

Лекция 1

Механизация подготовки объемистых кормов к скармливанию

1. *Технологические свойства объемистых кормов*
2. *Оборудование для подготовки стебельчатых кормов*
3. *Оборудование для подготовки корнеклубнеплодов*
4. *Основы теории резания лезвием*

Вопрос 1. Технологические свойства объемистых кормов

Объемистые корма – это корма растительного происхождения, питательная ценность которых составляет *менее 0,6 к. ед./кг.*

По влажности объемистые корма делятся на:

- **грубые** (влажность < 40 %):
 - сено;
 - солома;
- **сочные** (влажность > 40 %):
 - зеленая масса;
 - силос (влажность 65...75 %);
 - сенаж (влажность 45...55 %);
 - зерносенаж (уборка зерновых в фазе молочной спелости);
 - корнаж (силосованные початки кукурузы);
 - корнеклубнеплоды.

Технологические свойства объемистых кормов, т. е. свойства, определяющие технологию их подготовки к скармливанию, это:

- **относительная влажность, %:**
 - сено – 15...17 %;
 - солома – 17...25 %;
 - силос – 65...75 %;
 - сенаж – 45...55 %;
- **гранулометрический (фракционный) состав**, например:
 - 0...10 мм – 20 %;
 - 10...20 мм – 60 %;
 - более 20 мм – 20 %;
- **объемная масса, кг/м³:**
 - сено, солома рассыпные – 50...80 кг/м³;
 - сено, солома прессованные – 220...290 кг/м³;
 - силос – 350...400 кг/м³;
 - сенаж – 300...350 кг/м³;
 - корнеклубнеплоды – 570...600 кг/м³;
- **коэффициент трения** (по стали):

- сено, солома – 0,3...0,4;
- силос, сенаж – 0,5...0,8;
- корнеклубнеплоды целые – 0,7...1,1;
- корнеклубнеплоды резаные – 1,0...1,2;

➤ *угол естественного откоса, °:*

- сено, солома измельченные – 50...60°;
- силос, сенаж – 45...55°;
- корнеклубнеплоды – 28...45°

➤ *удельное сопротивление резанию, кН/м:*

- сено – 5,7...12,0 кН/м;
- солома – 3,1...7,2 кН/м;
- силос, сенаж – 5,2...8,4 кН/м;
- корнеклубнеплоды – 1,5...2,0 кН/м.

Вопрос 2. Оборудование для подготовки стебельчатых кормов

Зоотехнические требования к технологии подготовки стебельчатых кормов к скармливанию КРС:

- **солома:**
 - 1) длина резки – 40...50 мм;
 - 2) стебли должны быть расщеплены вдоль волокон и перемяты;
- **силос, сенаж** – длина резки – не более 20 мм.

Машины и оборудование для подготовки стебельчатых кормов к скармливанию

- **стационарные измельчители кормов:**
 - ИГК-30Б – измельчающий аппарат комбинированного типа: дисковый + штифтовой;
 - ИРТ-Ф-80 – измельчающий аппарат молоткового типа;
 - ИСК-3 – измельчающий аппарат роторный ножевого типа; регулировка степени измельчения – изменением числа ножей ротора (от 4 до 16) и числа секций противорезов (3 или 6);
 - ИКВ-Ф-5А «Волгарь 5» – барабанный режущий аппарат; регулировка длины резки – изменением скорости движения подающего транспортера;
 - ИСС-180 – измельчающий аппарат комбинированного типа: дисковый ножевой + роторный молотковый;
- **мобильные измельчители с пневматической выгрузкой (раздатчики-выдуватели):**
 - ИРК-145 – измельчающий аппарат дискового типа; регулировки:
 - 1) длина резки – изменением расстояния от лезвия ножей до задней стенки бункера;
 - 2) норма выдачи корма – изменением частоты вращения цилиндрической части бункера и скорости движения агрегата;
 - 3) дальность выброса измельченной массы – заслонкой на всасывающем патрубке вентилятора и дефлектором выгрузного рукава;

- РВС-1500, РВС-1500Д, РВС-2500 – измельчающий аппарат барабанного типа;
- ТОМАНАВК 404М, 505М – двухступенчатый (ножевой + ножевой или ножевой + молотковый) измельчающий аппарат со сменными сепарирующими решетками;
- **мобильные измельчители с центробежной выгрузкой:**
 - РР-1500 – два измельчающих аппарата: фрезерный барабан и ротор с шарнирно закрепленными ножами и секцией противорежущих пластин; два уровня измельчения корма: 1) одновременно фрезбарабан и ножевой ротор; 2) предварительное измельчение фрезерным барабаном в бункере, затем ножевым ротором при выгрузке;
- **резчики рулонов:**
 - McHale 994 – резание рулона ножом на несколько частей;
- **распаковщики-резчики рулонов** – для удаления упаковочного материала (сетка, стрейч-пленка) и резки рулона сенажа на две части при его загрузке в смеситель-раздатчик кормов.
- **размотчики рулонов:**
 - РРК-1350 «Master» – только раздача грубых кормов и сенажа, измельчение отсутствует.

Вопрос 3. Оборудование для подготовки корнеклубнеплодов

Зоотехнические требования к технологии подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию КРС:

- 1) загрязненность почвой – не более 2...3 %;
- 2) толщина резки: взрослый скот – 10...15 мм, телята – 5...10 мм;
- 3) длительность хранения измельченных ККП – не более 2 ч.

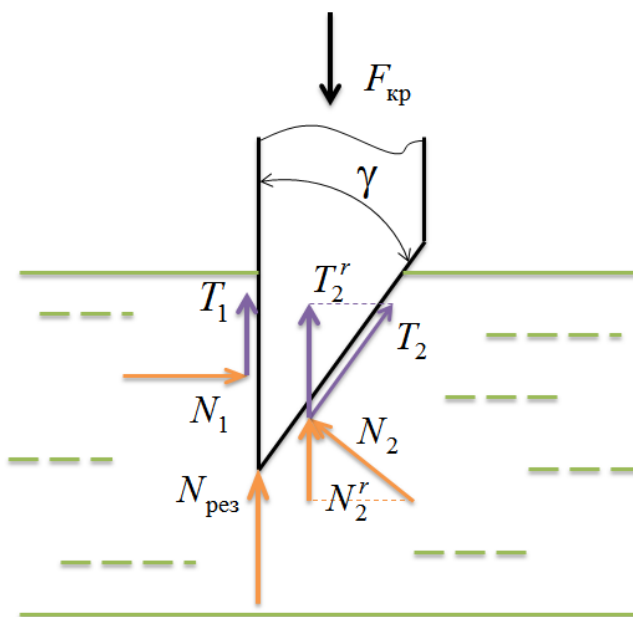
Машины и оборудование для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию

- *измельчители-корнерезки:*
 - КПИ-4 – режущий аппарат дискового типа с горизонтальным и вертикальным рядами ножей;
- *мойки ККП:*
 - МКЛ-10 – мойка барабанного типа с решетчатым барабаном для предварительной сухой очистки ККП;
- *мойки-измельчители-камнеуловители:*
 - ИКМ-5, ИКМ-Ф-10 – мойка центробежно-шнекового типа с дисковым режущим аппаратом
 - ИКУ-Ф-10 – дополнительно оснащается решетчатым барабаном для предварительной сухой очистки ККП;
- *очистители-измельчители:*
 - ИУК-2 – имеет наклонный шнек с решетчатым желобом для сухой очистки ККП и конический барабанный режущий аппарат с совочкообразными ножами;
- *запарники картофеля:*
 - ЗПК-4 – состоит из мойки центробежно-шнекового типа, запарочного чана, шнекового устройства для выгрузки и мятия картофеля.

Вопрос 4. Основы теории резания лезвием

Резание – один из видов измельчения материала, при котором происходит *уменьшение* его *линейного размера*.

Схема сил, действующих на лезвие ножа при резании



Критическая сила ($F_{кр}$) – это максимальная сила прикладываемая к ножу, после достижения которой процесс сжатияorma переходит в процесс резания.

$$F_{кр} = N_{рез} + T_1 + T_2^r + N_2^r,$$

где $N_{рез}$ – сопротивление резанию, Н;

T_1 – сила тренияorma о заднюю стенку лезвия, Н;

$T_2^r = T_2 \cos \gamma$ – проекция силы тренияorma T_2 о фаску лезвия, Н;

$N_2^r = N_2 \sin \gamma$ – проекция силы сжатияorma N_2 фаской лезвия, Н;

γ – угол заточки лезвия, рад.

Сила сопротивления резанию:

$$N_{рез} = \delta l_p \sigma_p,$$

где δ – толщина режущей кромки (острота) ножа, мм;

l_p – длина рабочей части лезвия ножа, м;

σ_p – разрушающее напряжение в перерезаемом слое, Па.

Силы трения корма о лезвие:

$$T_1 = N_1 f_{тр};$$

$$T_2 = N_2 f_{тр},$$

где N_1 – усилие обжатия корма задней стенкой ножа, Н;

N_2 – усилие обжатия корма фаской лезвия, Н;

$f_{тр}$ – коэффициент трения корма о поверхность ножа.

В практических целях, для упрощения расчетов допускается пренебрегать значениями сил T_1 , T_2^r , N_2^r , а сопротивление резанию определять по формуле:

$$N_{рез} = ql_p,$$

где q – удельное сопротивление резанию, кН/м.

По характеру перемещения лезвия ножа относительно перерезаемого продукта резание разделяют на:

- *рубящее* – угол наклона лезвия ножа $\tau = 0$;
- *наклонное* – $0 < \tau < \varphi$, где φ – угол трения перерезаемого корма о материал ножа, $\varphi = \text{arctg } f_{тр}$;
- *скользящее* – $\tau > \varphi$.

Преимущества скользящего резания:

- *трансформация режущей кромки* лезвия, т. е. лезвие становится острее. Острота лезвия определяется двойным радиусом закругления режущей кромки, т. е. $\delta = 2r$;
- *трансформация угла заточки* лезвия – при скользящем резании угол заточки уменьшается;
- *трансформация сил трения* – при скользящем резании происходит уменьшение силы трения корма о лезвие и, как следствие, получается гладкий и ровный срез;

- *уменьшение усилия резания* – измельчаемый материал перемещается вдоль лезвия, что обеспечивает эффект перепиливания.

Параметры процесса скользящего резания:

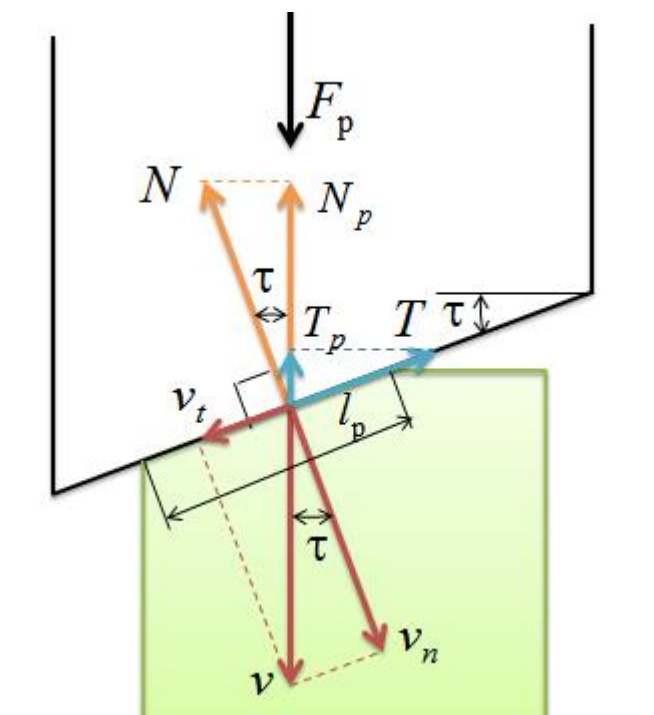
- *угол скольжения τ* – это угол между направлением резания (направлением движения ножа) и нормальной реакцией на лезвии ножа;
- *коэффициент скольжения ε* – показывает долю скользящего движения ножа в общем движении резания

$$\varepsilon = \frac{v_t}{v_n} = \operatorname{tg} \tau,$$

где v_t – скорость скольжения ножа, м/с;

v_n – скорость движения ножа, м/с.

