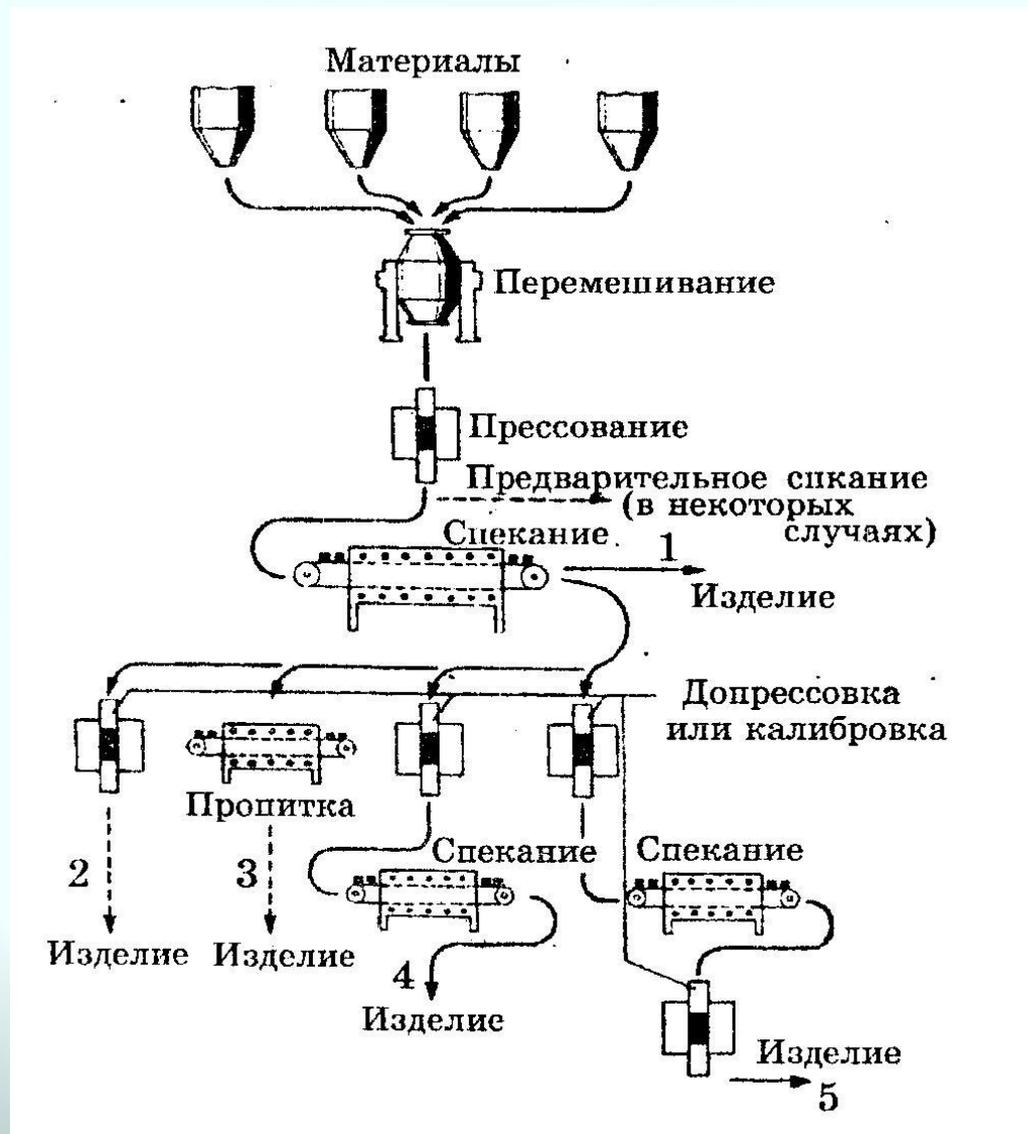
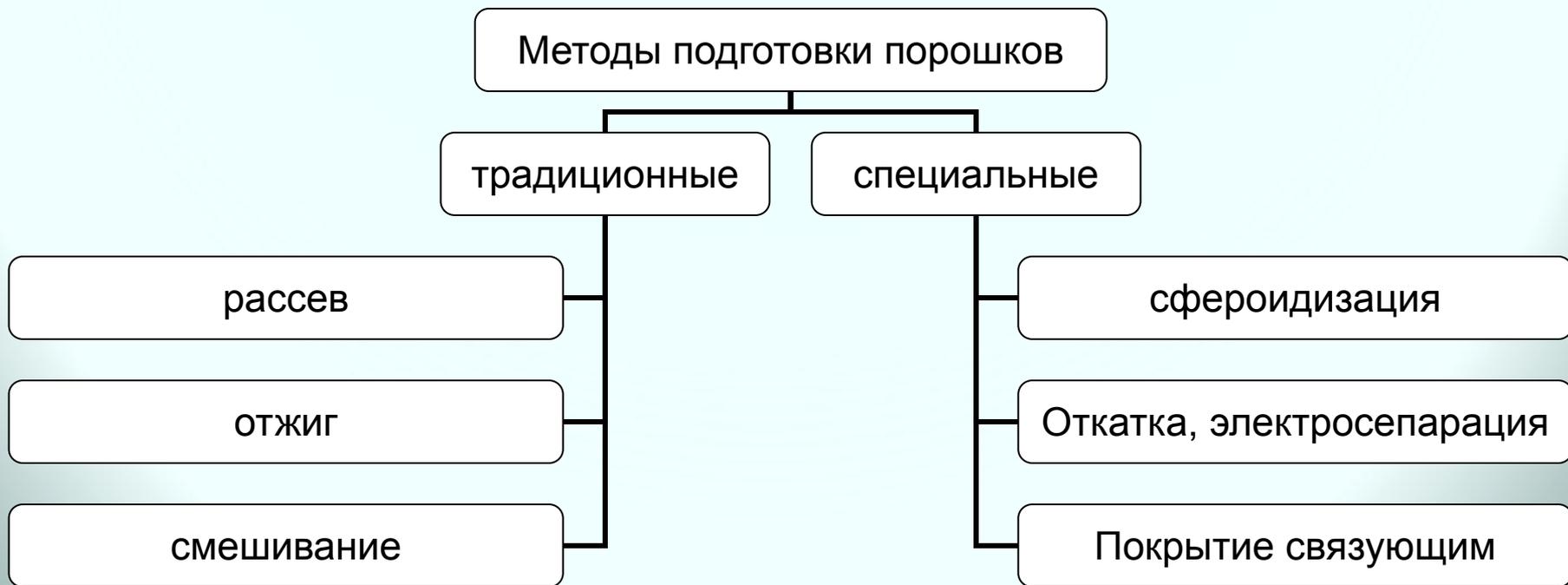


