

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ФАКУЛЬТЕТ**

**«ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

**КАФЕДРА «БИОТЕХНОЛОГИИ»**

**По предмету «Обустройство биотехнологических процессов»**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**НА ТЕМУ: Расчет гранулятора при приготовлении витаминно-  
травянной муки**

**ВЫПОНИЛ:** Миролимов А.

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:** Шарафутдинова Н.

**ЗАВ.КАФЕДРОЙ :** доц. ХЎЖАМШУКУРОВ Н.А

Тошкент 2015 г

Утверждаю: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Зав. кафедрой

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

## Курсовая работа

по предмету \_\_\_\_\_

Группы \_\_\_\_\_ студентки  
\_\_\_\_\_ Руководитель \_\_\_\_\_

## Задание

1. Тема

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Начальные сведения \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Предметы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Графическая часть \_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

5. Описание \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Дополнительные задания и указания

\_\_\_\_\_

7. Проект разработки плана курсовой работы

1	2	3	4		Защита

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

### I. ТЕОРИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Основная технология производства и его описание
2. Принцип работы основного оборудования и его характеристика
3. Принцип работы схожего оборудования
4. Характеристика сырья

### II. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

1. Продуктовый расчет
2. Выбор основного оборудования и его расчет
3. Механический расчет
4. Техника безопасности оборудования
5. Заключение
6. Список используемой литературы

## Введение

Общеизвестно, что основу рациона многих видов сельскохозяйственных животных составляет трава. Поскольку свежая трава доступна только летом, в этот период производится заготовка её впрок. Раньше трава заготавливалась на стойловый период содержания животных главным образом путем высушивания в сено. С развитием технологий появились способы заготовки травы с лучшим сохранением полезных компонентов. Один из них - изготовление витаминной травяной муки и травяных гранул. Травяная мука – высококачественная витаминная подкормка, которая обеспечивает полноценное и здоровое питание. Травяная мука, витаминно – белковый корм для сельскохозяйственных животных, полученный из искусственно высушенной травы, убранной в ранние фазы вегетации (начало бутонизации), быстро высушенной при высокой температуре и размолотой в муку. Сырье – сеяные многолетние и однолетние травы, луговые травы с большим содержанием бобовых и др. Травяная мука используется в кормлении всех видов сельскохозяйственных животных и в птицеводстве как протеиновая и витаминная добавка. Витаминная - травяная мука может заменять сено и скармливаться с другими, как с грубыми, так и концентрированными кормами. Заменяет морковь, так как содержит много каротина.

**Гранулированные корма** - мучнистые кормовые смеси (комбикорма, травяная мука), сформованные в плотные кусочки (гранулы) с помощью специального устройства - гранулятора. Гранулы получают путем прессования и выдавливания через матрицы определенных форм и размеров рассыпного комбикорма. Гранулы бывают кубические, цилиндрические и округлые, их размер варьируется от 1 до 25 мм.

Рост спроса на гранулированные корма обусловлен следующими их преимуществами:

- состав гранулы одинаков и представляет собой полный набор всех питательных элементов, заключенных в комбикорме;
- животные получают максимум полезных веществ;
- птицы затрачивают меньше энергии при поедании гранулированного комбикорма, чем рассыпного;
- гранулы, предназначенные для рыб, долгое время, находясь в воде, сохраняют свои питательные свойства;
- кормушки меньше загрязняются, что повышает санитарное состояние животноводческих помещений и снижает заболеваемость животных;
- повышается производительность труда рабочих, занятых в раздаче корма;

Комбикорм (комбинированный корм) — пищевой продукт для кормления животных и птиц, в состав которого входит разнообразное зерновое сырье, травяная, рыбная или мясокостная мука, мел, соль и другие микродобавки, обеспечивающие полноценное питание, богатое белком, витаминами и микроэлементами.

### **Ассортимент продукции:**

Комбинированные корма производятся по различным рецептам для каждого вида животного и птицы, учитываются их возраст и назначение (*молоко, шерсть, перо, мясо, жир, кожа, яйца, икра*).

Виды комбикорма по пищевой ценности:

- комбикорм-концентрат (высокое содержание протеина, микродобавок и минеральных веществ);
- балансирующие добавки (обеспечивают потребности животных и птиц в определенном микроэlemente, витамине, белке и т.д.);
- полнорационные комбикорма (могут рассматриваться как замена естественной пище).

Виды комбикормов по форме выпускаемой продукции:

- рассыпной (мелкий, средний и крупный помол);
- гранулированный (плотные комочки округлой вытянутой формы);
- брикетированный (плотные прямоугольные или квадратные плитки).

Оптимально наладить производство гранулированной продукции в связи с большим спросом на потребительском рынке.

Преимуществом реализации кормов являются регулярные оптовые закупки различными государственными и частными компаниями, а также розничная продажа физическим лицам, содержащим крупный рогатый скот и домашнюю птицу.

## Основная технология производства и его описание

В последние годы в хозяйствах получает распространение технология приготовления белково-витаминной травяной муки в виде гранул. Такой корм не распыляется, не рассыпается (что позволяет экономить 5% кормов по сравнению с рассыпным), требует меньше складских помещений для хранения в 3,5 раза, его легко перевозить, механизировать кормораздачу, в нем лучше сохраняются питательные и биологически активные вещества.

Процесс гранулирования протекает таким образом: травяная мука из системы отбора агрегата по трубопроводу отсасывается в бункер гранулятора и поступает в дозатор. Дозатор равномерно подает муку в смеситель, где она увлажняется водой (оптимальная влажность 14-16%), интенсивно перемешивается и вводится в камеру прессования. В камере под действием большого давления происходит формирование гранул. После пресса она выдерживается в охлаждающей колонке и поступает в сортировку. Температура гранул после охлаждения не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 8°C, влажность - не выше 13-14%. Для телят желательны гранулы длиной 6 мм, для молодняка старше 6-месячного возраста и взрослого крупного рогатого скота - 7-16 мм.

Для производства витаминной травяной муки и травяных гранул используют свежескошенную траву бобовых, злаков и разнотравную зеленую массу. Согласно ГОСТ 18691 - 88 диаметр гранул должен быть 3,0 - 25,0 мм, длина - не более двух диаметров, плотность - 600 - 1300 кг/м<sup>3</sup>, крошимость - не более 12 %, Массовая доля сухого вещества должна быть в травяной муке - 88 - 91 % (влажность - 12 - 9 %), гранулированной - 85 - 90 % (влажность - 15 - 10 %). Отличается гранулированная травяная мука в основном своими питательными показателями (обычно продавцы прикладывают ветеринарный сертификат и/или заключение химлаборатории о питательных показателях) и из какой травы она получена (в основном принципиально три вида сырья: 1) разнотравие; 2) бобовые (в основном или клевер или люцерна, редко - козлятник); 3) зернобобовые смеси (вики-овсяная смесь или ей подобные).

