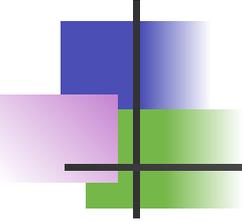


# Технологии и оборудование для производства твердых лекарственных форм

---

**Физико-химические и  
технологические свойства  
порошкообразных  
лекарственных субстанций**

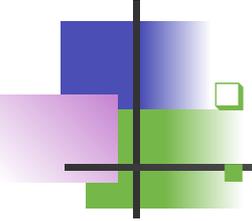


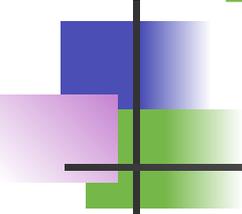
# Физико-химические и технологические свойства порошкообразных лекарственных субстанций

---

- В фармацевтической промышленности в качестве исходных материалов применяют сыпучие вещества в виде порошкообразных лекарственных субстанций или гранулированных форм и вспомогательные вещества, имеющие различные размеры частиц и обладающие рядом свойств.
- В процессе получения таблетированных лекарственных форм порошки проходят разные технологические стадии обработки — измельчение, просеивание, смешивание, грануляцию, увлажнение и прессование.
- На качество гранулята и таблеточной массы (а в конечном счете, на качество таблеток) оказывают влияние множество факторов, в том числе физико-химические и технологические свойства лекарственных субстанций, которые во многом определяют рациональный способ таблетирования.

# Физико-химические свойства

- 
- форма и размер частиц
  - ~~удельная, контактная и истинная поверхность частиц~~
  - смачиваемость
  - гигроскопичность
  - наличие кристаллизационной воды
  - растворимость
  - электрические свойства
  - реакционная способность
  - плотность
  - характер поверхности
  - силы адгезии (слипание на поверхности) и когезии (слипание частиц внутри тела)
  - поверхностная активность
  - температура плавления и др



# Технологические свойства

---

- **фракционный (гранулометрический) состав**
- **насыпная (объемная) плотность**
- относительная плотность
- пористость
- коэффициент уплотнения
- **сыпучесть (текучесть)**
- **прессуемость**
- сила выталкивания таблеток из матрицы
- **влажность**
- дисперсность и др

## Форма и размер частиц

- Фармацевтические субстанции являются полидисперсными порошками, обладают сложной формой и, как правило, значительной шероховатостью.

- Порошкообразные лекарственные вещества (субстанции) — это системы, имеющие частицы различных форм и размеров.

- У многих лекарственных субстанций частицы **анизодиаметрические** (несимметричные, разноосные). Они могут быть удлиненной формы (палочки, иголки) или пластинчатые (пластинки, чешуйки, листочки).

- Меньшая часть порошкообразных веществ имеет частицы **изодиаметрические** (симметричные, равноосные) — это шаровидные образования.

- Например, в ОАО «Химико-фармацевтический комбинат «АКРИХИН» проводились исследования образцов субстанций, которые показали, что все многообразие форм их кристаллов в плоскостной проекции может быть сведено к нескольким геометрическим фигурам:

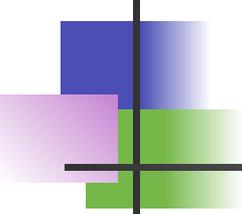
## Классификация субстанций по форме частиц доминирующей фракции

Форма частиц	Номер группы	Наименование субстанции	
Объемные частицы округлой формы (сферы, глобулы, глыбки, многогранники)	I	<b>Винпоцетин</b> Ранитидина г/х Пироксикам	Рутин Диазолин <b>Феназепам</b>
Пластины (плоские)	II	Натрия левотироксин <b>Синтомицин</b> Эналаприла малеат	<b>Верапамила г/х</b> <b>Индапамид</b> Гидрохлортиазид
Палочки	III	Метформин Карведилол <b>Флуоксетина г/х</b>	Пиразинамид <b>Лоратадин</b> <b>Изониазид</b>
Иголки	IV	<b>Аминазин</b> Ментол	Ломефлоксацина г/х
Пластинки (объемные)	V	<b>Ацикловир</b> <b>Галоперидол</b> <b>Лоперамида г/х</b>	<b>Аминалон</b> <b>Глибенкламид</b> Гексамидин
Призмы	VI	Метоклопрамида г/х <b>Анаприлин</b> <b>Пирацетам</b> Топирамат	Рisperидон Золпидема тартрат <b>Преднизолон</b> Протионамид

## Форма и размер частиц

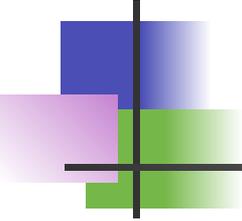
- При этом необходимо отметить, что некоторые порошки могут содержать кристаллы разных форм и их фрагменты: например, субстанция ацикловира наряду с частицами пластинчатой формы имеет фракции в форме палочек и призм, а порошок лоратадина содержит частицы в форме палочек, пластинок и многогранников округлой формы

# Форма и размер частиц

- 
- Принято считать, что наибольшее влияние на технологические свойства порошков оказывают доминирующие фракции, поэтому строгая характеристика линейных размеров и формы необходима именно для этих фракций.

## **От размера частиц субстанции зависят:**

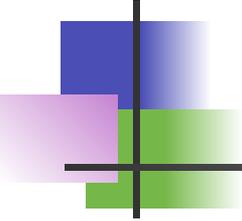
- выбор технологии получения таблеток,
- способ и оборудование при необходимости проведения грануляции,
- прочность и плотность полученных гранул и,
- соответственно, механические свойства самих таблеток,
- их распадаемость
- и растворение



# Влияние формы и размера частиц субстанций на технологические характеристики таблеточной массы

---

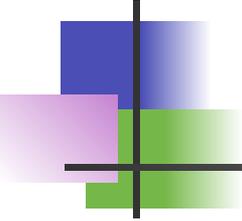
- Например, для производства таблеток-ядер **аминалона** необходима только мелкокристаллическая субстанция, а кристаллы аминалона размером 500—1000 мкм дают непрочные, рыхлые таблетки



# Влияние формы и размера частиц субстанций на технологические характеристики таблеточной массы

---

- Таблетированную лекарственную форму **карбамазепина** надлежащего качества методом грануляции в псевдоожиженном слое можно получить из микронизированной субстанции (до 20 мкм),
- а методом традиционной влажной грануляции — только из порошка с размером частиц от 50 до 300 мкм.

