

# Гранулирование

- процесс превращения порошкообразного материала в частицы (зерна) определенной величины – укрупнение с образованием формы и поверхности.
- Назначение:
  - для улучшения сыпучести сыпучего материала (таблетированной массы)
  - для предотвращения расслаивания смесей сыпучих материалов (таблетированной массы, массы для наполнения капсульных оболочек)
  - для предотвращения слипания частиц различной величины и удельной плотности.

Виды грануляции:

- 1) ***влажная грануляция*** – осуществляется продавливанием влажных масс, во взвешенном слое с последующим распылительным или контактным высушиванием;
- 2) ***сухая грануляция*** – размол до определенной величины с предварительным уплотнением (брикетированием) или без него;
- 3) ***структурная грануляция (грануляция в псевдооживленном слое)***.

# Влажная грануляция

Наиболее распространенный метод в нашей стране и во всем мире.

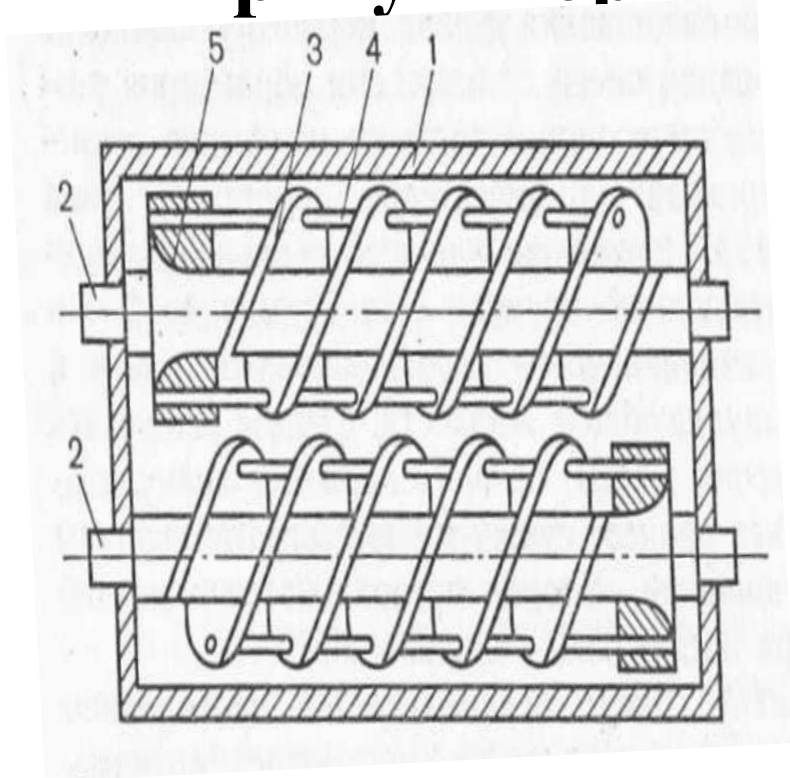
- 1) процесс универсален,
- 2) не требует сложного и дорогого оборудования,
- 3) позволяет получить продукт, максимально отвечающий всем условиям прессования.

Данному способу гранулирования подвергаются порошки, имеющие недостаточную способность к сцеплению между частицами и плохую сыпучесть. Для улучшения сцепления между частицами в массу добавляют склеивающие растворы.

Метод влажного гранулирования включает следующие операции:

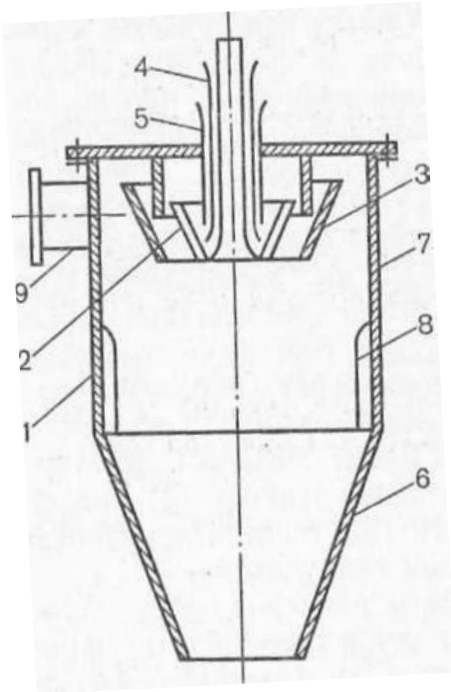
- 1) смешивание порошков;
- 2) увлажнение порошков раствором связывающих веществ и перемешивание;
- 3) гранулирование влажной массы;
- 4) сушка влажных гранул;
- 5) обработка сухих гранул.

