



*Процессы и операции  
формообразования*

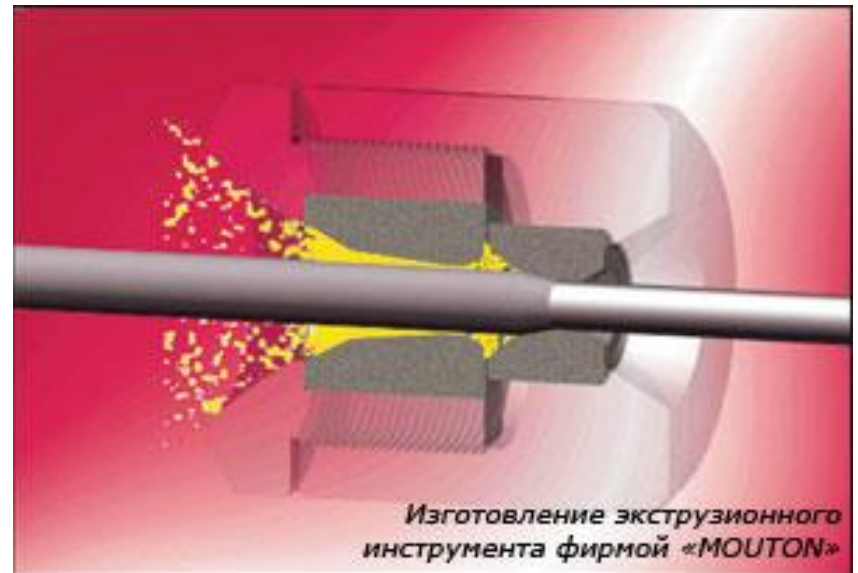


## Процессы, завершающие металлургический цикл

Н.А. Денисова, доцент кафедры  
машиностроения, канд. пед. наук

# План лекции

- Обработка металлов давлением
- Основные способы прокатки
- Прессование
- Волочение



# **Некоторые физические процессы ОМД**

**Обработка металлов давлением (ОМД)** – технологический процесс формоизменения металлического тела (заготовки) в процессе пластической деформации в условиях воздействия на тело внешних сил.

**Процесс деформирования** – это явление взаимного перемещения частиц деформируемого тела, вызванное движением инструмента.

**Прочность** – это способность материалов сопротивляться разрушению под действием приложенных к ним внешних сил (нагрузок).

**Сопротивление деформации** – это противодействие деформируемого тела взаимному перемещению его частиц.

# Некоторые физические процессы ОМД

Деформации, исчезающие после разгрузки тела полностью, называются **упругими**, а свойство тел принимать после разгрузки свои первоначальные форму и объем называется **упругостью**.

Деформации, сохраняемые телом после удаления нагрузки, называются **остаточными** или **пластическими**, а свойство материалов сохранять остаточные деформации определяется его **пластичностью**.

# Некоторые физические процессы ОМД

В общем случае деформация представляет собой совокупность трех последовательных и совмещающихся этапов:

- упругой деформации,
- пластической деформации,
- разрушения.

Все технологические процессы ОМД принято делить на

- процессы, завершающие металлургический цикл:
  - прокатка,
  - прессование,
  - волочение;
- процессы производства заготовок деталей и готовых деталей в машиностроении.

# Основные способы прокатки

## Прокатка –

это процесс пластической деформации металлической заготовки между вращающимися валками с целью получения заданных форм, размеров и физико-механических свойств.

