



**Медицинский институт**

**Кафедра фармакологии, клинической фармакологии и  
фармации**



**ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

# **ЛЕКЦИЯ ТЛФ ТАБЛЕТКИ, ДРАЖЕ Часть 2**

**Лектор:**

Доцент кафедры фармакологии, клинической  
фармакологии и фармации кандидат  
фармацевтических наук

***Карасев Михаил Михайлович***



## Основные технические требования (обуславливающие ЛФ):

- точность дозирования – однородность (равномерность) распределения действующего вещества в таблетке; а также правильность веса таблетки;
- механическая прочность. Твердость, ломкость, хрупкость характеризуют качество таблеток. Таблетки должны обладать достаточной прочностью, чтобы оставаться неповрежденными при механических воздействиях в процессе упаковки, транспортировки и хранения.
- Распадаемость – способность распадаться или растворяться в сроки, регламентируемые НД.

### Факторы влияющие на точность дозирования

- однородность таблетированной массы (обеспечивается тщательным перемешиванием ЛВ и ВВ для равномерного распределения их в общей массе)
  - По содержанию действующих веществ
  - По форме частиц - влияет на компактность размещения в матрице
  - По размеру частиц (дисперсность) – влияет на расслаивание
- Скорость и точность заполнения матрицы (необходимо сочетание определенных свойств прессуемого материала)
- **Гранулирование** – процесс превращения порошкообразного материала в частицы (зерна) определенной величины. Гранулирование улучшает сыпучесть, обеспечивает равномерную скорость поступления в матричное гнездо строго определенного количества таблетированной массы.

## Факторы влияющие на механическую прочность

- взаимосцепляемость частиц
- механизм превращения сыпучего материала, в твердое тело – таблетку
  - Уплотнение таблетлируемой массы за счет смещения частиц друг относительно друга и заполнения пустот для проявления сил межмолекулярного и электростатического взаимодействия (расстояние  $10^{-6}$  -  $10^{-7}$  см).
  - интенсивное уплотнение материала за счет пластичности материала и различных видов деформаций – образование компактного пористого тела с достаточной механической прочностью.
  - объемное сжатие образовавшегося компактного тела.
- Давление прессования
  - Жесткое – в ударных таблеточных машинах (сильный разогрев таблетки за счет перехода механической энергии в тепловую – возможно сплавление веществ и цементация).
  - Прогрессивное ( нарастает постепенно) – в ротационных таблеточных машинах, обеспечивает более длительное воздействие давления на таблетлируемую массу. Чем дольше, тем полнее удаляется воздух, который после снятия давления, расширяясь, не сможет оказать разрушающее влияние на таблетки. Так же ослабляется разогревание таблетки у поверхности.
- Высокое давление плохо влияет на качество таблеток и способствует износу таблеточных машин.
- Для снижения давления прессования при гранулировании вводят ВВ обладающие большим дипольным моментом и обеспечивающие сцепляемость частиц при сравнительно небольших давлениях.
  - Вода, обладая достаточным дипольным моментом, являясь «мостиком» между ними.
  - растворы крахмала, желатина и др (для трудно растворимых и нерастворимых ЛВ)

## Факторы влияющие на распадаемость

- Степень прочности - При достаточной механической прочности необходимо обеспечить хорошую распадаемость таблетки.
- Количество и характеристики связывающих веществ. Таблетки должны содержать их столько, сколько необходимо для достижения требуемой прочности;
- давление прессования: чрезмерное давление ухудшает распадаемость таблетки;
- количество разрыхляющих веществ, способствующих распадаемости таблеток.
  - по физической структуре таблетки представляют собой пористое тело; при погружении их в жидкость, последняя проникает во все капилляры, пронизывающие толщу таблетки. Если в таблетке будут иметься хорошо растворимые добавки, то они будут способствовать быстрой распадаемости ее. (сухой крахмал, МЦ)

# Основные группы ВВ для таблетирования

- **Наполнители** – это вещества, для придания таблетке определенной массы (если ЛВ 0,01 – 0,001г)

сахароза, лактоза, глюкоза, натрия хлорид, крахмал, натрия гидрокарбонат и др.

Наполнители, обладающие хорошей сыпучестью и прессуемостью, используются для прямого прессования. Они не являются инертными формообразователями, а в значительной степени определяют скорость высвобождения, скорость и полноту всасывания лекарственного вещества, а также его стабильность.