# Грануляторы (протилочные машины)



- - это механизмы, с помощью которых осуществляется гранулирование протираем масс через сито.
- В рабочую камеру (1), через загрузочную воронку подается влажный материал, подлежащий гранулированию. В камере на двух параллельных валах (2) установлены шнеки (3), снабженные продольными стержнями (4) и лопастными колесами (5), смонтированными на противоположных концах валов. Шнеки перемещают и протирают материал через перфорированную пластину, образующую дно рабочей камеры .

**Смесители-грануляторы.** В последние годы в фармацевтическую промышленность все шире внедряются аппараты и машины, в которых совмещаются несколько технологических операций. Перспективны смесители-грануляторы, предназначенные для смешивания сыпучих материалов с жидкостью и их гранулирования.



**Центробежный смеситель-гранулятор** имеет корпус (1), ротор (2), с отбортованным перфорированным усеченным конусом (3), патрубки ввода компонентов (4) и (5), накопитель готового продукта (6), сетку (7), защищенную экраном (8) для предотвращения ее забивания гранулами, патрубки (9) для ввода воздуха.

Гранулирующая жидкость поступает по патрубку (4) и растекается по поверхности ротора (2).

Сыпучий компонент по патрубку (5) попадает на слой жидкого компонента и под действием центробежных сил внедряется в него.

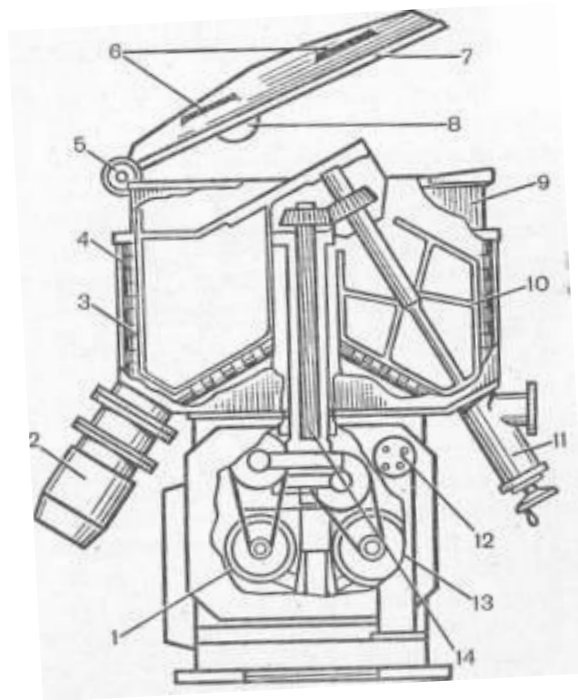
Возможна подача нескольких сыпучих и жидких компонентов. В этом случае патрубки для подачи сыпучих материалов располагаются по окружности для лучшего распределения компонентов в смеси.

Готовая смесь, дойдя до конуса (3), под действием центробежных сил протекает через отверстия, диспергируется и захватывается потоком воздуха (газа), поступающего по патрубкам (9). Полученные гранулы оседают в конической части конуса, а воздух (газ) через сетку (7) удаляется из аппарата. Размер гранул зависит от режима работы ротора, напора воздуха и геометрии перфорации конуса.

