



Неделя 1

Неделя 2

Неделя 3

Неделя 4

Неделя 5

Неделя 6

Неделя 7

Неделя 8

Неделя 9

Неделя 10

Неделя 11

Неделя 12

Неделя 13

Неделя 14

Неделя 15

Неделя 16

Неделя 17

4-я НЕДЕЛЯ

*ПОЛУЧЕНИЕ ЗАГОТОВОК
И ИХ ОБРАБОТКА
В ТВЕРДОЙ ФАЗЕ*



Краткое содержание:

- Пластическая деформация заготовок;
- Механизм деформации монокристалла и поликристаллического тела из парогазовой фазы;
- Влияние условий деформирования на технологические процессы обработки заготовок давлением и резанием;
- Общие закономерности формирования сварных соединений в твердом состоянии и получения заготовок методами порошковой металлургии;
- Нанесение покрытий на поверхности трения.



Знания, полученные в этой лекции, необходимы для:

- **понимания основных явлений, протекающих в твердой фазе при изготовлении и обработке заготовок, и причин образования дефектов;**
- **умения использовать полученные знания при проектировании изделий, изготавливаемых в твердой фазе.**



Пластическая деформация заготовок



*порошковая
металлургия*

*сварка в
твердом состоянии*

*Получение и обработка
заготовок в твердой фазе*

*обработка
давлением*

*обработка
резанием*



Обработка давлением в процессе формоизменения основана на пластическом деформировании заготовки без ее разрушения и нарушения сплошности.

Обработка резанием предполагает разрушение заготовки с образованием стружки.

Сварка в твердом состоянии и изготовление заготовок **методами порошковой металлургии** обеспечивают получение требуемых свойств и заданной конфигурации изделий в результате образования межатомных или межмолекулярных связей на границе соединяемых элементов.



В процессе пластической деформации заготовок изменяются:

- **форма, размеры и шероховатость поверхностей изделия;**
- **исходная структура и свойства заготовки и/или отдельных ее зон;**
- **распределение напряжений в изделии.**



Напряжения

временные

обусловлены действием
внешней нагрузки,
исчезают после ее снятия

остаточные

возникают и
уравновешиваются
в заготовках после
пластической деформации



Остаточные напряжения в заготовках возникают в результате:

- **неоднородного расширения и/или сжатия различных слоев и зон изделия (тепловые или термические напряжения);**
- **взаимодействия заготовки с инструментом в процессе пластической деформации (механические напряжения);**
- **неоднородного протекания фазовых превращений по объему заготовки (фазовые или структурные напряжения)**