- **Разрыхлители** – вводят в состав таблетлируемых масс с целью обеспечения их быстрого механического разрушения в жидкой среде (воде или желудочном соке), что необходимо для высвобождения и последующего всасывания ЛВ.
  - разрывающие таблетку после набухания при контакте с жидкостью; кислота альгиновая и ее натриевая соль, амилопектин, МЦ, натриевая соль КМЦ, агар-агар, трагакант, ПВП
  - улучшающие смачиваемость и водопроницаемость таблетки и способствующие ее распаденю и растворению; - немоногенные ПАВ – твины (0,2%), крахмал
  - обеспечивающие разрушение таблетки в жидкой среде в результате газообразования (к-та лимонная или виннокаменная +  $\text{NaHCO}_3$ ; к-та лимонная +  $\text{CaCO}_3$  - «шипучие» таблетки

- Связывающие вещества вводятся в сухом виде или в гранулирующем растворе в состав масс для таблетирования при гранулировании для обеспечения прочности гранул и таблеток.
  - При сухом гранулировании добавляют небольшое количество (целлюлоза или ПЭГ).
  - При влажном гранулировании:
    - если требуется небольшое количество увлажнителя, то связывающие вещества вводят в смесь в сухом виде,
    - если количество увлажнителя большое, то связывающее вещество вводят в виде раствора. Растворимость связывающего вещества также оказывает влияние на выбор способа его введения..
- чистые растворители (вода, этанол); природные камеди (акация, трагакант), желатин, сахар (сироп 50 – 67%), крахмальный клейстер, производные целлюлозы, кислоту альгиновую и ее соли
  - с увеличением концентрации раствора связывающих веществ ухудшается распадаемость таблеток и скорость высвобождения ЛВ (крахмальный клейстер, Na КМЦ, ПЭГ и желатин).
  - увеличение количества ПВП и альгината натрия улучшает высвобождение ЛВ.
  - для каждого таблетлируемого материала целесообразно подбирать оптимальный количественный и качественный состав связывающих веществ, чтобы, получив наилучшие механические свойства гранулята и таблеток, обеспечить в то же время требуемую их распадаемость и скорость высвобождения лекарственного вещества.

- **скользящие вещества**

- парафин, гидрированные растительные жиры и масло-какао - до 2%, стеараты кальция и магния, чистая стеариновая кислота ( $\leq 1\%$ ).
- Тальк (не более 3%, т.к. раздражает слизистые оболочки), крахмал и твин-80.

По функциям скользящие вещества 3 группы:

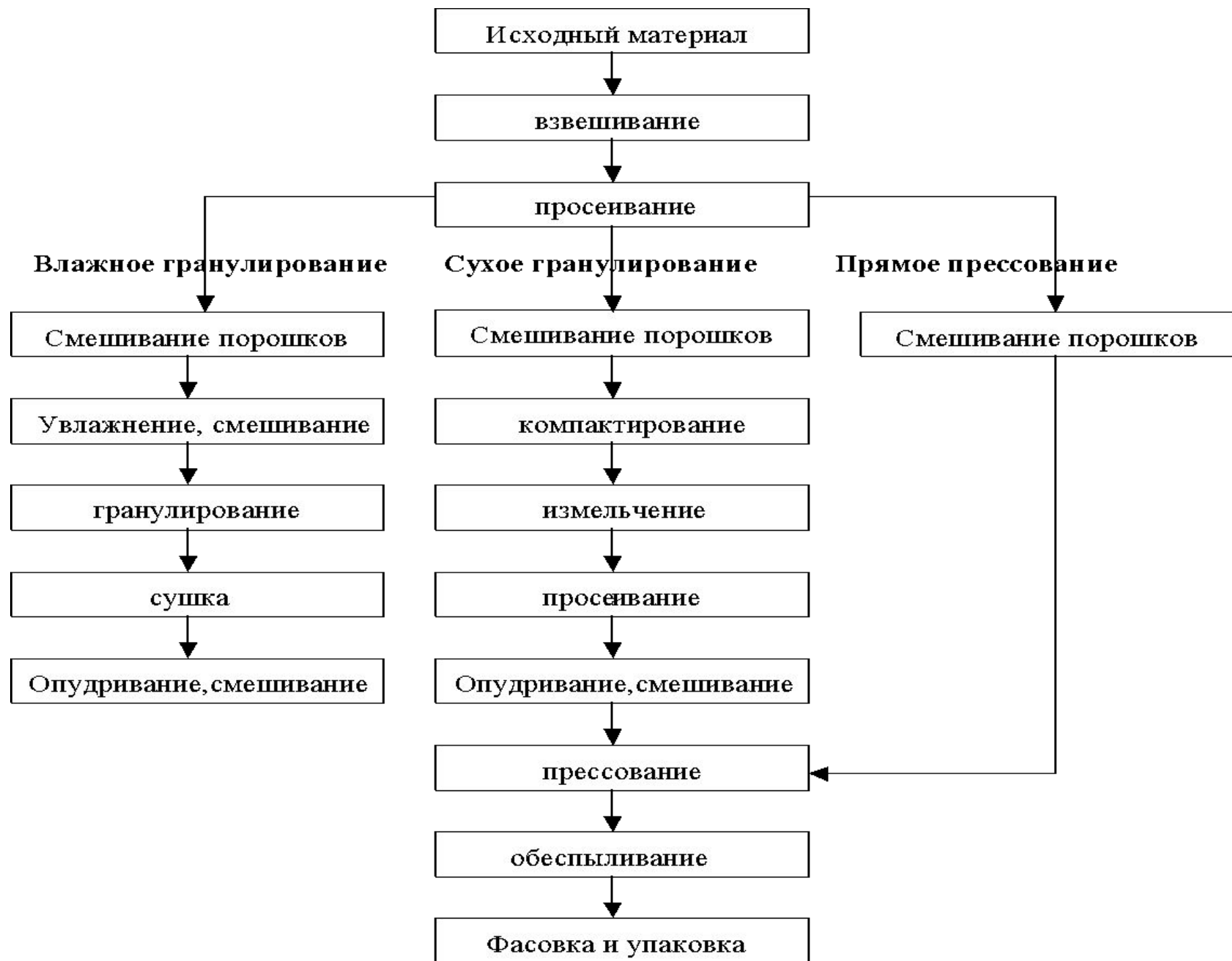
- скользящие - обеспечивают равномерное истечение таблетлируемых масс из бункера в матрицу для точного дозирования ЛВ,
- смазывающие - способствуют облегченному выталкиванию таблеток из матрицы, предотвращая образование царапин на их гранях.
- препятствующие прилипанию - предотвращают налипание массы на стенки пуансонов и матриц, а также слипание частичек друг с другом.
- снятие электростатического заряда с частичек порошка или гранулята, что также улучшает сыпучесть (тальк, стеараты, аэросил)

