

Лекция 1

Оборудование для водоснабжения, автопоения животных и создания оптимального микроклимата для животноводческих предприятий.

- 1. Оборудование для водоснабжения животноводческих предприятий*
- 2. Автопоилки для животных и птицы*
- 3. Микроклимат животноводческого помещения*
- 4. Системы вентиляции животноводческих помещений*
- 5. Оборудование для обогрева животноводческих помещений*

Вопрос 1. Оборудование для водоснабжения животноводческих предприятий

Животноводческая ферма – это *специализированное* сельскохозяйственное предприятие, предназначенное для выращивания животных и производства продуктов животноводства.

Животноводческий комплекс – это *крупное высокомеханизированное предприятие*, предназначенное для *равномерного круглогодичного производства* высококачественной животноводческой продукции на основе применения *промышленной технологии, научной организации* труда и высоких уровней *автоматизации* технологических процессов.

Для животноводческого комплекса характерны:

- научнообоснованная *поточная технология*;
- *прочная кормовая база*;
- *централизация управления* всеми процессами;
- применение более *современных средств механизации*;
- строгий *зооветеринарный надзор* за производством;
- возможно наличие *цеха переработки* животноводческой продукции.

Классификация животноводческих предприятий

- *по виду животных*:
 - крупного рогатого скота;
 - свиноводческие;
 - птицеводческие;
 - овцеводческие;
 - звероводческие;
 - пчеловодческие.
- *по назначению*:
 - племенные – совершенствование существующих и выведение новых пород животных;
 - репродукторные – размножение животных ценных пород для последующей передачи на товарные предприятия;
 - товарные:
 - *специализированные* – занимаются исключительно производством товарной продукции (молоко, мясо и т. п.);

- с законченным циклом производства – используемая технология помимо выпуска товарной продукции включает размножение и выращивание животных;
- по основному виду товарной продукции:
 - молоко;
 - мясо;
 - яйцо;
 - шерсть и т. п.

Размеры (мощность) животноводческих предприятий:

- *молочно-товарные фермы* – 200...600 коров;
- *комплексы по производству молока* – 800...2000 коров;
- *комплексы по выращиванию и откорму молодняка КРС* – 3...10 тыс. голов;
- *фермы по выращиванию нетелей* – 400...1200 голов;
- *товарные свиноводческие предприятия* – 3...108 тыс. свиней в год;
- *племенные свиноводческие предприятия* – 300...1200 основных свиноматок;
- *птицефабрики яичного направления* – от 50 тыс. до 1 млн. кур-несушек;
- *птицефабрики мясного направления* – 1...8 млн. цыплят в год.

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.*

К80–50–200

К – 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, $\text{м}^3/\text{ч}$;

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, м^3 .

Параметры водонапорных башен:

- *регулирующий объем бака* – принимается равным 20...25 % суточного расхода воды;
- *высота башни* – определяет давление в водопроводной сети, $10 \text{ м} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 100 \text{ кПа} = 0,1 \text{ МПа}$

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 – АПП-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*.

Вопрос 3. 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 4. 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:

$$k_{\text{в}} = \frac{V_{\text{ч}}}{V_{\text{п}}},$$

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

Выбор системы вентиляции:

- $k_{\text{в}} < 4$ – естественная;
- $k_{\text{в}} > 4$ – принудительная.

Вопрос 5. 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 2

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.

Скребковые транспортеры кругового движения:

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

Расчет скребковых 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:

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

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

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

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

$$P_5 = 0,25 P_4,$$

где L – длина 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:

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

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:

$$b_p = b \frac{1}{1 - \sin \alpha},$$

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 центральным 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, образуемой 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 3

Механизация подготовки объемистых и концентрированных кормов к скармливанию

1. Технологические свойства объемистых кормов
2. Оборудование для подготовки стебельчатых кормов
3. Оборудование для подготовки корнеклубнеплодов
4. Способы измельчения концентрированных кормов
- 5.** Оборудование для обработки концентрированных кормов

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;

- PBC-1500, PBC-1500Д, PBC-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:*

- PP-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. 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;
- *истириание* (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 5. 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.

Лекция 4

Техническое обеспечение раздачи кормов на предприятиях крупного рогатого скота

6. *Классификация кормов для сельскохозяйственных животных.*
7. *Механизация работ в хранилищах кормов*
8. *Механизация раздачи кормов при различных способах скармливания*
9. *Техническое обеспечение различных способов доставки и раздачи кормов*
10. *Методика технологических расчетов (резерв)*

Вопрос 1. Классификация кормов для сельскохозяйственных животных

По происхождению корма делятся на:

- *растительные*;
- *животные*:
 - ЗЦМ (заменитель цельного молока),
 - мясокостная мука,
 - рыбная мука,
 - пищевые отходы;
- *комбинированные*:
 - полнорационные комбикорма,
 - комбикорма-концентраты;
 - балансирующие добавки (вводят 10...30 % в состав зерновой массы):
 - БВД – белково-витаминная добавка,
 - БМВД – белково-минерально-витаминная добавка;
 - премиксы (вводят 1...2 % в состав зерновой массы).

