

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования

«Ивановская государственная текстильная академия»  
(ИГТА)

Кафедра проектирования текстильных машин

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПЛОСКИХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ  
МЕХАНИЗМОВ ШВЕЙНЫХ МАШИН

Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам ТММ и

РКМЛП для студентов специальности 150406 (170700)

ИВАНОВО 2008

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 150406 (170700) факультета механики и автоматики при выполнении лабораторных работ по курсу «Расчет и конструирование машин легкой промышленности» и будут полезны студентам специальностей 260901 (280800) и 260902 (280900) при изучении курса «Теория механизмов и машин».

В них изложена методика проведения структурного анализа плоских и пространственных механизмов, представлены задания для практического изучения строения конкретных конструкций механизмов швейных машин различного назначения.

Составители: канд. техн. наук, проф. Б.В. Соловьев  
канд. техн. наук, проф. А.Н. Смирнов  
ст. преп. С.В. Селезнев  
Научный редактор канд. техн. наук, проф. А.А. Тувин

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в швейной промышленности используется большое количество швейных машин отечественного и зарубежного производства со сложной конструкцией механизмов. Парк оборудования этой отрасли постоянно пополняется новыми швейными машинами и полуавтоматами.

В конструкциях швейных машин часто встречаются пространственные механизмы с несколькими степенями свободы. Поэтому для студентов представляет практический интерес структурный анализ этих механизмов.

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 1.1. Задачи структурного анализа

При проведении структурного анализа студентам предстоит решать следующие задачи:

- построение плоской или пространственной структурной схемы механизма;
- обозначение подвижных звеньев и кинематических пар;
- определение числа и наименования подвижных звеньев механизма;
- определение числа и классификация кинематических пар;
- определение числа степеней свободы механизма;
- выделение избыточных (пассивных) связей;
- отделение от механизма структурных групп Ассура, образующих механизм, определение их класса, порядка и вида;
- определение класса и порядка, а также формулы строения механизма.

#### 1.2. Основные термины

**МЕХАНИЗМ** – искусственно созданная система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других тел.

**ЗВЕНО** – твердое тело, входящее в состав механизма.

**ВХОДНОЕ ЗВЕНО** – звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев.

**ВЫХОДНОЕ ЗВЕНО** – звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм.

**КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ПАРА** – подвижное соединение двух соприкасающихся звеньев.

**ЭЛЕМЕНТ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПАРЫ** – вид контакта (по поверхности, по линии или в точке) звеньев кинематической пары.

**НИЗШАЯ ПАРА** – элементом пары является поверхность.

**ВЫСШАЯ ПАРА** - элементом пары является линия или точка.

**КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ** – система звеньев, образующих между собой кинематические пары.

**СТОЙКА** – звено, принимаемое за неподвижное.

КРИВОШИП – звено рычажного механизма, совершающее полный оборот вокруг неподвижной оси.

ШАТУН - звено рычажного механизма, совершающее сложное движение и имеющее кинематические пары только с подвижными звеньями.

ПОЛЗУН – звено рычажного механизма, совершающее возвратно-поступательное движение относительно стойки.

КОРОМЫСЛО – звено рычажного механизма, совершающее неполный оборот вокруг оси, связанной со стойкой.

КУЛИСА – подвижная направляющая рычажного механизма, имеющая поступательную кинематическую пару с подвижным звеном (камнем).

КАМЕНЬ – звено, имеющее поступательную кинематическую пару с подвижной направляющей рычажного механизма (кулисой).

КУЛАЧОК – звено, профиль которого, имея переменную кривизну, определяет движение выходного звена.

### 1.3. Структурная схема механизма

Структурной схемой называют изображение механизма с применением условных обозначений звеньев и кинематических пар без указания размеров. Направление вращения входного звена отмечают дуговой стрелкой, кинематические пары обозначают прописными буквами латинского алфавита, звенья – арабскими цифрами.

Перед составлением структурной схемы механизма необходимо изучить его устройство и работу, т.е. определить конфигурацию деталей, способы их соединения в звенья, места расположения опор, характер движения отдельных точек. Вычерчивание схемы следует начинать с входного звена.

Пространственные структурные схемы наиболее целесообразно вычерчивать в диметрии, т.к. она дает более наглядное представление о структуре механизма: ось  $OX$  направлена под углом  $7^\circ$  к горизонтали, ось  $OY$  – под углом  $41^\circ$  к горизонтали, ось  $OZ$  вертикальна.

### 1.4. Определение степени подвижности механизмов

Для определения числа степеней свободы плоских механизмов необходимо применять формулу П. Л. Чебышева:

$$W = 3n - 2p_1 - p_2, \quad (1)$$

где  $n$  – число подвижных звеньев механизма;

$p_1$  – число одноподвижных кинематических пар;

$p_2$  – число двухподвижных кинематических пар.

Для определения числа степеней свободы пространственных механизмов необходимо применять формулу Сомова – Малышева:

$$W = 6n - 5p_1 - 4p_2 - 3p_3 - 2p_4 - p_5, \quad (2)$$

где  $n$  – число подвижных звеньев механизма;

$p_1$  – число одноподвижных кинематических пар;

$p_2$  – число двухподвижных кинематических пар;

$p_3$  – число трехподвижных кинематических пар;

$p_4$  – число четырехподвижных кинематических пар;

$p_5$  – число пятиподвижных кинематических пар.

### 1.5. Структура пространственных механизмов

В конструкции многих швейных машин (преимущественно машин цепного стежка) встречаются пространственные механизмы различных видов. Они необходимы для реализации сложных пространственных траекторий движения рабочих органов машин, например петлителей. Эти механизмы могут быть образованы звеньями, входящими наряду с одноподвижными и двухподвижными в трехподвижные кинематические пары. При составлении структурных схем необходимо пользоваться принятыми условными обозначениями согласно ГОСТ 2.770-68 Единой системы конструкторской документации. Условные обозначения кинематических пар приведены на рис.1.

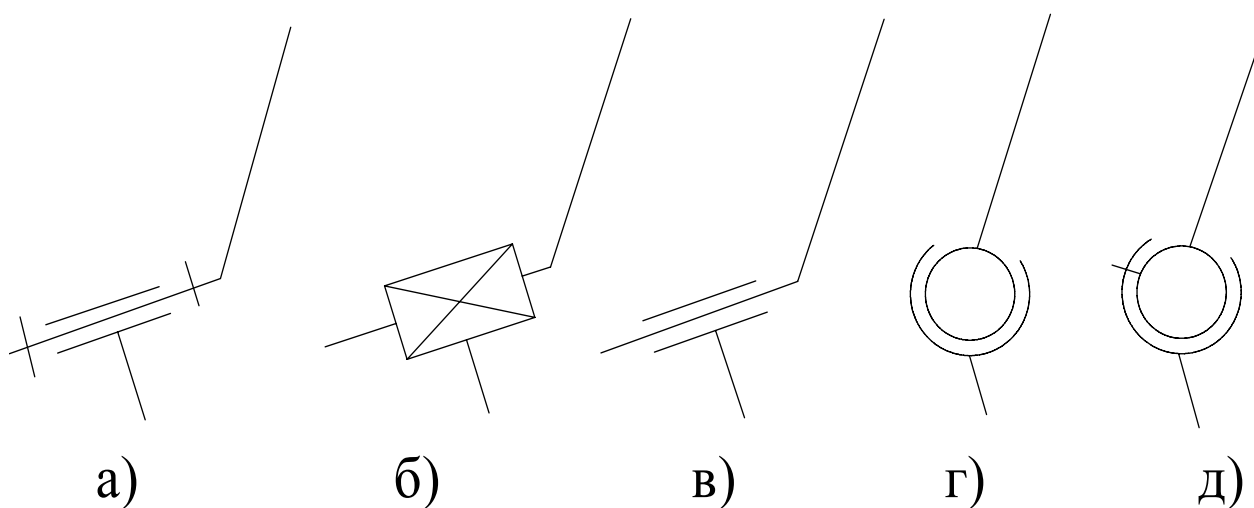


Рис.1. Условные обозначения кинематических пар:  
 а) – вращательной; б) – поступательной; в) – цилиндрической;  
 г) – сферической; д) – сферической с пальцем или штифтом

Пример: в кривошипно-коромысловом пространственном четырехзвенном механизме (рис. 2) имеются две кинематические пары 5 класса (вращательные одноподвижные кинематические пары, соединяющие коромысло CD и кривошип AB со стойкой) и две пары третьего класса (сферические шарниры B и C). Определить число степеней свободы механизма.

Число подвижных звеньев  $n = 3$ ,

количество кинематических пар  $p_1 = 2, p_3 = 2, p_2 = p_4 = p_5 = 0$ .

Получим  $W = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 3 \cdot 2 = 2$

Одна степень свободы соответствует возможности поворота шатуна BC вокруг собственной оси. Вторая степень свободы однозначно определяет число степеней свободы подвижной кинематической цепи относительно стойки.

Если один из сферических шарниров (например C) заменить сферическим шарниром с пальцем, препятствующим повороту шатуна BC относительно своей оси, т.е. кинематической парой 4 класса, получим

$n = 3, p_1 = 2, p_2 = 1, p_3 = 1, p_4 = p_5 = 0$ .

Тогда  $W = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 1$ ,

т.е. число степеней свободы механизма будет равняться единице.

Однако чаще всего в швейных машинах пространственные механизмы имеют более сложную структуру. Они состоят из последовательно соединенных плоских и пространственных частей механизма.

Для проведения структурного анализа подобных механизмов можно расчленить их на составные части: плоскую и пространственную. Затем определять степень подвижности по формуле (1) для плоской части и по формуле (2) для пространственной части, включающей в себя кинематические пары высших классов.

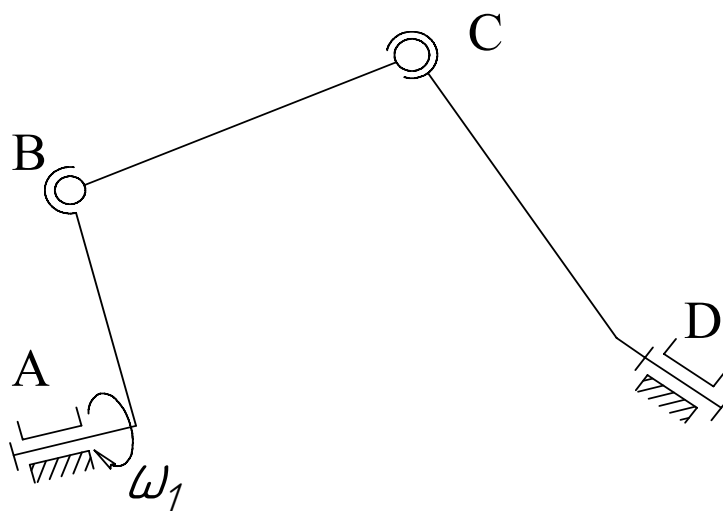


Рис. 2. Пространственный четырехзвенник

## 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Цель работы: получить навыки в проведении структурного анализа механизмов швейных машин.
2. Содержание работы: определить число подвижных звеньев и кинематических пар по классам, число степеней свободы механизма, определить строение механизма, выделяя группы Ассура и начальный (начальные) механизм(ы) и определяя их класс, порядок и вид, записать формулу строения механизмов, их класс и порядок (структурные схемы механизмов приведены в Приложении).
3. Форма отчета
  - 3.1. Название работы.
  - 3.2. Структурная схема механизма с обозначением звеньев и кинематических пар.
  - 3.3. Классификация кинематических пар /1/.
  - 3.4. Определение числа степеней свободы механизма.
  - 3.5. Разложение механизма, образованного звеньями с одноподвижными кинематическими парами, на группы Ассура с определением их класса, порядка и вида.
  - 3.6. Формула строения механизма.
  - 3.7. Класс и порядок механизма.