Эти вещества вводят в состав таблетлируемых масс в высокодисперсном состоянии. Чем выше дисперсность, тем большую поверхность таблетлируемой массы при одинаковом количестве они могут покрыть.

тальк и стеараты – гидрофобные вещества, они ухудшает ее распадаемость (хорошо для пролонгированных таблеток). Для таблеток не пролонгированного действия - медленное высвобождение ЛВ не обеспечит терапевтическую концентрацию их в крови.

- **Красители**

- Улучшение внешнего вида
  - обозначение терапевтической группы ЛП
  - Защита от внешнего воздействия
- индиго (синего цвета), тартразин (желтый), кислотный красный 2С, тропеолин, эозин. Иногда применяют смесь индиго и тартразина (зеленый цвет)
- белый пигмент – титана диоксид.
- природные красители: хлорофилл, каротиноиды, окрашенные жирсахара





# Основные технологические стадии

- **Подготовка исходных материалов**
  - растворение (если необходимо)
  - взвешивание сырья (в вытяжных шкафах с аспирацией)
  - измельчение
  - просеивание (просеиватели вибрационного принципа действия)
- **Смешивание.**
  - Равномерное распределение ЛВ и ВВ в общей массе
  - очень важная и сложной технологическая операция, т.к. порошки обладают различными физико-химическими свойствами: дисперсностью, насыпной плотностью, влажностью, текучестью и др.
  - применяют смесители периодического действия лопастного типа, форма лопастей может быть различной (чаще червячная или зетобразная)

- **Гранулирование** - процесс превращения порошкообразного материала в зерна определенной величины, для улучшения сыпучести таблетлируемой смеси и предотвращения ее расслаивания.
  - **Влажное гранулирование** (с использованием жидкостей – растворов вспомогательных веществ):
- Измельчение в шаровых мельницах, порошок просеивают через сито № 38.
- Увлажнение растворами связывающих веществ (вода, спирт, сахарный сироп, раствор желатина и 5% крахмальный клейстер) – до необходимой степени в смесителе с S (сигма) – образными лопастями, которые вращаются с различной скоростью: передняя – со скоростью 17 – 24об/мин, а задняя – 8 – 11об/мин, лопасти могут вращаться в обратную сторону.
- Гранулирование - путем протирания полученной массы через сито 3 – 5мм (№ 20, 40 и 50) - пробивные сита из нержавеющей стали, латуни или бронзы. (Не допустимы тканые проволочные). с помощью протирочных машин – грануляторов. В вертикальный перфорированный цилиндр насыпают гранулируемую массу и протирают через отверстия с помощью пружинящих лопастей.
- Высушивание и обработка гранул. Полученные гранулы рассыпают тонким слоем на поддонах и подсушивают иногда на воздухе при комнатной температуре, но чаще при температуре 30 – 40°С в сушильных шкафах или сушильных помещениях. Остаточная влажность в гранулах не должна превышать 2%.
- Измельчение (слипшихся гранул) – сухая грануляция
- Опудривание и введение скользких и разрыхляющих веществ путем свободного нанесения (гранулы, после сухой грануляции, имеют шероховатую поверхность, что затрудняет точное заполнение матрицы) .