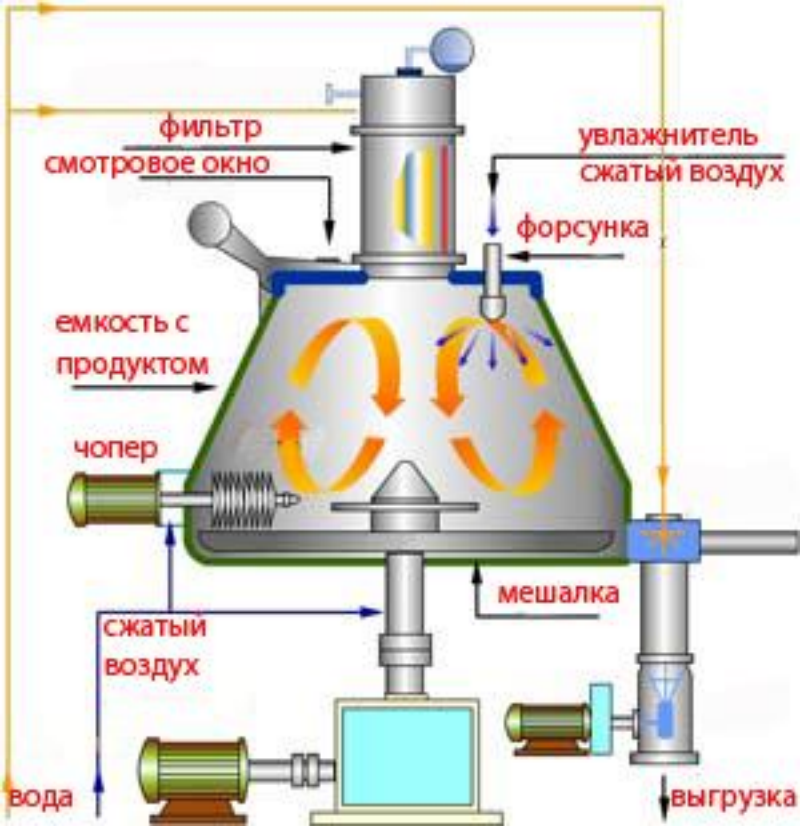
## Устройство высокоскоростного смесителя-гранулятора

Высокоскоростной смеситель-гранулятор - герметичная полированная емкость с закругленным дном. В емкости имеются две мешалки: одна - центральный скребок (3), приводимый в действие через центральный вал (14), предназначена для сообщения обрабатываемому продукту регулируемого движения; другая (10) - для разрушения частиц неправильной формы. Обе мешалки работают с регулируемой частотой вращения, которая у второй мешалки примерно в 10 раз выше, чем у первой.

В аппарате осуществляется смешивание и гранулирование. Смешивание в основном обеспечивается за счет энергичного принудительного кругового перемешивания частиц и сталкивания их друг с другом. При влажном гранулировании к предварительно смешиваемому порошку в смеситель (9) подается гранулирующая жидкость и в зависимости от состава смесь перемешивается еще 3—10 мин



- 1 - картер привода; 2 - гомогенизатор;
- 3 - вращающийся скребок;
- 4 - водяная рубашка; 5 - ось крышки;
- 6 - выпускные клапаны; 7 - крышка;
- 8 - система блокировки крышки;
- 9 - корпус; 10 - мешалка;
- 11 - разгрузочный клапан
- 12 - узел наклона резервуара;
- 13 - привод; 14 - центральный вал



Влажная грануляция в вертикальных грануляторах - основная технология для производства гранул, пеллетов и таблеток. Гранулят на выходе вертикальных грануляторов (а также смесителей принудительного, влажного или мокрого типа) компактен, с хорошей сыпучестью, поскольку в ходе процесса происходит механическое уплотнение продукта.

В установках, в которых реализован способ «весь процесс в одном котле» рабочая емкость (котел) выполняется с двойной стенкой и может быть соединена с системой удаления растворителя. Дополнительная подача газа через форсунки у лопастей ротора существенно ускоряет сушку частиц.

При Влажном гранулировании порошок загружается в вертикальный гранулятор, а затем увлажняется или опылается расплавом. Возникающие при работе Z-образных лопастей ротора силы, направленные по касательной, обеспечивают интенсивное перемешивание порошка и, при добавке растворов связующих веществ – быстрое образование гранул с высокой плотностью. Измельчитель на боковой стенке емкости предотвращает

# Сухая грануляция

Метод **сухого гранулирования** включает следующие операции:

- перемешивании порошка;
- компактирование и сжатие в брикеты (плитки);
- размол массы в крупный порошок с помощью валцов или мельницы «Эксцельсиор».

*Грануляция размолом* используется:

- когда увлажненный материал реагирует с материалом при протирке (ЛВ разлагаются в присутствии воды; во время сушки вступают в хим. реакции; подвергаются физическим изменениям).
- когда ЛВ обладает хорошей прессуемостью и для него не требуется дополнительного связывания частиц склеивающими веществами.

Из порошка прессуют брикеты на специальных брикетировочных прессах с матрицами большого размера (25 - 50 мм) под высоким давлением. Полученные брикеты измельчают на валках или мельнице «Эксцельсиор», фракционируют с помощью сит и прессуют на таблеточных машинах.