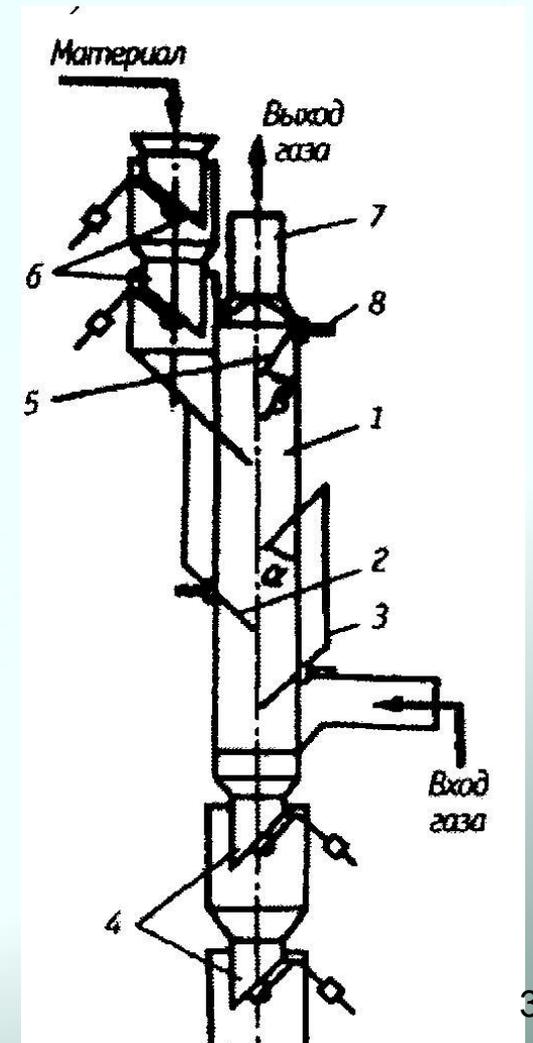
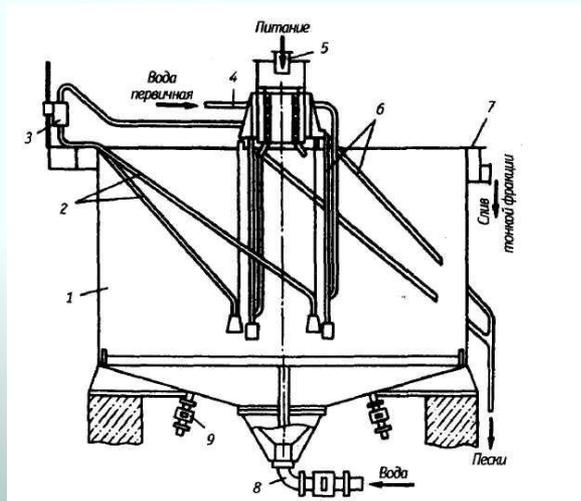
Типовые схемы изготовления деталей методом порошковой металлургии



