



«ТКМ и МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Лабораторная работа №5

Доцент Дощечкина И.В.
Доцент Лалазарова Н.А.
Lab_5_2МС_ТКМиМ_DIV_ppt/

(Использованы материалы электронного ресурса [www.google.com.ua / search](http://www.google.com.ua/search))



Лабораторная работа

«ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ»

Цель работы: ознакомиться со способами получения порошков, технологией изготовления деталей методом порошковой металлургии и отраслями их применения, изучить влияние параметров прессования и спекания на свойства порошковых материалов.

Оборудование, приборы, материалы

Медный порошок.



Пресс-форма.



Дозировочное устройство.

Гидравлический пресс.



Штангенциркуль.



Металлографический микроскоп.

Микрошлифы порошковых материалов.

Планшет порошковых электротехнических изделий.



Теоретические основы работы

Порошковые материалы и детали из них производят из порошков методом **порошковой металлургии**, который является изобретением российских ученых П.С. Соболевского и В.В. Любарского в 1826 г.

Метод порошковой металлургии ценен прежде всего тем, что позволяет получать материалы, которые имеют комплекс специальных физико-механических и эксплуатационных свойств,



Основные операции порошковой металлургии:

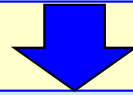
1. Изготовление порошков,
2. Формование,
3. Спекание,
4. Окончательная обработка.

Для получения порошковых (металлокерамических) изделий используют порошки с размером частиц от 0,5 до 500 мкм разной формы (осколочной, чешуйчатой, сферической). Производят порошки **механическими** или **физико-химическими методами**.

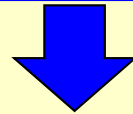


Основные технологические операции метода порошковой металлургии.

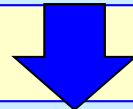
Изготовление порошков нужной чистоты, размеров и формы



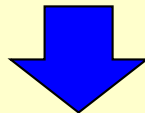
Приготовление шихты определенного состава



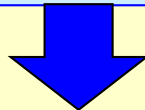
Формование порошков для получения заготовки необходимой формы



Спекание спрессованной заготовки



Заключительная механическая обработка

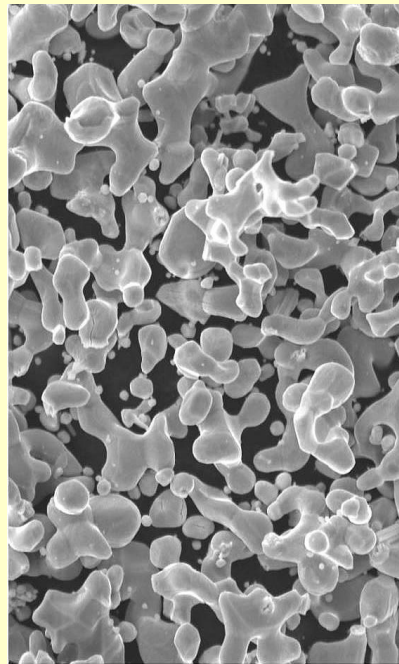


Термическая, термомагнитная или химико-термическая обработка

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ

К механическим методам относятся: размол отходов (окалина, стружка, обрезки) в шаровых, вихревых или молотковых мельницах, а также распыление расплавленного металла струей воды или газа.

Физико-химические методы производства порошков - это восстановление металлов из окислов, электролитическое осаждение из растворов солей, термическая диссоциация карбониллов.

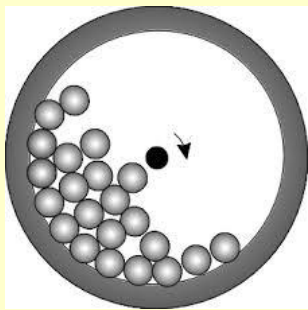


Поведение порошков при прессовании и спекании в процессе производства детали зависит от их химического состава и свойств, которые, в свою очередь, обуславливаются способом изготовления.

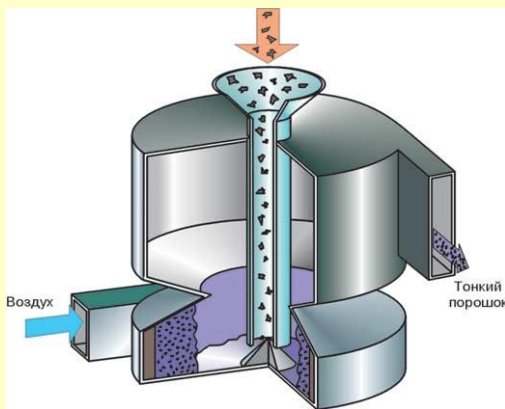
Физические свойства порошков определяются размером и формой частиц, плотностью, микротвердостью, состоянием кристаллической решетки.