Схема сил, действующих на нож при скользящем резании



Усилие, прикладываемое к ножу:

$$F_p = N_p + T_p = N \cos \tau + T \sin \tau,$$

где N – нормальная сила, Н;

T – сила трения корма о режущую кромку ножа, Н.

Нормальная сила:

$$N = ql_p,$$

где q – удельное сопротивление резанию, Н/м;

l_p – рабочая длина лезвия, м.

Удельное сопротивление резанию:

$$q = f(q_0, \tau),$$

где q_0 – удельное сопротивление резанию корма в случае «рубки», Н/м.

Например, при $\tau = 55^\circ$ $q = 0,5q_0$.

Сила трения корма о режущую кромку:

$$T = Nf',$$

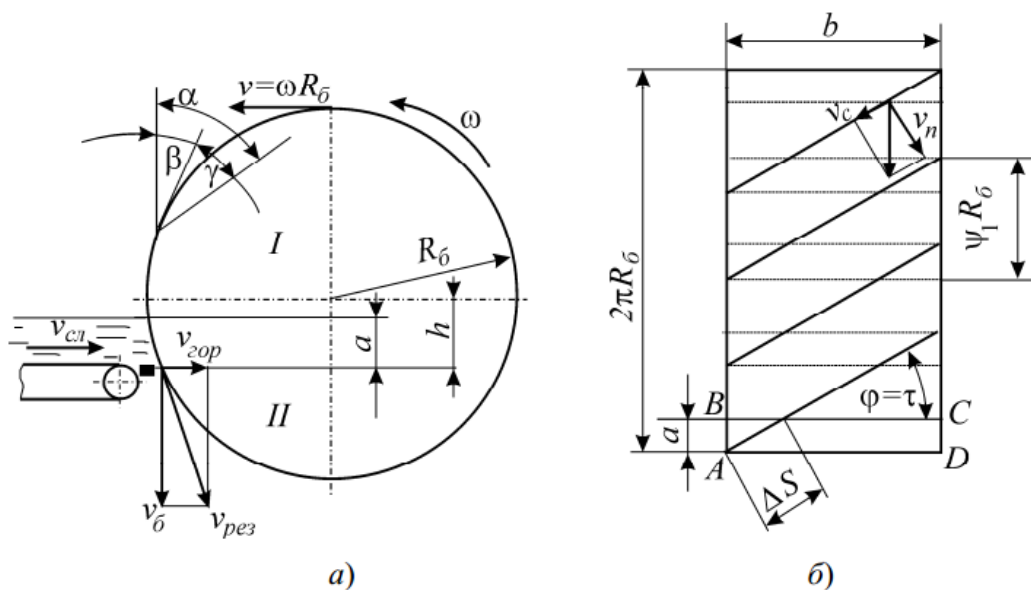
где f' – коэффициент скользящего резания.

Коэффициент скользящего резания:

$$f' = k\varepsilon = k \operatorname{tg} \tau,$$

где k – коэффициент пропорциональности, $k = 0,18 \dots 0,33$.

Расчет режущего аппарата барабанного типа



Горловину для подачи материала в барабан размещают во II-ом квадранте барабана на минимальном расстоянии от горизонтального диаметра барабана, так как далее результирующая скорость ножа будет направлена почти вдоль слоя и условия рабочего процесса будут нарушены.

Возвышение оси вала барабана над противорежущей пластиной (м):

$$h = a + \frac{R_{\delta} v_{сл}}{v},$$

где a – высота слоя корма (высота горловины), $a = 0,04 \dots 0,06$ м;

R_{δ} – радиус барабана, м;

$v_{сл}$ – скорость подачи слоя материала в барабан, м/с;

v – окружная скорость ножа, м/с.

Радиус барабана (м):

$$R_{\delta} = \frac{z(btg\tau + a)}{2\pi},$$

где z – число ножей, $z = 2 \dots 8$;

b – ширина барабана, м;

τ – угол наклона ножа к противорежущей пластине, $\tau = 22 \dots 30^{\circ}$.

Ширина барабана (м):

$$b = \frac{2\pi Q}{l_p \gamma_{сл} z a \omega},$$

где Q – производительность измельчителя, кг/с;

l_p – длина резки, м;

$\gamma_{сл}$ – объемная масса корма в подаваемом слое, кг/м³;

ω – угловая скорость барабана, рад/с.

Момент резания (Н/м):

$$M_p = F_p R_{\delta},$$

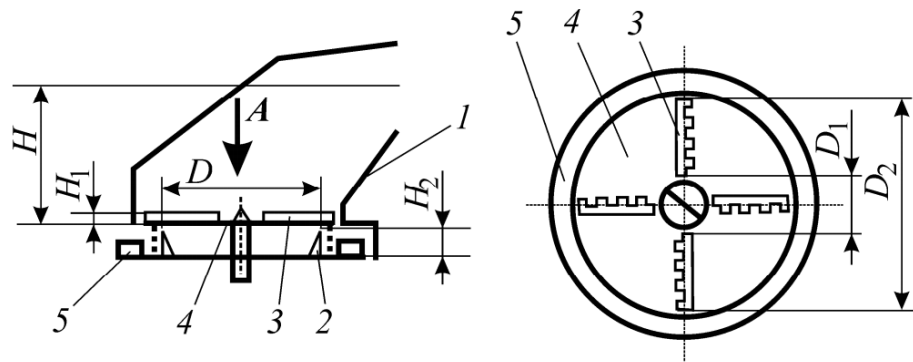
где F_p – усилие резания на один нож, Н.

Пояснить про развертку и *график момента резания в виде трапеций*.

Мощность на привод барабана (Вт):

$$N = M_p \omega.$$

Расчет режущего аппарата дискового типа



Производительность измельчителя (кг/с):

$$Q = \frac{V\gamma\omega}{2\pi},$$

где V – объем продукта, отрезаемый ножами за оборот, м^3 ;

γ – объемная масса продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ω – угловая скорость вращения диска, $\text{рад}/\text{с}$.

Объем продукта, отрезаемый ножами за один оборот (м^3):

$$V = S_1 H_1 z_1 k_1 k_2,$$

где S_1 – площадь, очерчиваемая ножом за один оборот, м^2 ;

H_1 – толщина резки, м;

z_1 – число горизонтальных ножей;

k_1 – коэффициент использования длины лезвия ножа, $k_1 = 0,75 \dots 0,85$;

k_2 – конструктивный коэффициент использования ножей, $k_2 = 0,8 \dots 0,9$.

Площадь, очерчиваемая ножом за один оборот (м^2):

$$S_1 = \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2)}{4},$$

где D_1, D_2 – диаметры диска по внутреннему и наружному торцам лезвия ножей, м.

Мощность на привод измельчителя (Вт):

$$N = \frac{N_p + N_{mp}}{\eta},$$

где N_p – мощность на резание, Вт;

$N_{тр}$ – мощность на преодоление сил трения, Вт;

η – механический к. п. д., $\eta = 0,95$.

Мощность на резание (Вт):

$$N_p = F_p z_1 v k_1,$$

где F_p – усилие резания на один нож, Н;

v – скорость ножа, $v = \frac{(D_1 + D_2)\omega}{4}$, м/с.

Мощность на преодоление сил трения (Вт):

$$N_{mp} = \frac{m_6 g f_{mp} (D_1 + D_2)\omega \beta}{4},$$

где m_6 – масса измельчаемого продукта в загрузочной воронке, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$f_{тр}$ – коэффициент трения измельчаемого продукта о материал диска;

β – коэффициент, учитывающий отталкивающее действие ножей,
 $\beta = 0,3 \dots 0,4$.

Лекция 10

Доильные аппараты и модули управления доением

1. Доильные аппараты
2. Модули управления доением

Вопрос 1. Доильные аппараты

Первый доильный аппарат изобретен в Великобритании в 1851 году.

Классификация доильных аппаратов:

- *по способу извлечения молока из вымени:*
 - выжимающие – не применяются;
 - отсасывающие.
- *по принципу действия:*
 - непрерывного отсоса;
 - двухтактные;
 - трехтактные.
- *по организации доения:*
 - одновременного доения;
 - попарного доения;
 - почетвертного доения;
- *по количеству режимов работы:*
 - однорежимные;
 - двухрежимные.

Доильный аппарат состоит из:

- 4-х доильных стаканов;
- коллектора;
- пульсатора;
- молочных и вакуумных шлангов и трубок.

Пульсатор доильного аппарата предназначен для преобразования постоянного разрежения в переменное.

Классификация пульсаторов:

- *по принципу работы:*
 - пневматические;
 - гидропневматические;

- электромагнитные;
- *по организации доения:*
 - одновременного доения;
 - попарного доения;
- *по частоте пульсаций:*
 - с фиксированной частотой;
 - с регулируемой частотой.

Основные параметры пульсаторов:

- *тип* – для одновременного или попарного доения;
- *частота пульсаций*, обычно 50...60 пульс./мин;
- *соотношение* между длительностью тактов сжатия и сжатия, обычно от 60/40 до 70/30.

Коллектор доильного аппарата предназначен для:

- *приема молока* от доильных стаканов;
- *обеспечения транспортировки* молока;
- *ручного включения и отключения* разрежения в подсосковых камерах доильных стаканов;
- *автоматического отключения* доильного аппарата при спадании доильных стаканов;
- *формирования такта отдыха* в 3-тактных доильных аппаратах;
- *визуального контроля* за процессом доения.

Доильные аппараты:

- *АДС-11* – однорежимный, одновременного доения, с пневматическим пульсатором;
- *АДС-25* – однорежимный, попарного доения, с пневматическим регулируемым пульсатором L80;
- *АДС-24 «Сож»* – двухрежимный, попарного доения, с пневматическим или гидропневматическим пульсатором;
- *IQ* – четырехкамерный коллектор с автоматическими запорными клапанами;

- *IQ Apollo* – с интегрированным в коллектор модулем для нанесения блокирующего антисептического средства на соски и промежуточной дезинфекции доильных стаканов;
- *ADF5* – в доильные стаканы интегрирован клапанный узел, обеспечивающий нанесение блокирующего антисептического средства на соски и промежуточную дезинфекцию доильных стаканов.

Вопрос 2. Модули управления доением

Доильный модуль – составная часть доильной установки, выполняющая функции доильного аппарата с автоматизацией выполнения ряда ручных операций при доении.