Классификация кормов растительного происхождения

- *объемистые* (энергетическая ценность < 0,6 к. ед/кг):
 - 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.
- *концентрированные* (энергетическая ценность > 0,6 к. ед/кг):
 - зерно злаковых и бобовых культур;
 - отруби;
 - жмыхи;

- шроты;
- плющенное консервированное зерно (влажность 35...40 %).

Овсяная кормовая единица (ОКЕ, к. ед.) – единица измерения энергии кормов, соответствующая питательности 1 кг сухого зерна овса.

Силос – основной корм в зимних рационах КРС. В Беларуси силос заготавливают преимущественно из *кукурузы*. Оптимальная *влажность силоса* 65...75 %. Питательность 1 кг силоса равна *0,15...0,28 кормовых единиц*.

Сенаж – заготавливается из *трав*, в т. ч. из трудносилосуемых бобовых культур (клевер, люцерна), убранных в фазе вегетации и провяленных до *влажности* 45...55 %. Питательность 1 кг сенажа равна *0,33...0,38 кормовых единиц*.

Зерносенаж – сочный консервированный корм, заготавливаемый из зеленой массы зерновых, убираемых кормоуборочным комбайном в фазе молочной спелости.

Корнаж – силосованные измельченные початки кукурузы.

Отруби – твердая оболочка зерна злаков, побочный продукт мукомольного производства.

Жмых – побочный продукт, получаемый после отжима масла из семян масличных культур (рапс, подсолнечник, лен).

Шрот – побочный продукт маслоэкстракционного производства; получается после экстракции масла из жмыха органическими растворителями.

Плющенное консервированное зерно – консервированный корм, заготавливаемый из влажного зерна злаковых культур, убранного в фазе восковой спелости.

Грубые корма:

- *сено* (питательность 0,45...0,51 к. ед./кг);
- *солома* (0,28...0,35 к. ед./кг).

Вопрос 2. Механизация работ в хранилищах кормов

Силос и **сенаж** – основные корма в зимних рационах КРС.

Силос:

влажность – 65...75 %;

питательность – 0,15...0,28 к. ед./кг.

Сенаж:

влажность – 45...55 %;

питательность – 0,33...0,38 к. ед./кг.

Хранилища силоса и сенажа:

- *курганы* – потеря питательных веществ 40...50 %;
- *наземные траншейные хранилища* – потеря питательных веществ 15...20 %;
- *хранилища башенного типа* – потеря питательных веществ 10...15 %;
- *полимерные рукава* вместимостью 350...400 т – потеря питательных веществ 7...10 %;
- *рулоны* обмотанные стрейч-пленкой – потеря питательных веществ 7...10 %.

Механизация выемки силоса и сенажа из хранилищ:

- *фронтальный погрузчик с ковшом;*
- *грейферный погрузчик;*
- *фронтальный погрузчик с резчиком (отделителем) силоса;*
- *загрузочная фреза кормораздатчика;*
- *резчик силосных блоков.*

Вопрос 3. Механизация раздачи кормов при различных способах скармливания

Способы скармливания кормов КРС:

- *раздельный* – каждый компонент рациона скармливается в отдельности:
 - сначала *раздают сочные корма*, поверх которых *насыпают концентрированные*;
 - животные *первоначально съедают концентрированные корма*, затем перебирают объемистые; на корма попадает слюна и они начинают разлагаться и терять питательные вещества;
 - не съедается животными (выбрасывается) *около 15...20 % кормов*;
 - разовая дача концентрированных кормов корове *не должна превышать 1,5 кг*, иначе животное заболевает *ацидозом* (расстройство пищеварения вследствие повышения в рубце концентрации молочной кислоты) и *кетозом* (накопление в организме большого количества кетоновых веществ: ацетона, ацетоуксусной и бета-оксимасляной кислот; снижение молочной продуктивности на 50...70 %, сокращение сроков использования животных до 3-4 лет, нарушение воспроизводительной функции);
 - высокопродуктивным *коровам требуется 8...11 кг концентрированных кормов* в сутки, но при раздельном способе скармливания их придется *выдавать 6–8 раз в день*.
- *в виде полнорационной кормосмеси*:
 - *улучшается поедаемость и снижаются потери* кормов;
 - *корма перемешаны* и животное получает питательные вещества в *правильном соотношении*;
 - *повышается молочная продуктивность* коров и улучшается состояние их здоровья.
- *комбинированный* – объемистые корма скармливаются в виде кормосмеси, концентрированные – отдельно:
 - суточная норма концентрированного корма выдается животному *малыми дозами 80...200 г* при помощи автоматических кормовых станций;
 - кормовая станция позволяет *индивидуально выдавать концентрированные корма* животным с учетом молочной

продуктивности, периода лактации и возраста (первотелки и коровы второго отела должны получать кормов на 20 и 10 %, соответственно);

- одна кормовая станция *обслуживает 25...30 коров.*

Вопрос 4. Техническое обеспечение различных способов доставки и раздачи кормов

Способы доставки и раздачи кормов КРС:

- *мобильными кормораздатчиками;*
 - *простой и надежный способ раздачи корма;*
 - *требуются широкие кормовые проезды – удорожание строительства коровников;*
 - *в зимних условиях возможны сквозняки и переохлаждение животноводческих помещений;*
 - *способ практически не подвергается автоматизации.*
- *стационарным оборудованием;*
 - *более рациональное использование площади животноводческого помещения;*
 - *не требуется открытие ворот;*
 - *раздача корма может быть автоматизирована;*
 - *сложность технологического процесса и низкая надежность линии, т. к. отсутствует резервирование ее составных элементов.*
- *комбинированным способом – мобильный раздатчик в качестве транспортного средства + стационарное оборудование для раздачи корма;*
 - *компромиссный вариант;*
 - *стационарная часть оборудования не имеет резервирования.*
- *координатными кормораздатчиками – т. е. машинами с ограниченной свободой перемещения.*
 - *полная автоматизация приготовления и раздачи кормов;*
 - *использование узких кормовых проездов в помещении;*
 - *оборудование не имеет возможности резервирования.*

Вопрос 5. Методика технологических расчетов

Кормовой рацион – суточный набор кормов и кормовых добавок, составленный с учетом потребности животных в питательных веществах.

Питательность рациона – это энергия, получаемая животным при съедании кормов рациона. Питательность задается в овсяных кормовых единицах (ОКЕ, к. ед.) или в обменной энергии (ОЭ, МДж).

Определяем питательность рациона (к. ед):

$$E_p = M_{сут} e_{уд},$$

где $M_{сут}$ – суточный удой молока, кг;

$e_{уд}$ – удельный расход кормов на 1 кг молока, к. ед./кг.

Суточный надой молока (кг):

$$M_{сут} = \frac{M_{год}}{T_{лк}},$$

где $M_{год}$ – годовой надой молока на одну корову, кг;

$T_{лк}$ – продолжительность периода лактации, $T_{л} = 300 \dots 305$ дн.

Удельный расход кормов на 1 кг молока задан в РНТП-1-2004 в зависимости от годового надоя молока:

3000 кг – 1,22 к. ед./кг,

7000 кг и более – 1,02 к. ед./кг.

Также $e_{уд}$ можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$e_{уд} = 0,0006M_{сут}^2 - 0,0353M_{сут} + 1,5274.$$

Структура рациона – это процентная доля энергии различных кормов в общей питательности рациона.

Согласно РНТП-1-2004 предлагается следующая **структура кормового рациона коров:**

➤ *летний период:*

- зеленая масса – 70...75 %;
- комбикорма – 25...30 %.

➤ *зимний период:*

- силос – 23 %;
- сенаж – 18 %;
- сено – 17 %;
- корнеклубнеплоды – 10 %;
- комбикорма – 32 %.

Определяем суточную дачу i -го корма одному животному (кг):

$$q_i = \frac{E_p c_i}{100 e_i},$$

где c_i – доля i -го корма в рационе, %;

e_i – питательность i -го корма, к. ед/кг.

Определяем суточный расход i -го корма на ферме (кг):

$$Q_{сут_i} = q_i m,$$

где m – поголовье коров на ферме, гол.

Определяем годовой расход i -го корма на ферме (кг):

$$Q_{год_i} = Q_{сут_i} T_i,$$

где T_i – продолжительность периода использования i -го корма, дн.

Согласно РНТП-1-2004:

- летний период – 135 дн.;
- зимний период – 230 дн.

Определяем хранимый на ферме запас i -го корма (кг):

$$Q_{xp_i} = \frac{Q_{год_i} N_{з_i}}{100},$$

где $N_{з_i}$ – норма запаса i -го корма на ферме в % от годовой потребности, %.

Согласно РНТП-1-2004 норма запаса $N_{з}$ равна:

- грубые корма – 100 %;
- силос, сенаж – 150 %;
- корнеплоды – 100 %;
- концентраты – 10 %.

Определяем требуемое количество хранилищ i -го корма:

$$n_{xp_i} = \frac{Q_{xp_i}}{V_{xp_i} \gamma_i \varepsilon_i},$$

где V_{xp_i} – вместимость одного хранилища i -го корма, м³;

γ_i – объемная масса i -го корма:

- силос – 750 кг/м³;
- сенаж в траншеях – 500 кг/м³, в рулонах – 350 кг/м³;
- грубый корм в рулонах – 150 кг/м³;
- корнеклубнеплоды – 600 кг/м³;
- концентраты – 550 кг/м³.

ε_i – коэффициент заполнения хранилища:

- траншейные хранилища – 1,1;
- площадки, навесы – 1,0;
- хранилища ККП – 0,6;
- бункера – 0,9.

Определяем вместимость хранилища i -го корма (м³):

$$V_{xp_i} = b_i h_i l_i,$$

где b_i , h_i , l_i – ширина, высота и длина хранилища i -го корма, м.

Вопрос 6. Проектирование линии раздачи кормов

Зоотехнические требования к процессу раздачи кормов:

- *кратность раздачи* корма в сутки – 2;
- *продолжительность раздачи корма* в одном помещении – не более 30 минут;
- *точность дозирования* объемистых кормов – ± 15 %,
концентрированных – ± 5 %;
- *возвратимые потери* корма – не более 1 %;
- *невозвратимые потери* – не допускаются.