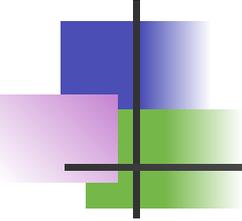


# Влияние формы и размера частиц субстанций на технологические характеристики таблеточной массы

---

- Для получения таблеток **ацикловира** с высоким показателем растворения нормируется **размер частиц субстанции** — не более 50 мкм.
- Установлено также, что и таблетки **глибенкламида** имеют хорошие показатели по растворению только при использовании микронизированного порошка.

# Влияние формы и размера частиц субстанций на технологические характеристики таблеточной массы

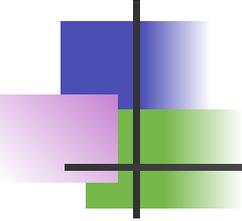


---

- Известно, что только вещества, принадлежащие к кубической системе, прессуются в таблетки непосредственно, т.е. прямым прессованием, без грануляции и вспомогательных веществ.

# Влияние формы и размера частиц субстанций на технологические характеристики таблеточной массы

- Поскольку прямое прессование все шире внедряется в фармацевтическое производство в связи с его явными экономическими преимуществами и появлением современных высокоскоростных таблеточных прессов с высокими усилиями прессования, особенно актуальными являются исследования, направленные на изучение и нормирование технологических и реологических параметров таблеточных смесей, а также их составляющих, т.е. действующих и вспомогательных веществ.
- Эти исследования особенно востребованы в настоящее время, когда резко возросло число фирм-поставщиков лекарственных субстанций, которые часто значительно отличаются от серии к серии по своим физико-химическим и технологическим показателям.



# Физико-химические свойства

---

- **Удельная поверхность** - площадь поверхности твердого вещества (порошка), отнесенная к единице массы или объема. Если вещество имеет пористую структуру, то учитывается суммарная площадь всех его пор.
- **Контактная поверхность** — поверхность, образуемая при соприкосновении между собой частиц порошка.
- **Истинная плотность** — это предел отношения массы препарата к его объему при нулевой пористости порошка.

# Физико-химические свойства

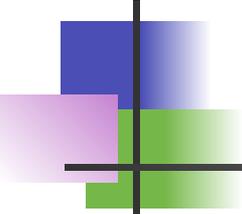
**Смачиваемость** — способность порошкообразных лекарственных веществ взаимодействовать с различными жидкостями (лиофильность), и прежде всего с водой (гидрофильность).

Визуально склонность поверхности порошков к смачиванию водой проявляется:

- полным смачиванием, при котором вода полностью растекается по поверхности порошка;
- частичным смачиванием, при котором вода частично растекается по поверхности;
- полным несмачиванием, при котором капля воды не растекается, сохраняя форму, близкую к сферической.

**Гидрофобные** (не смачиваемые водой) вещества могут хорошо смачиваться другими жидкостями, например органическими растворителями.

- **Смачиваемость лекарственных веществ важна для прогнозирования распадаемости таблеток.**
- В таблетки, полученные прессованием хорошо смачиваемых водой веществ, легко проникает вода, что ускоряет распадаемость таблеток.

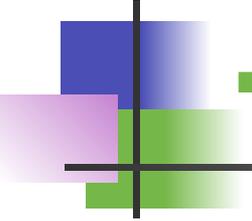


# Физико-химические свойства

---

- **Гигроскопичность** — свойство некоторых веществ поглощать водяные пары из воздуха. Если порошкообразная масса, подготовленная к таблетированию, обладает гигроскопичностью, то она начнет поглощать пары из воздуха и расплываться в поглощенной воде. Если субстанция сильно гигроскопична, это предопределяет применение вспомогательных веществ — **влагостимуляторов**.
- **Кристаллизационная вода** — вода, вовлекаемая в состав соли при ее кристаллизации (вода, содержащаяся в кристаллах, находящаяся в соединении с молекулами вещества в строго определенных количествах).
- Молекулы кристаллизационной воды определяют механические (прочность, пластичность) и термические (отношение к температуре среды) свойства кристалла и оказывают существенное влияние на поведение кристалла под давлением. **Явление «цементации» также тесно связано с наличием кристаллизационной воды в таблетлируемых субстанциях**

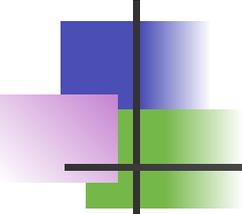
# Технологические свойства

- 
- **Фракционный (гранулометрический) состав** — распределение частиц порошка по размерам.

Фракционный состав оказывает определенное влияние:

- на степень сыпучести,
- на ритмичную работу таблеточных машин, на стабильность массы получаемых таблеток,
- точность дозировки  $L$   $V$ ,
- на качественные характеристики таблеток (внешний вид, распадаемость, прочность и др.).

# Технологические свойства



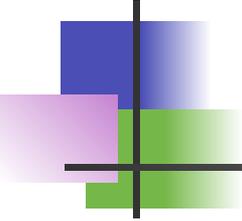
---

- **Насыпная (объемная) плотность** — масса единицы объема свободно насыпанного порошкообразного материала.

Является комплексной характеристикой, зависящей:

- от формы, распределения частиц по размерам
- плотности
- влажности
- дисперсности порошков
- их удельной поверхности
- **По значению насыпной плотности можно прогнозировать объем матричного канала таблеточной машины**

# Технологические свойства



---

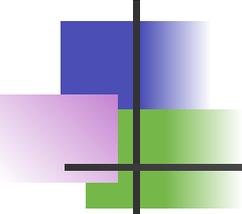
- В зависимости от насыпном плотности ( $\rho_n$ , кг/м<sup>3</sup>) различают порошки следующим образом:

$\rho_n > 2000$  кг/м<sup>3</sup> - весьма тяжелые

$2000 > \rho_n > 1100$  кг/м<sup>3</sup> –тяжелые

$1100 > \rho_n > 600$  кг/м<sup>3</sup> -средние

$\rho_n < 600$  кг/м<sup>3</sup> - легкие

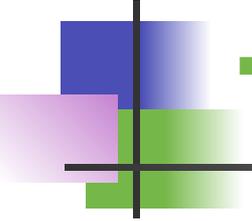


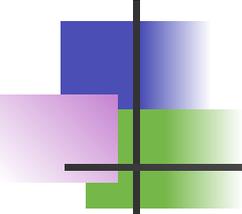
# Технологические свойства

---

- **Относительная плотность** — отношение насыпной (объемной) плотности к истинной плотности.
- **Пористость** — относительный объем свободного пространства (пор, пустот) между частицами порошка.  
**От этих объемных характеристик зависит способность порошка к сжатию под давлением.**
- **Коэффициент уплотнения (сжатия)** — отношение высоты слоя порошка в матрице к высоте полученной таблетки.