- **Сухое гранулирование.**
- если ЛВ разлагается в присутствии воды,
- метод, при котором порошкообразный материал подвергают первичному уплотнению (прессованию) и получают гранулят, который затем таблетуют – вторичное уплотнение.
- При первичном уплотнении в массу вводят сухие склеивающие вещества (МЦ, КМЦ, ПЭО), обеспечивающих под давлением сцепление частиц как гидрофильных, так и гидрофобных веществ. Доказано пригодность для сухого гранулирования ПЭО в сочетании с крахмалом и тальком. При использовании одного ПЭО масса прилипает к пуансонам.
  - **Гранулирование в псевдооживленном слое** (см. лекцию №7)
- **Прессование** (собственно таблетирование). Это процесс образования таблеток из гранулированного или порошкообразного материала под действием давления. В современном фармацевтическом производстве таблетирование осуществляется на специальных прессах – роторных таблеточных машинах (РТМ). Прессование на таблеточных машинах осуществляется пресс – инструментом, состоящим из матрицы и двух пуансонов.
- Технологический цикл таблетирования на РТМ:
  - дозирование материала,
  - прессование (образование таблетки),
  - выталкивание
  - сбрасывание

- **Прямое прессование** - процесс прессования не гранулированных порошков позволяет исключить 3 – 4 технологические операции.
- Широкое использование прямого прессования может быть обеспечено повышением сыпучести не гранулированных порошков, качественным смешиванием сухих ЛВ и ВВ, уменьшением склонности веществ к расслоению.
- **Обеспыливание.** Для удаления с поверхности таблеток, выходящих из пресса, пылевых фракций применяются обеспыливатели. Таблетки проходят через вращающийся перфорированный барабан и очищаются от пыли, которая отсасывается пылесосом.

Для прямого прессования материал должен обладать оптимальными технологическими характеристиками:

- сыпучесть – изодиаметрические (округлые) частицы
- равномерный гранулометрический состав не содержащий большого количества мелких фракций,
- прессуемость – сцепление между частицами,
- влажность и др.)  
ЛВ: NaCl, NaBr, NH<sub>4</sub>Cl, KI, ГМТА, бромкамфора и др.

Подготовка ЛВ к прямому прессованию:

- направленная кристаллизация (для ЛВ в количествах сопоставимых с массой таблетки (аск, аскорбиновая к-та)
- Использование наполнителей для прямого прессования

# Покрывтие таблеток оболочками.

цели:

1. придать таблеткам красивый внешний вид,
2. увеличить их механическую прочность,
3. скрыть неприятный вкус, запах,
4. защитить от воздействия окружающей среды (света, влаги, кислорода воздуха),
5. локализовать или пролонгировать действие лекарственного вещества,
6. защитить слизистые оболочки пищевода и желудка от разрушающего действия лекарственного вещества.

Виды:

- Дражированные покрытия – см. лекцию - покрытия.
- Пленочное
- прессованные

# Пленочные покрытия

- Создаются на таблетках путем нанесения раствора пленкообразующего вещества с последующим удалением растворителя. При этом на поверхности таблеток образуется тонкая (0,05 – 0,2мм) оболочка.

Водорастворимые покрытия защищают от механических повреждений, но не предохраняют от воздействия влаги воздуха. ВВ- ПВП, МЦ, ОПМЦ, На КМЦ и др. наносимые в виде водноэтанольных или водных растворов.

Покрyтия, растворимые в желудочном соке. Это пленки, которые защищают таблетки от действия влаги, но не препятствуют быстрому разрушению их в желудке (в течение 10-30мин). Относятся полимеры, имеющие в молекуле заместители основного характера, главным образом аминогруппы (ДЭАМЦ, БАаминоЦ, парааминобензоаты сахаров и АЦ) Для покрытия используют растворы в этаноле, изопропанолe, ацетоне.

Покрyтия, растворимые в кишечнике. Они локализуют лекарственное вещество в кишечнике, пролонгируя его действие.