# Гранулятор типа 3027

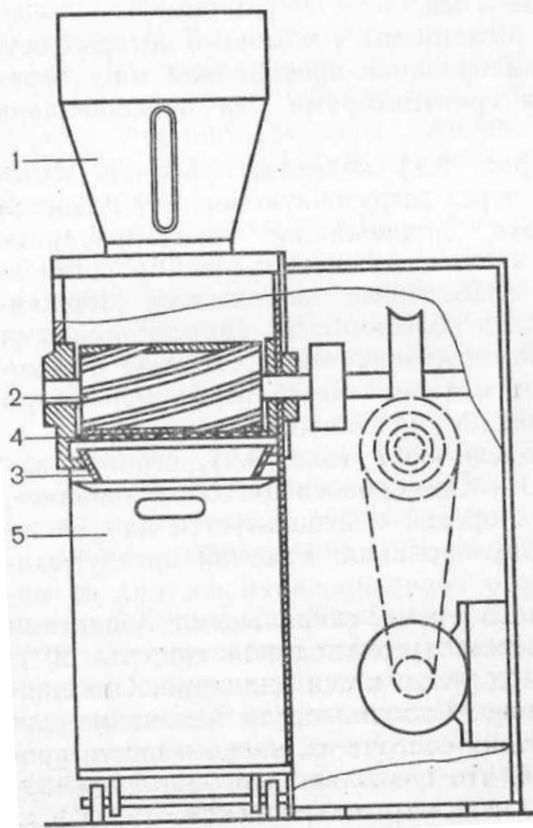
Используется, для влажного и сухого, гранулирования.

Рабочий орган аппарата состоит из шнека и шести прочных стержней, это позволяет перемещать гранулируемый материал в осевом направлении.

Работа : в бункер (1) загружают влажную массу или брикеты, которые, попадая в рабочую зону, с помощью рабочих органов (2) механизма, вращающихся в противоположных направлениях, продавливаются через жестко установленную гранулирующую сетку (4). Зазор между рабочим органом механизма и гранулирующей сеткой должен быть в пределах 1,1 — 1,5 мм. Протертый гранулят по направляющему бункеру (3) падает вниз в передвижную емкость (5), герметизированную в процессе работы с корпусом гранулятора.

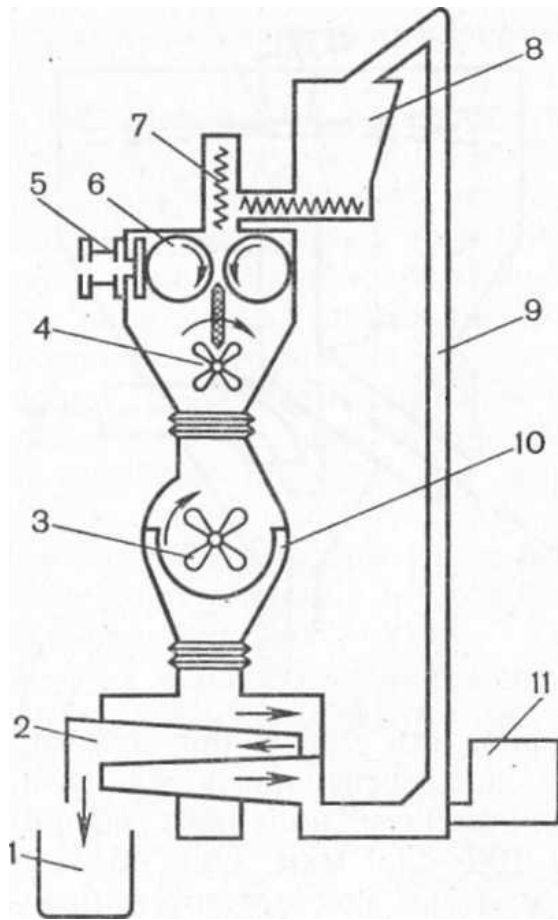
В комплект входят сменные сети с соответствующим диаметром отверстий от 1 до 4 мм, зависимости от требуемых размеров гранул.

Данную установку при необходимости обеспечения непрерывности процесса используют с элеваторами для загрузки бункера и отвода готового гранулята к месту потребления.