# Технологические свойства

- 
- При таблетировании наиболее важными технологическими свойствами лекарственных веществ являются **сыпучесть, прессуемость и сила выталкивания таблеток из матрицы**
  - **Сыпучесть (текучесть)** — способность порошкообразной системы высыпаться из емкости воронки или течь под силой собственной тяжести и обеспечивать равномерное заполнение матричного канала.
  - Сыпучесть (текучесть) порошков является комплексной характеристикой, определяемой целым рядом факторов: **дисперсностью и формой частиц, влажностью масс, гранулометрическим составом, а также коэффициентами межчастичного и внешнего трения**



# Технологические свойства (сыпучесть)

---

- Эта технологическая характеристика может быть использована при выборе технологии таблетирования.
- Порошкообразные смеси, **содержащие 80-100% мелкой фракции (размер частиц меньше 20 мкм)**, плохо дозируются, поэтому необходимо проводить направленное укрупнение частиц таких смесей, т. е. **грануляцию**.
- **Если мелкой фракции содержится до 15 %, возможно использование метода прямого прессования**

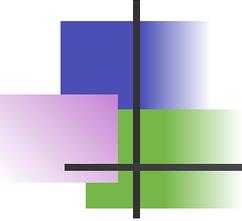
# Технологические свойства

- **Прессуемость** — способность частиц порошка к когезии под давлением, т.е. способность частиц под влиянием сил электромагнитной природы (молекулярных, адсорбционных, электрических) и механических зацеплений к взаимному притяжению и сцеплению с образованием устойчивой прочной прессовки.
- Прессуемость может быть оценена по прочности таблетки на сжатие. Прессуемость характеризуется прочностью модельной таблетки после снятия напряжения. Чем лучше прессуемость порошка, тем выше прочность таблетки. Если прессуемость низкая, таблетка получается непрочной, а иногда и полностью разрушается при выталкивании из матрицы.

# Технологические свойства (прессуемость)

- Прочность таблеток в определенной степени определяет технологию проведения процесса грануляции и таблетирования. Установлено, что для веществ с прочностью таблеток:
  - выше 7 кг/см<sup>2</sup> (**120 Н**) применяются чистые растворители для процесса грануляции; если же это крупнодисперсные порошки с хорошей сыпучестью, то они прессуются непосредственно, т.е. прямым прессованием;
  - при 4—7 кг/см<sup>2</sup> (**30-120 Н**) достаточно применения обычных связующих веществ;
  - при 1-4 кг/см<sup>2</sup> (**17-30 Н**) необходимо применение высокоэффективных связующих веществ.

# Технологические свойства

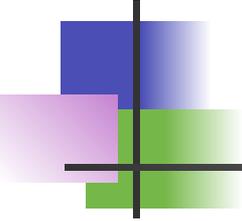


---

- **Сила выталкивания таблеток из матрицы.** Для выталкивания запрессованной таблетки из матрицы требуется затратить силу, чтобы преодолеть трение и сцепление между боковой поверхностью таблетки и стенкой матрицы.
- С учетом величины силы выталкивания прогнозируют добавки антифрикционных **(скользящих или смазывающих)** веществ.

## Размер частиц и технологические характеристики субстанций округлой формы (более 100 мкм)

Наименование субстанции	Фракционный состав, мкм	Прессуемость кгс	Сыпучесть г/с	Объемная плотность до и после уплотнения, г/мл
Ранитидина г/х	до 125      6% 125-180      9% <b>180-250      27,4%</b>	2,5±0,3	9,0±0,4	0,681
Карбамазепин	до 90      17,0% 90-250      38,7 % <b>250-500      44,5 %</b>	1,8±0,14	9,0±0,3	0,621 0,769
Феназепам	<b>до 90      37,0 %</b> 90-180      17,0% 180-250      16,0%	2,8±0,11	8,0±0,2	0,670 0,757

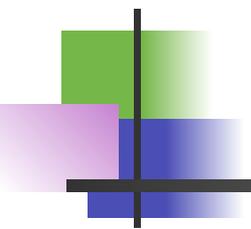


---

Как видно из табл. порошки с частицами округлой формы с основным размером частиц более 100 мкм (ранитидин г/хл, карбамазепин, феназепам) обладают высокой (8—9 г/с) сыпучестью, высокой объемной плотностью до и после уплотнения, но незначительной прессуемостью и небольшим коэффициентом уплотнения.

Феназепам имеет несколько меньшее значение сыпучести (8 г/с), вероятно, потому, что содержит больше мелких фракций и не содержит частицы размером более 250 мкм, которые присутствуют в ранитидине и карбамазепине.

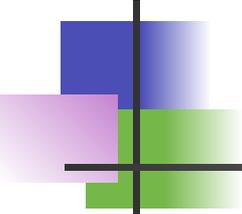
Это еще раз доказывает тот факт, что чем мельче частицы, тем ниже сыпучесть .



# Технологии и оборудование для производства твердых лекарственных форм

---

Технологические операции  
производства порошков и  
применяемое оборудование



# Технологические операции производства порошков и применяемое оборудование

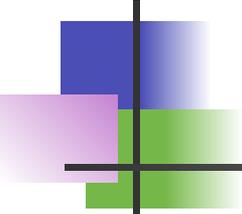
---

Технологическая схема производства порошков включает следующие операции:

- **измельчение**
- **просеивание**
- **смешивание** (при изготовлении сложных порошков)
- **дозирование (фасовка)**
- **упаковка.**

Необходимость выполнения тех или иных технологических операций зависит от рецептурной прописи, медицинского назначения и вида исходных препаратов.

# Измельчение

- 
- Под **измельчением** понимается механический процесс деления кусков твердых веществ на более мелкие или превращение их в порошок, в результате чего значительно увеличивается поверхность обрабатываемого материала, что позволяет значительно ускорить растворение лекарственных веществ.