Подготовка металлических порошков к формованию



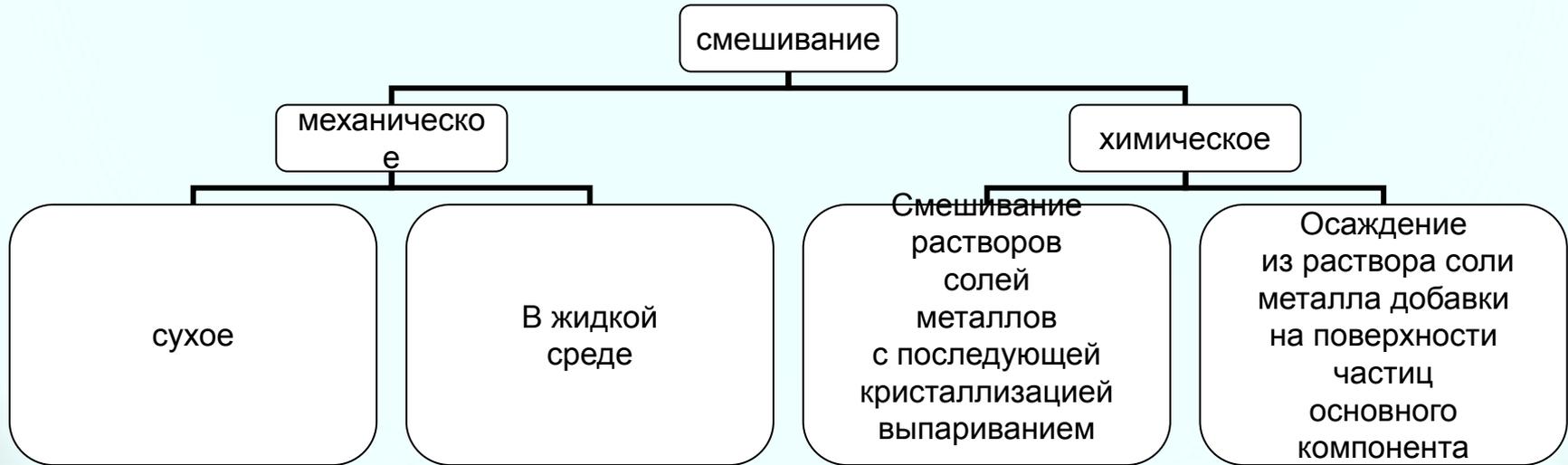
Методы классификации порошков



Отжиг

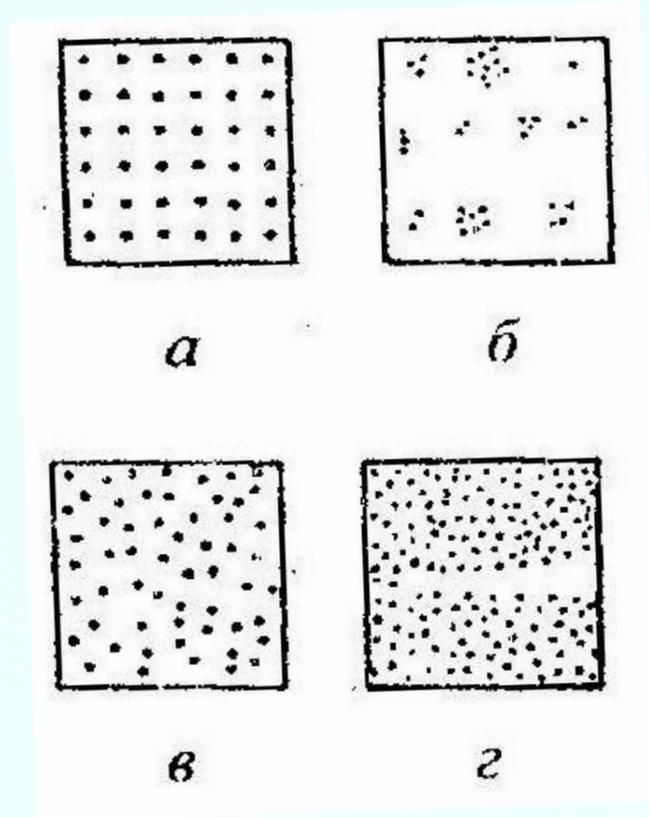
- Восстановление оксидов;
- Удаление летучих примесейЖ
- Снятие наклепа, что повышает пластичность и уплотняемость попошка

Приготовление смесей



- Получение однородной смеси;
- Смешивание порошков одной марки, но разных партий для усреднения

Схемы вариантов распределения частиц в смеси



- *a* — упорядоченное, *б* - скоплениями *в* - статистическое,
 - *г* - при расслоении

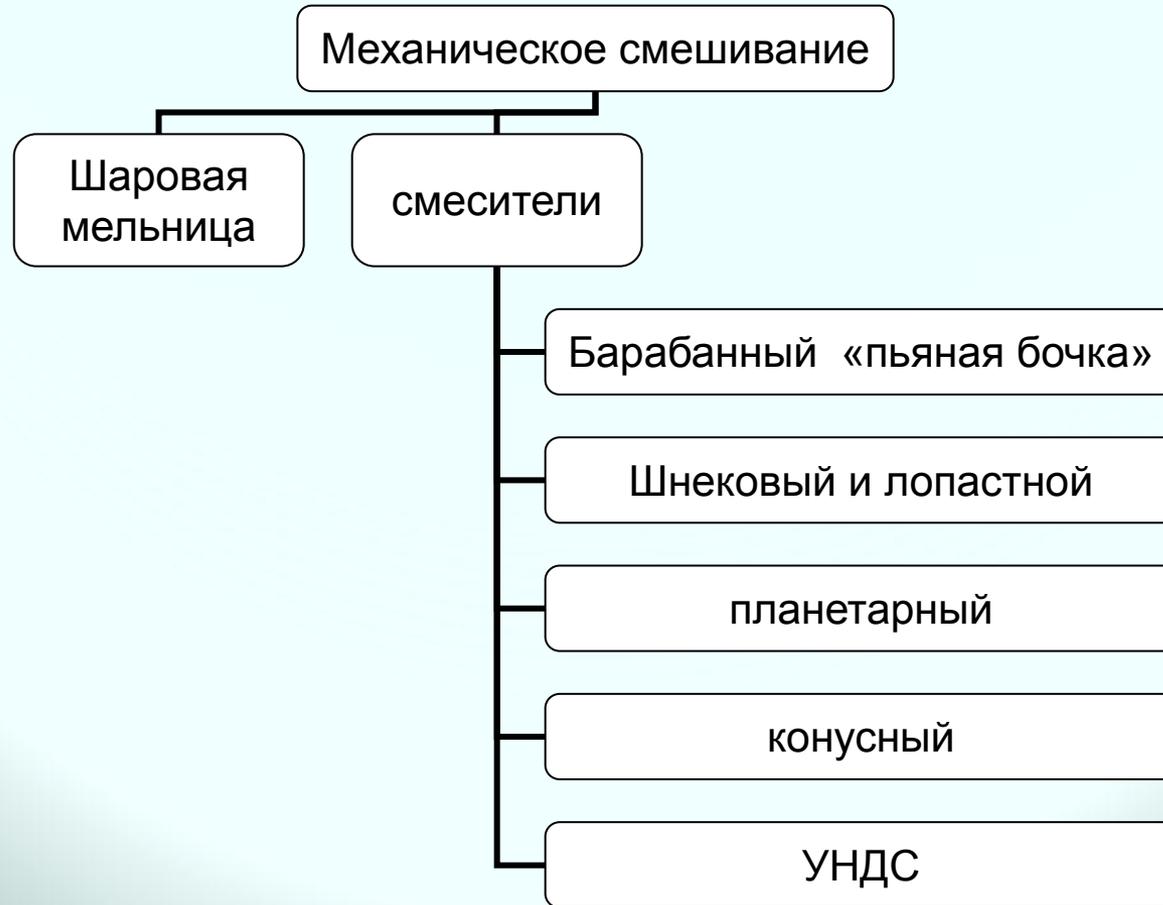
Факторы, определяющие результат смешивания