## 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое механизм? Плоские и пространственные механизмы.
2. Дать определение кинематической пары.
3. Отличие высших и низших кинематических пар.
4. Показать на механизмах поступательную, вращательную, цилиндрическую и сферическую пары. Указать их подвижность.
5. Пояснить физический смысл степени подвижности механизма.
6. Как определяется степень подвижности плоского механизма?
7. Каким образом определяется степень подвижности пространственного механизма?
8. Показать порядок определения степени подвижности механизма, состоящего из плоских и пространственных частей.
9. Дать определение группы Ассура.
10. Показать на механизме группы Ассура II класса.
11. Виды групп Ассура II класса.
12. Разновидности групп Ассура III класса.
13. Механизмы I класса, их степень подвижности.
14. Как определяется класс и порядок группы Ассура?
15. Определение класса и порядка механизма.

ПРИЛОЖЕНИЕ  
Структурные схемы механизмов швейных машин

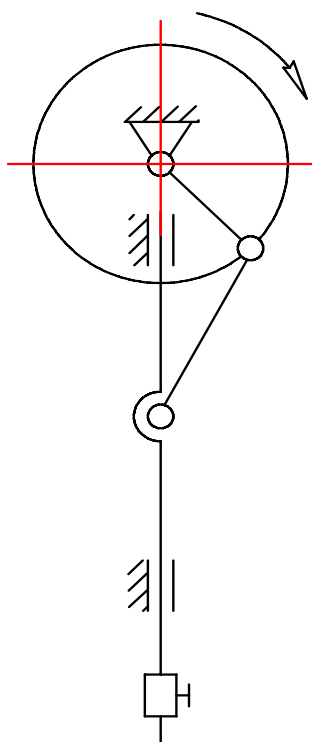


Рис.1. Аксиальный кривошипно-ползунный механизм иглы

