

Министерство образования Белгородской области  
Областное государственное автономное профессиональное образовательное  
учреждение  
«Белгородский индустриальный колледж»

# Жидкофазное спекание

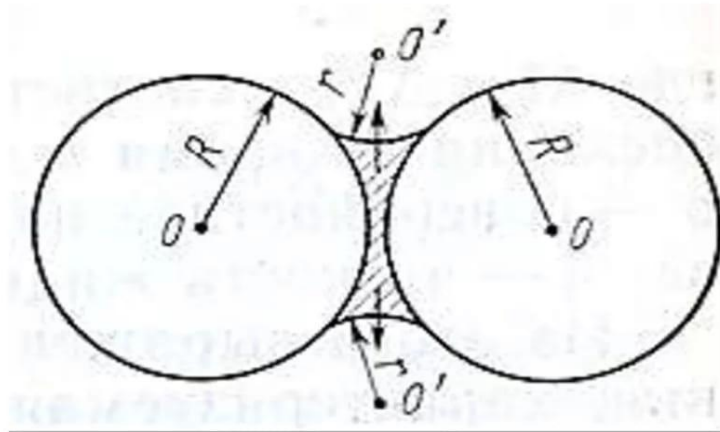
Выполнила: студентка группы  
31АДТ  
Новикова Диана  
Проверила: Хайминова Т.С

# Жидкофазное спекание

- Жидкофазное спекание – **спекание порошкового тела при температуре, обеспечивающей образование жидкой фазы.**

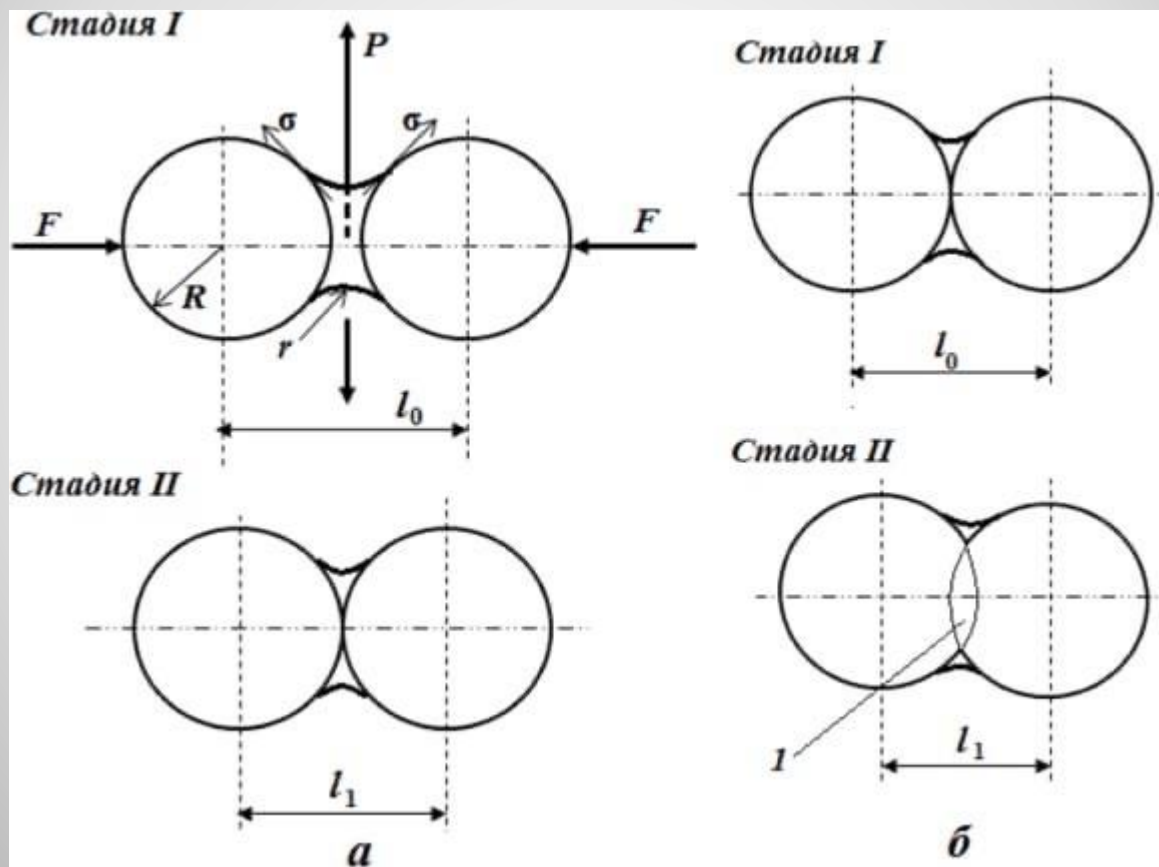
- При жидкофазном спекании в порошковом теле возникает своего рода капиллярная система (размеры частиц порошка соизмеримы с поперечными размерами поровых каналов), состоящая из твердой, жидкой и газообразной фаз.