Помещения для содержания КРС делятся на секции. Выдача корма в пределах одной секции должна производиться за один проход кормораздатчика. Таким образом, кормораздатчик за один проход должен полностью выдать корм из бункера в одну, две, три и т. д. секции коровника.

Определим объем кормосмеси, выдаваемой в одну секцию коровника (м³):

$$V_c = \frac{m_k \sum q_i}{z_c k_p \gamma_k},$$

где m_k – количество коров в коровнике, гол.;

$\sum q_i$ – масса всех компонентов суточного рациона, кг;

z_c – число секций в коровнике;

k_p – кратность раздачи корма в сутки;

γ_k – объемная масса кормосмеси, $\gamma_k = 150 \dots 230$ кг/м³.

Определим требуемую вместимость бункера кормораздатчика (м³):

$$V_b = z_{co} \frac{V_c}{\epsilon_b},$$

где z_{co} – количество секций коровника, обслуживаемых за один грузооборот, $z_{co} = 1, 2, 3$ и т. д.;

ε_6 – коэффициент использования полного объема бункера, $\varepsilon_6 = 0,9$.

По рассчитанному значению V_6 принимается модель кормораздатчика, вместимость бункера которого более или равна V_6 .

Определим производительность кормораздатчика (кг/ч):

$$W_p = \frac{m_k \sum q_i z_{co}}{z_c k_p t_{об}}$$

где $t_{об}$ – время грузооборота кормораздатчика, ч.

Определим время грузооборота (ч):

$$t_{об} = t_n + t_{см} + t_2 + t_p + t_x,$$

где t_n – время на погрузку компонентов кормосмеси, ч;

$t_{см}$ – время на смешивание кормов, ч;

t_2, t_x – время на движения кормораздатчика с грузом и без, соответственно, ч;

t_p – время на раздачу кормосмеси, ч.

Время на погрузку компонентов кормосмеси (ч):

$$t_n = \frac{m_k \sum q_i z_{co}}{z_c k_p W_n},$$

где W_n – производительность погрузчика, кг/ч.

Время движения кормораздатчика (ч):

$$t_2 = \frac{L}{v_2}; t_x = \frac{L}{v_x},$$

где L – путь кормораздатчика от дальнего хранилища до коровника, км;

v_2, v_x – скорость движения кормораздатчика с грузом и без, соответственно, км/ч.

Время раздачи кормосмеси (ч):

$$t_p = \frac{L_c z_{co}}{z_p v_p},$$

где L_c – длина секции коровника, км;

z_p – число сторон раздачи корма, 1 или 2.

Требуемая производительность линии раздачи корма (кг/ч):

$$W_l = \frac{m_k \sum q_i}{k_p \tau_p},$$

где τ_p – продолжительность раздачи корма в помещении, $\tau_p = 0,5$ ч.

Потребное количество кормораздатчиков:

$$n_p = \frac{W_l}{W_p}.$$

Лекция 5

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

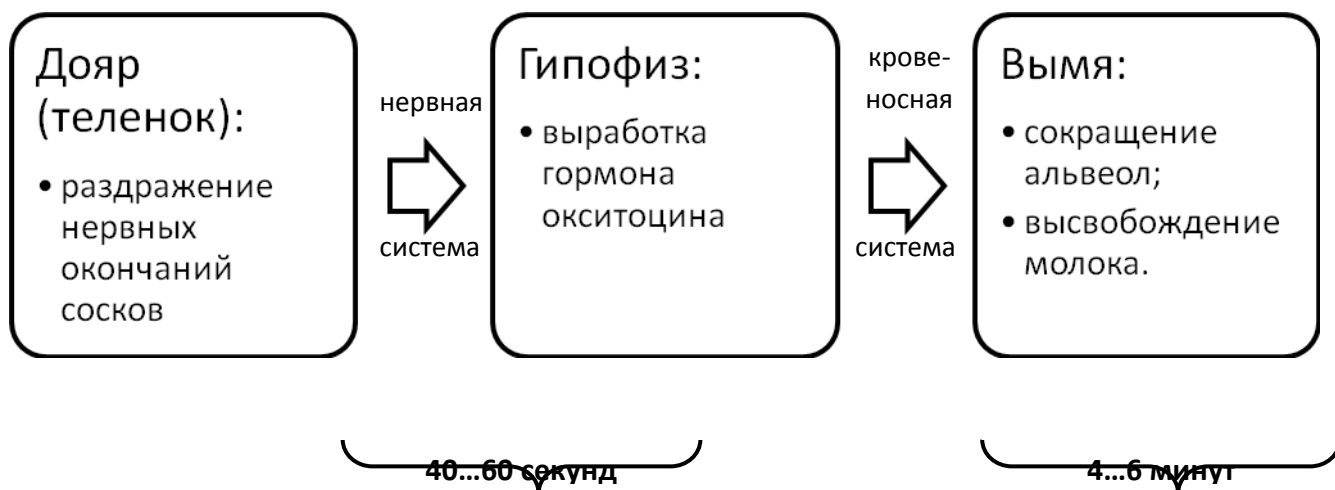
Молочная железа коров (вымя) делится на *4 доли*, каждая из которых содержит *альвеолы, протоки, молочную цистерну* и молочную камеру соска.