Схема рабочего процесса модуля управления доением:

- 1) идентификация – модуль получает информацию о индивидуальном номере коровы;
- 2) включение – оператор включает модуль в работу и надевает доильные стаканы на соски;
- 3) стимуляция – через 20...30 с после запуска пульсатор работает с частотой 200...300 мин⁻¹ в течение 10...20 с;
- 4) доение:
 - a. контролируется количество выдоенного молока и скорость молокоотдачи;
 - b. частота пульсаций и соотношение между тактами автоматически корректируется в зависимости от скорости молокоотдачи;
 - c. контролируются параметры качества молока: электропроводность, температура, содержание жира;
- 5) додаивание – при снижении скорости молокоотдачи до 800 мл/мин автоматически выполняется машинное додаивание;
- 6) снятие доильного аппарата – при снижении скорости молокоотдачи до 200...300 мл/мин подача вакуума в доильные стаканы отключается и при помощи пневмоцилиндра они снимаются с вымени.

Модули управления доением:

- «*Майстар*» – стимуляция, учет молока, снятие доильного аппарата;
- *ED200 SCR*, ОАО «Гомельагрокомплект» – идентификация коров, стимуляция, адаптация частоты пульсаций, учет и контроль качества молока, автоматическое снятие;

- *Metatron*, GEA – аналогично ED200 + машинное додаивание PosiCare, дезинфекция сосков после доения Apollo, промежуточная дезинфекция доильного аппарата Back Flush.

Лекция 11

Доильные установки

1. *Классификация доильных установок*
2. *Воздушно-вакуумная система доильной установки*
3. *Система транспортирования молока доильной установки*
4. *Система промывки доильной установки*

Вопрос 1. Классификация доильных установок

В зависимости от **условий эксплуатации** доильные установки подразделяют на *стационарные* и *передвижные*.

Стационарные доильные установки:

➤ для доения в стойлах:

- со сбором молока в переносные ведра:
 - УДС-В – на 100 коров;
- с молокопроводом:
 - АДС – на 100 коров,
 - АДСН – на 100 коров, молокопровод из нержавеющей стали,
 - 2АДСН – на 200 коров, молокопровод из нержавеющей стали;

➤ для доильных залов:

- «Тандем»:
 - GEA AutoTandem;
- «Елочка»:
 - УДА-12Е...-32Е – модуль «Майстар»;
 - УДМ-12Е...-32Е – модуль SCR;
 - УДА-12БЕ...-32БЕ – «быстрый выход», модуль «Майстар»;
 - УДМ-12БЕ...-32БЕ – «быстрый выход», модуль SCR.
- «Параллель»:
 - УДА-24БП...-40БП – «быстрый выход», модуль «Майстар»;
 - УДМ-24БП...-40БП – «быстрый выход», модуль SCR.
- «Карусель»:
 - GEA Global – 16...40 мест, «Карусель – Елочка» (дояр внутри);
 - GEA Magnum – 16...80 мест, «Карусель – Параллель» (дояр снаружи).

➤ для добровольного доения (доильные роботы):

- Astronaut (Lely, Нидерланды) – очистка сосков вращающимися щетками, нанесение блокирующего ДИР-средства на соски разбрызгиванием;
- VMS (DeLaval, Швеция) – очистка сосков и сдаивание первых струек молока при помощи отдельного доильного стакана, ДИР-обработка разбрызгиванием;
- Mlone (GEA, Германия) – очистка, доение и ДИР-обработка сосков универсальными доильными стаканами.

Передвижные доильные установки:

- *для индивидуального доения в стойлах:*
 - УИД-1 – сбор молока в переносное ведро;
- *для доения на пастбищах:*
 - ПДУ-4...-16 – со сбором молока в переносные ведра;
 - ПДУ-4М...-18М – с молокопроводом.

Вопрос 2. Воздушно-вакуумная система доильной установки

Воздушно-вакуумная система предназначена подачи разрежения и атмосферного давления к пульсаторам, а также для создания разрежения в других системах доильной установки.

Конструктивно-технологическая схема вакуумной системы

Воздухопровод атмосферного давления 11 предназначен для подачи очищенного воздуха к пульсаторам и другим потребителям.

Вакуум-регулятор 7 предназначен для поддержания заданного уровня разрежения в вакуумной системе.

Вакуум-баллон 3 предназначен для:

- сглаживания пульсаций давления в вакуумной системе;
- предотвращения попадания конденсата и других жидкостей в вакуумный насос.

Классификация вакуумных насосных станций:

- *по типу вакуумного насоса:*
 - водокольцевой – СН-60А, СН-120, СНД-60М;
 - пластинчато-роторный – УВУ-60/45, СВЭ-01;
 - роторный кулачковый – RPL (GEA), LVP (DeLaval).
- *по приводу вакуумного насоса:*
 - от электродвигателя – СН-60А, СН-120, СВЭ-01;
 - от малогобаритного ДВС – СНД-60М;
 - от ВОМ трактора – СНД-60М.

Характеристика вакуумных насосов:

- *водокольцевой:*
 - достоинства:
 - экологичность – не требует смазки;
 - малошумность;
 - отсутствие изнашивающихся частей;
 - недостатки:
 - низкий к. п. д.;

- нельзя применять частотное регулирование величины вакуума;
- эксплуатация только при положительных температурах

➤ **пластинчато-роторный:**

- достоинства:
 - высокий к. п. д.;
 - возможность частотного регулирования;
- недостатки:
 - требуют непрерывной подачи масла;
 - наличие изнашиваемых частей;
 - высокий уровень шума;

➤ **роторный кулачковый:**

- достоинства:
 - высокий к. п. д.;
 - возможность частотного регулирования;
 - экологичность – не требуют смазки;
- недостатки:
 - крайне чувствительны к загрязнению перекачиваемого воздуха пылью или жидкостями;
 - создают значительные пульсации давления в вакуумной системе.

Системы смазки пластинчато-роторных насосов:

- **фитильная** – расход масла контролируется по падению уровня свежего масла за 1 час работы насоса (4...7 мл/ч); регулируется изменением уровня масла в камере фитилей или заменой фитилей;
- **капельная** – расход масла контролируется по интервалу между каплями (4 капли в минуту), регулируется регулировочным винтом.

Рециркуляция отработанного масла уменьшает ресурс насоса на 20...30 % и требует более частого обслуживания дозаторов.

Способы регулирования величины создаваемого разрежения:

- **впуском воздуха**, осуществляется при помощи:

- вакуумрегулятора гравитационного типа – настройка выполняется путем изменения массы груза, подвешенного к клапану;
 - вакуумрегулятора пружинного типа – настройка выполняется путем изменения жесткости пружины, закрывающей клапан;
 - вакуум регулирующего вентиля – настройка производится регулировочным винтом, изменяющим положение дроссельной иглы;
- *изменением частоты вращения насоса* – такая система включает датчик вакуумметрического давления, электронный блок управления и трехфазный преобразователь частоты переменного тока (инвертер), поступающего к электродвигателю насоса.

Способ регулирования величины создаваемого разрежения **за счет изменения частоты вращения** насоса является *энергосберегающим* (экономия электроэнергии 10...15 %), но может быть реализован только при использовании *ротационных* или *роторно-поршневых* вакуумных насосов.

Регулирование разрежения изменением частоты вращения насоса

Преобразователь 4 регулирует частоту вращения ротора вакуумного насоса в зависимости от показаний датчика давления 8.

Датчик предельного разрежения 6 отрегулирован на 63 кПа и предназначен для аварийного отключения насоса при переполнении вакуумного баллона 7 и срабатывании поплавкового клапана 11.

Клапан 5 открывается при перегреве вакуумного насоса (контролируется датчиком температуры 1) из-за продолжительной работы на низкой частоте вращения. Открытие клапана впускает дополнительный воздух в вакуумную систему, что увеличивает частоту вращения насоса.

Вакуумрегулятор 9 настроен на 1...2 кПа выше рабочего давления. Выполняет предохранительную функцию и остается закрытым при нормальной работе системы.

Вопрос 3. Система транспортирования молока доильной установки

Система транспортирования молока предназначена для сбора молока от доильных аппаратов, отделения молока от воздуха, очистки (фильтрации) и подачи молока в танк-охладитель для хранения.

Конструктивно-технологическая схема системы транспортирования молока:

- *молокосборник 5* – для отделения молока от воздуха;
- *датчик уровня молока 6* – для включения и отключения молочного насоса;
- *предохранительная камера 7* – предотвращает попадание молока в вакуумную систему;
- *обратный клапан 10* – предотвращает всасывание молока из танка-охладителя в молокосборник при выключенном насосе.

Вопрос 4. Система промывки молочной линии доильной установки

Этапы промывки:

- 1) *ополаскивание* водой для удаления остатков молока;
- 2) *циркуляционная* промывка с моющим средством;
- 3) *ополаскивание* водой для удаления моющего средства.

Виды моющих средств:

- *щелочные* (синие канистры) – для удаления жира и белковых отложений;
- *кислотные* (красные канистры) – для удаления молочного камня, известковых отложений и дезинфекции молочной линии.

Конструктивно-технологическая схема системы промывки молочной линии:

- *клапан впуска воздуха 7* – периодически впускает воздух в молокопровод, что ускоряет поток воды в нем и улучшает качество промывки;
- *датчик уровня воды 17 и выпускной клапан 21* – используются для порционной подачи воды в режиме ополаскивания;
- *автоматический сливной клапан 26* – открывается после отключения вакуумного насоса и сливает остатки воды из доильной установки.

Лекция 2

Механизация обработки концентрированных кормов

1. *Способы измельчения концентрированных кормов*
2. *Оборудование для обработки концентрированных кормов*
3. *Основы теории измельчения*

Вопрос 1. Способы измельчения концентрированных кормов

Концентрированные корма – это корма растительного происхождения, питательная ценность которых составляет *более 0,6 к. ед./кг.*

- *зерно* злаковых и бобовых культур;
- *отруби* – твердая оболочка зерна злаков, побочный продукт мукомольного производства;
- *жмыхи* – побочный продукт, получаемый после отжима масла из семян масличных культур (рапс, подсолнечник, лен);
- *шроты* – побочный продукт маслоэкстракционного производства, получается после экстракции масла из жмыха органическими растворителями.

Измельчение – основная операция по подготовке концентрированных кормов к скармливанию.

Способы измельчения концентрированных кормов:

- *свободный удар* – молотковые дробилки;
- *крошение* (скалывание) – плющилки с зубчатыми вальцами вращающимися с различными скоростями;
- *плющение* – плющилки с гладкими или рифлеными вальцами вращающимися с одинаковыми скоростями;
- *истирание* (размол) – дисковые мельницы;
- *резание* – роторные измельчители и диспергаторы.

Параметры процесса измельчения концентрированных кормов:

- *модуль помола;*
- *степень измельчения;*
- *удельная площадь поверхности.*

Модуль помола (средний размер частиц зерна) определяют путем отсева 100 г навески через сита с диаметром отверстий 0,2; 1; 2 и 3 мм

$$M = \frac{0,1m_0 + 0,6m_{0,2} + 1,5m_1 + 2,5m_2 + 3,5m_3}{100}, \text{ мм}$$

где m_0 , $m_{0,2}$, m_1 , m_2 , m_3 – масса остатка на дне и на ситах с соответствующим диаметром отверстий, г.

Различают помол:

- *мелкий* – $M = 0,2 \dots 1,0$ мм;
- *средний* – $M = 1,0 \dots 1,8$ мм;
- *крупный* – $M = 1,8 \dots 2,6$ мм.

