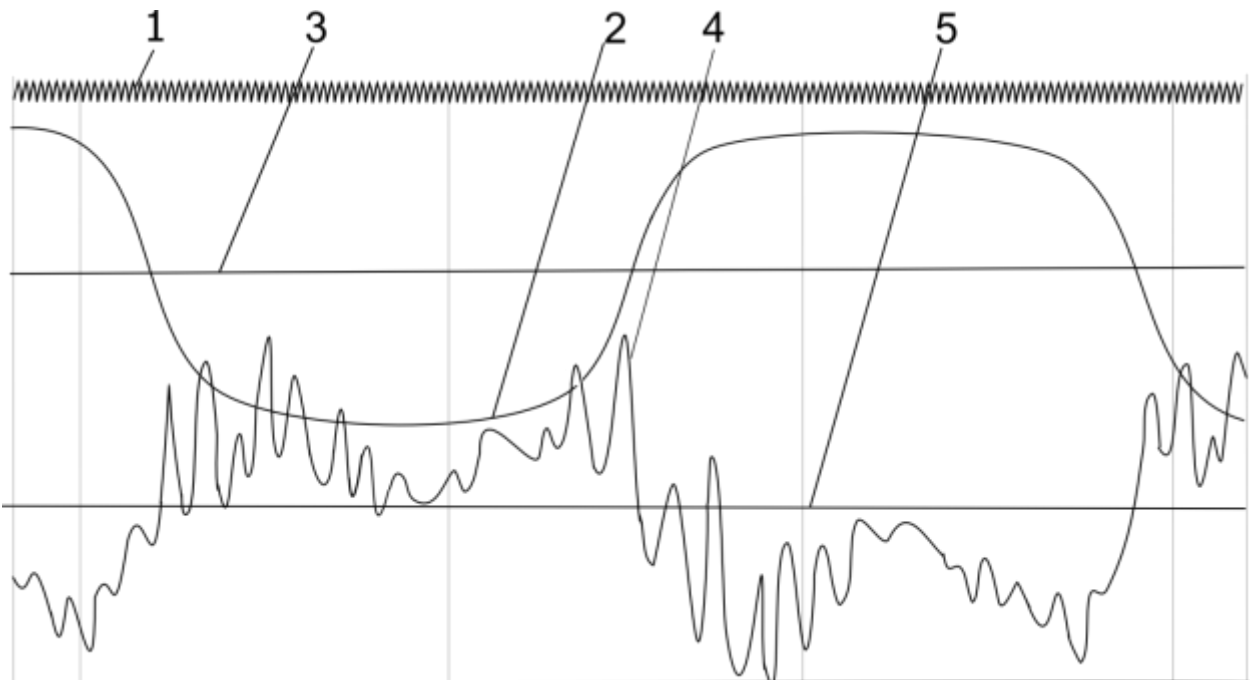


Рис 3.16 Осциллограмма записи перемещений и ускорений 6-ой ремизки при коэффициенте сброса скорости 0,5

Результаты кинематических исследований перемещения ремизок приведены на рис 3.17, 3.18.

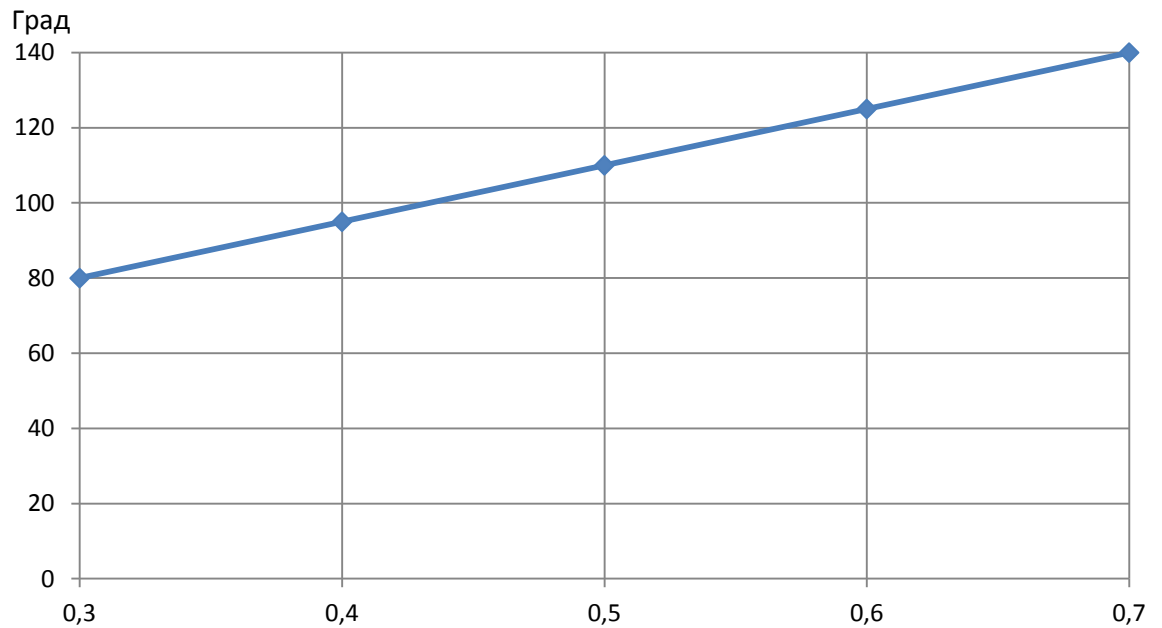


Рис. 3.17 Зависимость продолжительности условного выстоя ремизок от коэффициента сброса скорости

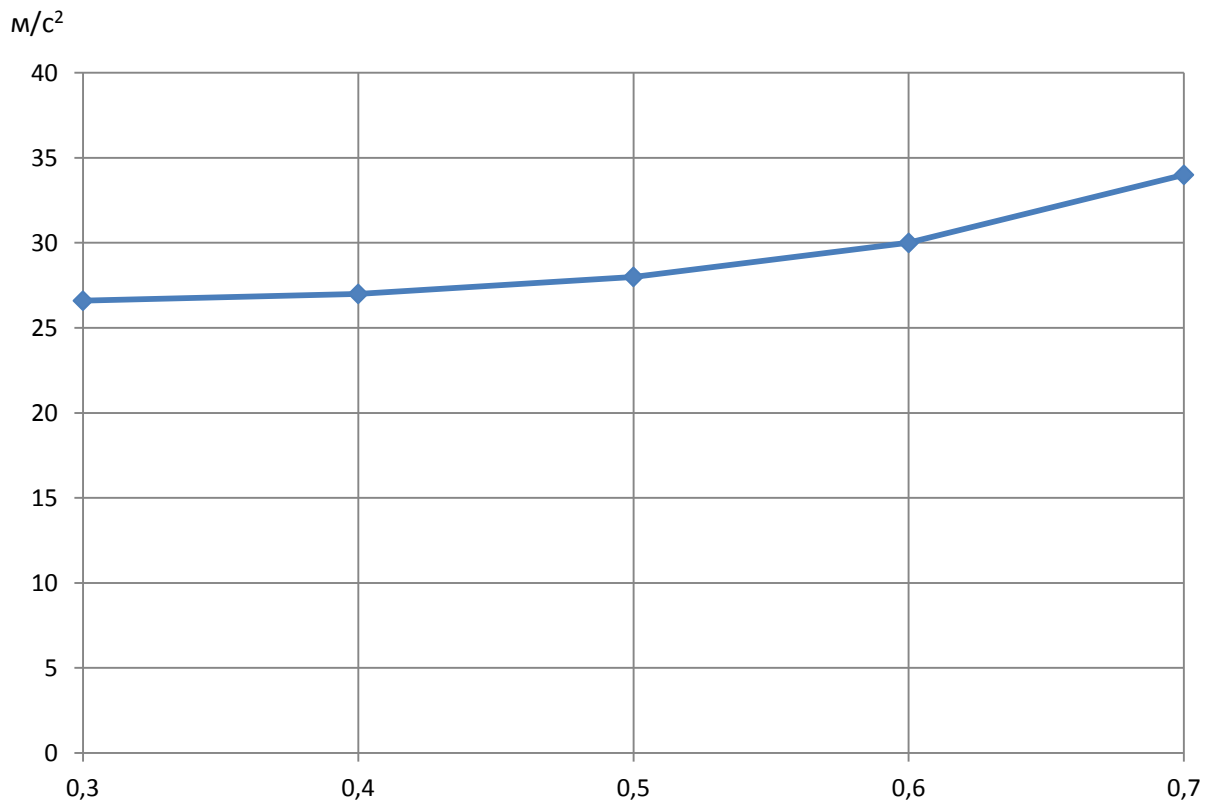


Рис. 3.18 Зависимость ускорения ремизок от коэффициента сброса скорости

Параметры фактической цикловой диаграммы приведены в табл. 3.1

Таблица 3.1 - Параметры цикловой диаграммы

№ п/п	Коэффициент уменьшения скорости	Параметры цикловой диаграммы в углах поворота главного вала			
		Подъем	Условный вы- стой в верхнем положении	Опускание	Условный вы- стой в нижнем положении
1	0,3	280° 235°-155°	80° 150°-235°	280° 235°-155°	80° 155°-235°
2	0,4	265° 242,5°-147,5°	95° 147,5°-242,5°	265° 242,5°-147,5°	95° 147,5°-242,5°
3	0,5	250° 250°-140°	110° 140°-250°	250° 250°-140°	110° 140°-250°
4	0,6	235° 257°-132°	125° 132,5°-257,5°	235° 257,5°-132,5°	125° 132,5°-257,5°
5	0,7	220° 265°-125°	140° 125°-265°	220° 265°-125°	140° 125°-265°

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Ремизка имеет условный выстой в положении открытого зева.
2. Условный выстой ремизок изменяется в пределах от 80° до 140°. Наиболее оптимальной величиной выстоя ремизок для ткацких станков типа СТБ является 95°- 110° из условий кинематики и динамики процесса зевобразования, что соответствует коэффициенту сброса скорости 0,4-0,5. Для скоростных ткацких машин с другими принципами прокладки утка условный выстой должен быть увеличен до 130°-140° поворота главного вала.
3. Данный привод ремизок способен обеспечить параметры как симметричного, так и ассиметричного зева.
4. Увеличение ускорения ремизок, вызванное изменением коэффициента сброса скорости от минимального до максимального значения, составляет 28%.
5. Параметры условного выстоя ремизок соответствуют заправочной ширине ткацкой машины от 180 до 540 см.

3.5 Экспериментальное исследование нагрузок на нити основы в зоне ремизок

Натяжение нитей основы в процессе ткачества обуславливается различными типами нагрузок, которые в результате могут вызвать обрыв как непосредственно нагруженной нити, так и соседних нитей, взаимодействующих с ней.

На основании обобщения имеющейся литературы можно выделить следующие нагрузки, действующие на нити основы [2,12]:

- циклически колеблющиеся многократные силы растяжения нитей основы, вызванные движением основы в продольном и поперечном направлениях;
- многократные изгибающие нагрузки, приводящие к изгибающим напряжениям в нитях основы при больших углах охвата последними деталями ткацкой машины, имеющих малый радиус закругления (галева, ценовые прутки, ламели основонаблюдателя). Изгиб нитей основы происходит также относительно нитей утка во время формирования ткани;
- многократные истирающие нагрузки в точках контакта нитей основы со скалом, ценовыми прутками, ламелями, рейками основонаблюдателя, глазками галев, зубьями берда.

В зависимости от способа прокладки утка точки контакта имеются в передней части зева. К ним относятся зубья направляющего канала микропрокладчика, рапир и челнока многозевной машины, непосредственно микропрокладчик и челнок, гибкие и жесткие рапиры, пластины эстафетных сопел и конфузора на пневматических и гидравлических ткацких машинах;

- силы натяжения нитей, отклоняющиеся от «нормальных» и стохастически возникающие в результате помех в виде узлов и дефектов основной пряжи;
- силы натяжения нитей основы при их спутывании и сцеплении особенно в процессе зевобразования, когда происходит сбой программы зевобразования.

Влияние многократных истирающих нагрузок на натяжение и обрывность нитей основы можно оценить, сравнивая значения скоростей трения и величины зон трения нитей основы относительно неподвижного скала, качающегося скала,

ценовых прутков, ламелей, глазков галев и различных элементов в передней части зева.

В таблице 3.2 [12] приведены диапазоны значений скоростей и зон трения нитей основы в процессе ткачества на современных ткацких машинах.

Цикличность сил трения и истирающих воздействий, как и продольных растягивающих усилий, на элемент нити достигает до 10000 и более циклов в зависимости от плотности ткани по утку и размеров передней и задней частей зева (длины нитей основы в заправке) за период его перемещения от навоя до опушки.

Таблица 3.2 - Характеристика взаимодействия нитей основы с деталями ткацких машин

№ п/п	Элемент пары трения	Скорость трения, м/с	Зона трения, мм
1	Неподвижное скало	$1...2 \cdot 10^{-3}$	0...2
2	Качающееся скало	...0,01	2...8
3	Ценовые прутки	$1...2 \cdot 10^{-3}$	0...2
4	Ламели	...0,01	3...10
5	Глазки галев	...0,02	5...20
6	Зубья берда	0...5	60...160
7	Поверхность микропрокладчика или челнока	10...20	50...80*
8	Поверхность рапиры	0...20	10...30*
9	Направляющие элементы для рапиры	2...4	до 100
10	Зубья направляющего канала для микрочелнока и челнока многозевной машины	2...4	до 100
11	Зубья конфузора	2...4	до 100
12	Эстафетные сопла	4...6	до 80

Исследование натяжения нитей основы в зоне ремизок ротационной ремизоподъемной каретки проведено с использованием датчика, выполненного в виде двух балочек (тензогалев), закрепленных на верхней и нижней планках ремизной рамки. В балочки устанавливается группа галев с нитями основы (не менее 20 штук).

Схема установки датчиков представлена на рис. 3.19, где 1- тензометрическая балочка для измерения усилий на ремизную рамку от нитей основы, 2 – датчики ускорения.

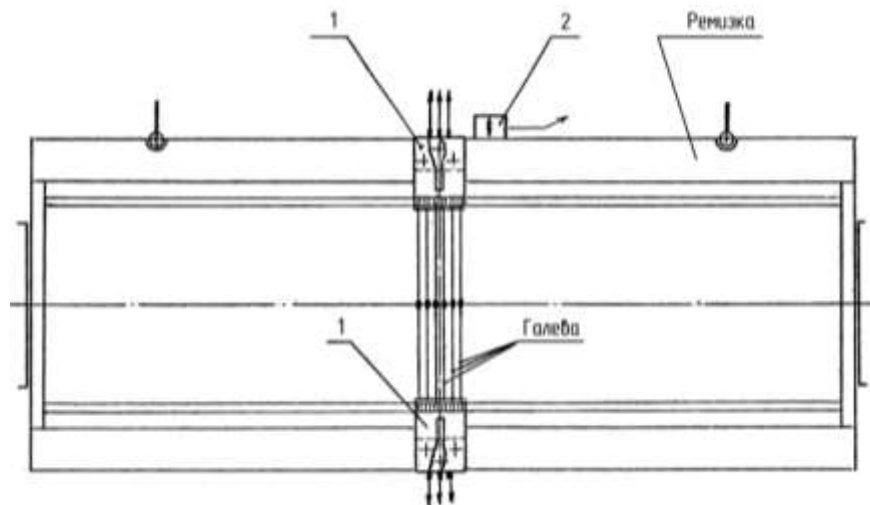


Рис 3.19 Схема установки датчиков на ремизке

Таким образом, галево является тензометрическим звеном, которое регистрирует нагрузки на нити основы в зоне зева.

Типовые осциллограммы с записью нагрузок на нити основы для коэффициентов уменьшения скорости $\mu = 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ представлены на рис.3.20, 3.21, 3.22 соответственно, где:

- 1- отметчик углов поворота главного вала ткацкого станка;
- 2 -кривая изменения нагрузки на нити основы при движении ремизки от заступа в верхнее положение, регистрируется верхней балочкой;
- 3- кривая изменения нагрузки на нити основы при движении ремизки от заступа в нижнее положение, регистрируется нижней балочкой;
- 4;5 - нулевые линии кривых изменения нагрузок, регистрируемых верхней и нижней балочками;
- 6 - кривая перемещения ремизки.

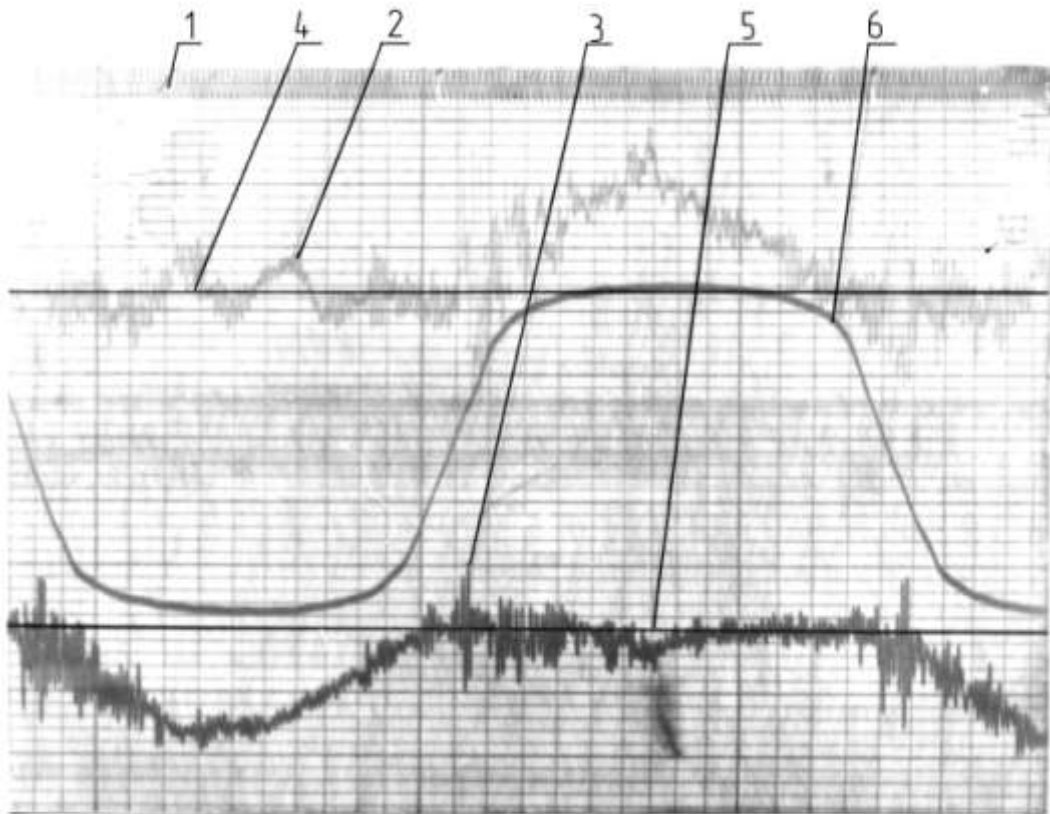


Рис 3.20 Осциллограмма с записью усилий в нитях основы в зоне зевобразования при коэффициенте сброса скорости 0,3