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 моющего-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 (многоцветные 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-тактной схемы:

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

ИТОГ: в современных доильных аппаратах *применяется 2-тактная схема* работы, которая при снижении уровня разрежения до *39...41 кПа* не уступает 3-тактной 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*.

Лекция 6

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 состояния 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 гидropневматическим 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 7

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 работы):
 - 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;
 - малозумность;
 - 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 8

Техническое обеспечение процессов первичной обработки молока

11. *Состав и показатели качества коровьего молока*
12. *Техническое обеспечение первичной обработки молока*
13. *Технологический расчет линии первичной обработки молока*

Вопрос 1. Состав и показатели качества коровьего молока

Молоко – это дисперсное вещество, состоящее из *жидкой среды* (плазма), *коллоидной* (белок) и *дисперсной* (жировые шарики) фаз.

Молоко на 13 % состоит из сухого вещества, в котором содержится порядка 250 химических компонентов.

Показатели качества молока (сортность молока) определены национальным стандартом *СТБ 1598–2006 «Молоко коровье. Требования при закупках»*.

Наименование показателя	«экстра»	высший	первый	второй
<u>Органолептические показатели:</u>				
– консистенция и цвет	Однородная жидкость белого или белого со слегка кремовым оттенком			
– вкус и запах	Свойственные коровьему молоку, без посторонних привкуса и запаха			
<u>Физико-химические показатели:</u>				
– титруемая кислотность, °Т	16...18			16...20
– степень чистоты, группа	I			I–II
– точка замерзания, °С	≤ –0,52			
<u>Микробиологические показатели:</u>				
– общее количество микроорганизмов, КОЕ/мл	–	≤ 3·10 ⁵	≤ 5·10 ⁵	≤ 4·10 ⁶
– количество микроорганизмов в 1 мл	≤ 1·10 ⁵			
– количество соматических клеток в 1 мл	≤ 3·10 ⁵	≤ 5·10 ⁵	≤ 7,5·10 ⁵	≤ 1·10 ⁶
Относительная закупочная цена, %	100	85	80	70

Соматические клетки в молоке – это отторгшиеся (т. е. мертвые) клетки тканей вымени.

Методы определения количества соматических клеток в молоке:

➤ *косвенные:*

- визуальный метод контроля вязкости – смешивание пробы молока с реактивом и визуальный анализ консистенции (сгустка) смеси;

- с применением вискозиметра – смешивание пробы молока с реактивом и контроль времени истечения смеси через отверстие вискозиметра;

➤ *прямые:*

- визуальная микроскопия – подсчет количества соматических в пробе под микроскопом;
- флуоресцентная микроскопия – применение анализаторов DCC.

Вопрос 2. Техническое обеспечение первичной обработки молока

Первичная обработка молока включает операции *очистки* и *охлаждения*.

Очистка молока – это удаление из молока механических включений (частицы корма, подстилки, шерсть) и крупных колоний микроорганизмов.

Материалы и оборудование для очистки молока:

- *хлопчатобумажные фильтры* (марля) → II группа чистоты молока;
- *магистральные (рукавные) фильтры из нетканого термоскрепленного материала* → I группа чистоты молока, *размер пор 80...150 мкм*;
- *магистральные фильтры тонкой очистки молока* с пропиленовым фильтрующим элементом → I группа чистоты молока + снижение количества соматических клеток до 50 %, *размер пор 10...20 мкм*;
- *центробежные очистители молока* → I группа чистоты молока + снижение количества соматических клеток до 70 %.

Размер соматических клеток, подсчитываемых прибором ДСС – 4...20 мкм.

Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа (в ред. постановления Минсельхозпрода от 04.06.2018 № 16),

Глава 7. Организационно-технологические мероприятия по получению и сохранению свойств высококачественного молока.

- 7.1.2. На молочно-товарных фермах и комплексах для очистки молока допускаются следующие типы фильтров:
 - *фильтры рукавные* из термоскрепленного нетканого материала;
 - *фильтры тонкой очистки молока* – состоят из корпуса и сменного одноразового фильтрующего элемента (картриджа);
 - *конверсфильтры* – имеют регенерируемый фильтрующий элемент из гранул оксида алюминия.

Цель операции охлаждения сырого молока – это замедление жизнедеятельности микроорганизмов и увеличение продолжительности бактерицидной фазы.

Бактерицидная фаза – это период времени в течение которого иммунные тела молока противодействуют размножению бактерий.

Продолжительность бактерицидной фазы молока:

- 32 °C – 1,5...2,0 ч – парное молоко;
- 10 °C – 12...24 ч – молоко при приемке;
- 4 °C – 24...48 ч – молоко при хранении.

Охлаждение молока осуществляется:

- *объемным методом:*
 - в бидонах;
 - в танках-охладителях;
- *поточным методом:*
 - в оросительных установках;
 - в закрытых теплообменниках.