Степень измельчения – отношение среднего размера зерен исходного материала (D) к среднему размеру частиц измельченного продукта (d).

$$\lambda = \frac{D}{d}.$$

Вопрос 2. Оборудование для обработки концентрированных кормов

Классификация молотковых дробилок зерна:

- *по способу сепарации измельченного материала:*
 - решетные (закрытого типа);
 - безрешетные (открытого типа);
- *по организации рабочего процесса:*
 - одностадийные;
 - двухстадийные (с предварительным измельчением);
- *по расположению оси молоткового барабана:*
 - горизонтальные;
 - вертикальные;
- *по способу крепления молотков:*
 - с жестким креплением;
 - с шарнирным креплением;
- *по организации движения воздушного потока:*
 - с открытым контуром;
 - с замкнутым воздушным потоком;
- *по направлению подачи зерна в дробильную камеру:*
 - тангенциальное (по касательной к барабану или ротору);
 - осевое;
- *по направлению вращения барабана или ротора:*
 - одностороннее;
 - реверсивное.

Оборудование для измельчения концентрированных кормов:

- *молотковые дробилки:*
 - ДБ-5 – безрешетная дробилка зерна открытого типа; регулирование модуля помола производится заслонками в камере воздушной сепарации;
 - ДКМ-5 – универсальная дробилка кормов; 3 режима работы: 1) дробление зерна; 2) дробление грубых кормов; 3) измельчение сочных кормов; регулирование модуля помола зерна производится

установкой соответствующего сепарирующего решета с диаметром отверстий от 4 до 16 мм;

- ДПЗ-3, ДКМП-2,2 (-3,0; -3,7; -5,5) – решетная дробилка с пневматической осевой подачей зерна и выгрузкой измельченного продукта; регулирование модуля помола производится сменой решет с различным диаметром отверстий – энергозатраты 12...14 кВт·ч/т;
- ДМП-37 (-45...-132) – решетная дробилка с тангенциальной подачей зерна и реверсивным приводом молоткового ротора; регулирование модуля помола производится сменой решет – энергозатраты 4,6...4,8 кВт·ч/ч.

➤ *плющилки зерна:*

- ПЗ-3А – агрегат для влаготепловой обработки и плющения зерна; зерно предварительно пропаривается паром, а затем плющится гладкими вальцами;
- ПВЗ-10 – стационарная плющилка влажного (30...40 %) зерна с системой ввода консерванта;
- ПВЗ-30 – мобильная плющилка влажного зерна с системой ввода консерванта и адаптером для упаковки плющеного зерна в полимерный рукав диаметром 1,5 или 2,0 м;

➤ *дисковые мельницы:*

- SK5000 SKIOLD – измельчение зерна производится истиранием в зазоре между вращающимся и неподвижным твердосплавными дисками; регулировка модуля помола производится изменением величины зазора между дисками

- *преимущества:*

- более низкий уровень шума 80 дБ вместо 85...90 дБ у дробилок;
- меньшая запыленность;
- удельные энергозатраты порядка 5 кВт/т зерна;
- удобство регулирования модуля помола (вручную или электроприводом);
- долговечность рабочих органов.

Углубленная обработка концентрированных кормов – обеспечивает повышение питательной ценности корма за счет:

- *декстринизации труднопереваримых соединений крахмала* до легкоусвояемых углеводов (сахаров);
- *разрушения антипитательных веществ* (ингибиторы трипсина, фермент уреазы) в зерне ржи и сои;
- *уничтожения патогенной микрофлоры в корме.*

Оборудование для углубленной обработки концентрированных кормов:

- *экструдер ПЭ-550У* – зерно разогревается до 110...180 °С за счет трения в зазоре между шнеком и корпусом, продавливается через отверстие в головке и резко расширяется (взрывается) при выходе в область атмосферного давления; удельные энергозатраты 120...160 кВт·ч/т;
- *экспандеры* – принцип как у экструдера, но для разогрева зерна применяют электрические нагревательные элементы;
- *кавитационный диспергатор ДКР-Ф-10* – обработка зерна производится в водной среде; конечный продукт – пастообразная кормовая добавка для свиней или КРС; удельные энергозатраты 20...80 кВт·ч/т.
- *прессы-грануляторы* – применяются для производства гранулированных комбикормов; температура гранул при прессовании повышается до 80...110 °С, что обеспечивает обеззараживание корма; удельные энергозатраты 80...120 кВт·ч/т.

Вопрос 3. Основы теории измельчения

Поверхностная теория измельчения Риттингера – удельная работа измельчения пропорциональна образовавшейся площади материала:

$$A_{y\partial.S} = k_S \Delta S_{y\partial},$$

где k_S – коэффициент пропорциональности, Дж/м²;

$\Delta S_{y\partial}$ – приращение удельной площади частиц, м².

$$\Delta S_{y\partial} = S_{y\partial.2} - S_{y\partial.1} = \frac{6nl^2}{nl^3} - \frac{6L^2}{L^3} = 6\left(\frac{1}{l} - \frac{1}{L}\right),$$

т. к. степень измельчения $\lambda = \frac{L}{l}$, тогда $l = \frac{L}{\lambda}$,

$$\Delta S_{y\partial} = 6\left(\frac{\lambda}{L} - \frac{1}{L}\right) = \frac{6}{L}(\lambda - 1);$$

$$A_{y\partial.S} = \frac{6k_S}{L}(\lambda - 1) = C_S(\lambda - 1),$$

где C_S – постоянный коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств измельчаемого материала и условий измельчения, Дж/кг.

Удельная площадь поверхности – это отношение площади поверхности частиц (S) к их объему (V) или массе (m) – **показатель развитости поверхности, характеризующий эффективность процесса переваривания корма.**

$$S_{y\partial.ob} = \frac{S}{V} = \frac{\pi d^2}{\frac{1}{6}\pi d^3} = \frac{6}{d}, \text{ м}^{-1};$$

$$S_{y\partial.m} = \frac{S}{m} = \frac{S}{\rho V} = \frac{6}{\rho d}, \text{ м}^2/\text{кг},$$

где ρ – плотность материала, кг/м³.

Объемная теория измельчения Кирпичева – Кика – работа измельчения пропорциональна объему разрушаемого тела:

$$A_V = \delta_V V ,$$

где δ_V – коэффициент пропорциональности, Дж/м³;

V – объем разрушаемой частицы, м³.

Обобщенная теория Ребиндера – работа измельчения:

$$A_{изм} = k\Delta V + \alpha\Delta S ,$$

где k, α – коэффициенты пропорциональности;

ΔV – деформированная часть объема частицы, м³;

ΔS – приращение площади поверхности материала, м².

Формула Сергея Всеволодовича Мельникова для расчета удельной работы измельчения:

$$A_{уд} = C_{np} C_W \left[C_V \ln \lambda^3 + C_S (\lambda - 1) \right], \text{ Дж/кг},$$

где C_{np} – коэффициент, учитывающий влияние прочих факторов;

C_W – коэффициент, учитывающий влажность материала;

C_V – коэффициент, определяющий работу упругих деформаций, Дж/кг;

C_S – коэффициент, определяющий работу на образование новых поверхностей, Дж/кг.

$$C_W = 1 + 1,07(W - 14),$$

где W – относительная влажность измельчаемого материала, %.

Лекция 3

Механизация дозирования кормов

1. *Основы теории дозирования*
2. *Оборудование для дозирования кормов*

Вопрос 1. Основы теории дозирования

Дозирование – это процесс отмеривания заданного количества материала с требуемой точностью.

Допустимые отклонения (относительная погрешность) при дозировании кормов:

- *объемистые корма* – $\pm 10 \%$;
- *концентрированные корма* – $\pm 5 \%$.

Способы дозирования кормов:

- *объемный* – $m = V\gamma$, где γ – объемная масса материала, кг/м³; погрешность до 10...12 %;
- *массовый* – m , кг; погрешность до 1...3 %;
- *комбинированный* (объемно-массовый).

По характеру протекания процесса дозирование может быть:

- *порционным* (дозаторы порционного действия) – отмеряется масса порции материала, кг;
- *непрерывным* (дозаторы непрерывного действия) – отмеряется расход материала, кг/с.

Абсолютная погрешность дозирования:

$$\Delta = t_{\beta} \sigma,$$

где t_{β} – показатель достоверности, $t_{\beta} = 2$;

σ – среднеквадратическое отклонение, кг.

Среднеквадратическое отклонение

Дозаторы непрерывного действия:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (m_i - m_{cp})^2},$$

где m_i – масса i -той порции, кг;

m_{cp} – средняя масса отмеряемой порции, кг;

n – число отмеренных порций.

Дозаторы периодического действия:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{cp})^2}, \text{ кг/с,}$$

где Q_i – расход корма в i -том измерении, кг/с;

Q_{cp} – средний расход корма, кг/с.

Относительная погрешность дозирования:

Дозаторы порционного действия – в % от массы отмеряемой порции материала:

$$\delta = \frac{\Delta}{m_{cp}} \cdot 100\%.$$

Дозаторы непрерывного действия – в % от среднего расхода материала:

$$\delta = \frac{\Delta}{Q_{cp}} \cdot 100\%.$$

Техническая характеристика дозаторов содержит:

- наибольший предел дозирования (НПД);
- наименьший предел дозирования (НмПП);
- предел допускаемой погрешности – в % от НПД;
- дискретность дозирования (цена деления).

Вопрос 2. Оборудование для дозирования кормов

Гравитационные дозаторы – это бункерные устройства с регулируемой щелью для выгрузки материала. Используются для дозирования легкосыпучих кормовых материалов, например, в качестве наддробильных бункеров.

Виды истечения сыпучих кормов из отверстий бункеров:

- *нормальное* – материал движется в виде столба над отверстием;
- *гидравлическое* – материал движется подобно жидкости.

Скорость истечения легкосыпучих материалов из дозатора:

– при нормальном истечении

$$v = \lambda \sqrt{3,2Rg};$$

– при гидравлическом истечении

$$v = \lambda \sqrt{2gh},$$

где λ – коэффициент истечения:

- легкосыпучие материалы $\lambda = 0,55 \dots 0,65$;
- крупнозернистые и кусковые материалы $\lambda = 0,3 \dots 0,5$;
- порошкообразные материалы $\lambda = 0,2 \dots 0,25$.

R – гидравлический радиус выпускного отверстия, м;

$$R = \frac{S}{P},$$

где S – площадь выпускного отверстия, м²;

P – периметр отверстия, м.

Пропускная способность гравитационного дозатора

$$Q = Sv\gamma, \text{ кг/с,}$$

где S – площадь выгрузного отверстия, м².

Условие предотвращения образования свода при дозировании легкосыпучих кусковых материалов:

$$A \geq (3 \dots 6) a',$$

где A – размер выпускного отверстия, м;

a' – средний размер частиц материала, м.

Барабанные дозаторы – предназначены для дозирования сыпучих продуктов.

Подача барабанного дозатора

$$Q = \frac{\omega}{2\pi} S_{\text{ж}} L_{\text{ж}} z_{\text{ж}} \gamma k_3,$$

где ω – угловая скорость барабана, рад/с;

$S_{\text{ж}}$ – площадь поперечного сечения одного желоба, м²;

$L_{\text{ж}}$ – длина желоба, м;

$z_{\text{ж}}$ – число желобов на барабане;

γ – объемная масса дозируемого продукта, кг/м³;

k_3 – коэффициент заполнения желобов, $k_3 = 0,8 \dots 0,9$.

Тарельчатые дозаторы – предназначены для дозирования сыпучих минеральных добавок (соль, мел и т. п.).