- свойства смесей (величина коэффициента трения между частицами, физические свойства материалов, удельные веса компонентов, количественное соотношение компонентов)
- характеристики смесителя (скорость перемещения рабочих органов смесителя, направление воздействия рабочих органов, конструкция смесителя и его рабочего органа, степень заполнения смесителя)
- параметры процесса смешивания (время смешивания, способ смешивания, режимы и технологические параметры процесса).

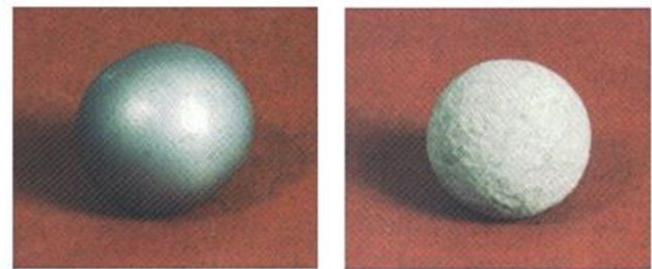
Смешивание в жидкой среде

- Жидкость уменьшает силы трения;
- Уменьшаются электростатические силы притяжения между частицами;
- Возрастает подвижность частиц;
- Жидкость попадая в микротрещины частиц, создает капиллярное давление, что способствует их разрушению;
- Жидкость препятствует пылеобразованию

Типы механических смесителей



Шаровая мельница



Преимущества:

1. низкая цена на шаровые мельницы;
2. легкость регулирования степени измельчения;
3. Простота и надежность конструкции;

Недостатки:

1. Громоздкость и металлоёмкость конструкции;
2. Длительность операций;
3. износ мелющих тел;
4. шум;

СМЕСИТЕЛЬ ПОРОШКОВ КАЧАЮЩИЙСЯ

Смеситель порошков (тип «турбула») предназначен для смешивания сухих порошковых материалов. Он применяется для быстрого равномерного смешивания материалов разной зернистости и структуры с высокой производительностью.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Во время работы качающийся смеситель вращается и одновременно совершает качательные движения в трехмерном пространстве. При этом материал испытывает разгон и торможение, что обеспечивает эффективное перемешивание, а также помогает избежать скапливания либо рассеивания материала под действием центробежной силы.



СМЕСИТЕЛЬ V- ОБРАЗНЫЙ

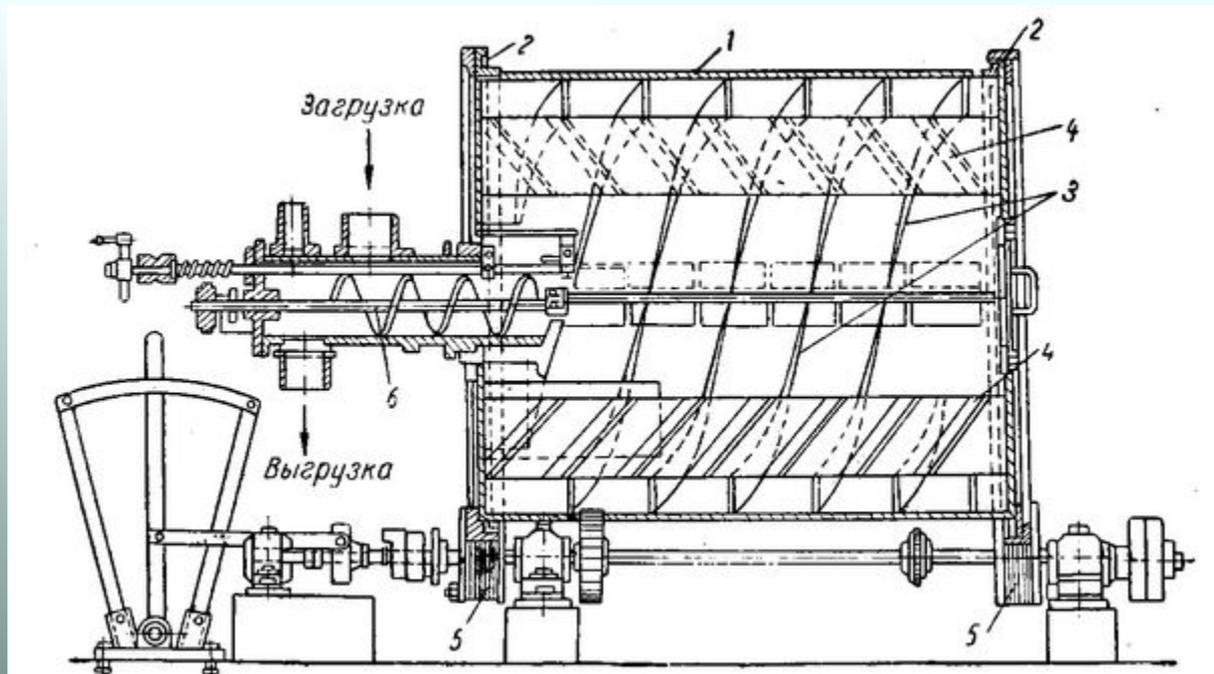
Смеситель V-образный предназначен для смешивания сухих порошковых и гранулированных материалов в химической, металлургической и других промышленности.