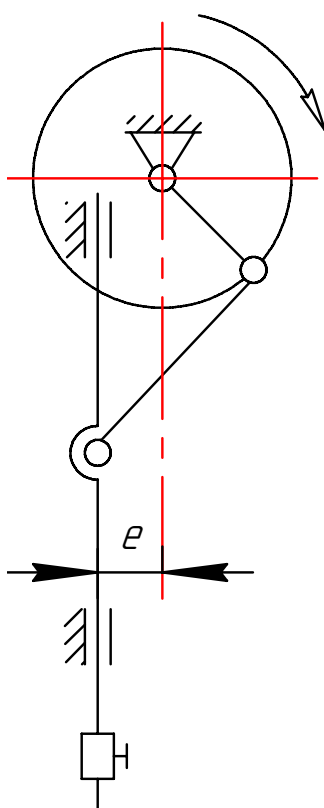


Рис.2. Дезаксиальный кривошипно-ползунный механизм иглы



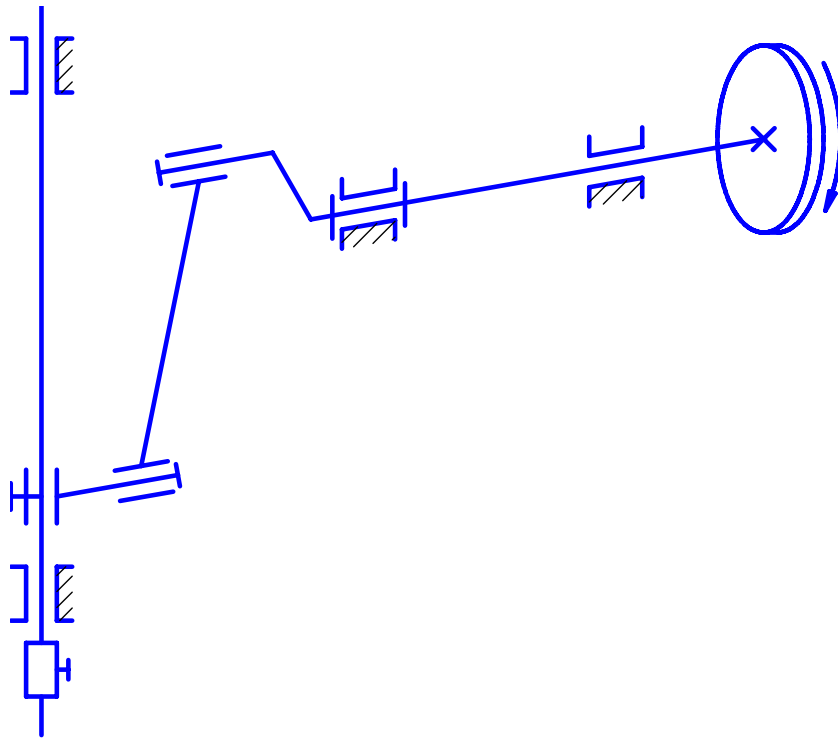


Рис. 3. Механизм иглы универсальной машины 22-АМ класса

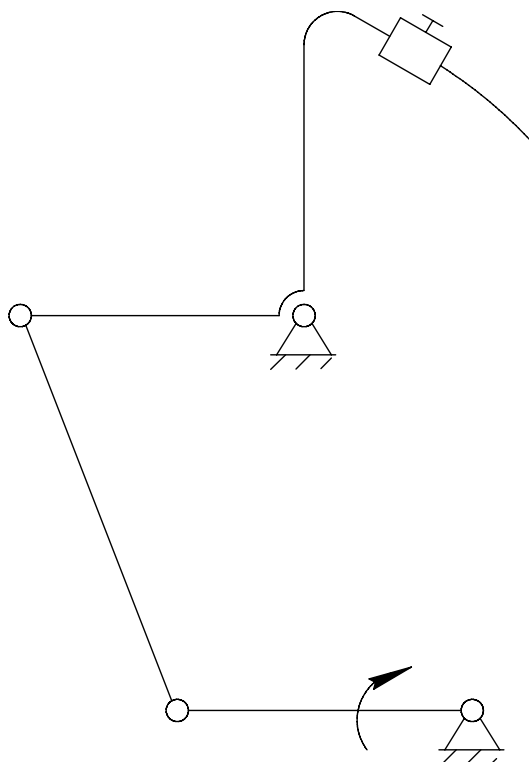


Рис. 4. Плоский кривошипно-коромысловый механизм иглы

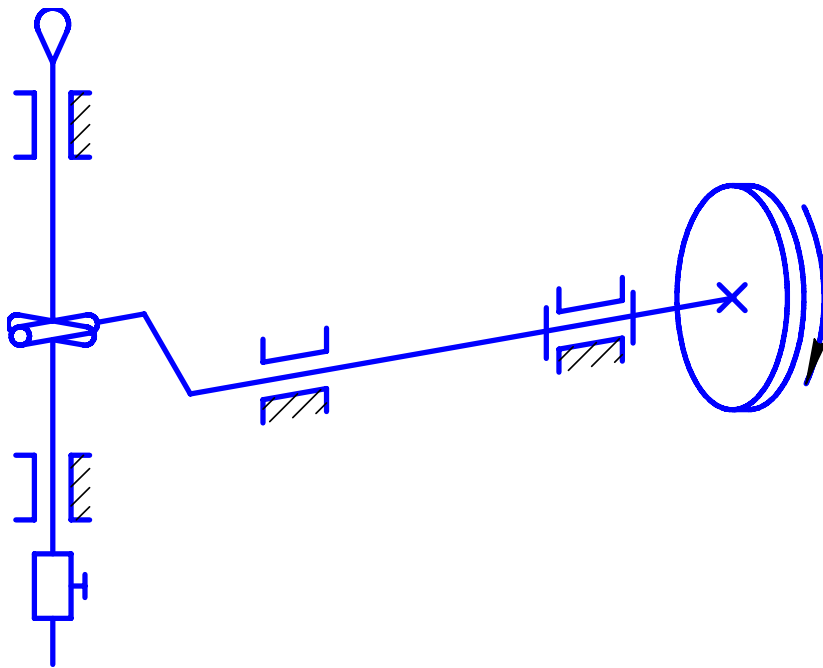


Рис. 5. Механизм иглы машины 36 класса ПМЗ

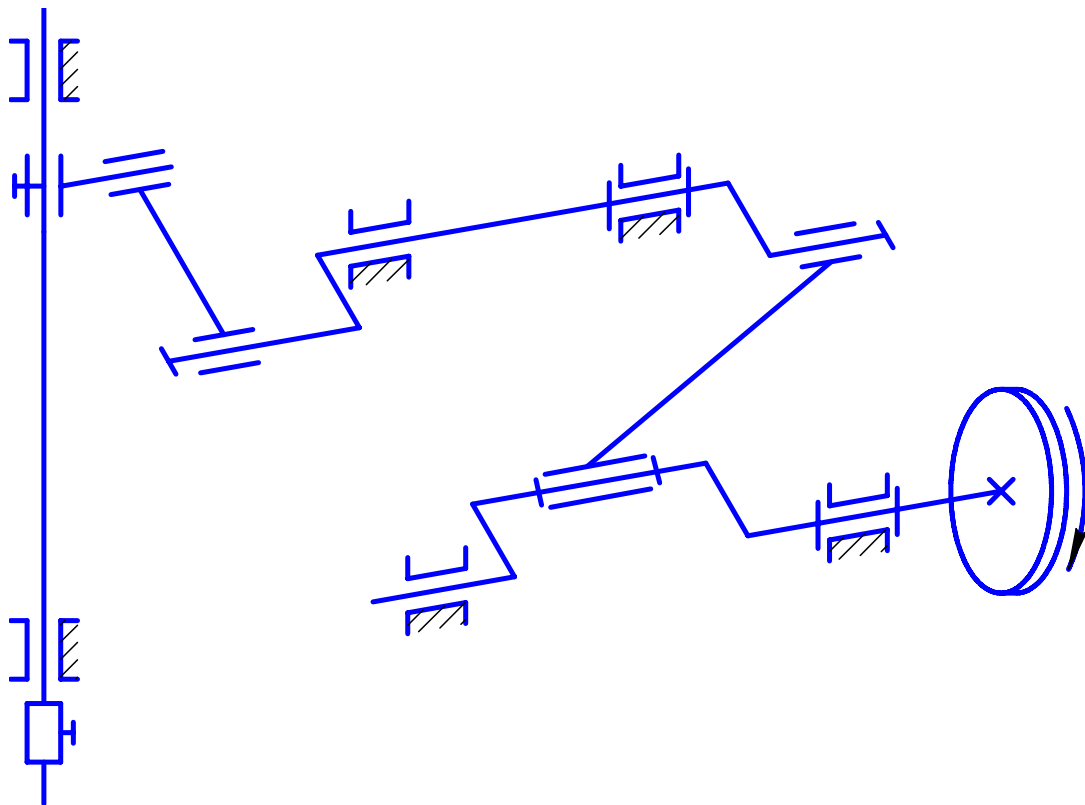


Рис. 6. Плоский шестизвенный механизм иглы плоскошовных машин

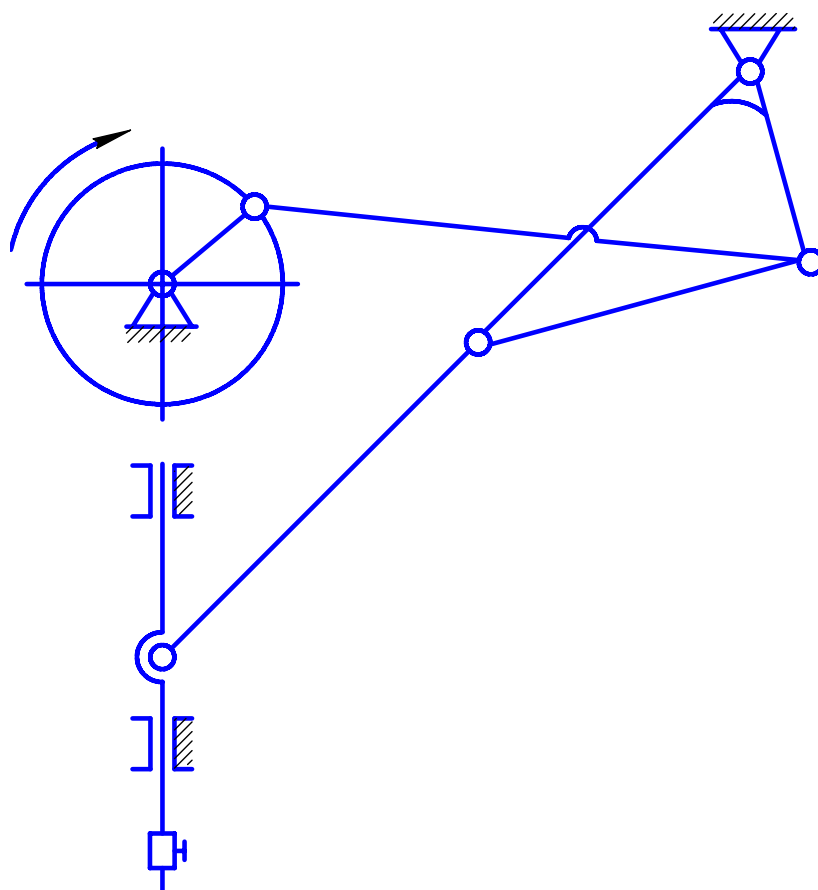


Рис. 7. Механизм иглы машины 236 класса ПМЗ

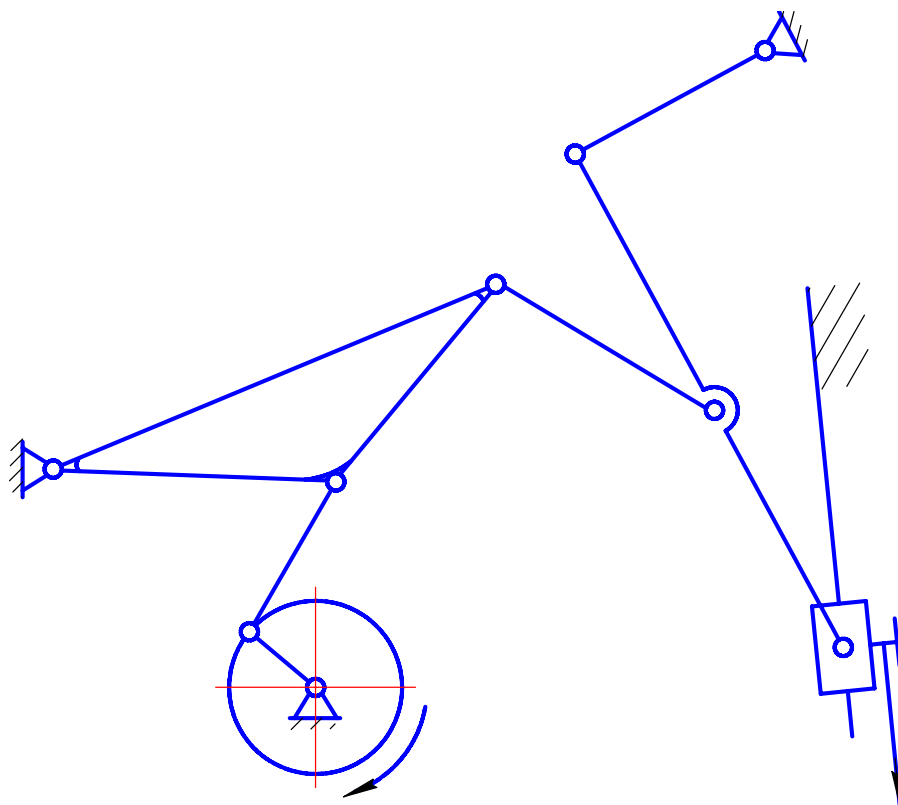


Рис. 8. Механизм иглы стачивающе-обметочной машины 208 класса РЗЛМ

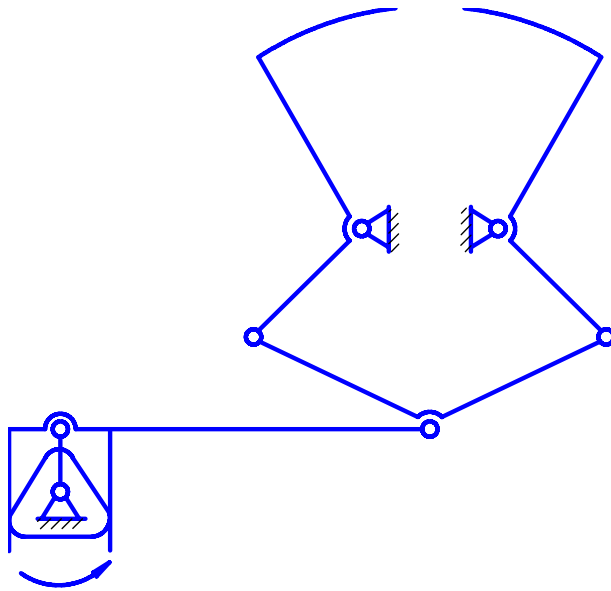


Рис. 9. Механизм петлителей машины 204 класса ПМЗ

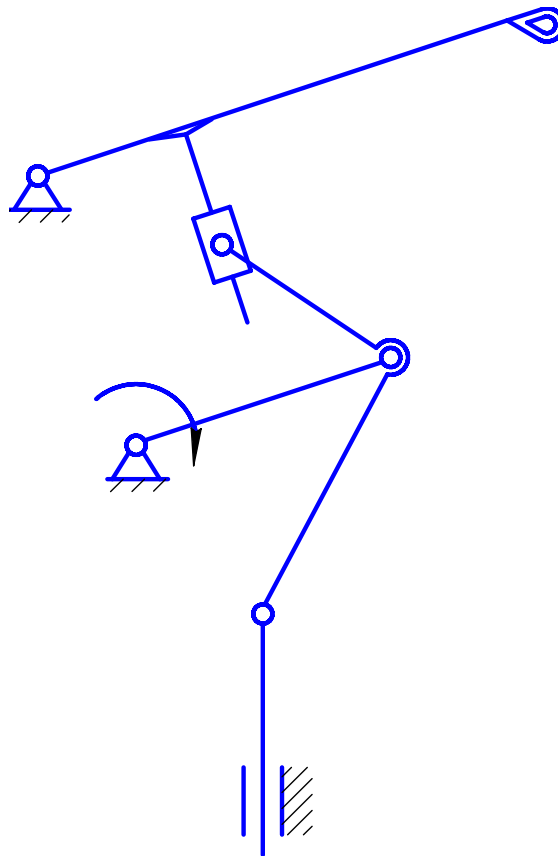


Рис. 10. Механизм иглы и нитепротягивателя машины 202 класса ПМЗ с регулируемой посадкой материала

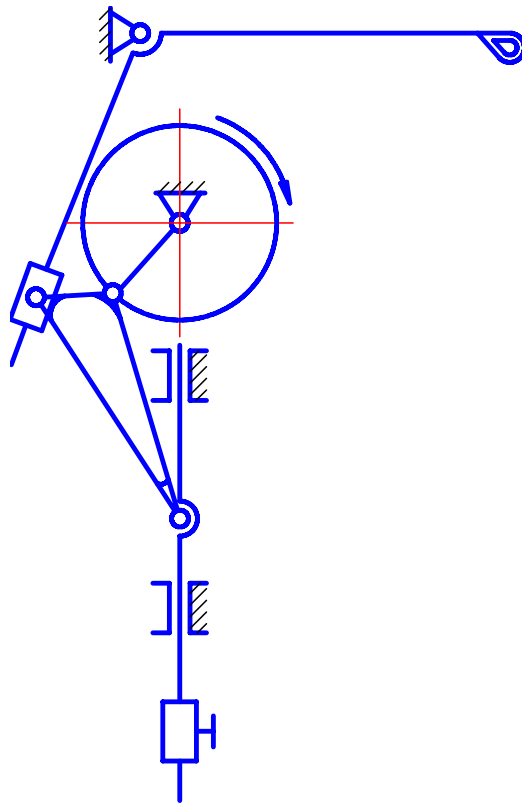


Рис. 11. Механизм иглы и нитепротягивателя машины 452 класса ПМЗ беспосадочного соединения материала