Механические методы получения порошков

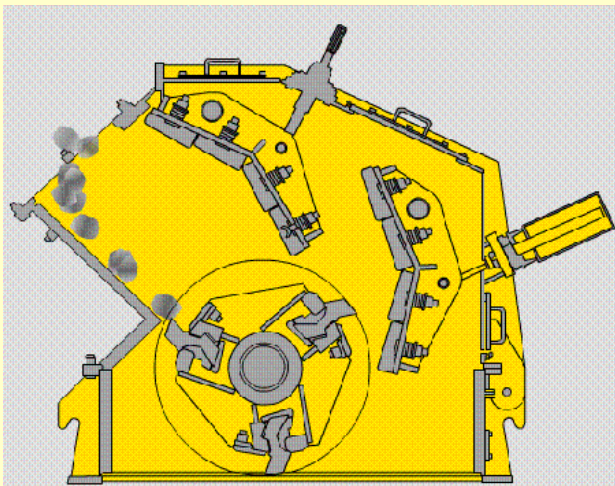


Размол отходов в шаровых мельницах



Размол отходов в вихревых мельницах

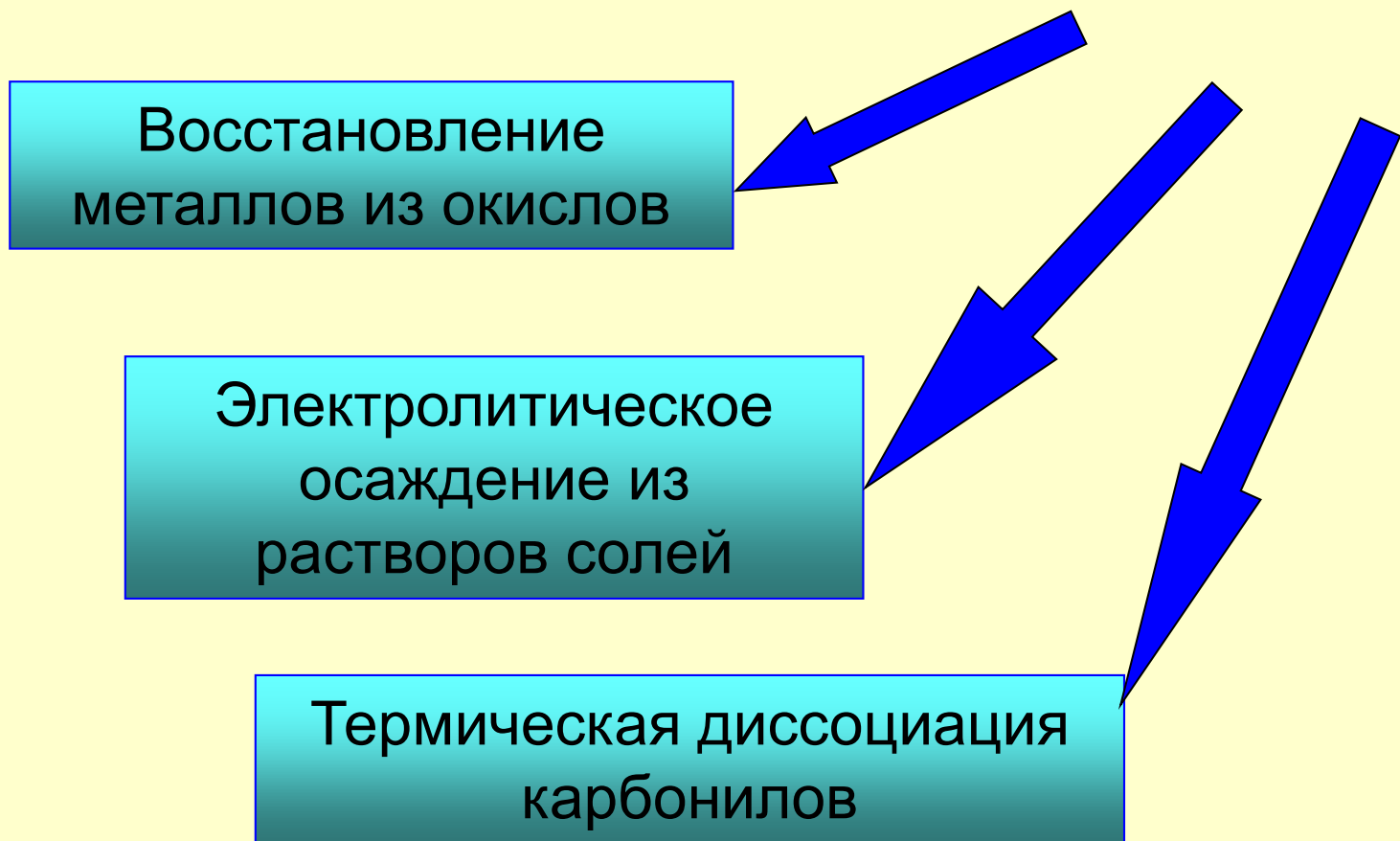
Размол отходов в молотковых мельницах



Распыление расплавленного металла



Физико-химические методы получения порошков



СВОЙСТВА ПОРОШКОВ

Технологические свойства характеризуются насыпной массой, текучестью, способностью к прессованию и спеканию порошка.