# Комбинированные установки



Наиболее перспективными являются комбинированные установки, в которых совмещаются процессы компактирования, измельчения и разделения полученных гранул. Смесь порошков, подлежащая гранулированию, из питателя (11) по трубопроводу (9) загружается в смеситель (8), где перемешивается и подается шнеком (7) в валковый пресс (6). Проходя через валки, требуемое расстояние между которыми устанавливается регулирующим устройством (5), масса прессуется под давлением, а затем предварительно измельчается в измельчителе ударного действия (4). Измельченный материал попадает в собственно гранулятор (3) и проходит через его сетку (10). Готовые гранулы разделяют по размерам на вибросите (2). Гранулы требуемого размера собираются в емкость (1) для дальнейшего таблетирования, а остальное — слишком крупные гранулы и пылевая фракция — по трубопроводу возвращаются в смеситель.

# Структурная грануляция

характерное воздействие на увлажненный материал, приводящее к образованию округлых, при соблюдении определенных условий - однородных гранул.

- В настоящее время существуют три способа в фармацевтическом производстве:

## **а) грануляции в дражировочном котле:**

Смесь порошков загружают при вращении котла со скоростью 30 об/мин, и увлажняют через форсунку раствором связывающего вещества. Частицы порошков слипаются между собой, высушиваются теплым воздухом и в результате трения приобретают приблизительно одинаковую форму. В конце процесса к высушиваемому грануляту добавляют скользящие вещества.

## **б) грануляция распылительным высушиванием:**

Готовят раствор (суспензию) из вспомогательного вещества и увлажнителя и подают их через форсунки в камеру распылительной сушилки, при  $T 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Распыленные частицы быстро теряют влагу и образуют за несколько секунд сферические пористые гранулы, которые смешивают с ЛВ. Такие гранулы имеют хорошую сыпучесть и прессуемость.

Используют при производстве антибиотиков, ферментов, продуктов из сырья животного и растительного происхождения.

## **в) гранулирование в условиях псевдоожижения.**

Образование и рост гранул в псевдоожиженном слое происходит за счет двух физических процессов: комкования при смачивании и слипания с последующей агломерацией.

Обрабатываемый материал, и образующийся гранулят непрерывно находятся в движении.

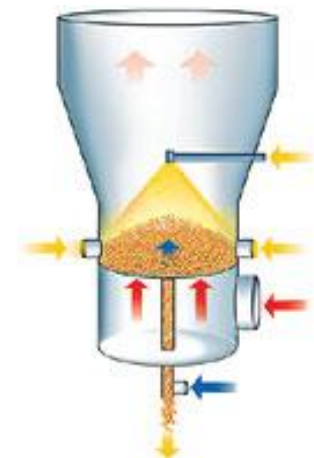
Все процессы — смешивание, увлажнение, грануляция, сушка и внесение опудривающих веществ — протекают в одном аппарате.

Гранулят, полученный в псевдоожиженном слое, имеет ряд преимуществ: более сбалансированный фракционный состав, округлая форма гранул, лучшая сыпучесть.

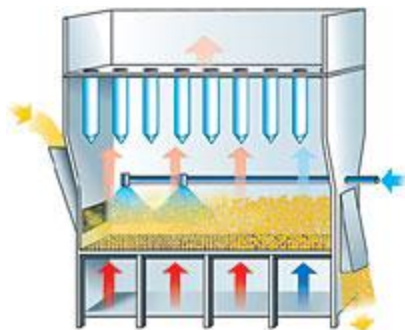
# Структурная грануляция

Осуществляется двумя способами:

- 1) распылением раствора, содержащего ВВ и ЛВ в псевдооживленной системе (распылительная сушка);
- распыление гранулирующего раствора в псевдооживленную систему из первоначально введенных в колонну ядер (ядром может быть иное ЛВ (пеллетирование) или индифферентное вещество, например сахар), являющихся искусственными «зародышами» будущих гранул, ядер может не быть вообще.
- 2) Псевдооживление порошкообразных материалов.
- непосредственная грануляция порошков в кипящем слое. Для осуществления данного способа разработан аппарат, в верхней части которого происходит процесс гранулирования, а в нижней - сушки и обработки гранул (например, аппарат СГ-30, СГ-60).



