

## Лекция № 7

ТЕМА **ДОИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И УСТАНОВКИ.**

ПЛАН:

- 1.Состояние молочного скотоводства.**
- 2. Физиологические основы и технология машинного доения.**
- 3. Общие сведения о доильных аппаратах и их классификация.**
- 4. Общие сведения о доильных установках и их технологический расчет.**
- 5. Вакуумные насосы, их классификация и основы расчета.**

ЛИТЕРАТУРА.

- 1. Трухачев В.И. и др. Техника и технологии в животноводстве. – АГРУС- 404 с. ( Раздел 10 ).**

## 1.Состояние молочного скотоводства.

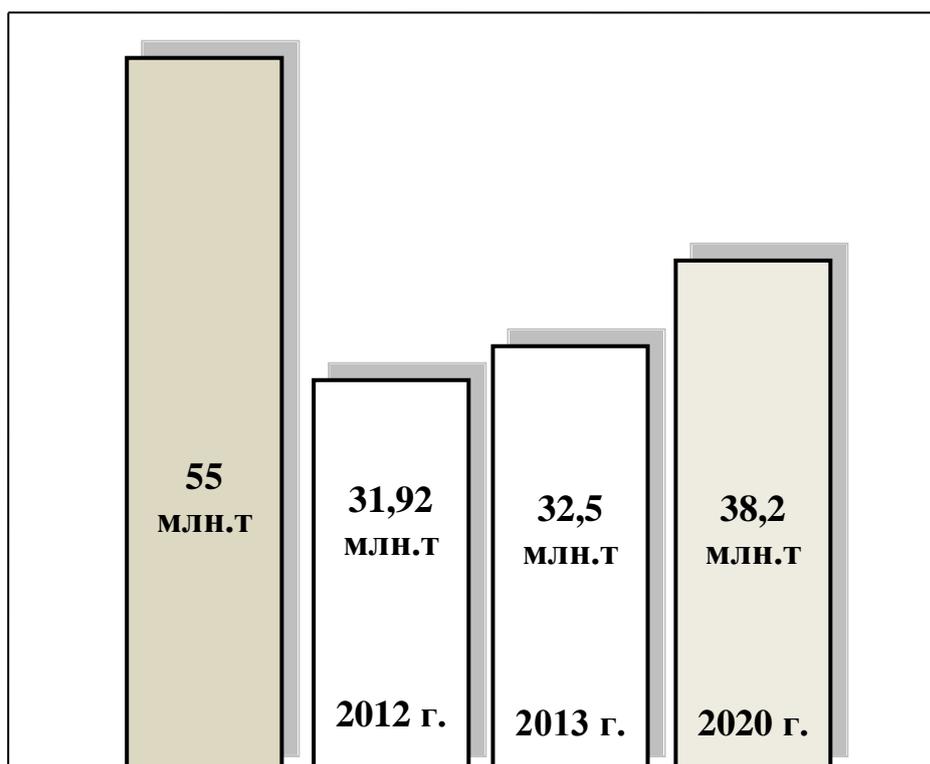


Рисунок 1 - Целевой индикатор Госпрограммы РФ по производству молока, млн. тонн

В настоящее время на территории Ставропольского края разведением молочного скота занимаются **43** сельскохозяйственных организаций в **16** муниципальных районах.

По итогам 2015 года в рейтинге 30-ти самых молочных регионов России край занимает 13-е место (годовое производство составило 685 тыс. тонн), значительно уступая Краснодарскому краю (4-е место - 1295,3 тыс, тонн) и Ростовской области (5-е место - 1079,6 тыс. тонн).

В Северо-Кавказском федеральном округе Ставропольский край по производству молока уступает Республике Дагестан (рис. 3).

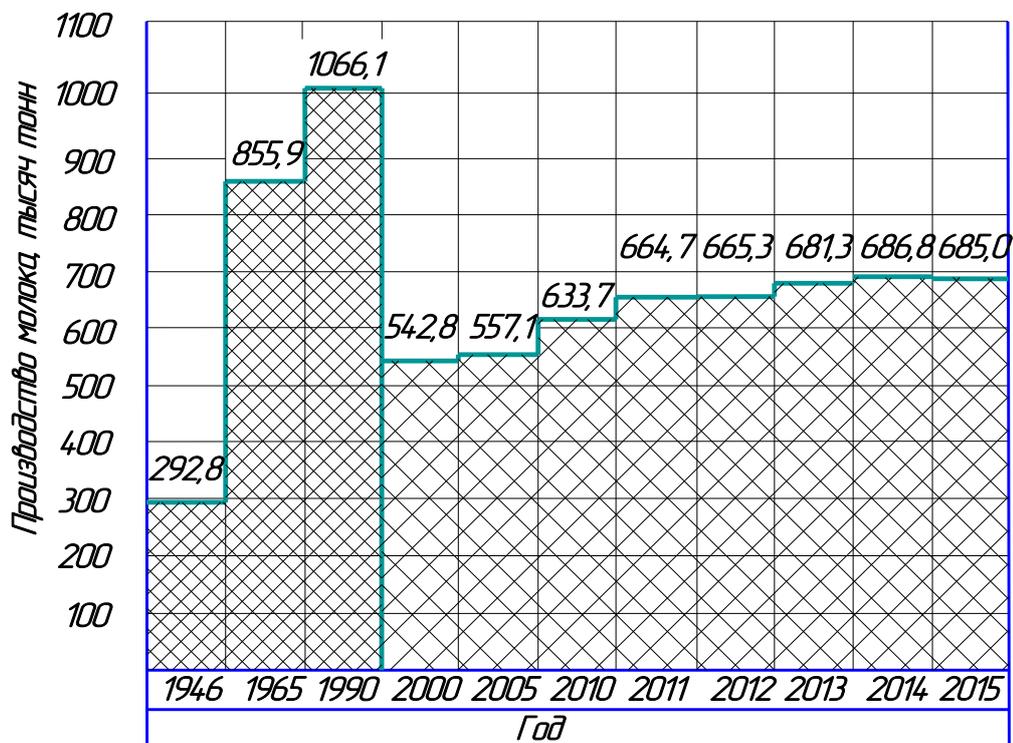
**Таблица - Производство молока в регионах России в 2015 году (в хозяйствах всех категорий)**

№ пп	Регион	Произведено молока, тыс.тонн
1	Республика Башкортостан	<b>1773,1</b>
2	Республика Татарстан	<b>1728,8</b>
3	Алтайский край	1414,9
<b>4</b>	<b>Краснодарский край</b>	<b>1295,3</b>
<b>5</b>	<b>Ростовская область</b>	<b>1079,6</b>
6	Оренбургская область	811,1
7	Республика Дагестан	792,1
8	Воронежская область	788
9	Саратовская область	777,4
10	Удмуртская Республика	749,3
11	Красноярский край	724,2
12	Омская область	709,4
<b>13</b>	<b>Ставропольский край</b>	<b>685,0</b>
14	Новосибирская область	672,5
15	Свердловская область	652,4
16	Московская область	635,4
17	Нижегородская область	619,8
18	Ленинградская область	565,9
19	Белгородская область	543,5
20	Кировская область	543,3
21	Тюменская область без авт.округов	531,8
22	Волгоградская область	524,7
23	Челябинская область	483,8
24	Пермский край	471,8
25	Иркутская область	467,8
26	Кабардино-Балкарская Республика	461,5
27	Вологодская область	444,8
28	Самарская область	432,9
29	Чувашская Республика	423,1
30	Республика Мордовия	408,8