Цели измельчения состоят в следующем:

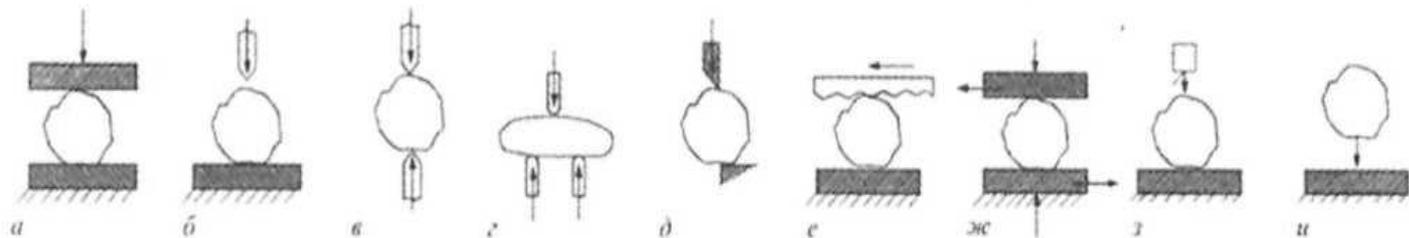
- обеспечить быстрый терапевтический эффект за счет уменьшения размера частиц и увеличения количества вещества (Если в ГФ нет указаний о степени измельчения конкретных порошков, то должны готовиться наимельчайшие порошки);
- получить равномерную порошковую смесь;
- обеспечить точность дозирования при разделении массы порошка на отдельные дозы;
- получить полуфабрикат, используемый предприятием для изготовления растворов, экстрактов, таблеток

В зависимости от размера частиц исходного материала различают **дробление** (измельчение крупных кусков материала) и **размол** (порошкование — измельчение мелких частиц).

# Измельчение

Одна из задач процесса измельчения состоит в **достижении оптимального размера частиц**, учитывая:

- свойства исходных веществ и их структуру;
- применение правил измельчения и технологических приемов;
- время измельчения (устанавливается экспериментально).



**Рис. 4.2.** Способы измельчения материалов:

*a* – раздавливание; *б, в* – раскалывание; *г* – разламывание; *д* – резание; *е* – распиливание; *ж* – истирание; *з* – жесткий удар; *и* – свободный удар

# Классы дробления и размола

Вид дробления	Оборудование	Пределы дробления	Применяемые усилия
Крупное дробление	Щековые конусные дробилки	От 1500 мм до 300-100 мм	Раздавливающие и раскалывающие усилия
Мелкое дробление	Валковые ударно-центробежные мельницы	От 100 мм до 10-12 мм (10 000 мкм)	
Тонкое измельчение	Барабанные кольцевые мельницы	От 10-12 мм до 2-0,0075 мм (7,5 мкм)	Раздавливающие, ударные и истирающие усилия
Сверхтонкое измельчение	Вибрационные струйные коллоидные мельницы	От 10-0,1 мм до $75 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ (0,1 мкм)	

# Измельчение

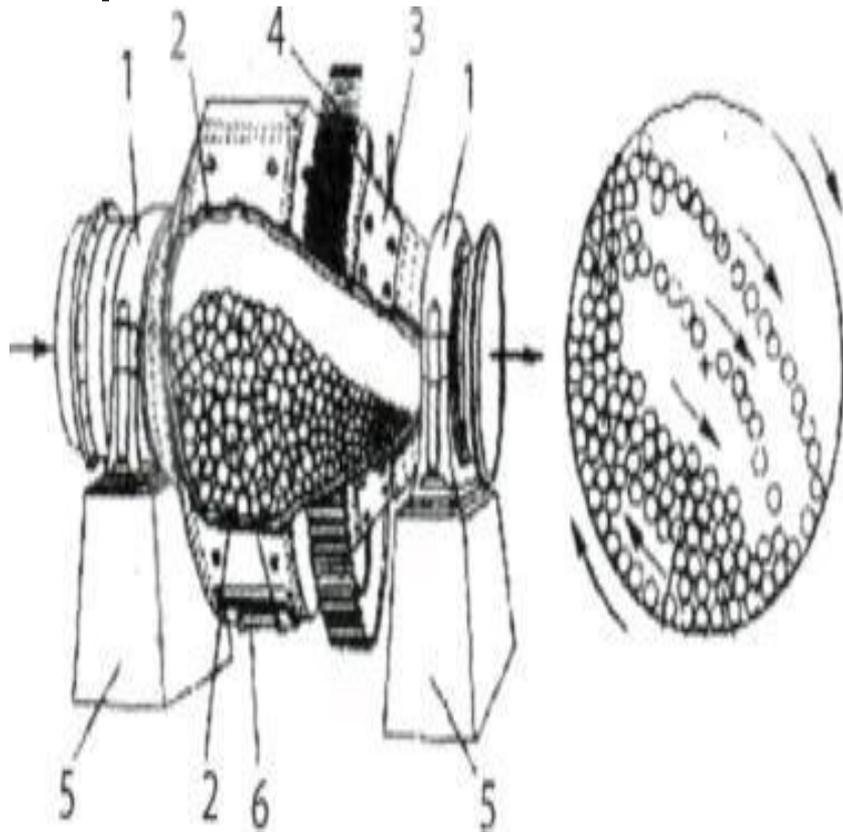
- **Измельчение** осуществляют по двум основным схемам — в **открытом** и **замкнутом** циклах.

Если измельчение проводят по первой схеме, то материал проходит через мельницу только один раз.

При работе в замкнутом цикле основная часть материала проходит через мельницу многократно, т.е. материал с размерами частиц больше допустимого возвращается на повторное измельчение.