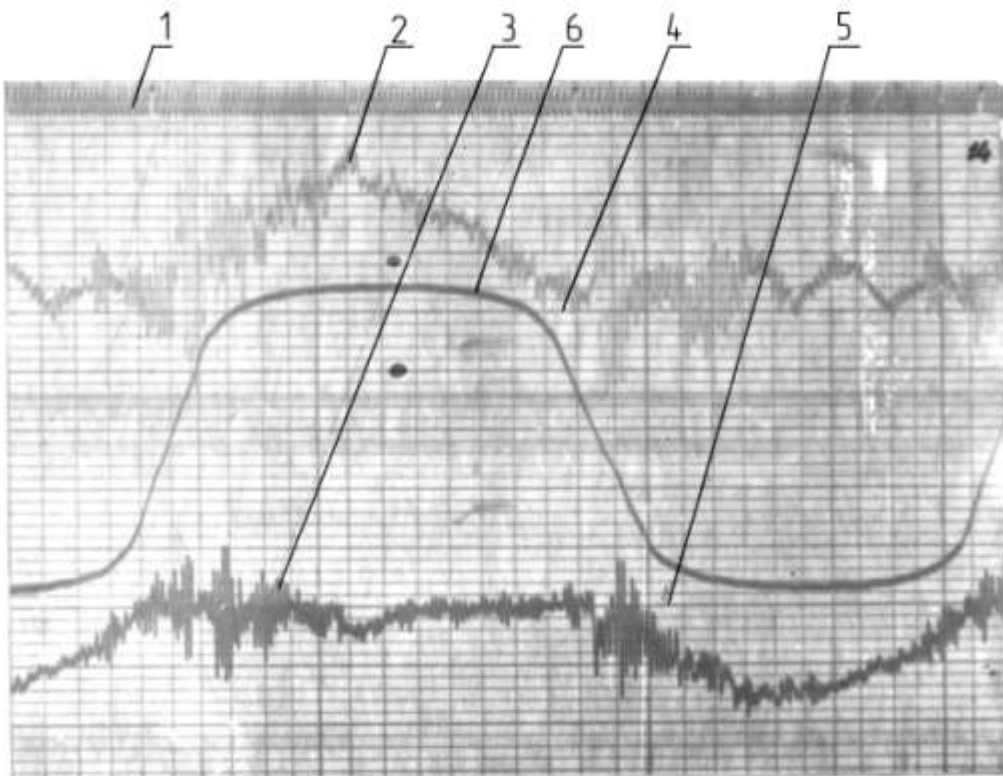


Рис 3.21 Осциллограмма с записью усилий в нитях основы в зоне зевобразования при коэффициенте сброса скорости 0,4

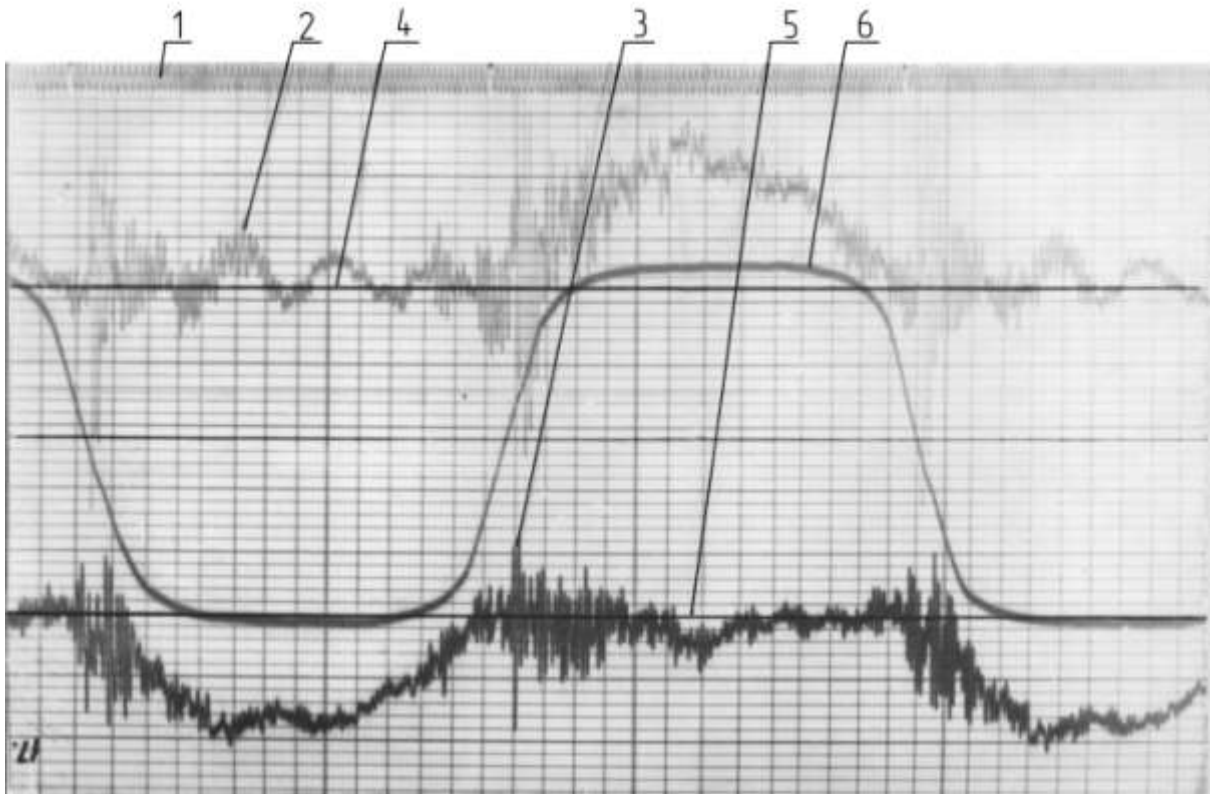


Рис 3.22 Осциллограмма с записью усилий в нитях основы в зоне зевобразования при коэффициенте сброса скорости 0,7

Результаты расшифровки осциллограмм показаны на рис. 3.23

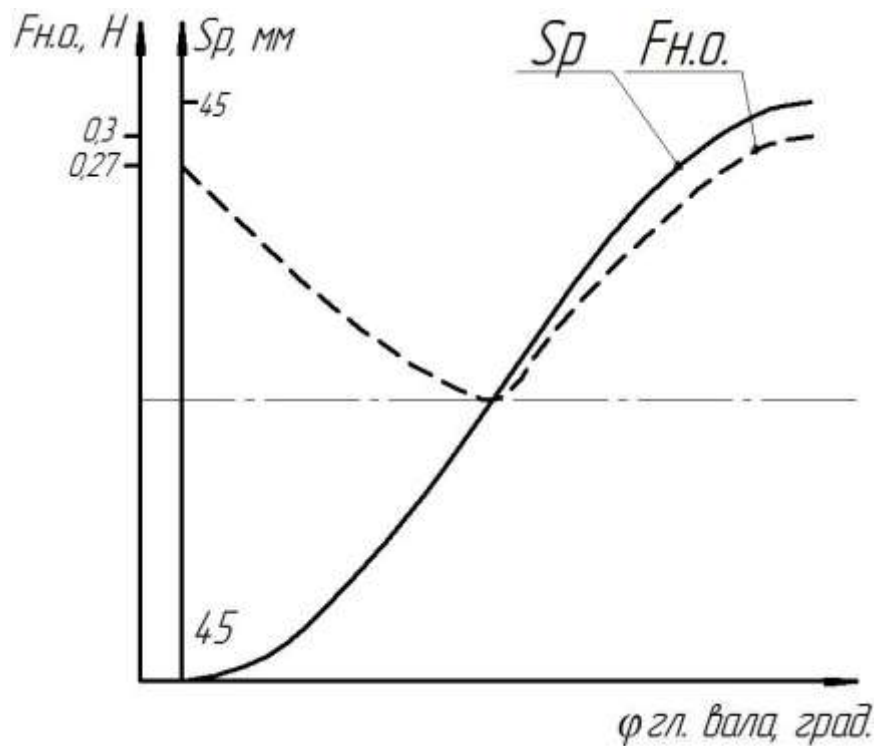


Рис 3.23 Ход ремизки и нагрузка на нити основы

Анализ осциллограмм показывает:

1. Характер изменения нагрузок на нити основы соответствует закону движения ремизок. Скорость нарастания нагрузок на нити основы пропорциональна скорости движения ремизок.

Если за расчетную модель взаимодействия ремизных рамок с нитями основы принять модель упруго-вязкого тела по Крагельскому И. В.[20], то зависимость между нагрузкой и деформацией для упруго-вязкого тела описывается уравнением Максвелла-Ишлинского

$$F + r\dot{F} = bnx + b\dot{x} \quad (3.28)$$

где F - нагрузка на нити основы,

X - деформация нитей основы,

\dot{F} - скорость изменения нагрузки на нити основы,

\dot{x} - скорость изменения деформации нитей основы:

b, r, n - постоянные величины, определяемые экспериментально,

b – коэффициент жесткости нитей основы,

n - скорость последствия,

r - скорость релаксации.

Решение уравнения (3.28) имеет следующий вид:

$$F = \frac{x}{\frac{r}{bn} + \frac{(1-r/n)}{bnt}(1 - e^{-nt})}, \quad (3.29)$$

из которого видно, что с уменьшением времени приложения нагрузки со стороны ремизок т.е. с ростом скорости, величина нагрузок на нити основы возрастает. Как показано в работе [20], для волокнистых веществ с увеличением нагрузки растет коэффициент трения между волокнистым веществом и металлом. Таким образом, скорость приложения нагрузки существенно влияет на износ и обрывность нитей в процессе ткачества. Следовательно, целесообразно стремиться к уменьшению скорости движения ремизок.

2. Для уменьшения нагрузок на звенья ремизоподъемной каретки и соответственно для повышения надежности и долговечности ее работы целесообразно стремиться к снижению уровня максимальных значений ускорений ремизок.
3. Среднее натяжение одиночной нити основы при образовании нижней части зева составляет 0,27 Н, а при образовании верхней части зева 0,3 Н (рис. 3.23)

3.6 Исследование механизма переключения программы узорообразования

Программатор (механизм рисунка) ротационной ремизоподъемной каретки состоит из программирующего механизма, механизма переключения, набора муфт переключения. [2].

Программирующий механизм служит для задания программы движения ремизок согласно рисунку переплетения ткани и для подачи сигнала о необходимом в соответствии с рисунком переплетения положении ремизок на механизм переключения программы для сравнения его с сигналом о фактическом положении ремизок.

Механизм переключения программы предназначен для включения и выключения набора муфт переключения согласно заданной программе.

Набор муфт переключения выполняет функцию передачи движения механизму ремизного движения согласно поступающим сигналам от механизма переключения программы узорообразования.

Большинство схем переключения программ управления перемещением ремизок основано на использовании планетарных муфт. Устройство муфты приведено на схеме ротационной ремизоподъемной каретки рис 3.24.

Схема управления переключением муфт предусматривает обкатывание выпуклыми головками фиксаторов 14, 21 наружных поверхностей дисков 20, 17 планетарных муфт и обеспечивает установку фиксаторов в дисках. Управление положением фиксаторов 14, 21 осуществляется с помощью ползуна 7 и пружин 6, 8. Ползун 7, получая сигнал от программатора, деформирует одну из пружин 6, 8, каждая из которых за счет потенциальной энергии деформации осуществляет включение фиксаторов. Ось фиксатора водила (не показана) подпружинена и обеспечивает защиту механизма в аварийных ситуациях.

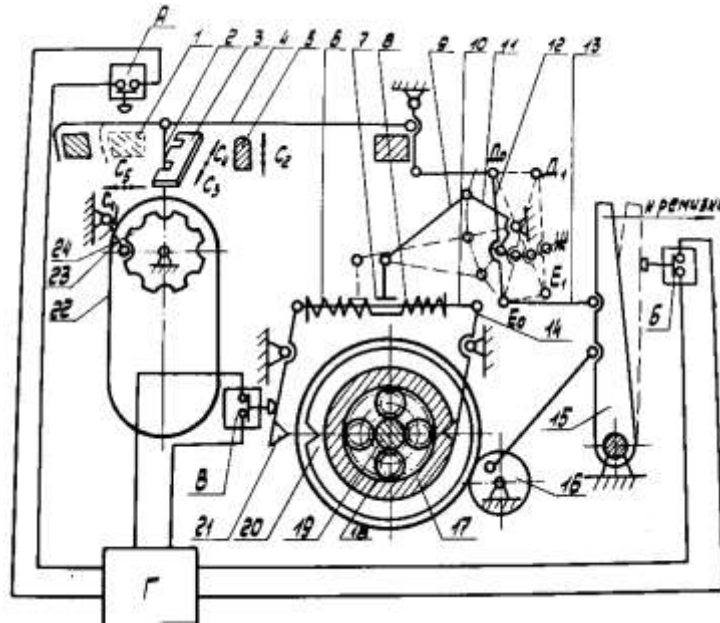


Рис 3.24 Схема ротационной ремизоподъемной каретки с использованием планетарных муфт переключения конструкции ВНИИЛТЕКМАШа и МГТУ им.

А.Н. Косыгина

Данная схема управления переключением позволяет выполнить свои функции на высоких скоростях вращения ротора 19 – главного вала каретки.

Ротационные РК с планетарной муфтой переключения силового привода могут иметь неоднозначную информацию о состоянии ремизки в верхнем или нижнем крайних положениях.

В связи с этим, схема каретки (рис.3.24) содержит рычажный сумматор, состоящий из звеньев 11, 12, 13, который суммирует информацию (сигнал) от программатора (крючок 4) и от выходного рычага 15 каретки, положение которого передает информацию о положении ремизки. Рычажный сумматор усложняет структуру ремизоподъемной каретки, поэтому схема привода механизма «розыска раза» в сочетании с кареткой подобной структуры, должна содержать довольно сложную и вполне определенную последовательность угловых поворотов вала каретки в прямом и обратном направлениях вращения.

Последовательность передачи и обработки информации (сигналов) в ротационной каретке конструкции ВНИИЛТЕКМАШа и МГТУ им. А.Н. Косыгина (рис. 3.24) заключается в следующем.

Планка 5 при движении вверх поднимает все программные крючки 4, а призма 24 с программоносителем, поворачиваемая одновременно кривошипом 23 на один угловой шаг, устанавливает под считывающими иглами 2 новый кадр программы переплетения, содержащийся на программоносителе 22. При движении планки 5 вниз опускаются те программные крючки 4, под иглами которых имеются в программоносителе отверстия.

Нож 1, двигаясь влево, захватывает опустившиеся крючки 4, а последние перемещают верхние шарниры суммирующих рычагов 12 влево, из положения D_1 в положение D_0 . Средние шарниры Ж суммирующих рычагов, соединенные с двухплечими рычагами 11, смещают в одно из двух положений ползуны 7, которые через пружины 6 и 8 действуют на штоки 10, связанные с фиксаторами 14 и 21. В определенный момент поворота главного вала фиксаторы, которые нагружены пружинами, вводятся в соответствующие пазы водил 20 или солнечных колес 17, фиксируя их в неподвижном состоянии.

Если фиксируется солнечное колесо 17, то главный вал 19 вращает через сателлиты 18 водило 20, вращающее в свою очередь через зубчатую передачу кривошип 16. Далее движение через рычаг 15 передается ремизке.

Если фиксируется водило 17, то главный вал 19 вращает через сателлиты 18 солнечное колесо 17 - движение от главного вала кривошипу не передается, ремизка остается в прежнем положении.

Обратная связь функционирует следующим образом. Движение рычагов 15 передается с помощью тяги обратной связи 13 на нижний шарнир суммирующего рычага 12, который устанавливается в одно из положений E_0 или E_1 . В связи с этим, суммирующий рычаг, шарниры которого могут находиться в четырех положениях, также может принимать четыре состояния. Два из них являются противоположными сторонами четырехугольника $D_1D_0E_1E_0$, а два других - диагоналями в этом четырехугольнике.

Если суммирующий рычаг расположен по одной из диагоналей D_1E_0 или D_0E_1 , то ползун 7 занимает крайнее левое положение, что обеспечивает фиксацию

водила. Зафиксированное водило обеспечивает выстой ремизки в верхнем или в нижнем положениях.

Если суммирующий рычаг расположен по одной из каких-либо противоположных сторон четырехугольника, то ползун 7 занимает крайнее правое положение, что обеспечивает фиксацию солнечного колеса и изменение состояния кривошипа 16 и ремизки. При этом ремизка будет перемещаться в режиме полотняного переплетения с раппортом 1/1.

Отверстие в программоносителе и верхнее положение ремизки, а также НЕ-отверстие и нижнее положение ремизки установят суммирующий рычаг по диагонали. В этом случае положение ремизки в следующем цикле зевобразования сохранится без изменений.

С другой стороны, отверстие в программоносителе и нижнее положение ремизки, а также НЕ-отверстие и верхнее положение ремизки установят суммирующий рычаг по одной из сторон четырехугольника. В этом случае состояние ремизки в следующем цикле изменится на противоположное.

Отбор отдельных кадров программы осуществляет мальтийский механизм. Воздействие кривошипа 24 на мальтийский крест 23 по стрелке продвигает программоноситель на один кадр программы. Задатчиком программы процесса зевобразования служит картон 22, в котором один кадр программы состоит из двух отверстий и НЕ-отверстий.

Существуют другие решения по применению планетарных муфт переключения в ремизоподъемных каретках, а именно изобретения следующих зарубежных фирм: «Staubli», «Ruti», «Saurer», «Serra». Такой механизм переключения в своей основе повторяет известную схему ножевой каретки Гаттерслея. На рис. 3.25 приведен один из вариантов механизма переключения программы рисунка опытного образца ротационной ремизоподъемной каретки, который содержит два поворотных фиксатора 1, нагруженных пружиной 2 для сцепления с вращающимися дисками 3 планетарной передачи.

Программатор выполняет функцию управления фиксаторами 1 и дисками 3. С помощью пружин 2 производится их сцепление, которое блокируется посредством толкателя 7. Ось 4 переключателя, свободная от нагрузки со стороны ремизок, подпружинена и установлена на призматических опорах 5. Совместно с жестким упором 6 служит контроллером работы механизмов каретки по принципу контроллеров ткацких машин СТБ и Sulzer.

Четкое переключение муфт осуществляется за счет одновременной фиксации дисков обоими фиксаторами в пределах 20° поворота главного вала каретки. На рис. 3.26 показаны кривые перемещений фиксаторов 1 под действием пружин 2 (кривая 1) и под действием программатора (кривая 2).