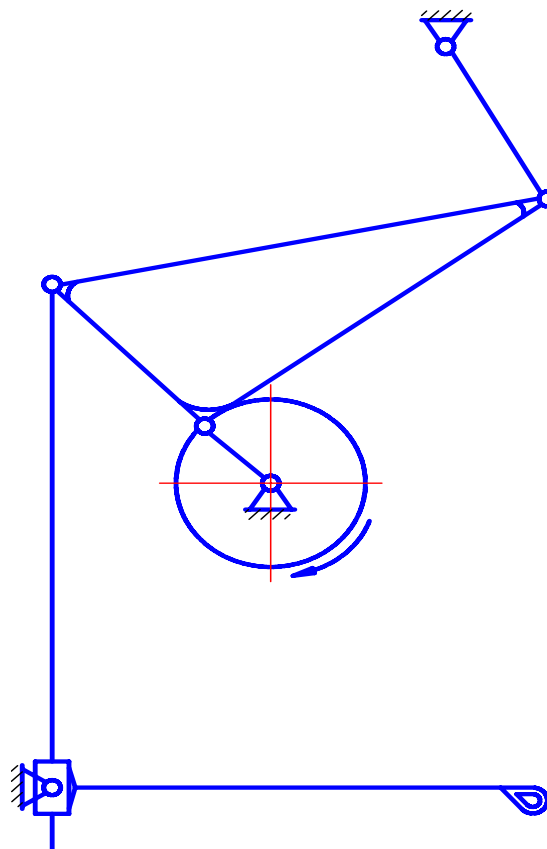


Рис. 12. Механизм нитепротягивателя машины 230 класса ПМЗ



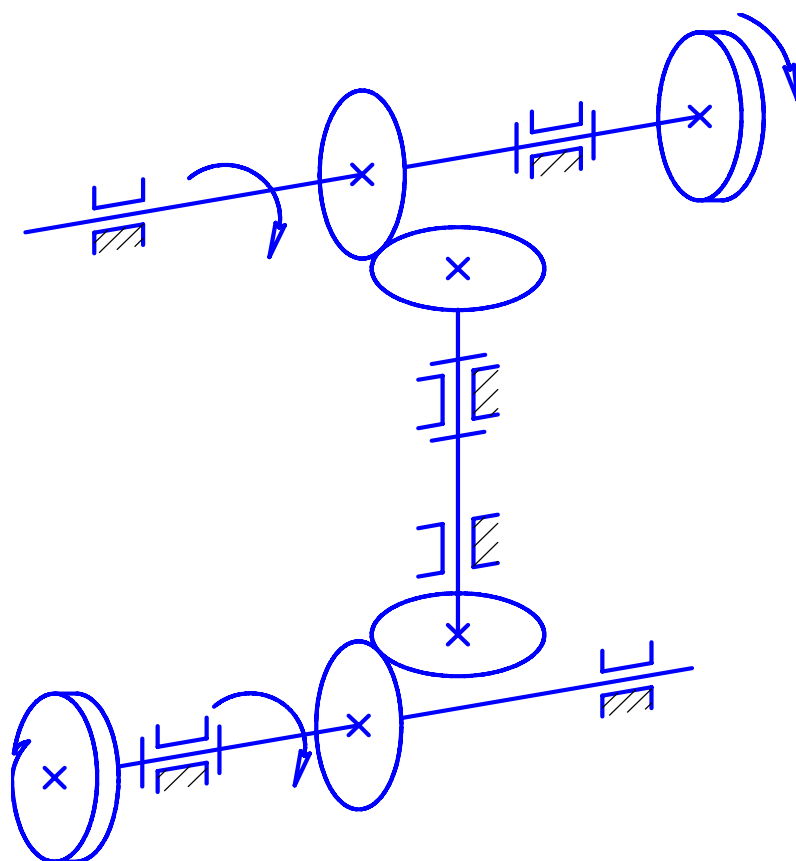


Рис. 15. Механизм привода челнока машины 22-АМ класса АО «Орша»

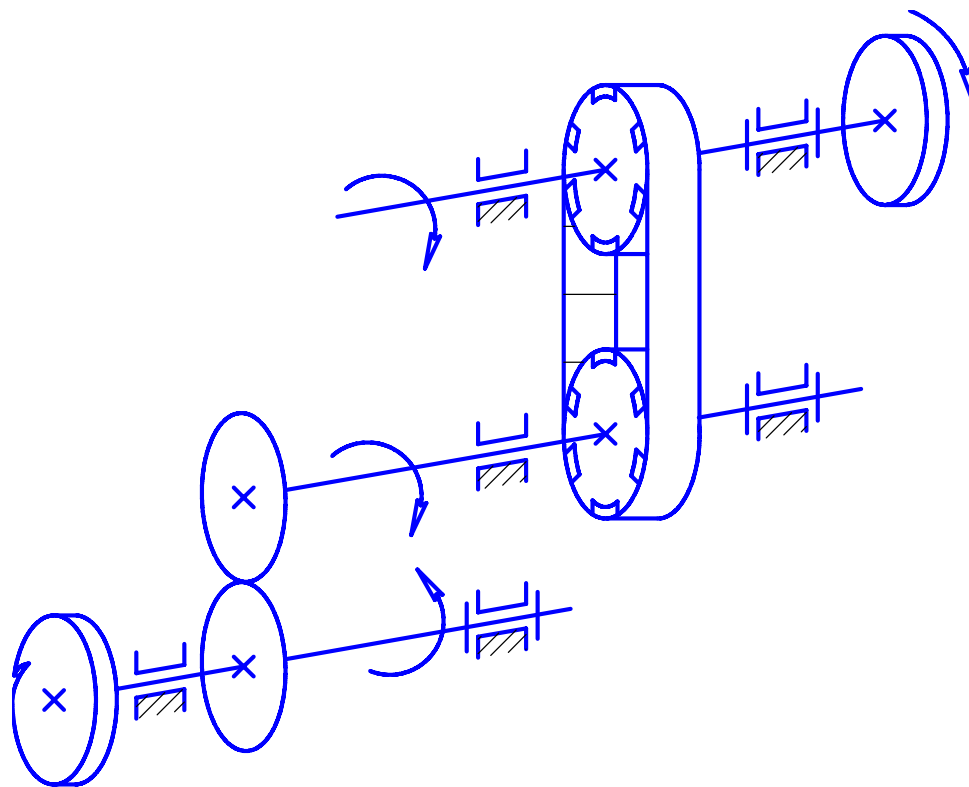


Рис. 16. Механизм привода челнока машины 1022 М класса АО «Орша»