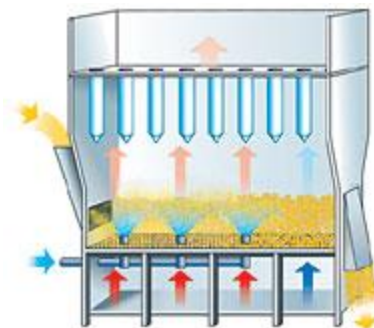
**непрерывная  
грануляция и сушка**



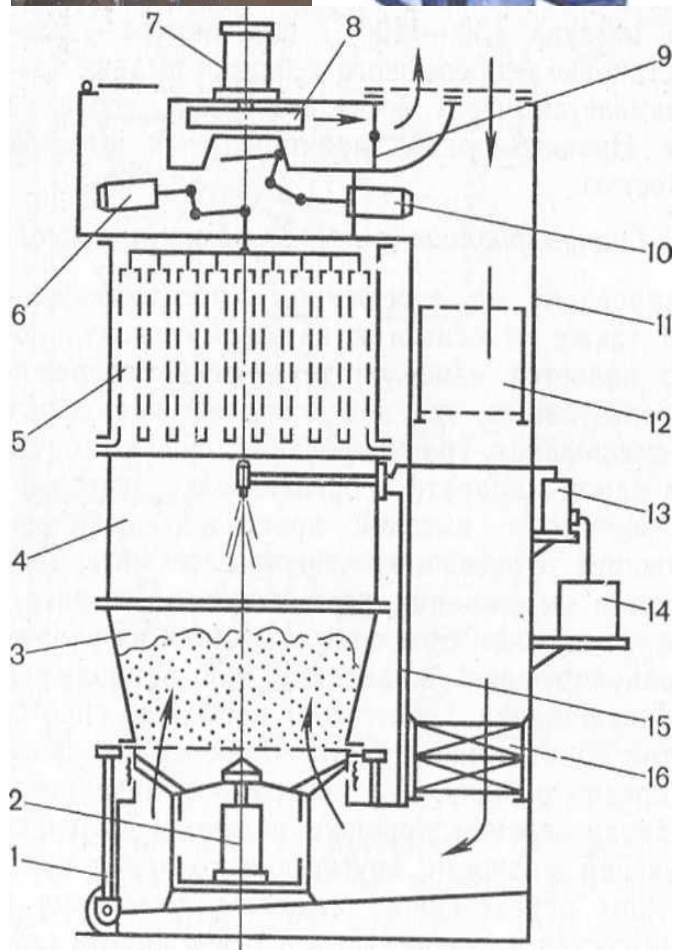
**непрерывная Грануляция/Агломерация в  
псевдооживленном слое**

Распыление сверху

Распыление снизу



# Сушилки-грануляторы типа СГ-30 и СГ-60



Принцип работы аппарата СГ-30. Корпус аппарата (11) сделан из трех цельносваренных секций. Резервуар (3) имеет форму усеченного конуса, переходящего в обечайку распылителя (4), которая соединяется с обечайкой рукавных фильтров (5). Резервуар с исходными компонентами на тележке (1) закатывается в аппарат, поднимается пневмоцилиндром (2) и уплотняется с обечайкой распылителя. Поток воздуха всасывается вентилятором (8), приводимым в действие электро-двигателем (7), очищается в воздушных фильтрах (12), нагревается до заданной  $T$  в калориферной установке (16) и проходит снизу вверх через воздухораспределительную решетку. Продукт — перемешивается. Затем в псевдоожиженный слой исходных компонентов из емкости (14) дозирующим насосом (13) подается через форсунку гранулирующая жидкость и происходит гранулирование таблеточной смеси. Сжатый воздух, подается к пневматической форсунке по системе (15), для распыления гранулирующей жидкости, и для дистанционного управления форсункой. Встряхивающее устройство (6) сблокировано с устройством, перекрывающим заслонки (10). При встряхивании рукавных фильтров заслонка перекрывает доступ псевдоожижающего воздуха к вентилятору, прекращая псевдоожижение продукта. Встряхиванием фильтры очищают от продукта, находящегося в виде пыли, который затем гранулируется. В выходной части вентилятора размещен шибер (9) с ручным механизмом управления, регулирует расход псевдоожижающего воздуха. Через определенный промежуток времени отключается система распыления и начинается сушка гранулята.

# Универсальный измельчитель-гранулятор



применяется при работе с термостабильными веществами, обладающими плохой сыпучестью.

Применяет релятивистское движение высокой скорости между подвижными зубами и фиксированными зубцами, что позволяет измельчить вещества путем удара и трения.