Еще отличие в форме отпуска – это либо менки по 30-50кг (это считается розница или мелкий опт); - мешки Биг-Беги (это считается опт или средний опт); - навалом загружается в грузовик – это опт. Большое значение имеет технология производства травяной муки. Искусственное обезвоживание - один из эффективных способов консервирования зеленых кормов, обеспечивающий максимальную сохранность питательных веществ. Корма искусственной сушки, к которым относятся травяная мука, почти не уступают по питательности многим зерновым концентратам, но значительно превосходят их по содержанию переваримого протеина, витаминов, минеральным веществам и полноценности белка. В 1 кг травяной муки содержится 0,7- 0,9 корм. ед., 120-150 г переваримого протеина, 200-300 мг каротина. Технологический цикл производства гранулированной витаминной травяной муки, начинается со скашивания и измельчения трав, погрузки измельченной массы в транспорт и доставки измельченной массы к сушильному агрегату. После выгрузки зеленой массы на лоток приемник травяная масса попадает на транспортер подачи ее в сушильный барабан. В теплогенераторе сжигают газ и образуются топочные газы. После смешения в топке топочных газов и атмосферного воздуха, подготовленная смесь называемая сушильным агентом подается в сушильный барабан. Сушильный барабан содержит лопастную насадку, разделенную на секции кольцевыми перегородками. Поступивший во вращающийся барабан материал подхватывается периферийными лопастями и поднимается вверх, ссыпаясь на лопасти крестовины, и одновременно транспортируется вдоль барабана. Вращаясь вместе с крестовиной, материал скользит по ее лопастям против движения теплоносителя. При сушке кормовых трав это способствует разделению массы на фракции. Легкие частицы при падении с лопастей быстро выносятся из барабана, а тяжелые, более влажные фракции частично возвращаются для подсушивания. Этим обеспечивается равномерная влажность материала и повышение влагосъема. Высохшие частицы

газовоздушный поток выносит в циклон сухой массы. В нем происходит отделение сухой массы от теплоносителя. Дымососом отработанный теплоноситель выбрасывается в атмосферу. Сухую массу подают в дробилку. Измельченную в дробилке сухую массу в виде муки через отверстия решета потоком воздуха подают в циклон отвода муки. В циклоне происходит осаждение муки и через шлюзовой затвор мука попадает в оперативный бункер временного хранения. На содержание питательных веществ и витаминов в травяной муке значительно влияют форма и условия хранения травяной муки. В гранулированном виде сохранность питательных веществ в травяной муке больше. Поэтому для длительного хранения (а также удешевления транспортировки) витаминную травяную муку необходимо гранулировать. С этой целью из оперативного бункера временного хранения травяная мука посредством дозатора и смесителя подается в камеру прессования. Выдавленные из отверстий матрицы гранулы обламываются неподвижным ножом, падают вниз и выводятся наружу. Они имеют повышенную температуру и являются непрочными, поэтому транспортером доставляются в охладительную колонку. В процессе охлаждения влажность гранул уменьшается, и в результате определенных физико-химических изменений они приобретают необходимую твердость, температуру и влажность. Из охладительной колонки гранулы поступают в бункер временного хранения, откуда после отлежки они упаковываются в бумажные мешки и закладываются на хранение.

Технология производства комбикорма различается в зависимости от необходимого конечного продукта и состава сырья. Так, для изготовления кормовой смеси для отъемных поросят и птиц необходимым этапом будет шелушение ячменя, в то время как для многих других видов использование этого зерна не требуется.

Наибольшим спросом на рынке пользуется гранулированный корм, основными этапами производства которого являются:

1. измельчение;
2. дозирование;
3. смешивание;
4. гранулирование;
5. охлаждение;
6. фасовка.

Первичное сырье (сено и солома) проходит двухэтапный процесс измельчения на куски 30-40 мм и на частицы 5-10 мм (в зависимости от рецепта). Зерновые компоненты также измельчаются на дробилке, взвешиваются на электронных весах и подаются с помощью на дозатор. На этапе дозирования в производство поступают добавки. Дозирование должно быть точным, поскольку от него зависит качество продукции. Далее компоненты поступают в смеситель. Здесь они перерабатываются в однородную массу. На этой стадии завершается приготовление комбикорма в россыпи, поэтому при наличии заказов на россыпной вид часть продукции можно вручную изъять и направить на упаковку.

После стадии смешивания полученная масса посредством шнекового или ленточно-скребкового транспортера (в зависимости от состава линии) направляется в бункер-ворошитель, который обеспечивает накопление и равномерную подачу массы на пресс-гранулятор. На стадии гранулирования формируются правильные комочки нужного диаметра и размера. Далее продукт охлаждается встречным ветряным потоком вентилятора колонны охлаждения и подается на стол отсева, где конечная продукция отделяется от некондиционной россыпи. На завершающем этапе производства гранулы поступают посредством конвейера в блок фасовки. Упаковка продукции происходит в мешки по 10-50 кг.

## **Принцип работы основного оборудования и его характеристика**

В технике сушке подвергается множество материалов, различающихся химическим составом, дисперсностью и структурой, адгезионными свойствами и термочувствительностью, содержанием и формой связи влаги с материалом и другими свойствами. В химической промышленности процессы массо- и теплопереноса при сушке иногда осложняются протекающими одновременно химическими реакциями.

В связи с этим выбор рационального способа сушки, типа сушильной установки и конструкции сушильного аппарата представляет собой сложную технико-экономическую задачу. В примерах не дано обоснование выбора сушильного агента, а также параметров материала и сушильного агента.

Процесс в этом случае протекает в первом периоде сушки при постоянной температуре влажного материала, равной температуре мокрого термометра, и скорость сушки определяется внешней диффузией.

Расчет различных вариантов сушильного процесса (с промежуточным подогревом теплоносителя, с дополнительным подводом тепла в сушильную камеру, с частичной рециркуляцией сушильного агента) принципиально не отличается от приведенного в качестве примера расчета сушилки, работающей по основному (нормальному) сушильному варианту.

Гранулятор (рисунок 1) содержит раму 1 на которой монтируется приводная станция, состоящая из двигателя 11, соединительной муфты 12, редуктора 13 и соединительного звена 14. В верхней части рамы закреплена плита 7, на которой закреплены подшипниковые узлы 2. На валах подшипниковых узлов 2 установлены две входящие в зацепление прессующие матрицы 3 и 5. В зоне подачи материала между матрицами 3 и 5 изготовлена приемная камера 4, над которой размещен бункер 19. С обеих сторон от приводной станции, под углом к горизонту расположены решета 9, под которыми смонтированы желоба 10. Внутренние узлы гранулятора закрыты двумя верхними 20 и 21, двумя боковыми 22, задней (не обозначена) и лицевой 18 панелями. В

лицевой панели 18 изготовлены окна, под которыми установлены лоток 17 для гранул и лоток 15 для несгранулированного материала. В лотке 15 изготовлены окна с заслонками 16.