Механизм деформации монокристалла и монокристаллического тела

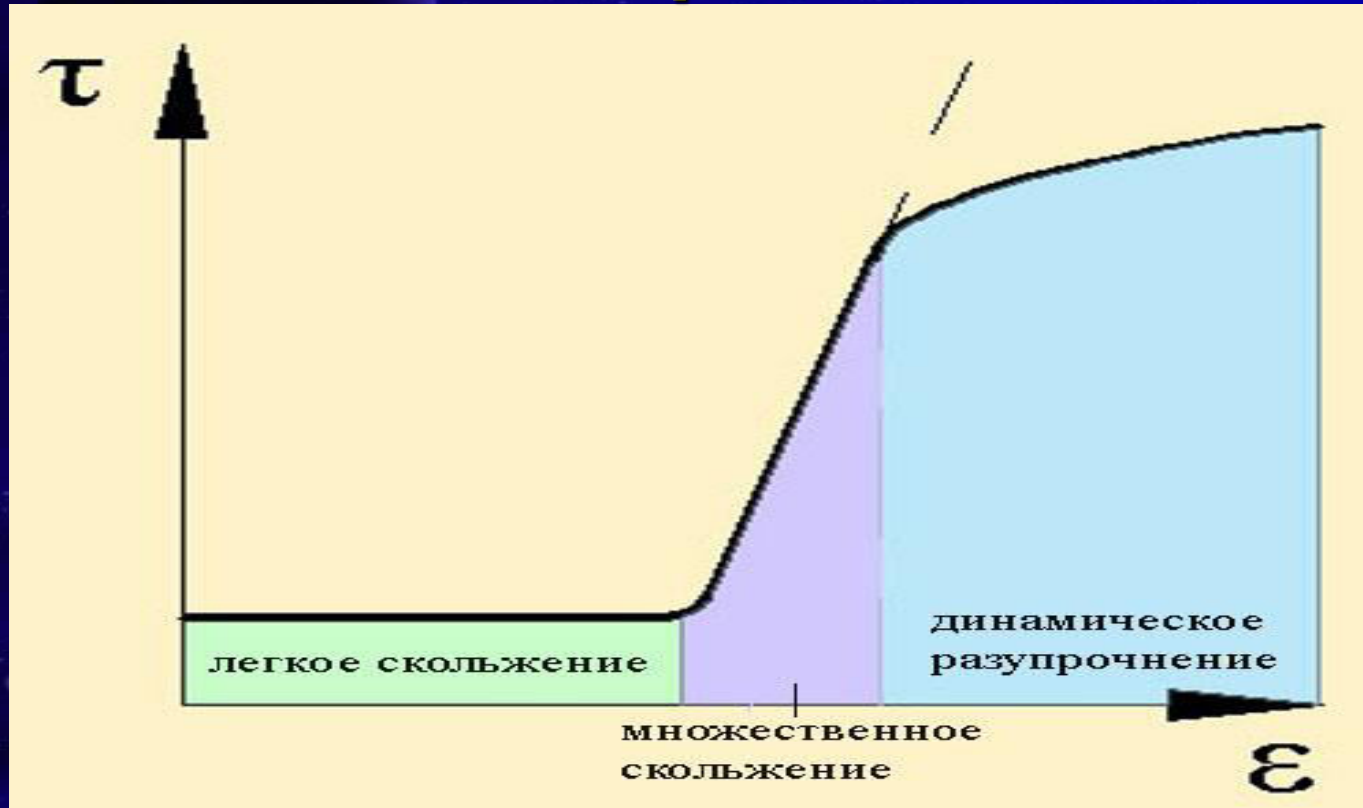


**Основной механизм пластической деформации монокристалла –
сдвигово-дислакционный.**

Под действием касательных напряжений происходит сдвиг одной части кристалла относительно другой по кристаллографическим плоскостям, наиболее плотно упакованным атомам.

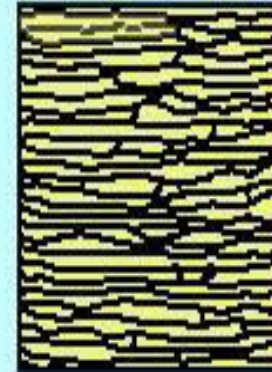
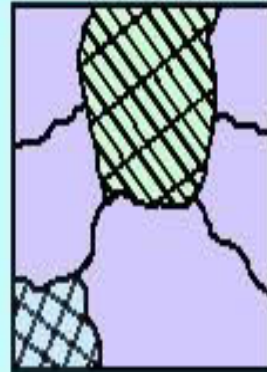
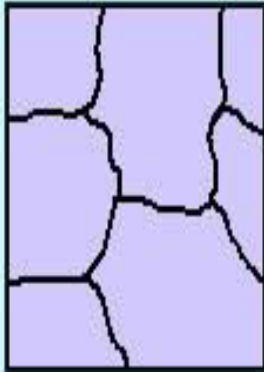


Диаграмма деформирования монокристалла





Изменение микроструктуры поликристаллического металла при деформации



$\epsilon = 0\%$

$\epsilon = 1\%$

$\epsilon = 40\%$

$\epsilon = 80...90\%$



Деформируемость поликристаллического тела (заготовки) определяется:

- пластичностью;
- сопротивлением деформированию.



Пластичность количественно оценивают максимальной степенью деформации, выше которой поликристаллическое тело разрушается.