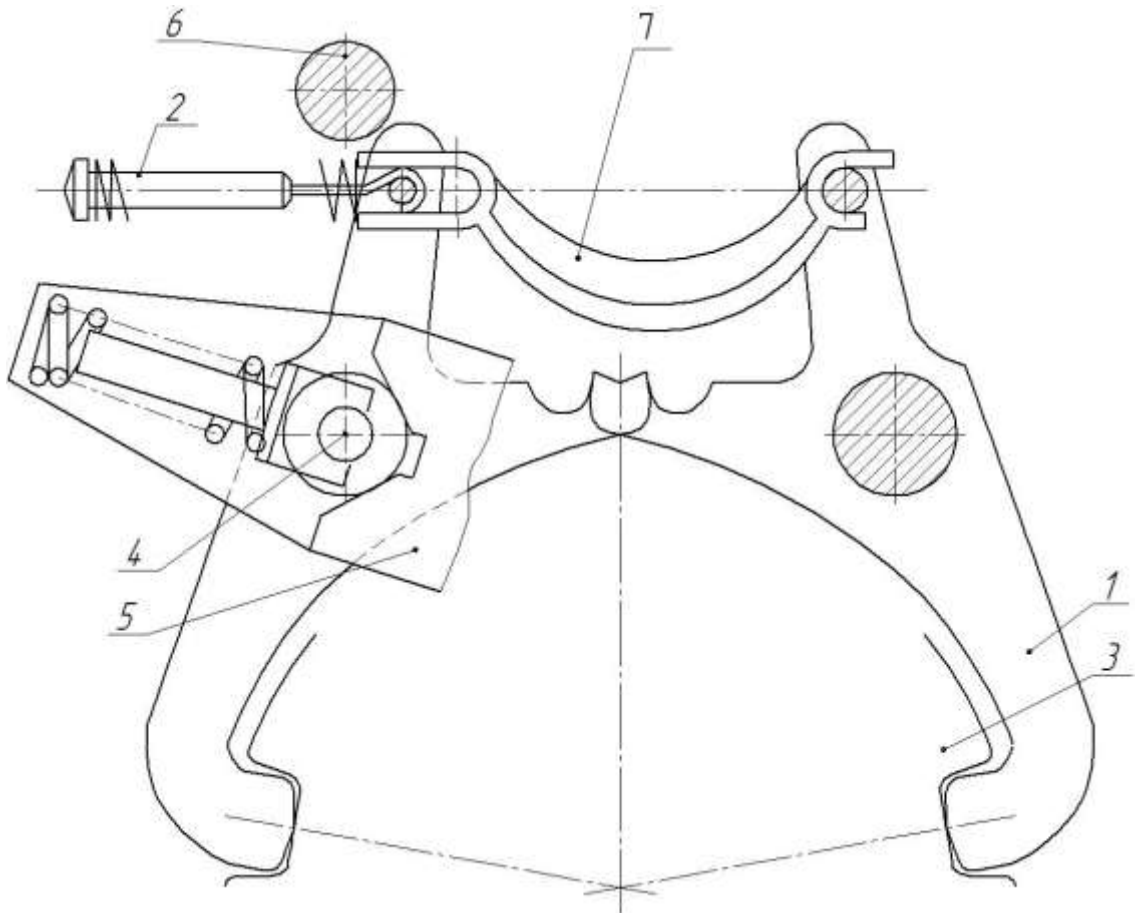


Рис 3.25 Механизм переключения программы

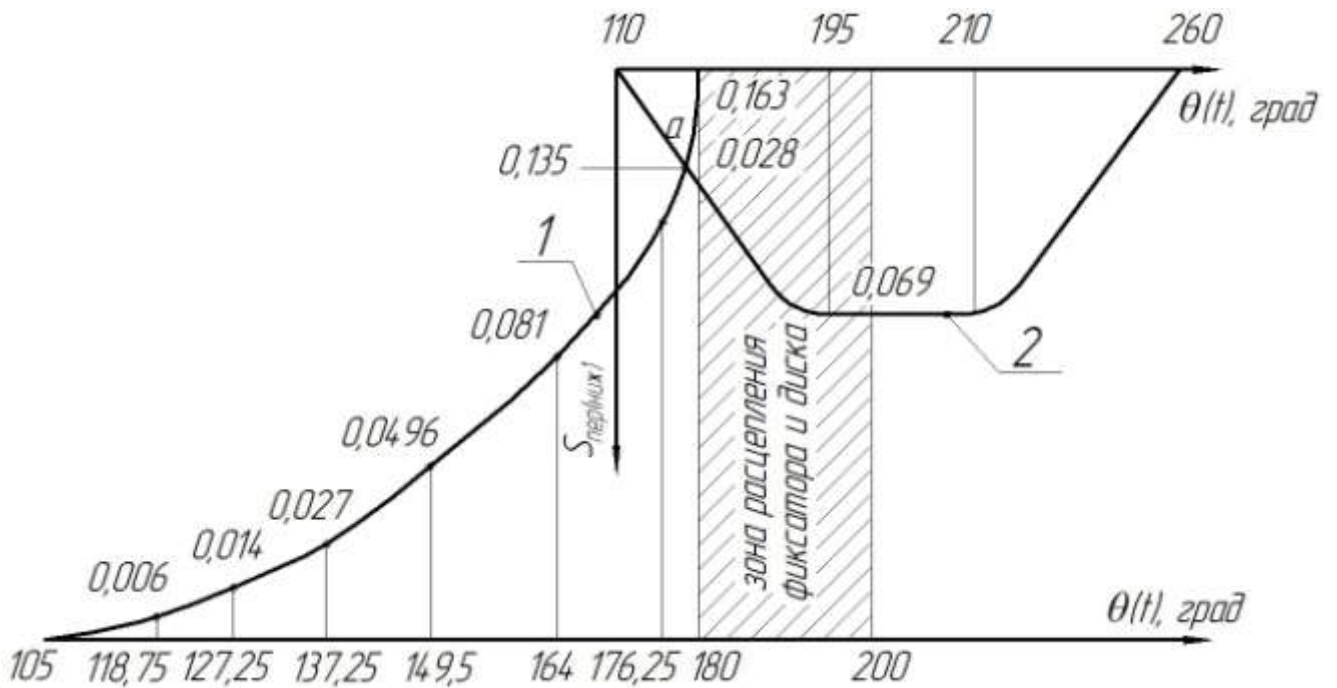


Рис 3.26 Кривые перемещений фиксаторов

Кривая 1 перемещения фиксаторов получена из графиков (рис 3.27 и рис 3.28), устанавливающих зависимости соответственно:

- между углом поворота $\varphi_{пер}$ фиксатора и углом $\varphi_{оп.к.}$ поворота диска 3. Данная зависимость получена графоаналитическим методом.
- между углом поворота $\varphi_{оп.к.}$ и углом $\theta_{гл.в.}$ поворота главного вала ткацкой машины, зависимость установлена аналитически.

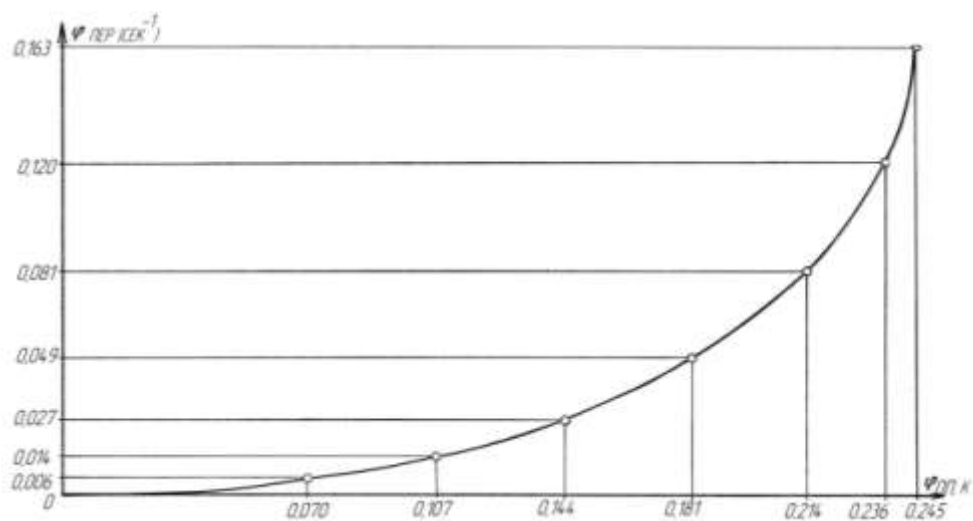


Рис 3.27 Зависимость угла поворота фиксатора от угла поворота опорного колеса

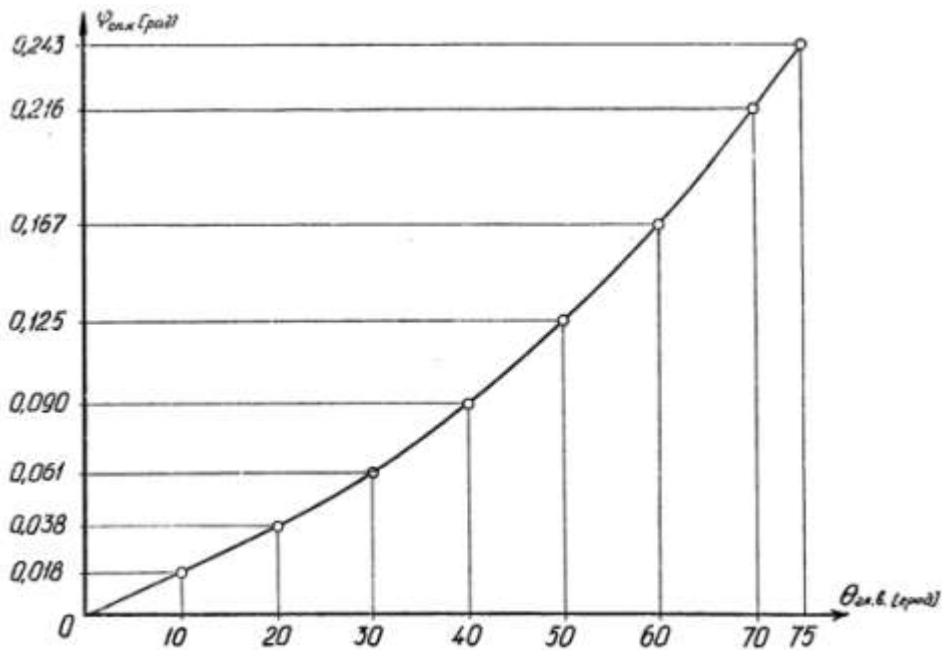


Рис. 3.28 Зависимость угла поворота опорного колеса от угла поворота главного вала ткацкой машины

Методом исключения координаты $\varphi_{\text{оп.к}}$ построена кривая 1 графика рис 3.26. На этом графике кривая 2 обозначает углы поворота фиксаторов 1 под действием ножа программатора. Точка «а» пересечения кривых 1 и 2 соответствует началу вывода фиксатора 1 из впадины диска 3. В заштрихованной зоне (рис. 3.26) происходит расцепление фиксатора и диска. При этом противоположный фиксатор под действием пружины по кривой 1 фиксирует соответствующий диск.

Принятая схема обеспечивает обкатывание поверхностей дисков выпуклыми головками фиксаторов. Установка фиксаторов в крайних положениях производится выбором углов давления в их зацеплении с дисками и кинематически толкателем 7, который исключает возможность их одновременного расцепления.

Виды существующих и возможных способов переключений программы узоробразования в ножевых и ротационных каретках можно классифицировать 10 типами, которые представлены на рис 3.29, где схематически изображены:

- нож или диск 1 (нижняя заштрихованная часть);

- упор 2 (верхняя часть);
- крючок или фиксатор 3
- реакции R жестких связей программатора, приложенные к фиксатору, показаны прямолинейной стрелкой;
- направление действия на фиксатор потенциальных сил (сил тяжести, сил упругости пружин) P показано стрелкой с изломом.

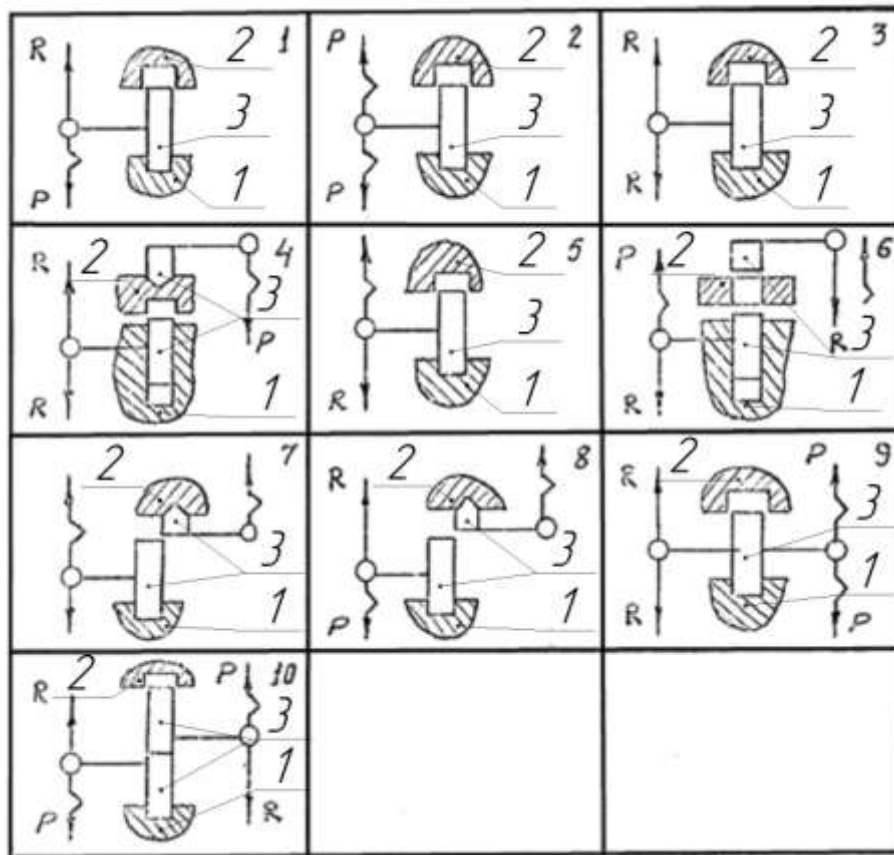


Рис. 3.29 Типы переключений в ремизоподъемных каретках

Например, тип 1 переключения используется в ножевых каретках Гаттерслея, а тип 2 – в большинстве используемых в настоящее время ротационных кареток Staubli.

Данная классификация показывает направление повышения скоростных режимов и надежности кареток: уменьшение момента инерции фиксаторов, исполь-

зование пружинной нагрузки для их перемещения. Подпружиненные фиксаторы в виде крючков с малым моментом инерции применяются в ротационных каретках скоростных пневматических ткацких машин, работающих на скоростях 550 об/мин главного вала, например, каретки серии 2500 фирмы Staubli.

Выбор принципа работы переключения планетарных муфт скоростной ротационной ремизоподъемной каретки требует обоснования.

3.6.1 Обоснование принципа пружинного переключения

3.6.1.1 Оценка быстродействия

Примем следующие исходные данные для механизма переключения программы рисунка переплетения макетного образца ротационной каретки конструкции ВНИИЛТЕКМАШа и МГТУ им. А.Н. Косыгина (рис. 3.30):

$T = 75^\circ$ – период поворота фиксатора в углах поворота главного вала ткацкой машины;

$R = 0,05$ м – длина верхнего плеча рычага фиксатора;

$b = 0,16$ м – длина фиксатора;

$c = 0,030$ м – ширина фиксатора;

$M \leq 0,170$ кг – масса фиксатора;

φ_0 – полный угол поворота фиксатора, рис;

$$\varphi = \frac{c + c_0}{b} = \frac{0,030 + 0,15 * 0,030}{0,16} = 0,216 \text{ рад} = 12^\circ, \quad (3.30)$$

где $c_0 = 0,15 * c$ – ширина фиксатора, не входящая в паз коронного колеса

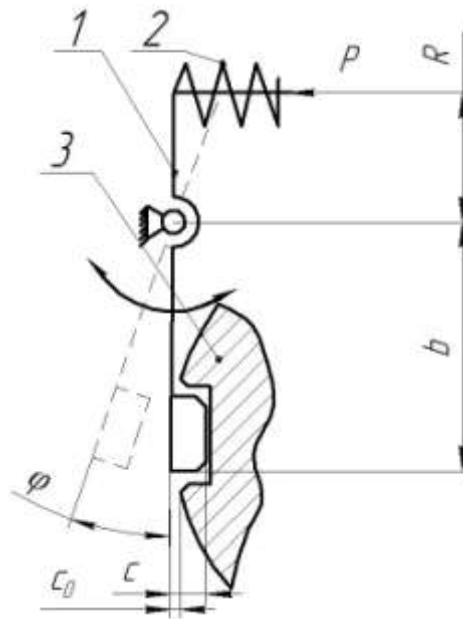


Рис. 3.30 Схема для определения полного угла поворота фиксатора, где: 1- фиксатор, 2 – пружина сжатия, 3 – ротор каретки с пазом для фиксации.

$I \leq \frac{M}{12} (b^2 + c^2)$ - момент инерции фиксатора относительно оси центра масс, совпадающая с осью его поворота

$$I \leq \frac{0,170}{12} (0,16^2 + 0,03^2) \quad (3.31)$$

$$I \leq 375 \cdot 10^{-6} \text{ кг}\cdot\text{м}^2 = 3750 \cdot 10^{-6} \text{ Н}\cdot\text{м}^2$$

Определим момент упругих сил на фиксаторе $M_{уп} = P \cdot l$, (3.32)

где P – усилие давления пружины;

l – плечо приложения силы

$$M_{уп} = 20 \cdot 0,05 = 1,0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Закон изменения углов поворота фиксаторов определяется синусоидальным законом, задаваемым программатором.

$$\varphi = \varphi_0 \left(\frac{\theta}{T} - \frac{1}{T} \sin 2\pi \frac{\theta}{T} \right), \quad (3.33)$$

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \omega_0^2 \frac{2\pi\varphi_0}{T^2} \sin 2\pi \frac{\theta}{T}, \quad (3.34)$$

где ω_0 - скорость вращения главного вала ткацкого станка.

Максимальное значение ускорения ε_0 равно:

$$\varepsilon_0 = \omega_0^2 \frac{2\pi\varphi_0}{T^2} = \frac{2\pi \cdot 12\pi}{\left(\frac{75\pi}{180}\right)^2 \cdot 180} \omega_0^2 \quad (3.34)$$

$$\varepsilon_0 = 10 \left(\frac{24}{75}\right)^2 \omega_0^2 = 0,32\omega_0^2 \text{ сек}^{-2}$$

Из условия надежного срабатывания пружинных фиксаторов необходимо выполнение неравенства $M_{ин} < M_{уп}$. Вычислим предельный скоростной режим работы каретки с учетом этого условия.

$M_{ин} = I \cdot \varepsilon_0$ – максимальный момент от действия сил инерции фиксатора

$$375 \cdot 10^{-6} \cdot 0,32\omega_0^2 < 1,0$$

Следовательно,

$$\omega_{max} = 10^3 \left(\frac{1}{0,32 \cdot 375}\right)^{\frac{1}{2}} = 91,29 \text{ сек}^{-1}$$

$$n_{max} = 620 \text{ об/мин}$$

Сравним время срабатывания подпружиненного фиксатора и время условного выстоя вала каретки в период переключения.

Время срабатывания фиксатора определим из анализа уравнения его движения в период разрядки пружины сжатия 2 (рис. 3.30) [4].

Уравнение движения представим в виде:

$$M_{и} + M_{y} = 0, \quad (3.35)$$

где $M_{и}$ – момент инерции фиксатора;

$$M_{\text{и}} = I * \ddot{\varphi}, \quad (3.36)$$

I – момент инерции массы фиксатора;

$\ddot{\varphi}$ - угловое ускорение фиксатора;

M_y – упругий момент пружины

$$M_y = CR^2\varphi, \quad (3.37)$$

где C - коэффициент жесткости пружины

Обозначим $\frac{CR^2}{\varphi} = k^2$, уравнение после подстановки примет вид

$$\ddot{\varphi} + k^2\varphi = 0 \quad (3.38)$$

Решение уравнения

$$\varphi = A\sin kt + B\cos kt \quad (3.39)$$

$$\dot{\varphi} = A\cos kt + Bk\sin kt \quad (3.40)$$

$$\ddot{\varphi} = -Ak^2\sin kt + Bk^2\cos kt \quad (3.41)$$

A и B находим из начальных условий:

$t = 0, \varphi = \varphi_0 = 12^\circ = 3\pi/45$, из уравнения $B = \varphi_0$;

$t = 0, \dot{\varphi} = 0$, из уравнения $A = 0$, тогда

$$\varphi = \varphi_0\cos kt \quad (3.42)$$

$$\dot{\varphi} = -\varphi_0k\sin kt \quad (3.43)$$

$$\ddot{\varphi} = -\varphi_0k^2\cos kt \quad (3.44)$$

Из конечных условий $t=T, \varphi = 0$, из (3.42) $\varphi_0\cos kT=0$ (3.45)

$$kT=\pi/2=90^\circ \quad (3.46)$$

$$T = \pi/2k \quad (3.47)$$

При конструктивных параметрах $R=0,05$ м, $C=2500$ Н/м, $I=3750 \cdot 10^{-6}$ Н*м²

$$k^2 = \frac{2500 * 0.0025}{3750 * 10^{-6}} = 1700$$

$$T_{\phi} = \frac{3,14}{2 * 1700} = 0,001 \text{ с}$$

Время срабатывания фиксатора $T=0,001$ с.

Из экспериментальных данных при минимальном коэффициенте уменьшения скорости ротора его выстой составляет 90° . При $n=620$ об/мин $T_{\text{рот}} = 0,01$ с. $T_{\phi} < T_{\text{рот}}$, следовательно, предлагаемые параметры фиксатора способны обеспечить надежное переключение программы рисунка переплетения вырабатываемой ткани на 620 об/мин главного вала ткацкой машины и выше.