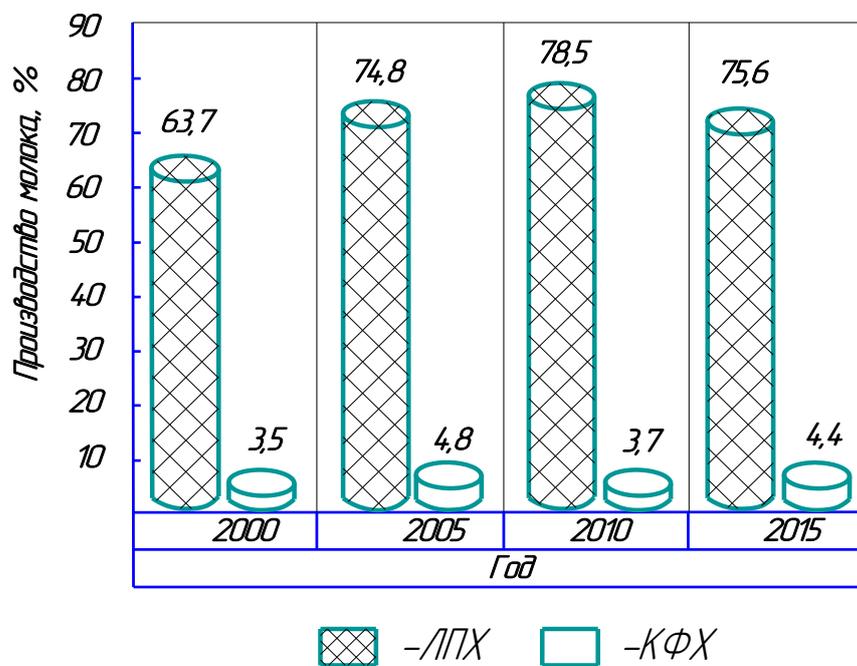
**Рисунок 2 - Производство молока (тыс. тонн) регионами СКФО**

Сегодня на Ставрополье молока производится в 1,5 раза меньше уровня 1990 года, а годовое производство молока за последние пять лет увеличилось всего на 2,9% (рис. 3).



**Рисунок 3 – Динамика производства молока в Ставропольском крае**

Для полного обеспечения жителей края молоком годовое производство его должно составлять около 900 тыс. тонн. При имеющей место динамике увеличения производства молока в крае этот показатель не будет достигнут в ближайшем обозримом времени.



**Рисунок 4 - Удельный вес личных подсобных и фермерских хозяйств края в общем объеме производства молока**

## **2. Физиологические основы и технология машинного доения**

Совершенствование существующих, разработка и внедрение в практику новых перспективных технологий и машин должны обеспечивать повышение продуктивности молочного скота и сохранение качества молока, при одновременном снижении его себестоимости.

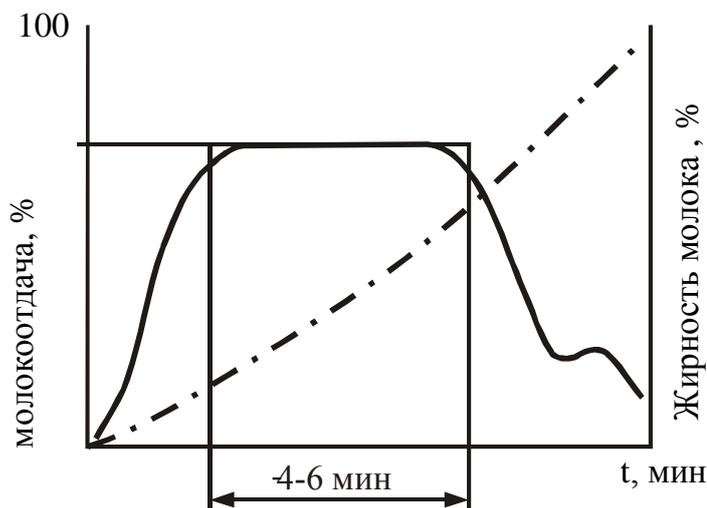
Машинное доение позволяет увеличить производительность и облегчить труд доярок; наиболее эффективно использовать особенности рефлекса молоковыведения – его кратковременность и диффузный характер (т.е. одновременное выделение молока всеми четвертями вымени).

Электрификация животноводческих ферм благоприятствует внедрению машинного доения коров.

**Здесь имеет место система Ч–М–Ж (человек – машина - животное).**

Время от получения внешнего сигнала до активного припуска молока у коровы составляет около 45 с. За это время должны быть выполнены все операции по подготовке вымени и включен в работу доильный аппарат. Это требование особо важно потому, что окситоцин действует в крови не продолжительное время (4 - 6 мин.), после чего его действие прекращается.

Процесс молокоотдачи протекает относительно быстро; доение коровы должно быть закончено не более чем за 4 - 6 мин. Динамика процесса молокоотдачи представлена на рисунке.1:



**Рис.1. Изменение интенсивности молокоотдачи и жирности молока по времени доения.**

В начале доения скорость молоковыведения быстро возрастает и достигает максимального значения. Затем она постепенно снижается. За 4 - 6 минут доильный аппарат должен полностью вывести молоко из вымени. Необходимо отметить, что последние порции молока имеют наибольшую жирность (10 – 12 %).

***Основные физиологические требования:***

1. Выработать у животного полноценный и устойчивый рефлекс молокоотдачи при машинном доении (первое и самое важное требование физиологии). Это достигается надлежащей подготовкой вымени и правильной организацией работы дояра, созданием внешних благоприятных факторов.
2. Доильный аппарат должен оказывать стимулирующее воздействие на организм животного (пример, доильный аппарат АДС-1-СибИМЭ-Сибирский научно исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства).
3. Правильно организовать проведение подготовительных, основных и заключительных операций.
4. Процесс доения вакуумной доильной машиной при максимальной скорости выведения молока должен быть безопасным для молочной железы.

***Способы и технология машинного доения коров.***

Способы доения коров могут быть разными:

1. **Естественный** (сосание вымени теленком).
2. **Ручной** (выжимание молока из вымени руками дояра).
3. **Машинный.**

В свою очередь различают два основных способа машинного доения:

- а) отсос при помощи вакуума;
- б) механическое выжимание молока из сосков.

Второй способ машинного доения в настоящее время практически не применяется (по такому принципу работает доильный аппарат “Доярка”).

### **Технология машинного доения коров включает в себя 3 группы операций:**

1. **Подготовительные операции** – обмывание вымени теплой водой ( $t = 40 - 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ); обтирание и массаж вымени; сдаивание первых струек молока в отдельную посуду; включение в работу доильного аппарата и надевание доильных стаканов на соски животного.  
Все подготовительные операции должны быть выполнены не более чем за 60 секунд.
2. **Основные операции** – машинное доение (4–6 мин.) и машинный додой (25–30 с – оттягивание доильных стаканов вниз и вперед с одновременным массажем).
3. **Заключительные** – отключение доильного аппарата и снятие доильных стаканов с вымени. Обработка вымени.

Технологическая скорость доения – пропускная или отсасывающая способность доильного аппарата. Ее величина целиком определяется техническими параметрами доильной машины.

Действительная скорость доения – фактическое количество молока, полученное доильным аппаратом в процессе доения за единицу времени. Ее величина зависит от совершенства доильного аппарата и от соответствия его требованиям физиологии.

Основное требование динамики работы доильного аппарата заключается в том, чтобы в течение всего периода доения скорость молоковыведения аппаратом была равна скорости молокоотдачи. В самом начале доения достаточно иметь небольшой по времени такт сосания. Далее, по мере роста молокоотдачи, длительность такта сосания должна быть максимальной.

Однако, современные доильные аппараты работают в одном режиме с постоянной технологической скоростью, что является серьезным их недостатком.

Из анализа процесса молокоотдачи следует, что необходимо создать доильный аппарат с автоматическим регулированием процесса доения по интенсивности молокоотдачи.

### **3. Общие сведения о доильных аппаратах и их классификация.**

Первые попытки механизации доения коров были осуществлены с помощью соломинок (1719 г.), а позднее (1836 г.) – металлических трубок, называемых катетерами.

Позднее были предложены ряд приспособлений для этой цели - в виде валиков, пластинок, роликов, механических пальцев и др. Однако эти приспособления не нашли распространения, так как не облегчали труд дояра, а наоборот, увеличивали объем работ по сравнению с ручным доением и беспокоили коров.

В 1851 году в Англии была предложена первая высасывающая доильная машина, работающая на постоянном вакууме.

В 1985 году в Шотландии создали доильный аппарат, действующий на переменном вакууме. Пульсация достигалась соответствующим вакуумным насосом.

Это явились отправной точкой в разработке и создании современных доильных аппаратов.

В нашей стране начало развития машинного доения относится к 20 – м годам прошлого столетия.

