

- Энергосбережение в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. 2-й междунар. науч.-техн. конф., Москва, 3–5 окт. 2000 г. – М.: ВИЭСХ, 2000. – Ч. 1. – С. 101–109.
4. Короткевич, А.В. Новые технологии и оборудование для приготовления кормов / А.В. Короткевич, И.С. Нагорский, В.С. Рыжов. – Минск: Ураджай, 1993. – С. 90–92.
  5. Егорченко, М.И. Кормоцехи животноводческих ферм / М.И. Егорченко, Н.Г. Шамоу. – М.: Колос, 1983. – 172 с.
  6. Perednia, V.I. Математическая модель управления системой раздачи кормов животным / V.I. Perednia, A.V. Kitun // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzeczej z uwzględnieniem ochrony srodowiska i przepisow UE: PИХ Miedzynarodowa Konferencja Naukowa, Warszawa, 23–25 wrzesnia 2006 r. / Instytut Budownictwa, Mechanizacji Rolnictwa; red. E. Bieñ [i dr.], Warszawa. – 2006. – P. 411–417.

УДК 637.116

**Н.Г. Бакач, Э.П. Сорокин**  
*(РУП «НПЦ НАН Беларусі по  
механізацыі сельскаго хазяіства»,  
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь)*

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОЯ**

### **Введение**

Анализ динамики среднегодового удоя молока от коровы показывает, что с 2000 года он увеличился на 200–300 л. Повышение продуктивности коров диктует необходимость решения производителями молока новых задач управления процессами машинного доения.

Для поддержания животного в комфортном состоянии, повышения его продуктивности необходимо соответствие действий доильного аппарата особенностям физиологии животного. В частности, скорость доения (выведения молока из цистерны вымени) должна быть равной скорости поступления молока из альвеол в цистерну.

Если отсасывающая способность доильного аппарата выше скорости поступления молока из альвеол в цистерну вымени, то молоко из цистерны быстро удаляется. При установленной критической скорости молокоотдачи доение прекращается, и в альвеолах остается невыдоенное молоко. При этом снижаются надой и жирность молока, происходит самозапуск коровы и появляется риск заболевания маститом.

Если отсасывающая способность доильного аппарата ниже скорости поступления молока из альвеол в цистерну вымени, то повышается избыточное давление в цистерне, создающее препятствие для выхода молока из альвеол в цистерну вымени. Это приводит к стрессу и выработке адреналина, который нейтрализует окситоцин и прекращает вывод молока. Результат тот же, что и в первом случае [1].

## Основная часть

Существующие доильные аппараты используются в неизменном виде не менее 80 лет, и они не в полной мере отвечают требованиям молочно-товарного производства. В обычном аппарате не может изменяться режим в процессе одного доения (щадящий – в начале и конце и быстрый – в середине доения) в зависимости от молокоотдачи.

К параметрам, определяющим качество доения, относятся отсасывающая способность доильного аппарата и функция молокоотдачи.

Отсасывающая способность доильного аппарата зависит от его параметров. Она определяется через его параметр отсасывающей способности [2]:

$$E = \mu K, \text{ (м/с)}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – безразмерный коэффициент, учитывающий потери энергии подводимого вакуума на эвакуацию молока из доильного аппарата и его работу. В соответствии с [3], потери энергии  $\mu$  подводимого вакуума при поднятии столба молока в доильном аппарате составляют:

- при нижнем расположении молокопровода – 0  $\kappaПа$ ;
  - при верхнем расположении молокопровода – 5,6  $\kappaПа$ , или 11 %;
- $K$  – величина, зависящая только от параметров доильного аппарата, служащая его энергетической характеристикой отсасывающей способности. В физическом смысле – это средняя скорость истечения молока через выводной канал соска:

$$K = \tau \sqrt{2P/\rho}, \text{ (м/с)}, \quad (2)$$

где  $\tau$  – длительность такта сосания (отношение периода сосания к периоду пульсации);

$\rho$  – плотность молока,  $\kappa\text{г/м}^3$ ,  $\rho = 1027 \kappa\text{г/м}^3$ ;

$P$  – перепад давления под соском,  $\kappa\text{г/(м}\cdot\text{с}^2)$ .

С другой стороны, энергетическая характеристика отсасывающей способности вымени определяется по формуле [2]:

$$E_1 = \frac{Q \cdot 10^{-3}}{60 \cdot n \cdot F \cdot (3 + 0,2 \cdot Q)}, \text{ (м/с)}, \quad (3)$$

где  $Q$  – удой, л;

$F$  – сечение выводного канала соска,  $\text{м}^2$ . По данным Л.П. Карташова [4], в период лактации диаметр выводного канала соска колеблется от 2,5 до 4,5 мм. В среднем он равен 2,77 мм, а площадь сечения  $F = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ ;

$n$  – количество сосков,  $n = 4$ ;

$(3 + 0,2 Q)$  – оптимальное время доения (выведения молока из вымени),  $\text{м}^3/\text{с}$  [2].

В формуле (3) значение

$$Q_{cp} = \frac{Q \cdot 10^{-3}}{60 \cdot (3 + 0,2 \cdot Q)}$$

представляет собой среднюю интенсивность молоковыведения,  $л^3/с$ .

Задаваясь значениями удоя ( $Q_{л}$ ), можно по формуле (3) определить соответствующие им значения энергетической характеристики отсасывающей способности вымени, а затем по формуле (2) рассчитать для них значения показателей энергетической характеристики отсасывающей способности и необходимые параметры доильного аппарата.

В таблице 15 приведены значения энергетической характеристики отсасывающей способности доильного аппарата в зависимости от вакуума, допускаемого к применению в доильных аппаратах, и длительности такта сосания, в таблице 16 – значения энергетической характеристики отсасывающей способности вымени в зависимости от величины удоя и средней интенсивности молоковыведения.