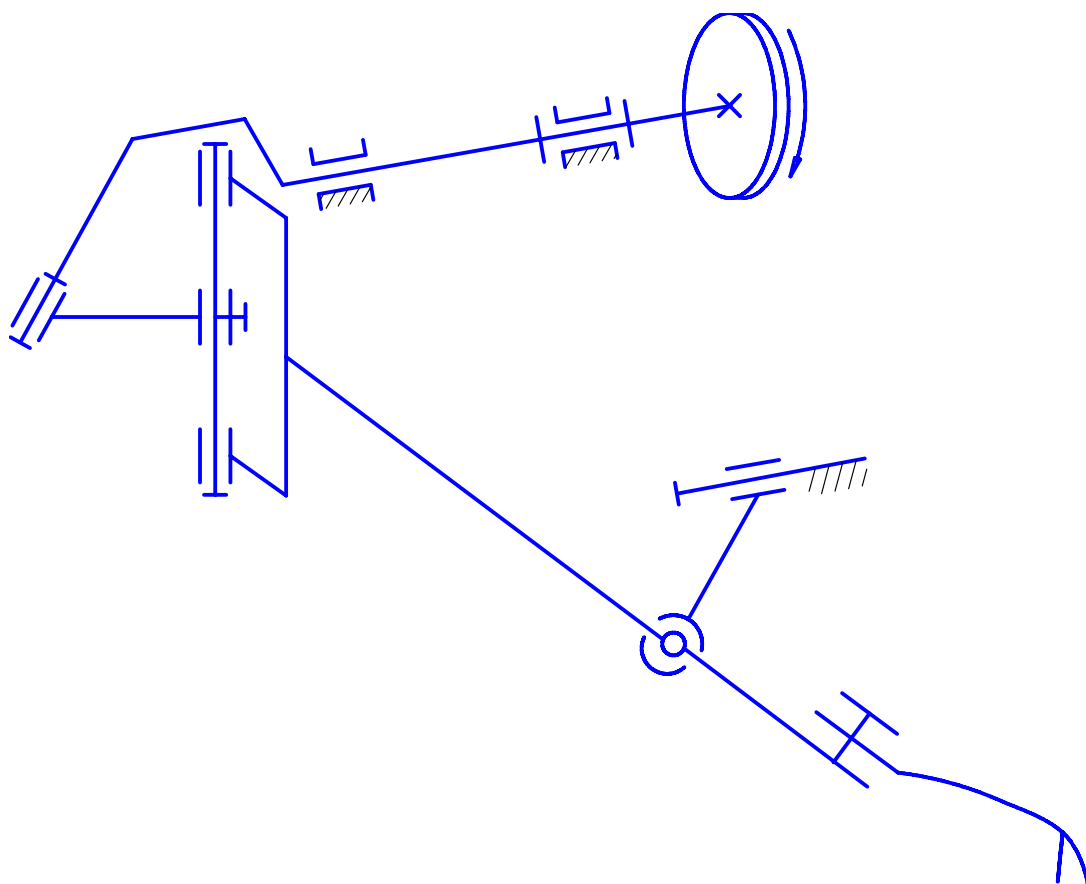


Рис. 19. Механизм петлителя потайной строчки машины 285 класса ПМЗ

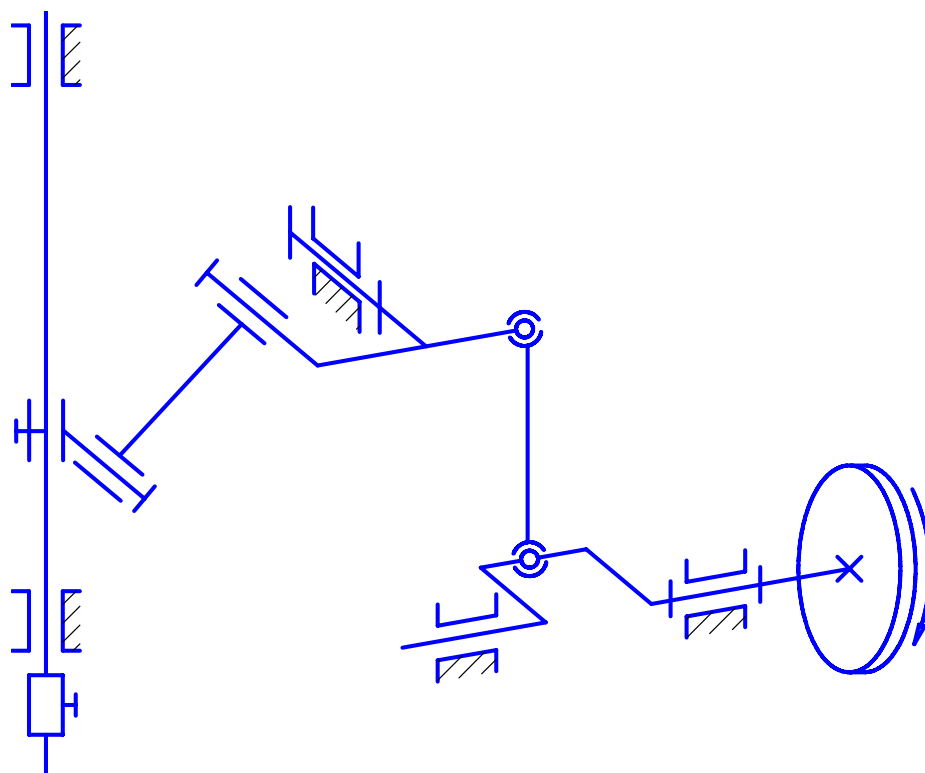


Рис. 20. Механизм иглы стачивающе-обметочной машины 51-А класса ПМЗ

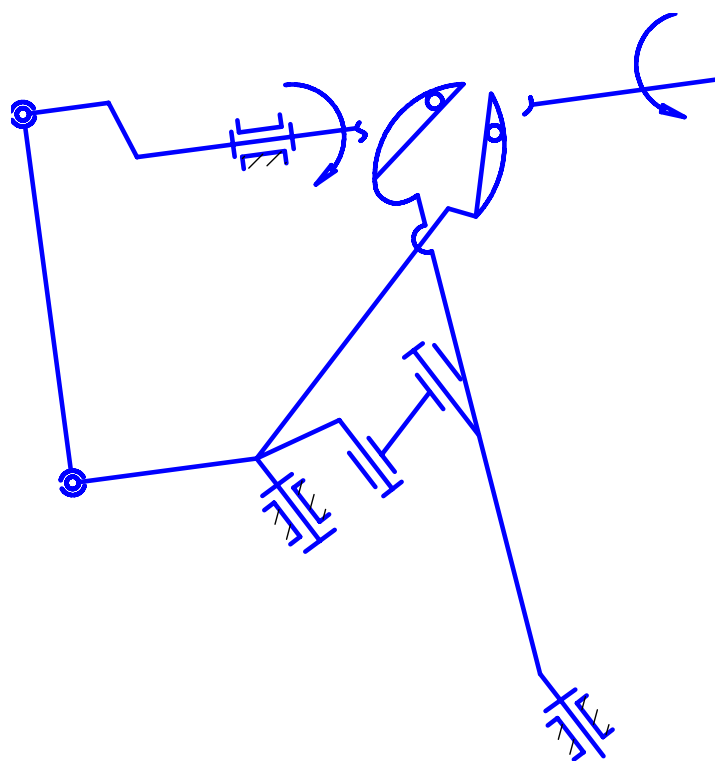


Рис. 21. Механизм петлителей стачивающе-обметочной машины 51 класса ПМЗ

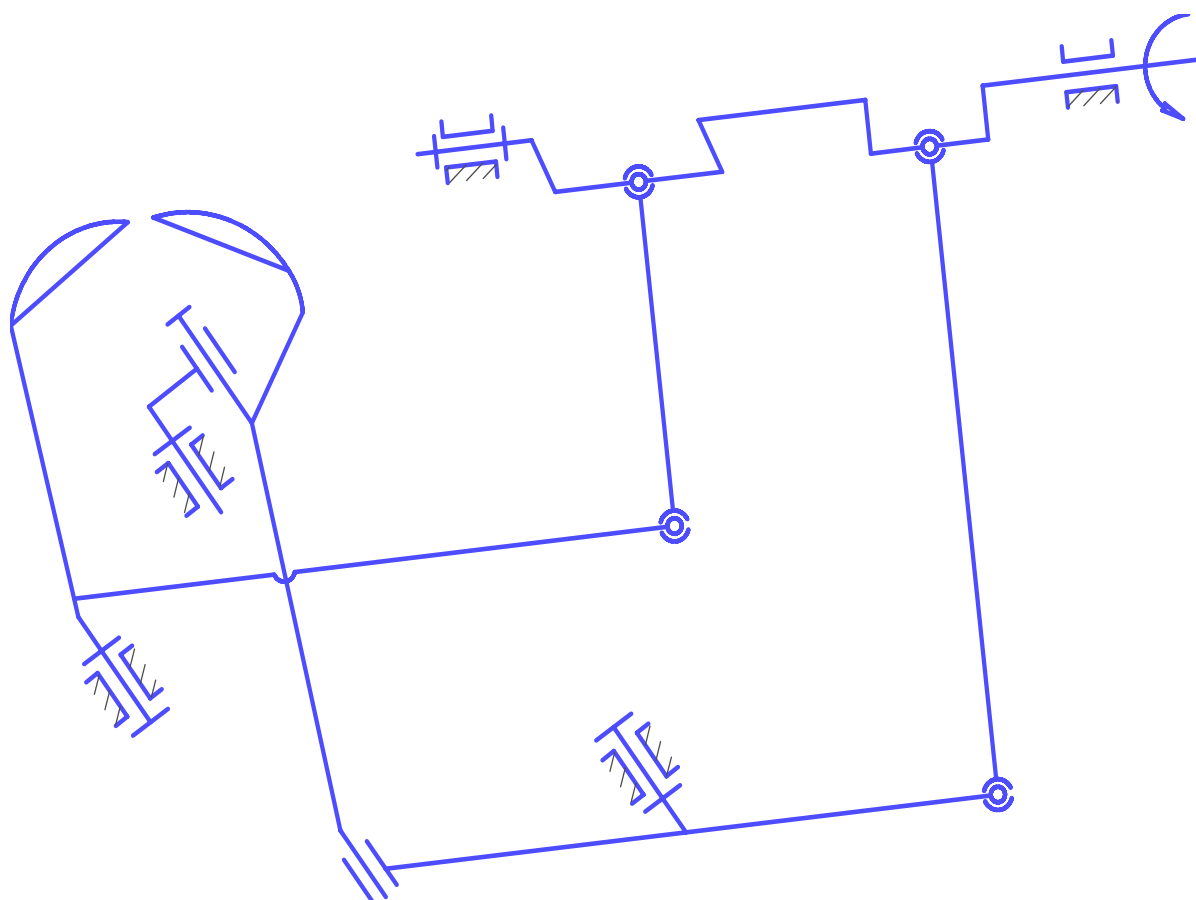


Рис. 22. Механизм петлителей машины «Вилькокс и Джинс»