V-образный смеситель подходит для смешивания материалов, которые нужно смешивать в течение короткого промежутка времени без каких-либо строгих требований к их перемешиванию. За счет постоянного движения материалов в бункере, процесс смешивания не нарушает их изначальной формы. V-образный смеситель подходит для смешивания хрупких гранулированных материалов либо материалов, в состав гранул которых входят мелкие зерна.



БАРАБАННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ

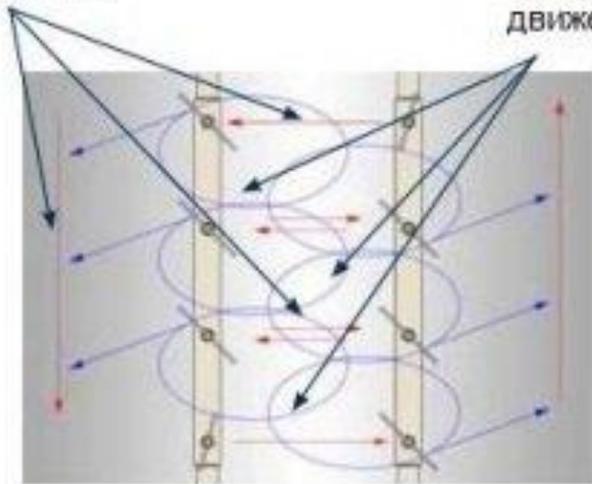
Барабанный смеситель представляет собой барабан (1) с двумя бандажами (2), который вращается на роликах (5), делая 6 – 8 об/мин. Для улучшения смешивания материала на внутренних стенках барабана укреплены косые спиральные перегородки (3), а внутри него – несколько продольных полок (4) с перегородками. Загрузка и выгрузка материала производятся при помощи шнека (6), который при выгрузке вращается в одном направлении, а при выгрузке – в противоположном. Направление вращения шнека изменяется посредством ручного приспособления.



- 1 – барабан;
- 2 – бандажи;
- 3 – спиральные перегородки;
- 4 – продольные полки;
- 5 – ролики;
- 6 – шнек