**Доильный аппарат является основной частью доильной установки.**

#### **Классификация доильных аппаратов:**

##### **1. По характеру силы, используемой для извлечения молока:**

- отсасывающие;
- выжимающие.

##### **2. По типу исполнительного органа:**

- однокамерные;
- двухкамерные;
- трехкамерные.

##### **3. По приводу исполнительного органа:**

- синхронного действия;
- попарного действия;
- почетвертного действия.

##### **4. По принципу работы:**

- двухтактные;
- трехтактные;
- четырехтактные;
- изменяющие принцип работы.

## **5. По режиму работы:**

- с постоянными параметрами;
- с регулируемыми параметрами;
- с программным управлением.

**В свою очередь аппараты с регулируемыми параметрами бывают:**

- с изменением числа пульсаций;
- с изменением соотношения тактов;
- с изменением рабочего вакуума;
- с изменением веса подвесной части аппарата;
- с комбинированным изменением параметров.

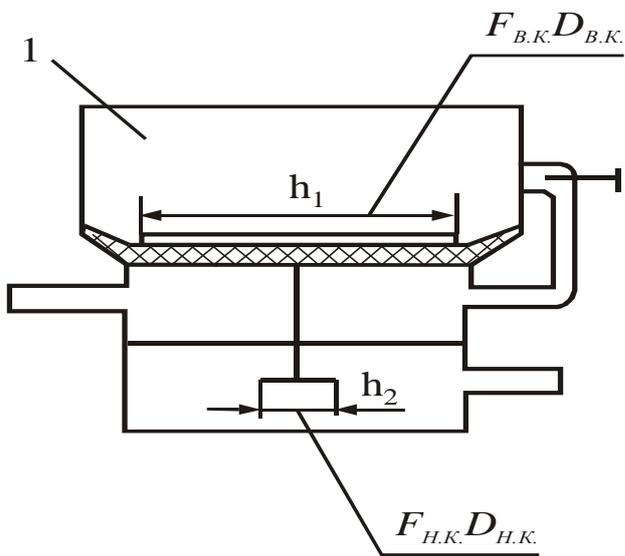
## **6. По характеру сбора молока:**

- в доильное ведро;
- в молокопровод;
- в подвижную емкость;
- отдельно из каждой четверти.

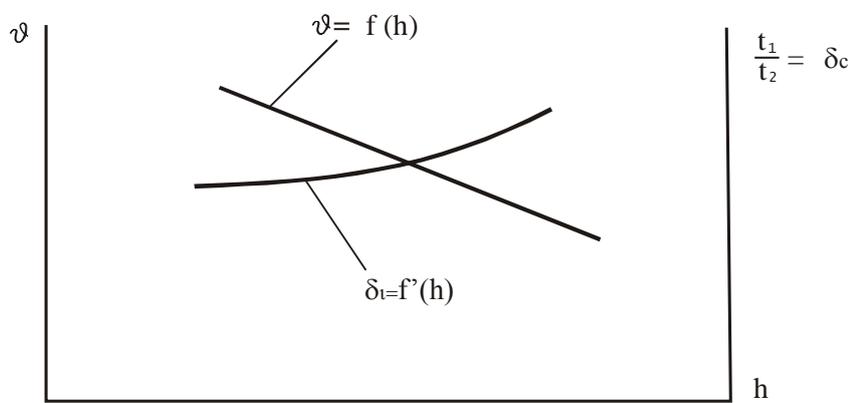
Из анализа динамики процесса доения можно сформулировать основные требования, которым должен удовлетворять современный доильный аппарат:

1. Аппарат должен работать в переменном режиме в зависимости от интенсивности молокоотдачи, обеспечивая в каждый момент времени оптимальную скорость доения.
2. Должен обеспечивать стимуляцию рефлекса молокоотдачи.
  1. Аппарат должен быть абсолютно безопасным в случаях передержки стаканов на сосках животного.
  2. Аппарат должен быть оборудован средствами сигнализации об окончании процесса доения и устройствами для автоматического отключения.

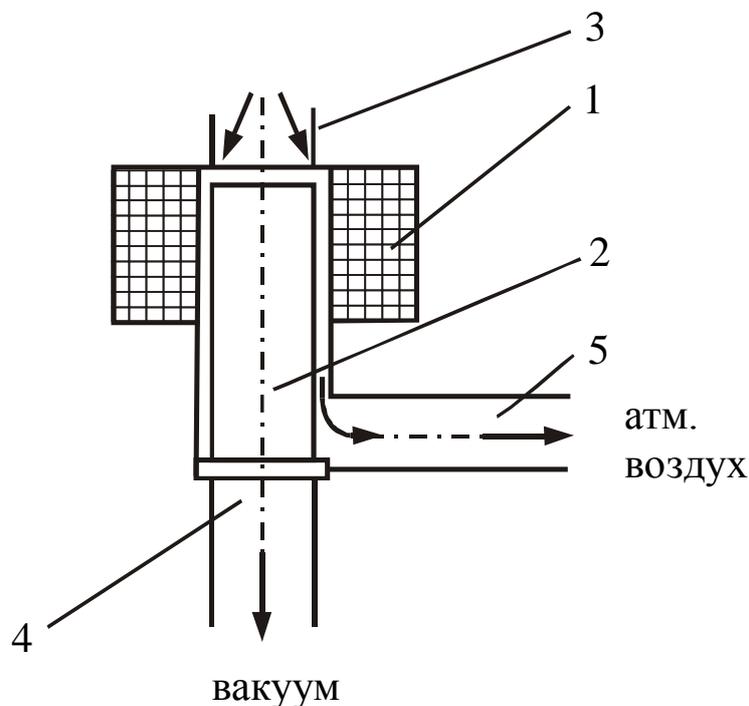
Схема пульсатора доильного аппарата приведена на рисунке .3.



**Рис..3. Схема пульсатора  
доильного аппарата.**



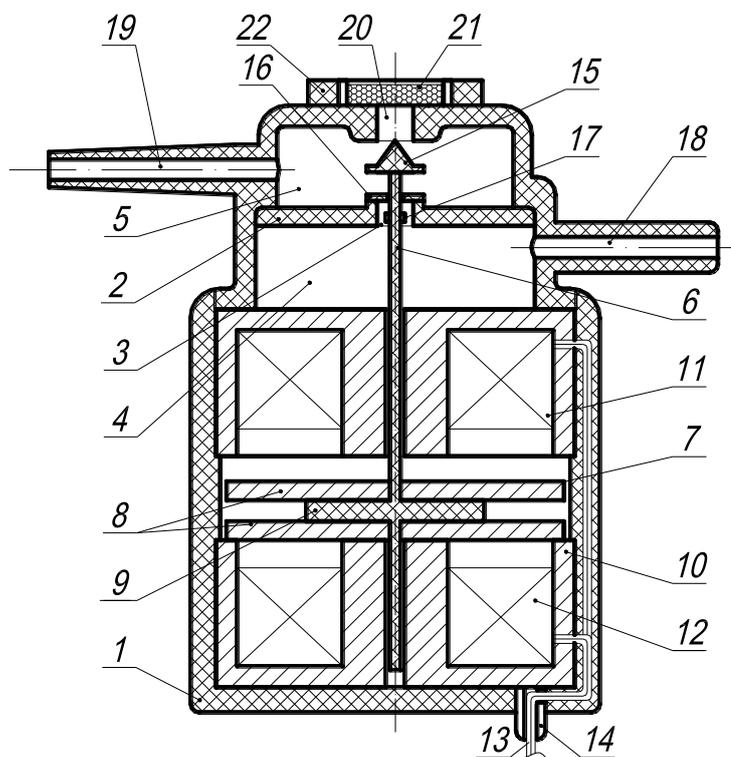
**Рис..4. Графики зависимости  $\nu$  и  $\delta$  от  
величины вакуума  $h$ .**



**Рис.19.5. Схема электромагнитного пульсара:**

1-катушка электромагнита; 2-клапан; 3-отверстие для атмосферного воздуха; 4-патрубок для подсоединения к вакуумпроводу; 5-патрубок соединенный с межстенными камерами доильных стаканов.