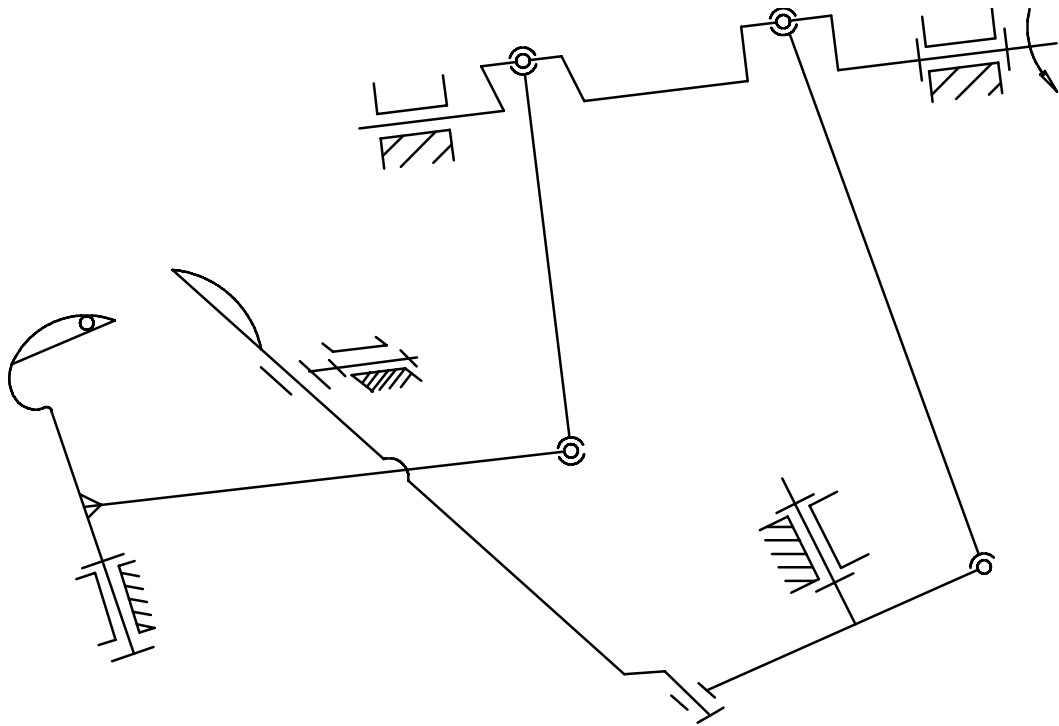


Рис. 23. Механизм петлителей стачивающе-обметочной машины 208 класса  
РЗЛМ

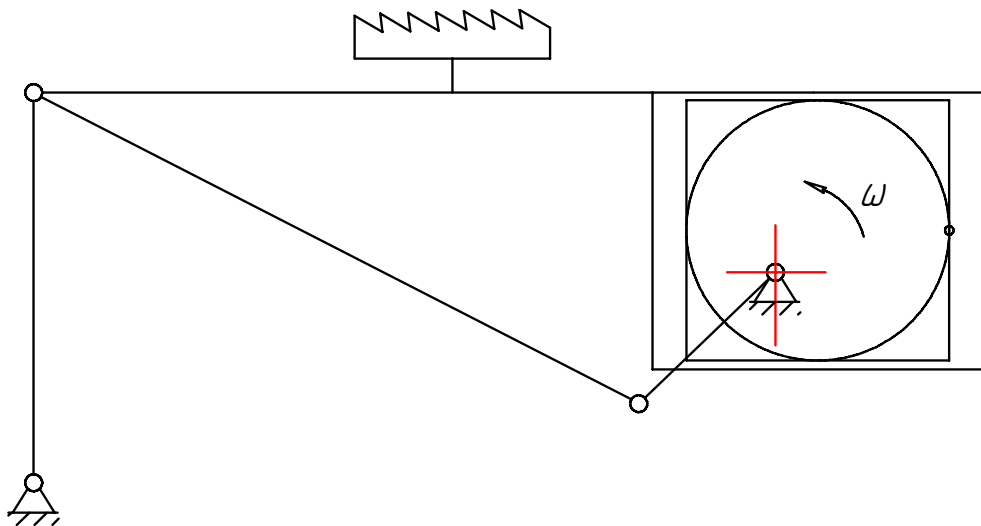


Рис. 24. Механизм перемещения материала машины 28 класса

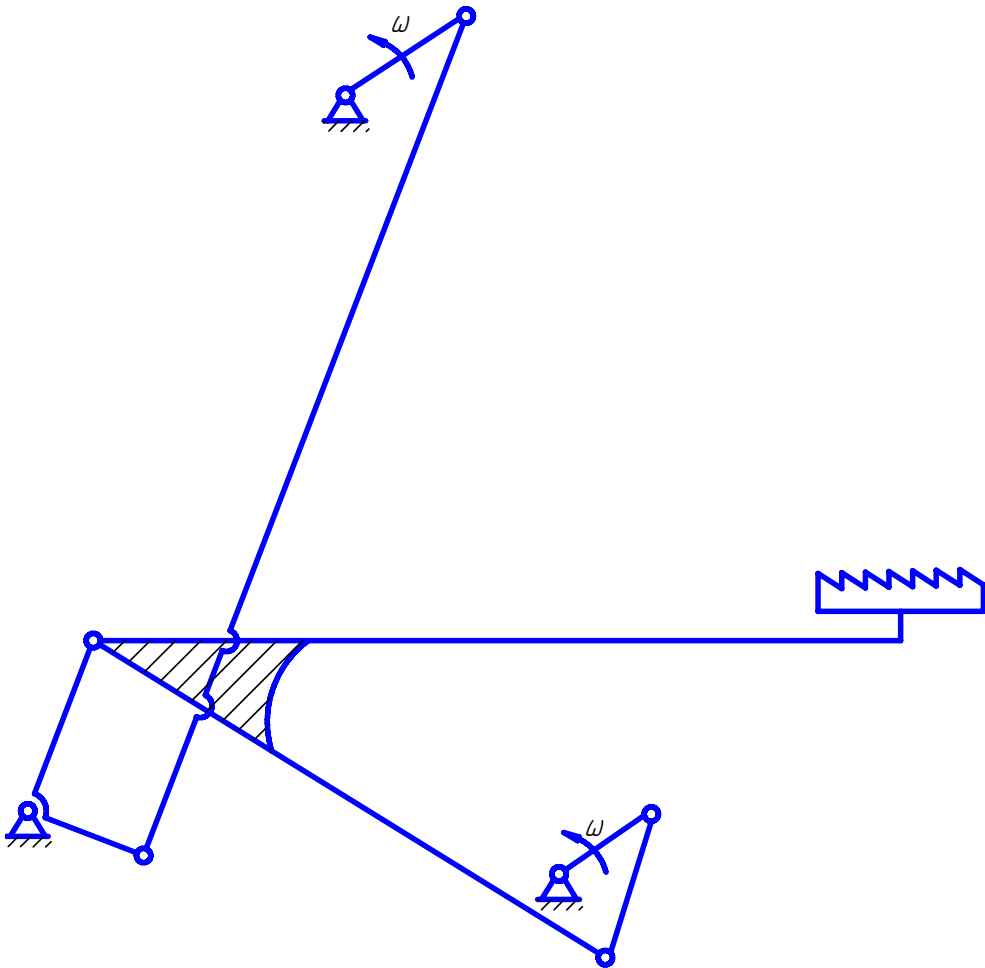


Рис. 25. Механизм перемещения материала машины 66 класса

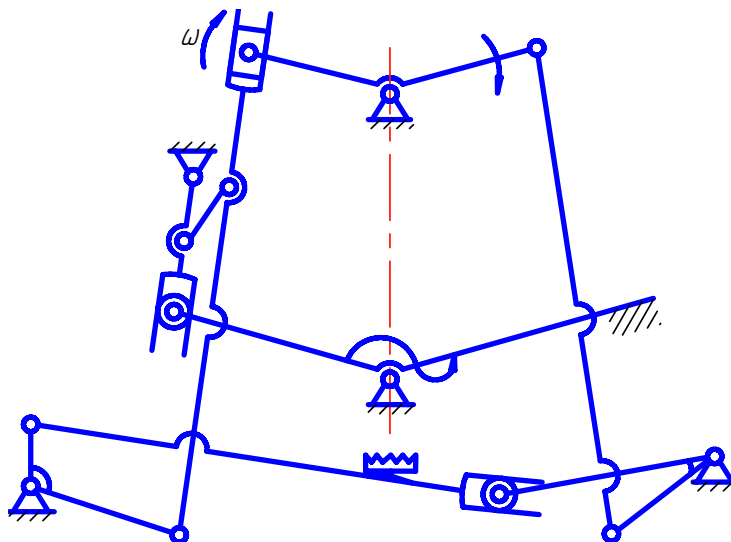


Рис. 26. Механизм перемещения материала универсальной машины 22-А класса ОЗЛМ

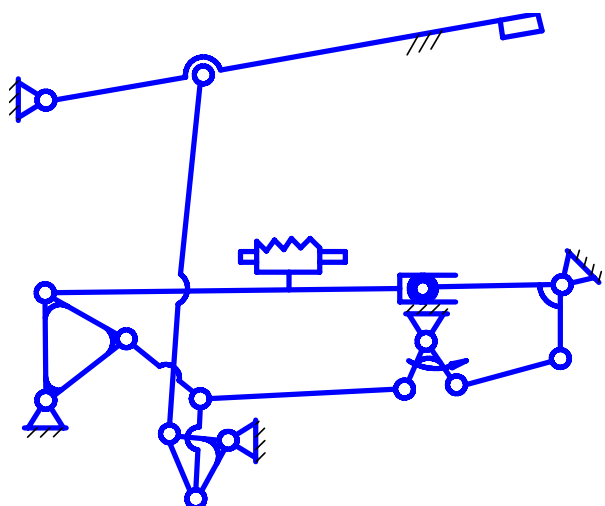


Рис. 27. Механизм перемещения материала универсальной машины 97 класса ОЗЛМ

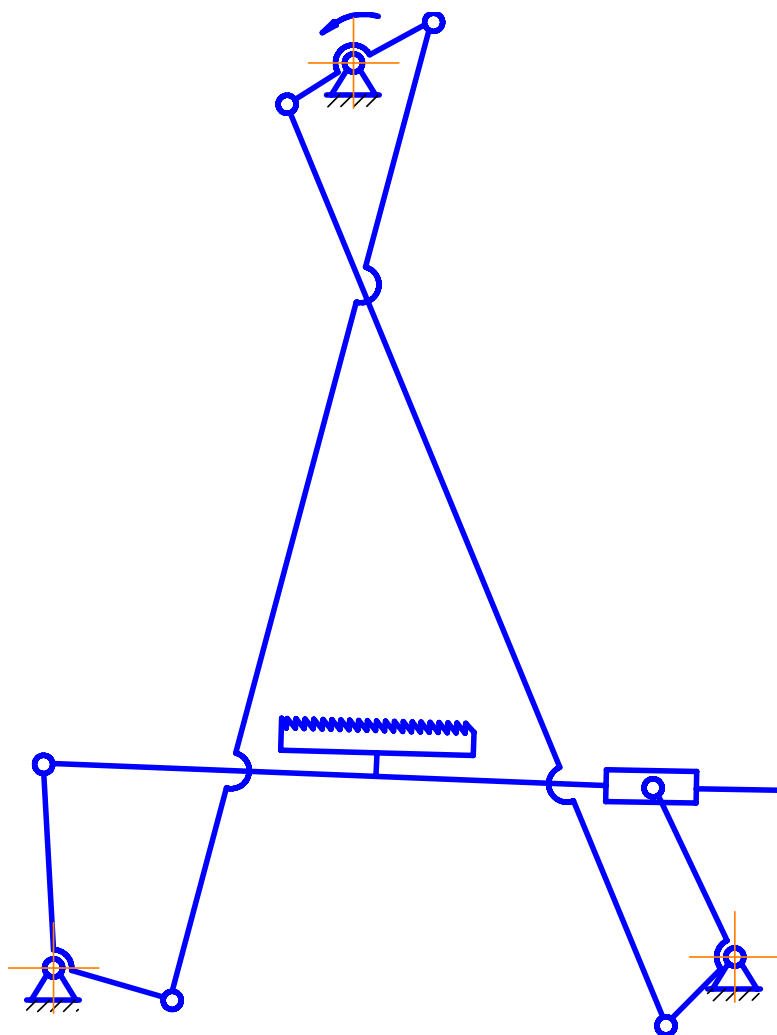


Рис. 28. Механизм перемещения материала стачивающей машины 2222 класса однониточного цепного стежка

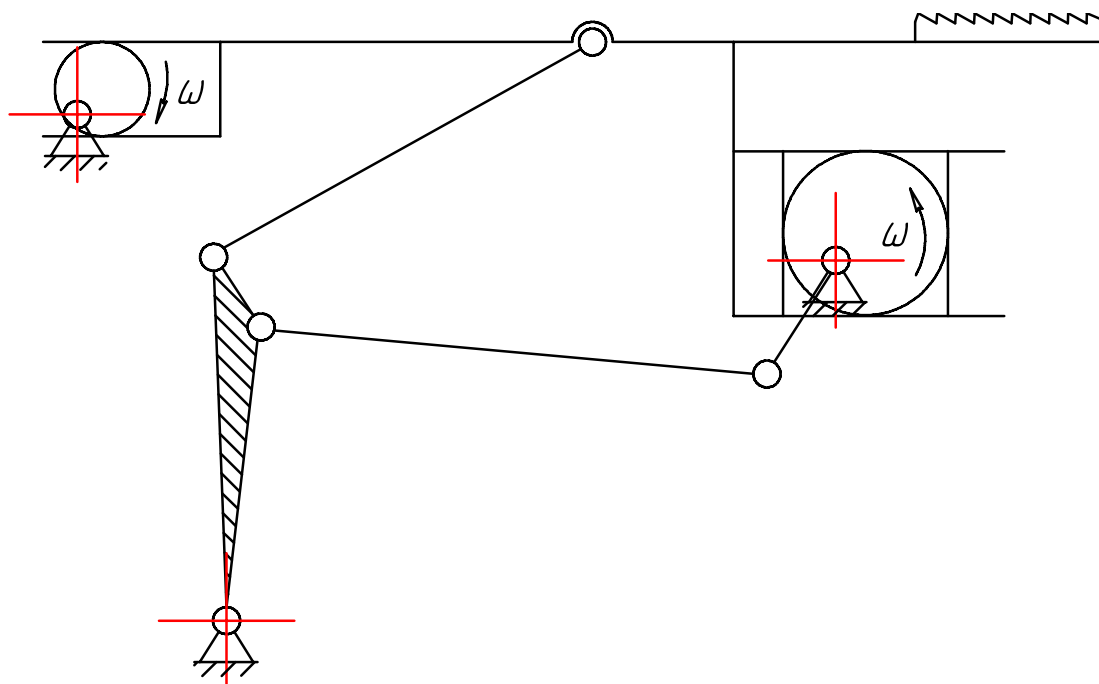


Рис. 29. Механизм перемещения материала машины 208 класса  
(основная рейка)