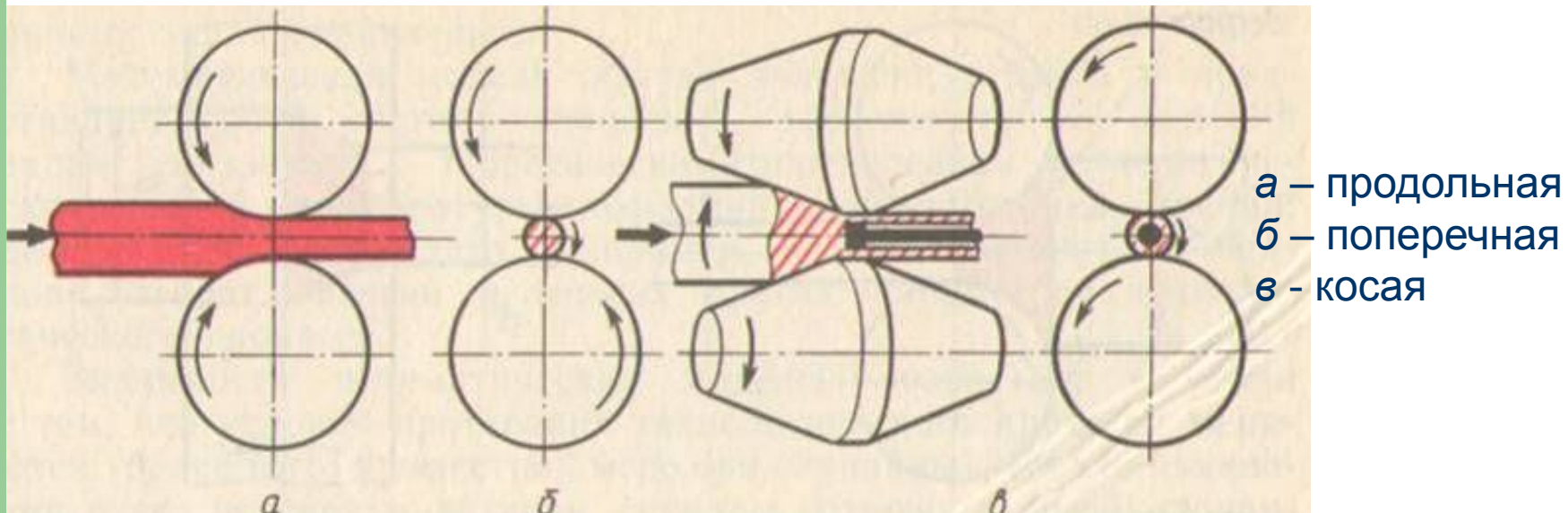
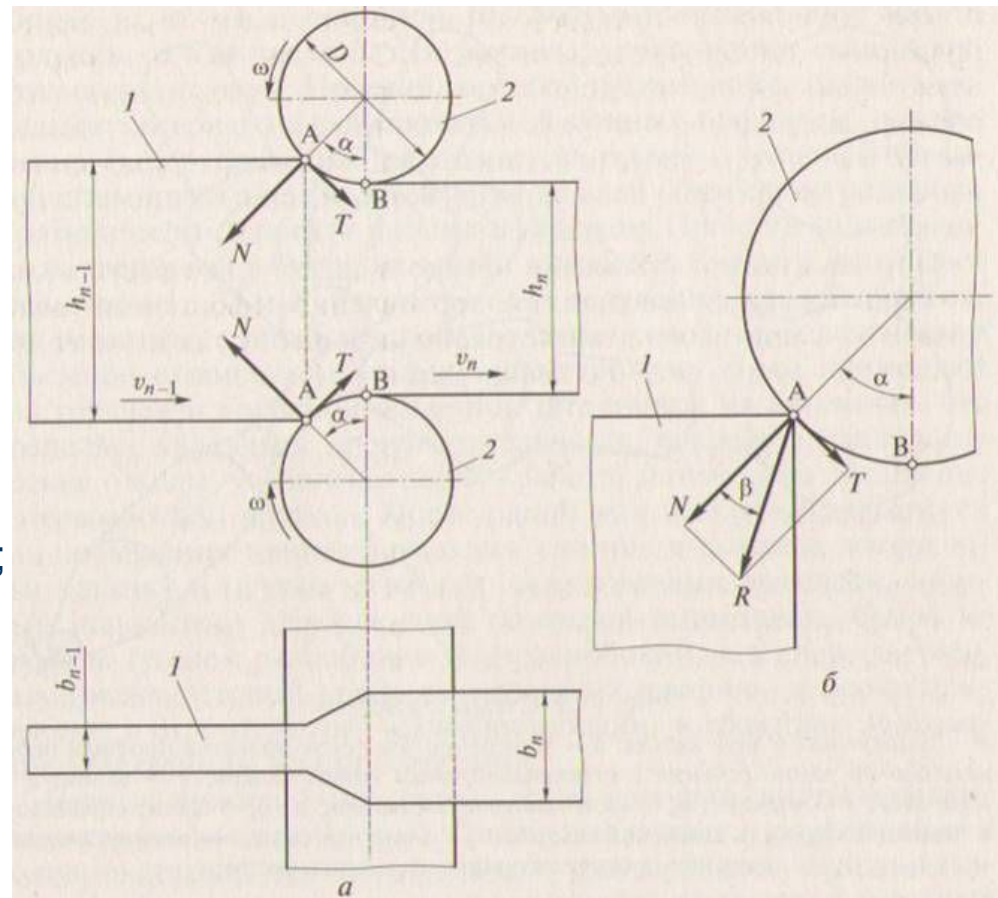