При осадке:

$$\varepsilon_{\max} = \frac{H_0 - H_K}{H_0}, \quad \text{где}$$

H_0 – начальная высота заготовки;

H_K – минимальная высота заготовки, при которой не происходит ее разрушения.

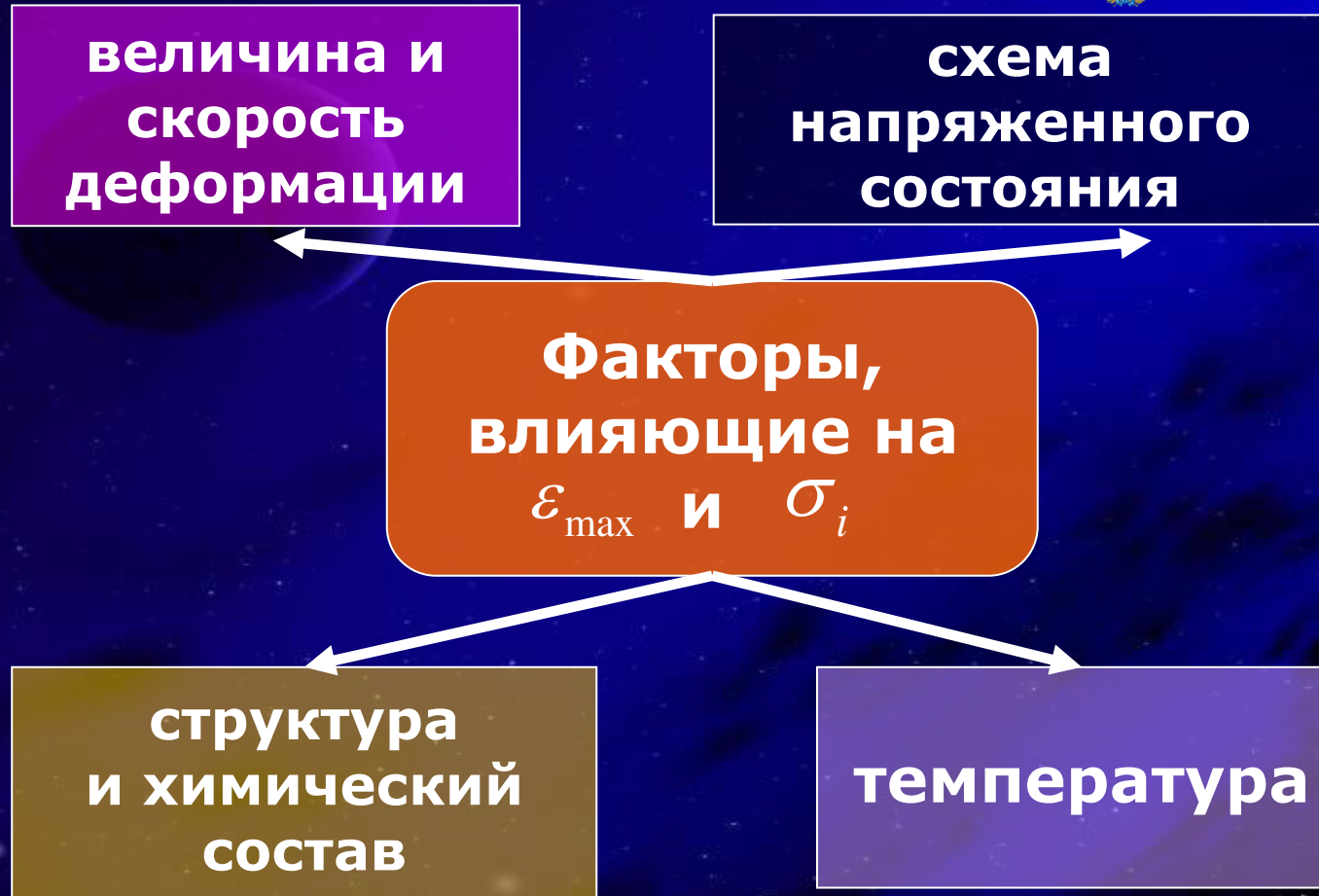


**Сопротивление деформированию
количественно оценивают
значением напряжения:**

$$\sigma_i = \frac{P_i}{S_I}, \quad \text{где}$$

**P_i – внешняя сила, под действием
которой происходит пластическая
деформация заготовки;**

**S_i – площадь поперечного сечения
заготовки после окончания деформации
под действием силы P_i .**





Наклеп –

явление изменения механических и физико-химических свойств металла.