3.6.1.2 Оценка энергоемкости

Мощность по преодолению сил трения между фиксаторами и дисками планетарных муфт вычислим по формуле

$$W = f \cdot N \cdot r \cdot \omega \cdot K, \quad (3.48)$$

где $f=0,1$ – коэффициент трения скольжения (сталь по стали);

N - давление фиксатора на диск, Н;

r -плечо силы трения, м;

$\omega = \frac{1,4}{i} \omega_0$ - максимальная скорость вращения быстроходного диска, рад/сек, где $i=3$ – передаточное отношение скоростей центрального колеса и колеса внутреннего зацепления;

1,4 – передаточное отношение скоростей главного вала ткацкой машины и главного вала каретки.

Мощность, расходуемая на преодоление сил трения фиксаторов в каретке на 20 ремизок, будет:

$$W_{\omega=1\text{сек}^{-1}} = 0,1 \cdot 20 \cdot 0,0875 \frac{1,4}{3} \cdot 20 = 1,63 \text{ Вт}$$

При частоте вращения главного диска $n=650$ об/мин

$$W = 1,63 \frac{\pi \cdot 650}{30} = 111 \text{ Вт}$$

Ожидаемая суммарная энергоемкость каретки на 20 ремизок не превышает 500 Вт.

Таким образом, можно сделать вывод о следующих преимуществах пружинного переключения программы рисунка переплетения ткани:

1. Быстродействие, плавность перемещений и четкость фиксирования муфт переключения при их вращении с замедлением в момент переключения.
2. Возможность переключения муфт при вращении с замедлением обеспечивает плавность движения ремизок с минимальными значениями ускорений и силовых нагрузок.

Выводы по главе 3

1. Разработаны методики теоретического и экспериментальных исследований кинематических и силовых параметров привода и механизма ремизного движения ротационной ремизоподъемной каретки.

2. Анализ полученных экспериментальных данных позволил определить фактическую цикловую диаграмму ротационной ремизоподъемной каретки, из которого следует, что:

- указанные в п.1 механизмы обеспечивают условный выстой ремизок в пределах от 80° до 140° поворота главного вала, способствуя надежной прокладке утка через зев. Наиболее оптимальной величиной выстоя ремизок для ткацких машин типа СТБ является 95° - 110° из условий кинематики и динамики процесса зевобразования. Для скоростных ткацких машин с другими принципами прокладки утка условный выстой должен быть увеличен до 130° - 140° главного вала;

- характер изменения нагрузок на нити основы, определенный с помощью тензогалев, соответствует закону движения ремизок и зависит от длительности условного выстоя ремизок. Среднее натяжение одиночной нити основы при образовании нижней части зева составляет 0,27 Н, а при образовании верхней части зева – 0,3 Н;

- минимальные нагрузки на выходное звено ротационной каретки имеют место при коэффициентах уменьшения скорости 0,4 и 0,5.

3. Выполнен сравнительный кинематический анализ ротационной ремизоподъемной каретки, у которой ускорение ротора описывается кусочно-гладкой кривой, гармонической по концам, наклонной прямой и наклонной синусоидой. Анализ полученных кривых ускорений ротора каретки показывает возможность применения закона движения ротора каретки, синтезированного по кусочно-гладкой кривой, гармонической по концам для ротационных ремизоподъемных кареток ткацких машин со скоростным режимом до 500 об/мин главного вала.

4. Разработаны классификации:

- механизмов ремизного движения по критериям: расположение каретки и механизма ремизного движения, типа звеньев механизма ремизного движения, типа замыкания ведущих и ведомых звеньев. Разработанная классификация позволяет обосновать выбор механизма ремизного движения для конкретной модели ткацкой машины;

- типов механизма переключения фиксаторов программатора ремизоподъемных кареток. Данная классификация показывает направление повышения скоростных режимов и надежности кареток: уменьшение момента инерции фиксаторов, использование пружинной нагрузки для их перемещения.

5. Обоснован принцип пружинного переключения планетарных муфт по критериям быстродействия и энергоемкости. Время срабатывания фиксатора определено из анализа уравнения его движения в период разрядки пружины и составляет 0,001 с, что существенно меньше времени условного выстоя ротора каретки. Оценка энергоемкости выполнена на основе определения мощности по преодолению сил трения между фиксаторами и дисками планетарных муфт. Ожидаемая энергоемкость каретки на 20 ремизок не превышает 500 Вт.

ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДА СКОРОСТНОЙ РОТАЦИОННОЙ РЕМИЗОПОДЪЕМНОЙ КАРЕТКИ

4.1 Расчет координат положения нитей основы в процессе прокладки утка на скоростных пневматических ткацких машинах

Расчет координат положений нитей основы состоит в определении:

1. Фазовых углов подъема $\varphi_{\text{п}}$ и опускания ремизки $\varphi_{\text{о}}$, (для пневматических ткацких машин перемещение ремизок осуществляется без выстоя), максимальной высоты зева h_{max} в сечении потока воздуха;
2. Координат положений, через которые должны проходить нити основы (ремизки) в моменты входа в зев $h_{\text{вх}}$ и выхода из зева $h_{\text{вых}}$ потока воздуха,
3. Координат по оси абсцисс: начала подъема нитей основы – $x_{\text{п}}$; конца опускания $x_{\text{о}}$; максимальной высоты зева x_{max} ; технологических точек $x_{\text{к1}}$, соответствующих началу процесса прокладки уточных нитей; технологических точек $x_{\text{к2}}$, соответствующих концу процесса прокладки; положения заступа $x_{\text{к3}}$ (на рис. 4.3 показаны x_{13} для нечетного оборота, x_{23} для четного оборота главного вала ткацкой машины).

Значения указанных параметров зависят от цикловых диаграмм механизмов прокладки и прибора утка к опушке ткани. Координата заступа $x_{\text{с}}$ определяется артикулом вырабатываемых тканей.

Значения параметров цикловых диаграмм ЗОМ определяются в результате построения совмещенных циклограмм ЗОМ, боевого и батанного механизмов. На рис. 4.3 представлена совмещенная циклограмма ЗОМ, боевого и батанного механизмов пневматической ткацкой машины СТП-190. На рис. 4.1, 4.2 изображены виды сбоку на пластины конфузора и поперечное сечение воздушного потока, что необходимо для определения ординат технологических точек: $h_{\text{вх}}$, $h_{\text{вых}}$, $h_{\text{с}}$.

Угол и высота зева в сечении струи и по ремизкам для пневматического ткацкой машины (рис. 4.1) [49] определяются по формулам

$$\gamma_1 = \arctg(h_c/l_c) \quad (4.1)$$

$$h_c = D_k + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad (4.2)$$

$$h_{max} = 2 \cdot l_1 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma_1}{2}\right), \quad (4.3)$$

где h_c - высота зева по оси струи, сечение I-I;

γ_1 - угол зева;

l_c - расстояние от опушки ткани до оси струи воздуха, сечение I-I;

D_k - внутренний диаметр среднего сечения пластины конфузора;

Δ_1 - зазор между верхней ветвью зева и поверхностью пластины в сечении I-I;

Δ_2 - зазор между нижней ветвью и внутренним отводом пластины конфузора в сечении I-I;

Δ_3 - размер верхней части пластины, сечение I-I.

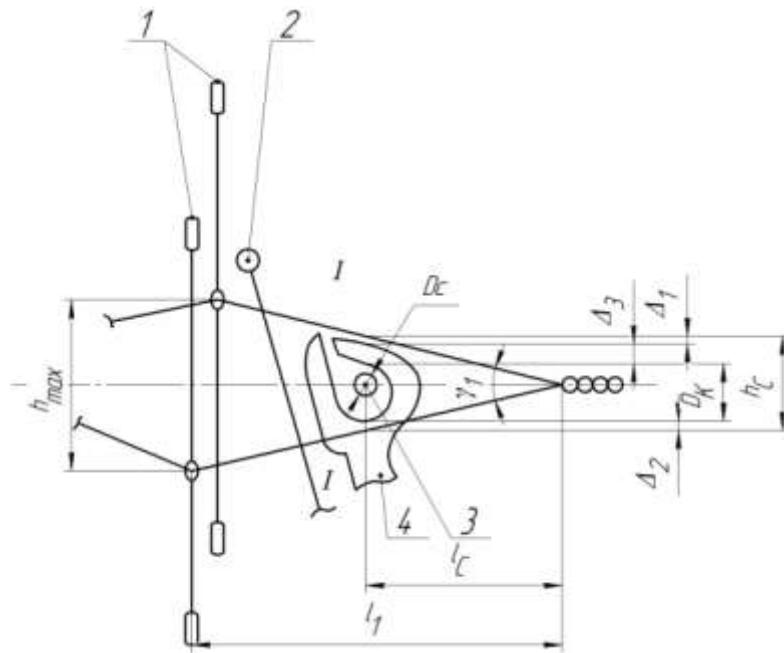


Рис. 4.1. Технологические зазоры в процессе зевобразования при пневматическом способе прокладки уточных нитей в момент максимального раскрытия зева (сечение I-I): 1 - ремизки; 2 - бердо; 3 - ядро потока; 4 - пластина конфузора.

Величина зазоров Δ_1 и Δ_2 определяется недопустимостью захода нитей основы за контур отверстия пластины конфузора. Примем $\Delta_1 = 1,5$ мм. Зазор Δ_3 определяется конструкцией пластины.

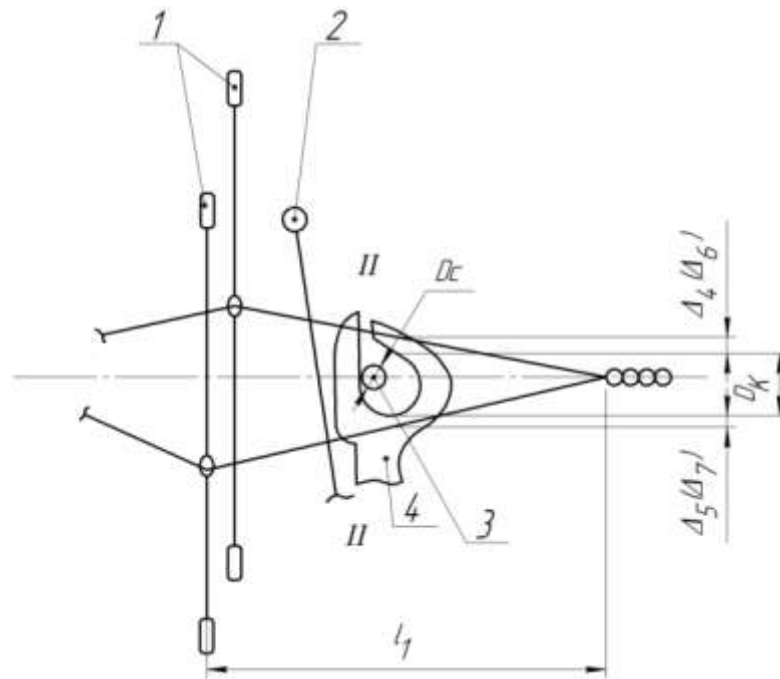


Рис. 4.2 Технологические зазоры в процессе зевобразования при пневматическом способе прокладки уточных нитей в момент начала и окончания прокладывания уточной нити. 1 - ремизки, 2 - бердо, 3 - ядро потока, 4 - пластина конфузора.

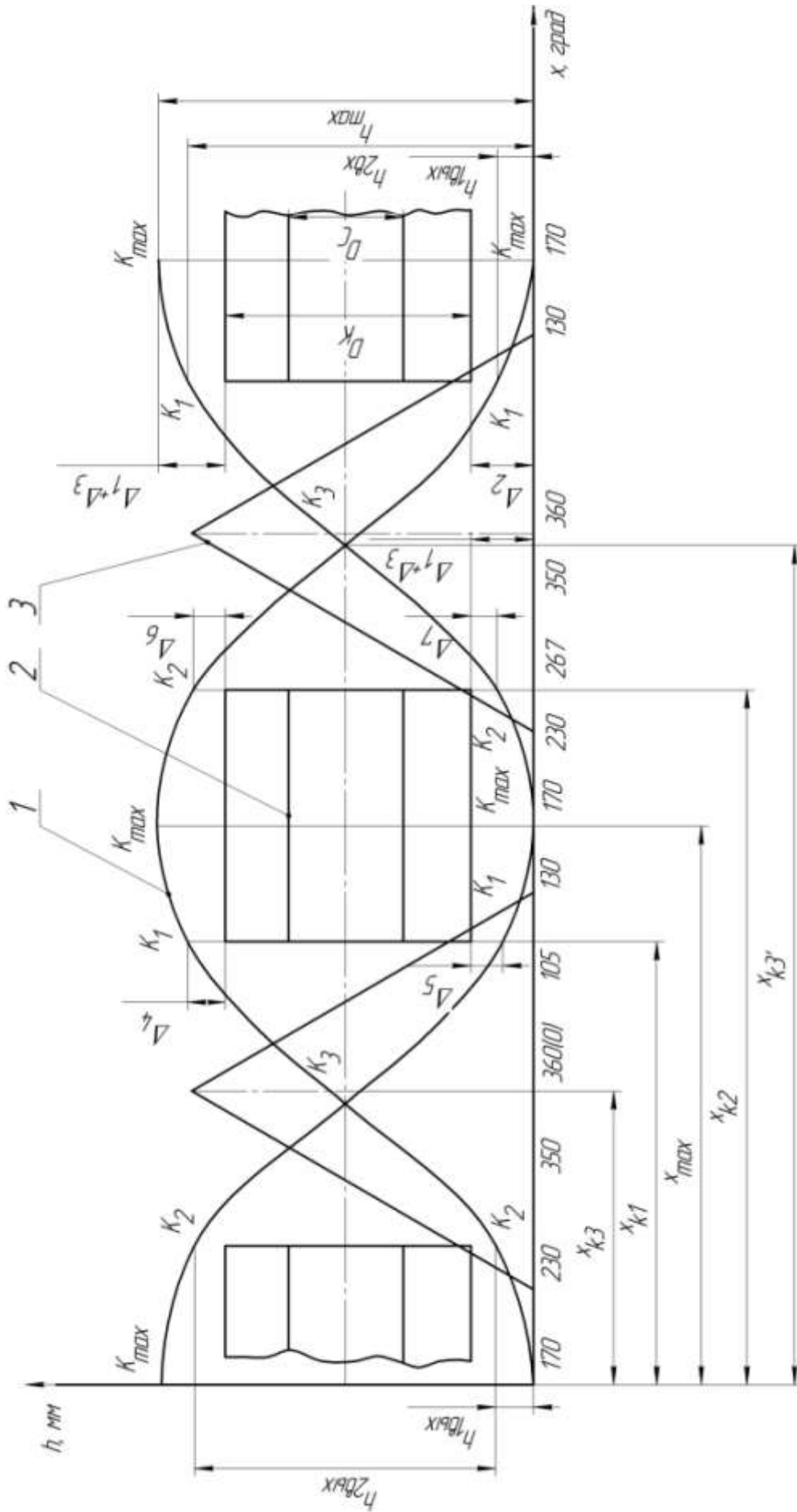


Рис. 4.3 Цикловые диаграммы зевобразовательного, боевого и батанного механизмов пневматической ткацкой машины, 1 – зевобразовательного механизма, 2 – боевого механизма, 3 – батанного механизма.

Определим ординаты технологических точек для машины СТП-190: $h_{1ВХ}, h_{2ВХ}$ - на входе потока воздуха с уточной нитью в зев для верхней и нижней ветвей зева, что соответствует началу процесса прокладывания нити; $h_{1ВЫХ}, h_{2ВЫХ}$ - на выходе потока воздуха с уточной нитью из зева для верхней и нижней ветвей зева, что соответствует концу периода прокладывания нити (рис.4.1, 4.2, 4.3).

Диаметры поперечного сечения потока D_c и конфузора D_k взаимосвязаны. Для пневматических ткацких машин с заправочной шириной до 250 см разработчики принимают соотношение $\frac{D_k}{D_c} = 2$

Начало координат целесообразно принять в точке, соответствующей началу подъема ремизки из нижнего положения, для станка СТП-190 согласно цикловой диаграмме (рис. 4.3) - 170° при заступе 350° .

$$h_{1ВХ} = \frac{h_c - D_k}{2} - \Delta_5, \quad (4.4)$$

$$h_{2ВХ} = \frac{h_c + D_k}{2} + \Delta_4, \quad (4.5)$$

$$h_{1ВЫХ} = \frac{h_c - D_k}{2} - \Delta_7, \quad (4.6)$$

$$h_{2ВЫХ} = \frac{h_c + D_k}{2} + \Delta_6, \text{ где} \quad (4.7)$$

Δ_5, Δ_7 - зазоры между нижней ветвью зева и внутренним отводом пластины конфузора в сечении I-I;

Δ_4, Δ_6 - зазоры между верхней ветвью зева и внутренним отводом пластины конфузора в сечении I-I;

$\Delta_4 = \Delta_6, \delta_5 = \delta_7$ если интервалы от заступа до начала прокладки и от конца прокладки до заступа равны $x_{x1} - x_{13} = x_{23} - x_{x2}$

Зазоры $\Delta_4 \neq \Delta_6, \delta_5 \neq \delta_7$, так как при выработке предполагаемого ассортимента тканей (суровья) из условия технологического процесса ткачества рассчитывается несколько значений величины заступа. Для станка СТП-190 имеем также равенство фазовых углов $\varphi_n = \varphi_0$.

В результате технологические зазоры Δ_4 и Δ_6, Δ_5 и Δ_7 приняты разными, причем $\Delta_4 > \Delta_6, \Delta_5 > \Delta_7$, то есть интервалы $x_{x1} - x_{13} > x_{23} - x_{x2}$.

Табл. 4.1. - Технологические зазоры, принятые при расчетах.

Зазоры					
$\Delta_1 + \Delta_3$	Δ_2	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7
5,0	1,5	1,75	1,75	1,25	1,25

На основании зазоров из таблицы 4.1 находим координаты контрольных точек.

Для диаметра конфузора $D_k = 10$ мм. получим:

$$h_c = 10 + 5 + 1,5 = 16,5 \text{ мм}$$

$$h_{1\text{ВХ}} = \frac{16,5 - 10}{2} - 1,75 = 1,5 \text{ мм,}$$

$$h_{2\text{ВХ}} = \frac{16,5 + 10}{2} + 1,75 = 15 \text{ мм,}$$

$$h_{1\text{ВЫХ}} = \frac{16,5 - 10}{2} - 1,25 = 2 \text{ мм,}$$

$$h_{2\text{ВЫХ}} = \frac{16,5 + 10}{2} + 1,25 = 14,5 \text{ мм}$$

Следовательно, положения нитей основы в процессе прокладки утка будут иметь координаты, приведенные в табл. 4.2

Таблица 4.2 - Координаты положения нитей основы в процессе прокладки утка

X	0	80	295	450	657	720
Y	0	2	15	14,5	657	0

4.2 Проектирование схемы кулачкового привода ротационной ремизоподъемной каретки с использованием закона движения ремизок в виде сплайн-функции

Как было показано выше, для получения движения ротора и ремизок с условным выстоем применяются кулачково- или кулисно-дифференциальные механизмы, которые значительно усложняют конструкцию каретки.

Целесообразно для получения условного выстоя использовать кулачковый привод [39], в котором профиль кулачка спроектирован по закону движения с использованием сплайн-функции, описывающей траекторию движения ремизок и нитей основы, проходящую через технологические точки, рассчитанные по методике, изложенной в главе 4.1 .

В этом случае необходимость использования дифференциального механизма исключается (рис.4.10), что существенно упрощает конструкцию привода каретки. Для сравнения эффективности конструкции предлагаемого привода и существующих приводов представим графики максимальной скорости ремизок, задаваясь угловой скоростью главного вала ткацкой машины 1 сек^{-1} (рис 4.3). Из графиков следует, что в предлагаемой схеме привода главного вала каретки максимальная скорость ремизок в 3,2 раза меньше, чем у ножевой каретки СКН-14(18) , в 2,4 раза – чем у кулачкового привода ремизок машины СТБ, а в 2,1 раза – чем у ремизоподъемной каретки с кулисно-дифференциальным приводом.