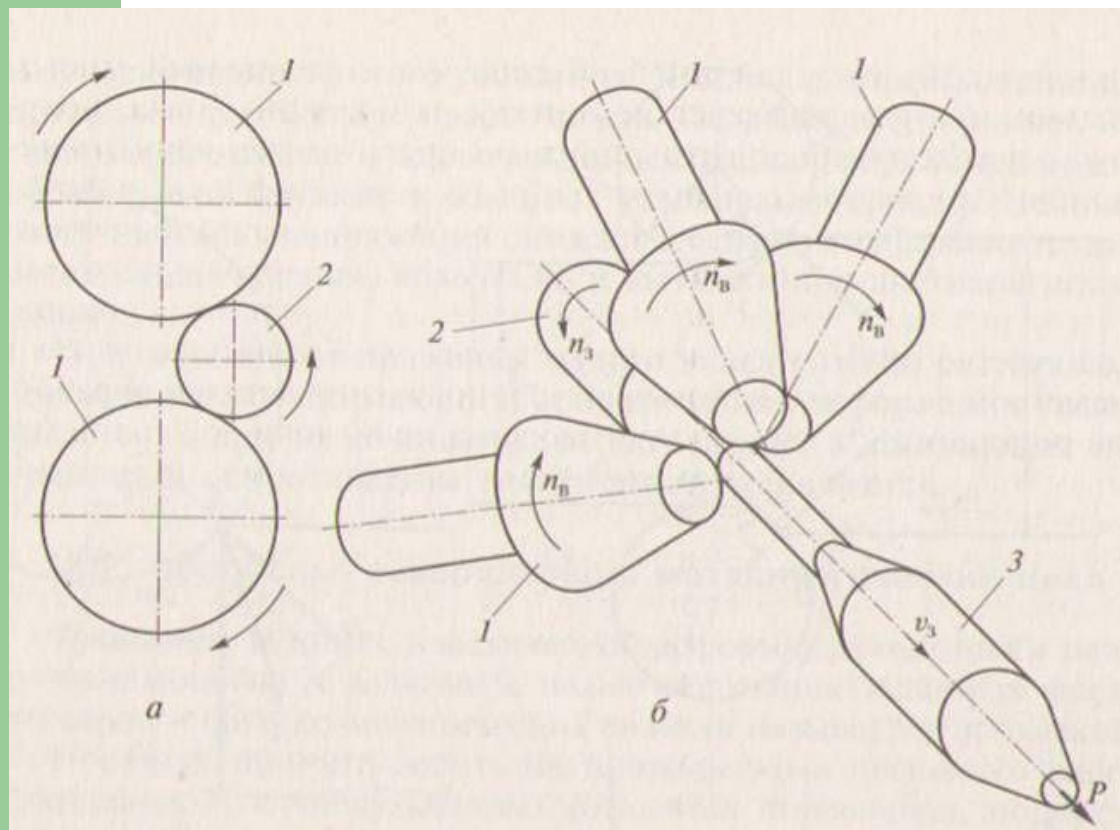
Рисунок 8.1-Основные способы прокатки:

# Продольная прокатка

*а* – установившийся процесс;  
*б* – силы, действующие на заготовку в момент захвата;  
*1* – заготовка; *2* – валок;  
*N* – нормальная сила;  
*T* – сила трения;  
*R* – равнодействующая сила;  
*AB* – дуга захвата;  
 $h_{n-1}$ ,  $b_{n-1}$  – толщина и ширина заготовки;  
 $h_n$ ,  $b_n$  – толщина и ширина изделия;  
*D* – диаметр валка;  
 $v_{n-1}$ ,  $v_n$  – линейные скорости захвата заготовки и ее перемещения в клети *n*;  
 $\alpha$  – угол захвата;  
 $\beta$  – угол трения;  
 $\omega$  – угловая скорость вращения валков.



# Поперечная прокатка



а – поперечная в двух валках;  
б – поперечно-винтовая прокатка  
профиля переменного по длине  
сечения с пересекающимися осями  
валков;

1 – валок;

2 – заготовка;

3 – изделие;

$n_{\text{в}}$  – частота вращения валков;

$n_3$ ,  $v_3$  – частота вращения  
и линейная скорость движения  
заготовки;

$P$  – осевая сила;

→ – направление движения  
соответствующих элементов  
системы

Рисунок 8.3-Схемы поперечной прокатки



# Поперечно-клиновая прокатка

1, 4 – нижний и верхний валки;

2, 3 – клиновые ручки;

5 – заготовка;

$n_{\text{в}}$  – частота вращения валков;

$n_{\text{з}}$  – частота вращения заготовки;