Подача тарельчатого дозатора

$$Q = \frac{h^2 \omega \gamma \left(R + \frac{2h}{3 \operatorname{tg} \varphi_o} \right)}{4 \operatorname{tg} \varphi_o},$$

где h – высота установки регулирующего цилиндра, м;

ω – угловая скорость вращения тарели, рад/с;

γ – объемная масса дозируемого продукта, кг/м³;

R – внутренний радиус регулирующего цилиндра, м;

φ_0 – угол естественного откоса дозируемого продукта, рад.

Предельная угловая скорость вращения тарели определяется из соотношения

$$m\omega^2 R \leq mgf_{mp};$$

$$\omega \leq \sqrt{\frac{gf_{mp}}{R}},$$

где $f_{тр}$ – коэффициент трения материала о тарель.

Ленточные дозаторы – применяются для дозирования плохосыпучих, влажных и слежавшихся материалов.

Подача ленточного дозатора

$$Q = bhv_{л}\gamma k_3,$$

где b, h – ширина и высота слоя материала на ленте, м;

$v_{л}$ – скорость движения ленты, м/с;

γ – объемная масса материала, кг/м³;

k_3 – коэффициент заполнения слоя материала на ленте, $k_3 = 0,75 \dots 0,80$.

Цепочно-планчатые питатели с битерными устройствами – применяются для дозирования силоса, сенажа и грубых кормов.

Подача цепочно-планчатого питателя:

$$Q = BHv_n\gamma k_o,$$

где B – ширина бункера, м;

H – высота корма в бункере, м;

v_n – скорость движения питающего конвейера, м/с;

γ – объемная масса корма в бункере, кг/м³;

k_0 – коэффициент, учитывающий проскальзывание корма на конвейере,
 $k_0 = 0,94 \dots 0,96$.

Массовые дозаторы порционного действия – применяются для дозирования всех видов кормов с погрешностью $\pm 0,25 \dots 1 \%$, используются в:

- мобильных смесителях-раздатчиках кормов;
- смесителях концентрированных кормов серии СКВ;
- комплексах многокомпонентного дозирования КМД 8-1-50.

Массовые дозаторы непрерывного действия – применяются для дозирования легкосыпучих и кусковых материалов с погрешностью $\pm 0,25 \dots 2 \%$:

- лотковый дозатор C-LEVER, Rembe – дозирование падающего потока легкосыпучих материалов;
- ленточные дозаторы серии ДВН – дозирование потока материала на конвейерной ленте.

Схемы дозирования жидких компонентов:

- *непрерывного действия* (дозируется расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$):
 - дросселирующие – регулирование расхода производится изменением давления и (или) проходного сечения дросселя;
 - управляющие подачей насоса:
 - *с частотным регулированием* – изменяется частота вращения насоса;
 - *с ШИМ (шиотно-импульсная модуляция) регулированием* – для малообъемного дозирования; изменяется длительность интервалов включения и отключения насоса;
- *порционного действия* (отмеряется объем или масса жидкости):
 - с мерными емкостями – после заполнения мерной емкости насос отключается;
 - с весоизмерительной системой – расходная емкость установлена на тензометрические датчики; насос отключается после откачивания заданной массы жидкости;

- с расходомером – насос отключается после прохождения заданного объема жидкости через расходомер;
- с насосами-дозаторами – применяют шестеренчатые или перистальтические насосы; объем отмеряемой порции регулируется длительностью работы насоса.

Лекция 4

Механизация приготовления кормовых смесей

1. *Основы теории смешивания*
2. *Оборудование для смешивания кормов*

Вопрос 1. Основы теории смешивания

Смешивание – это процесс равномерного распределения частиц компонентов корма в общем его объеме, в результате чего получается однородная кормовая смесь.

Качество смешивания кормов оценивают коэффициентом неоднородности (коэффициентом вариации):

$$V = \frac{\sigma}{C_0} \cdot 100\% ,$$

где σ – среднеквадратическое отклонение доли контрольного компонента в смеси;

C_0 – доля контрольного компонента в идеальной (расчетной) смеси.

Среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_0)^2}{n-1}} ,$$

где C_i – доля контрольного компонента в i -ой пробе смеси;

n – количество отобранных проб, $n = 15 \dots 20$.

Доля контрольного компонента:

$$C_i = \frac{m_i}{m_n} ,$$

где m_i – масса контрольного компонента в i -ой пробе смеси, кг;

m_n – масса пробы, кг.

Зоотехнические требования к неоднородности кормовых смесей для КРС:

- *только объемистые* корма – $V < 20\%$;

➤ *объемистые + концентрированные* корма – $V < 10 \%$.

Однородность кормовой смеси:

$$\Theta = 100 - V, \%$$

Фазы процесса смешивания кормов:

- 1) *конвективное смешивание* – перемещение группы смежных частиц в другое место смеси;
- 2) *диффузионное смешивание* – перераспределение частиц на уровне микрообъемов;
- 3) *сегрегация* – сосредоточение частиц одинаковой массы в определенных местах смесителя – ухудшает качество кормовой смеси.

Оптимальное время смешивания кормов – 8...12 минут.

Вопрос 2. Оборудование для смешивания кормов

Классификация смесителей кормов:

- *по виду смешиваемых кормов* (по назначению):
 - сухие сыпучие – комбикорма;
 - влажные рассыпные – кормовые смеси для КРС;
 - жидкие – кормовые смеси для свиней;
- *по характеру рабочего процесса:*
 - порционного (периодического) действия;
 - непрерывного действия;
- *по организации рабочего процесса:*
 - с вращающейся камерой – барабанные;
 - с неподвижной камерой – мешалочные;
- *по конструкции рабочих органов:*
 - для сыпучих кормов:
 - шнековые;
 - лопастные;
 - спиральные;
 - для влажных рассыпных кормов:
 - шнековые;
 - лопастные;
 - для жидких кормов:
 - турбинные;
 - пропеллерные;
 - лопастные;
- *по расположению рабочей камеры:*
 - горизонтальные;
 - вертикальные;
 - наклонные;
- *по частоте вращения мешалок:*

- тихоходные – $K < 30$;
- быстроходные – $K > 30$.

Показатель кинематического режима мешалки:

$$K = \frac{\omega R^2}{g},$$

где ω – угловая скорость мешалки, рад/с;

R – радиус мешалки, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Смесители сухих сыпучих кормов:

- *серии ЗМГ* – горизонтальный спиральный смеситель порционного действия; время смешивания 4...5 мин; однородность смеси – до 95 %;
- *серии ССК* – вертикальный шнековый смеситель порционного действия; время смешивания 5...7 мин; однородность смеси – 85...95 %;
- *МКЗ-3214* – мобильная комбикормовая установка на базе шасси МАЗ 5340 с вертикальным смесителем порционного действия.

Смесители влажных кормов:

- *С-12* – горизонтальный лопастной смеситель-запарник кормов для свиней;
- *КС-1,5* – вертикальный шнековый смеситель-раздатчик кормов для свиней;
- *Solomix 2 STAT, ССК-14В, ССК-21В* – вертикальные шнековые смесители кормов для КРС; объем бункера 12...32 м³; время смешивания 5...8 мин после загрузки последнего компонента.

Смесители жидких кормов:

- *Liqimix* – порционный смеситель жидких кормов для свиней с лопастной или пропеллерной мешалкой;
- «*Молочное такси*» – порционный смеситель-пастеризатор цельного молока и ЗЦМ для выпойки телят;

- *Автоматические станции выпойки телят* – порционный смеситель-пастеризатор цельного молока и ЗЦМ для выпойки телят.

Производительность смесителя порционного действия:

$$Q = \frac{m_n}{t_u}, \text{ кг/с,}$$

где m_n – масса порции кормовой смеси, кг;
 t_u – продолжительность рабочего цикла, с.

$$m_n = V_c \gamma,$$

где V_c – полезный объем смесителя, м³;
 γ – объемная масса кормовой смеси, кг/м³.

$$t_u = t_z + t_{см} + t_в,$$

где $t_z, t_{см}, t_в$ – время на загрузку, смешивание и выгрузку кормовой смеси, с.

Лекция 5

Механизация раздачи кормов на фермах КРС

1. *Классификация кормораздатчиков для ферм КРС*
2. *Стационарные кормораздатчики*
3. *Мобильные кормораздатчики*
4. *Автоматизация приготовления и раздачи кормов*

Вопрос 1. Классификация кормораздатчиков для ферм КРС

Классификация кормораздатчиков для ферм КРС

- по способу эксплуатации:
 - *стационарные:*
 - встроены в кормушки – *КЛО-75, КРС-15;*
 - расположены над кормушками;
 - *передвижные:*
 - мобильные:
 - навесные – *ППК-1350 «Master»;*
 - прицепные – *КТУ-10А;*
 - полуприцепные – *КР-Ф-10, ИСПК-12, СПК-12В;*
 - самоходные – *СЗРК-22 «Кормилец»;*
 - координатные:
 - подвесные монорельсовые – *Triomatic HP 2 300;*
 - на колесном ходу – *Triomatic WP 2 300;*
- по выполняемым операциям:
 - *монораздатчики* – *КР-Ф-10, КРБ-4,7;*
 - *смесители-раздатчики* – *ИСПВ-12, СПК-12В;*
 - *измельчители-смесители-раздатчики* – *ИСПК-12, РСК-12;*
 - *погрузчики-измельчители-смесители-раздатчики* – *ИСПК-12Ф, ИСПК-12Г, ПРСК-12, СЗРК-22 «Кормилец»;*
- по типу рабочего органа:
 - *скребковые* – *КРС-15;*
 - *ленточные* – *КЛО-75;*
 - *цепочно-планчатые* – *КР-Ф-10, КРБ-4,7;*
 - *лопастные* – *Gulliver Sgariboldi;*
 - *шнековые:*
 - горизонтального типа – *ИСПК-12, РСК-12;*
 - вертикального типа – *ИСПВ-12, СПК-12В;*
 - *мотовильные* – *MechFiber KEENAN;*
 - *рециркуляционные* – *CastorMIX Lucas;*

➤ по уровню автоматизации:

- машины с ручным управлением – *КР-Ф-10, ИСПК-12, СПК-12В;*
- *автоматизированные линии* раздачи кормов – *Triomatic T10, T20, T30, T40.*

Вопрос 2. Стационарные кормораздатчики

КЛО-75 – ленточный кормораздатчик встраиваемый в кормушку;

КРС-15 – скребковый кормораздатчик-кормушка;

Valmetal – ленточный кормораздатчик, расположенный над кормушками.

Производительность ленточного раздатчика кормов:

$$Q = Fv\gamma, \text{ кг/с,}$$

где F – площадь поперечного сечения слоя корма на ленте транспортера, м^2 ;

v – скорость движения ленты, м/с ;

γ – объемная масса корма, кг/м^3 .

Площадь поперечного сечения слоя корма на ленте транспортера:

$$F = 0,16B^2 \text{tg}\varphi, \text{ м}^2,$$

где B – ширина ленты транспортера, м ;

φ – угол естественного откоса корма в движении, $^\circ$.

Угол естественного откоса корма в движении:

$$\varphi = (0,4 \dots 0,6)\varphi_0,$$

где φ_0 – угол естественного откоса корма в покое.