Сотрудниками кафедр «Применение электроэнергии в сельском хозяйстве» и «Машины и технологии в животноводстве» Ставропольского ГАУ разработан электропульсатор доильного аппарата с приводом от линейного двигателя (рис. 3) отличительной особенностью которого является наличие в корпусе линейного электродвигателя новой конструкции, соединенного с оригинальным клапанным механизмом. Линейный электродвигатель позволяет плавно перемещать клапанный механизм



**Рисунок – Пульсатор доильного аппарата на основе линейного электродвигателя: 1 – корпус; 2 – перегородка; 3 – отверстие; 4 – камера постоянного вакуума; 5 – камера переменного вакуума; 6 – шток; 7 – якорь; 8 – магнитопроводящие диски; 9 – немагнитная прослойка; 10 – магнитопроводы; 11, 12 – намагничивающие катушки; 13 – выводы катушек; 14 – кабельный ввод; 15 – конусный клапан; 16 – тарельчатый клапан; 17 – упор; 18 – патрубок постоянного вакуума; 19 – патрубок переменного вакуума; 20 – атмосферный канал; 21 – фильтр; 22 – крышка.**

Электромагнитный пульсатор соединен с вакуумпроводом патрубком 4, а с межстенными камерами доильных стаканов – патрубком 5. При подаче электрического импульса электромагнит 1 втягивает клапан 2 и вакуум поступает в межстенные камеры стаканов (в подсосковых камерах вакуум). Происходит такт сосания.

После прекращения импульса клапан под действием разрежения в вакуумпроводе резко опускается в нижнее положение. При этом в межстенные камеры стаканов поступает атмосферный воздух. Происходит такт сжатия.

Блок управления работает от однофазного напряжения 220 В и позволяет регулировать частоту пульсаций от 55 до 120 в минуту.

Преимущества электромагнитных пульсаторов:

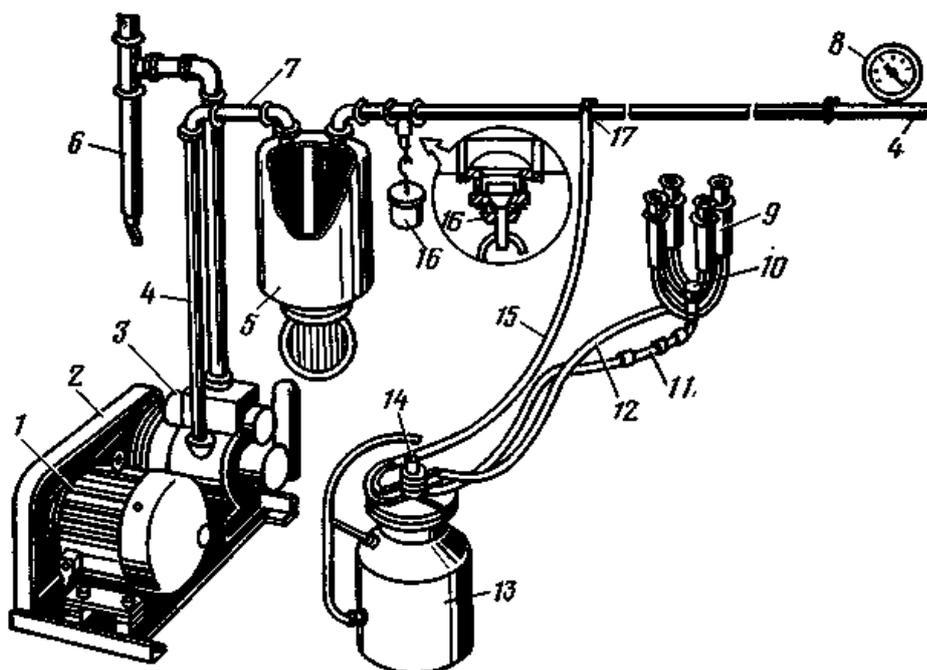
1. Частота пульсаций не зависит от колебаний вакуума.
2. Меньший расход воздуха.
3. Не содержат быстроизнашивающихся частей.

#### **4. Общие сведения о доильных установках и их технологический расчет.**

**Доильные установки делятся на 3 основных типа:**

- 1. Доильные установки для доения коров в стойлах со сбором молока в ведро или через молокопровод в общую емкость.**
- 2. Доильные установки для доения коров на доильных площадках или в специальных помещениях (доильных залах) со сбором молока через молокопровод в общую емкость.**

### 3. Доильные установки для доения коров на пастбищах со сбором молока в ведра или через молокопровод в



**Рис.6. Схема доильной машины:**

1-электродвигатель; 2-ограждение; 3-вакуум-насос; 4-вакуум-магистраль; 5-вакуум-баллон; 6-маслосборник выхлопной трубы; 7-диэлектрическая вставка; 8-вакуумметр; 9-доильный стакан; 10-коллектор; 11-молочный шланг; 12-вакуумный шланг; 13-доильное ведро; 14-пульсатор; 15-магистральный шланг; 16-вакуум-регулятор; 17-воздушный кран. общую емкость.

Принципиальная схема доильной машины показана на рисунке 6.

#### Установки для доения в стойлах:

- а) с переносными доильными аппаратами;
- б) с передвижными доильными аппаратами;
- в) передвижные с питанием электрического двигателя вакуумного насоса через гибкий кабель;
- г) с молокопроводом, проложенным вдоль стойл.

**К этой группе относятся такие установки: доильные агрегаты**

**АД–100А;**

**ДАС–2Б;**

**доильные установки, АДМ–8,**

**УДМ-200,**

**АДМ–Ф–20(30, 40, 50).**

**Их применяют при привязном содержании животных.**

### **Установки для доения коров в специальных помещениях.**

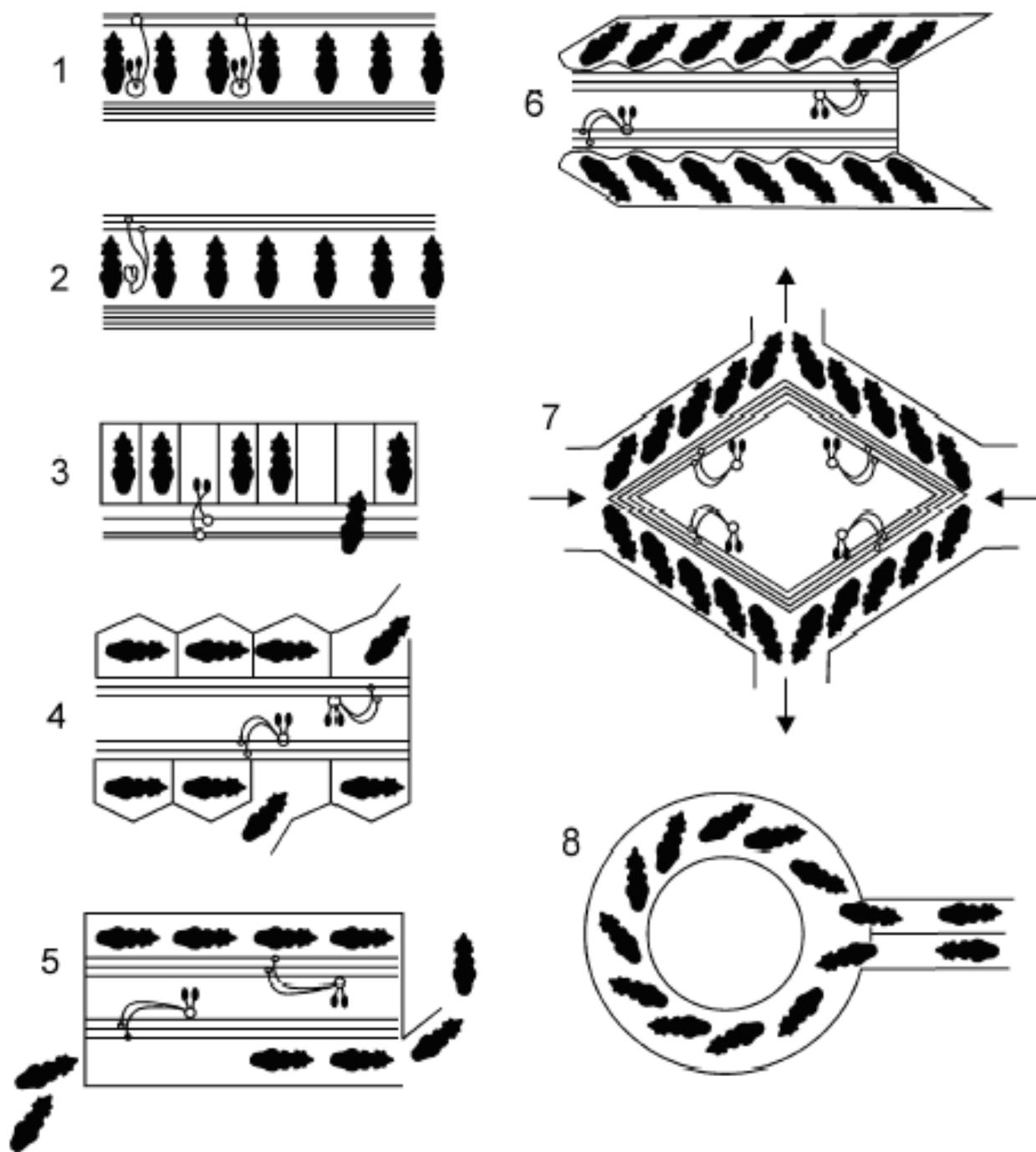
Их применяют при беспривязном и привязном содержании коров. Эти доильные установки оснащены доильными станками, которые монтируют в доильном помещении или на площадке.