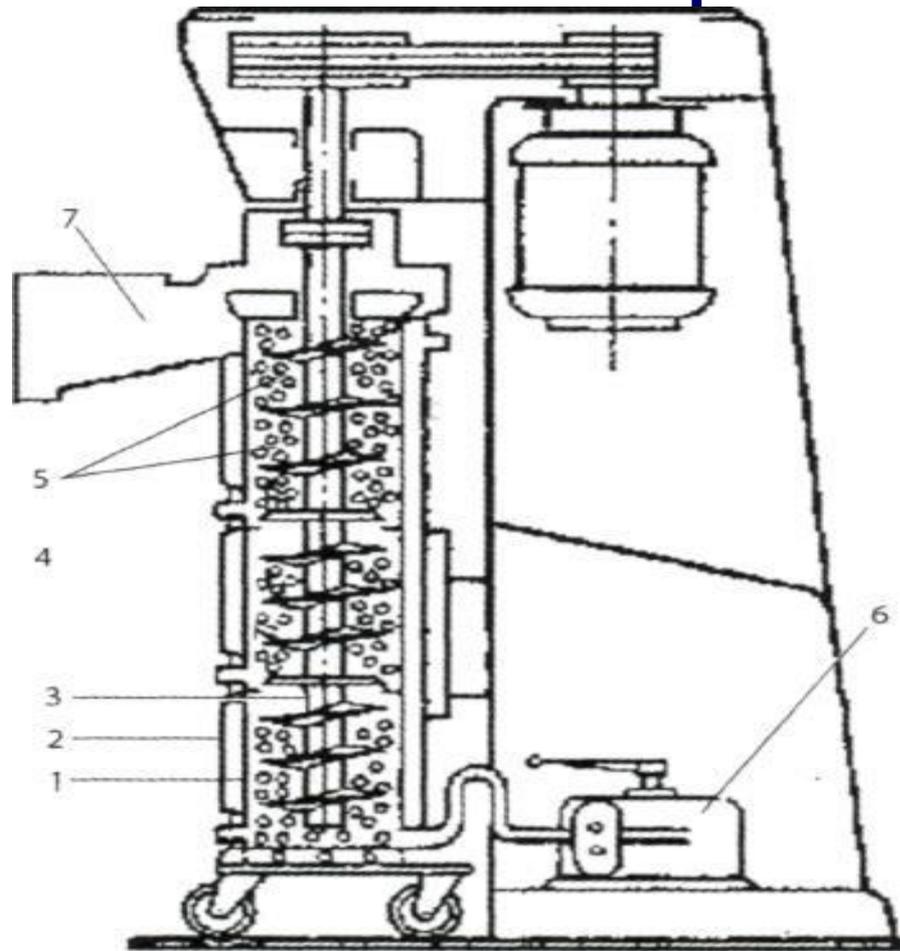
Дробление в замкнутом цикле позволяет значительно повысить производительность агрегата и получить более равномерный по размеру частиц материал.

# Шаровая мельница периодического действия



- Состоит из вращающегося закрытого барабана (фарфорового или металлического), внутри которого размещены стальные или фарфоровые дробящие шары
- Мельница герметично закрыта со всех сторон и имеет только один загрузочно-разгрузочный плотно закрывающийся люк б.
- После загрузки барабана шарами и измельчаемым материалом мельница приводится во вращательное движение.
- **Измельчение материала происходит за счет ударного воздействия (шаровая насадка падает на измельчаемый материал), истирания и частично раздавливающего воздействия.**
- Достоинства - простота конструкции и эксплуатации, отсутствие распыления порошка при работе
- **Недостатки- неоднородность конечного продукта, требуются дополнительные операции по просеву**

# Стержневая мельница



Вертикальная шаровая мельница: 1- цилиндрический сосуд; 2- рубашка для водяного охлаждения или нагрева; 3- вал; 4- диски; 5- насадка; 6- насос; 7- патрубок

По конструкции близка к шаровой, но отличается формой мелющих тел, которые представляют собой стальные стержни диаметром 40—100 мм и длиной на 25—50 мм меньше барабана.

Стержни соприкасаются с материалом во многих точках и в первую очередь дробят крупные частицы, защищая от переизмельчения мелкие. Поэтому продукт в стержневой мельнице получается более однородным по размеру, чем в шаровой.

Принцип работы вертикальной шаровой мельницы заключается в следующем: измельчаемое вещество загружается при помощи насоса 6, при вращении ротора твердые частицы материала измельчаются в результате трения о мелющие тела и друг о друга. Готовый продукт выходит через патрубок 7 в верхней части цилиндра

# Оборудование для измельчения



Рис.4.5. Сборный измельчитель GF-300A

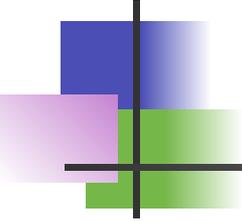
- Сборный измельчитель GF-300A, применяемый в современной фармацевтической промышленности, состоит из следующих составных деталей: измельчителя, пылесборника и сборника для сырья.
- Принцип работы заключается в следующем: после загрузки в бункер сырье попадает между фиксированными и подвижными зубчатыми дисками, которые вращаются с высокой скоростью. Сырье превращается в порошок посредством пульсирующего бурления, резки, растирания, а также посредством сталкивания гранул различного размера.

# Оборудование для измельчения



Струйная мельница CGS

- В струйной мельнице CGS немецкой компании NETZSCH энергия измельчения образуется за счет подачи газовых струй через горизонтально встроенные воздушные сопла
- Газовые струи создают псевдооживленный слой, в котором частицы ускоряются за счет газовой струи. При движении в центр и в самом центре камеры частицы сталкиваются с другими частицами, движущимися медленнее, и таким образом происходит измельчение. Появляющийся в центре камеры воздух «транспортирует» частицы к классификатору, который в свою очередь отсеивает слишком грубые частицы и пропускает только частицы, которые по параметрам соответствуют настройкам, таким как число оборотов классификатора и количество воздуха
- При помощи струйной мельницы CGS возможно достичь дисперсности частиц в диапазоне 2—70 мкм. Желаемая дисперсность устанавливается через вращающийся классификатор



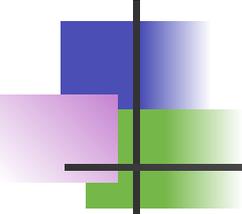
# Смешивание

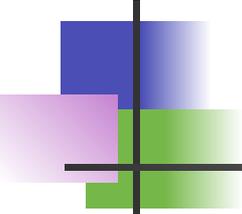
---

После операций измельчения и просеивания следует смешивание, цель которого - получение однородной смеси порошков. Смешивание, как правило, проводят параллельно с измельчением. Это приводит к выравниванию размеров частиц и получению более однородной массы.

Если в смесь входит компонент в небольшом количестве, то для повышения равномерности распределения необходимо дополнительное измельчение его частиц. **При этом чем меньше концентрация его в смеси, тем мельче должны быть частицы этого ингредиента**

# Смешивание

- 
- Если к большому количеству веществ добавить незначительное количество **ядовитого или сильнодействующего ингредиента**, то сначала необходимо последнее вещество тщательно смешать с одним из ингредиентов или индифферентным порошкообразным веществом. Сначала в смеситель загружают вещество, которое имеется в наибольшем количестве, а затем к нему прибавляют приготовленную смесь с ядовитым или сильнодействующим веществом, после чего производят тщательное перемешивание.
  - В некоторых случаях вещества, входящие в состав смеси в небольших количествах, рациональнее растворить. Полученный раствор смешивают с остальными веществами.