Технологические схемы первичной обработки молока:

1) *фильтр* → *танк-охладитель с непосредственным охлаждением*

Достоинства:

1) *простая и дешевая.*

Недостатки:

- 1) *охлаждение молока начинается не сразу, а только после заполнения танка до уровня мешалки;*
- 2) *существует вероятность примерзания молока к поверхности танка;*
- 3) *молоко охлаждается медленно: до 20 °C за 1,5 ч, до 4 °C за 2,5...3 ч;*
- 4) *поступление теплого молока при последующей дойке повышает температуру ранее охлажденного молока, что сокращает продолжительность его бактерицидной фазы.*

2) *фильтр* → *танк-охладитель со встроенным аккумулятором льда*

Достоинства:

- 1) *охлаждение молока начинается сразу* после его поступления в танк;
- 2) *предотвращается примерзание молока* к поверхности танка;
- 3) *намораживание льда в аккумуляторе можно выполнять в ночное время* при минимальных нагрузках в электросети и стоимости электроэнергии.

Недостатки:

- 1) *молоко охлаждается медленно*: до 20 °C за 1 ч, до 4 °C за 2...2,5 ч;
- 2) поступление теплого молока при последующей дойке *повышает температуру ранее охлажденного молока*, что сокращает продолжительность его бактерицидной фазы.

3) *фильтр* → *проточный теплообменник (охлаждение водопроводной водой)* → *танк-охладитель с непосредственным охлаждением:*

Достоинства:

- 1) *быстрое охлаждение* молока до 18...20 °C;
- 2) *экономия до 50 % электроэнергии* на охлаждение молока;
- 3) *бесплатный подогрев воды* для поения животных:
 - a. после дойки корова испытывает жажду и выпивает до 1/3 суточной потребности (18...30 л);
 - b. за одно доение корова дает 6...15 л молока, т. е. обеспечивается требуемое для теплообменника соотношение молоко : вода = 1 : 2.

Недостатки:

- 1) схема *труднореализуема на крупных фермах.*

4) *фильтр* → *танк-охладитель со промежуточным хладоносителем*

Достоинства и Недостатки те же, что у схемы *со встроенным аккумулятором льда + высокая стоимость оборудования.*

5) *фильтр* → *проточный теплообменник (охлаждение ледяной водой или гликолем)* → *танк-охладитель с промежуточным хладоносителем:*

Достоинства:

- 1) *быстрое охлаждение* молока до 10...12 °С;
- 2) *экономия затрат на оплату электроэнергии* при использовании аккумуляторов льда в ночные часы минимальных нагрузок;
- 3) *схема может использоваться в условиях крупных хозяйств.*

Недостатки:

- 1) *высокая стоимость и техническая сложность* используемого оборудования.

Тепловой баланс проточного теплообменника

$$Q_M \rho_M c_M (t_{M1} - t_{M2}) = Q_X \rho_X c_X (t_{X2} - t_{X1}),$$

где Q_M, Q_X – расход молока и хладоносителя, м³/ч;

ρ_M, ρ_X – плотность молока и хладоносителя, кг/м³;

c_M, c_X – удельная теплоемкость молока и хладоносителя, Дж/(кг·°С);

t_{M1}, t_{M2} – начальная и конечная температура молока, °С;

t_{X1}, t_{X2} – начальная и конечная температура хладоносителя, °С;

$$t_{M2} = t_{M1} - \frac{Q_X \rho_X c_X (t_{X2} - t_{X1})}{Q_M \rho_M c_M}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Отношение $\frac{Q_X}{Q_M}$ обычно составляет 2...3.

Рабочие вещества (хладагенты, фреоны) компрессорных холодильных машин:

- *группа А* – вызывают истощение озонового слоя: R11, R12, R113 – запрещены к использованию Монреальским протоколом (1989 г);
- *группа Б* – вызывают слабое истощение озонового слоя: R22 – с 2010 запрещен в ЕС, с 2015 в России, полный запрет к 2020 г.;
- *группа В* – озонобезопасные фреоны: R134, R600 и др.

Энергетические параметры компрессорных холодильных машин:

- электрическая мощность – N_{KM} , Вт;
- мощность охлаждения – N_o , Вт;
- мощность нагрева – $N_k = N_o + N_{KM}$, Вт;
- холодильный коэффициент – $k_x = \frac{N_o}{N_{KM}} = 2,5...3,2$.

Вопрос 3. Технологический расчет линии первичной обработки молока

Годовое производство молока на ферме:

$$M_2 = mY_2,$$

где m – поголовье коров на ферме;

Y_2 – средний годовой удой на одну корову, кг.

Среднесуточное производство молока на ферме:

$$\overline{M}_c = \frac{M_2}{365},$$

Максимальное суточное производство молока:

$$M_c^{\max} = \overline{M}_c k_r,$$

где k_r – коэффициент годовой неравномерности (сезонности) производства молока, $k_r = 1,2 \dots 1,5$.

Максимальный разовый удой молока:

$$M_p^{\max} = M_c^{\max} k_c,$$

где k_c – коэффициент суточной неравномерности:

2-хкратное доение – $k_c = 0,6$,

3-хкратное доение – $k_c = 0,4$.

Объем и количество танков-охладителей:

– без предварительного охлаждения молока в теплообменнике

$$V_o \geq M_p^{\max}; \quad n_o = \text{кратности доения в сутки},$$

– с предварительным охлаждением молока

$$V_o n_o \geq M_c^{\max}.$$

Пропускная способность линии первичной обработки молока (м³/ч):

$$Q_m = \frac{M_p^{\max}}{\rho_m t_d},$$

где ρ_m – плотность молока, кг/м³;

t_d – продолжительность дойки, ч.