Насыпная масса

- масса единицы объема свободно насыпанного порошка.



Она зависит от формы и размеров частиц, от состояния их поверхности и является очень важной характеристикой порошка.

От массы зависит стабильность размеров и формы изделия.



СВОЙСТВА ПОРОШКОВ

Текучесть - это способность порошка заполнять форму. Низкая текучесть приводит к неоднородности по плотности изделия.

Способность к прессованию зависит от пластичности материала частиц, их размеров, формы и характеризует прочность сцепления частиц под воздействием внешних усилий.



Смеситель

Спекание - это термическая обработка для обеспечения металлической связи между частицами в результате диффузии и как результат - повышение прочности, пластичности и других свойств.

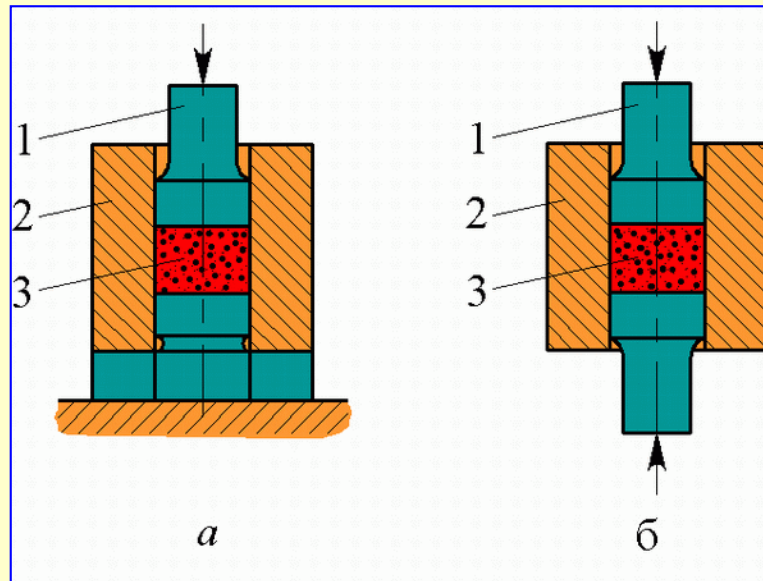
Подготовленные порошки сортируют по размерам, подбирают необходимые для изделия компоненты и тщательным образом **смешивают** в специальных **смесителях**. Все эти операции необходимы для приготовления **шихты**.



ПРОЦЕССЫ ФОРМОВКИ ИЗДЕЛИЯ

Формование – это придание порошковому материалу определённой формы и размеров, обеспечение плотности и прочности, что необходимо для выполнения следующих операций изготовления изделия.

Формование может осуществляться холодным и горячим прессованием в пресс-формах, выдавливанием и прокаткой.



Холодное прессование в стальных пресс-формах – это наиболее распространённый способ формования порошков.

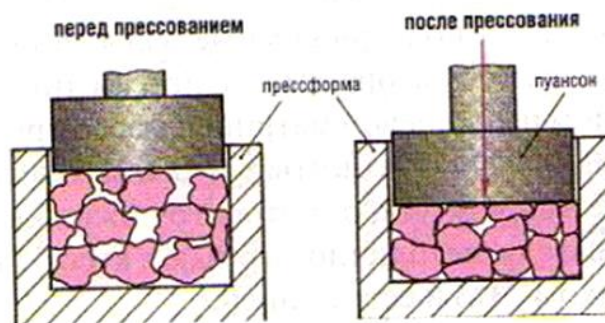
Схемы одностороннего (а) и двустороннего (б) холодного прессования: 1 - пуансон; 2 - пресс-форма; 3 - порошок



ПРЕССОВАНИЕ ПОРОШКОВ

Для выбора режима прессования необходимо установить зависимость плотности прессовок от давления прессования. Увеличение плотности заготовки с возрастанием удельного давления прессования происходит неравномерно.

На первом этапе (1) прессования устанавливается прямолинейная зависимость между усилием прессования и плотностью заготовок.



На втором этапе (2) с увеличением давления происходит дальнейшее возрастание плотности заготовок, но менее активно, чем на первом этапе, а на третьем (3) из-за наклепа повышение удельного давления не приводит к увеличению плотности прессовок.