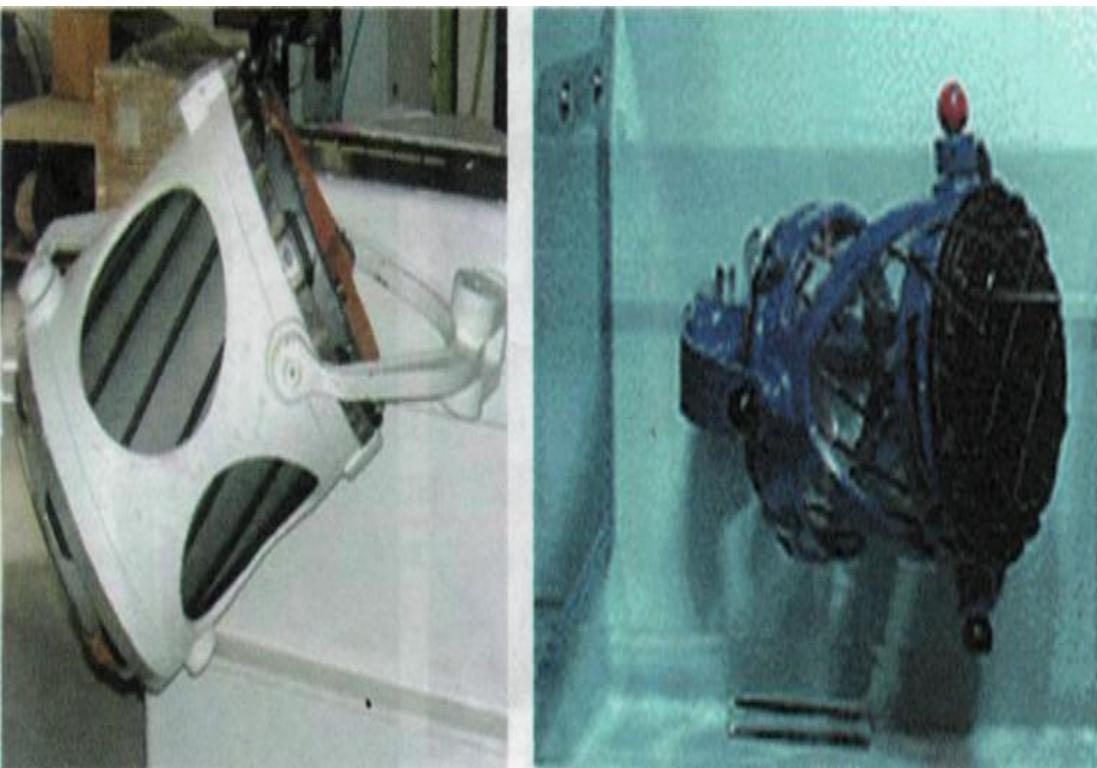
# Смешивание

---

- Качество смешивания зависит от зернистости, формы частицы, распределения частиц по размеру, сыпучести, плотности и концентрации компонентов.  
Например, **если смешиваются частицы, различающиеся по размеру или плотности, то процесс проходит стадию агрегации, частичного расслоения смеси.** Смешивание проводят до тех пор, пока масса приготавливаемого порошка не будет однородной при рассматривании невооруженным глазом.
- При приготовлении сложных порошков смешивание ведут в дезинтеграторах и шаровых мельницах, в которых возможно проводить процесс измельчения и смешивания параллельно.
- Наряду с этим для смешивания используются смесители различных конструкций, представленные ниже:

# Оборудование для смешивания

## Барабанный смеситель

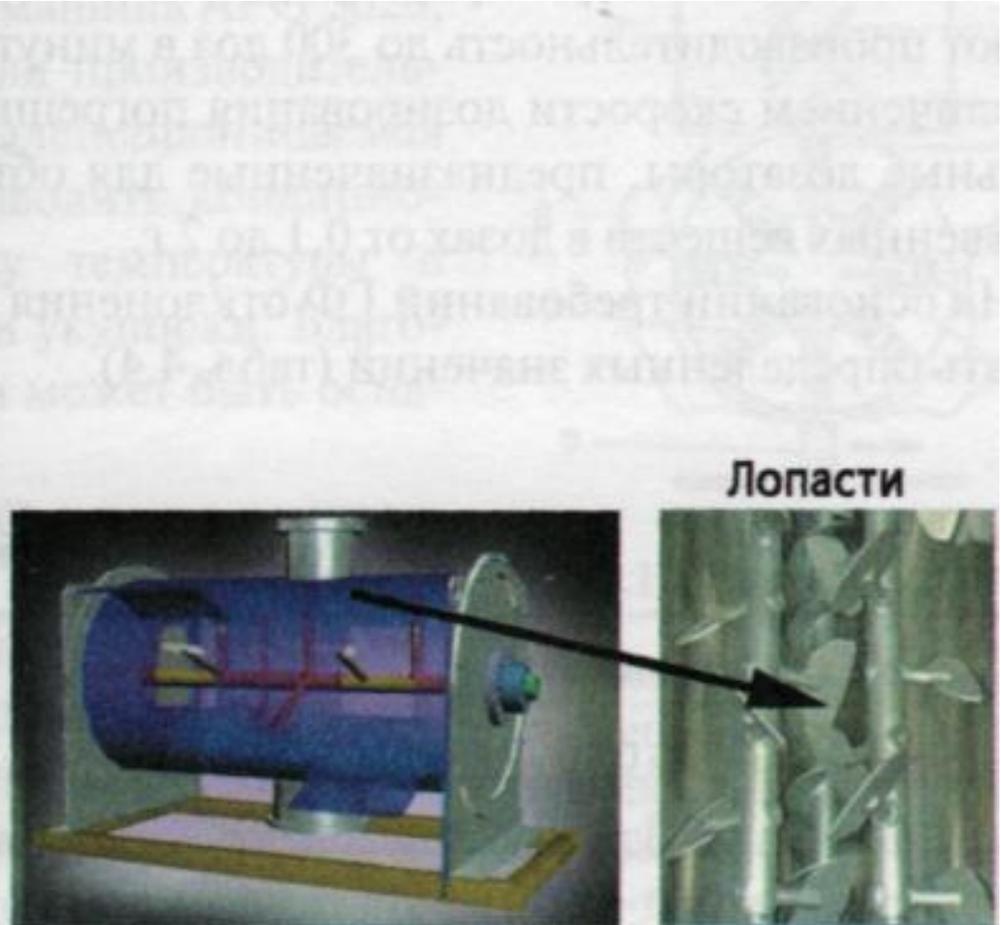


■ Внешний и внутренний вид

- Для увеличения эффективности перемешивания внутри барабанов **на внутренние поверхности стенки устанавливаются насадки в виде различных перегородок, полок или винтовой спирали.** Смесительный барабан представляет собой емкость, внутри которой имеются **отбойники**, способствующие перемешиванию и рыхлению смешиваемых материалов. Загрузка и выгрузка осуществляются через люк. Смеситель вращается вокруг горизонтальной оси со скоростью 28 об./мин

