

**Библиографический список**

1. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В., Торопов В.Р., Корниенко И.О., Ревякин Е.Л. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 176 с.

2. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 272 с.

3. ГОСТ 5888-74. Машины зерноочистительные общего назначения. Типы и основные параметры. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 12 с.



УДК 636.2.034:631.3

**О.В. Ужик**

**К СОЗДАНИЮ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РОДОВСПОМОЖЕНИЯ КОРОВАМ**

**Ключевые слова:** корова, круп, родовспоможение, устройство, остов, пластина, рычаг.

**Введение**

На животноводческих фермах и комплексах, а также в фермерских хозяйствах при отелах коров наблюдается патология, заключающаяся в затруднении выхода плода. Трудные отелы встречаются достаточно часто и нередко завершаются рождением мертвых телят. По данным Я.М. Гаджиева, падеж новорожденных достигает 18% [1]. Из обследованных 319 нетелей без родовспоможения родились только 50 бычков и 64 телочки. Однако родовспоможение – весьма трудоемкая операция, требующая применения технических средств.

**Цель и задачи** – уменьшение падежа телят при отеле коров на основе создания и применения устройства для родовспоможения.

Для оказания помощи животному нами разработано устройство для родовспоможения коровам (рис. 1) [2, 3]. Оно работает следующим образом. Скобу 5 прикладывают к крупу коровы (на схеме не показан) и ориентируют остов 2 устройства в направлении движения плода. Рукоятке 10 двуплечего рычага 11 каретки 22 сообщают колебательное движение, что приводит к перемещению каретки 22 по остову 2. При этом гибкая тяга 3, прикрепленная к ушку 1 каретки 22, и гибкая тяга 4, прикрепленная к ушку 9 роликов 19, поочередно воздействуют на ножки плода, тем самым оказывая содействие рождению плода.

**Объекты и методы исследования**

Как следует из описания работы устройства для родовспоможения коровам, его работоспособность обеспечивается при условии заклинивания пластины 1 на остове 3 (рис. 2) [2].

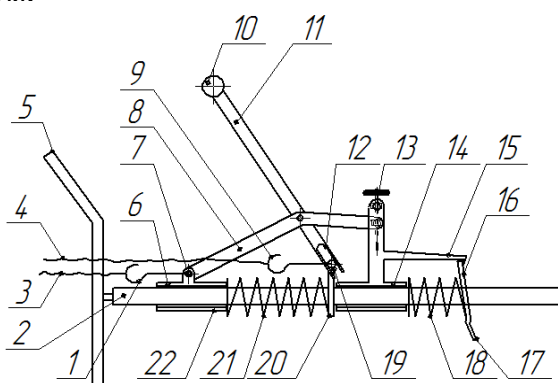


Рис. 1. Схема устройства для родовспоможения коровам:  
 1, 9 – ушко; 2 – остов; 3, 4 – тяга;  
 5 – скоба; 6, 14 – ползун; 7 – шарнир;  
 8 – перемычка; 10 – рукоятка; 11 – рычаг;  
 12 – вилка; 13 – винтовой механизм;  
 15 – крючок; 16 – фиксатор; 17 – ручка;  
 18, 21 – пружина; 19 – ролик;  
 20 – пластина; 22 – каретка

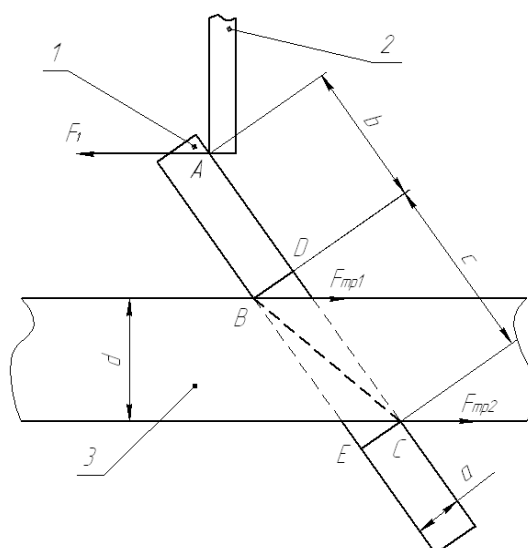


Рис. 2. Схема взаимодействия пластины с остовом

Т.е. когда

$$F_1 < F_{тр1} \quad (1)$$

где  $F_1$  – усилие, развиваемое на пластине 1 в точке А рычагом 2 в горизонтальной плоскости, Н;

$F_{тр}$  – сила трения пластины 1 по остову 3, Н, которая, в свою очередь, может быть представлена в виде:

$$F_{тр} = F_{тр1} + F_{тр2}$$

где  $F_{тр1}$  – сила трения пластины 1 об остов 3 в точках В, Н;

$F_{тр2}$  – сила трения пластины 1 об остов 3 в точках С, Н.