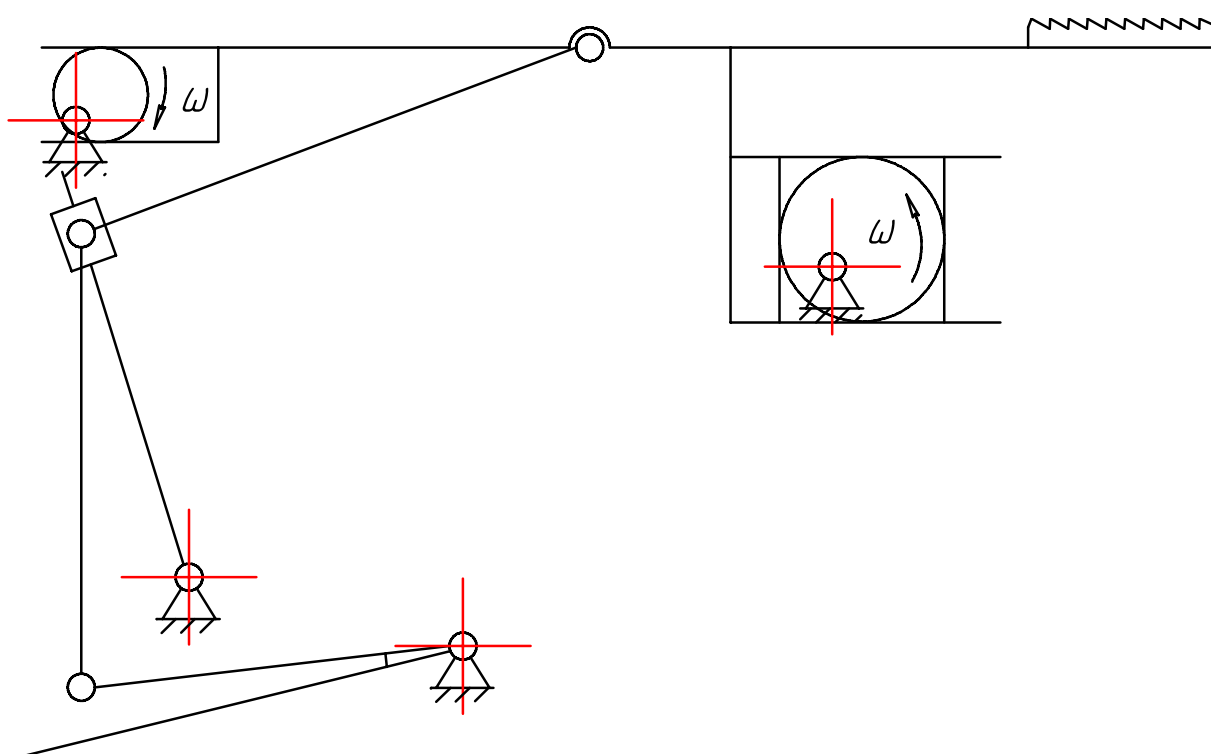


Рис. 30. Механизм перемещения материала машины 208 класса  
(дополнительная рейка)

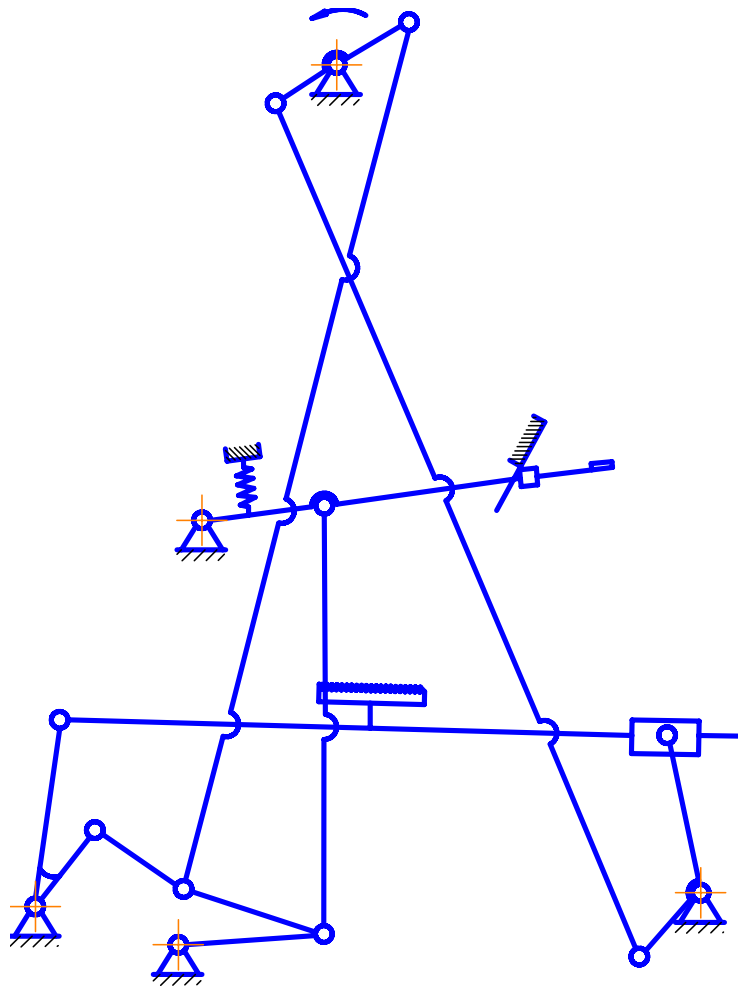


Рис. 31. Механизм перемещения материала универсальной машины 1022 класса АО «Орша»

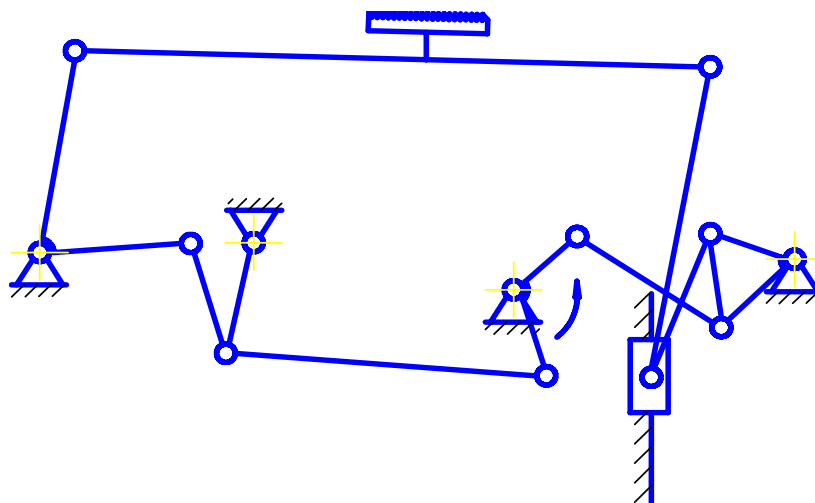


Рис. 32. Механизм перемещения материала машины 2022 класса

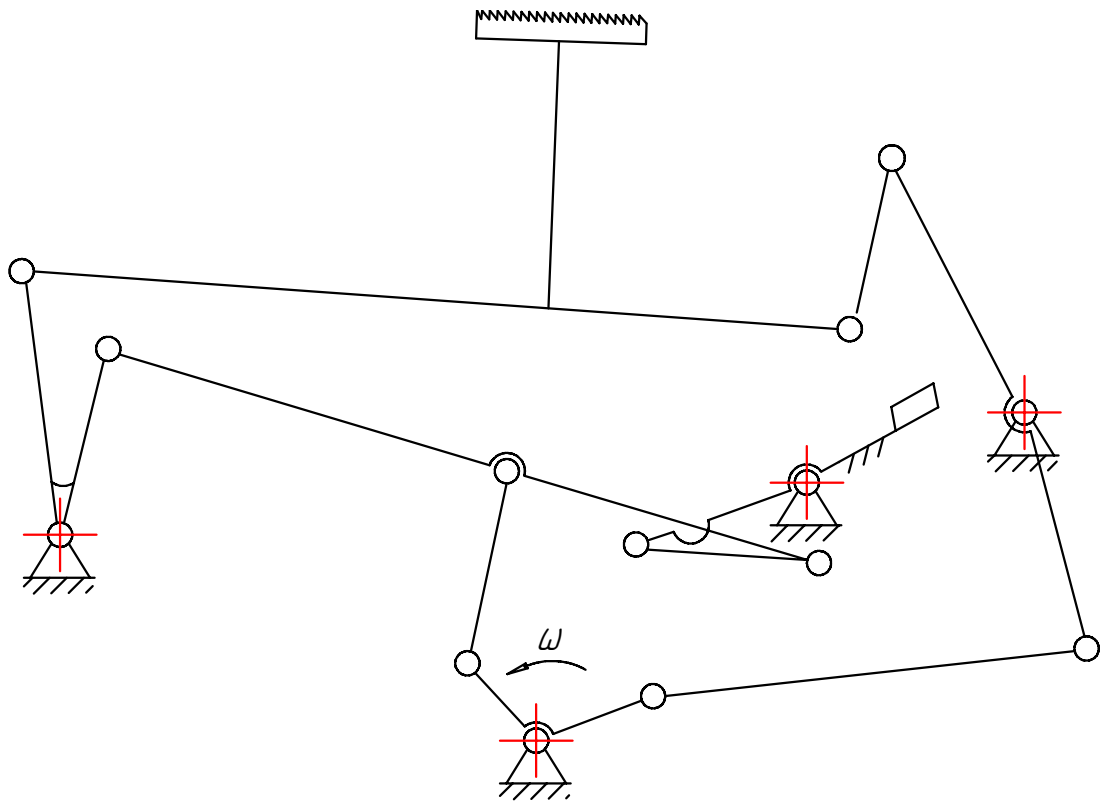


Рис. 33. Механизм перемещения материала машины 302 класса с регулируемой посадкой