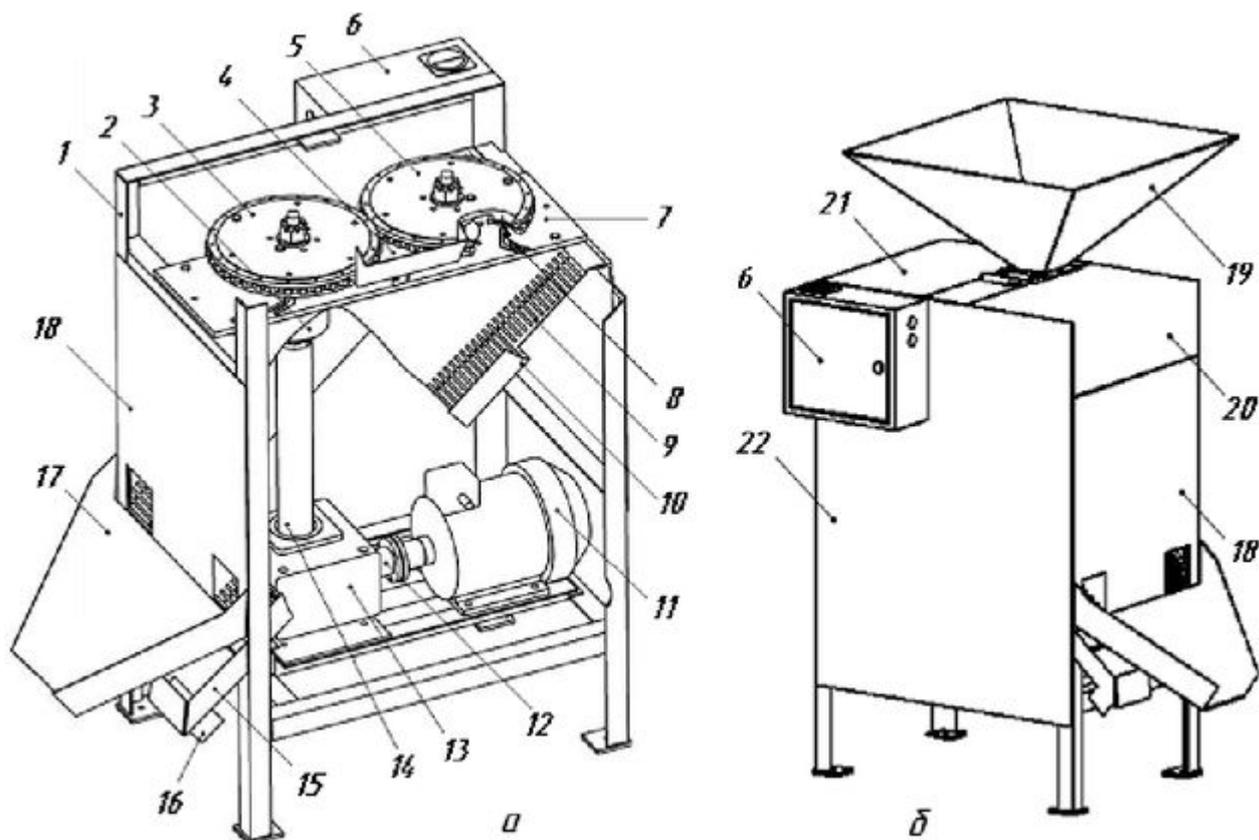


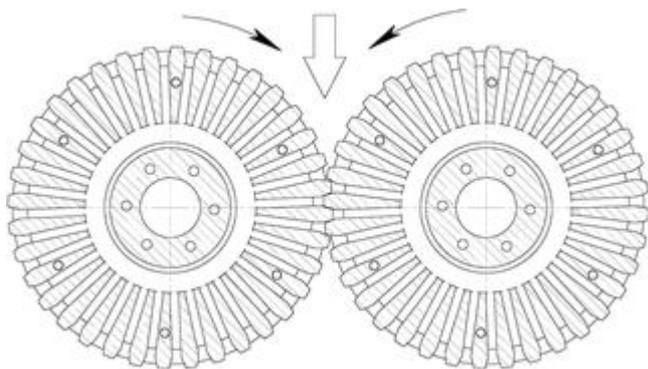
рисунок 1

а - основные узлы гранулятора; б - внешний вид гранулятора

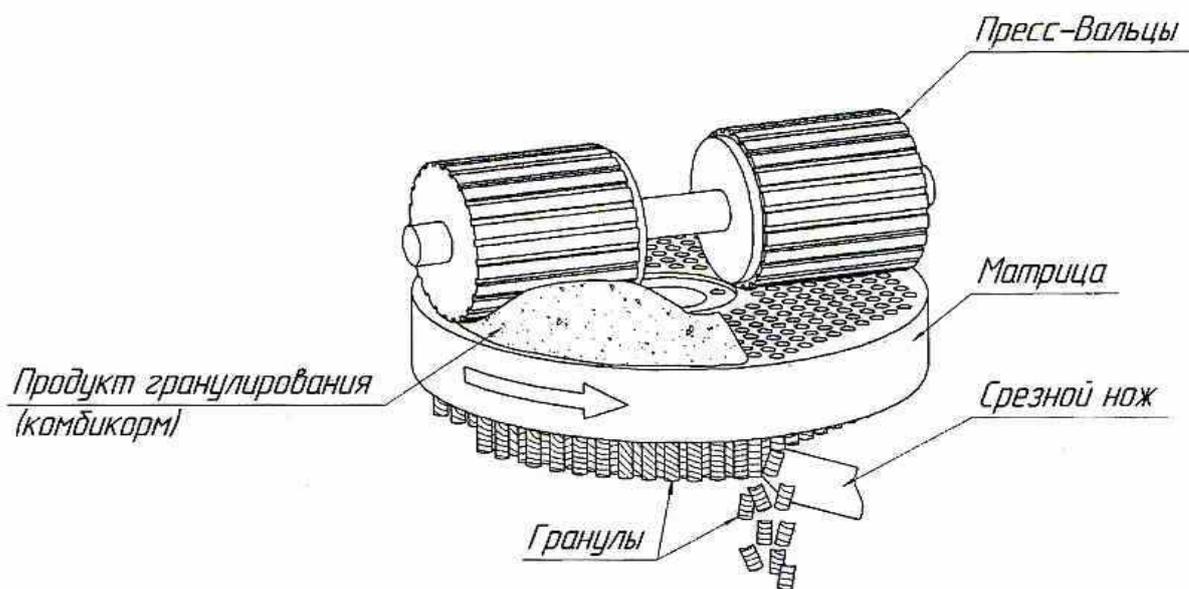
1 - рама; 2 - узел подшипниковый; 3 - матрица приводимая; 4 - приемная камера;  
 5 - матрица ведомая; 6 - пульт управления; 7 - плита; 8 - скалыватель;  
 9 - решето; 10 - лоток; 11 - электродвигатель; 12 - муфта соединительная;  
 13 - редуктор; 14 - звено соединительное; 15 - лоток для несгранулированного корма; 16 - заслонка; 17 - лоток для гранул; 18 - панель лицевая; 19 - бункер;  
 20 - панель верхняя лицевая; 21 - панель верхняя задняя; 22 - панель боковая правая

Корм из бункера 19 подается в приемную камеру 4. Одновременно с этим матрица 3 получает вращение от двигателя 11 через муфту соединительную 12, редуктор 13 и соединительное звено 14. Вторая матрица 5 вращается за счет зацепления ее зубьев с зубьями приводимой матрицы 3.

При вращении матриц 3 и 5, корм заполняет межзубовое пространство и, вдавливаясь поверхностью зубьев в каналы прессования (рисунок 2), изготовленные в матрицах. Противодействие сжатому корму обеспечивается силами трения между ним и внутренней поверхностью канала прессования. За время пребывания корма в канале прессования напряжение в нем постепенно затухает (релаксация напряжений) и гранула упрочняется.



Сформированные гранулы выдавливаются новыми порциями корма из каналов прессования и отламываются, ударяясь о скалыватели 8 (рисунок 1), установленные под матрицами 3 и 5 на плите 7. Отколовшиеся гранулы попадают на решета 9, по поверхности которых они, под действием силы тяжести, ссыпаются на лоток 17, и далее в подставленную емкость.



Технологическая схема гранулятора

Несгранулированный корм, который выбрасывается из межзубового пространства матриц 8, проваливается через ячейки решет 9 и по желобам 10 сыпается на лотки 15. Проходя через окна, выполненные в лотках 15, он попадает в предварительно подставленные емкости, а затем, после увлажнения - на повторное гранулирование.