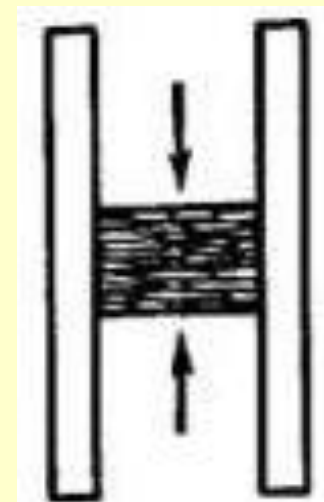
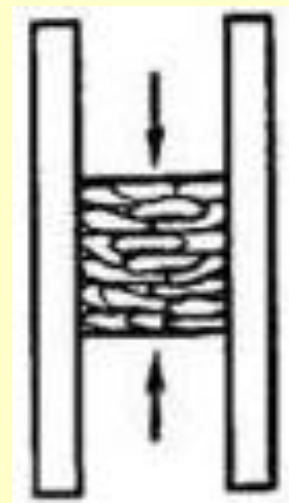
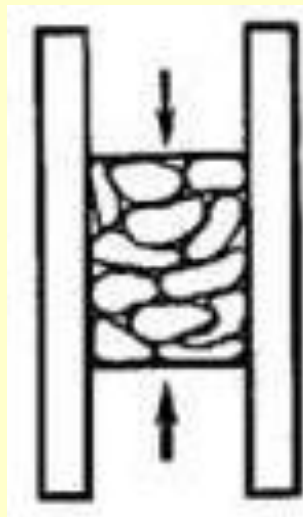
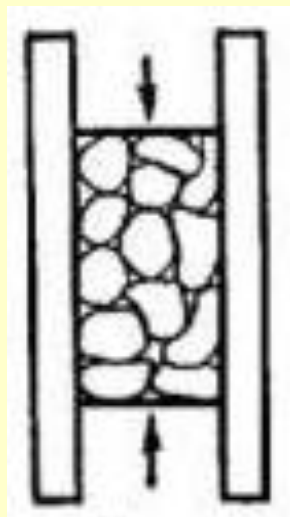
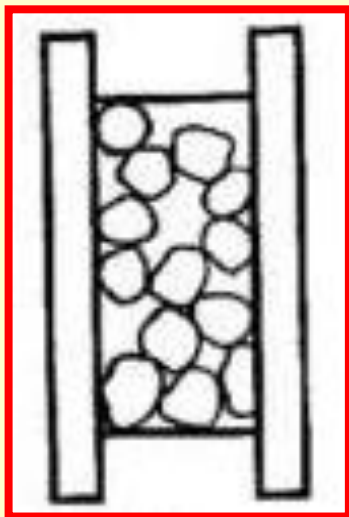
С увеличением удельного давления прессования пористость уменьшается.



Стадии формирования порошков

При засыпке порошка в пресс-форму его частицы располагаются хаотически, образуя при этом так называемые **мостики** или **арки**.

Плотность засыпанного порошка в этом случае **равна его насыпной массе (а)**.

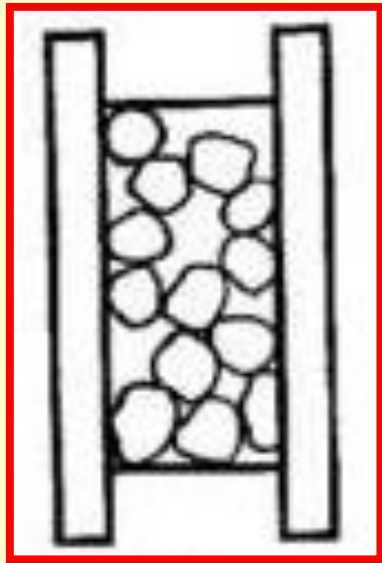


а

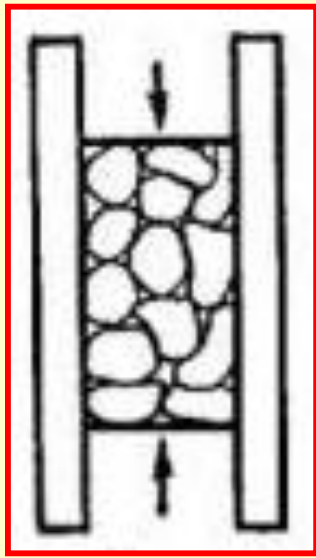


Стадии формирования порошков

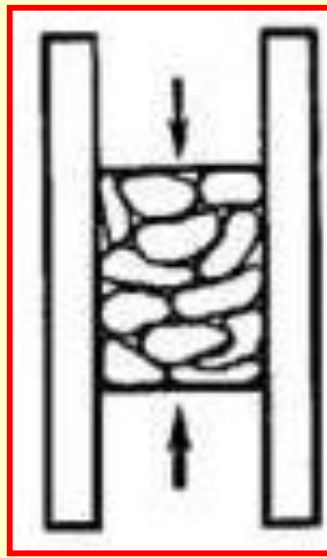
По мере увеличения прилагаемого давления мостики и арки разрушаются (б, в) и частицы проникают в мелкие поры.