Размер гранулята корректируется путем смены сита с различными апертурами. Размолотое вещество автоматически поставляется в улавливатели путем выдувания, пыли собирается в фильтре, коробкой абсорбирующей пыль.

# Роторный измельчитель-гранулятор



- способен измельчать размолотые бракованные таблетки и сухие комы в порошок.
- подходит для высоко клейких веществ.
- Механическое движение приводит к обратному вращению жёрнова и прижима, затем прижим надавливает на вещество под определенным углом, винтовой лист жёрнова подвигает вещество в решето, и наконец вещество проходит через отверстия решета в виде зерна.

# Качающийся Гранулятор -30

используется для сухого и влажного гранулирования порошковых масс в фармацевтическом производстве.

Производительность

Сухая грануляция ( при размере ячейки сита 1мм) - 40 кг в час

Влажная грануляция ( при размере ячейки сита 1мм) - 20 кг в час

Гранулятор применим для работы с любым видом металлических сеток. Размеры гранул в мм - от 0,5 мм до 5мм

Корпус гранулятора - литой чугунный, полностью обшит листами пищевой нержавеющей стали. Бункер из нержавеющей стали, на направляющих закрепляется и натягивается полотно сита. В качестве сита используются полосы сетки из нержавеющей стали или латуни с размером ячейки от 0,5мм до 5мм. Лопасть из 5 лепестков протирает порошок через ячейки сита. Конструкцией гранулятора исключено попадание посторонних частиц в порошок.

Прямоугольные куски нержавеющей сетки позволяют производить быструю замену сита с разными диаметрами ячейки.

Регуляторы крепления сетки позволяют производить натяжение и ослабление сита, обеспечивая при этом плотный контакт лопасти и поверхности сита.



# Лабораторный миксер Р 1 – 6

представляет собой лабораторное устройство для перемешивания и влажного гранулирования.

Компактная настольная модель позволяет установить аппарат в небольшом помещении. Имеет возможность установки сменных рабочих камер с размерами 0,25 л, 1 л, 2 л, 4 и 6 л. Привод мешалки может настраиваться таким образом, чтобы угловая скорость вращения продукта не зависела от объёма выбранной рабочей камеры. Днище рабочей камеры крепится к корпусу основного оборудования при помощи байонетной системы. Муфты чоппера, фиксируются гайками инструмента мешалки.

Управление аппаратом производится посредством контролера, который также позволяет задавать значения простых автоматических процессов перемешивания и подсоединять ПК для считывания технологических данных (составление протоколов).



# Миксер-гранулятор Р 10 - 60

Может комплектоваться системой вакуумной сушки с использованием попутного газа носителя VAC 20 или VAC 50. Один корпус основного оборудования (с двигателями, выходным отверстием вала и уплотнением валов) для обоих типоразмеров рабочих камер.

Могут устанавливаться рабочие камеры миксера-гранулятора объёмом в 10 л, 25 л, и 60 л или рабочие камеры системы вакуумной сушки объёмом в 20 л и 50 л. Выгрузкой, чоппером с уплотнением и уплотнением вала мешалки, которые остаются при смене ёмкости на корпусе основного оборудования. Одно из лопастей мешалки оснащено скребком, который позволяет избежать образования отложений продукта на стенках камеры. Тем самым, достигается увеличение площади теплообмена.





# Лабораторное устройство Р/ВАС - 10



Р/ВАС – 10 является мощной лабораторной установкой широкой области применения. Его область действия распространяется на полный спектр вида миксера-гранулятора Р 1 – 6. Кроме того, предоставляется возможность работать с ёмкостями размерами до 10 л.

- Особенно интересно оборудование для потребителей, работающих с органическими растворителями или высокоактивными субстанциями, и желающих проводить процесс сушки в смесителе, а также придающих большое значение удобному управлению с возможностью пакетной регистрации данных (протоколированием).

# Миксер Р 100 и Р 150



Миксер Р 100 и Р 150 для разработан специально для фармацевтической промышленности, для эффективного перемешивания и влажного гранулирования таблетной массы. Адаптируемая конструкция этой серии, наиболее удобна для использования в экспериментальных установках или небольших специализированных аппаратах. Предлагает различные возможности загрузки и работы с порошками и гранулирующими жидкостями, а также различные варианты для монтажа, очистки и управления, а также для подсоединения к калибратору и сушилке в псевдоожиженном слое.