Продолжительность дойки (ч):

$$t_d = \frac{mk_d}{q_{ду}},$$

где k_d – доля дойных коров в структуре стада, $k_d = 0,75 \dots 0,80$;

$q_{ду}$ – пропускная способность доильной установки, короводоек/ч.

Количество магистральных молочных фильтров:

$$n_\phi = \frac{Q_m}{Q_\phi},$$

где Q_ϕ – пропускная способность одного фильтра, для магистральных фильтров $Q_\phi = 1000$ кг/ч.

Лекция 9

Техническое обеспечение производства продукции свиноводства

14. *Технологические основы промышленного производства свинины*
15. *Механизация раздачи кормов на свиноводческих предприятиях*
16. *Механизация автопоения свиней*
17. *Механизация удаления навоза из свиноводческих помещений*

Вопрос 1. Технологические основы промышленного производства свинины

Основные половозрастные группы свиней:

- *основные и проверяемые хряки* (до 4...5 лет):
 - производители,
 - пробники;
- *основные и проверяемые свиноматки* (до 3...4 лет):
 - холостые (21...30 дней),
 - условно супоросные (1...32 дня от осеменения),
 - супоросные (33...108 дней от осеменения),
 - тяжелосупоросные (109...115 дней от осеменения),
 - подсосные (26...60 дней после опороса);
- *поросята-сосуны* (до 26...60 дней жизни);
- *поросята-отъемыши* (от отъема до 3–4 месячного возраста);
- *ремонтный молодняк* (от 3–4 до 7–8 месячного возраста):
 - ремонтные свинки,
 - ремонтные хрячки;
- *свиньи на откорме* (от 3–4 до 8–9 месячного возраста или до 90...100 кг живой массы).

Технологии содержания свиней:

- *выгульная*
 - хряки;
 - холостые и супоросные свиноматки;
 - ремонтный молодняк.
- *без выгула*
 - условно супоросные и подсосные свиноматки;
 - свиньи на откорме.

Способы содержания свиней:

- *одностадийный*;
- *двухстадийный*;
- *трехстадийный* – применяется в промышленном производстве свинины.

Промышленная технология производства свинины предусматривает технологические участки:

- *осеменения* – хряки, холостые и супоросные свиноматки;
- *опороса* – тяжелосупоросные и подсосные свиноматки, поросята-сосуны;
- *доращивания* – поросята-отъемыши;
- *выращивания* – ремонтный молодняк;
- *откорма* – свиньи на откорме.

Вопрос 2. Механизация раздачи кормов на свиноводческих предприятиях

Типы кормления свиней:

- *сухой* – кормление сухими гранулированными комбикормами, увлажняемыми при раздаче или в кормушке;
- *влажный* – кормление влажными (60...72 %) кормосмесями из концентрированных кормов, корнеклубнеплодов и пищевых отходов;
- *жидкий* – кормление предварительно приготовленной смесью комбикорма и воды влажностью 78...84 %.

Технологическая схема раздачи кормов при сухом типе кормления:

Бункер → Загрузочная воронка → Тросо- или цепочно-шайбовый транспортер → Кормовой автомат или Объемный дозатор → Кормушка групповая или Кормушка индивидуальная

Технологическая схема раздачи кормов при жидком типе кормления:

Бункер → Шнековый транспортер → Смеситель с тензометрической весовой системой → Кормовой насос → Кормопровод → Пневматический кормовой клапан → Кормушка.

Технологическая схема раздачи кормов при мультифазном типе кормления:

Бункер → Шнековый транспортер → Смеситель с тензометрической весовой системой → Шлюзовой затвор → Пневматический кормопровод → Распределитель → Тройник подачи воды в поток корма → Кормушка.

Варианты компоновки кормопроводов при жидком типе кормления:

- *с тупиковой кормолинией* – в промежутках между кормлениями кормопровод заполнен кормом;

- *с закольцованной кормолинией* – остатки корма смываются водой, которая остается в смесителе до следующего кормления;
- *с закольцованной кормолинией в режиме безостаточного кормления* – остатки корма водой вытесняются из кормопровода в кормушки.

Вопрос 3. Механизация автопоения свиней

Выбор автопоилок для свиней производится с учетом типа кормления:

➤ *сухой тип кормления:*

- выдача корма кормовым автоматом – ниппельные поилки в составе кормового автомата;
- выдача корма объемными дозаторами:
 - индивидуальное содержание – ниппельная поилка в кормушке;
 - групповое содержание – отдельно расположенные ниппельные или чашечные поилки;

➤ *жидкий тип кормления:*

- свиньи на откорме – не применяются;
- свиноматки, поросята-отъемыши – ниппельные или чашечные поилки.

Вопрос 4. Механизация удаления навоза из свиноводческих помещений

Способы удаления навоза из свиноводческих помещений:

➤ гидравлический:

○ смывные системы:

- поверхностный смыв – удаление навоза с пола зоны дефекации струей воды;
- гидросмыв навоза в каналах под щелевым полом;

○ самотечные системы:

- непрерывного действия;
- периодического действия:
 - шиберная;
 - самосплавная.