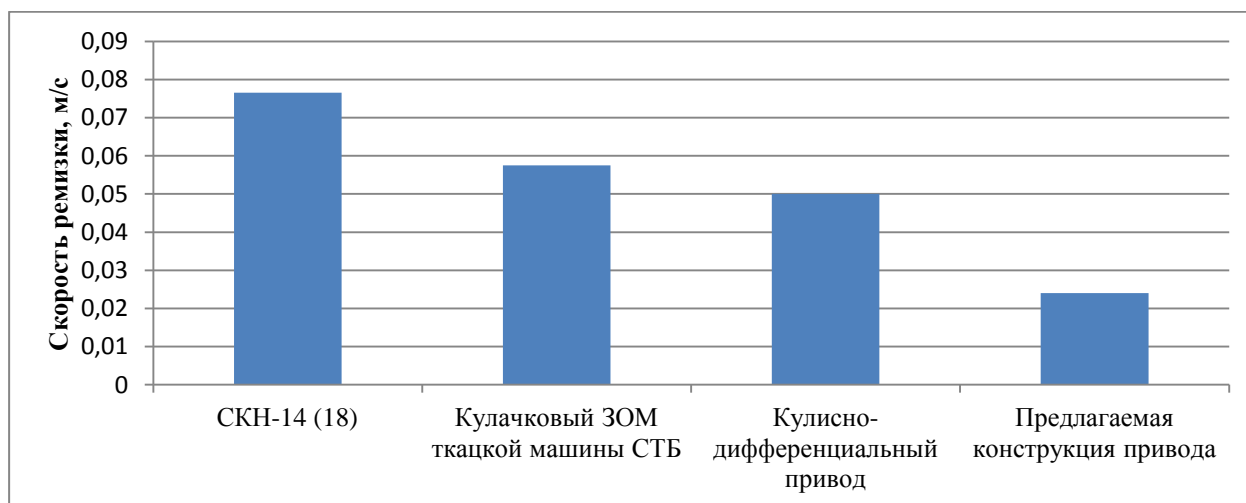


Рис. 4.3 Скорость ремизки при угловой скорости главного вала 1 сек^{-1}

В качестве закона движения примем кубический сплайн вида $f(x)=Ax^3+ Bx^2+ Cx+D$, который наиболее часто применяется при проектировании механических передач [7]. Для расчета используется программа в среде Mathcad, которая приведена в приложении 2.

Исходными данными для расчета являются координаты технологических точек в сечении воздушного потока, представленные в табл. 4.2, скоростной режим ткацкой машины СТП-190 принят равным проектному – 500 об/мин главного вала.

При расчете кинематических параметров движения ремизки, а также для построения профиля кулачка выполнен пересчет с учетом геометрии зева и передаточного отношения от ремизки к центрам роликов.

Полученные в результате расчетов графики перемещения нитей основы в сечении потока воздуха, перемещения, скорости и ускорения ремизки приведены на рис. 4.5, 4.6, 4.7, 4.8

Рабочий и эквидистантный профили кулачка, необходимые для расчета траектории движения фрезы при его изготовлении, приведены на рис. 4.8.

В расчетной программе (приложение 2) определены координаты перемещений инструмента, используемые для реализации программы обработки заготовки на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ (приложение 3).

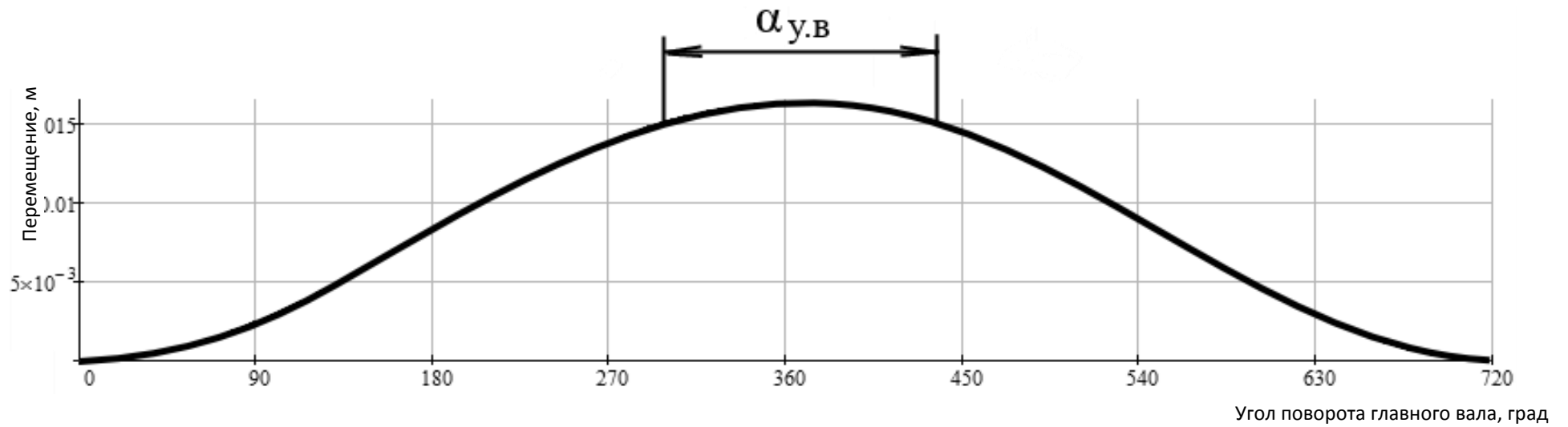


Рис. 4.5 Перемещение нитей основы в сечении воздушной струи

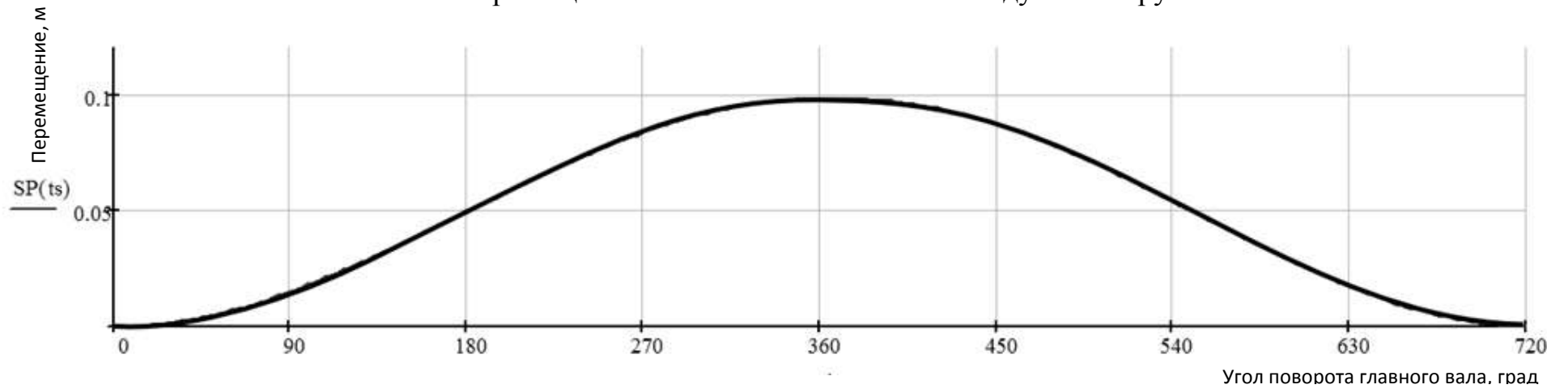


Рис. 4.6 Перемещение ремизки

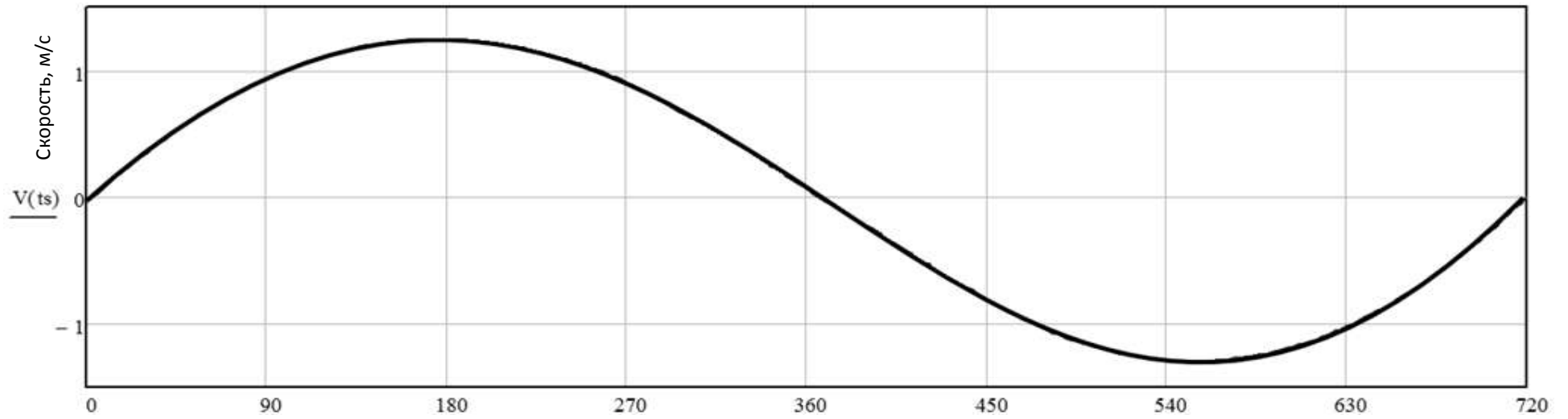


Рис 4.7 Скорость ремизки

Угол поворота главного вала, град

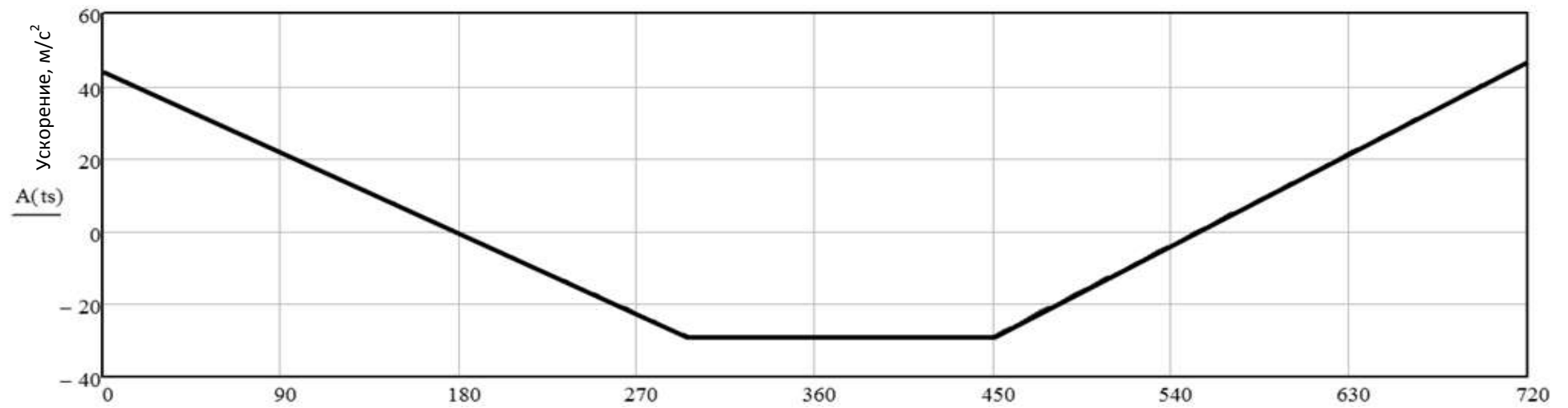


Рис 4.7 Ускорение ремизки

Угол поворота главного вала, град

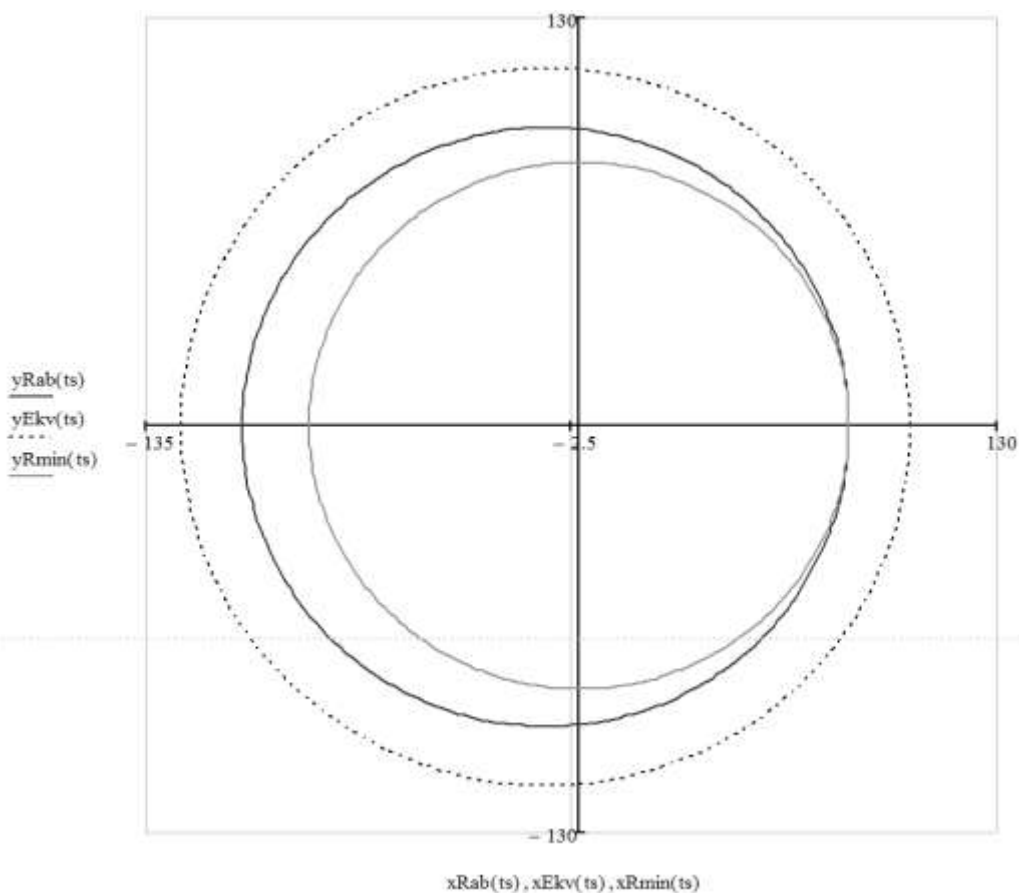


Рис. 4.9 Рабочий и эквидистантный профили кулачка

Схема предлагаемого кулачкового привода главного вала каретки представлена на рис. 4.10.

Пара кулачок-контркулачок 1 получает вращательное движение от главного вала ткацкой машины. Коромысло 3 с закрепленными на нем роликами 2 передает качательное движение солнечным колесам муфт переключения 4 (количество муфт переключения соответствует количеству ремизок). Фиксатор 7 механизма переключения рисунка блокирует коронное колесо внутреннего зацепления 5 и движение через сателлиты 6 передается водилу 8, а от него зубчатому сектору 9, соединенному с механизмом ремизного движения 10, и далее к ремизке 11. Фиксатор 12 используется для остановки водила и ремизки в соответствии с заданным рисунком переплетения.

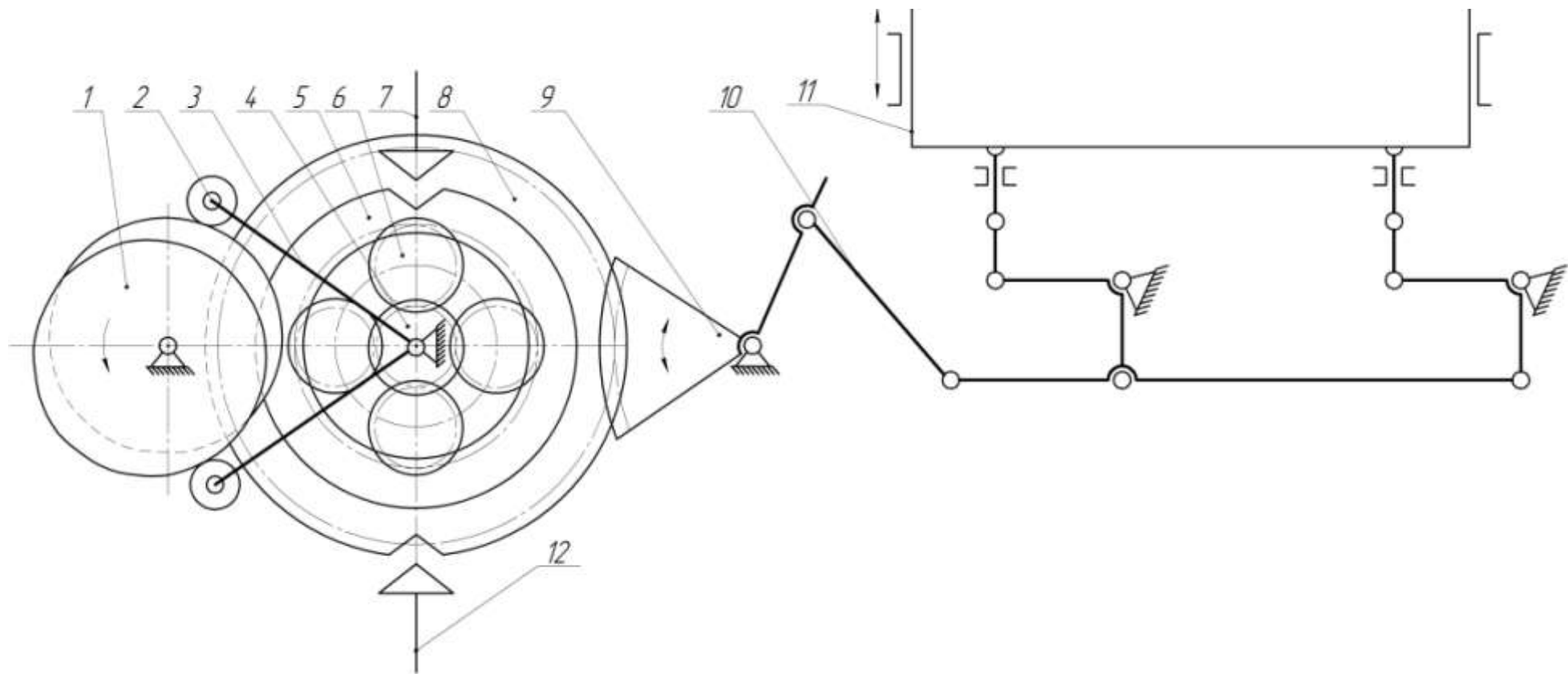


Рис. 4.10 Схема предлагаемого привода ротационной ремизоподъемной каретки

Данная схема привода ротационной ремизоподъемной каретки с применением кулачков, профиль которых спроектирован с использованием кубического сплайна, создает максимальный условный выстой ремизок в течении 140 градусов поворота главного вала ткацкой машины, что обеспечивает надежную прокладку уточной нити по всей ширине заправки и устойчивое переключение программы рисунка узоробразования.

Выводы по главе 4

1. Разработана методика определения координат положений нитей основы в процессе прокладки утка на скоростной пневматической ткацкой машине, оснащенной ротационной ремизоподъемной кареткой.
2. Рассчитаны координаты положений нитей основы в процессе прокладки утка, которые использованы для проектирования закона движения ремизок с применением сплайн-функции.
3. Результаты кинематического исследования показывают, что для проектирования закона движения ремизок целесообразно использовать кубический сплайн вида $f(x)=Ax^3+ Bx^2+ Cx+D$.
4. Рассчитаны кинематические параметры перемещения ремизок по закону кубического сплайна, которые обеспечивают надежное прокладывание уточной нити в зеве скоростной ткацкой машины.
5. Предложена кинематическая схема ротационной каретки с усовершенствованным приводом, которая способна обеспечить условный выстой ремизок не менее 140° поворота главного вала ткацкой машины, что соответствует скоростному режиму 500 об/мин и выше.

ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕМИЗОК ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТКАЦКИХ МАШИН

5.1 Обзор способов демпфирования галев ремизок ткацких машин

В процессе зевобразования на высокоскоростных ткацких машинах возникают проблемы повышения обрывности основных нитей в зоне ремизок, прочности ремизных рамок, фрикционного износа глазков и проушин галев.

Первая проблема связана со значительным увеличением частоты возмущающих воздействий со стороны галев на нити основы из-за технологических зазоров в системе галевоносители-галево-нити основы, а также колебаний скала.

В результате износа галев и проушин галев продукты износа переносятся в зону формирования ткани, создавая трудности при ее отделке. Значительно повышается износ и количество поломок не только самих галев, но и планок галевоносителя, увеличивая затраты на ремонт и время простоя ткацкой машины.

Для установления причины этих явлений в МГТУ им. А.Н. Косыгина был проведен эксперимент на ткацкой машине СТБ-180. Параметры заправки: ширина заправки по берду – 180см.; количество нитей основы в заправке – 5040; плотность ткани по утку и основе $P_o = P_y = 28$ нит/см.; заправочное натяжение одной нити основы – 15 сН; переплетение 1/1+1/1; ткань типа бязь, артикул 262; скоростной режим ткацкой машины – 300 мин^{-1} ; закон движения ремизок – косинусоидальный, без выстоя в крайних положениях [17].

При проведении исследований использовались тензодатчики с необходимыми параметрами и стандартная тензометрическая и виброизмерительная аппаратура. В процессе эксперимента измерялось натяжение основы при образовании верхней и нижней ветвей зева и частота воздействия галев на нити основы. Для осуществления эксперимента 10 галев одной ремизки устанавливались в специальные кронштейны, которые крепились на верхней и нижней планках ремизной рамки. На кронштейны наклеивались тензодатчики. Выходные данные исследования отражены на осциллограмме (рис. 5.1), где 1 – перемещение ремизной рам-

ки; 2 – натяжение нижней ветви зева; 3 – натяжение верхней ветви зева; 4 – натяжение основы в зоне скало-ламели.

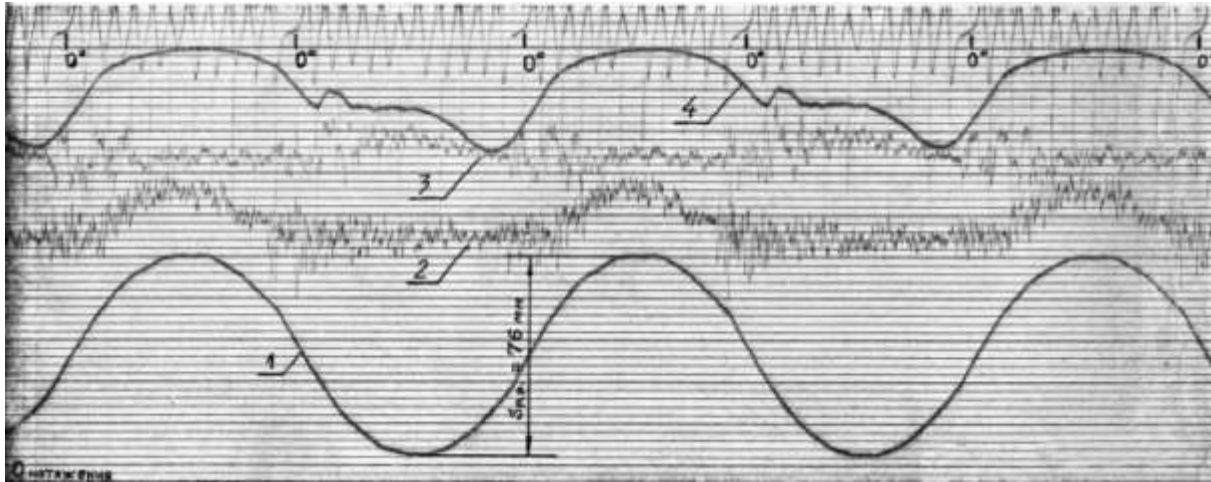


Рис. 5.1 Осциллограмма

В результате обработки осциллограмм максимальное натяжение нити основы в зоне галев и в верхней ветви зева равно 76,6 сН, в нижней ветви – 26,2 сН. На осциллограмме зафиксирована реальная частота воздействий галев на нити основы во время зевобразования. За один период подъема или опускания число воздействий на нити основы достигает 40-42, что существенно влияет на их обрывность и износ галев в области глазка.

Для уменьшения колебаний галев, снижения их износа совершенствуются конструкции ремизок с использованием различных систем демпфирования [13], [14], [15].

По способу демпфирования можно выделить:

1. Демпфирование элементами конструкции из эластичных материалов. Возможны несколько типов конструкций: планка галевоносителя из эластичных материалов и введение демпфирующего элемента между ремизкой и галевами (рис.5.2), [8], [30].

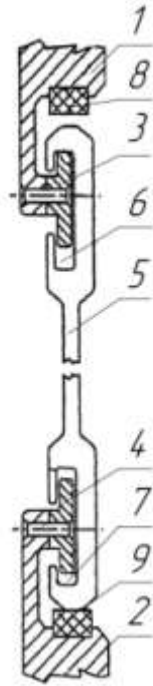


Рис. 5.2 Демпфирование ремизки элементами конструкции из эластичных материалов

На планках 1 и 2 ремизки закреплены галевоносители 3 и 4 с галевами 5, имеющими проушины 6 и 7. На планках 1 и 2 закреплены накладки из эластичного материала 8 и 9, которые демпфируют удары галев 5 о планки 1 и 2 во время образования верхней и нижней частей зева.

Чтобы исключить сцепление соседних галев и образование узлов сцепления соседних нитей основы на галева устанавливаются постоянные магниты.

2. Пневмодемпфирование, осуществляемое посредством пневмосистемы, установленной на ремизке (рис. 5.3), [34].

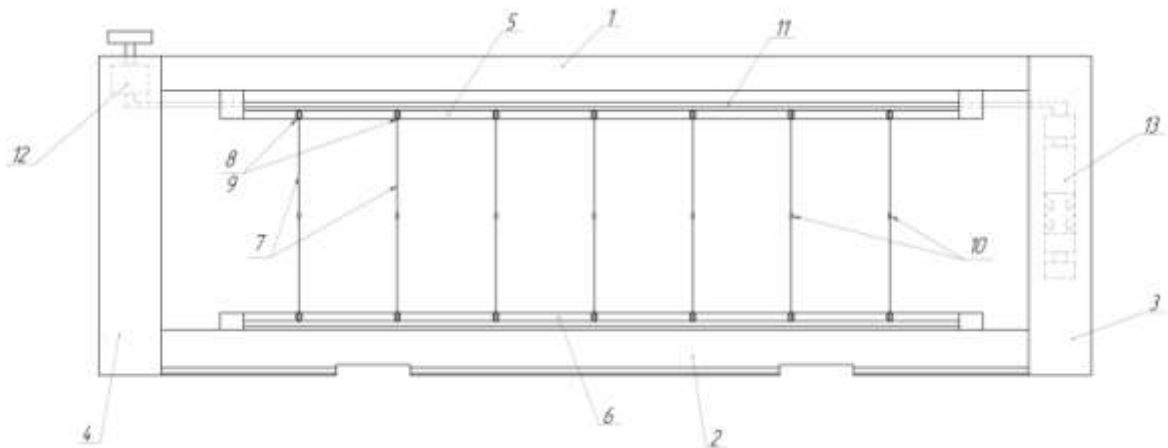


Рис. 5.3 Пневмодемпфирование ремизки

На планках 1 и 2 ремизки закреплены направляющие 5 и 6 с галевами 7 с проушинами 8 и 9. На планке 1 установлен демпфирующий элемент 11, изготовленный из эластичного материала. На стойке 3 ремизной рамки установлен насос 13 для подачи воздуха в демпфирующий элемент 11. Благодаря этому демпфируются удары проушин галев о направляющие. При выводе ткацкой машины из работы воздух удаляется из демпфирующего элемента через клапан 12, установленный на стойке 4 ремизки.

3. Демпфирование пружинами. Подвес планки галевоносителя к ремизке на пружинах сжатия-растяжения (рис. 5.4), [33].

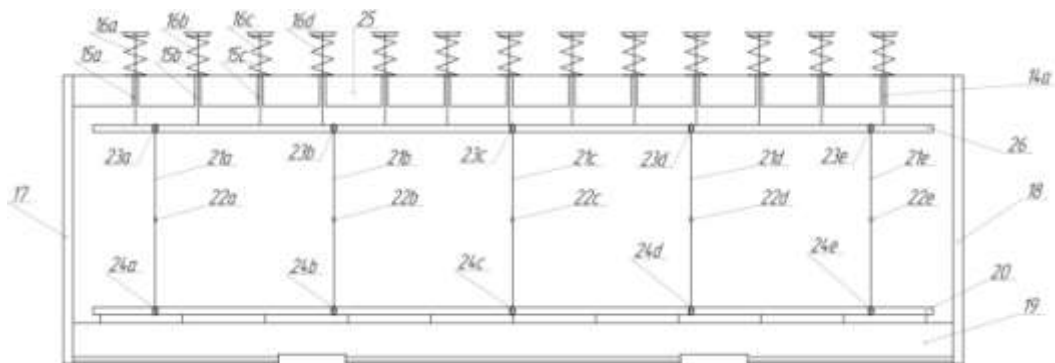


Рис. 5.4 Демпфирование ремизки пружинами сжатия-растяжения

К нижней планке ремизки 19 прикреплен галевоноситель 20, с которым соединяются галева 21а-21е своими проушинами 24а-24е. Прουшины 23а-23е галев соединены с галевоносителем 26. 22а-22е – глазки галев. Галевоноситель 26 стержнями 14а через отверстия 15а-15d соединен с пружинными элементами 16а-16d, которые устраняют зазоры между проушинами галев и галевоносителями при движении ремизки.

Демпфирование галев возможно с помощью плоских пружин (рис. 5.5), [36].

На выступах планок 1 и 2 ремизки установлены галевоносители 3 и 4 в виде плоских пружин. На них расположены галева 5, имеющие проушины 6 и 7. При ударах в крайних положениях ремизки происходит амортизация галев за счет данной конструкции.



Рис. 5.5 Демпфирование ремизки плоскими пружинами

Демпфирование способствует не только решению проблем обрывности нитей основы, износа и поломок галев, но и значительно снижает шум и вибрацию звукообразовательного механизма на высоких скоростях.

5.2 Совершенствование конструкции ремизки ткацкой машины

Сущность технического предложения, подтвержденного патентом на полезную модель [32]- ремизная рамка ткацкой машины, уменьшающая колебания галев и обрывность нитей основы.

Недостатком рассмотренных выше конструкций применительно к поставленным требованиям: уменьшение колебаний галев, и как следствие, обрывности нитей основы за счет демпфирования галев является возможность демпфирования колебаний, амплитуда которых не превышает величины зазора между проушинами галева и планкой галевоносителя.

Целью технического предложения является исключение указанных недостатков и разработка конструкции ремизной рамки, которая позволяет демпфировать колебания галев со значительными амплитудами, превышающими указанные зазоры, что характерно для ткацких машин, работающих при повышенных скоростных режимах 800-1000 прокидок утка в минуту.

Задача решается введением следующих конструктивных особенностей: галевоносители выполнены в виде рамки, стойки ремизной рамки выполнены с пазами для размещения и перемещения в них рамки галевоносителей; в пазах стоек установлены винтовые пружины, контактирующие с рамкой галевоносителей. Для устранения поперечного перемещения рамки галевоносителей внутри пружин проходят стержни, жестко закрепленные в рамке галевоносителей и перемещающиеся в отверстиях стоек ремизной рамки. На рис.5.6 показана конструкция ремизной рамки.

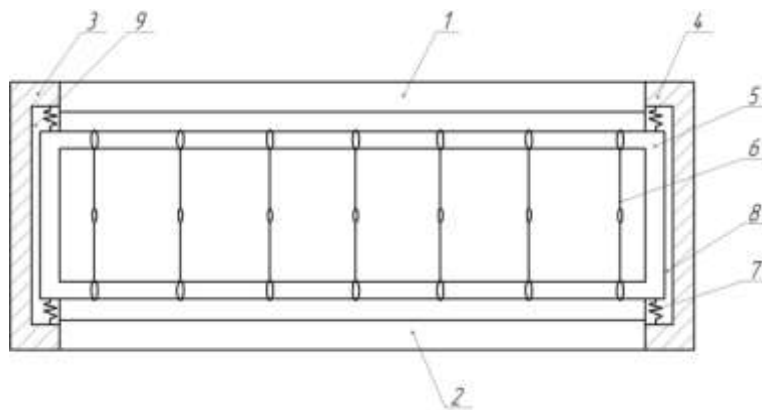


Рис. 5.6 Ремизная рамка

Ремизная рамка содержит верхнюю и нижнюю планки 1 и 2, жестко соединенные стойками 3 и 4, рамку галевоносителей 5, размещенную в пазах 8,9 стоек 3 и 4, соединенную винтовыми пружинами 7 со стойками.

Место соединения винтовых пружин с рамкой галевоносителей и пазом стоек показано на рис. 5.7. В пазу стойки ремизной рамки 1 и в рамке галевоносителей 2 выполнены отверстия 5 и 6 для пружины сжатия 3. Внутри пружин 3 проходит стержень 4, жестко закрепленный в рамке галевоносителей 2 и свободно перемещающийся в отверстии 7 в стойке ремизной рамки 1. Это позволяет избежать перекоса рамки галевоносителей в горизонтальной плоскости.

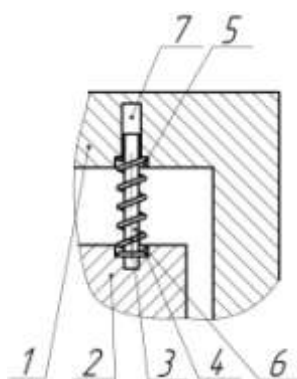


Рис. 5.7 Место соединения винтовых пружин с рамкой галевоносителей

5.3 Методика расчета пружинных демпферов для ремизных рамок

Расчетная схема ремизной рамки с пружинным демпфером приведена на рис. 5.8 [9], [29], где m – масса ремизной рамки, c – коэффициент жесткости пружин.

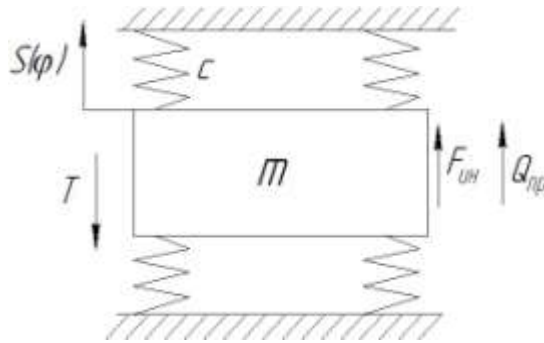


Рис. 5.8 Расчетная схема ремизной рамки с пружинным демпфером

Демпфер выполнен в виде пружин с одинаковой жесткостью c и одинаковой силовой характеристикой, установленных так, что в середине хода масса m уравнивает пружины [38].

На рис. 5.9 изображены графики кинематических и силовых параметров рассматриваемой модели. Ускорение a массы m изменятся по закону $a=a(\varphi)$, графики $S=S(\varphi)$ и $a=a(\varphi)$ изображены на рис.

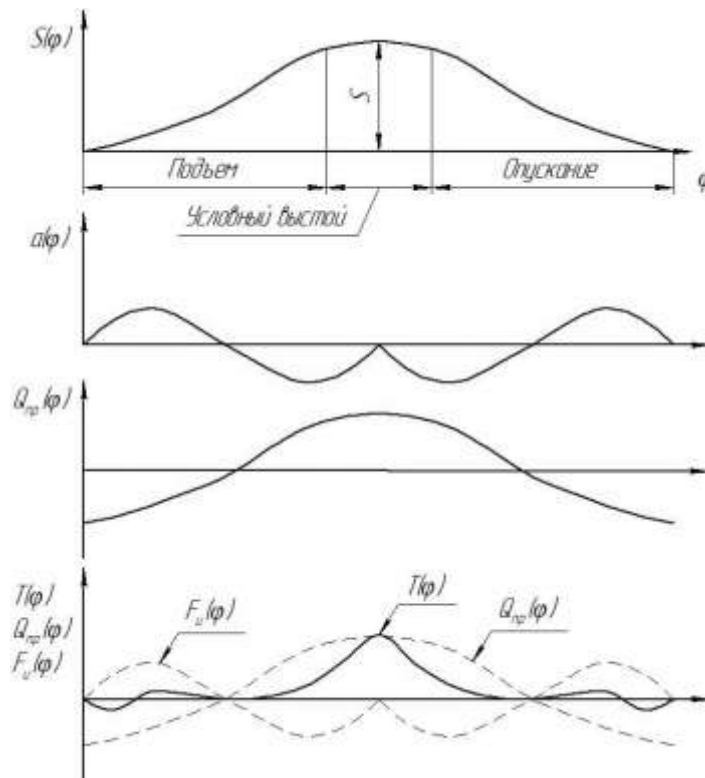


Рис. 5.9 Графики кинематических и силовых характеристик

Сила инерции ремизной рамки:

$$F_{\text{и}} = ma(\varphi) \quad (5.1)$$

Четыре одинаковые пружины при перемещении рамки на расстояние S , зависящее от зазора между ушком галева и галевоносителем, дают силу

$$Q(\varphi) = 4cS(\varphi), \quad (5.2)$$

тогда суммарная сила воздействия сил инерции $F_{\text{и}}(t)$ и силы натяжения пружины $Q(t)$

$$T(\varphi) = 4cS(\varphi) + ma(\varphi) \quad (5.3)$$

Графически кривая $T(\varphi)$ получается при наложении графиков $F_{\text{и}}(t)$ на $Q(\varphi)$.

Для исходных данных, использованных в экспериментальном исследовании, имеем:

$$T = m_0 * F_{\text{нат.нит.}} / n_{\text{рем}} \text{ (Н)}, \quad (5.4)$$

где m_0 - количество нитей в основе;

$F_{\text{нат.нит.}}$ – максимальное натяжение одной нити основы, Н ($F_{\text{нат.нит.}}=0,76$ Н);

$n_{\text{рем}}$ – количество ремизок ($n_{\text{рем}}=4$ для переплетения 1/1+1/1).

$$T = 5040 * 0,76 / 4 = 957,6 \text{ Н}$$

$$F_{\text{и}} = ma \text{ (Н)}, \quad (5.5)$$

где m - масса ремизки, кг. ($m = 15$ кг, при заправочной ширине ткацкой машины более 300 см [21]);

a – ускорение ремизки ($a = 40$ м/сек²).

$$F_{\text{и}} = 15 * 40 = 600 \text{ Н}$$

Так как

$$T = 4cS + ma, \text{ то}$$

$$c = \frac{T - ma}{4S}, \text{ Н/м} \quad (5.6)$$

где S - перемещение рамки галевоносителя, м.

$$c = \frac{957,6 - 600}{4 * 0,015} = 5960 \frac{\text{кг}}{\text{м}} = 59,6 \text{ Н/мм}$$

Количество устанавливаемых пружин определяется в зависимости от ширины заправки, плотности ткани по основе и скоростного режима ткацкой машины. В данном случае целесообразно применять стандартные пружины 408 по ГОСТ 13770-68 в количестве 8 штук.

Выводы по главе 5

1. Экспериментально подтверждено значительное увеличение числа возмущающих воздействий на нити основы из-за зазоров в системе галевоносители-галева-нити основы по сравнению с экспериментальными записями перемещения ремизки (кривые 2,3,4 на рис 5.1).