### Технические характеристики :

Комплект оборудования :	ТГК.08/120	ТГК.08/400
Производительность** кг/час, не менее :		
- гранулы диаметром 10 мм	120	400
- гранулы диаметром 5 мм	80	250
Возможный диаметр гранул***, мм	от 3 до 15	
Параметры электросети, В/Гц.	380/50	
Установленная мощность, кВт	12,0	25,0
Потребляемая мощность, кВт	9,6	14,8
Ориентировочный расход пара (0,2 мПа), кг/час	30	50...60
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	40	74
Высота потолка цеха, м, не менее	4,2	
Обслуживающий персонал, чел.	3	3

## Принцип работы схожего оборудования

Комплект оборудования предназначен для производства гранулированных кормов для сельскохозяйственных животных, птиц, рыб. Позволяет получать сбалансированный питательный корм, способный сохранять свои свойства в течении длительного времени. Для производства комбикормов на основе сухих трав, силоса или сенажа, рекомендуем дооснастить предлагаемый комплект дробилкой для сенажа. Конструкция гранулятора позволяет производить прочные, непылящие гранулы, что сокращает потери при транспортировке и значительно увеличивает сроки хранения гранулированных кормов. Процесс производства гранулированных комбикормов включает следующие операции :

- приготовление комбинированных кормовых смесей (измельчение злаков и смешивание с органическими и минеральными добавками);
- термическую обработку и увлажнение комбикормовой смеси (кондиционирование);
- гранулирование комбикормовой смеси; сушку и охлаждение гранул



Грануляторы выпускаются для получения гранул из комбикормов, отрубей, травяной муки и иных исходных материалов.

Достоинства гранулятора:

- простота обслуживания грануляторов
- не требует дополнительного оборудования при производстве гранулы
- лучшее соотношение цена производительность
- используя матрицы с отверстиями  $d=2,5$  мм, получаем гранулят аналогичный крупке
- легко встраивается в существующие линии
- высокая надежность гранулятора
- ремонтпригодность грануляторов в условиях действующего производства.

### **Аммонизаторы – грануляторы**

*Аммонизаторы* – *грануляторы* отличаются высокой производительностью, компактны, совмещены в одном аппарате процессы аммонизации и гранулирования, устойчивы в работе, просты в управлении.

В секции гранулирования установлены несколько продольно приваренных листов. Листы гнуты так, что их поперечный разрез похож на открытую цапфу, которые образуют несколько отделений. Такая конструкция внутренней насадки улучшает окатывание и гранулирование материала.

Привод аммонизатора – гранулятора может осуществляться за счет фрикционной пары, при повышенных нагрузках – зубчатое зацепление

12.

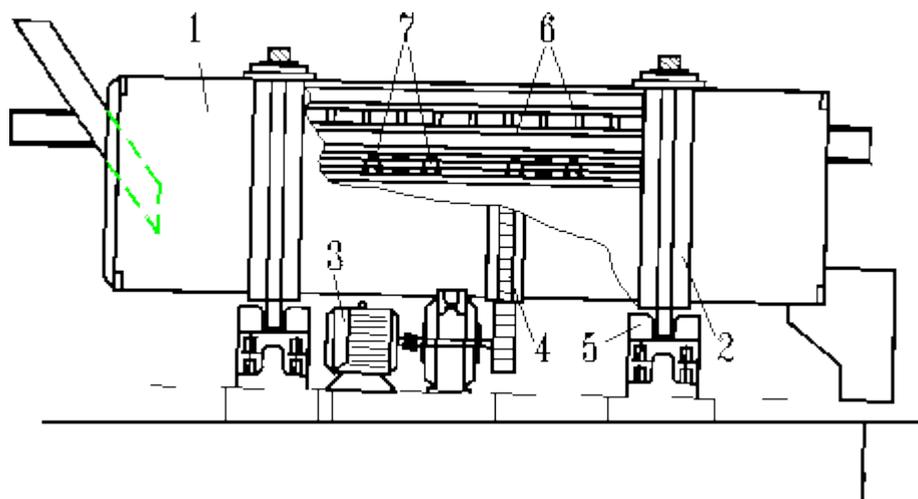
### **Барабанный гранулятор**

Конструкция барабанного гранулятора представлена на рисунке 98.

Внутри барабана по его окружности (на расстоянии 1 м от входа) расположены направляющие лопасти для тепло и массообмена, поэтому

влага удаляется из материала более интенсивно, чем в других ретурных процессах производства комплексных удобрений.

Существенным недостатком грануляторов этого типа является скольжение материала по стенкам барабана, налипание массы на стенки, сложность регулирования процесса ввиду затруднения визуального контроля за ходом гранулирования, трудность организовать автоматический контроль и управление процессом.



1 - полый вращающийся барабан; 2 - бандаж; 3 - электродвигатель; 4 - венцовая шестерня; 5 - опорные ролики; 6 - нож для очистки стенок; 7 - форсунки.

#### Барабанный гранулятор.

Кроме барабанных грануляторов имеются барабанно–грануляционные сушилки, в которых процесс грануляции совмещен с процессом сушки.

Барабанно–грануляционная сушилка представляет собой вращающийся барабан, передняя часть которого на длину 0,5 м снабжена лопатками, установленными параллельно образующей барабана, для перемещения гранул и ретура из нижней части аппарата вверх. Благодаря такой конструкции создается плотная завеса частиц перед форсунками. Для создания необходимой высоты слоя гранул в зоне распыления пульпы форсунками, обеспечения требуемой длительности пребывания продукта в грануляторе (35 - 40 мин) и улучшения процесса окатывания гранул внутри барабана имеется обратный шнек.

## Характеристика сырья

В зависимости от качества травяную муку делят на 3 класса. По органолептической оценке цвет травяной муки для всех классов должен быть зеленым или темно-зеленым, мука иметь специфический запах, свойственный данному продукту, не затхлый, без посторонних запахов. Каротина в 1 кг муки должно содержаться: в муке I класса -180 мг, II-150 и III класса -120 мг; сырого протеина для всех классов-14%, сырой клетчатки - не более 26, влаги - 12%. Для всех сортов травяной муки допускается содержание металломагнитных примесей (ферропримесей) размером до 2 мм включительно, в 1 кг муки - не более 20 мг, песка - не более 1 %. Недопустимо содержание металлических частиц с острыми краями.

Сено — один из наиболее ценных видов грубого корма для скота. Оно богато витаминами, минеральными веществами и протеином. В то же время, до настоящего времени во многих хозяйствах качество сена очень низкое, а суммарные потери его при заготовке превышают 40%. Особенно низкоурожайным и плохого качества является сено естественных сенокосов. Одним из важных условий получения высококачественного сена является уборка трав в ранние фазы вегетации, когда они содержат наибольшее количество переваримого протеина и витаминов. Кроме того, ранний, первый укос молодых трав позволяет собрать богатый второй укос травы или при необходимости получить осенью хорошие семенники. Поэтому для получения сена высокого качества необходимо начать кошение трав не позже, чем в фазе бутонизации бобовых растений и колошения злаковых и заканчивать их уборку в начале цветения. Молодые травы при полевой сушке значительно меньше теряют самой ценной части растений — листьев. При уборке сеяных бобовых трав (люцерна, клевер, тимофеевка, донник и другие) одновременно с кошением необходимо проводить плющение массы, что в 2 раза сокращает время сушки. При дождливой погоде плющение

проводить не следует, так как тогда резко возрастают потери питательных веществ. После плющения идет провяливание массы. Для ускорения этого процесса проводят ворошение травы. После подсушивания прокосов до влажности 45—55%, ее сгребают в валки (для дальнейшего просушивания). При досушивании трав в валках при благоприятной погоде уменьшается действие солнечных лучей, что снижает расход каротина и уменьшает потери наиболее ценных частей растения — листьев и соцветий. Для дальнейшего уменьшения потерь подсушенное в валках до влажности 25—28% сено необходимо с помощью подборщика-накопителя собрать в копны, где оно постепенно в течение 2—3 дней подсохнет до стандартной влажности 17—18%. После этого его складывают в скирды для хранения. Хорошо сохраняется прессованное сено в тюках. Для прессования сена в тюки применяют пресс-подборщики. С целью уменьшения механических потерь сено прессуется при влажности 22—24%. Тюки с сеном сохраняют под навесами, специально сложенными в пирамиды для дальнейшего подсушивания до стандартной влажности. В последнее время стали распространены пресс-подборщики для прессования сена в рулоны. Такой пресс-подборщик формирует рулоны массой 500-600 кг и обвязывает их шпагатом для лучшей транспортировки и хранения.