Вопрос 3. Мобильные кормораздатчики

Характеристика мобильных кормораздатчиков для ферм КРС

РПК-1350 «Master» – навесной размотчик-раздатчик рулонов грубых кормов и сенажа;

КТУ-10А – прицепной монораздатчик корма, регулировка нормы выдачи производится храповым механизмом и скоростью движения агрегата;

КРФ-10 – полуприцепной монораздатчик корма, регулировка нормы выдачи производится гидрорегулятором и скоростью движения агрегата;

СРК-10 – полуприцепной смеситель-раздатчик кормов, обеспечивает смешивание на выгрузном транспортере объемистого корма из основного бункера с концентрированным, поступающим из отдельного бункера-дозатора; регулировка нормы выдачи корма аналогично КРФ-10;

Gulliver Sgariboldi – самоходные и полуприцепные смесители-раздатчики кормов с лопастным смешивающим органом;

ИСПК-8 (-12, -15), РСК-12 – полуприцепной измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с двумя горизонтально расположенными шнековыми смешивающими органами, регулировка нормы выдачи производится комбинацией степени открытия шиберной заслонки и скорости движения агрегата;

Monofeeder ST Sgariboldi – полуприцепной измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с одним горизонтальным шнеком и рычажным распределителем корма;

СРК-6В (-11В) – полуприцепной измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с одним вертикально расположенным шнековым смешивающим органом, регулировка нормы выдачи производится комбинацией степени открытия шиберной заслонки и скорости движения агрегата;

СРК-12В (-14В, -16В, -18В, -21В), ИСПВ-12 – полуприцепной измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с двумя вертикально расположенными шнековыми смешивающими органами, регулировка нормы выдачи производится комбинацией степени открытия шиберной заслонки и скорости движения агрегата;

СРК-25В (-30В) – полуприцепной измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с тремя вертикально расположенными шнековыми смешивающими

органами, регулировка нормы выдачи производится комбинацией степени открытия шиберной заслонки и скорости движения агрегата;

В-МИКС-9Н-1Ш (-15Н-2Ш) «Амкодор-Семаш» – полуприцепной измельчитель-смеситель-раздатчик кормов вертикального шнекового типа с двухскоротным редуктоом для привода шнеков;

MechFiber KEENAN – полуприцепные и самоходные измельчители-смесители-раздатчики кормов с рабочим органом мотовильного типа;

ИСРК-12Ф (-15Ф), ПРСК-12 – полуприцепной погрузчик-измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с фрезой для самозарузки;

ИСРК-12Г – мобильный полуприцепной погрузчик-измельчитель-смеситель-раздатчик кормов с грейферным погрузчиком;

СЗРК-22 «Кормилец» – самоходный загрузчик-раздатчик кормов;

CastorMIX Lucas – полуприцепной погрузчик-измельчитель-смеситель-раздатчик кормов рециркуляционного типа.

Порядок работы с кормораздатчиком ИСРК-12

- 1) загрузить *сыпучие корма* и добавки (мука, комбикорм, соль и т. п.) – *ВОМ выключен*;
- 2) загрузить *корнеклубнеплоды* – *1000 об/мин ВОМ + «Быстро» на редукторе*;
- 3) загрузить *грубые корма* (сено, солома):
 - a. *в рассыпном виде* – *540 об/мин ВОМ + «Быстро» на редукторе*;
 - b. *в рулонах* – *540 об/мин ВОМ + «Медленно» на редукторе*;
- 4) загрузить *силос и сенаж*:
 - a. *из траншейных хранилищ* – *540 об/мин ВОМ + «Быстро» на редукторе*;
 - b. *в рулонах* – *540 об/мин ВОМ + «Медленно» на редукторе*;
- 5) загрузить *жидкие добавки* (меласса, патока) – *540 об/мин ВОМ + «Быстро» на редукторе*;
- 6) *смешать* ингредиенты кормовой смеси в течении *6...8 минут* – *540 об/мин ВОМ + «Быстро» на редукторе*;
- 7) *переехать* в коровник – *максимальная скорость движения 8 км/ч*;
- 8) *раздать* кормовую смесь:
 - a. *в кормушки* – *с использованием выгрузного транспортера*;

в. на кормовой стол – с использованием выгрузного лотка.

Регулировки кормораздатчика ИСРК-12:

- масса загружаемых ингредиентов кормовой смеси – по показаниям на дисплее бортового компьютера весоизмерительной системы;
- частота вращения шнеков – комбинацией частоты ВОМ трактора (540, 1000 об/мин) и передаточным отношением («Быстро», «Медленно») 2-хскоростного редуктора кормораздатчика;
- норма выдачи корма – комбинацией скорости движения агрегата и степени открытия шиберных заслонок.

Производительность выгрузного устройства мобильного кормораздатчика

$$Q_v = q_l v_p z_c, \text{ кг/с},$$

где q_l – линейная плотность корма (количество корма, выдаваемого на 1 м кормушки), кг/м;

v_p – скорость движения кормораздатчика, м/с;

z_c – число сторон выдачи корма.

Линейная плотность корма

$$q_l = \frac{q}{l_{ф.к}}, \text{ кг/м},$$

где q – норма дачи корма на одно животное, кг;

$l_{ф.к}$ – фронт кормления (длина кормушки, приходящаяся на одно животное), м.

Вопрос 4. Автоматизация раздачи кормов

Характеристика автоматизированных линий приготовления и раздачи кормов на фермах КРС

Autoration Valmetal, Канада – автоматическая линия приготовления и раздачи кормов, включающая сенажные башни, накопители-питатели грубых кормов и силоса, стационарный смеситель кормов и стационарные ленточные кормораздатчики, расположенные над кормушками;

Triomatic T10 (T20, T30, T40), Нидерланды – автоматическая линия приготовления и раздачи кормов, включающая накопители-питатели грубых кормов и силоса, сборный транспортер, координатный смеситель-раздатчик кормов шнекового вертикального типа с объемом бункера 3 м³ на монорельсовом подвесе (*Triomatic HP 2 300*) или на колесном ходу (*Triomatic WP 2 300*).

Лекция 6

Оборудование для водоснабжения животноводческих предприятий и автопоения животных

- 1. Оборудование для водоснабжения животноводческих предприятий*
- 2. Автопоилки для животных и птицы*

Вопрос 1. Оборудование для водоснабжения животноводческих предприятий

Системы водоснабжения животноводческих предприятий:

- *централизованная* – обеспечивает водоснабжение нескольких объектов (ферма, комплекс, населенный пункт);
- *локальная* – обеспечивает водоснабжение только одной фермы;
- *пастбищная* – применяются автономные водоподъемные установки или мобильные средства доставки воды.

Локальная система водоснабжения фермы включает:

- *водозаборные сооружения;*
- *водоподъемное оборудование;*
- *напорно-регулирующее оборудование или сооружения;*
- *оборудование для водоподготовки.*

Типы водозаборных сооружений:

- *водозаборы из поверхностных источников;*
- *водозаборы из подземных источников.*

Водоподъемное оборудование:

- *Консольные центробежные насосы.*

K80–50–200

K – консольный;

80 – диаметр всасывающего патрубка, мм;

50 – диаметр напорного патрубка, мм;

200 – номинальный диаметр рабочего колеса, мм

Преимущества консольных насосов:

- *простота ремонта и обслуживания;*

- *высокий к. п. д.* – 75...90 %.

Недостатки консольных насосов:

- требуется *заполнение водой* всасывающего патрубка и корпуса перед пуском в работу;
- максимальная *высота всасывания* (вертикальное расстояние от насоса до уровня воды) *не более 6 м.*

- *Струйные насосы (эжекторы)*

Преимущества струйных насосов:

- *простота монтажа* и обслуживания;
- *высота всасывания 15...50 м.*

Недостатки струйных насосов:

- *низкий к. п. д.* – 20...25 %.

- *Погружные центробежные насосы типа ЭЦВ*

ЭЦВ 8–25–100

ЭЦВ – электронасос центробежный водоподъемный;

8 – диаметр обсадной трубы, дюйм; $1'' = 25,4 \text{ мм}$;

25 – подача, м³/ч;

100 – напор, м водн. ст.

Преимущества насосов ЭЦВ:

- *подъем воды с большой глубины;*
- *приемлемый к. п. д.* – 50...70 %.

Недостатки насосов ЭЦВ:

- *сложность монтажа* и обслуживания.

Напорно-регулирующее оборудование:

- *Водонапорные башни.*

ВБР-25

ВБР – водонапорная башня Рожновского;

24 – объем бака, м³.

Параметры водонапорных башен:

- *регулирующий объем бака* – принимается равным 20...25 % суточного расхода воды;
- *высота башни* – определяет давление в водопроводной сети, 10 м = 1 кгс/см² = 100 кПа = 0,1 МПа

Методы контроля уровня воды в баке водонапорной башни:

- *контактный* – использование датчиков уровня воды;
- *барометрический* – использование датчиков давления воды.

Преимущества водонапорных башен:

- *простота и надежность* конструкции;
- *хранение противопожарного запаса* воды.

Недостатки водонапорных башен:

- *высокая металлоемкость*;
- *намерзание льда и отказ системы* автоматического регулирования уровня воды.
- *Безбашенные водонапорные установки.*

ВУ-5-30

ВУ – водоподъемная установка;

5 – подача, м³/ч;

30 – напор, м. водн. ст.

Преимущества безбашенных установок:

- *малые габариты и металлоемкость.*

Недостатки безбашенных установок:

- не обеспечивается *хранение запаса* воды.

Оборудование для водоподготовки:

- *станции обезжелезивания;*
- *фильтры* грубой и тонкой очистки;
- *медикаторы – Dosatron D25 – для дозированного ввода ветеринарных препаратов в питьевую воду (регулировка дозирования 0,2...2 %).*

Вопрос 2. Автопоилки для животных и птицы

Автопоилки для КРС:

- *индивидуальные:*
 - рычажно-клапанные – ПА-1, АП-1А;
 - бесклапанные – АГП-200;
- *групповые:*
 - открытые – ПАП-180;
 - закрытые – АГК-4;
 - незамерзающие (мячевые) – ID80.
- *пастбищные* – ВУГ-3А.

Классификация систем подогрева воды в поилках для КРС:

- *с непосредственным электроподогревом* – ТЭН устанавливается в поилке;
- *с рециркуляцией воды* – вода нагревается в бойлере и непрерывно циркулирует между поилками.

Автопоилки для свиней:

- *чашечные:*
 - самоочищающиеся – ПСС-1;
 - вакуумные – Master Flow;
 - ниппельно-чашечные;
- *бесчашечные:*
 - сосковые (ниппельные) – ПБС-1;
 - кнопочные.

Автопоилки для птицы:

- *лотковые*;
- *чашечные* – **колокольные**;
- *ниппельные*;
- *микрочашечные*.

Лекция 7

Оборудование для микроклимата

1. *Микроклимат животноводческого помещения*
2. *Системы вентиляции животноводческих помещений*
3. *Оборудование для микроклимата*

Вопрос 1. Микроклимат животноводческого помещения

Микроклимат – это совокупность физических и химических факторов воздушной среды в помещении.

Параметры микроклимата:

- *температура*, °С;
- *относительная влажность*, %;
- *химический состав* воздуха (углекислый газ CO₂, аммиак NH₄), %;
- *скорость движения* воздуха, м/с;
- *освещенность*, лк;
- *уровень шума*, дБ.

Нормы параметров микроклимата задаются *зоотехническими требованиями*.

Параметры микроклимата должны выдерживаться **в зоне обитания животных:**

- *КРС* – на высоте 1,5 м от уровня пола;
- *свиньи* – на высоте 0,9 м от уровня пола;
- *напольное содержание птицы* – на высоте 0,8 м от уровня пола;
- *клеточное содержание птицы* – по всей высоте клеточной батареи.