**В зависимости от конструкции доильных станков установки подразделяются на:**

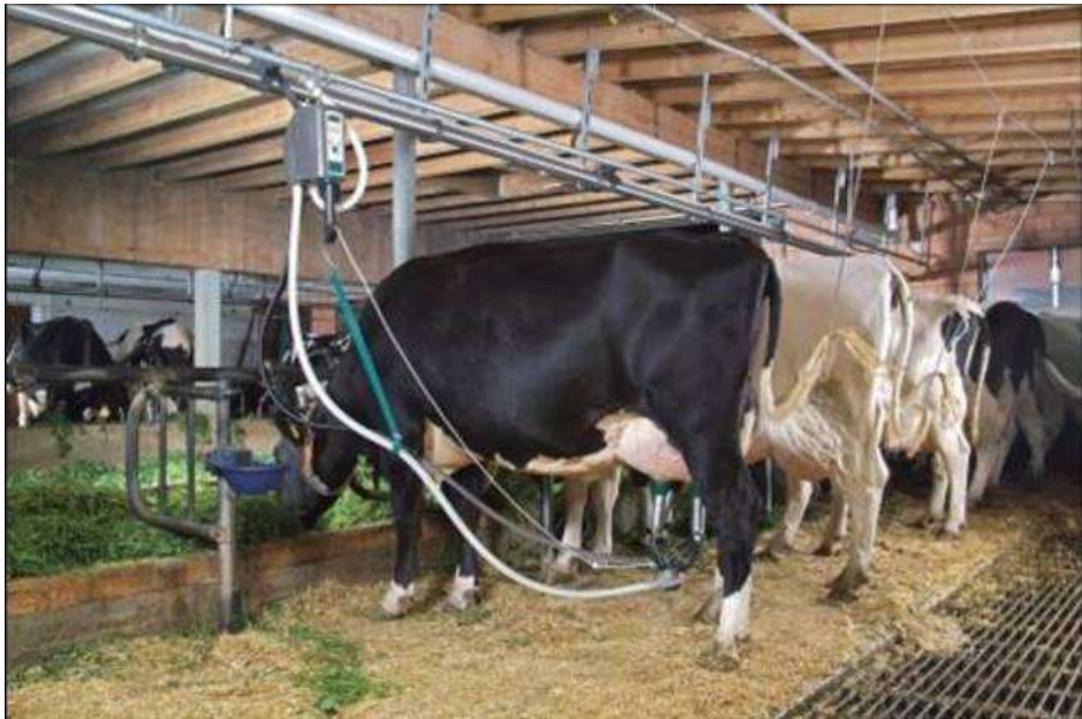
**а) установки с индивидуальными доильными станками;**

**б) установки с групповыми станками;**

**в) конвейерные доильные установки.**



**Рисунок – Технологические схемы доения установками:**  
**1 – с переносными ведрами; 2 – со стойловым молокопроводом;**  
**3 – с параллельно-проходными станками; 4, 5 – типа «Тандем»**  
**с индивидуальным и групповым впуском;**  
**6 – типа «Елочка» с проходными групповыми станками; 7 –**  
**типа «Полигон» с проходными групповыми станками; 8 – типа**  
**«Карусель»**



**Рисунок – Доильная установка УДМ-200**



**Рисунок – Доильный зал с установкой «Елочка»**



Рисунок – Доильный зал с установкой «Карусель»

**ДОИЛЬНЫЕ РОБОТЫ-АВТОМАТЫ**



Рисунок – Доильный робот Astronaut A3 Next (Нидерланды)

- 1 — манипулятор позиционирования животного; 2 — входная дверца; 3 — выходная дверца; 4 — автоматическая кормораздаточная станция; 5 — блок регулирования перемещения руки; 6 — доильные стаканы; 7 — лазерные датчики; 8 — рука робота; 9 — ролики обмыва вымени

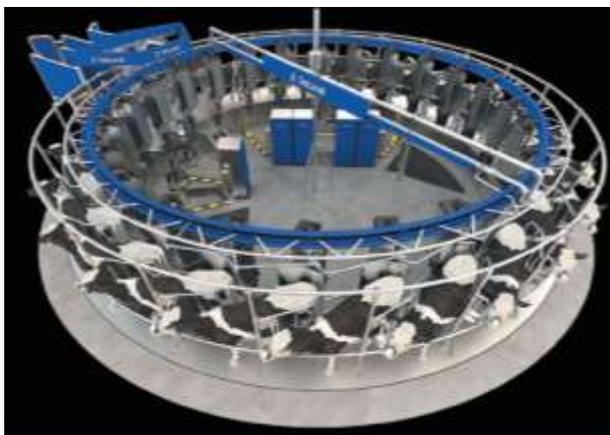


**Рисунок – Доильный робот фирмы «Westfalia Surge»  
(Германия)**





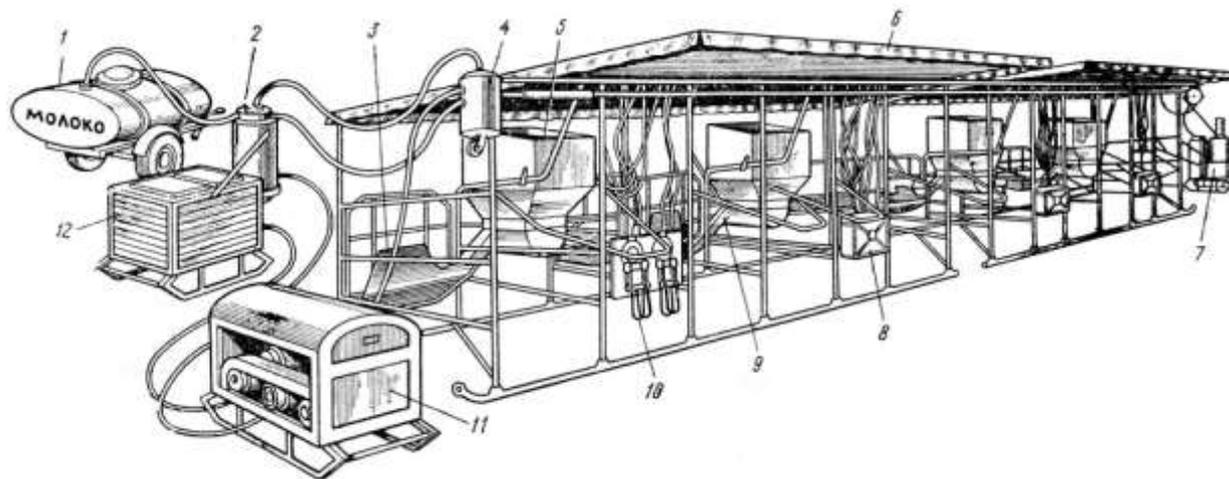
**Рисунок- Система добровольного доения - РОБОТ VMS**



**Рисунок - Роботизированные доильные залы компании «DeLaval»**

**Установки для доения коров на пастбищах и в летних лагерях.**

Для этой цели специально выпускается универсальная доильная станция **УДС-3А**. Конструкция ее позволяет осуществлять быструю сборку и разборку. Для доения коров в летних лагерях предназначена доильная установка **УДЛ-Ф-12**.