→ – направление вращения валков и заготовки

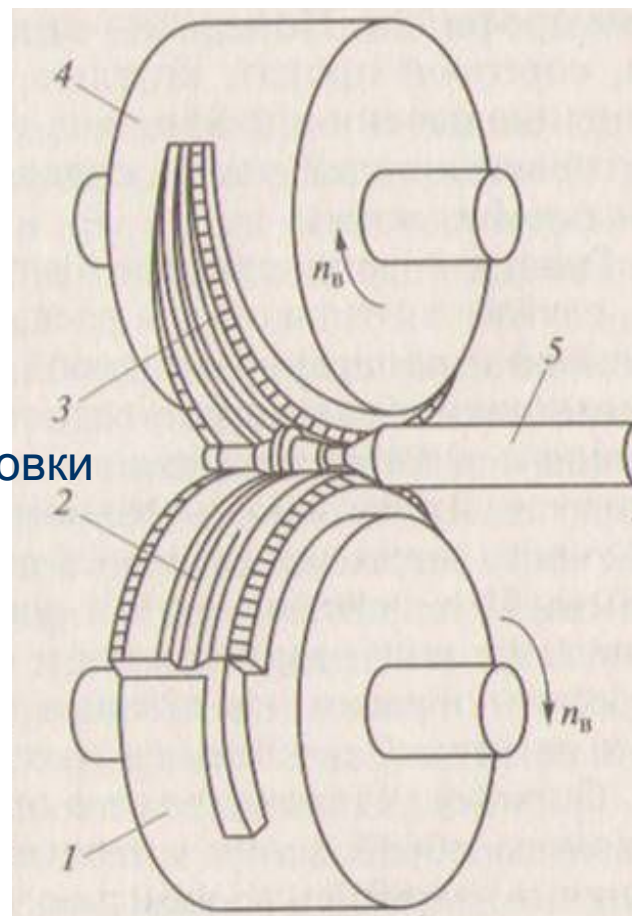
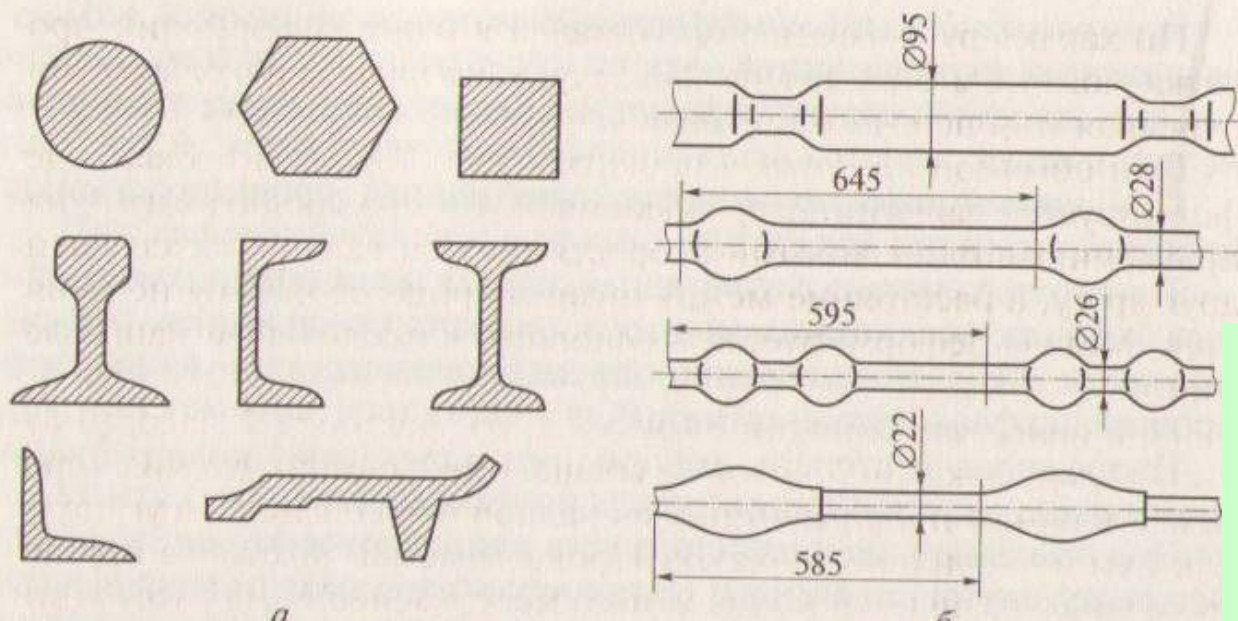


Рисунок 8.4-Схема поперечно-клиновой прокатки

# Продукция прокатки



Продукция, получаемая прокаткой, называется *прокатом*.

Перечень выпускаемого проката с указанием профиля, размеров и допусков на них называется *сортаментом*.

Сортамент проката принято делить на четыре группы:

- сортовой,
- плоский,
- трубный,
- специальный.

Рисунок 8.5-Примеры сортовых (а) и периодических (б) профилей

# Продукция прокатки

- *Сортовой прокат* имеет постоянное по длине сечение простой или сложной формы. Его, как правило, получают горячей прокаткой. К профилям простой геометрической формы относятся
  - *блум* (квадрат со стороной 6...250 мм и более), а также круг (диаметр 4...300 мм),
  - *сляб* (прямоугольник толщиной 1...60мм и шириной 10...600 мм), правильный многоугольник (в том числе шестигранник), треугольник, овал, полукруг, сегмент, ромб.
- Простой сортовой прокат может служить исходным материалом для прокатки фасонных профилей, волочения прутков и проволоки, заготовок для горячей и холодной объемной штамповки и для изготовления деталей обработкой резанием.

# Продукция прокатки

- Прямолинейный прокат называют *прутком*
- Прокат в виде проволоки, свернутой в бухту, называют *катанкой*.
- Катанку выпускают диаметром 4...35 мм, используют:
  - для получения деталей обработкой резанием,
  - для производства проволоки волочением
  - для объемной штамповки.