Несоблюдение параметров микроклимата:

- *снижает удои* на 10...12 %;
- *снижает прирост* живой массы на 20...30 %;
- *увеличивает падеж* на 5...40 %;
- *снижает яйценоскость* кур на 30...35 %.

Вопрос 2. Системы вентиляции животноводческих помещений

Классификация систем вентиляции

☞ по принципу действия:

- естественная;
- принудительная (с механическим побуждением потока воздуха);
- комбинированная.

☞ по назначению:

- общеобменная;
- местная.

☞ по организации движения воздуха:

- распределенная;
- централизованная.

☞ по способу притока (для систем принудительной вентиляции):

- приточная;
- вытяжная;
- приточно-вытяжная.

☞ по схеме движения воздушных потоков:

- снизу вверх;
- сверху вниз;
- сверху вверх;
- тоннельная.

Расчет кратности воздухообмена по содержанию углекислого газа в воздухе.

Определяем объем углекислого газа, выделяемого животными за один час:

$$V_{CO_2} = q_{CO_2} m, \text{ л,}$$

где q_{CO_2} – выделение углекислого газа одним животным за 1 час, для коров 100...140 л/ч;

m – количество животных в помещении, гол.

Определяем требуемый часовой приток воздуха:

$$V_{\text{ч}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{c_{\text{д}} - c_0}, \text{ м}^3,$$

где $c_{\text{д}}$ – допустимое содержание углекислого газа в воздухе помещения, для КРС $c_{\text{д}} = 2,5 \text{ л/м}^3$;

c_0 – содержание углекислого газа в свежем воздухе, $c_0 = 0,4 \text{ л/м}^3$.

Определяем кратность воздухообмена:

$$k_V = \frac{V_{\text{ч}}}{V_{\text{п}}},$$

где $V_{\text{п}}$ – объем помещения, м^3 .

Выбор системы вентиляции:

- $k_V < 4$ – естественная;
- $k_V > 4$ – принудительная.

Вопрос 3. Оборудование для микроклимата

Оборудование для вентиляции животноводческих помещений:

- *вентиляторы осевые* – обеспечивают подачу больших объемов воздуха, но развивают низкое давление 30...50 Па; применяются в распределенной системе вентиляции;
- *вентиляторы центробежные* – развивают высокое давление воздуха 500...1000 Па; применяются в централизованной системе вентиляции;
- *приточно-вытяжные установки* – обеспечивают циркуляцию и поддерживают заданную температуру воздуха в помещении; применяются при организации движения воздушных потоков по схеме «сверху вниз».
- *приточные стеновые клапаны* – обеспечивают приток свежего воздуха в птичнике или свинарнике; направляют поток воздуха в верхнюю или нижнюю часть помещения;
- *световентиляционные шторы и коньки* – обеспечивают естественную вентиляцию помещений для КРС.
- *вентиляционные рукава* – для направленного притока свежего воздуха в зону обитания животных.

Оборудование для отопления животноводческих помещений:

- *электрокалориферы* – состоят из вентилятора и электрического подогревателя приточного воздуха;
- *тепловентиляторы* – состоят из вентилятора и парового или водяного подогревателя воздуха;
- *теплогенераторы* – предназначены для отопления помещений большого объема; используют жидкое или газообразное топливо;
- *рекуператоры* – используют теплоту удаляемого воздуха для подогрева свежего приточного воздуха; используются в централизованных системах вентиляции.

Лекция 8

Машины и оборудование для удаления навоза

1. *Физико-механические свойства навоза*
2. *Стационарное оборудование для уборки навоза*
3. *Мобильные средства для уборки навоза*
4. *Технические средства для удаления и транспортирования навоза*
5. *Гидравлические системы удаления навоза*

Вопрос 1. Физико-механические свойства навоза

Навоз – это смесь экскрементов сельскохозяйственных животных с подстилкой, остатками корма, технической водой и другими включениями.

Физико-механические свойства навоза:

➤ *влажность;*

$$W_H = \frac{W_э m_э + W_п m_п + 100m_в}{m_э + m_п + m_в},$$

где $W_э, W_п$ – относительная влажность экскрементов и подстилки, %;

$m_э, m_п, m_в$ – масса экскрементов, подстилки и технической воды, кг.

➤ *объемная масса:*

- твердый (подстилочный) навоз – 530...890 кг/м³;
- полужидкий (бесподстилочный) навоз – 1020...1070 кг/м³;
- помет птицы – 700...1000 кг/м³;

➤ *коэффициент трения* – 0,6...1,4

➤ *липкость*, Па;

➤ *вязкость*, Па·с;

➤ *средний размер и скорость осаждения* частиц навоза.

Критическая влажность навоза – это влажность, при которой коэффициент трения и липкость навоза принимают максимальные значения:

➤ навоз КРС – $W_k \approx 85$ %;

➤ свиной навоз – $W_k \approx 75$ %.

Вопрос 2. Стационарное оборудование для уборки навоза

Операции технологического процесса уборки, удаления, хранения и утилизации навоза:

- *уборка* навоза в животноводческом помещении (очистка стойл, боксов и проходов от навоза);
- *удаление* навоза от животноводческого помещения;
- *транспортировка* навоза в хранилище;
- *обработка* навоза;
- *погрузка, транспортировка и внесение* навоза в почву.

Скребокковые транспортеры кругового движения:

- *ТСН-2,0; ТСН-3,0* – с пластинчатой цепью;
- *ТСН-160* – с круглозвенной цепью якорного типа.

Расчет скребокковых транспортеров кругового движения

Подача транспортера:

$$Q = hbv\gamma k, \text{ кг/с}$$

где h – глубина навозного канала, $h = 0,12$ м;

b – ширина навозного канала, $b = 0,32$ м;

v – скорость движения цепи транспортера, $v = 0,15 \dots 0,20$ м/с;

γ – объемная масса навоза, кг/м³;

k – коэффициент подачи.

Коэффициент подачи:

$$k = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5,$$

где k_1 – коэффициент заполнения навозного канала, $k_1 = 0,5$;

k_2 – коэффициент, учитывающий уплотнение навоза при его перемещении скребком, $k_2 = 1,13$;

k_3 – скоростной коэффициент, $k_3 = 0,9 \dots 0,95$;

k_4 – коэффициент, учитывающий объем канала, занятый цепью и скребками,
 $k_4 = 0,97$;

k_5 – коэффициент, учитывающий угол подъема наклонного транспортера,
 $k_5 = 0,8 \dots 1,0$.

Соппротивление движению цепи транспортера

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5,$$

где P_1 – сопротивление трения навоза о дно канала, Н;

P_2 – сопротивление трения навоза о боковые стенки канала, Н;

P_3 – сопротивление подъему навоза транспортером, Н;

P_4 – сопротивление перемещения цепи транспортера, Н;

P_5 – сопротивление при перемещении навоза в направлении натяжной звездочки, Н.

Составляющие сопротивления движению транспортера:

$$P_1 = hbL\gamma gf \cos\beta,$$

$$P_2 = h^2 L\gamma gf \xi \cos\beta,$$

$$P_3 = hbL\gamma g \sin\beta,$$

$$P_4 = L_{\text{ц}} m_{\text{ц}} g f_{\text{ц}} \cos\beta,$$

$$P_5 = 0,25P_4,$$

где L – дина пути перемещения навоза, м;

$L_{\text{ц}}$ – длина цепи транспортера, м;

f – коэффициент трения навоза о желоб;

$f_{\text{ц}}$ – коэффициент трения цепи о желоб;

β – угол наклона транспортера, рад;

ξ – коэффициент бокового давления, $\xi = 2 \dots 2,5$;

$m_{\text{ц}}$ – погонная масса 1 м цепи со скребками, кг/м;

Мощность двигателя транспортера:

$$N_{дв} = \frac{k_H P_v}{\eta}, \text{ Вт};$$

где k_H – коэффициент, учитывающий сопротивление от натяжения цепи, $k_H = 1,1$;

η – к. п. д. привода, $\eta = 0,75 \dots 0,85$.

Скребокковые транспортеры возвратно-поступательного движения:

- УН-3 – со штанговым тяговым органом и гидравлическим приводом;
- ТШ-320 – со штанговым тяговым органом и цепным приводом.

Расчет штанговых скребокковых транспортеров возвратно-поступательного движения

Подача транспортера, кг/с:

$$Q = hb_p \frac{v}{2} \gamma k_3 k_p,$$

где h – глубина навозного канала, $h = 0,12$ м;

b_p – рабочая ширина навозного канала, м;

v – скорость движения штанги, $v = 0,2 \dots 0,4$ м/с;

k_3 – коэффициент заполнения навозного канала, $k_3 = 0,5$;

k_p – коэффициент, учитывающий ход штанги для перевода скребка в рабочее положение.

Рабочая ширина навозного канала:

$$b_p = b(1 - \sin \alpha),$$

где b – строительная ширина навозного канала, м;

α – угол между штангой и скребком в холостом положении, $\alpha = 17 \dots 20^\circ$.

Коэффициент k_p :

$$k_p = \frac{t_c}{s},$$

где t_c – шаг установки скребков на штанге, м;

s – ход штанги, м.

Ход штанги:

$$s \geq t_c + \Delta l,$$

где Δl – длина пути штанги, на котором скребок переходит из холостого в рабочее положение, м.

Шнековые навозоуборочные транспортеры:

- *ТШГ-190, ТШГ-250* – продольные и поперечные транспортеры;
- *ТШН-300* – наклонный транспортер

Скреперное оборудование применяют для:

- 1) *уборки навоза из навозных и кормонавозных проходов* при беспривязно-боксовом способе содержания КРС;
- 2) *уборки навоза в каналах под щелевым полом* в свинарниках.

Классификация скреперного навозоуборочного оборудования:

- *по расположению оси поворота скребков:*
 - с вертикальной осью:
 - V-образные (дельта-скреперы);
 - прямые;
 - с горизонтальной осью – пример транспортер ТС-1;
 - комбискреперы – ось поворота внутренних скребков расположена горизонтально, внешних – вертикально:
 - прямые;
 - наклонные;
 - складывающиеся.

- по виду тягового органа:
 - тросовые;
 - цепные:
 - круглозвенные;
 - пластинчатые;
 - штанговые с гидравлическим приводом;
- по расположению поперечного навозного коллектора:
 - в торце помещения;
 - по центру помещения;
- по типу пола в навозном проходе:
 - для сплошных гладких и текстурированных полов;
 - для сплошных полов с продольными канавками;
 - для полов с центральной желобом;
 - для полов с центральным каналом;
 - для щелевых полов.

Уровни защиты скреперного оборудования при работе в автоматическом режиме:

- защита *от перегрузки*:
 - механическая;
 - тепловая;
 - электронная;
- защита *от обрыва* троса или цепи;
- защита *от контакта* с животным или другим препятствием;
- защита *от примерзания* скрепера – «зимний режим».

Расчет скреперной установки

Подача установки, кг/с:

$$Q = \frac{V_c \gamma k_3}{t_{ц}}$$

где V_c – вместимость скрепера, м^3 ;
 γ – объемная масса навоза, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 k_3 – коэффициент заполнения скрепера, $k_3 = 0,9 \dots 1,2$;
 $t_{\text{ц}}$ – длительность одного цикла, с.