В процессе деформирования поликристаллического тела при температуре $T < (0,15...0,2) T_{пл}$ (К) происходит уменьшение пластичности, увеличение твердости и прочности заготовки.



Рекристаллизация –

процесс образования новых равноосных зерен вместо ориентированной строчечной микроструктуры (наклеп практически полностью снимается, свойства материала заготовки приближаются к исходным значениям).



Температура рекристаллизации зависит от структуры металла заготовки:

- для технически чистых металлов

$$T_{рек} > 0,4T_{пл}$$

- для сплавов

$$T_{рек} > (0,7...0,75)T_{пл}$$

где $T_{пл}$ - температура плавления, К



**Влияние условий
деформирования на
технологические
процессы обработки
заготовок давлением и
резанием**



Деформация

холодная

$T < T_{рекp}$



наклеп

горячая

$T > T_{рекp}$



наклеп

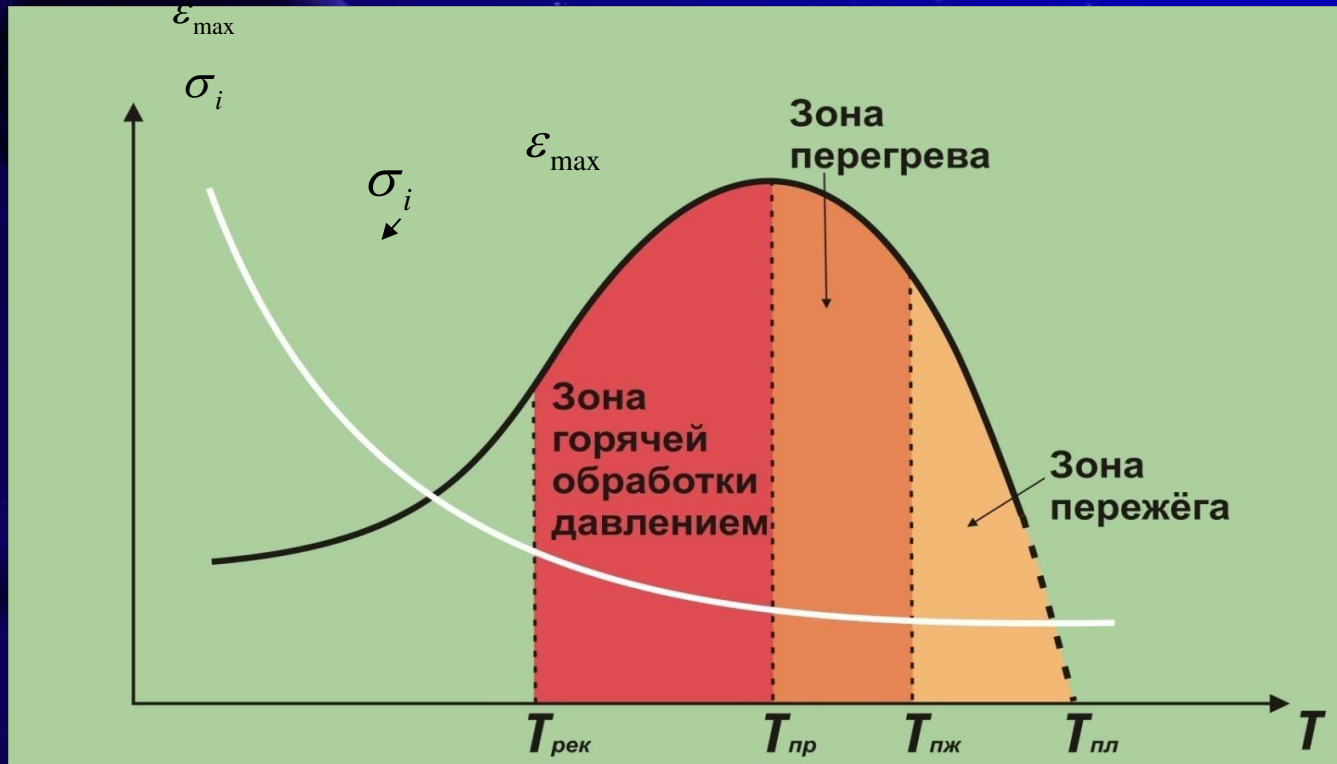
рекристаллизация



Обработка давлением



Изменение пластичности и сопротивления деформированию заготовки от температуры



$$T_{пр} > \Delta T_{гор} > T_{рек}$$