Опуская промежуточные выкладки с учетом конструктивных параметров остова и пластины устройства, уравнение для расчета силы трения  $F_{тр}$  может быть представлено в виде:

$$F_{тр} = F_1 [\cos(\arccos(d/\sqrt{a^2 + c^2}) - \arctg(a/c)) \sin(\arccos(d/\sqrt{a^2 + c^2}))] / \sqrt{a^2 + c^2} [\sqrt{a^2 + b^2} / (\cos \arctg(a/b)) k_1 + (b + c) k_2] \quad (2)$$

где  $a$  – толщина пластины, м;

$b$  – расстояние от точки А приложения силы  $F_1$  до точки D начала окна ВЕСD, м;

$c$  – высота окна, м;

$d$  – толщина остова, м.

### Экспериментальная часть

Из условия работоспособности (1) следует, что множитель правой стороны уравнения (2) при  $F_1$  должен быть больше единицы. Поиск оптимальных параметров пластины – ее толщины  $a$  и высоты окна  $c$ , при которых выполняется это условие, можно осуществить, продифференцировав правую часть уравнения по указанному оптимизируемому параметру и приравняв ее к нулю, решить относительно искомой величины. Однако данное уравнение достаточно сложно для дифференцирования. Поэтому целесообразней всего решить данное уравнение численным методом, задавшись исходными конструктивными параметрами остальных элементов конструкции:

$$b = 60,0 \text{ мм}; d = 35 \text{ мм}; k_1 = k_2 = 0,65; \\ a = 1-11 \text{ мм}; c = 35-70 \text{ мм}.$$

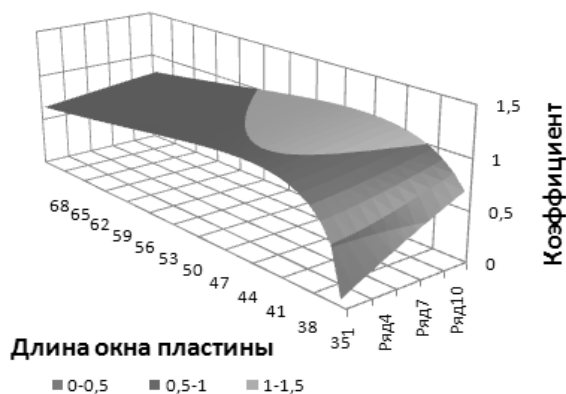
На рисунке 3 показана зона оптимальных параметров значений  $a$  и  $c$ . Его общий вид приведен на рисунке 4.

Для проверки правильности теоретических положений выполнены лабораторные исследования устройства для родовспоможения коровам с использованием стенда, приведенного на рисунке 5.

Регистрацию результатов исследований осуществляли в памяти компьютера. Точность измерений  $\pm 1Н$ .

Результаты расчета показывают, что оптимальные расчетные значения длины окна  $c$  находятся в интервале 37-57 мм, а толщины пластины  $a$  – в интервале 3-11 мм (рис. 4). Для эксперимента изготавливали пластины с окном, размер которого изменяли с шагом 2 мм в интервале от 37 до 57 мм для пластин толщиной 3, 5, 7, 9 и 11 мм. Измерения параметров осуществляли с трехкратной повторностью для усилия родовспоможения  $500 \pm 1Н$ ,  $1000 \pm 1Н$  и  $1500 \pm 1Н$ .

Коэффициент силы трения



Коэффициент силы трения

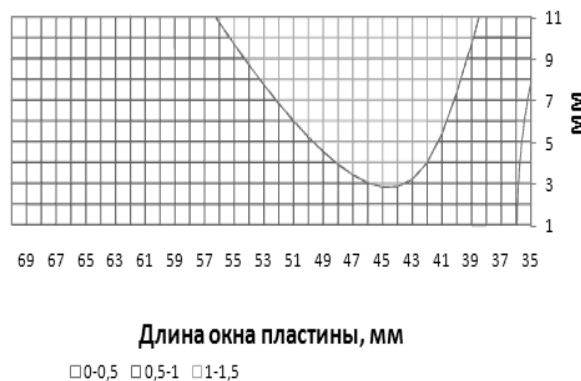


Рис. 3. Зона оптимальных параметров значений  $a$  и  $c$ , при которых обеспечивается работоспособность устройства для родовспоможения коровам