ВВ : АФЦ, МФЦ, поливинилацетатфталат, фталаты декстрина, лактозы, маннита, сорбита, шеллака (природные ВМС) в виде растворов в этаноле, изопропанолe, этилацетате, толуоле и др. растворителях для улучшения механических свойств пленок к ним добавляють пластификатор.

Нерастворимые покрытия – пленки с микропористой структурой - растворы ЭЦ и АЦ в этаноле, изопропанолe, ацетоне, толуоле, хлороформе, этилацетате и др. С добавлением пластификаторов.

Механизм высвобождения ЛВ: пищеварительные соки быстро проникают через поры нерастворимой оболочки и растворяют лекарственное вещество либо вызывают его набухание. В первом случае лекарственное вещество диффундирует через пленку в обратном направлении, во втором – происходит разрыв оболочки, после чего лекарственное вещество высвобождается обычным способом.

- Методы нанесения пленочных покрытий:
- в дражировочных котлах - высокопроизводительный способ при использовании покрытий на основе органических растворителей - двояковыпуклые обеспыленные таблетки загружаются в дражировочный котел, покрывающий раствор вводится многократным разбрызгиванием (с помощью установленной у отверстия котла форсунки).
- В установках центробежного действия
- в псевдооживленном слое - для водных покрытий .  
Использование водных покрытий имеет ряд преимуществ: отпадает необходимость улавливания и регенерации растворителя; готовить водные растворы проще, они лучше распределяется по поверхности таблеток. Перед нанесением водных покрытий поверхности таблеток придают гидрофобность за счет нанесения слоя растительного масла.

- Напрессованные покрытия.
- Напрессованные покрытия – это сухие покрытия, наносимые на таблетки путем прессования на специальных машинах (РТМ-41Д), которые представляют собой сочетание двух машин: ротационной – обычного типа для прессования таблеток и специальной – для получения на них напрессованного покрытия. На первом роторе прессуются таблетки, которые передающим устройством направляются на второй ротор, в матрицу которого подается покрывающий раствор и таблетка прессуется окончательно. Основными причинами, сдерживающими широкое применение этого метода, являются более низкие характеристики покрытий по сравнению с пленками и менее привлекательный товарный вид.



# Тритурационные таблетки

- Тритурационными называются таблетки, формируемые из увлажненной массы путем ее втирания в специальную форму с последующей сушкой.
- не подвергаются действию давления: сцепление частиц этих таблеток осуществляется только в результате аутогезии при высушивании, поэтому тритурационные таблетки обладают меньшей прочностью, чем прессованные.

## **изготавливают если:**

- использование давления нежелательно - когда дозировка ЛВ мала, а добавление большого количества вспомогательных веществ нецелесообразно
- давление невозможно - изменение ЛВ (нитроглицерин - взрывоопасен)
- получение таблеток, быстро и легко растворяющихся в воде, (не нужны скользящие вещества) пористых и непрочны быстро растворяющихся при контакте с жидкостью, что удобно при производстве таблеток для инъекций и глазных капель.

**ВВ:** лактоза, сахароза, глюкоза, каолин,  $\text{CaCO}_3$ .

**Технология:** порошкообразную смесь увлажняют 50-70% спиртом до получения пластичной массы, которую затем втирают в матрицу, из которой с помощью поршней пуансонов влажные таблетки выталкиваются и сушатся на воздухе или в сушильном шкафу при температуре 30-40°C. (иногда сушку проводят в матрицах и с помощью пуансонов выталкиваются уже высохшие таблетки).

# Разделы ФСП на таблетки:

- Название препарата на русском языке
- МНН на русском языке
- Состав
- Описание
- Подлинность
- Средняя масса и однородность по массе
- Тальк, аэросил, титана двуокись
- Растворимость или Распадаемость
- Посторонние примеси (родственные соединения)
- Микробиологическая чистота
- Однородность дозирования
- Количественное определение
- Упаковка
- Маркировка
- Транспортирование
- Хранение
- Срок годности
- Фармакологическая группа
- *Примечание:* разделы 1-6, 8-10, 12-18 являются обязательными. Включение остальных разделов зависит от природы лекарственного вещества (субстанции) и дозировки. При наличии испытания «Однородность дозирования», испытание «Однородность по массе» не проводится.

# Перспективы развития ЛФ таблеток

- Многослойные таблетки:
  - Сочетания ЛВ несовместимых по физико-химическим свойствам,
  - пролонгированное действие ЛВ
  - регуляция последовательности всасывания ЛВ в определенные промежутки времени.