**Сырье для витаминно-травянной муки:** сеяные многолетние и однолетние травы, луговые травы с большим содержанием бобовых и др., луговая трава, вика с овсом, люпин, люцерна, клевер, козлятник, крапива...В комбикормовом производстве используется более ста разнообразных видов сырья. Это обусловлено как качеством и питательностью кормовой смеси, так и видом животного, птицы или рыбы. Основными сырьевыми продуктами для приготовления комбикорма являются:

- сено, солома, жмых;
- зерновое сырье (ячмень, овес, кукуруза, бобы и др.);
- мука (травяная, рыбная, мясокостная);

- крахмало-паточное сырье (гидрол, меласса);
- минеральное сырье (соль, мел)
- химическое сырье (микроэлементы, карбамид, витамины, антибиотики);

В отдельную группу выделяют белково-витаминные добавки и премиксы, которые используются в микроколичествах для обогащения пищевого продукта.

## Продуктовый расчет

**Конечный продукт:** гранула 2,5 - 10 мм, влажность 9-12%.

Плотность гранулы 0,8 -1,1 кг/дм. куб.

Насыпная плотность гранул 600-700 кг/м куб.

## Выбор основного оборудования и его расчет

Топширик бўйича грануляторга келаётган рапс шротни миқдори  
150т/сут.

Узлуксиз ишлаганда соатига миқдори

$$G = \frac{150}{24} = 6,25 \text{ т / соат}$$

Рапс шроти таркиби:

Куруқ ёғсизланган модда:

Мой  $G_{ke} = 45,0\%$

$$G_m = 0,7\%$$

Сув  $G_e = 6,0\%$

Эритувчи  $G_3 = 44,2\% = 100,0\%$

Куруқ ёғсизланган модда, ёғ, сув ва эритувчи миқдорини топамиз:

Шрот билан грануляторга қабул қиламиз: ёғсизланган куруқ модда

$$G_{ke} = G \cdot G_{oc}^1 = 6670 \cdot 0,45 = 3001 \text{ кг / соат}$$

$$\text{ёғ } G_m = G \cdot G_m^1 = 6670 \cdot 0,208 = 54 \text{ кг / соат}$$

$$\text{намлиги } G = G \cdot G_c^1 = 6670 \cdot 0,06 = 400 \text{ кг / соат}$$

$$\text{эритувчи } G^c = G \cdot G_e^1 = 6670 \cdot 0,442 = \frac{2948 \text{ кг / соат}}{6670 \text{ кг / соат}}$$

гранулятор шрот 12%гача намланади, ундан чиқишда эса 8,5-10%  
намликка эга бўлади деб қабул қиламиз .

Шротдаги намлик миқдори:

$$G_{\text{в.ш.}} = G \cdot 0,12 = 6670 \cdot 0,12 = 800 \text{ кг/соат}$$

Шротга киритиш керак бўладиган намлик миқдори.

$$G^1_{\text{в.т.}} = G^1_{\text{в.т.и}} - G^1_{\text{ет}} = 800 - 400 = 400 \text{ кг/соат}$$

Гранулятор сонини куйидагича топилади:

$$N = A / 290 \cdot G \cdot 0.75 \cdot 8$$

$$N = 150 / 285 \cdot 235 \cdot 8 \cdot 0.75 = 150 / 388 = 0,38 = 1 \text{ та гранулятор керак бўлади,}$$

Бу ерда 285- бир йиллик иш хажми,

8- бир кунлик иш хажми,

0.75-тўлдириш коэффициенти

## Механический расчет

Движение в поперечном сечении барабана. Величина динамических нагрузок на гранулу данного размера зависит от характера ее движения. Тело, находящееся внутри вращающегося барабана, под действием силы трения и центробежной силы прижимается к поверхности барабана и отклоняется от вертикали на угол  $\beta_x$ , величина которого зависит от скорости вращения барабана, его радиуса и коэффициента трения тела о поверхность барабана. Таким образом, поведение тела определяется соотношением трех сил: тяжести, центробежной и трения.

После достижения предельного значения угла  $\beta_d$  нарушается равновесие тела относительно поверхности барабана, сдвигающая сила становится больше силы трения и тело начинает перемещаться вниз. При этом в первое же мгновение исчезает действие на тело центробежной силы, в результате чего уменьшается сила трения и еще больше нарушается динамическое равновесие. Однако в дальнейшем, вследствие движения по криволинейной траектории, центробежная сила возникает вновь.

Для первичной оценки режима окатывания предложена формула

$$\beta_x = \beta_{\max} - 2 \cdot (\beta_{\max} - \beta), \quad (8.7)$$

где  $\beta_{\max}$  – максимальный угол подъема тела;  $\beta$  – угол трения. При  $\beta_x > 0$  наблюдается режим обкатывания, при  $\beta_x < 0$  – челночный.

В практических условиях работы одновременно в барабане находится не одно тело, а их совокупность некоторый объем сыпучего материала, поведение которого характеризуется закономерностями, отличными от закономерностей движения одиночного тела. Характер движения материала зависит от степени заполнения, скорости вращения и состояния внутренней поверхности барабана.

При малой степени заполнения в случае небольшого трения о внутреннюю поверхность барабана сыпучий материал ведет себя подобно одному

сплошному телу, т.е. движется в челночном режиме или чаще в режиме обкатывания. В последнем случае угол подъема центра тяжести загрузки меньше угла естественного откоса.

При отклонении центра тяжести загрузки на угол, больший угла естественного откоса, и достаточном коэффициенте заполнения картина поведения материала меняется. Как только наклон поверхности загрузки превысит угол естественного откоса, избыток материала начнет осыпаться вниз, стремясь восстановить первоначальный угол. При этом центр тяжести загрузки остается на одном месте, а вокруг него вращается материал: около стенки он поднимается вверх, а по свободной поверхности сыпается вниз.

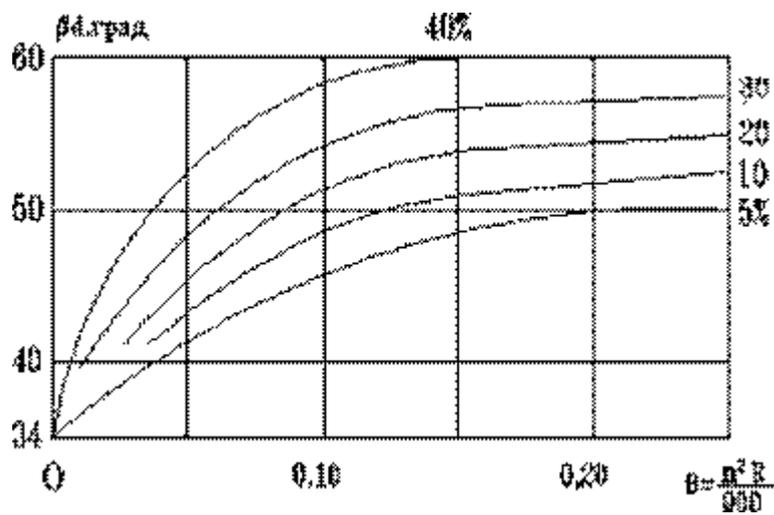
Для процесса окатывания большое значение имеет толщина слоя сыпавшегося материала. Экспериментально исследовалась зависимость отношения количества поднимающегося материала  $G_{\text{под}}$  к общему количеству материала в засыпке  $G_{\text{общ}}$  от параметров вращения барабана. Установлено, что

$$\psi = \frac{G_{\text{под}}}{G_{\text{общ}}} = f \cdot \left( \omega^2 \cdot \frac{R}{g} \right), \quad (8.8)$$

где  $\omega$  – угловая скорость;  $R$  – радиус барабана.