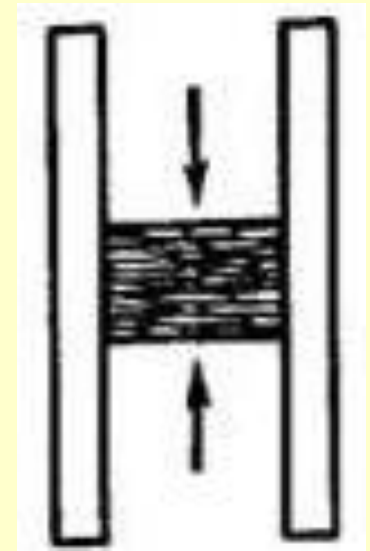
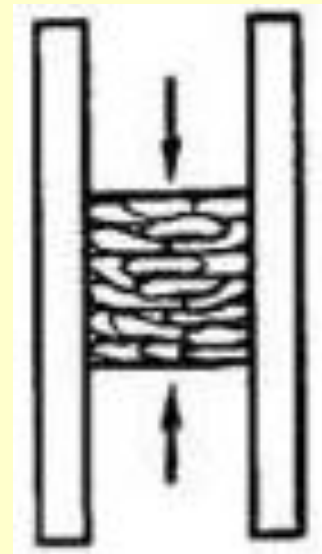
а



б

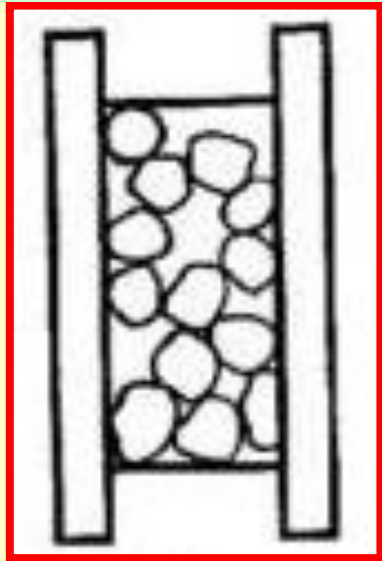


в

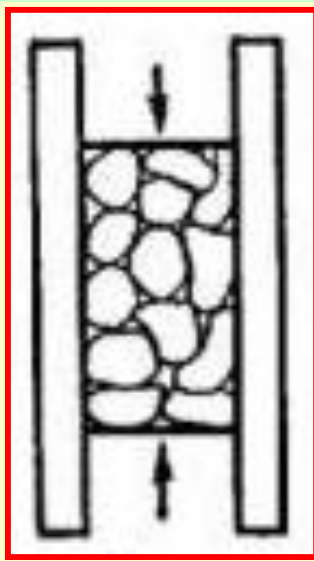


Стадии формирования порошков

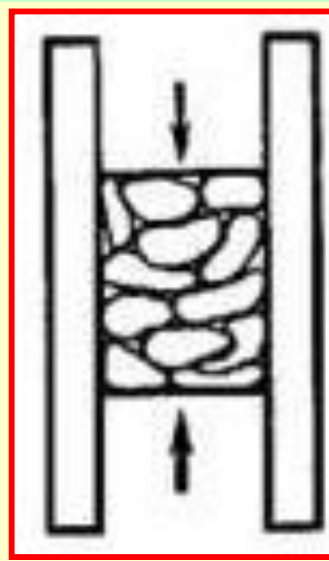
От трения частиц при перемещении друг относительно друга сдираются окисные пленки, контакты между частицами в этих местах из неметаллических переходят в металлические, в результате чего повышается прочность заготовки (г).