2. Рассмотрены основные способы демпфирования галев при скоростном ткачестве.

3. Предложена конструкция ремизки с пружинным демпфированием системы галев.

4. Разработана методика расчета демпферов для ремизной рамки на основе пружин растяжения-сжатия.

Общие выводы по диссертационной работе

1. Разработаны: качественные и количественные конструктивно-технологические параметры оценки технического уровня зверообразовательных механизмов, эксплуатационные требования к зверообразовательным механизмам с использованием факторного анализа.

2. Выполнен анализ конструкций приводов ротационных кареток, позволяющих создать условный выстой ремизок для переключения программы узоробразования и надежной прокладки уточных нитей.

3. Разработаны методики теоретических и экспериментальных исследований кинематических и силовых параметров механизмов привода и ремизного движения.

4. Анализ полученных экспериментальных данных показывает:

- указанные в п.3 механизмы обеспечивают необходимый условный выстой ремизок в пределах от 80° до 140° поворота главного вала ткацкой машины;

- минимальные нагрузки на выходное звено ротационной каретки имеют место при коэффициентах уменьшения скорости 0,4 и 0,5.

5. Разработаны классификации механизмов ремизного движения и типов механизма переключения фиксаторов программатора РК.

6. Обоснован принцип пружинного переключения планетарных муфт по критериям быстродействия и энергоемкости. Показана его эффективность при скоростном режиме ткацкой машины более 600 об/мин главного вала.

7. Рассчитаны координаты положений нитей основы в процессе зверообразования, в соответствии с разработанной методикой, которые использованы для проектирования закона движения ремизок с применением сплайн-функции.

8. Предложена кинематическая схема ротационной каретки с усовершенствованным приводом, которая способна обеспечить условный выстой ремизок не

менее 140° поворота главного вала ткацкой машины, что соответствует скоростному режиму 500 об/мин и выше.

9. Экспериментально подтверждено значительное увеличение числа возмущающих воздействий на нити основы из-за зазоров в системе галевоносители-галева-нити основы.

10. Предложены конструкция ремизки с пружинным демпфированием системы галев, защищенная патентом на полезную модель, и методика расчета демпферов для ремизной рамки на основе пружин растяжения-сжатия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 675102 СССР №, МПК D03C5/02. Механизм привода ремиз к ткацкому станку/ Торицын С.В., В.И. Терентьев; заявитель – Всесоюзный научно-исследовательский институт легкого и текстильного машиностроения.- 1644544/28-12; заявл. 05.04.71; опубл. 30.07.79; Бюл. №27.
2. Алленова А.П. Автоматические ткацкие станки СТБ. - М: Легпромбытиздат, 1985. — 288 с.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука. – 1988. – с. 640.
4. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высшая школа, 1972. – с. 416.
5. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 446 с.
6. Букаев П.Т. Устройство и обслуживание пневморепродукционных ткацких станков: учеб. для проф. учеб. заведений. – 2е изд, перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1995. – 350 с.
7. Василенко В.А. Сплайн-функции: теория, алгоритмы, программы. – Новосибирск: Наука, 1983.
8. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./ Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981 – Т. 5. Измерения и испытания. – Под ред. Д. Генкина. 1981. – 496 с.
9. Вульфсон И.И.Динамические расчеты цикловых механизмов. – Л.: Машиностроение, 1976. – 328 с.
10. Джолдасбеков У.А., Уалиев Г.У. Совершенствование прокладывания утка на многоцветных ткацких станках СТБ. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 192 с.
11. Ефимов В.В, Барт Т.В. Статистические методы в управлении качеством продукции. – М.: КНОРУС, 2006.

12. Ефремов Е.Д. Деформация упругой системы заправки на ткацком станке: учеб. пособие. – Иваново: Иван. хим. технол. ин-т, 1976 – 72 с.
13. Ивович В.А., Онищенко В.Я. Защита от вибрации в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990. – 271 с.
14. Коритыцкий Я.И. Колебания в текстильных машинах. – М.: Машиностроение, 1973. – 320 с.
15. Коритыцкий Я.И., Сучкова Р.И. Применение виброизолирующих средств для оборудования текстильной промышленности. – М., 1969. – 81 с.
16. Королев А.Н., Терентьев В.И. Исследование и расчет кинематических и силовых факторов механизмов образования зева пневматических ткацких машин/ Дизайн и технологии №35 (77), 2013 г.
17. Королев А.Н., Терентьев В.И. Исследование натяжения основы на высокоскоростном ткацком станке/ Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности №3 (339), 2012 г.
18. Королев А.Н., Терентьев В.И. Исследование привода ротационной ремизоподъемной каретки/ Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности №5 (347), 2013 г.
19. Королев А.Н., Терентьев В.И. Разработка эксплуатационных требований к механизмам образования зева/ Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности №6 (342), 2012 г.
20. Крагельский И.В. Трение и износ в машинах.- М.: Машгиз,1962.
21. Кулемкин Ю.В. Тканеформирующая оснастка. Проектирование и расчет/ Ю.В Кулемкин, Г.М. Травин. – М.: Текстильная промышленность, 2011. – 1986 с.
22. Малафеев Р.М. Ткацкие машины: механика прокладывания утка. – М.: МГФ «Знание», 2004. – 352 с.
23. Малышев А.П., Воробьев П.А. Механика и конструктивные расчеты ткацких станков. – М.: Машгиз, 1960.- 552 с.
24. Мартынов И.А. Динамика приводов ткацких машин/ И.А. Мартынов, А.В. Мещеряков, В.И. Корнев. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002. – 352 с.

25. Оников Э.А., Николаев С.Д. Проектирование технологических процессов ткацкого производства (Проектирование технологии тканей): допущ. УМО по образованию в качестве учебника для вузов. – М.: Информ-знание, 2010. – 328 с.

26. Оников Э.А. Технология, оборудование и рентабельность ткацкого производства: практическое пособие-справочник. – М.: Текстильная промышленность, 2003.- 320 с.

27. Орнатская В.А., Кивилис С.С. Проектирование и модернизация ткацких машин. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 296 с.

28. Основы проектирования машин ткацкого производства: учебник для студентов ВТУЗов/ А.В. Дицкий, Р.М. Малафеев, В.И. Терентьев, А.А. Туваева/ Под общей редакцией А.В. Дицкого. – М.: Машиностроение, 1983. – 320 с.

29. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Изд 3-е доп. и переработ. - Л.: Машиностроение, 1976. – 320 с.

30. Пат. 0162802 США, МПК D03C13/00, D03C9/02; D03C9/06. Heald frame and weaving machine equipped with same/ Froment Jean-Paul; Itis Patrick; заявитель и патентообладатель STAUBLI FAVERGES. - 20040564824; заявл. 19.07.04; опубл. 27.07.06.

31. Пат. 0525862, МПК D03C1/00, F16D11/00. Improvements in a high-speed rotary dobby/ Vinciguerra Constantino; заявитель и правообладатель Nuovopignone industrie meccaniche e fonderia. - EP1992020216; заявл. 25.07.1991; опубл. 03.02.1993; Bulletin 93/05.

32. Пат. 134537 Российская Федерация, МПК D03C 9/06. Ремизная рамка ткацкой машины/ Королев А.Н., Терентьев В.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии». - № 2013127595/12; заявл. 18.06.2013; опубл. 20.11.2013, Бюл. №32.

33. Пат. 10260075 Германия, МПК D03C9/06. Schaftrahmen und webschaft für webmaschinen/ Bruske Johannes; Büchle Günther; заявитель и патентообладатель Groz-Beckert KG. - 20021060075; заявл. 19.12.02 ; опубл. 02.09.04, Bulletin 05/03.

34. Патент 10349646 Германия, МПК D03C9/06. Webschaft/ Beernaert Bart; Verhaert Pieter; заявитель и патентообладатель PISCANOL N.V.- 20031049646; заявл. 21.10.03 ; опубл. 02.06.05.

35. Пат. 2001169 Российская Федерация, МПК D 03 C 1/00, 1/14. Ротационная ремизоподъемная каретка/ Торицын С.В., Зеленский М. И. ; заявл. 02.10. 1992, опубл. 14.04.1994

36. Пат. 2857675 Франция, МПК D03C9/02, D03C9/06. Cadre lisses et métier a tisser pourvu d'au moins un tel cadre/ Froment Jean-Paul; Itis Patrick; заявитель и патентообладатель STAUBLI SA ET. - 20030008819 ; заявл. 18.07.03 ; опубл. 21.01.05, Bulletin 05/03.

37. Патент 2937760 Германия, МПК D03C1/00. Getriebe fuer den Fachbildungsmechanismus einer Webmaschine/ Brock Josef; заявитель и правообладатель Maschinenfabric Carl Zangs AG; заявл. 19.09.1979, опубл. 30.10.1980

38. Полюдов А.Н. Программные разгрузатели цикловых механизмов. – Львов: Вища школа. Изд.во при Львов. ун-те, 1979. – 168 с.

39. Попов Н.Н. Расчет и проектирование кулачковых механизмов. – М.: Машиностроение, 1980. – 214 с.

40. Приводные системы ткацких станков/ Мартынов И.А., Корнев Б.И., Мещеряков А.В. и др.; Под общ ред. И.А. Мартынова. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 272 с.

41. Проспекты ОАО Текстильмаш.

42. Проспекты фирмы Dornier.

43. Проспекты фирмы Picanol.

44. Проспекты фирмы Staubli.

45. Проспекты фирмы Sulzer.
46. Проспекты фирмы Toyota.
47. Проспекты фирмы Tsudakoma.
48. Сажин Б.С. Виброзащитные системы технологического оборудования/Б.С. Сажин, О.С. Кочетов, А.В. Синев. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003. - 276 с.
49. Талавашек О., Сватый В. Бесчелночные ткацкие станки/ Пер. с чеш. – М.: Легпромбытиздат. - 1985. – 335 с.
50. Терентьев В.И. Исследование и проектирование ремизоподъемных кареток, работающих на повышенных скоростях. дис. ... канд. техн. наук: 05.19.03, 05.02.13., М.
51. Терентьев В.И., Торицын С.В., Янпольский В.А. Скоростные ремизоподъемные каретки для ткацких станков (обзор). – М.: ЦНИИТЭИлегпищмаш, 1971.
52. Торицын С.В., Терентьев В.И. К расчету и технологии изготовления центроидных зубчатых механизмов с некруглыми колесами/ Вестник машиностроения №3 1983 г.
53. Allan Ormirod, Walter S. Sondhelm. Weaving. Technology and operations. – Manchester: The textile institute. – 1995. – с 378.
54. URL: <http://www.itemagroup.com/>
55. URL: <http://www.picanol.be/PICBESITE/EN/>
56. URL: <http://www.smit-textile.com/>
57. URL: <http://www.toyota-industries.com/product/textile/textile/textile.html>
58. URL: <http://www.tsudakoma.co.jp/>

Приложение 1

Возможности ткацких машин для выработки тканей различного ассортимента

Возможности ткацких машин для выработки тканей различного ассортимента

Вырабатываемая ткань	Предпочтительный тип прокладывания утка	Производитель оборудования
Пестротканый и однотонный поплин	Пневматический	Sulzer, Toyota, Tsudakoma, Picanol, Dornier
Ткани полотняного переплетения и кареточный поплин	Рапирами	Somet, Sulzer Ruti, Picanol
Микрофибра и текстурированная ткань	Микропрокладчиками	Sulzer Ruti
Подкладочная ткань	Пневматический	Sulzer, Toyota Tsudakoma, Picanol, Dornier
Лента	Гидравлический	Investa, Nissan, Tsudakoma
Клетчатая ткань для носовых платков	Рапирами	Somet, Sulzer Ruti, Picanol
Сатиновая полосатая ткань для пижам	Микропрокладчиками	Sulzer Ruti

Технические характеристики пневматических ткацких машин при выработке различных тканей

Машина и заправочные данные ткани	Вырабатываемая ткань					
	Полиэстеровое/хлопковое простынное полотно	Полиэстеровое/хлопчатобумажное простынное полотно	Подкладка из филаментных нитей	Хлопковый поплин	Джинсовая ткань	Промышленное полотно
Ткацкая машина	Sulzer Ruti L5200.B280	Picanol PAT-A-2N	Toyota JAT600.JA2F	Tsudakoma ZAX-190-2C	Toyota JAT600.JA2S	Investa ZTS Elitex ZTA
Заправочная ширина, см	280	330	190	190	190	190
Скорость вращения главного вала, об/мин	750	700	1350	1500	850	1200
Ширина товарного валика, см	228,3	312	155	170	165	160
Характеристика ткани						
Плотность по основе, нитей/см	35,8	36	40,2	63	26	30
Плотность по утку, нитей/см	32,6	32	27,6	24,4	17,7	31
Линейная плотность нитей основы, текс и материал	17 полиэстер/хлопок	17 полиэстер/хлопок	167 полиэстер	7,4x2 хлопок	84 хлопок	7,8 полиамид

Продолжение таблицы

Линейная плотность нитей утка, текст и материал	17 полиэстер/хлопок	17 полиэстер/хлопок	167 полиэстер	7,4x2 хлопок	98 хлопок	74x2 хлопок
Переплетение	полотняное	полотняное	полотняное	полотняное	саржа 3/1	Полотняное
Расход пряжи, м/мин						
Основа	1880	2457	3048	6583	2060	1858
Уток	1715	2184	2093	2550	1403	1920
Всего	3595	4641	5141	9133	3463	3778

Потребление сжатого воздуха пневматическими ткацкими машинами при выработке различных тканей на примере производства, оснащенного ткацкими машинами Sulzer Ruti L5100

Ткань	Линейная плотность основы, текс	СВУЗ, м/мин	Количество заправленных машин	Потребление сжатого воздуха, г/с	Общее потребление	
					кг/мин	м ³ /час
Поплин	13	1135	44	19	50,16	2465,2
Поплин	12	1135	8	19	9,12	477,9
Батист	37	1100	5	21,5	6,45	316,7
Тюль	13	1100	6	19	6,84	335,9
Простынное полотно	30	1425	41	30,5	75,03	3684,1
Condenser sheeting	80	1250	4	34	8,36	410,5
Среднее потребление сжатого воздуха ткацкой машиной						70,93

Технические характеристики ткацких машин Dornier с жесткими рапирами при выработке различных тканей

	Вырабатываемая ткань			
	Текстурированная брючная ткань	Текстурированная рубашечная ткань	Клетчатая рубашечная ткань	Юбочная ткань из крученой пряжи
Заправочная ширина, см	340	340	340	210
Скорость вращения главного вала, об/мин	160	160	160	180
Зевобразовательный механизм	ремизоподъемная каретка	ремизоподъемная каретка	ремизоподъемная каретка	ремизоподъемная каретка
Ширина суровой ткани, см	160x2	160x2	160x2	180
Характеристика ткани				
Плотность по основе, нитей/см	32	46,5	37,0	45,0
Линейная плотность нитей основы, текс и материал	16,7x2 полиэстер	11 полиэстер	15 полиэфир/хлопок	20x2 полиэстер/вискоза
Общее число нитей в основе	5120x2	7440x2	5920x2	8100
Плотность по утку, нитей/см	23	30	33,5	20,8
Линейная плотность нитей утка, текс и материал	16,7x2 полиэстер	11 полиэстер	15 полиэфир/хлопок	16,7x2 полиэстер
Переплетение	саржа 2/2	полотняное	полотняное	саржа 3/1

Продолжение таблицы

Расход пряжи, м/мин				
Основа	668	744	530	915
Уток	480	480	480	423
Всего	1148	1224	1010	1338
Обрывность основы (приведенная к 100%) в час	0,41	0,96	0,83	1,31
Обрывность утка (приведенная к 100%) в час	0,09	0,20	0,17	0,23
Время обслуживания машины, мин	0,46	1,06	1,00	1,53
Уточной нити проложено до останова по причине ее обрыва, м	137,76	63,310	60,600	52,129
Количество машин, обслуживаемых ткачом	64	29	30	20
Эффективность машины (абсолютная), %	96,9	95,4	95,3	93,8

Технические характеристики рапирных ткацких машин при выработке различных тканей

Машина и заправочные данные ткани	Вырабатываемая ткань						
	Подкладочная ткань, хлопок	Юбочная ткань, хлопок	Рубашечная ткань, хлопок	Камвольная ткань для пальто	Камвольная костюмная ткань	Джинсовая ткань, хлопок	Шерстяная костюмная ткань
Ткацкая машина	Somet Thema II	Investa JTS	Sulzer Ruti G6200B	Picanol JTM-AS-8R	Dornier 1+TV8/SD	Vamatex P1001	Nuovo Pignone Fast 2.2
Заправочная ширина, см	360	190	190	220	200	360	220
Скорость вращения главного вала, об/мин	345	620	550	550	435	410	510
Ширина товарного валика, см	170x2	168	180.3	186	175	165x2	184
Характеристика ткани							
Плотность по основе, нитей/см	44,2	29	32,8	17,6	24	24	24
Плотность по утку, нитей/см	52	26	32	21,5	24,4	16	23
Линейная плотность нитей основы, текс	10	10x2	10	42	15,6x2	83	8,9x2

Продолжение таблицы

Линейная плотность нитей утка, текс	10	10x2	10	42	15,6x2	107	8,9x2
Переплетение	полотняное	полотняное	полотняное	полотняное	полотняное	саржа 3/1	полотняное
Расход пряжи, м/мин							
Основа	997	1162	1016	837	748	2029	979
Уток	1173	1041	992	1023	761	1350	938
Всего	2170	2203	2008	1860	1509	3379	1917

Технические характеристики ткацких машин Sulzer с микропрокладчиками при выработке различных тканей

Машина и заправочные данные ткани	Вырабатываемая ткань							
	Жаккардовая ткань для скатертей	Подкладочная ткань	Джинсовая ткань	Рубашечная ткань	Плательная ткань	Парусина	Шерстяная костюмная ткань	Ткань для полотенец
Ткацкая машина	P7100(N4)	P7200	P7100	P7200	P7100	P7100W	P7200W	P7200(N4)
Заправочная ширина, см	220	360	360	360	360	280	190	190
Скорость вращения главного вала, об/мин	400	345	350	350	310	375	425	430
Ширина товарного валика, см	212,1	174,5x2	165,4x2	170,4x2	193,1x1	260	185,4	57,9x3
Характеристика ткани								
Плотность по основе, нитей/см	25,8	45,4	24,2	44	42,6	17,5	35	24,4
Плотность по утку, нитей/см	27,5	50,0	15,5	34	31,5	13,3	17	20
Линейная плотность нитей основы, текс и материал	20x2 хлопок	10 хлопок	84 хлопок	10 хлопок	7,5 фил.	110 полиэстер	18x2 шерсть	30x2 хлопок

Продолжение таблицы

Линейная плотность нитей утка, текс и материал	50 хлопок	12 хлопок	105 хлопок	15 хлопок	25 хлопок	110 полиэстер	16x2 шерсть	36 хлопок
Расход пряжи, м/мин								
Основа	796	1070	1808	1543	1476	1283	1622	911
Уток	850	1204	1150	1200	1200	970	790	773
Всего	1646	2274	2958	2743	2676	2253	2412	1684

Ткани, промышленно вырабатываемые на ткацких машинах Dornier с жесткими рапирами

Ткань	Заправочная ширина, см	Плотность, нитей/см		Линейная плотность, текс и материал		Переплетение	Поверхностная плотность, г/м ²
		по основе	по утку	основа	уток		
Текстурированная юбочная	210	45,0	20,8	40x2 полиэстер/вискоза	16,7 полиэфир	саржа 3/1	450
Текстурированная костюмная	340	31,5	24,8	16,7 полиэфир	16,7 полиэфир	саржа 2/2	215
Полиэстер-вискозная костюмная	340	33,5	14,5	20x2 полиэстер/вискоза	16,7x2 полиэфир	полотняное	192
Полиэстер-вискозная костюмная	340	33,5	16,5	40 полиэстер/вискоза	40 полиэстер/вискоза	полотняное	210
Полиэстер-вискозная костюмная	340	33,5	19,3	20x2 полиэстер/вискоза	40 полиэстер/вискоза	полотняное	220