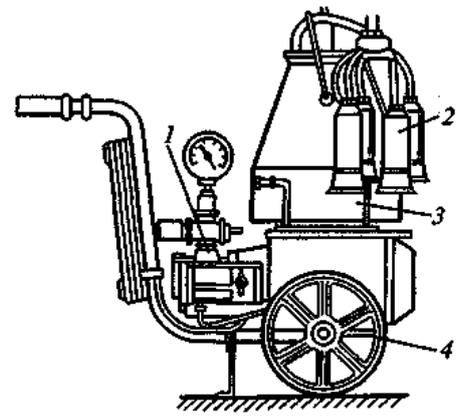
**Универсальная доильная установка УДС-3А:**

**1 - молочная цистерна, 2 - охладитель, 3 - кормушка, 4 - вакуум-баллон, 5 - бункер-дозатор для кормов, 6 - защитный тент 7 - водогрейный агрегат, 8 - ящик для хранения доильных аппаратов, 9 - первая секция доильных станков, 10 - доильный аппарат, 11 - силовой агрегат, 12 - бак со льдом**

Также в нашей стране начат выпуск индивидуальных передвижных доильных установок, оснащенных доильным аппаратом двойного действия «Нурлат». Общий вид такой установки показан на рисунке 19.8.



**Рис.19.8. Общий вид передвижной доильной установки с аппаратом «Нурлат.»**



**Рис.19.9. Агрегат для индивидуального доения коров АИД-1-01:**

1-вакуумная установка; 2-доильный аппарат; 3-доильное ведро; 4-тележка.

Для механизации процесса доения коров в личных подсобных хозяйствах и на малых фермах (10...20 коров) предназначен агрегат индивидуального доения АИД-1-02 (Рис.19.9).

Для механизации доения овец выпускаются модульные доильные установки для овцеферм. Такая установка позволяет организовать заход овец на платформу для доения, автоматическую индивидуальную фиксацию их у кормушек, доение, групповую расфиксацию после доения (Рис.19.10.).

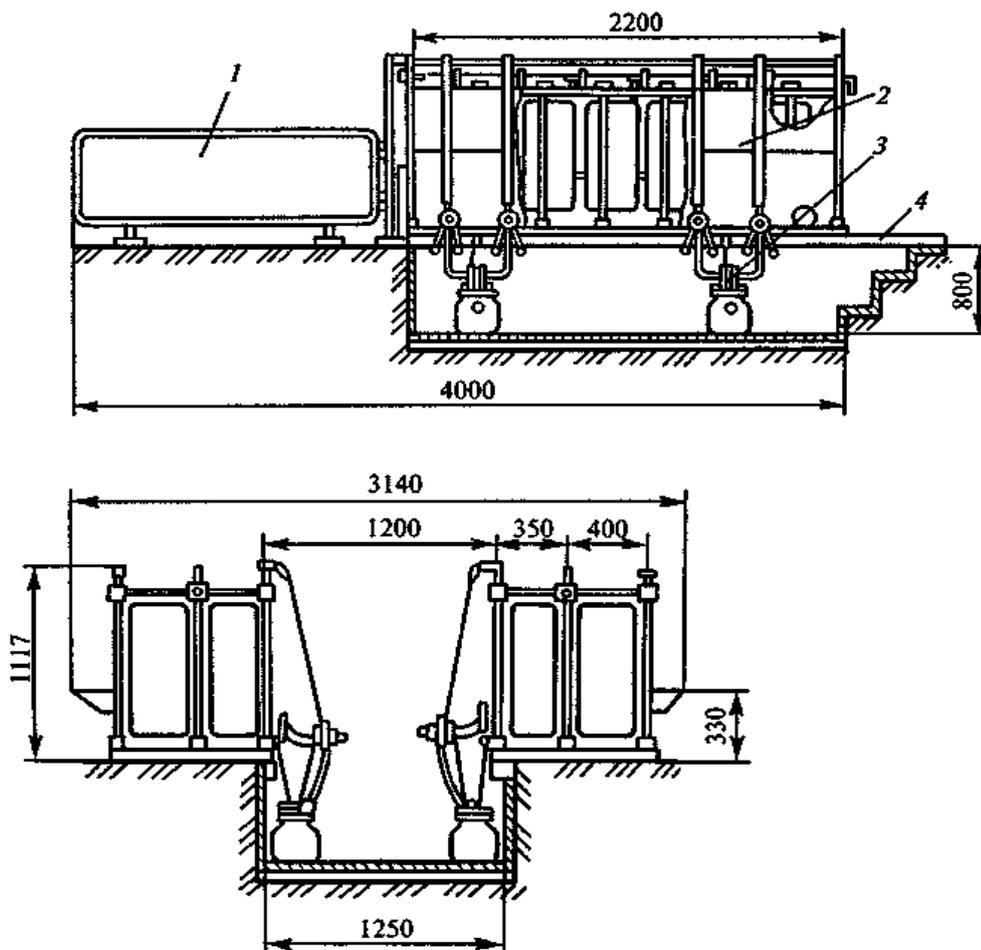


Рис.19.10. Модульная доильная установка для овец:  
1-раскол; 2-доильная платформа; 3-доильный аппарат с ведром; 4-вакуум-провод..

### Технологический расчет доильных установок.

Циклом доения называется сумма времени, затрачиваемого на обслуживание коровы, времени доения и времени непредвиденных простоев, т.е.

$$T_{\ddot{o}} = T_{\dot{i}} + T_0 + T_{\ddot{i}} \quad , \text{ мин/кор,}$$

где  $T_m$  - время машинного доения коровы ( $T_m = 4 - 5$  мин);  
 $T_0$  - время обслуживания коровы (включает в себя время впуска и выпуска коровы из станка, подмыв вымени, сдаивание первых струек молока, переноса доильного аппарата, надевания и снятия доильных стаканов, додаивания коров).

$T_n$  - время непредвиденных простоев. Обычно оно не превышает 15% от  $T_0$ .

Тогда 
$$T_{ц} = T_m + 1,15 \cdot T_0, \text{ мин/кор.}$$

### Производительность доильных установок (кор/ч):

а) доильные установки типа АДМ

$$П_n = \frac{60 \cdot D \cdot A}{T_{ц}},$$

где  $D$  - количество доярок, одновременно работающих на установке ( $D = 4 - 8$  чел);

$A$  - число аппаратов с которыми работает одна доярка ( $A = 2 - 3$ );

$T_{ц}$  - цикл доения ( $T_{ц} = 9 \div 11$ , мин/кор).

б) доильные установки типа "Тандем"

$$П_T = \frac{60}{T_{ц}} \cdot C,$$

где  $C$  - число станков на доильной установке;

$T_{ц}$  - цикл доения ( $T_{ц} = 6 \div 8$ , мин/кор).