Длительность одного цикла, с:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2L}{v_c},$$

где L – расстояние транспортирования навоза, м;
 v_c – скорость движения скрепера, $v_c = 0,05 \dots 0,06$ м/с.

Вопрос 3. Мобильные средства для уборки навоза

Мобильные средства уборки навоза:

- *бульдозерная навеска типа БН-1* – для уборки твердого навоза в помещениях для беспривязного содержания КРС и на выгульных площадках;
- *раскрывной отвал БЛ-4* – для уборки твердого и полужидкого навоза в помещениях для беспривязно-боксового содержания КРС;
- *Discovery, Lely* – автоматическое мобильное средство для продавливания навоза через щелевой пол;
- *Discovery 120 Collector, Lely* – автоматическое мобильное средство для уборки навоза со сплошного пола.

Вопрос 4. Технические средства для удаления и транспортирования навоза

Классификация технических средств для удаления навоза из животноводческих помещений:

➤ **мобильные:**

- бульдозерная навеска БН-1;
- раскрывной отвал БЛ-4;

➤ **стационарные:**

○ механические:

▪ скребковые конвейеры кругового движения:

- горизонтальные – длина поперечного канала до 100 м;
- наклонные – длина конвейера до 23 м;

▪ скребковые конвейеры возвратно-поступательного движения – длина поперечного канала до 60 м;

▪ скреперные установки – длина поперечного канала до 165 м;

○ гидравлические:

▪ смывной поперечный коллектор.

Классификация технических средств для транспортировки навоза в хранилище:

➤ **мобильные** – тракторные прицепы:

- ПСТ-9 – для твердого и полужидкого навоза;
- МЖУ-16 – для полужидкого и жидкого навоза;

➤ **стационарные:**

○ центробежные насосы – для полужидкого и жидкого навоза:

- НЖН-200 – с пропеллерной системой перемешивания навоза;
- АПН-300 – с гидромешалкой;

○ поршневые насосы – для твердого и полужидкого навоза:

- с горизонтальным расположением поршня УТН-10, дальность транспортирования навоза:

- твердого – до 100 м;
- полужидкого – до 160 м;
- с вертикальным расположением поршня:
 - Solid-Trans, Jamesway транспортирование твердого навоза до 45...100 м;
 - Semi-Trans, Jamesway транспортирование твердого навоза до 100...160 м.

Вопрос 5. Гидравлические системы удаления навоза

Гидравлическая система удаления навоза включает:

- *продольные навозоприемные каналы или ванны* закрытые сверху решетками (щелевым полом);
- *поперечный навозоприемный коллектор*;
- *навозоприемник*.

Секции щелевого пола изготавливают из:

- железобетона;
- чугуна;
- полимерных материалов;
- с резиновым покрытием.

Классификация гидравлических систем удаления навоза:

- непрерывного действия:
 - самотечная – слой навоза скользит на водяной подушке, образующейся за счет порошка в выходной части канала;
- периодического действия:
 - *бесканальная* (прямого смыва) – навоз смывается в лотки струями воды под давлением, расход воды 3...3,5 л на животное в сутки;
 - *канальные*:
 - смывная (лотково-смывная) – навоз 1–2 раза в сутки смывается в канале потоком воды из водопровода или бачка, расход воды 15...20 л на животное в сутки;
 - шиберная (лотково-отстойная) – навоз накапливается в канале 7...14 дней, разжижается водой и удаляется в поперечный коллектор через открытый шибер, расход воды 3...5 л на животное в сутки;
 - рециркуляционная – навоз смывается в канале потоком обеззараженной навозной жижи;

- секционная шиберная – деление канала на секции облегчает удаление осадка, принцип работы аналогичен шиберной системе;
- слаломная – включает подпольное навозохранилище и миксеры для гомогенизации навоза;
- самосплавная – навоз накапливается в ваннах до 14 дней, затем через пробковые краны спускается в продольные каналы.

Лекция 9

Технология машинного доения коров

1. *Физиологические основы машинного доения коров*
2. *Операции при машинном доении коров*
3. *Устройство и принцип работы доильного стакана*

Вопрос 1. Физиологические основы машинного доения коров

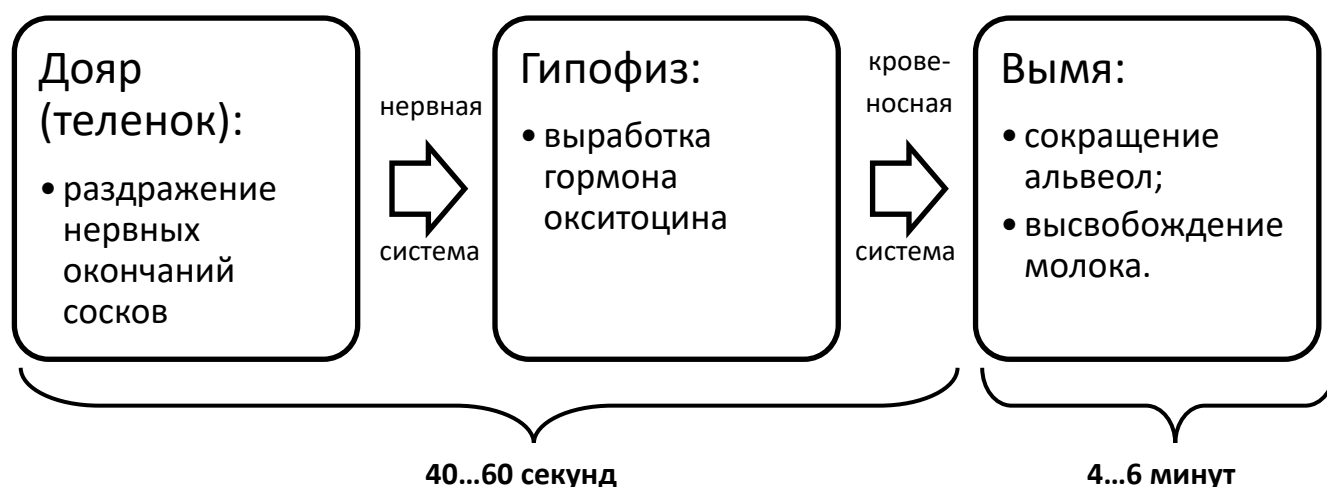
Молочная железа коров (вымя) делится на **4 доли**, каждая из которых содержит *альвеолы, протоки, молочную цистерну* и *молочную камеру соска*.

1 литр молока = 800...900 л крови

Перед доением **80 % молока** содержится в *альвеолах* и *мелких протоках*.

Молокоотдача – процесс вытеснения молока из *альвеол* и *протоков* в *молочную цистерну*.

Блок-схема процесса молокоотдачи



Стимулирует молокоотдачу:

- тепло;
- физическое воздействие на вымя;
- строгое соблюдение последовательности и ритма выполняемых операций;
- спокойное обращение с коровой со стороны дояра.

Тормозит молокоотдачу:

- нарушение распорядка дня на ферме;
- изменение режима работы доильного аппарата;

- присутствие *посторонних лиц*;
- *шум и крики*.

Способы доения коров:

- *естественный* – сосание вымени теленком;
- *ручной* – выжимание молока из сосков руками дояра;
- *машинный* – применением доильного аппарата.

Анимация на слайде – Stimulactor, Silicon Form

Естественный уровень вакуума – равен величине разрежения, создаваемого в ротовой полости теленка при сосании вымени – 28...36 кПа.

Вопрос 2. Операции при машинном доении коров

Операции при машинном доении коров:

1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ:

- 1.1. Ручное *сдаивание первых струек* молока в стакан с сеточкой черного цвета для удаления загрязненного (инфицированного) молока и диагностики мастита;
- 1.2. *Нанесение моющее-дезинфицирующего средства* на соски при помощи специального стакана для обработки вымени; действующие вещества – молочная кислота, перекись водорода;
- 1.3. Очистка и *вытирание насухо* сосков одноразовыми салфетками (многократные стираются после каждого доения, каждый сосок обтирается отдельным углом салфетки);
- 1.4. *Включение* доильного аппарата;
- 1.5. *Надевание* доильных стаканов на соски.

Операции 1.2 и 1.3 можно совместить при использовании пневматической щетки для очистки сосков – *скруббера*.

2. ОСНОВНЫЕ:

- 2.1. Машинное *доение*;
- 2.2. Машинное *додаивание* – доильные стаканы оттягиваются вниз с усилием 30...40 Н для более полного освобождения вымени от молока.

3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ:

- 3.1. *Отключение* доильного аппарата;
- 3.2. *Снятие* доильных стаканов;
- 3.3. *Обработка сосков* блокирующим антисептическим средством, препятствующим попаданию патогенной микрофлоры во внутрь вымени через открытые (до 40 минут) сфинктеры сосков; действующие вещества – соединения йода, хлоргексидин.

Операцию 3.3 можно выполнять при помощи *пневматических распылителей* антисептических средств.

Ошибки операторов машинного доения:

- 1) *Раннее надевание* доильных стаканов – причина: беглое выполнение или пропуск подготовительных операций.
- 2) *Позднее надевание* доильных стаканов – причина: одновременная подготовка к доению нескольких коров.
- 3) *Передержка* доильных стаканов (*сухое доение*) – причина: «человеческий фактор».

Вопрос 3. Устройство и принцип работы доильного стакана

Классификация доильных стаканов:

- по конструкции:
 - однокамерные – не применяются;
 - двухкамерные
- по способу извлечения молока из вымени:
 - выжимающие – копируют ручной способ доения, не применяются;
 - отсасывающие – копируют естественный способ доения.

Двухкамерный доильный стакан состоит из *жесткой наружной гильзы* и *эластичной внутренней трубки* – сосковой резины.

При надевании доильного стакана на сосок образуется две камеры: *подсосковая* и *межстенная*.

В зависимости от *типа доильного аппарата* двухкамерные доильные стаканы **могут работать по 2-хтактной и 3-хтактной схемам.**

Схема двухкамерного доильного стакана

	Наименование	Давление в камере	
		подсосковая	межстенная
3-хтактный ┌ 2-хтактный	такт сосания	вакуум	вакуум
	такт сжатия	вакуум	атмосферное
	такт отдыха	атмосферное	атмосферное

Преимущества 3-хтактной схемы:

- 1) в большей степени *отвечает физиологии животного*;
- 2) *менее травмоопасна* для вымени при передержке доильных стаканов.

Недостатки 3-хтактной схемы:

- 1) *низкая скорость доения*, затруднительно использование для доения высокопродуктивных коров;
- 2) *большой на 5...7 кПа* уровень разрежения по сравнению с 2-хтактной;
- 3) *усложненная конструкция* коллектора.

ИТОГ: в современных доильных аппаратах *применяется 2-хтактная схема* работы, которая при снижении уровня разрежения до *39...41 кПа* не уступает 3-хтактной по безопасности и физиологичности.

Классификация сосковой резины:

➤ *по материалу:*

- компаунд синтетических каучуков (резины) – обычно имеет черный цвет, срок службы 750 ч;
- силикон – зеленого, красного, прозрачного и т. п. цветов, срок службы 1500 ч;

➤ *по форме поперечного сечения:*

- круглая;
- треугольная;
- квадратная.

Преимущества сосковой резины из силикона:

- *меньший износ и удлинение* при эксплуатации – не требуется регулировка ее натяжения в гильзе;
- позволяет *снизить на 1...2 кПа* уровень разрежения при доении;
- *широкая номенклатура* изделий;
- *увеличенный срок службы*.