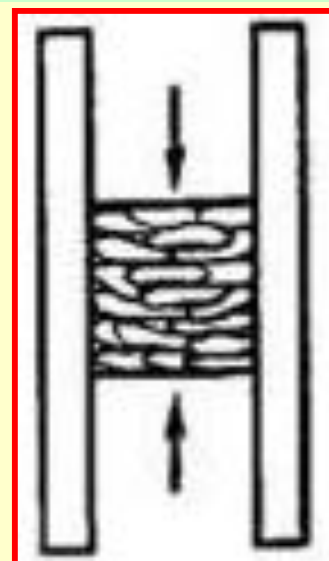
а



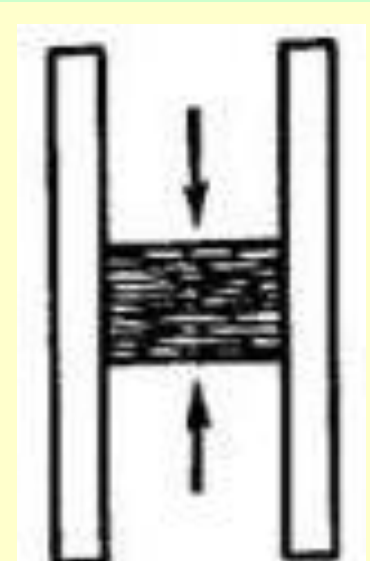
б



в

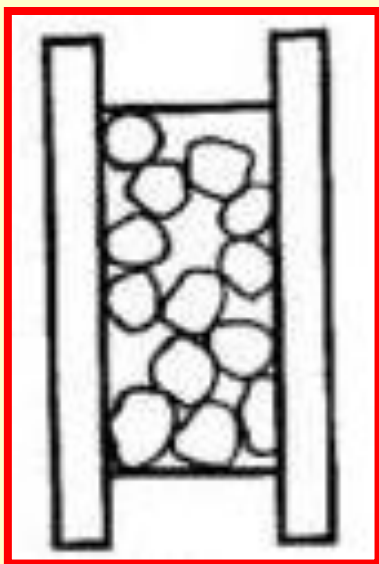


г

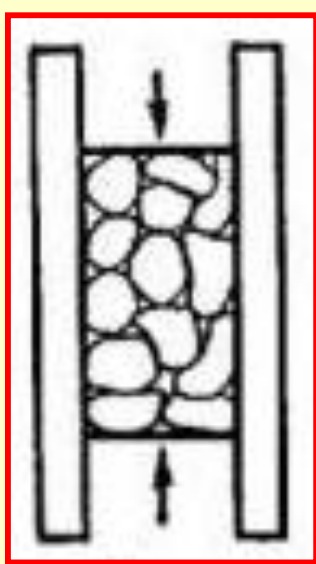


Стадии формования порошков

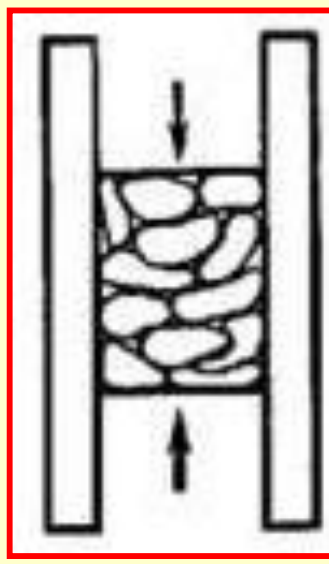
При дальнейшем увеличении давления происходит хрупкое разрушение частиц порошков из твердых металлов и пластическая деформация частиц из мягких металлов (д).



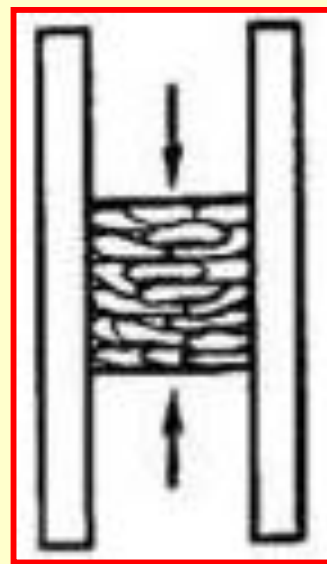
а



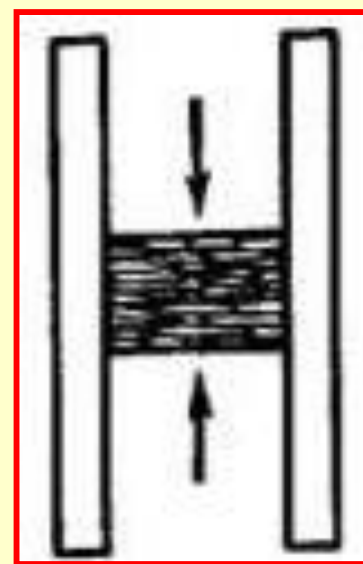
б



в



г



д



ПРОЦЕСС СПЕКАНИЯ ИЗДЕЛИЯ

После прессования заготовка становится **конгломератом порошинок**, которые не имеют металлической связи, и поэтому ее прочность очень низкая.

Для повышения прочности, пластичности и других специальных эксплуатационных свойств заготовки (**прессовки**) подвергают **спеканию**.



Эта операция происходит в **электрод печах**, как правило, в восстановительной или защитной среде.

Прессовка



Очень важно **предотвратить окисление заготовки**. Восстановительной средой могут быть естественный газ, пропан, диссоциированный аммиак, водород и другие газы.



ПРОЦЕСС СПЕКАНИЯ ИЗДЕЛИЯ

Температура спекания должна составлять $2/3$ - $3/4$ от температуры плавления порошка однокомпонентной системы или основного компонента шихты.

Спекание обеспечивает металлическую связь между порошинками и, как следствие, уменьшение пористости и увеличение плотности.



При этом повышаются также магнитные и электрические характеристики изделия.

Определенное количество пор у изделий из порошка сохраняется. В связи с этим прочность и пластичность таких изделий ниже, чем у компактных материалов этого рода.



ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для **уменьшения пористости** или ее полного устранения спекание заготовок из многокомпонентной шихты нужно производить при определенной температуре. температуре,

Эта температура должна быть выше температуры плавления наиболее легкоплавкой составляющей, то есть при наличии жидкой фазы.

Поры



Расплавленный металл заполняет поры, и изделие будет иметь более высокие физико-механические свойства.

После спекания в зависимости от назначения и требований, которые предъявляются к изделиям, они поступают непосредственно в эксплуатацию или на дополнительную механическую, термическую, термомагнитную или химико-термическую обработку.