циклические таблеточные машины. ЛВ для различных слоев, подаются в питатель машины из отдельного бункера, в матрицу по очереди насыпается новое ЛВ, и нижний пуансон опускается все ниже. Каждое ЛВ имеет свою окраску, и их действие проявляется последовательно, в порядке растворения слоев. Для получения слоистых таблеток различные зарубежные фирмы выпускают специальные модели РТМ.
- Каркасные таблетки (или таблетки с нерастворимым скелетом) – для их получения используют ВВ, образующие сетчатую структуру (матрицу), в которую включено ЛВ. Такая таблетка напоминает губку, поры которой заполнены растворимым лекарственным веществом.
  - не распадается в желудочно-кишечном тракте
  - может набухать и медленно растворяться или сохранять свою геометрическую форму в течение всего пребывания в организме и выводится неизменном в виде пористой массы, в которой поры заполнены жидкостью.
  - пролонгированного действия. ЛВ высвобождается путем вымывания. (скорость не зависит от содержания ферментов и величины рН, остается постоянной по мере прохождения через ЖКТ. Скорость высвобождения, определяют природа ВВ и растворимость ЛВ, соотношение лекарств и образующего матрицу веществ, пористость таблетки и способ ее получения.

- Вспомогательные вещества для образования матриц подразделяют на гидрофильные, гидрофобные, инертные и неорганические.
- Гидрофильные матрицы – из набухающих полимеров (гидроколлоидов): гидроксипропилЦ, гидроксипропилметилЦ, гидроксиэтилметилЦ, метилметакрилата и др.
- Гидрофобные матрицы – (липидные) – из натуральных восков или из синтетических моно-, ди- и триглицеридов, гидрированных растительных масел, жирных высших спиртов и др.
- Инертные матрицы – из нерастворимых полимеров: этилЦ, полиэтилен, полиметилметакрилат и др. Для создания каналов в слое полимера, нерастворимого в воде, добавляют водо-растворимые вещества (ПЭГ, ПВП, лактоза, пектин и др.). Вымываясь из каркаса таблетки, они создают условия для постепенного выделения молекул лекарственного вещества.
- Для получения неорганических матриц используют нетоксичные нерастворимые вещества:  $\text{Ca}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ , аэросил и др.
- Каркасные таблетки получают прямым прессованием смеси лекарственных и вспомогательных веществ, прессованием микрогранул или микрокапсул лекарственных веществ.
- Таблетки с ионитами – продление действия лекарственного вещества возможно путем увеличения молекулы его за счет осаждения, на и – о смоле. Вещества, связанные с и- о смолой, становятся нерастворимыми, и освобождение лекарственного вещества в пищеварительном тракте основано только на обмене ионов. Таблетки с ионитами поддерживают уровень действия лекарственного вещества в течение 12 часов.

# Драже

- Драже - твердая дозированная ЛФ для внутреннего применения, получаемая путем многократного наслаивания (дражирования) лекарственных и вспомогательных веществ на сахарные гранулы (крупку). Драже имеют шаровидную форму, масса 0,1 – 0,5г.

## Достоинства

- Получение ТДФ трудно таблетлируемых ЛВ
- Маскировка вкуса ЛВ
- Уменьшение раздражающего действия ЛВ
- Защита ЛВ от воздействия внешних факторов.

## Недостатки

- трудно обеспечить точность дозирования, распадаемость в требуемые сроки, быстрое высвобождение ЛВ.
- не рекомендуется детям.

- Драже - твердая дозированная ЛФ, получаемая послойным нанесением ЛВ на микрочастицы ВВ с использованием сахарных сиропов

Оборудование – дражировочный котел (обдуктор). вращающийся котел овальной формы, укрепленный на наклонном валу. Скорость вращения 20-60 об/мин. Загрузка - 1/5 – 1/6 объема. (если больше - таблетки разрушаются под тяжестью вращающейся массы, если меньше - истираются за счет интенсивного перемешивания внутри котла)

ВВ - сахар, крахмал, пшеничная мука, магния карбонат, ЭЦ, АЦ, NaКМЦ, тальк, гидрогенизированные жиры, к-та стеариновая, какао, шоколад, пищевые красители и лаки.

### Технология:

- Гранулы (сахарная крупка) просеивают через сито (с расчетом - в 1 г около 40, загружают во вращающийся котел и производят последовательное наращивание до тех пор, пока не израсходуются все материалы.
- Для нанесения каждого последующего слоя поверхность драже увлажняют сахарным сиропом и равномерно обсыпают сначала мукой, а через несколько минут – магния карбонатом. После 25 - 30' в котел подают профильтрованный воздух, подогретый до  $t = 40 - 50^{\circ}\text{C}$ . Масса высыхает через 30 – 40 мин. Операцию повторяют 2 – 3 р.
- Готовят тестообразную массу, состоящую из муки и сиропа сахарного (1 кг муки на 2 л сиропа), сюда добавляют лекарственные вещества.
- Поливают послойно, обсыпают магния карбонатом. Подают горячий воздух на 30-40 мин. Операцию повторяют 2 – 3 раза.
- В конце процесса котел вращают без наращивания и получают драже с блестящей гладкой поверхностью. Для глянцеваания добавляют воск.