Лопастные смесители

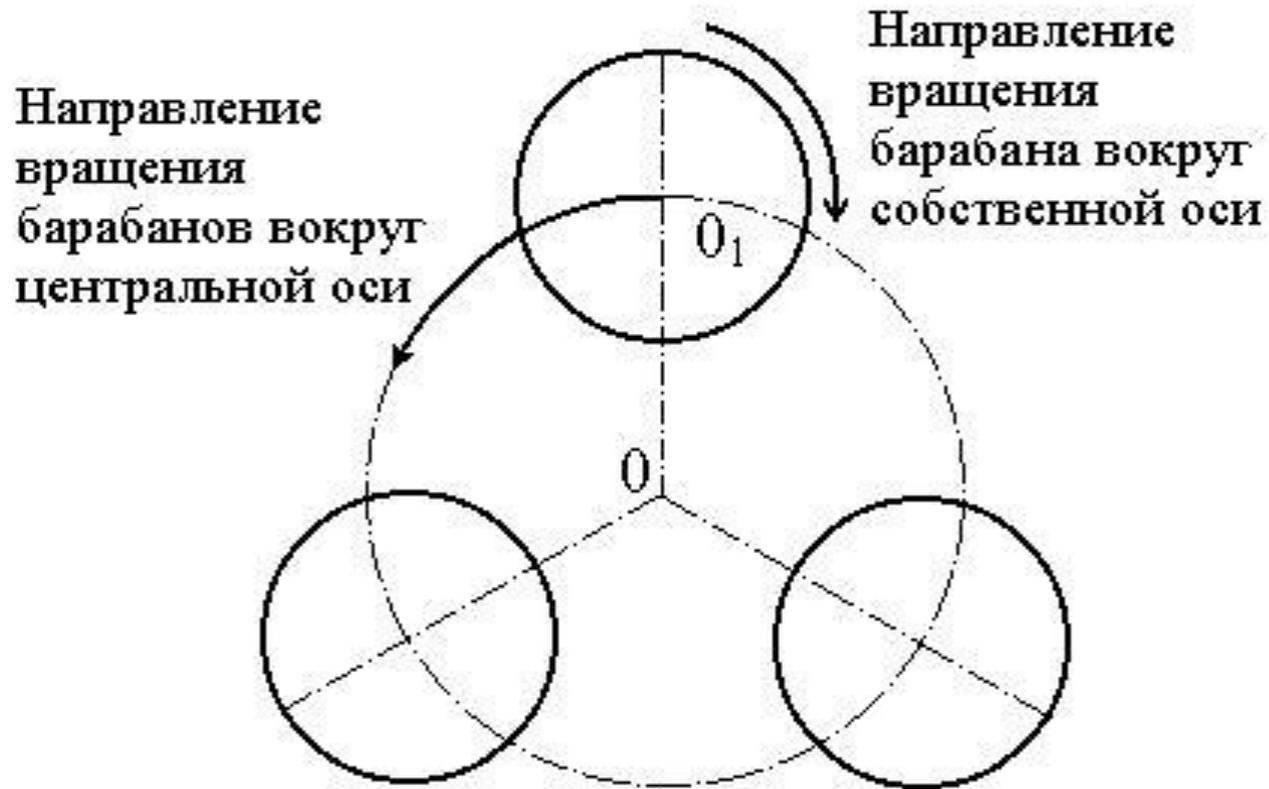
транспортировка
материала



турбулентное
движение



Принцип работы планетарного смесителя



Достоинства и недостатки

Достоинства:

- Планетарные мельницы имеют высокую удельную производительность.
- Соответственно, они имеют низкую металлоемкость и высокую энергоемкость.
- Интенсификация процесса измельчения приводит к большему КПД по сравнению с шаровыми мельницами.
- Планетарные мельницы могут работать также в режиме самоизмельчения, без загрузки мелющих тел. При этом измельчение происходит главным образом истиранием.

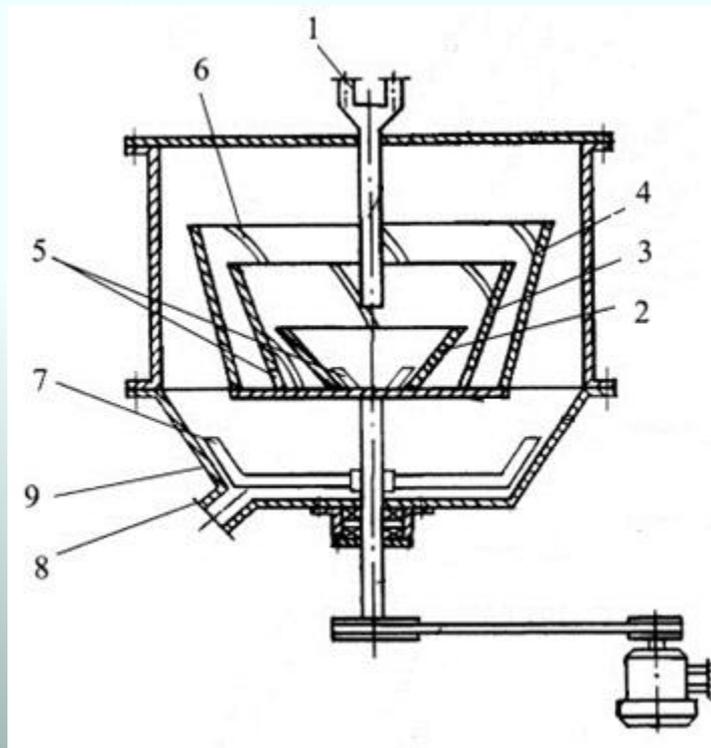
Недостатки:

- Большие проблемы с масштабированием планетарных мельниц связаны со знакопеременными нагрузками, которым подвергаются подшипники.
- Как и у всех шаровых мельниц, у планетарных очень высок намол шаров, который с интенсификацией процесса только увеличивается. Поэтому их предпочтительнее использовать на неабразивных материалах, а также там, где намол не критичен.