# Продукция прокатки

- После одной или нескольких протяжек для повышения точности размеров сечения и качества поверхности катанку и прутки называют *калиброванным прокатом*, который используют для холодной объемной штамповки.
- *Фасонные профили* (уголок равнобокий и неравнобокий, швеллер, двутавр, тавр, рельс, зетовый профиль, колонный профиль) широко применяют в строительстве, машиностроении, в тракторо- и сельскохозяйственном машиностроении.

# Продукция прокатки

- *Плоский прокат* – это листы и ленты, толщиной менее 0,1 мм, фольга.
- Листы выпускают горячекатаные и холоднокатаные, ленты и фольга, как правило, холоднокатаные.
- Наибольшее применение для листовой штамповки кузовных и других деталей в автостроении имеют ленты и листы в рулонах холоднокатаные толщиной 0,05...4 мм и шириной 200...2 300 мм.
- Применение лент и рулонного проката обеспечивает повышение производительности штамповочного оборудования, качества изделий, уменьшение технологических отходов и улучшение условий работы инструмента за счет использования при прокатке современных средств повышения качества и точности проката.

# Продукция прокатки

- *Трубы* выпускают бесшовные горячекатаные и холоднокатаные с наружным диаметром 5...650 мм при толщине стенок от 0,5 (холоднокатаные) до 40 мм, а также трубы сварные (свернутые из листа или ленты) с наружным диаметром до 2 000 мм и более при толщине стенки до 15 мм.
- Заготовки для продольной прокатки бесшовных труб из стали получают горячей поперечно-винтовой прокаткой; из алюминия, меди, никеля, титана и сплавов на их основе - прессованием; из вольфрама, молибдена и других тугоплавких металлов и сплавов – методами порошковой металлургии

# Продукция прокатки

- Продольной прокаткой изготавливают ограниченное количество по массе и сортаменту профилей переменного по длине сечения.
- Поперечной прокаткой получают заготовки цилиндрических шестерен с зубьями, а также бочкообразные ролики подшипников и другие детали с заданным внешним и внутренним профилем.
- Поперечно-винтовой прокаткой получают гильзы (тонкостенные трубы небольшой длины как заготовки для раскатки труб заданных размеров), сортовой прокат, круглые сплошные и полые профили, переменного по длине сечения, в том числе периодический прокат, заготовки деталей в виде сплошных и полых тел вращения – специальный прокат.
- Поперечно-клиновой прокаткой получают заготовки ступенчатых валов, крупных шаровых пальцев и других деталей, переменного по длине сечения.



# Средства оснащения прокатки

- а* – с гладкой бочкой;  
*б* – ручьевые с открытым калибром; *в* – ручьевые с закрытым калибром;
- 1 – бочка (рабочая часть);  
2 – шейка (опорная часть);  
3 – соединительная часть;  
4, 5 – ручки верхнего и нижнего валков;  
6 – калибр;  $n_{в}$  – частота вращения валков