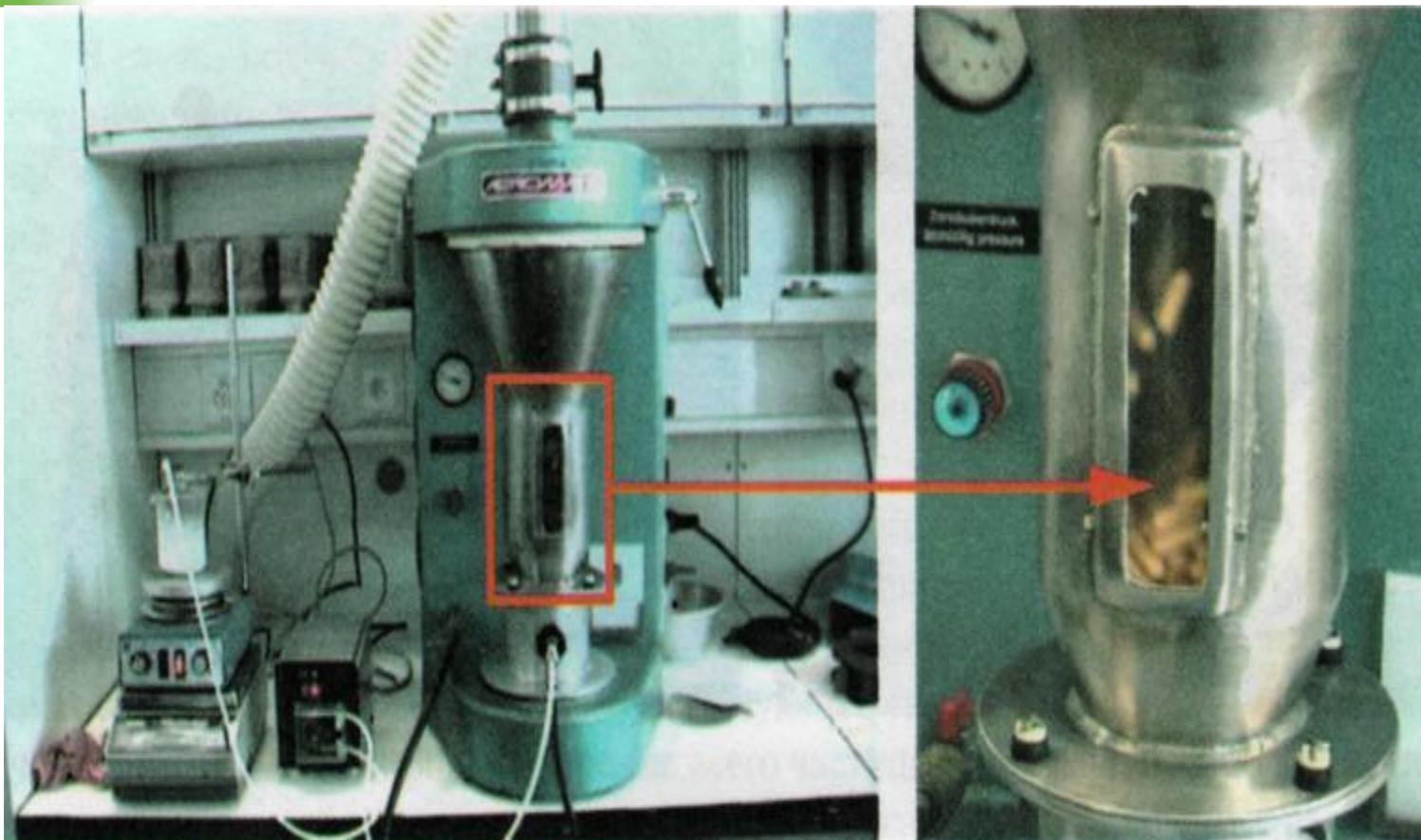
# Оборудование для смешивания

## Лопастные смесители различных конструкций

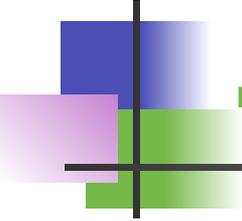


# Оборудование для смешивания

## Пневматический смеситель



# Дозирование

- 
- **Дозирование (фасовка)** порошков производится с помощью специальных дозаторов, в основном **шнековых и вакуумных**, работающих по объемному принципу.
  - Объемные дозаторы просты в устройстве, несложны в эксплуатации, обеспечивают производительность до 300 доз в минуту.
  - С уменьшением дозы препарата и увеличением скорости дозирования погрешность возрастает.
  - Используют специальные дозаторы, предназначенные для объемного дозирования сыпучих лекарственных веществ в дозах от 0,1 до 2 г.

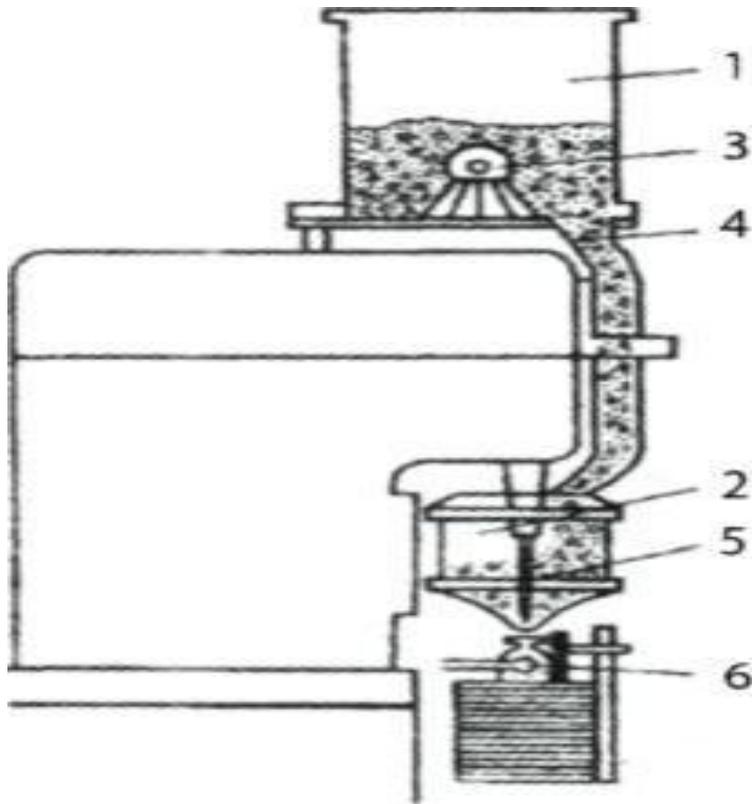
# Дозирование порошков

- На основании требований ГФ XII отклонения в массе порошков не должны превышать определенных значений