Планетарно-шнековый смеситель

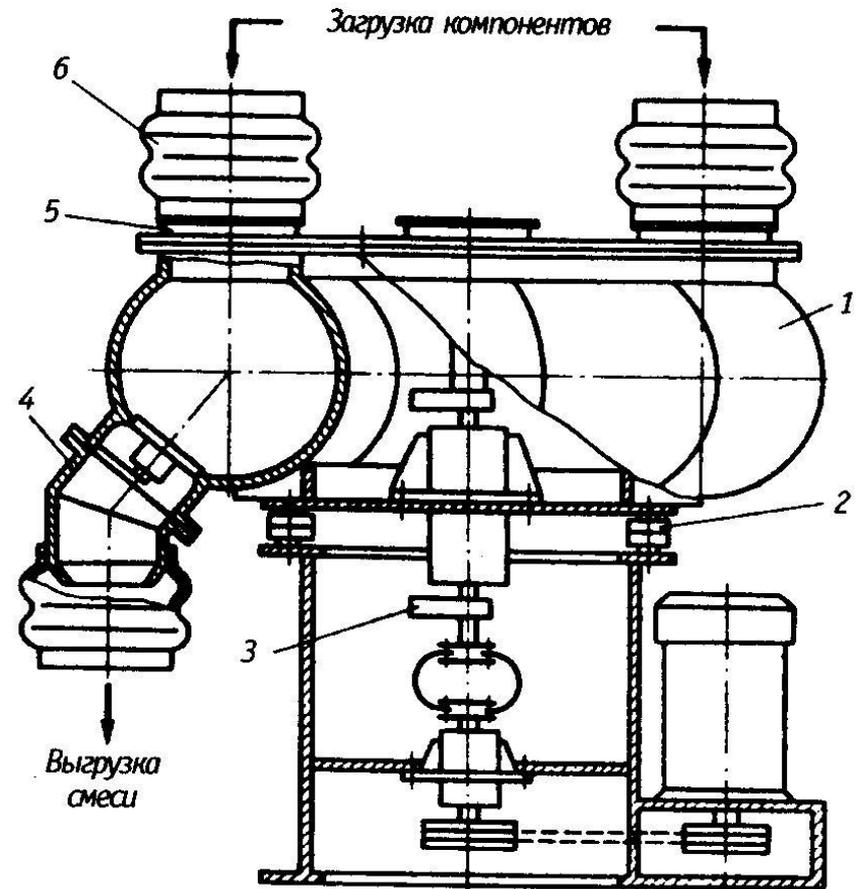
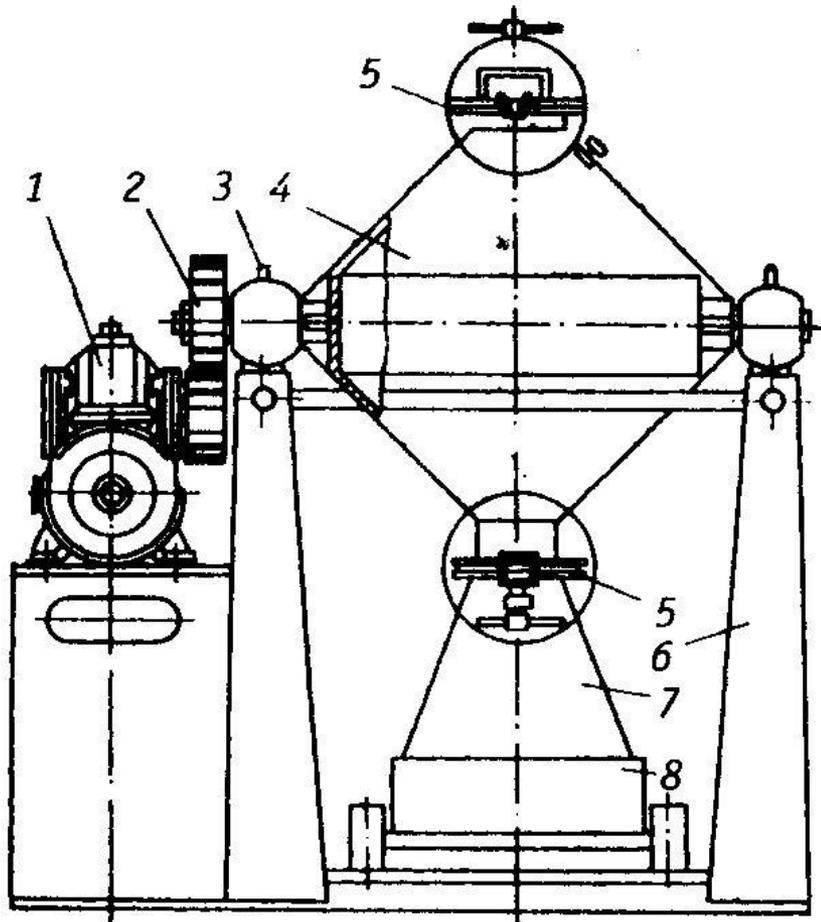


Центробежные смесители



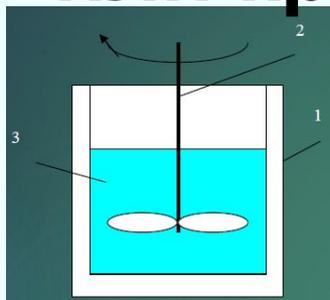
Сыпучие компоненты через загрузочные патрубки 1 попадают на днище вращающегося конуса 2. Под действием центробежной силы частицы материала ускоренно движутся от центра к периферии. Часть смешиваемых материалов проходит через окна 5, после чего попадает на поверхность среднего конуса 3, имеющего большую высоту и угол наклона образующей к основанию. Другая часть движется по образующей внутреннего конуса 2 и сбрасывается через верхнее основание на поверхность среднего, где происходит наложение основного и опережающего потоков. На среднем конусе 3 материалопоток разделяется на три части: первая, пройдя через окна 5, с опережением попадает на поверхность внешнего конуса 4; вторая (основная) движется по поверхности конуса и сбрасывается на поверхность последующего конуса; и третья часть потока, отражаясь от внутренней поверхности направляющих лопастей 6, возвращается к основанию среднего конуса. Смесь, пройдя внутренний 2 и средний 3 конусы, поступает на внешний конус 4. Компоненты под действием центробежной силы по внутренней поверхности конуса 4 смешиваются и часть из них выбрасывается через верхнее основание в пространство между ротором и корпусом, а другая часть, отражаясь от внутренней поверхности направляющих лопастей, вновь возвращается к основанию конуса. Далее смесь попадает на коническое днище 9, откуда разгрузочными лопастями 7 удаляется через патрубок 8.

Схемы смесителей

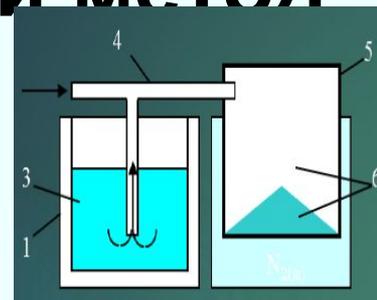


- Химическое смешивание обеспечивает высокую равномерность распределения компонентов, однако в практике порошковой металлургии не имеет широкого распространения в основном из-за неуниверсальности, так как зачастую не удается подобрать соответствующие растворы соединений требуемых металлов. Кроме того, химическое смешивание делает обязательным применением сушки, что усложняет и удорожает технологию.