$\psi$  не зависит от коэффициента заполнения. Следовательно толщина сыпавшегося слоя не определяется коэффициентом заполнения. Гранулы, скатывающиеся из верхней части потока, подвергаются меньшим динамическим нагрузкам, чем гранулы, расположенные внутри потока и соприкасающиеся с поднимающимся слоем. Поэтому на гранулометрический состав продукта влияет толщина скатывающегося слоя, т.е. коэффициент заполнения, который должен быть оптимальным для требуемого гранулометрического состава. При гранулировании в барабане коэффициент заполнения не превышает 25% и в каждом конкретном случае находится экспериментально.

Поскольку для процесса окатывания наиболее благоприятен режим переката, представляют интерес предельные значения параметров перехода к водопадному режиму. Водопадный режим вообще невозможен до тех пор, пока верхний край загрузки не достает угла подъема  $90^{\circ}$  (рисунок 94). Отсюда нетрудно определить предельную степень заполнения барабана, до достижения которой материал будет двигаться в режиме переката. При этом условии угол в зависимости от угла ссыпания  $\beta_d$  будет определяться по следующей формуле:  $\varphi = 180 - 2 \cdot \beta_d$ . Угол  $\beta_d$  определяется, прежде всего, углом естественного откоса  $\beta$  и существенно зависит от скорости вращения барабана. При прочих равных условиях угол ссыпания увеличивается с повышением степени заполнения барабана. С учетом динамических нагрузок угол  $\beta_d$  получается на  $10 \div 25^{\circ}$  больше угла естественного откоса. На рисунке 95. приведены экспериментальные данные о влиянии скорости вращения и степени заполнения на угол ссыпания материала с углом естественного откоса  $35^{\circ}$ . Чем выше скорость вращения, тем больше угол  $\beta_d$  и меньше предельная степень заполнения.



При небольших степенях заполнения, когда верхняя часть загрузки поднимается на угол более  $90^{\circ}$ , начало водопадного режима определяется равенством углов подъема верхнего края загрузки и отрыва материала от поверхности барабана. При этих условиях найдена критическая скорость вращения барабана,

характеризующая границу между режимом переката и водопадным режимом

$$n_{кр} = 30 \cdot \sqrt{\frac{-\cos\beta_d + \frac{\varphi}{2}}{R}}, \quad (8.9)$$

При выборе скорости вращения гранулятора нужно стремиться к тому, чтобы создавались не только условия режима переката, но и условия, предотвращающие разрушение сформированных гранул требуемого размера. Процесс окатывания необходимо вести при скоростях скатывания, не превышающих скоростей, при которых происходит разрушение. Энергия, переданная от одной гранулы другой в момент их столкновения, не должна превышать работу разрушения. Из этого условия получена упрощенная формула для определения допустимой скорости скатывания гранул

$$[v_{ск}] = (0.23 \div 0.32) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \sigma}{\gamma}}, \quad (8.10)$$

где  $\sigma$  – допустимое напряжение в грануле;  $g$  – удельный вес материала.

Скорость скатывания определяется параметрами работы гранулятора и свойствами материала. Получена зависимость:

$$v_{ск} = \frac{\rho_{нас} \cdot g}{\beta} \cdot \sin\beta_d \cdot \left[ \frac{(R_c - R)^2}{2} - R_b \cdot (R_c - R) \right] - \frac{\tau}{\beta} \cdot (R_b - R), \quad (8.11)$$

где  $\rho_{нас}$  – насыпная плотность материала;  $\beta$  – коэффициент внутреннего трения материала;  $\beta_d$  – угол подъема центра тяжести засыпки;  $R$  – текущий радиус;  $R_b$  – расстояние от центра барабана до скатывающегося слоя;  $R_c = R_b + h_{ск}$ ;  $h_{ск}$  – толщина скатывающегося слоя;  $\tau$  – предельное напряжение сдвига.

Входящие в уравнение величины  $h_{ск}$  и  $\tau$  не всегда известны. Для приближенных расчетов можно пользоваться уравнением, полученным из следующих соображений. Количество скатывающегося материала, исходя из условия неразрывности потока, равно количеству

поднимающегося материала. При этом, чем меньше материала скатывается, тем больше его скорость и меньше время скатывания. Принимая максимальный путь скатывания равным хорде, проведенной между крайними точками засыпки, получаем:

$$\frac{\tau_{\text{ПОД}}}{\tau_{\text{С}}} = \frac{v_{\text{СК}} \cdot S_{\text{ПОД}}}{S_{\text{СК}} \cdot v_{\text{ПОД}}} = \frac{G_{\text{ПОД}}}{G_{\text{СК}}} = \frac{\psi}{1 - \psi};$$

$$\frac{v_{\text{СК}}}{v_{\text{ПОД}}} = \frac{\psi}{1 - \psi} \cdot \frac{2 \cdot R \cdot \sin \varphi / 2}{R_{\text{С}}} = \frac{2 \cdot \psi \cdot \sin \varphi / 2}{(1 - \psi) \cdot \varphi}, \quad (8.12)$$

где  $S$  – путь, проходимый гранулой при скатывании, а  $\psi = 0,55 - 0,6$ .

Скорость подъема материала определяется параметрами движения барабана. Если проскальзывание материала около стенки отсутствует, то средняя скорость подъема частиц, расположенных между стенкой барабана и линией, разграничивающей поднимающийся и скатывающийся слой

$$v_{\text{ПОД}} = \frac{\omega \cdot R}{2}, \quad (8.13)$$

а средняя скорость скатывания в поперечном сечении барабана

$$v_{\text{СК}} = \frac{R \cdot \omega \cdot \psi \cdot \sin \varphi / 2}{(1 - \psi) \cdot \varphi}, \quad (8.14)$$

Поскольку скатывание происходит не по плоскости, а по изогнутой поверхности, формула дает несколько заниженные результаты. Задаваясь допустимым значением скорости скатывания определяют угловую скорость барабана. Для промышленных грануляторов скорость вращения барабана составляет обычно  $(0,2 - 0,6)$ , где  $\omega$  – скорость, при которой материал под воздействием центробежной силы вращается без отрыва от стенки. Чем выше сыпучесть материала, тем больше скорость вращения.

### *Движение материала вдоль оси вращающегося барабана*

Перемещение материала, загружаемого в барабанный гранулятор, вдоль оси последнего обусловлено разностью давлений на входе в цилиндрическую обечайку и выходе из нее. Перепад давлений создается при понижении уровня материала, вызванном его обрушением на разгрузочном конце.

Если барабан установлен под углом к горизонту, то частицы поднимаются перпендикулярно горизонтали, т.е. под углом к оси, в результате этого происходит перемещение материала и выгрузка его из барабана.

Интенсивность разгрузки определяется из следующих соображений.