Горячая обработка давлением стальных заготовок в процессе объемной штамповки

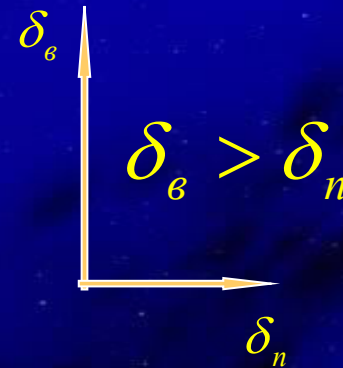
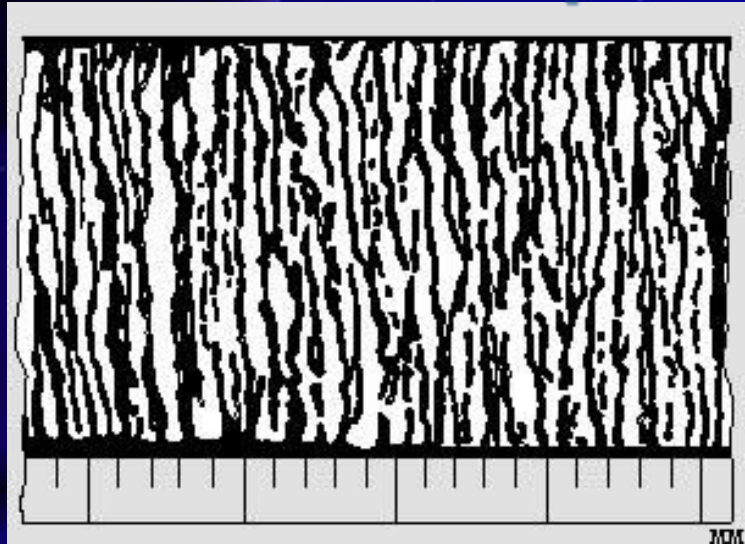
фильм



Анизотропия механических свойств заготовок после горячей обработки давлением возникает в результате вытягивания в виде волокон неметаллических включений по направлению наиболее интенсивного течения металла.



Волокнистая макроструктура металла после обработки давлением



(цена деления 2 мм)

δ_v, δ_n - пластичность заготовки при
растяжении соответственно в
направлении волокон и поперек



Механическая обработка заготовок резанием



Стружкообразование при резании металлов является процессом локализации пластической деформации, доведенной по плоскости сдвига до разрушения.

Результатом упругопластического деформирования поверхности заготовки режущим инструментом является:

- **упрочнение(наклеп) поверхностного слоя;**
- **возникновение остаточных напряжений;**
- **снижение предела выносливости изделия при возникновении растягивающих напряжений на поверхности.**