Жидкофазное спекание



- Термодинамическим условием эффективного жидкофазного спекания является стремление многокомпонентной системы к минимуму свободной поверхностной энергии и химического потенциала, как и при твердофазном спекании. Но в отличие от твердофазного при жидкофазном спекании из-за большей подвижности системы «жидкое–твердое» более наглядно проявляется действие основных движущих сил объемного уплотнения порошкового тела – сил капиллярного стягивания. В присутствии жидкой фазы при определенных условиях облегчается развитие сил сцепления между отдельными частицами порошка и может сформироваться малопористая ( $\Pi < 1\%$ ) структура.

# Стадии спекания



## Основные особенности, характерные для спекания в присутствии жидкой фазы:

- 1. Образование жидкой фазы при спекании, как правило, сопровождается интенсификацией усадки, что в принципе позволяет получить спеченный материал с очень высокой плотностью и малой остаточной пористостью при относительно коротком времени процесса; в связи с этим спекание в присутствии жидкой фазы часто представляет собой альтернативу использованию высоких давлений формования или больших температуры и длительности выдержки при спекании для получения материала высокой плотности. Для некоторых порошков очень твердых материалов или сплавов жидкофазное спекание может быть единственно возможным способом получения высокой плотности конечного продукта.
- 2. Эффект увеличения усадки зависит как от физико-химических характеристик компонентов, так и от количества жидкой фазы, размера частиц тугоплавкой составляющей и начальной пористости брикетов. Увеличение количества легкоплавкой составляющей способствует усадке, но при наличии некоторой взаимной растворимости компонентов изменение плотности при жидкофазном спекании может осложняться процессами гетеродиффузии; использование более мелких фракций тугоплавкой составляющей способствует увеличению усадки.

- 3. Значительную роль при спекании играет величина исходной пористости. Усадка брикетов с большой начальной пористостью затрудняет получение изделий с высокой точностью размеров, а спекание брикетов с низкой исходной пористостью может привести даже к их росту при спекании. Это связано с тем, что при образовании жидкой фазы могут образовываться изолированные поры, давление газа в которых может повыситься (из-за восстановления оксидных пленок), что будет препятствовать усадке.
- 4. В некоторых случаях жидкая фаза присутствует при спекании лишь в течение ограниченного времени и спекание осуществляется в основном в твердой фазе. Это связано с тем, что протекание диффузионных процессов с участием жидкой фазы может привести к образованию других, более тугоплавких фаз или к растворению жидкой фазы в твердой.

- 5. Процесс жидкофазного спекания часто используют для получения специальных структур, обладающих особыми механическими свойствами (например, антифрикционных материалов). Это возможно в том случае, если фаза, являющаяся жидкой во время спекания, сохраняет свои индивидуальные характеристики и в спеченном материале.
- 6. Управление объемными изменениями при жидкофазном спекании, позволяет получить высокопористые порошковые материалы и изделия с размерами, практически равными размерам исходных прессовок. Для этого требуется создание бипористой структуры порошкового тела, содержащей мелкие естественные поры и крупные искусственные поры. Образование крупных пор происходит за счет улетучивающегося порообразователя (двууглекислого аммония), вводимого в состав порошковой композиции на этапе прессования формовки.



## Твердофазное спекание

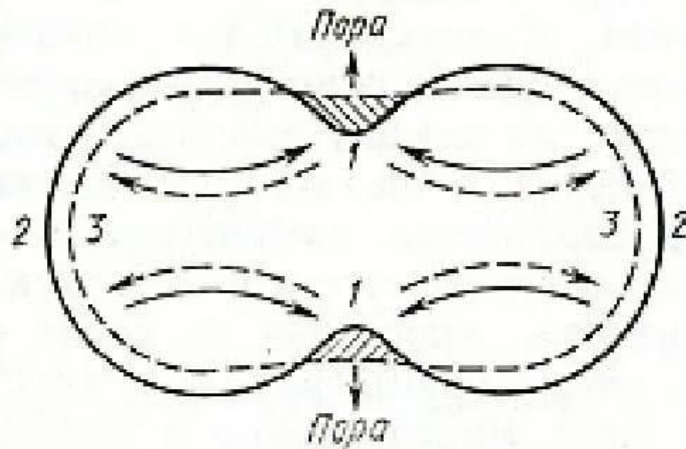


Схема роста шейки между частицами  
1 - контактная граница (перемычка) между зернами; 2 - граница зерен до усадки; 3 - граница зерен после усадки; направление диффузии вакансий обозначено пунктирными, а материальных частиц - сплошными стрелками

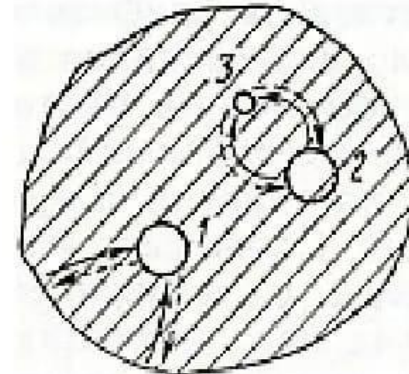


Схема зарастания замкнутых пор : направление диффузии вакансий обозначено пунктирными, а материальных частиц - сплошными стрелками

## Условия спекания

- Достаточное содержание жидкой фазы  
~ 25-40%
- Смачиваемость расплавом частиц  
твердой фазы
- Растворение твердой фазы в расплаве