Длина проекции пути подъема на поверхность засыпки равна  $2 \cdot R \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$

. Длина пути вдоль оси барабана за время подъема  $\tau_{\text{под}}$  скатывания  $\tau_{\text{ск}}$

составит  $S_1 = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \text{tg} \alpha$ . Скорость движения материала вдоль оси гранулятора

$$v_{\text{ос}} = \frac{S_1}{\tau_{\text{под}} - \tau_{\text{ск}}} = \frac{S_1}{\left( \frac{\tau_{\text{ск}}}{\tau_{\text{под}}} + 1 \right) \tau_{\text{под}}}; \quad (8.15)$$

$$\tau_{\text{под}} = \frac{\varphi}{60 \cdot \omega}; \quad (8.16)$$

$$v_{\text{ос}} = \frac{120 \cdot R \cdot \psi \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \text{tg} \alpha}{\varphi}, \quad (8.17)$$

При подаче во вращающийся барабан материала его уровень в загрузочной части увеличивается. Наклонная поверхность образуется не только в поперечном, но и в продольном сечении барабана. После достижения угла естественного откоса материал сыпается, перемещаясь вдоль оси барабана.

Рассмотрим засыпку на разгрузочном конце, где материал расположен в поперечном сечении под углом  $\beta_d$  к горизонту, а в продольном сечении под углом  $\beta_d - \alpha$ . Соотношение скоростей скатывания в продольном и поперечном направлениях пропорционально пути скатывания, т.е.

$$\frac{v_{\text{ск прод}}}{v_{\text{ск попер}}} = \frac{R \cdot \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin(\beta_d - \alpha) \cdot 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\varphi}{2}}, \quad (8.18)$$

Скорость перемещения материала вдоль оси барабана

$$v_{\text{ос}} = v_{\text{ск прод}} \cdot \cos(\beta_d - \alpha), \quad (8.19)$$

$$v_{\text{ос}} = \frac{R \cdot \omega \cdot \psi \cdot \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2}\right)}{2 \cdot \varphi \cdot (1 - \psi) \cdot \text{tg}(\beta_d - \alpha)}, \quad (8.20)$$

Следует отметить, что осевая скорость зависит от угла естественного откоса, а следовательно, от размера частиц. При движении полидисперсной смеси крупные частицы выгружаются быстрее, поскольку имеют большую скорость.

Пропускная способность вращающегося барабана определяется осевой скоростью и сечением материала, обрушивающегося на разгрузочном конце

$$Q = \frac{R^3 \cdot \omega \cdot \psi \cdot \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2}\right) \cdot (\varphi - \sin \varphi)}{4 \cdot \varphi \cdot (1 - \psi) \cdot \text{tg}(\beta_d - \alpha)}, \quad (8.21)$$

Угол характеризует заполнение на разгрузочном конце барабана. Экспериментально показано, что поверхность сыпучего материала вдоль оси барабана имеет выпуклую форму, т.е. по мере удаления от разгрузочного конца толщина слой и коэффициент заполнения продолжают увеличиваться, но в меньшей степени.

#### *Кинетика гранулообразования*

В грануляторах различных размеров и конструкций, работающих при разных режимах окатывания, осуществляются процессы образования,

роста и уплотнения гранул, которые подчиняются единым закономерностям, позволяющим описать Их аналитически. Принято, что все мелкие частицы накатываются на крупные, равномерно распределяясь по их поверхности слоем одинаковой толщины, независимо от размера зародышей. Получено уравнение для расчета диаметра гранул после гранулирования

$$d_1^t = d_1 + \left( \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}} \right) \cdot \left( \frac{\alpha}{3} \right), \quad (8.22)$$

$$\alpha = \frac{P_m}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i / d_i}$$

где  $d_1$  – диаметр исходного звена;  $P_m$  – количество комкуемого материала;  $P_i$  – то же, в каждой фракции;  $\rho$  – кажущаяся плотность крупных кусочков;  $\rho_{\text{нас}}$  – плотность комкуемого материала в неокатанном состоянии.

Отношение поверхности комкующих фракций к объему мелких комкуемых фракций названо коэффициентом скорости гранулирования, который при  $\rho = \rho_{\text{нас}}$  равен

$$K_{\text{ср}} = G \cdot \left[ \frac{\sum_{i=1}^n P_i / d_i}{P_m} \right], \quad (8.23)$$

Чем больше  $K_{\text{ср}}$  тем быстрее мелочь накатывается на крупные зерна. В коэффициент  $K_{\text{ср}}$  не входят параметры, характеризующие природу материала, способность его взаимодействовать с водой, поэтому уравнение интересно лишь для идеального случая принятого механизма гранулообразования. Исходя из того же механизма гранулообразования, для расчета среднего размера гранул получено уравнение

$$d^3 = \bar{d} + \frac{d_0 \cdot \exp 3 \cdot m \cdot (W - W_0) - \bar{d}^3}{\tau_{\text{ср}}} \cdot \tau, \quad (8.24)$$

где  $\bar{t}_{\text{ср}}$  – среднее время пребывания материала в грануляторе;  $t$  – текущее время;  $\bar{d}$  – средний диаметр исходных частиц;  $d_0$  – диаметр частиц, соответствующий началу гранулообразования;  $W_0$  – минимальное содержание связующего, при котором начинается гранулообразование;  $m$  – экспериментально определяемый коэффициент, характеризующий свойства гранулируемого материала.

Это уравнение справедливо лишь для гранулирования методом нашлаивания и поэтому применимо в узком интервале изменения режимных параметров. Гранулометрический состав продукта зависит от гранулометрического состава исходных частиц и количества связующей жидкости.

Основное влияние на размер получаемых гранул оказывает соотношение жидкость:твердое тело ( $Ж : Т = Р$ ). Величина  $Р$  складывается из жидкой фазы, вводимой извне, и образующейся внутри системы. Для веществ, нерастворимых в связующем,  $Р$  целиком определяется содержанием последнего в шихте. Если связующее вода, то  $Р = W$ , где  $W$  влагосодержание. Для растворимых веществ величина  $Р$  зависит от коэффициента растворимости

$$P = \frac{W \cdot (1 + S)}{1 - W \cdot S}, \quad (8.25)$$

Интервал значений  $Р$ , при котором возможно окатывание, для каждого материала вполне определен. С увеличением растворимости уменьшается необходимое для гранулирования влагосодержание.

Оптимальные значения  $Р$ , т.е. такие, при которых наблюдается максимальный выход целевой фракции, имеют очень узкий интервал, за пределами которого либо окатывания не происходит, либо идет спонтанное слипание.

Суммарное количество жидкости в системе рассчитывают по уравнению

$$P = \frac{W + W \cdot S + i}{1 - W \cdot S - i}, \quad (8.26)$$

где  $i$  – доля твердой фазы, перешедшей в плав.

На растворимость и содержание плава влияет температура, поэтому для поддержания постоянной величины  $P$  чем выше температура, тем меньше требуется вводить жидкой фазы извне, поскольку она образуется внутри системы. Следовательно, влажность и температура взаимосвязаны. Для получения одинакового количества целевой фракции при различных температурах следует менять влажность. Так, с повышением температуры аммофоса от  $50^{\circ}$  до  $85^{\circ}$  С оптимальная влажность уменьшается с 10,5 до 4 .

С повышением температуры изменяются не только количество, но и такие свойства жидкой фазы, как вязкость и поверхностное натяжение. С уменьшением вязкости текучесть жидкости увеличивается, а ее удельный расход на смачивание поверхности для получения гранул заданного размера уменьшается. С уменьшением поверхностного натяжения уменьшается удельная сила связи между частицами. Суммарный эффект этих явлений приводит к увеличению сил связи между частицами при повышении температуры и уменьшению требуемого для данного гранулометрического состава количества жидкой фазы.