Сварка в ТВЁРДОМ СОСТОЯНИИ

фильм



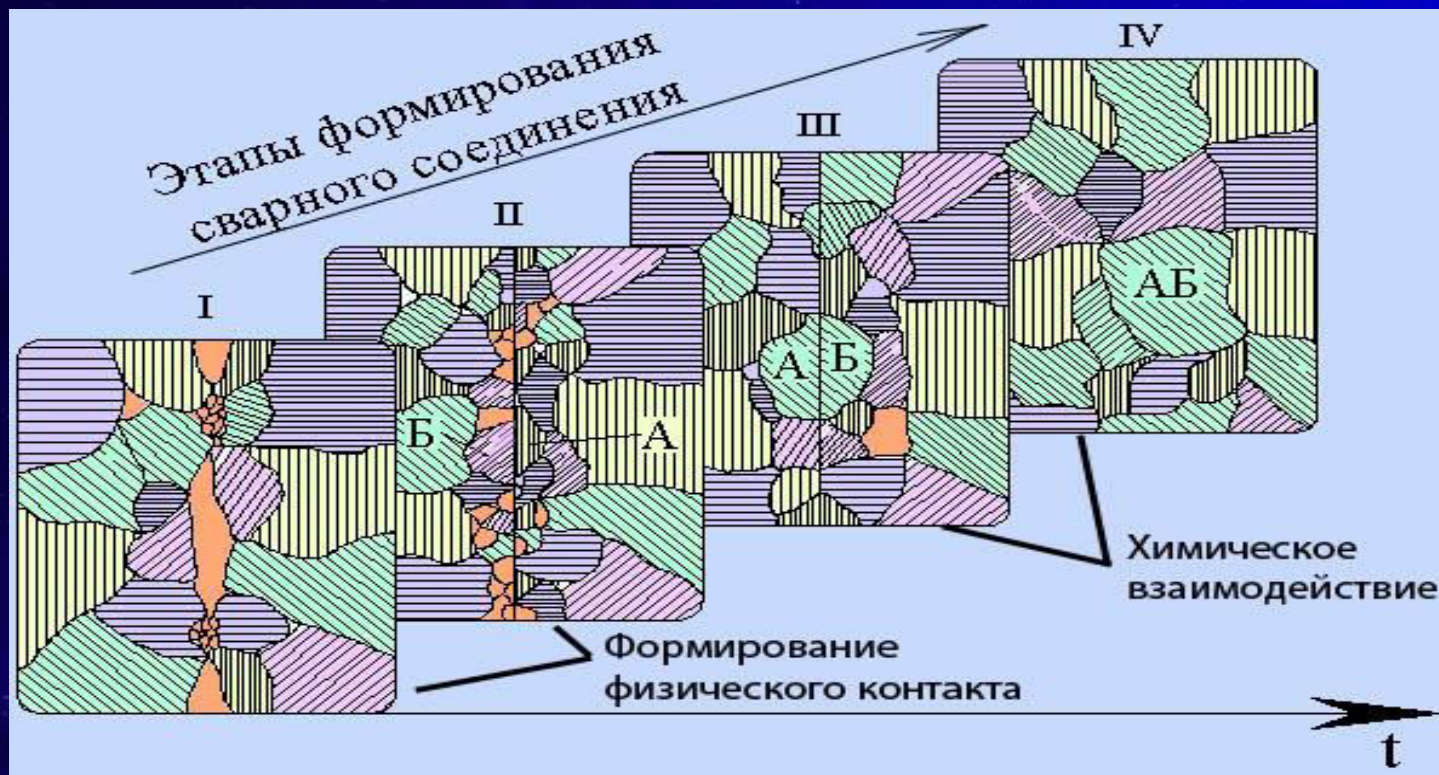
Процессы, протекающие при сварке заготовок в твердой фазе:

- формирование и/или разрушение оксидных пленок;
- пластическая деформация;
- упрочнение;
- рекристаллизация;
- диффузия в зоне сварного соединения.



**Скорость образования
сварных соединений
определяется:**

**кинематикой процессов
образования физического
контакта и химического
взаимодействия в объеме
соединяемых элементов.**



I - пластическая деформация микронеровностей;

II - поверхностная деформация;

III - создание активных центров и диффузионные процессы в зоне сварки;

IV - образование общих зерен.