➤ механический:

- скребковые и скреперные транспортеры в каналах под щелевым полом;
- системы раздельного удаления твердой и жидкой фракций навоза.

Лекция 10

Техническое обеспечение производства продукции птицеводства

18. *Технологические основы промышленного производства яиц и мяса птицы*
19. *Механизация технологических процессов при клеточном способе содержания птицы*
20. *Механизация технологических процессов при напольном способе содержания птицы*

Вопрос 1. Технологические основы промышленного производства яиц и мяса птицы

Классификация птицеводческих предприятий:

- *по видам птицы:*
 - куры,
 - индейки,
 - утки,
 - гуси и т. п.;
- *по назначению:*
 - племенные – совершенствование существующих и выведение новых пород птицы,
 - репродукторные – выведение цыплят с последующей передачей в товарные предприятия,
 - товарные – производство столового яйца или мяса птицы;
 - по направлению производства:
 - яичного направления,
 - мясного направления;
 - по технологии производства:
 - специализированные – не имеют родительского стада и инкубатория;
 - с законченным циклом производства – обеспечивается воспроизводство птицы и выпуск товарной продукции.

Технологический процесс птицефабрики яичного направления

Оборудование SELEGGT для определения пола цыплят на этапе инкубации яиц:

- определение пола производится *на 9-й день инкубации*;
- лазерный луч прожигает в скорлупе *отверстие диаметром 0,3 мм*;
- жидкость из яйца смешивается с химическим маркером, реагирующим на *гормон из яиц женского пола*;
- яйца мужского пола *перерабатываются на корм*;

- финансирование разработок *сетью супермаркетов REWE* с целью разработки собственного бренда Respeggt.
- в мире *уничтожается 4...6 млрд. суточных цыплят* мужского пола.

Технологический процесс птицефабрики мясного направления

Способы содержания птицы:

- *клеточный*
 - куры-несушки – 14...17 гол./м²,
 - цыплята-бройлеры – 24...32 гол./м²;
- *напольный*
 - цыплята-бройлеры – 18...19 гол./м²;
- *вольерный*;
- *комбинированный*.

Вопрос 2. Механизация технологических процессов при клеточном способе содержания птицы

Классификация клеточного оборудования для содержания птицы:

- по числу ярусов – от 2 до 15;
- по взаимному расположению ярусов:
 - вертикальное – большинство клеточных батарей;
 - каскадное;
 - ступенчатое;
- по числу рядов – 1, 2, 4;
- по назначению:
 - для содержания промышленного стада кур-несушек;
 - для содержания родительского стада кур с петухами;
 - для выращивания ремонтного молодняка;
 - для выращивания цыплят-бройлеров.

Виды клеточного оборудования для содержания кур-несушек:

- *двухрядные* – 9...11 кур в клетке, 400...460 см²/гол
 - минимальная площадь в ЕС до 2012 г – 550 см²/гол, после – 750 см²/гол.;
- *однорядные* – 34...38 кур в клетке, более 750 см²/гол.;
- для *комбинированного способа содержания* – производство органических (био) яиц.

Клеточное оборудование для выращивания ремонтного молодняка:

- *регулировка по высоте* поилок и клапана у кормушки;
- *вертикальное и горизонтальное расположение* прутков на дверцах клеток петушков и курочек.

Клеточное оборудование для выращивания бройлеров:

- *регулировка по высоте* поилок и кормушек;

- *бункерная кормушка внутри клетки* позволяет увеличить фронт кормления и предотвратить выпадание бройлеров из клеток;
- *системы автоматической выгрузки птицы.*

Технологическая схема процесса раздачи кормов при клеточном содержании птицы

Технологическая схема процесса поения птицы

Технологическая схема процесса удаления помета при клеточном содержании птицы

Технологическая схема процесса сбора при клеточном содержании птицы

- *поярусные приемные столы;*
- *«лифт»;*
- *элеватор.*

Технологическая схема сортировки и упаковки яиц включает операции:

- *выбраковки дефектных яиц:*
 - битые;
 - с насечкой;
 - со вкраплениями крови;
- *взвешивания;*
- *маркировки;*
- *упаковки.*

Вопрос 3. Механизация технологических процессов при напольном способе содержания птицы

Классификация оборудования для напольного содержания птицы:

- *по назначению:*
 - для выращивания цыплят-бройлеров;
 - для содержания родительского стада кур мясных пород;
 - для выращивания гусей, уток и т. д.;
- *по методу содержания:*
 - на глубокой подстилке;
 - на сетчатых полах;
 - комбинированное;
- *по способу скармливания корма:*
 - групповой;
 - раздельный – куры и петухи получают различный корм.

Технологическая схема процесса раздачи кормов при напольном содержании птицы

Маркировка пищевых яиц

- **СОРТ:**
 - **Д – диетическое** – срок хранения не более 7 суток, не считая дня снесения;
 - **С – столовое** – срок хранения не более 25 дней, при хранении в холодильнике не более 120 дней);
- **КАТЕГОРИЯ** – разница в массе 15...20 %:
 - **В – высшая** – 710 и более;
 - **О – отборная** – 660 г;
 - **1 – первая** – 560 г;
 - **2 – вторая** – 460 г.