С учетом влияния количества  $x$  и размера  $d_p$  ретур уравнение принимает вид

$$\bar{d} = d_0 \cdot \exp \left[ \frac{P}{1 - \xi + \xi \cdot \left( \frac{d_0}{d_p} \right)} - P_0 \right]^n, \quad (8.28)$$

По уравнению рассчитывают средний диаметр гранул. Однако продукт характеризуется распределением гранул по размерам. При хаотическом слипании частиц это распределение описывается уравнением вида

$$P(d) = \frac{\lambda \cdot v}{\Gamma(\eta)} \cdot d^{\eta-1} \cdot e^{-\lambda d}, \quad (8.29)$$

где  $P(d)$  – плотность распределения гранул по размерам,  $d$ – диаметр гранул,  $l, h$  – параметры распределения,  $\Gamma(h)$ – гамма функция.

Поскольку  $\lambda = \frac{\eta}{\bar{d}}$ , где  $\bar{d}$  математическое ожидание распределения  $P(d)$ , получим,

$$P(d) = \frac{\eta^\eta}{\Gamma(\eta)} \cdot \frac{1}{\bar{d}} \cdot \left(\frac{d}{\bar{d}}\right)^{\eta-1} \cdot \exp\left(-\eta \cdot \frac{d}{\bar{d}}\right), \text{ где } \eta = \frac{1}{\delta^2}.$$

Рассчитываем параметр распределения гранул продукта по размерам:

$$\eta = \frac{1}{A + B \cdot d_{cp}}, \quad (8.30)$$

Распределение гранул по размерам

$$P(d) = \frac{\eta^\eta}{\Gamma(\eta)} \cdot \frac{1}{d_{cp}} \cdot \left(\frac{d}{d_{cp}}\right)^{\eta-1} \exp\left(-\eta \cdot \frac{d}{d_{cp}}\right), \quad (8.31)$$

Содержанием гранул со средним необходимым размером задаемся.

Содержание жидкой фазы в шихте определяем из уравнения

$$d_{cp} = d_0 \cdot \exp\left[m \cdot \left(\frac{P}{1 - \xi + \xi \cdot \frac{d_0}{d_p}} - P_0\right)^n\right], \quad (8.32)$$

Влагосодержание шихты находим из уравнения:

$$P = \frac{W + W \cdot S + i}{1 - W \cdot S - i}, \quad (8.33)$$

Расход воды с компонентами:

$$G = \frac{G_{пр} \cdot W}{1 - \xi}, \quad (8.34)$$

Расход рецикла:

$$G_{\text{рег}} = G_{\text{пр}} \cdot \left( \frac{\xi}{1 - \xi} \right), \quad (8.35)$$

Объемная производительность гранулятора:

$$G = \frac{G_{\text{пр}} \cdot (1 - W)}{\rho_{\text{н}} \cdot (1 - \xi)}, \quad (8.36)$$

Центральный угол обхвата в барабане из уравнения:

$$\Phi = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot (\varphi^0 - \sin \varphi^0), \quad (8.37)$$

Скорость подъема материала около стенки барабана

$$v_{\text{под}} = v_{\text{ск}} \cdot \frac{(1 - \psi) \cdot \varphi}{2 \cdot \psi \cdot \sin \varphi / 2}, \quad (8.38)$$

Коэффициент для грануляторов 0,55 - 0,60.

Диаметр барабана:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot Q \cdot \tau}{\pi \cdot \Phi \cdot K}}, \quad (8.39)$$

Длина барабана  $L = k \cdot D$ . Угловая скорость барабана:

$$\omega = \frac{2 \cdot v_{\text{под}}}{D}, \quad (8.40)$$

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (8.41)$$

Диаметр отверстия подпорного кольца:

$$D_0 = D \cdot \cos \varphi / 2 + 2 \cdot H, \quad (8.42)$$

где:  $H=0,05 - 0,15$  в зависимости от производительности и свойств материала

## Техника безопасности оборудования

Перед пуском гранулятора в работу проведите пыжевание прессующих каналов шестеренчатых матриц\*. Для этого при полностью отключенном электропитании гранулятора снимите верхние и боковые панели гранулятора. Проворачивая прессующие матрицы вручную, заполните каналы прессования пенопластовыми пыжами, поперечное сечение которых на 5...10% больше поперечного сечения каналов. При неплотно установленном пыже в канале не создается необходимое для прессования гранул первичное сопротивление. В связи с этим канал не будет участвовать в формировании гранул, что приведет к снижению производительности машины.

После того, как прессующие каналы будут запыжованы, вручную проверните прессующие матрицы на один-два оборота, затем установите верхние и боковые панели рамы и подключите электропитание.

### Порядок первого запуска гранулятора

При первом рабочем запуске гранулятора предварительно увлажненный корм подавайте в бункер тонким потоком, при этом следите по амперметру за нагрузкой на электродвигатель пресса, сила тока не должна превышать 5 А.

Если она превышает величину 5 А (красный сектор шкалы амперметра), необходимо прекратить подачу продукта, а после падения нагрузки опять ее возобновить. Повторять этот процесс до тех пор, пока матрица не нагреется и не установится постоянная нагрузка на электродвигатель пресса. Затем увеличивайте подачу материала вплоть до полного заполнения объема бункера. При этом контролируйте работу электродвигателя по амперметру.

Если нагрузка на двигатель не снижается до допустимого значения, значит плотность гранулируемого корма слишком велика. Возможно, необходимо уменьшить влажность корма.

Следите за качеством гранул. Если гранулы получаются твердыми, но при этом наблюдается большой процент несгранулированной части продукта, рекомендуется увеличить влажность подаваемого корма. Если поверхность гранул получается шероховатой, это значит, что продукт переувлажнен.

Сбор гранул производится в ведро, устанавливаемое под лоток для гранул. Сбор несгранулированного материала производится в ведра или другие емкости, устанавливаемые

## ПОДГОТОВКА ГРАНУЛЯТОРА К РАБОТЕ

Гранулятор поставляется от изготовителя к потребителю в частично разобранном виде согласно комплектующей ведомости тремя упаковочными местами:

1. рама с приводной станцией, прессующими матрицами, лотками, решетками, боковыми и верхними панелями;
2. бункер;
3. контейнер, с инструментом, комплектом монтажных частей и документацией.

**Технологическая последовательность** выполнения подготовительных работ на грануляторе:

- изучите руководство по эксплуатации, конструкцию гранулятора и проверьте комплектность согласно комплектующей ведомости ознакомьтесь с правилами технического обслуживания гранулятора;
- произведите досборку, наладку и техническое обслуживание гранулятора.

## Заключение

Значительным резервом кормопроизводства являются естественные сенокосы и пастбища. При интенсивном их использовании, а также создании культурных пастбищ можно увеличить выход животноводческой продукции с 1 га естественных угодий в 8-10 раз.

В частности, кормление животных травяной мукой не только повышает их продуктивность, но и благотворно влияет на пищеварение и обменные процессы в организме, что имеет важное значение для улучшения их воспроизводительных способностей.

Травяную муку широко применяют для кормления сельскохозяйственных животных, так как она является источником витаминов и полноценного белка, а также макро- и микроэлементов и сырой клетчатки.

## Список используемой литературы

1. Хохрин С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных. - М.: Колос, 2004. - 692 с.
2. Боярский Л.Г. Технология кормов и полноценное кормление сельскохозяйственных животных./Серия «Ветеринария и животноводство». Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. - 416 с.
3. Голомолзин В.Д., Гридин В.Ф., Лебедева И.А. Корма и комбикорма для сельскохозяйственных животных (учебное пособие) - Екатеринбург; Изд-во УрГСХА, 2006
4. Щеглов В.В., Боярский Л.Г. Корма: приготовление, хранение, использование. - М.: Агропромиздат, 1990
5. Киселев Л.Ю. и др. Частная зоотехния. - М.: Колос, 2000
6. Справочник по кормопроизводству. - М.: Колос, 1973
7. Журнал «Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство» № 9/2007
8. Макарецв Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных. - К.: ГУП «Облиздат», 1999