Получение заготовок методами порошковой металлургии

фильм



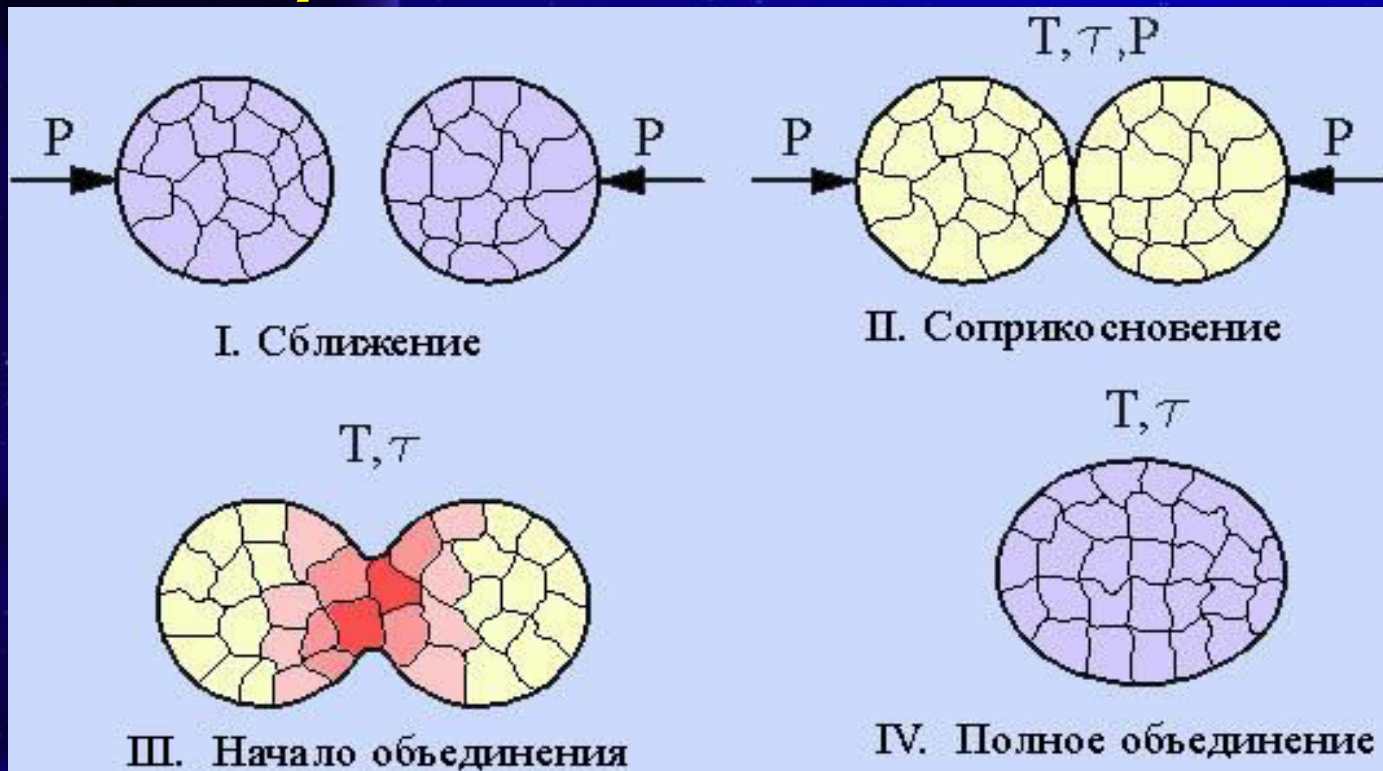
**Для получения изделий из
металлических порошков
необходимо осуществить
следующие процессы:**

- деформацию сдвига между частицами порошка для разрушения поверхностных пленок;
- спекание пористых заготовок в защитной среде при температуре

$$T = (0,7 \dots 0,8) T_{пл}$$



Схема объединения структурных элементов порошковых заготовок при уплотнении и спекании





Нанесение покрытий на поверхности трения



Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) заготовок обеспечивает:

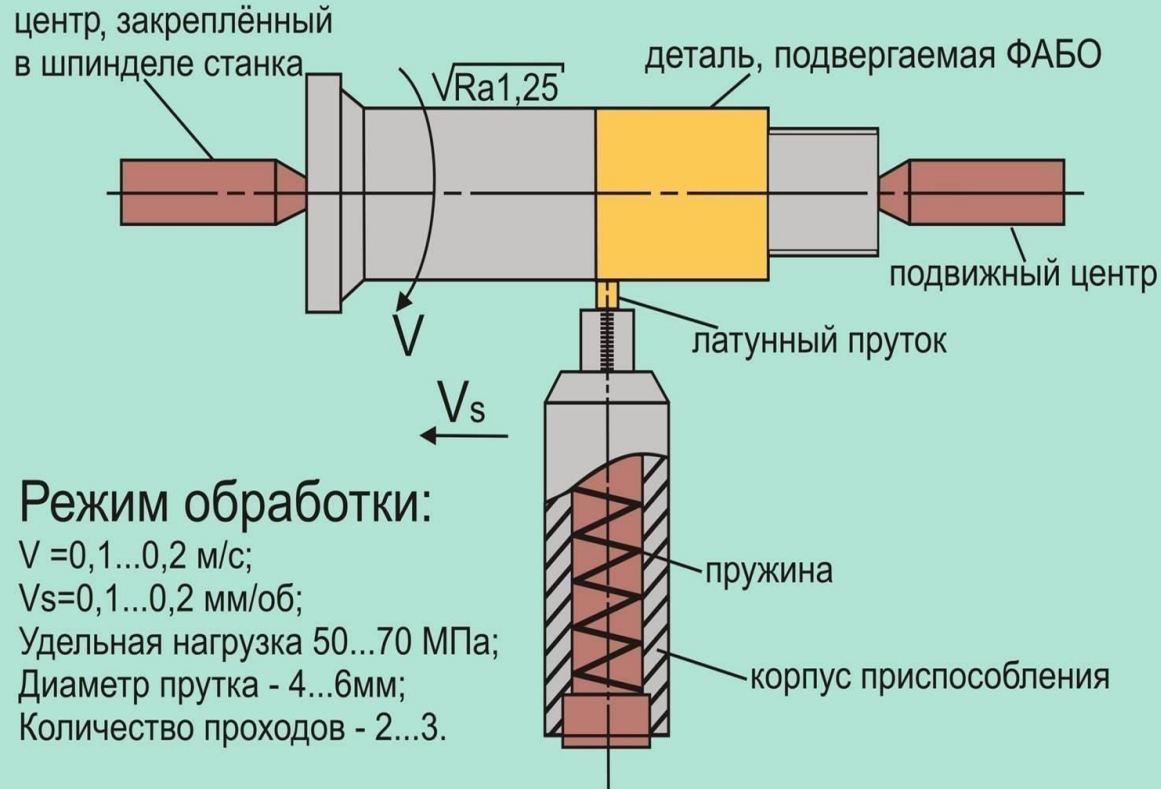
- **высокие антифрикционные свойства;**
- **повышение предельно допустимой удельной нагрузки в узлах трения;**
- **повышение срока службы подшипников качения;**
- **ускорение приработки цилиндров двигателей и поршневых колец, шеек коленчатых валов и сопрягаемых с них вкладышей.**



Факторы, влияющие на качество покрытий деталей:

- **химический состав материала заготовки;**
- **марка материала покрытия;**
- **шероховатость поверхности заготовки;**
- **технологические жидкости;**
- **режим обработки.**

Схема ФАБО





Вопросы для самоконтроля

Тесты(11)



1. Назовите методы получения заготовок с деформированной макроструктурой. Какие характерные особенности этого вида макроструктуры?

2. Какие явления протекают в заготовках при холодной и горячей деформации? Назовите причины, вызывающие анизотропию свойств получаемых изделий.



3. Сравните значения твердости на торцовой и боковой поверхностях образца после его осадки в условиях горячей деформации.

4. Назовите основные процессы, протекающие в заготовках из углеродистой стали при нагреве на воздухе перед обработкой давлением. Как определить оптимальный температурный интервал нагрева?



5. Сформулируйте общие закономерности формирования сварных соединений в твердом состоянии и при получении заготовок методами порошковой металлургии.