**в) доильные установки типа “Елочка”**

$$P_E = \left( \frac{120}{T_{ц}} - 1 \right) \cdot K ,$$

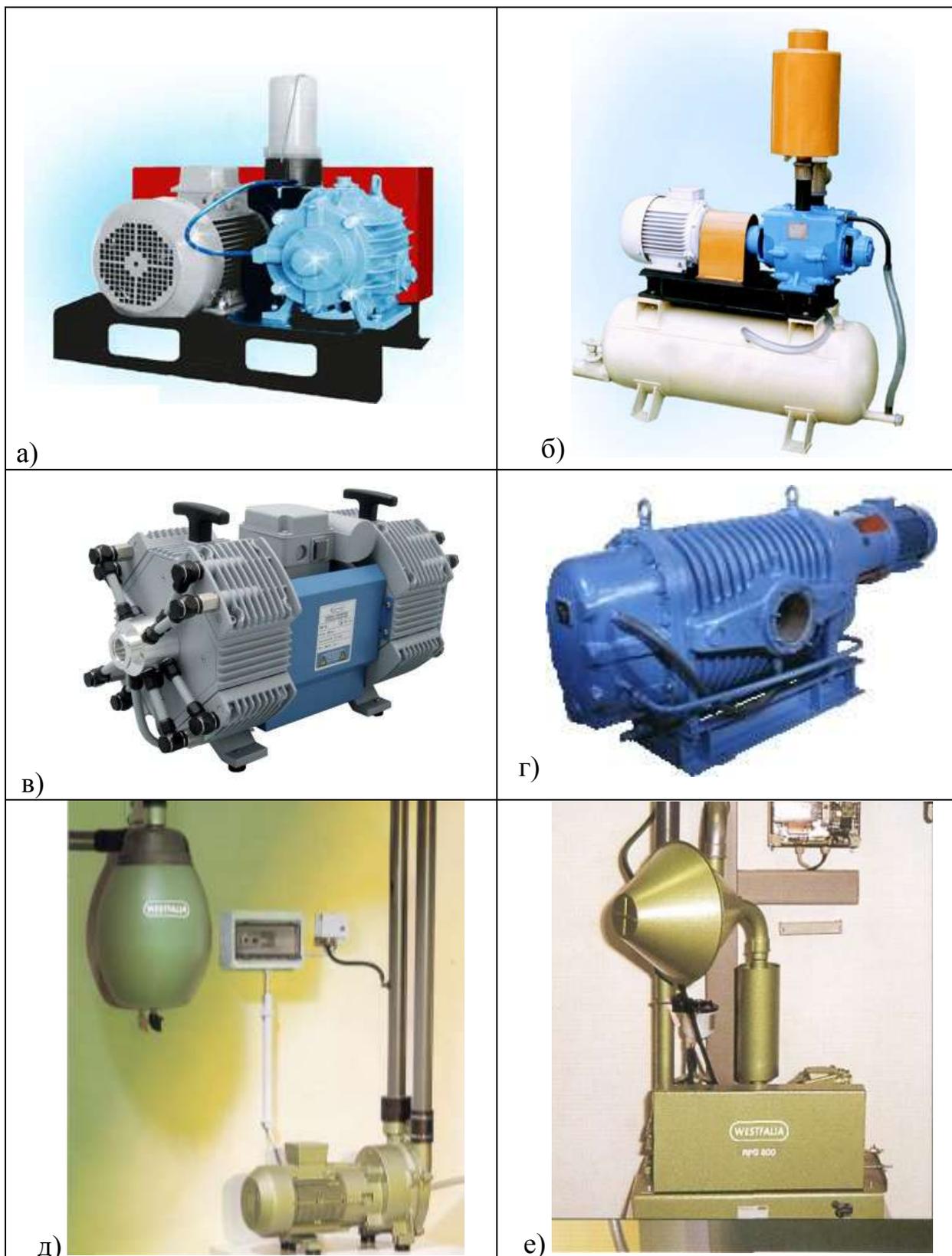
где  $K$  - рациональное количество скотомест в одном групповом станке ( $K = 3 - 4$ );  
 $T_{ц}$  - цикл доения ( $T_{ц} = 6 \div 7$ , мин/кор)

**г) доильные установки конвейерного типа**

$$P_K = \frac{60 - t}{t} \cdot Z ,$$

где  $t$  - время одного оборота доильной платформы, мин ( $t = 7 - 8.5$  мин);  
 $Z$  - количество работающих доильных аппаратов.

## **5. Вакуумные насосы**



а)

б)

в)

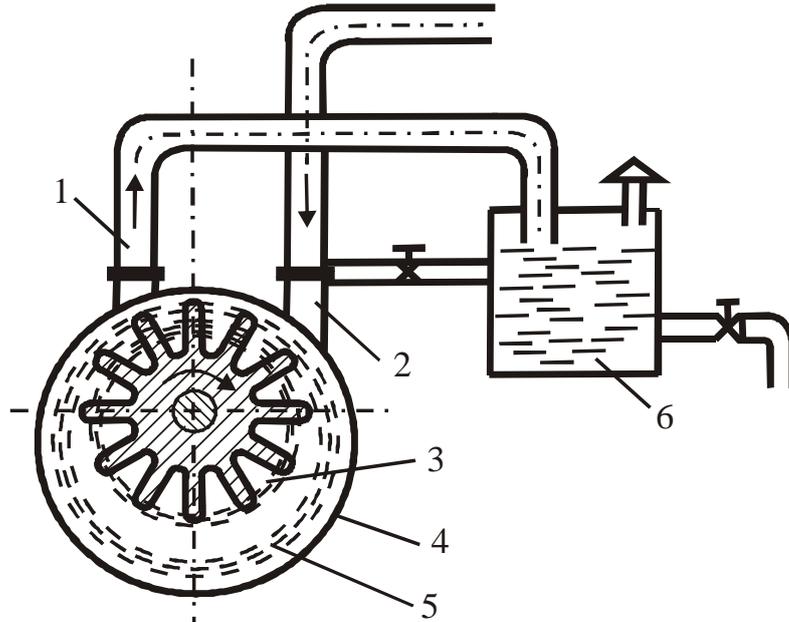
г)

д)

е)

**Рисунок – Вакуумные установки и насосы:**

**а – УВУ-60/45; б – установка водокольцевая УВВ-Ф-90М; в – мембранный вакуумный насос НВМ-20; г – двухроторный вакуумный насос 2ДВН-500; д – установка водокольцевая производства фирмы «Westfalia Surge»; е – вакуумная установка с рециркуляционной смазкой насоса производства фирмы «DeLaval»**



**ВОДОКОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС**

**1 - выхлопная труба; 2 – вакуумный провод; 3 – ротор; 4 – статор; 5 – водяное кольцо; 6 – охладитель воды.**

**Мощность двигателя** для привода вакуумного насоса:

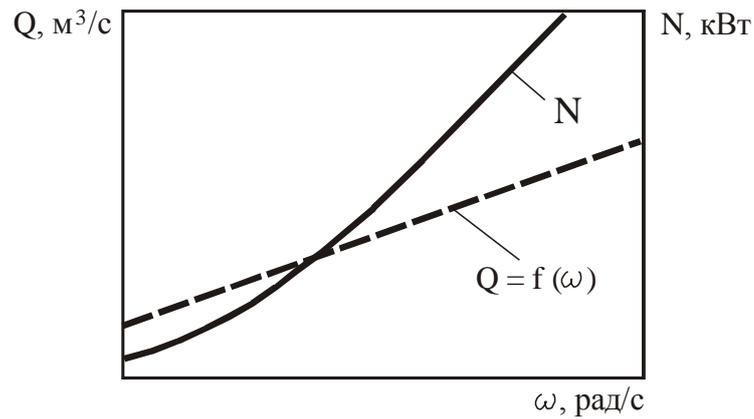
$$N = \frac{M \cdot \omega}{\eta \cdot 1000},$$

где  $M$  - момент сопротивления на валу насоса,  $H \cdot м$ ;  
 $\omega$  - угловая скорость ротора,  $рад/с$ ;  
 $\eta$  - к.п.д. вакуумного насоса и электрического двигателя с передачей ( $\eta = 0,75 - 0,85$ );

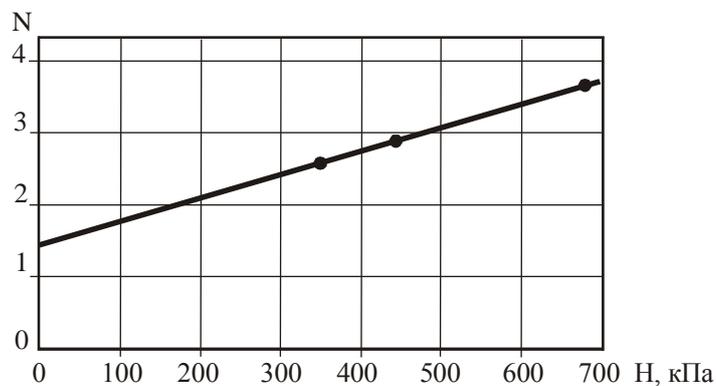
**Момент сопротивления** определяется по формуле:

$$M = h \cdot e \cdot D \cdot L,$$

где  $h$  - расчетная величина вакуума,  $кПа$ .