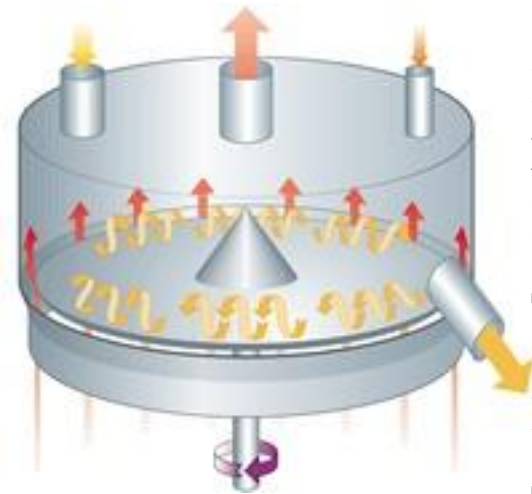
- **Гранулы**

ЛФ в виде крупинок круглой или цилиндрической формы, содержащая смесь лекарственных и вспомогательных веществ (сахар, лактозу, крахмал, глюкозу, тальк и др.). Их легко проглотить, это дает возможность применять их в педиатрической практике.

- **Пеллеты.**

ЛФ или составная часть (наполнитель ТЖК капсул) перпарата представляющая собой округлые сферические, цилиндрические или овальные частицы размером 2-5 мм с гладкой равной поверхностью, как правило покрытые пленочной оболочкой.

Сферические пеллеты из частиц неправильной формы.



**Оптимальные частицы.**

Правильная сферическая форма при заданном размере.

**Пеллетирование с нанесением слоев.**

Дополнительные возможности при установке соответствующих систем дозирования.

**Индивидуальная установка.**

Для работы в периодическом режиме.

**Каскадная установка.**

Для работы в квазинепрерывном режиме.

«+» сферические пеллеты с очень узким распределением частиц по размерам.

**Принцип действия**

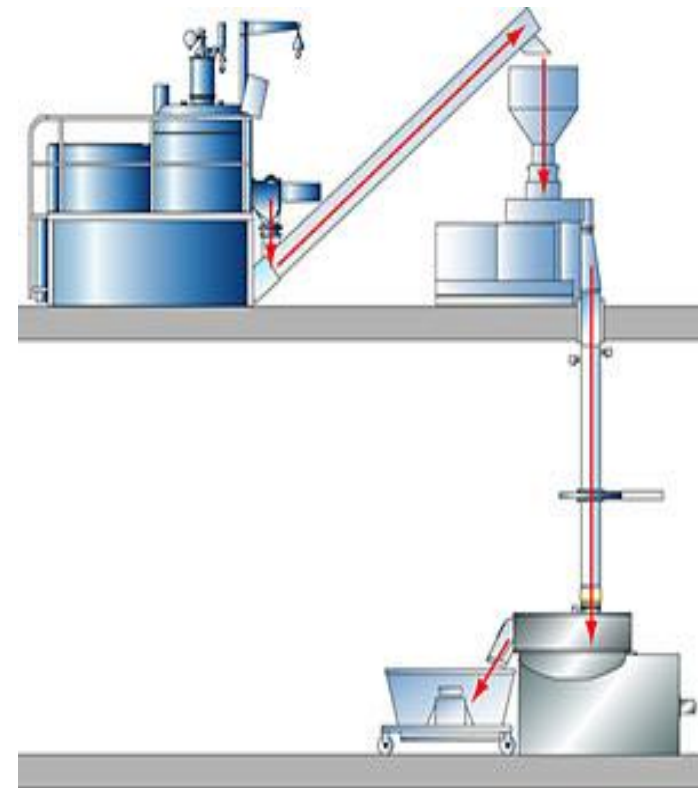
В Установке обкатывания/пеллетирования продукты влажного гранулирования или предварительно сформированные экструдаты подаются на вращающийся диск для пеллетирования.

За счет вращения диска, потока поступающего продукта и струи подающегося через щель в боковой стенке воздуха создается упорядоченное движение продукта по спиральной траектории у стенки емкости. Благодаря интенсивному перекачиванию поверхность сглаживается с получением пеллетов.