изделия из порошков



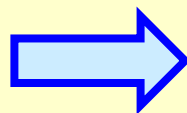
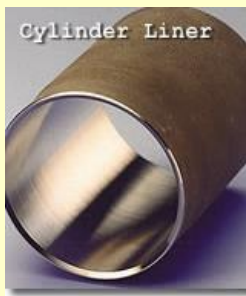
Сердечники



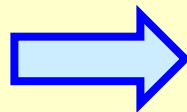
ПРЕИМУЩЕСТВА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ



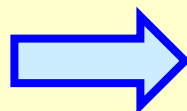
Преимущества порошковой металлургии по сравнению с традиционными методами изготовления деталей



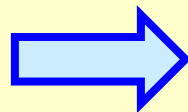
Безотходность метода: потери материала не превышают 2-7%



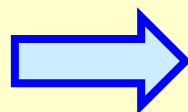
Экономия за счёт использования отходов (окалина, стружка) для получения порошков



Получение изделий, которые другими способами нельзя получить: фильтры, медно-графитовые щётки, медно-вольфрамовые контакты, твёрдые сплавы.



Получение таких свойств, которые нельзя получить другими способами

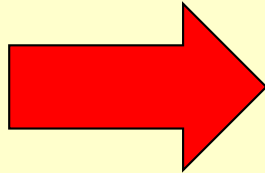


Снижение трудоёмкости производства за счёт автоматизации



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подготовить навески медного порошка по 7 г, используя дозировочное оборудование.
2. Засыпать порошок в пресс-форму.

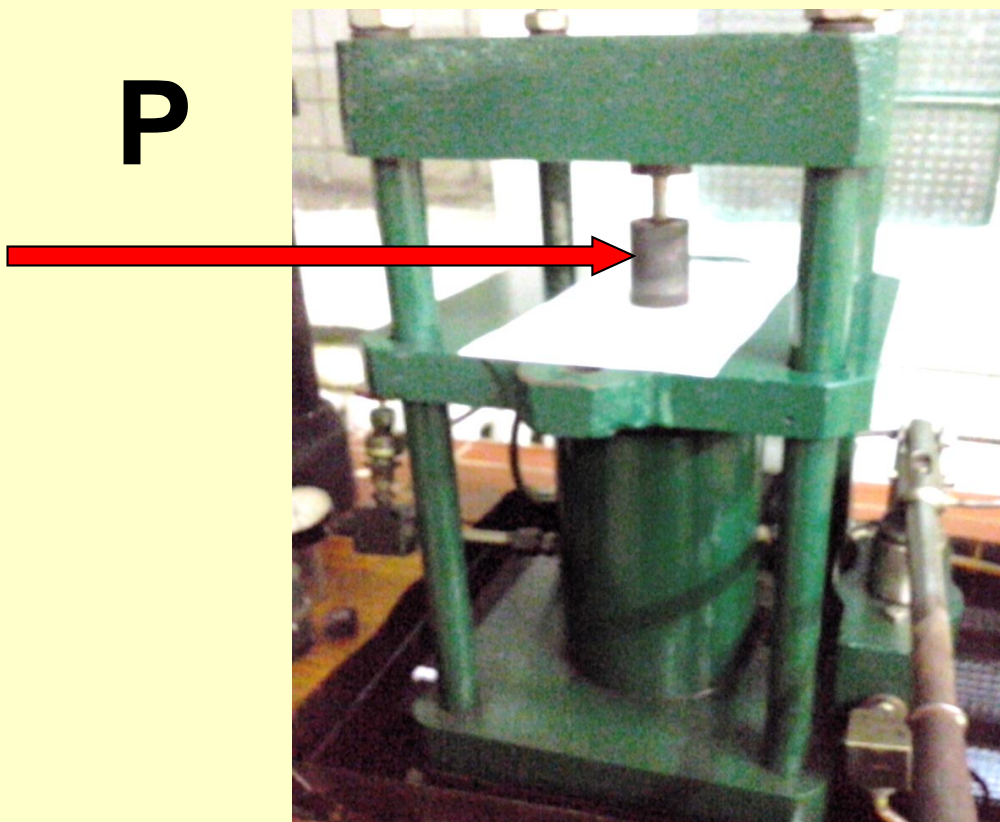


Навеска медного порошка и пресс-форма.