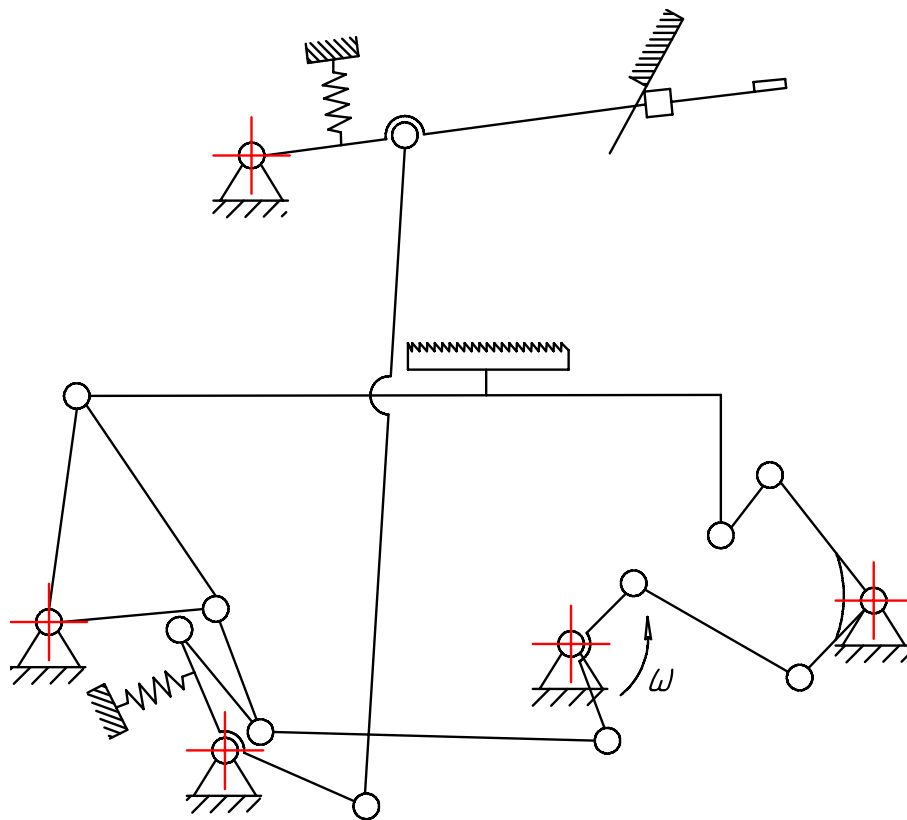


Рис. 34. Механизм перемещения материала машин КУР 31, 1022М классов



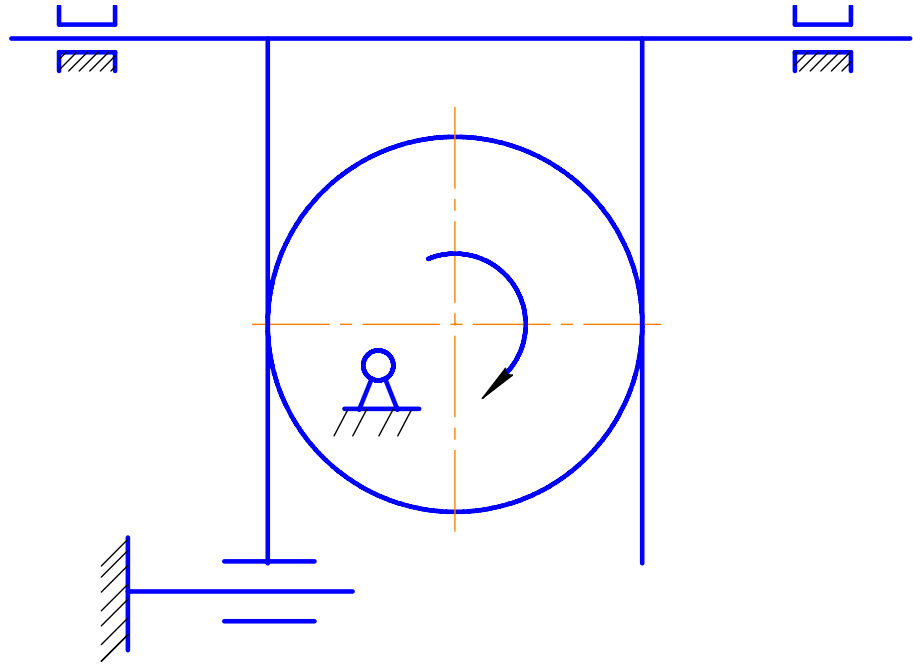


Рис. 35. Эксцентриковый механизм иглы машин 10Б, 0810, 84 кл.

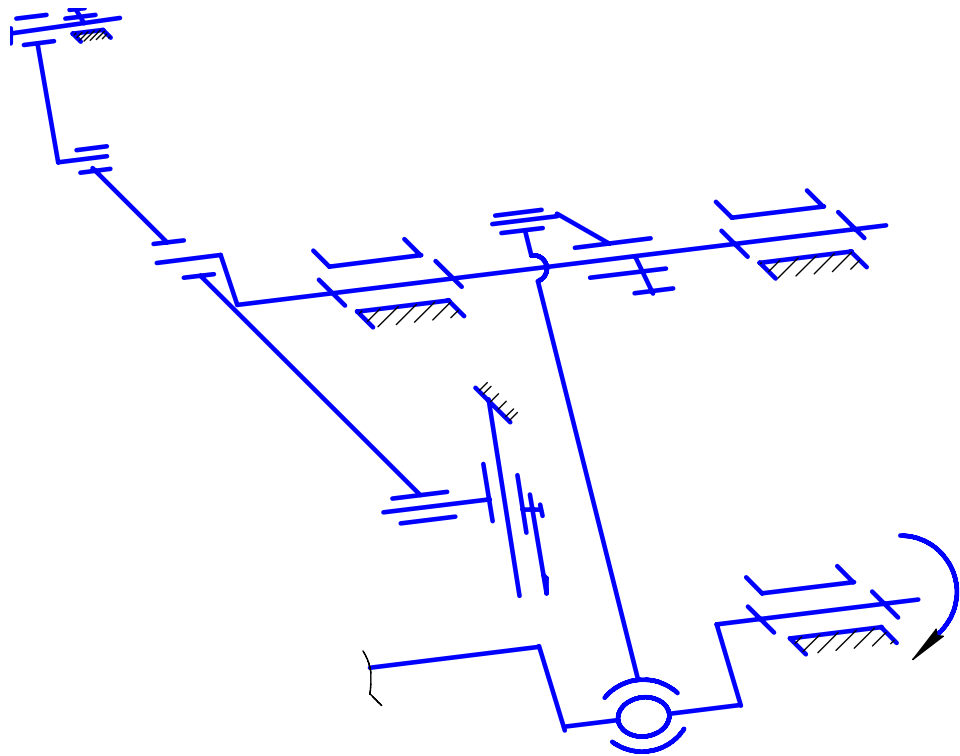


Рис. 36. Механизм иглы 208 кл. РЛМЗ

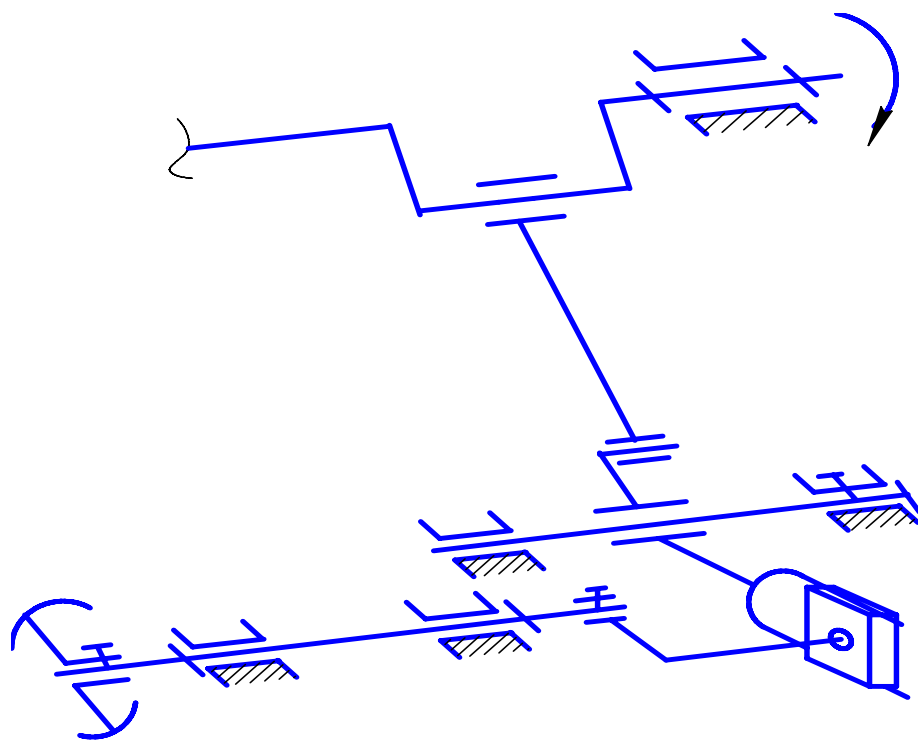


Рис. 37. Механизм привода челнока швейного полуавтомата 220М кл.

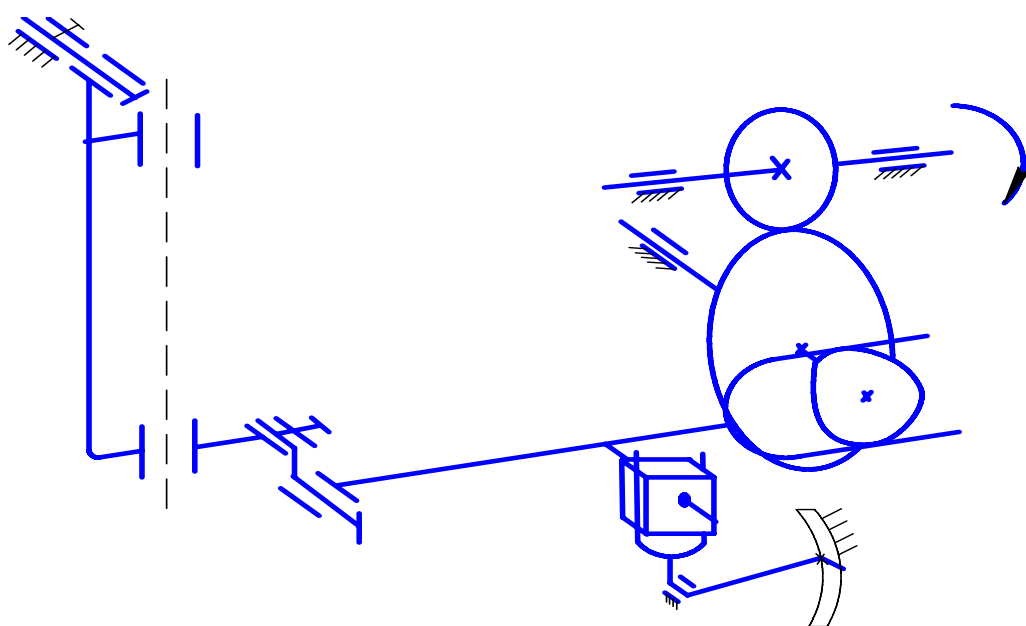


Рис. 38. Механизм отклонения иглы машин 26 и 1026 кл.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Структурный анализ механизмов [Текст] : метод. указ. к выполнению лабораторной работы по теории механизмов и машин / сост. В.А.Шмелев, В.М.Андриянов, В.Г.Чумиков. – Иваново: ИвТИ, 1983. – 22с.
2. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин [Текст]: учебник для втузов/ И.И.Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 640 с.: ил.
3. Левитский, Н.И. Теория механизмов и машин [Текст]: учеб. пособие для втузов/ Н.И.Левитский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1990. – 590 с.: ил.
4. Ермаков, А.С. Оборудование швейных предприятий: учебник для нач. проф. образования/ А.С. Ермаков. – М.:ИРПО;ПрофОбрИздат, 2002. – 432 с.: ил.
5. Архипов, Н.Н. Лабораторный практикум по курсу «Машины и аппараты швейного производства»: учеб. пособие для вузов/ Н.Н. Архипов, Б.А. Рубцов. – М.: Легкая индустрия, 1972. – 256 с.: ил.
6. Исаев, В.В. Устройство, наладка и ремонт швейных машин: учеб. пособие/ В.В. Исаев, В.Я. Франц. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 321 с.: ил.

Структурный анализ плоских и пространственных  
механизмов швейных машин

Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам ТММ и  
РКМЛП для студентов специальности 150406 (170700)

Составители: Борис Васильевич Соловьев  
Александр Николаевич Смирнов  
Сергей Валентинович Селезнев  
Научный редактор А.А. Тувин  
Редактор Т.В. Федорова  
Корректор Н.Е. Балыкова

---

Подписано в печать 09.09.2008.

Формат 1/16 60x84.

Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л.1,63. Уч.-изд.л. 1,56. Тираж 100 экз.  
Заказ №

---

Редакционно-издательский отдел Ивановской государственной  
текстильной академии  
Отдел оперативной полиграфии  
153000 г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21