**Зависимость  $Q$  и  $N$  от частоты вращения ротора  $\omega$ .**



**Зависимость  $N=f(H)$ .**

## **5. Уход за доильным оборудованием.**

Бескомпромиссная молочная гигиена является обязательной предпосылкой для производства качественного молока. Только на стерильно чистой доильной установке можно получить сырое молоко высшего качества с наименьшим количеством бактерий.

С целью поддержания требуемого санитарного состояния системы доения необходимо выполнять определенные правила ухода, используя при этом моющие средства.

Требования к моющим средствам:

- обладать высокими моющими свойствами;
- быть безвредными для здоровья человека;
- не изменять свойств молока;
- не разрушать материал оборудования;
- быть дешевыми и удобными в эксплуатации.

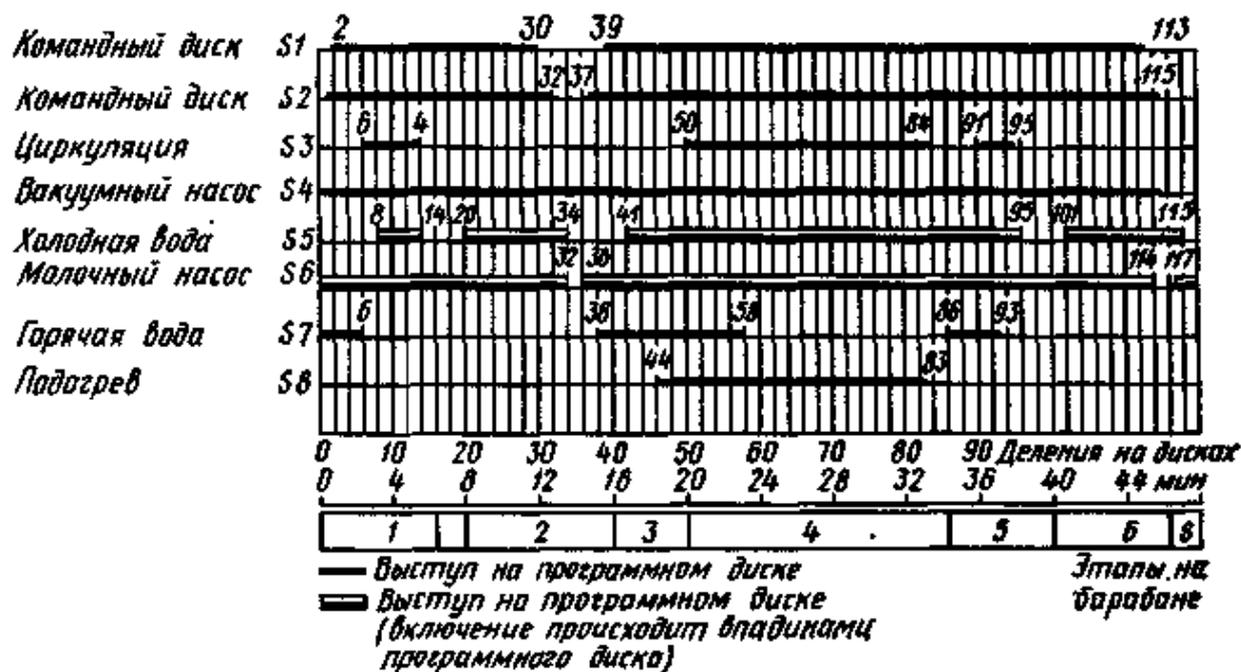
В качестве моющих средств используются высокощелочные моющие средства (основная часть – едкий натрий NaOH); умеренно – щелочные моющие средства; нейтральные моющие средства и кислые средства (раствор азотной, соляной и уксусной кислот) для удаления молочного камня.

К дезинфицирующим средствам относятся: хлорная известь, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорамин Б.

Процесс ухода включает следующие операции:

1. Ополаскивание оборудования чистой водой.
2. Промывка моющими растворами.
3. Ополаскивание.
4. Дезинфекция.
5. Ополаскивание.

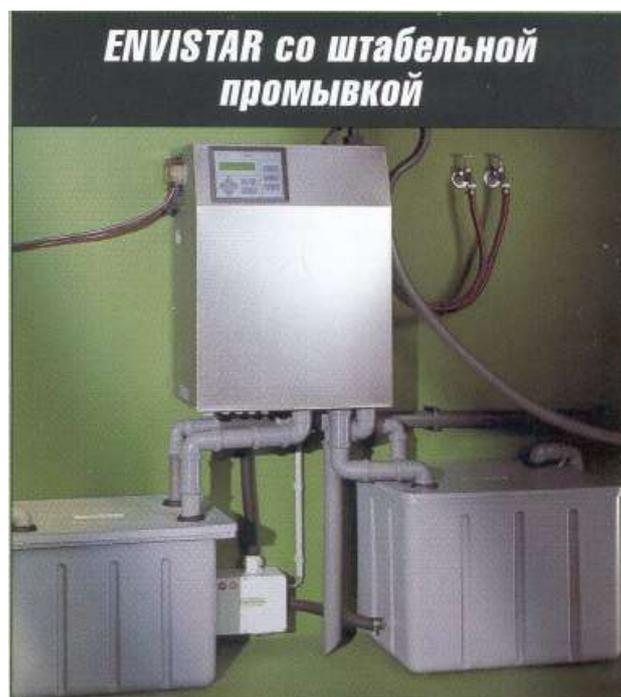
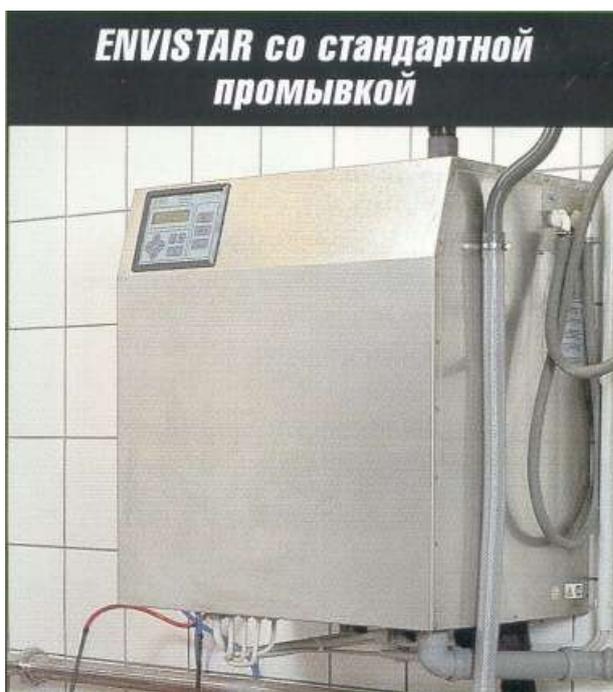
Отечественные автоматизированные доильные установки типа «Тандем» и «Елочка» комплектуются автоматом промывки, обеспечивающим выполнение следующих этапов: 1 - преддоильное прополаскивание в циркуляционном режиме; 2 - преддоильная просушка линии; 3 - последоильное прополаскивание; 4 - промывка моющим раствором в циркуляционном режиме; 5 - прополаскивание системы; 6 - просушка.



**Рис.19.11. Циклограмма автомата промывки М-8848.**

Последовательность работы автомата видна из циклограммы (Рис.19.11.).

Заслуживают внимания автоматы промывки, разработанные компанией «Westfalia Landtechnik» на базе современных энергосберегающих технологий. Общий вид таких автоматов показан на рисунке 19.12.



**Рис12. Общий вид автоматов промывки «Envistar».**

Автомат «Envistar» в стандартном исполнении имеет преимущества на доильных установках типа «Молокопровод» с использованием небольшого количества воды в фазе основной промывки. Благодаря электронному управлению он приспособлен к доильной установке любого типа и размера, экономит время и моющие средства.

Автомат «Envistar» со штабельной промывкой обеспечивает существенную экономию воды и электроэнергии за счет многократного (до 13 раз) использования моющего средства.