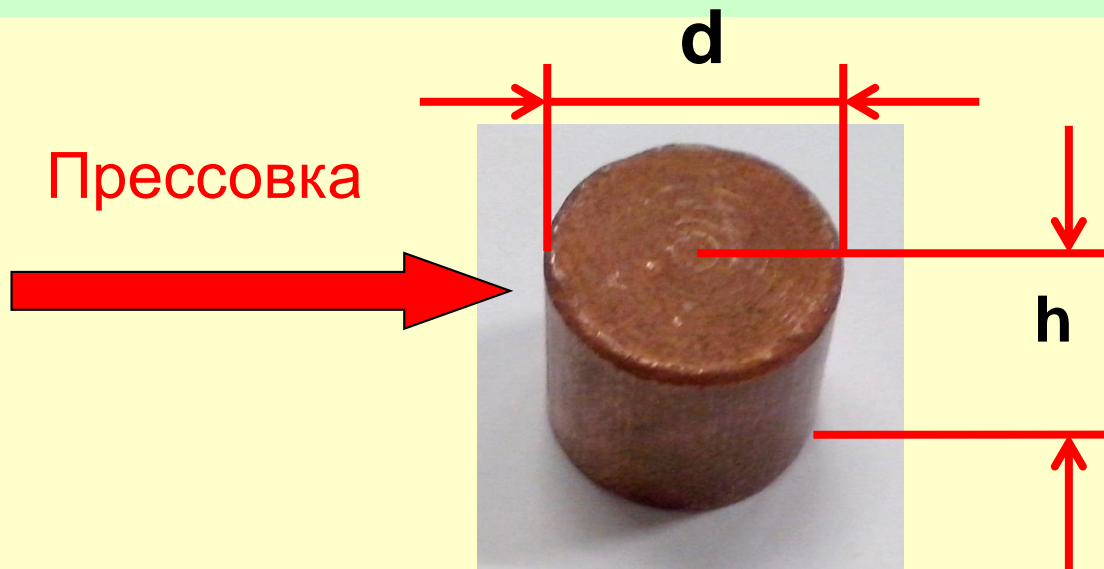
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2. Спрессовать заготовки при удельных давлениях 100, 200, 300, 400 и 500 МПа (1,2,3,4,5 т/см²).



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3. Определить массу, объем и плотность заготовок – прессовок.



$$V = h(\pi \cdot d^2)/4$$

– объём
прессовки

$$m = \gamma \cdot V$$

– масса
прессовки

4. Определить пористость заготовок:

$$n = \frac{\gamma_k - \gamma_z}{\gamma_k} 100\%$$

γ_k - плотность компактной меди (8,9 г/см²);

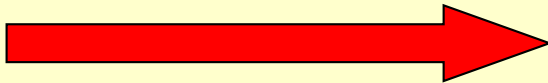
γ_z - плотность порошковой заготовки.



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5. Упаковать заготовки в ящик для последующего спекания в печи.

Лабораторная
печь



6. Провести испытание на сжатие заготовок до и после спекания (удельное давление прессования - 400 МПа), определить усилие, которое вызывало появление трещины в заготовке.

7. Оформить отчет о лабораторной работе.



ОТЧЁТ О РАБОТЕ

Отчет должен включать :

1. Цель работы.
2. Сжатое изложение теоретических основ работы.
3. Экспериментальные данные, которые занести в табл. 1.

Таблица 1 - **Данные эксперимента**

Удельное давление прессования P , МПа	Масса брикета, m , г	Диаметр брикета, d , см	Высота брикета, h , см	Объём брикета, V , см ³	Плотность брикета, γ , г/см ³	Пористость брикета P , %



ОТЧЁТ О РАБОТЕ

4. Построить графики изменения плотности и пористости заготовки в зависимости от удельного давления прессования и проанализировать их.

5. Объяснить причины различия в свойствах заготовок после прессования до и после спекания.



ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Изучить существующие методы получения порошков.
2. Изучить методы формования заготовок.
3. Ознакомиться с областями применения порошковой металлургии в машиностроении и электротехнике.
4. Усвоить преимущества и недостатки порошковой металлургии.

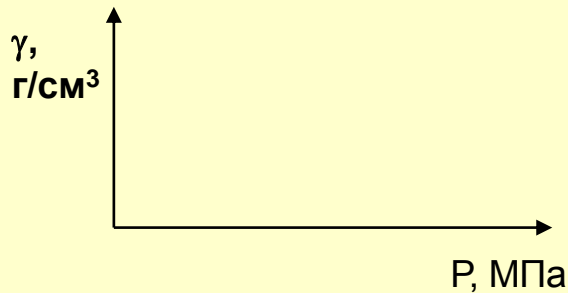


Протокол к лабораторной работе

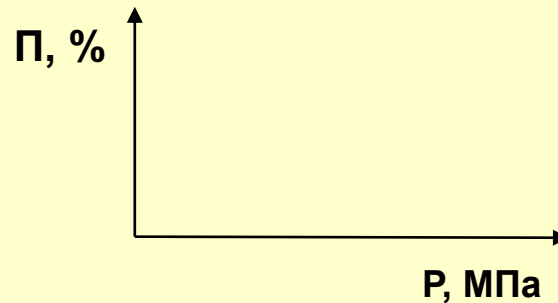
ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ



Удельное давление прессования P , МПа	Масса брикета, m , г	Диаметр брикета, d , см	Высота брикета, h , см	Объём брикета, V , см ³	Плотность брикета, γ г/см ³	Пористость брикета P , %



ВЫПОЛНИЛ РАБОТУ



ПРИНЯЛ

Выводы:





Кафедра технології металлов и матеріалознавства

Дощечкина Ирина Васильевна

E-mail: divkhadi@ukr.net

Лалазарова Наталья Алеекеевна

E-mail: lalaz1991@mail.ru

**г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М
Tel.(8-057)707-37-92**