Приложение 2

Программа расчета кинематических параметров движения ремизок ротационной каретки и построения профиля кулачка привода

Задание координат контрольных точек

Технологические контрольные точки:

$$X := \begin{pmatrix} 0 \\ 80 \\ 295 \\ 450 \\ 657 \\ 720 \end{pmatrix}$$

$$Y := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.002 \\ 0.015 \\ 0.0145 \\ 0.0015 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$Y1 := 6 \cdot Y$$

Скоростной режим ткацкой машины:

$$n := 500$$

$$t1 := \frac{2 \cdot 60}{n}$$

$$t1 = 0.24$$

Расчет сплайн-функции

$$k := \frac{720}{t1}$$

k

$$t := \frac{X}{k}$$

$$t = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.027 \\ 0.098 \\ 0.15 \\ 0.219 \\ 0.24 \end{pmatrix}$$

$$ts := 0, 0.001.. t1$$

В сечении струи:

$$s1 := \text{cspline}(t, Y)$$

$$S1(ts) := \text{interp}(s1, t, Y, ts)$$

По ремизкам:

$$s := \text{cspline}(t, Y1)$$

$$S(ts) := \text{interp}(s, t, Y1, ts)$$

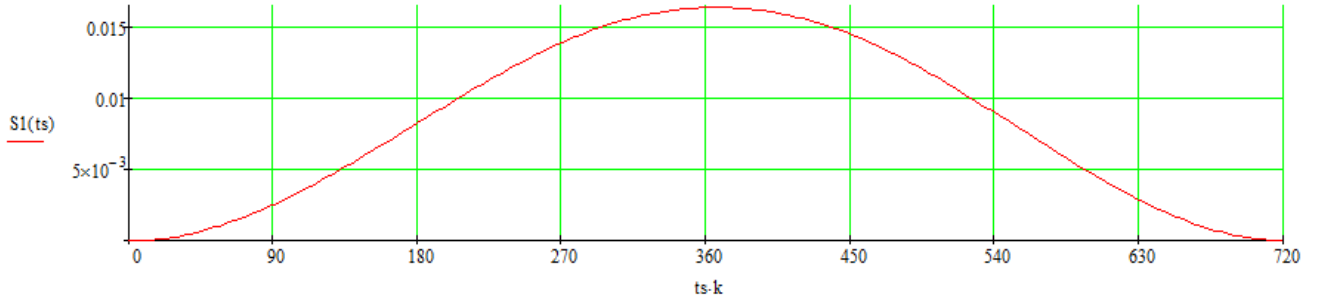
Расчет скорости и ускорения ремизки:

$$V(ts) := \frac{d}{dts} S(ts)$$

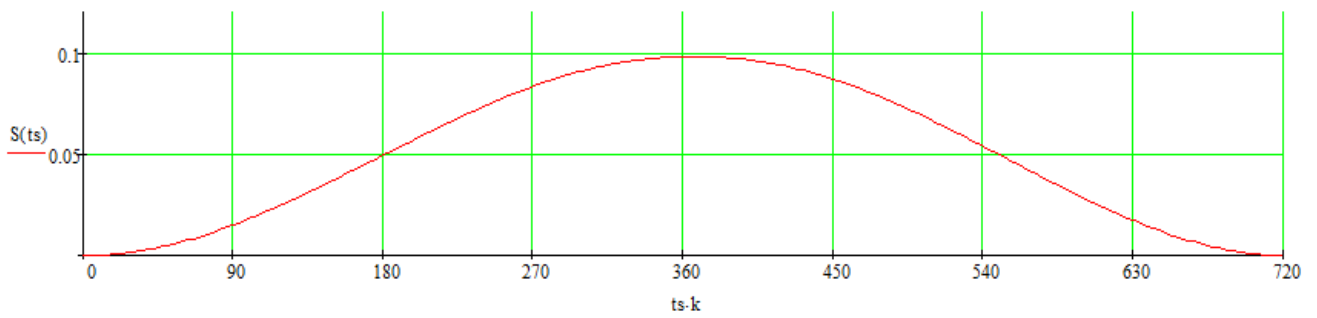
$$A(ts) := \frac{d^2}{dts^2} S(ts)$$

Построение графиков кинематических параметров движения ремизки и нитей основы в сечении струи

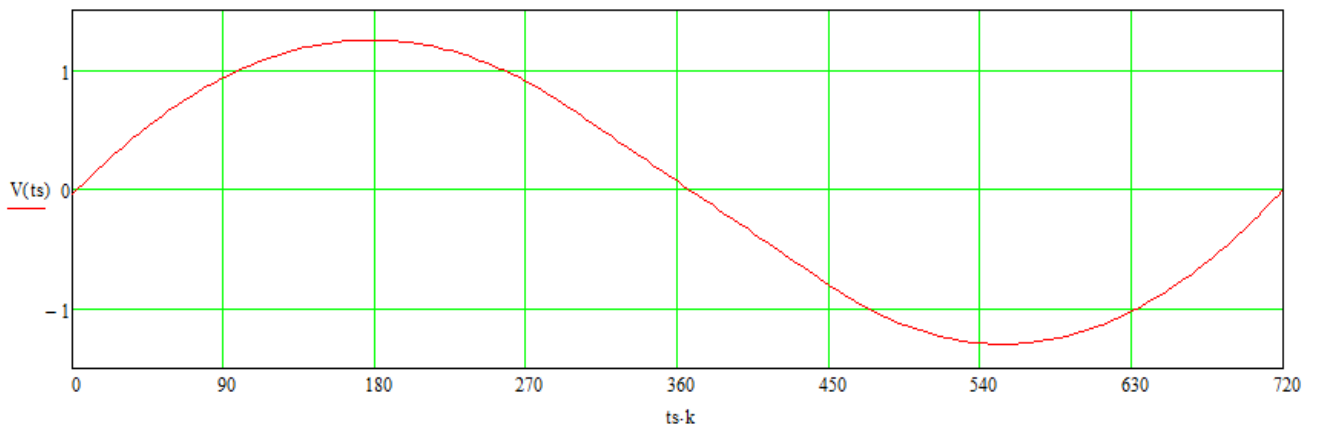
Перемещение основы в сечении струи



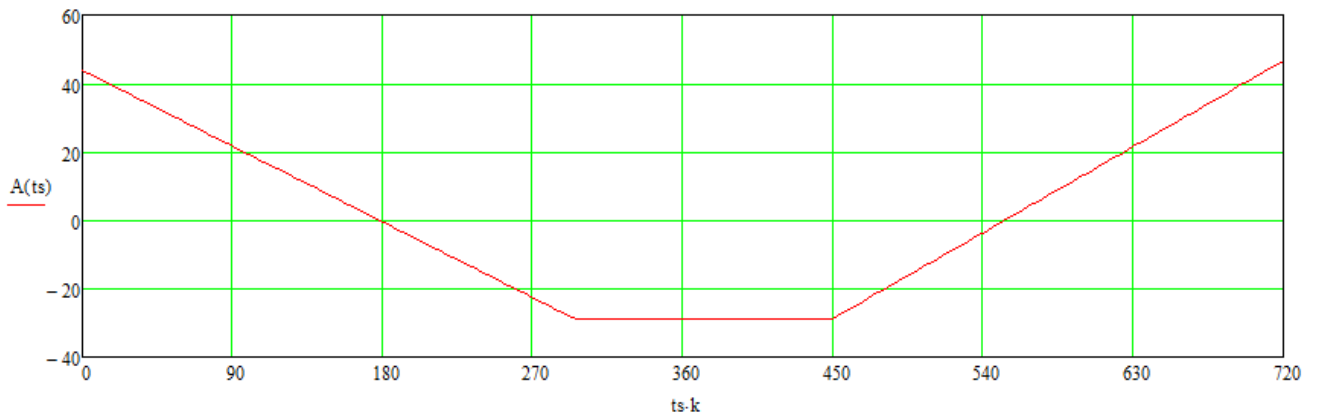
Перемещение ремизки



Скорость ремизки



Ускорение ремизки



Расчет и построение профилей кулачка

$R_{max} := 107$

$$R_{\min} := 84$$

$$dR := R_{\max} - R_{\min}$$

$$dR = 23$$

$$kR := \frac{dR}{0.108}$$

$$kR = 212.963$$

$$R_{fr} := 19$$

$$x_{Rab}(ts) := (S(ts) \cdot kR + R_{\min}) \cdot \cos \left[ts \cdot \left(\frac{k}{2} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right]$$

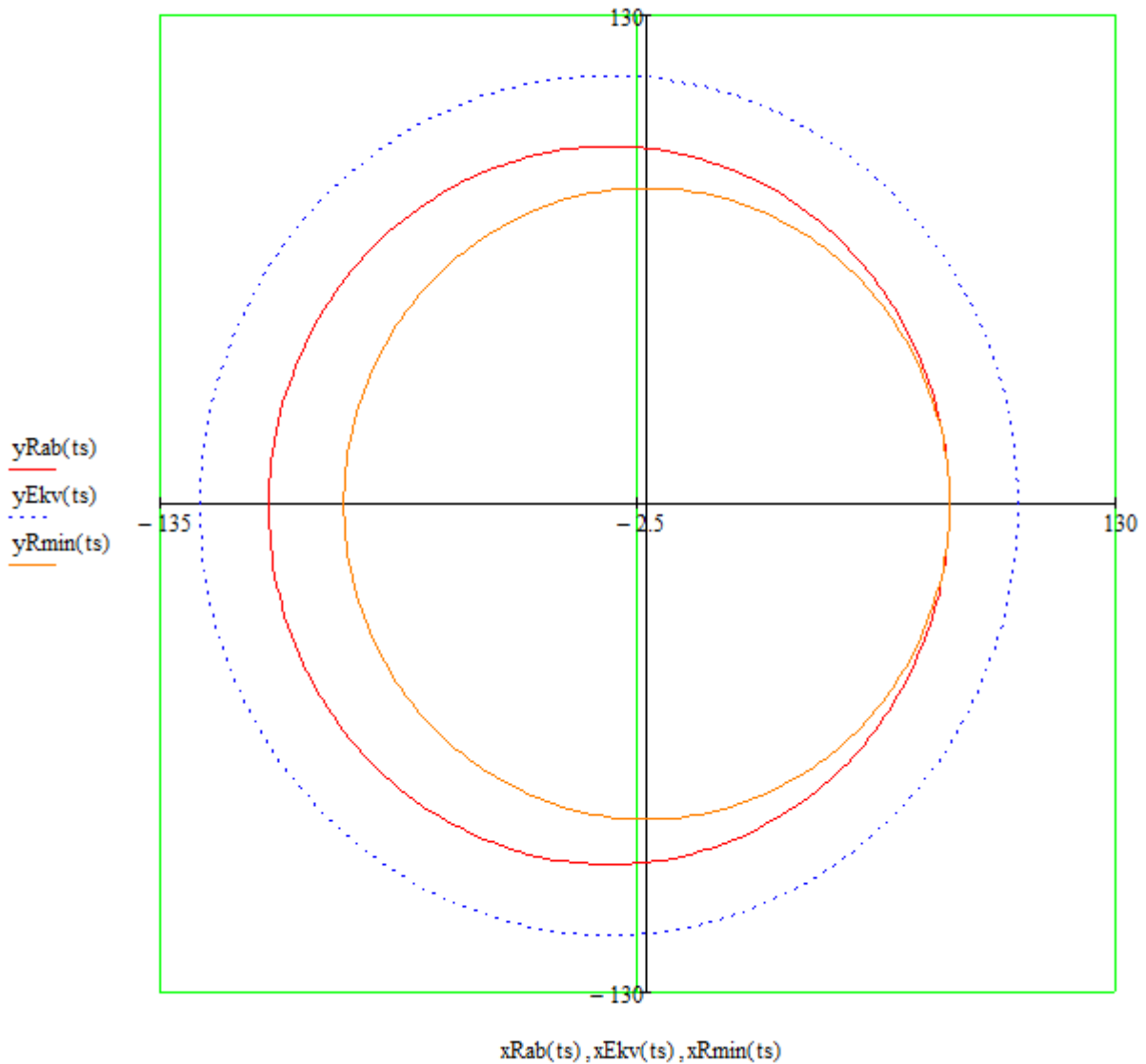
$$y_{Rab}(ts) := (S(ts) \cdot kR + R_{\min}) \cdot \sin \left[ts \cdot \left(\frac{k}{2} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right]$$

$$x_{Ekv}(ts) := (S(ts) \cdot kR + R_{\min} + R_{fr}) \cdot \cos \left[ts \cdot \left(\frac{k}{2} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right]$$

$$y_{Ekv}(ts) := (S(ts) \cdot kR + R_{\min} + R_{fr}) \cdot \sin \left[ts \cdot \left(\frac{k}{2} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right]$$

$$x_{Rmin}(ts) := (R_{\min}) \cdot \cos \left[ts \cdot \left(\frac{k}{2} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right]$$

$$y_{Rmin}(ts) := (R_{\min}) \cdot \sin \left[ts \cdot \left(\frac{k}{2} \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right]$$



Приложение 3

Программа для изготовления кулачка на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ

```
G21 G90 G64 G17 G40 G49
F150
T1 M6
M3 M8
S4000
G0 X 100.244 Y -9.090
#1=0
M98 P1 L11
G0 Z5
M30
O1
G1 Z#1
G2 X 98.481 Y -21.123 I-130.490 J 12.969
G2 X 95.681 Y -32.620 I-123.442 J 23.975
G2 X 93.147 Y -40.302 I-118.976 J 34.982
G2 X 89.264 Y -49.754 I-124.222 J 45.515
G2 X 85.731 Y -56.892 I-116.422 J 53.178
G2 X 82.599 Y -62.394 I-104.161 J 55.652
G2 X 79.566 Y -67.123 I -92.932 J 56.253
G2 X 76.991 Y -70.742 I -81.857 J 55.527
G2 X 72.790 Y -76.020 I -86.056 J 64.199
G2 X 66.950 Y -82.400 I -88.049 J 74.735
G2 X 55.095 Y -92.936 I -86.245 J 85.097
```

G2 X 47.832 Y -98.157 I -72.503 J 93.206
G2 X 40.887 Y -102.398 I -60.624 J 91.464
G2 X 36.820 Y -104.559 I -49.344 J 87.976
G2 X 32.116 Y -106.778 I -47.437 J 94.438
G2 X 23.960 Y -110.021 I -46.846 J 105.960
G2 X 10.169 Y -114.001 I -40.285 J 113.706
G2 X 3.314 Y -115.328 I -25.407 J 112.854
G2 X 0.126 Y -115.797 I -17.414 J 107.178
G2 X -3.898 Y -116.256 I -14.733 J 111.488
G2 X -14.889 Y -116.799 I -11.392 J 119.089
G2 X -23.996 Y -116.481 I -0.400 J 119.061
G2 X -31.761 Y -115.636 I 8.129 J 110.862
G2 X -38.279 Y -114.476 I 14.488 J 100.281
G2 X -42.847 Y -113.384 I 18.864 J 89.016
G2 X -47.871 Y -111.900 I 25.258 J 94.776
G2 X -53.874 Y -109.751 I 32.869 J 101.262
G2 X -61.502 Y -106.438 I 42.181 J 107.548
G2 X -70.033 Y -101.941 I 52.912 J 110.729
G2 X -79.768 Y -95.682 I 61.674 J 106.632
G2 X -85.750 Y -91.128 I 67.322 J 94.629
G2 X -99.072 Y -78.525 I 77.718 J 95.497
G2 X -104.519 Y -72.086 I 85.278 J 77.649
G2 X -108.736 Y -66.319 I 82.691 J 64.904
G2 X -112.085 Y -61.029 I 77.954 J 53.044
G2 X -113.815 Y -57.929 I 70.066 J 41.154
G2 X -116.178 Y -53.140 I 81.315 J 43.099
G2 X -118.005 Y -48.902 I 93.761 J 42.926

G2 X-119.832 Y -44.079 I 106.252 J 43.005
G2 X-121.905 Y -37.690 I 122.812 J 43.386
G2 X-123.936 Y -30.120 I 144.609 J 42.840
G2 X-125.449 Y -23.213 I 168.599 J 40.552
G2 X-127.007 Y -13.847 I 153.294 J 30.319
G2 X-127.842 Y -6.104 I 142.626 J 19.299
G2 X-128.184 Y -0.247 I 132.046 J 10.636
G2 X-128.255 Y 2.745 I 123.101 J 4.444
G2 X-128.263 Y 4.455 I 120.492 J 1.420
G2 X-128.190 Y 8.295 I 115.113 J -0.277
G2 X-127.835 Y 13.950 I 105.372 J -3.771
G2 X-127.364 Y 18.148 I 94.233 J -8.458
G2 X-126.753 Y 22.104 I 104.254 J -14.072
G2 X-125.682 Y 27.478 I 110.136 J -19.158
G2 X-123.953 Y 34.225 I 114.827 J -25.827
G2 X-118.048 Y 50.397 I 118.815 J -34.222
G2 X-114.159 Y 58.310 I 108.830 J -48.572
G2 X-111.457 Y 63.047 I 97.772 J -52.626
G2 X-108.876 Y 67.128 I 98.518 J -59.444
G2 X-103.213 Y 74.985 I 101.733 J -67.363
G2 X -96.406 Y 82.950 I 96.200 J -75.321
G2 X -91.054 Y 88.325 I 83.744 J -78.024
G2 X -88.800 Y 90.384 I 72.420 J -77.045
G2 X -81.649 Y 96.259 I 81.327 J -91.686
G2 X -74.094 Y 101.564 I 73.669 J -96.894
G2 X -67.070 Y 105.758 I 61.917 J -95.712
G2 X -60.588 Y 109.029 I 49.867 J -90.759

G2 X -54.411 Y 111.612 I 38.662 J -83.793
G2 X -50.006 Y 113.127 I 28.822 J -76.635
G2 X -45.692 Y 114.356 I 26.530 J -84.918
G2 X -40.358 Y 115.574 I 24.461 J -94.850
G2 X -33.300 Y 116.740 I 21.304 J -107.006
G2 X -24.660 Y 117.564 I 15.795 J -119.931
G2 X -13.664 Y 117.749 I 7.673 J -129.497
G2 X -11.958 Y 117.694 I -3.335 J -130.155
G2 X -10.712 Y 117.639 I -5.048 J -130.299
G2 X -5.838 Y 117.303 I -5.738 J -118.727
G2 X 8.620 Y 115.150 I -11.169 J -124.601
G2 X 17.670 Y 112.892 I -25.031 J -119.599
G2 X 25.255 Y 110.395 I -31.436 J -108.238
G2 X 31.037 Y 108.059 I -35.589 J -96.439
G2 X 35.692 Y 105.860 I -38.118 J -86.704
G2 X 39.945 Y 103.580 I -46.299 J -91.469
G2 X 44.662 Y 100.749 I -54.402 J -95.984
G2 X 51.302 Y 96.214 I -63.855 J -100.614
G2 X 65.802 Y 83.794 I -75.085 J -102.336
G2 X 68.528 Y 80.985 I -82.729 J -83.035
G2 X 72.533 Y 76.502 I -88.687 J -83.261
G2 X 80.629 Y 65.897 I -97.073 J -82.501
G2 X 85.174 Y 58.741 I -103.536 J -70.779
G2 X 89.285 Y 51.133 I -101.695 J -59.864
G2 X 91.955 Y 45.295 I -96.513 J -47.666
G2 X 93.269 Y 42.020 I -92.060 J -38.824
G2 X 97.255 Y 29.332 I -104.829 J -39.910

G2 X 99.234 Y 19.723 I-113.193 J -28.318

G2 X 100.385 Y 10.357 I-120.326 J -19.546

G2 X 100.849 Y 0.000 I-132.770 J -11.127

G2 X 100.244 Y -9.090 I-139.620 J 4.726

#1=[#1-1]

M99