*Таблица 15* – Значения энергетической характеристики отсасывающей способности доильного аппарата  $\mu K$  в зависимости от величины вакуума под соском и относительной длительности такта сосания

Относительная длительность такта сосания, $\tau$	Значения вакуума под соском, $кz/м^2$ ( $кПа$ )	
	4284 (42 $кПа$ )	4896 (48 $кПа$ )
0,4	1,15	1,24
0,5	1,44	1,55
0,6	1,74	1,85
0,7	2,02	2,16
0,8	2,31	2,47
0,9	2,60	2,78
1,0	2,89	3,09

*Таблица 16* – Значения энергетической характеристики отсасывающей способности вымени и соответствующей ей скорости доения

Параметр	Разовый удой от коровы, $л$				
	10	15	20	25	30
Энергетическая характеристика отсасывающей способности вымени, $м/с$	1,39	1,74	1,98	2,17	2,31
Интенсивность молоковыведения, $л/мин$	2,0	2,52	2,86	3,12	3,3

Необходимая отсасывающая способность доильного аппарата, исходя из удоя коровы, находится следующим образом. По таблице 16 определяется энергетическая характеристика отсасывающей способности вымени, по таблице 15 находится такое же значение энергетической характеристики отсасывающей способности доильного аппарата и при

установленном вакууме 42 или 48 *кПа* – относительная длительность такта сосания.

Например, при удое 15 л энергетическая характеристика отсасывающей способности вымени равна 1,74 *м/с* (таблица 16). Этому значению должна соответствовать энергетическая характеристика доильного аппарата *μК*, которая при рабочем вакууме 42 *кПа* и нижнем расположении молокопровода соответствует относительной длительности такта сосания, равной 0,6 (таблица 15). При рабочем вакууме 48 *кПа* и верхнем расположении молокопровода энергетическую характеристику доильного аппарата необходимо увеличить на величину потерь вакуума на подъеме молока в молокопровод ( $\mu = 0,11$ ) и по этому значению определить относительную длительность такта сосания. Например, значению 1,74 *м/с*, найденному по таблице 16, соответствует ближайшее значение отсасывающей способности доильного аппарата при рабочем вакууме 48 *кПа* 1,85 *м/с*. К этому значению необходимо добавить 11 % потерь. В конечном итоге определим, что в данном случае необходим доильный аппарат с относительной длительностью такта сосания, равной 0,7.

### Заключение

1. Таким образом, по формулам (1) и (3) можно определить отсасывающие способности доильного аппарата и вымени, произвести их сравнение и привести в соответствие при разработке нового доильного аппарата.

2. Из данного примера и таблиц 15 и 16 видно, что при удое 15 л значения отсасывающей способности вымени и доильного аппарата равнозначны при относительной длительности такта сосания, равной 0,6–0,7. При более высоком удое значению отсасывающей способности вымени будет соответствовать аппарат с относительной длительностью такта сосания, близкой к непрерывному отсосу, что недопустимо.

3. Для выдаивания животных с повышенной продуктивностью отсасывающая способность существующего доильного аппарата недостаточна и требуется разработка нового аппарата с повышенной переменной отсасывающей способностью, зависящей от уровня молокоотдачи.

10.07.2014

### Литература

1. Китиков, В.О. Стратегическое направление развития машинного доения коров / В.О. Китиков, А.Н. Леонов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2013. – № 4. – С. 91–105.
2. Доровских, В.И. Совершенствование управления процессом доения животных / В.И. Доровских, О.А. Аتكешов // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 6. – С. 20–21.

3. Бенке, И. Производство молока при беспривязном содержании коров / И. Бенке, Дж. Чиффо, Ш. Ковач; пер. с венг. Ш. Эрдеса. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 144 с.
4. Карташов, Л.П. Машинное доение коров / Л.П. Карташов. – М.: Колос, 1972. – 301 с.

УДК 637.116:004.8

**Э.П. Сорокин**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),  
г. Минск, Республика Беларусь)*

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ**

### **Введение**

С увеличением удоев существующие доильные аппараты уже не в полной мере соответствуют требованиям нормального молоковыведения, скорости молоковыведения в зависимости от уровня молокоотдачи. Все больше уделяется внимания проблеме отключения доения не отдельного аппарата в целом, а отдельных сосков вымени, а также автоматизации процесса доения. В целом можно сформулировать три основных задачи в стратегии доения, соответствующих условиям комфортности животного, выполнение которых приведет к повышению качества молока и снижению трудоемкости:

- изменение режима работы доильного аппарата в зависимости от величины молокоотдачи;
- раздельное доение вымени по соскам;
- усовершенствование устройств управления доением (увеличение опций и более качественное их исполнение).

### **Основная часть**

Современные доильные аппараты со скоростью доения 1,5–2,5 л/мин не могут полноценно и в ограниченное время выдоить корову с разовым удоем 12–15 л в течение 2–3 мин. Вот что говорит о влиянии фактора времени на полноту выдаивания известный и авторитетный физиолог-практик И.Г. Велиток: «В том случае если выдаивание молока из четвертей не производится в течение 2 минут с начала выведения молока из альвеол (т. е. с начала действия гормонального рефлекса молокоотдачи), то в четвертях задерживается 11,5–16 % молока в качестве остаточного от всего объема молока, накопленного в четвертях к началу доения».

Это обстоятельство осложняется еще и тем, что до начала доения значительная часть молока (от 30 до 50 %) находится в цистерне (нижнем накопительном отделе вымени), а альвеолярная порция не может выйти в цистерну, еще занятую молоком.