допустимые отклонения массы порошков	
Масса порошка, г	Допустимые отклонения
До 0,10	$\pm 15$
0,11-0,30	$\pm 10$
0,31-1,00	$\pm 5$
Свыше 1,00	$\pm 3$

# Оборудование для дозирования порошков

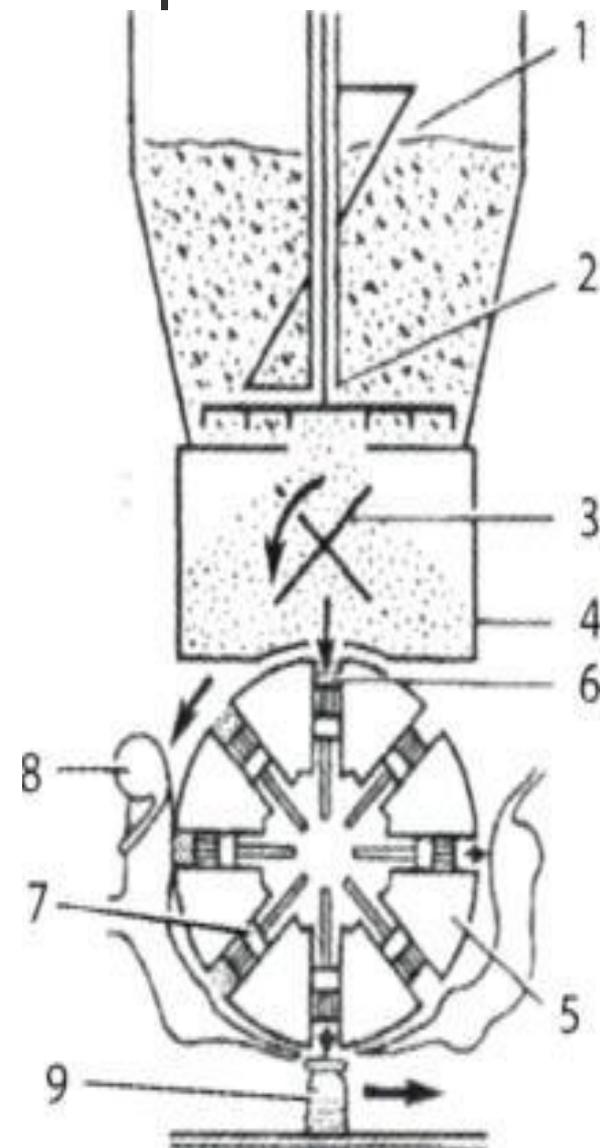
## Шнековый дозатор



- **Принцип работы:** порошок загружают в бункер 1, загруженный порошок с помощью регулятора подается направляющей мешалкой 3 через дроссельный клапан 4 вниз в загрузочную воронку 2, в которой поддерживается уровень порошка. Процесс дозирования осуществляется в подготовленный флакон 6 поворотом вертикального дозирующего шнека 5.

# Оборудование для дозирования порошков

## Камерный вакуумный дозатор



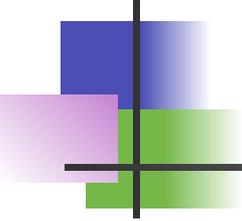
- **Принцип работы:** фасуемый порошок подается в загрузочную воронку 1.
- Мешалки 2 и 3, вращающиеся соответственно вокруг вертикальной и горизонтальной осей, обеспечивают равномерное распределение порошка в наполнительной камере 4.
- В роторе 5, замыкающем низ наполнительной камеры, расположены восемь дозирочных отверстий 6.
- Из центра колеса в эти отверстия установлены на резьбе дозирующие поршни 7, определяющие объем наполнения.
- Ротор периодически, после каждого цикла, поворачивается на 1/8 его объема, дозирочные отверстия устанавливаются над наполнительной камерой, при этом порошок всасывается в находящиеся под вакуумом отверстия.
- После двух циклов наружная **поверхность наполнительного колеса очищается ракелем 8, а избыток порошка отсасывается.**
- Дальнейшие два цикла переводят ротор в положение совмещения с отверстием горловины подготовленного флакона 9.
- Порошок высыпается во флакон под воздействием короткого импульса сжатого воздуха

# Оборудование для дозирования порошков

## Машина для рассыпки стерильных порошков, производительностью 320 флаконов в минуту (*Bosch*).



- Пыленепроницаемая защита машины позволяет производить кондиционирование воздуха (регулировку температуры и влажности) в зонах дозирования и укупорки
- С помощью вакуума порошок засасывается в дозировочную камеру и затем с помощью стерильного сжатого воздуха выдувается обратно во флакон. После каждого дозирования камера очищается сжатым воздухом.
- Точность дозирования вакуумным методом в 2-3 раза превышает точность дозирования с использованием других технологий, таких как, например, шнековое дозирование
- Фирма *Bosch* разработала систему контроля в процессе производства, которая непрерывно контролирует массу наполняемого порошка и на основании результатов взвешивания автоматически регулирует объем дозирования.
- В случае отклонения хотя бы одной из доз от допустимых параметров флакон выбраковывается, и система автоматически переключается на стопроцентный контроль в процессе производства.



# Упаковка порошков

---

- Порошки упаковывают в следующие материалы:
- *Капсулы бумажные (проклеенная бумага, воощеная и парафиновая бумага, пергаментная бумага)*
- *Целлофан*
- *Флаконы с притертыми пробками*
- *Пакеты «Саше» (от франц. «мешочек»)*
- *Капсулы желатиновые*