Образующиеся при этом частицы пыли снова захватываются пеллетами прямо в ходе технологического процесса.



Каскадный принцип используется также для получения пеллет со слоистой структурой. При этом структура пеллет определяется процессом гранулирования, проходящим выше по технологической цепочке. Самыми часто встречающимися комбинациями являются сочетание Влажного гранулятора-смесителя с установкой пеллетирования/окатывания, а также экструдера с установкой пеллетирования/окатывания.





## Объединенные схемы производства пеллет

Порошок смешивается и увлажняется в роторе с псевдооживленным слоем. Подача растворителя или связующего вещества в роторе с псевдооживленным слоем производится по касательной.

Слой порошка приводится в круговое движение при помощи ротора. С помощью технологического воздуха, который подается через регулируемый зазор по краям роторного диска, слой порошка приводится в движение по спирали.



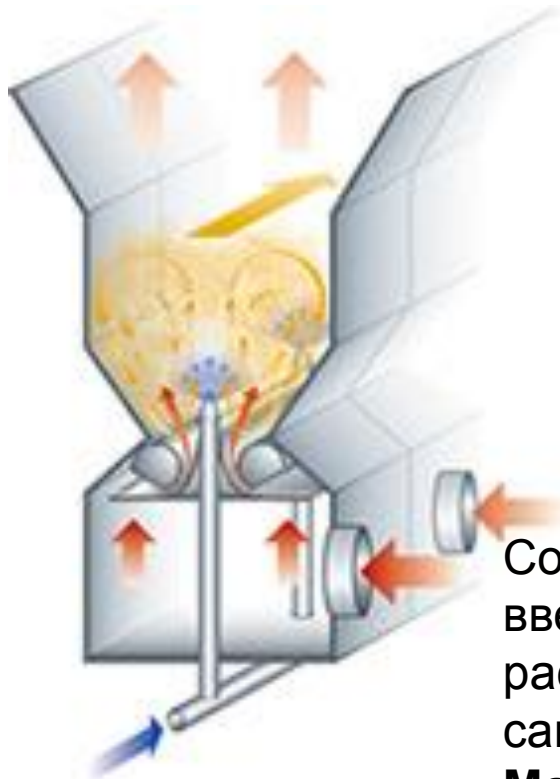
Образуются агломераты, которые вследствие вращения роторного диска окатываются в плотные пеллеты правильной сферической формы. Число оборотов диска оказывает прямое влияние на плотность и размер пеллетов.

Сушка влажных пеллет происходит или непосредственно в роторе во время фазы сушки при повышенной температуре подаваемого воздуха, или в установке для сушки с псевдооживленным слоем



## Технология струйного псевдооживления

Гранулирование, пеллетирование  
нанесение покрытий, на особо  
мелкодисперсные, особо  
грубодисперсные и полидисперсные  
продукты. За счет регулируемого притока  
энергии.



Создается направленный перенос материала: посередине  
вверх, по бокам вниз. Центральные форсунки производят  
распыление в месте самой высокой скорости материала и  
самого высокого притока энергии.

### **Малый объем слоя – короткое время обработки**

Благодаря высокой скорости материала у форсунки не  
происходит агломерации. Высокая производительность  
распыления становится возможной и при малых  
количествах материала в рабочей камере.

### **Псевдооживление грубодисперсных и полидисперсных продуктов**

При высокой скорости потока в центре рабочей камеры можно оживать  
грубодисперсные и полидисперсные продукты. Устойчивый  
псевдооживленный слой возможен также при наличии клейких и образующих  
комки продуктов.



Пеллеты располагаются на подающем столе, между столом и зоной гранулирования подается горячий воздух. Пеллеты вращаются из-за проходящего потока воздуха, и одновременно из сопла распылителя на них наносится покрытие. Процесс включает одновременное нанесение покрытия на пеллеты и сушку слой за слоем, пока не будет достигнуто покрытие необходимой толщины или гранулы не приобретут желаемый размер. Нанесение порошкового покрытия - это процесс одновременной подачи порошка и распыления связующего вещества. Порошок и связующее вещество совместно формируют покрытие, в результате повторения процесса достигается необходимый размер гранул или покрытие требуемой толщины.

### **Эффективный способ.**

Формирование частиц, окатывание, нанесение покрытия и высушивание в одной установке.

### **Многофункциональная техника.**

Для прямого пеллетирования, нанесения покрытия, послойного пеллетирования с использованием растворов, суспензий и порошков.



### **Оптимальные частицы.**

Правильная сферическая форма при заданном размере.

### **Пеллетирование с нанесением слоев**

Дополнительные возможности при установке соответствующих систем дозирования.