Отвечает самым высоким требованиям. При необходимости специфического использования, а также может осуществляется опциональная комплектация специальными узлами.

# Миксер гранулятор Р 300 - Р 1800



Миксеры-грануляторы «DIOSNA» гарантируют безопасное производство высококачественных гранулятов – даже при сложных рецептурах и различных степенях загрузки рабочей камеры. Все миксера DIOSNA оснащены автоматической очисткой (WIP). Во время очистки воздушно обдуваемые уплотнения валов переключаются на промывку водой. Благодаря периодическому частичному заполнению и сливу воды в рабочей камере при работающем механизме происходит очистка практически всех деталей, соприкасающихся с продукцией. Благодаря дополнительным моющим форсункам и фильтрам очистка может быть оптимизирована.

# Автоматический интеллектуальный высокоэффективный смеситель- гранулятор модели HLSC-400



- благодаря высокой эффективности широко применяется в процессе гранулирования фармацевтической продукции, пищевой и кормовой промышленности. Производит более круглые и качественные гранулы с высокой плотностью. Смешивает и гранулирует на одном этапе. Автоматическая разгрузка. Применяется Z-образный импеллер. Закрытая производительная система, отвечает требованиям стандарта GMP. Экономит время процесса. Интеллектуальная система управления.

# Автоматический высокоэффективный смеситель-гранулятор модели HLSG-300P



- Высокая производительность твердых и круглых гранул с однородным размером. Смешивание и гранулирование производится на одном этапе. Полностью закрытое производство отвечает требованиям стандарта GMP. Применяет двухслойное оболочное покрытие устройства вращения, чтобы обеспечить нагревание или охлаждение материала. Низкий уровень шума < 72 ДБ. Зазор между основанием устройства вращения и лезвием является маленьким (0.3~1мм).

# Компактная система гранулирования CGS

объединяет процессы: перемешивание, гранулирование и сушку в компактной производственной платформе для гранулирования. Обеспечивает бесперебойное и быстрое перемещение продукции от одного процесса к следующему, требует минимальных производственных площадей.

Выгрузной клапан миксера-гранулятора имеет прямое соединение с рабочей камерой сушилки «псевдооживленного слоя», что позволяет сократить пути перемещения перерабатываемого продукта. Это позволяет минимизировать площади продуктопроводов, которые напрямую соприкасаются с продуктом и тем самым сократить возможные потери и ускорить процесс передачи продукта от одного технологического этапа к другому. Даже клейкие грануляты, которые во влажном состоянии трудно перемещаются при помощи пневматических систем, могут быть быстро и без помех доставлены в рабочую камеру сушики.



# Комбинированная линия гранулирования CCS – закрытая комбинированная система

узловые элементы для производственных линии:

миксер-гранулятор

сушилка «псевдооживленного слоя».

Оба устройства непосредственно взаимосвязаны в производственной линии DIOSNA CCS. Благодаря этому они идеально вписываются в производственную зону.

Миксер и сушилка идеально взаимосвязаны, что обеспечивает максимальную эффективность процесса производства. Поток движения продукции может осуществляется вертикально или горизонтально.

Оба узла управляются одним пользовательским интерфейсом, но приборы независимы друг от друга и могут эксплуатироваться в любое время независимо друг от друга. Сочетание аппаратов демонстрирует их преимущества не только в части обработки продукта в закрытой системе, но также и в использовании одной системы очистки в автоматическом или полу-автоматическом исполнении.



## **2. GHL Серия смеситель-гранулятор** для смешения порошкообразных материалов и их последующего гранулирования



### **ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:**

- Коническая емкость для материала, в днище охлаждающая система;
- Частотного регулирования приводных двигателей;
- Крышка емкости поднимается пневмоцилиндром;
- В системе управления используется программируемый логический контроллер и интерфейс человек-машина;
- Процесс смешения и гранулирования занимает 4–5



Кроме того, на выставке было представлено оборудование для влажной грануляции и грануляции в псевдоожиженном слое.



# Гранулятор - смеситель «ROTO CUBE 60» высокоскоростной с универсальной емкостью для всех стадий процесса.



- Загрузка 20-40 л
- Максимальный выход продукта
- Система СІР и высокая степень герметичности
- Система качания и использование микроволн при сушке
- Точное определение окончания процесса грануляции
- Система подъема емкости