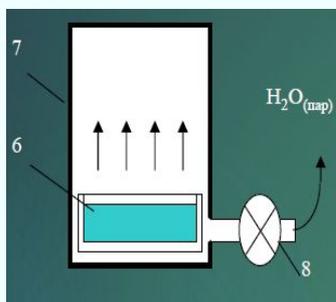
Термическое разложение смеси солей или криохимический метод



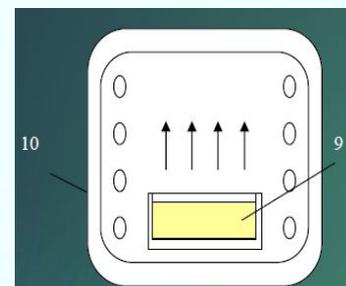
1. Приготовление водного раствора смеси солей



2. Распыление водного раствора смеси солей



3. Сублимационная сушка криогранул «лед-соль»



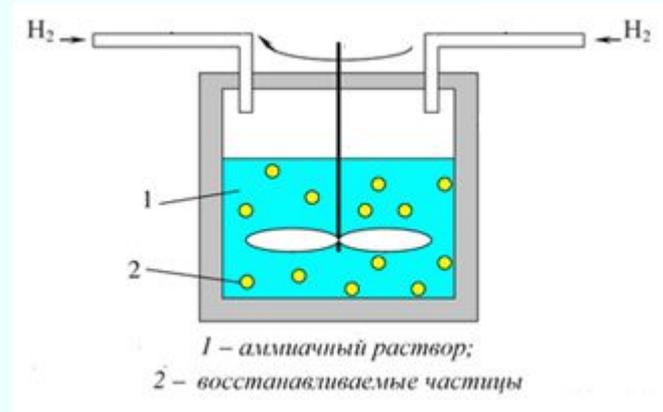
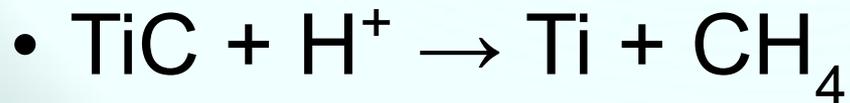
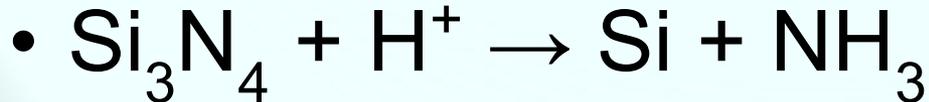
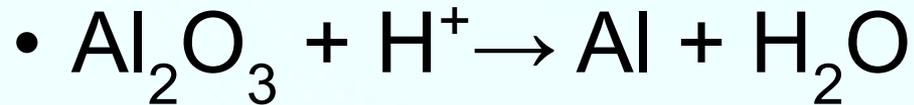
4. Термообработка смеси исходных солей

Технологические операции, используемые для получения композитной порошковой смеси Ni-Al₂O₃:

1 – емкость с водным раствором; 2 – пропеллерная мешалка; 3 – водный раствор смеси солей; 4 – магистраль сжатого воздуха; 5 – криокамера; 6 – криогранулы; 7 – вакуумная камера; 8 – форвакуумный насос; 9 – гранулы из солевой смеси; 10 – печь.

Водородное восстановление в растворе

- Температура раствора 120÷200 °С, давление водорода 4 МПа (40 атм), рН 10 ÷ 12 (щелочная среда).

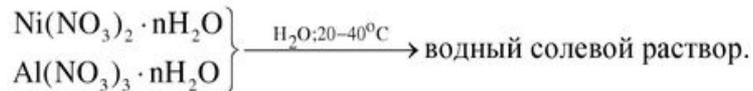


Химическое осаждение из растворов

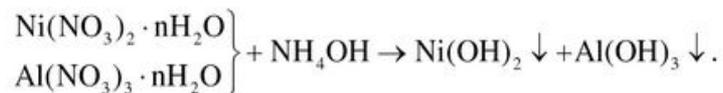
Химическое осаждение из растворов. Данный метод основан на выделении из водного раствора смеси солей нерастворимых осадков при приливании к нему раствора осадителя (например, осадки: гидроокиси, карбонаты, оксалаты; осадители: NH_4OH , NH_4CO_3 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ – соответственно). Осадки выпадают из раствора одновременно, их отфильтровывают из маточного раствора, промывают, обезвоживают и подвергают термообработке в окислительной газовой среде с последующим селективным восстановлением.

Рассмотрим технологические операции, обеспечивающие получение порошковой композитной смеси: алюмооксидные дисперсные частицы упрочнителя в никелевом матричном порошке:

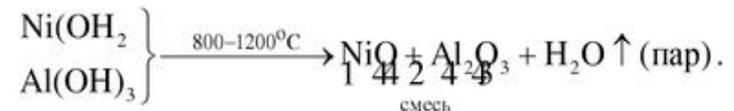
1. Приготовление водного раствора смеси солей (азотнокислые соли Ni и Al, взятые в заданном соотношении, растворяют в воде, получая солевой раствор):



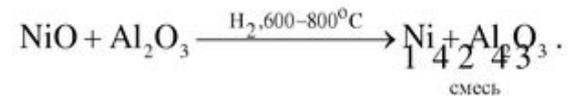
2. Приливание осадителя к водному солевому раствору:



3. Выделение смеси осадков из раствора и их термообработка на воздухе:



4. Селективное восстановление в результате термообработки смеси оксидов Ni и Al в водороде (Ni легко восстанавливается из NiO, а Al из Al_2O_3 не восстанавливается из-за повышенного сродства Al к кислороду):



Полученная композитная смесь на данном этапе представляет собой спек из агрегированных частиц, поэтому для получения дезагрегированного мелкодисперсного порошка требуется заключительная операция измельчения спека.