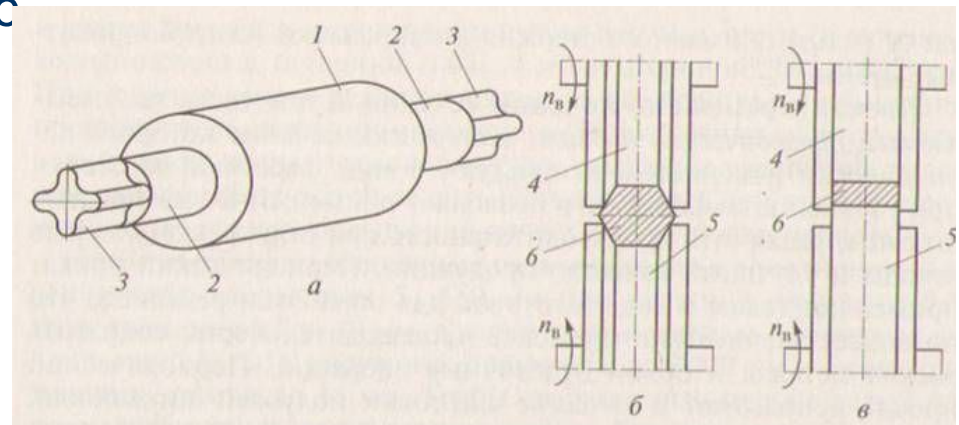


Рисунок 8.6-Прокатный валок

# Средства оснащения прокатки

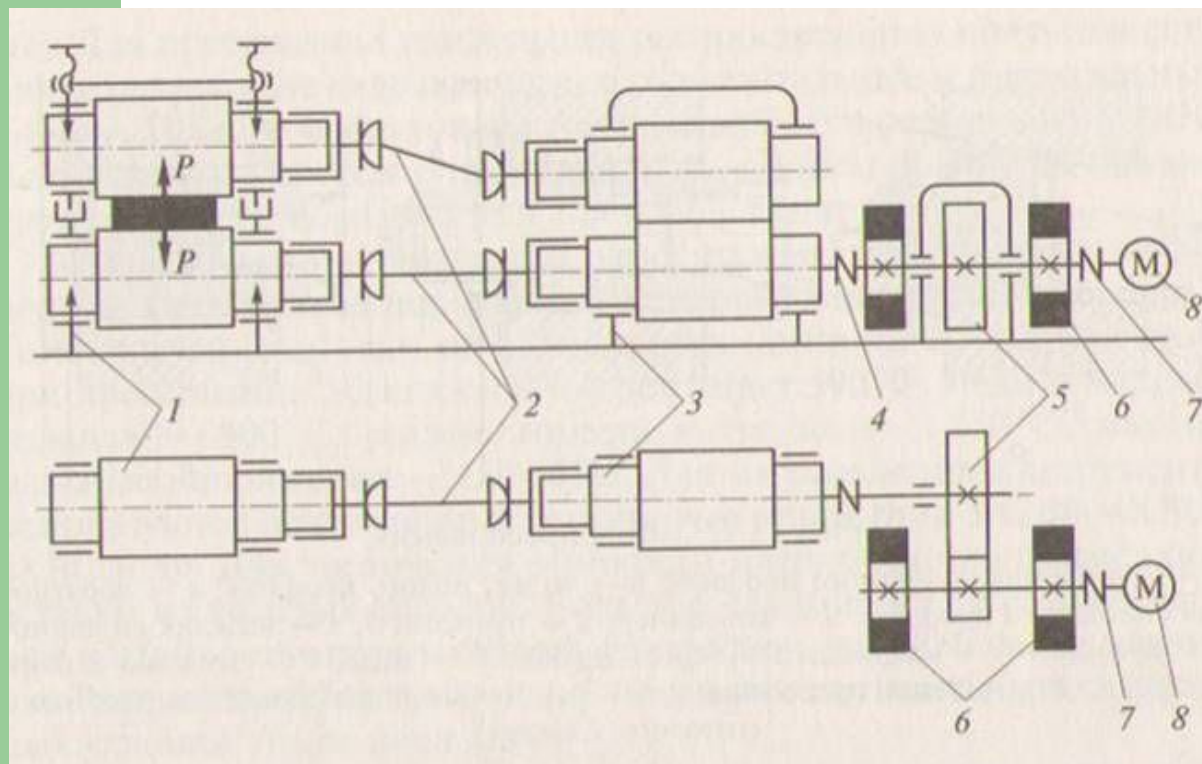


Рисунок 8.7-Главная линия прокатного стана:

- 1 – рабочая клеть;
- 2 – соединительные шпиндели;
- 3 – шестеренная клеть;
- 4, 7 - муфты;
- 5 – редуктор;
- 6 – маховик;
- 8 – двигатель;
- P* – усилие прокатки

# Литература

1. Лернер, П.С. Послушный металл: Кн. для учащихся ст. классов сред. шк. / П.С. Лернер. – М.: Просвещение, 1989. – 175 с.
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студ.в. учеб. заведений / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков, В.А. Головин и др.; под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепахина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 448 с.