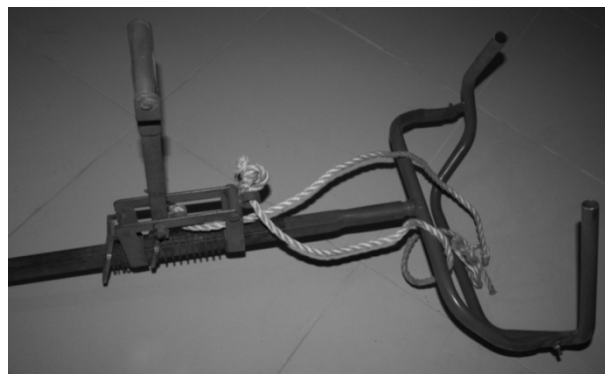


Рис. 4. Общий вид устройства для родовспоможения коровам

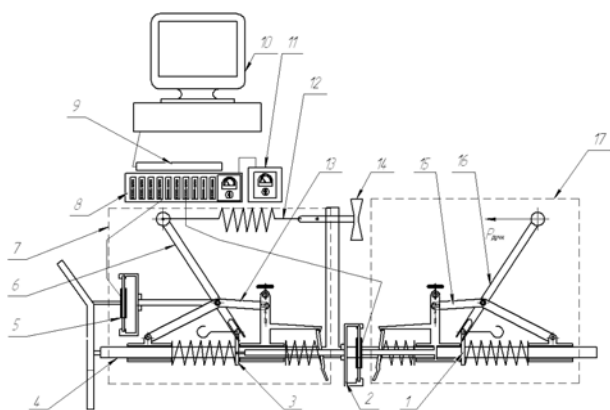


Рис. 5. Схема станда для исследований условия защемления пластины на остова устройства для родовспоможения коровам:

- 1, 3 – пластина;
- 2, 5 – силоизмерительный датчик; 4 – остов;
- 6, 16 – рукоятка;
- 7, 17 – подвижной механизм;
- 8 – тензоусилитель «Топаз-4»;
- 9 – электронный осциллограф РС-500А;
- 10 – компьютер; 11 – блок питания «Агат»;
- 12 – пружина; 14 – натяжной винт;
- 13, 15 – каретка

### Результаты и их обсуждение

В результате обработки данных измерений усилия сопротивления перемещению пластины подвижного механизма по остова устройства для родовспоможения коровам установлено, что экспериментальные данные достаточно точно могут быть представлены в виде математических моделей, которые имеют вид:

для усилия родовспоможения  $F_{\text{родо}} = 500\text{Н}$ :

$$y = -1838,1 + 20,4x_1 + 93,18x_2 - 0,25x_1x_2 + 0,05x_1^2 - 0,94x_2^2,$$

где  $y$  – сила сопротивления перемещению пластины по остова,  $\text{H}$ ;

$x_1$  – толщина пластины,  $\text{мм}$ ;

$x_2$  – длина окна пластины,  $\text{мм}$ ;

для усилия родовспоможения  $F_{\text{родо}} = 1000\text{Н}$ :

$$y = -3687,28 + 28,93x_1 + 188,25x_2 - 0,425x_1x_2 + 0,6x_1^2 - 1,9x_2^2;$$

для усилия родовспоможения  $F_{\text{родо}} = 1500\text{Н}$ :

$$y = -5342,35 + 53,4x_1 + 273,36x_2 - 0,64x_1x_2 + 0,28x_1^2 - 2,77x_2^2.$$

Так, для остова высотой 35 мм при толщине пластины 3 мм высота окна пластины должно быть равна 45 мм, а при толщине пластины 11 мм – может варьировать в интервале 39-55 мм.

Производственные испытания устройства для родовспоможения коровам проводили на молочном комплексе ООО «Грайворонская молочная компания» Белгородской области. В качестве базового было использовано устройство компании Hauptner-Herberholz (Германия), которое получило достаточно большое распространение в Российской Федерации и по основным параметрам ближе всего подходит к предлагаемому нами устройству по сравнению с другими существующими приспособлениями. Испытания проводили с целью установления его работоспособности и степени соответствия режима работы режиму устройства компании Hauptner-Herberholz.

При проведении производственных испытаний экспериментального и базового устройства для родовспоможения коровам учитывали число оказанных успешных родовспоможений экспериментальным устройством и устройством компании Hauptner-Herberholz (Германия). При этом одновременно при помощи динамометра ДПУ-5-2 5033 УХЛ 4,2 с точностью  $\pm 0,05\text{кН}$  регистрировали усилие родовспоможения, развиваемое при использовании данных устройств. Условно интервал варьирования усилия родовспоможения разбивали на 6 диапазонов (табл.).

Учитывали результаты измерений усилия родовспоможения при рождении 20 бычков и 20 телочек по каждому устройству.

Таблица

Интервал варьирования усилия родовспоможения

Параметр	Диапазон варьирования усилия родовспоможения					
	0-1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0
Усилие родовспоможения, кН						

В соответствии с измерениями усилия родовспоможения животных относили к той или иной группе согласно данным таблицы.

Как предусматривалось методикой производственных испытаний предложенного нами устройства для родовспоможения коровам, велись исследования по установлению числа животных, которым успешно оказали родовспоможение, а также по определению усилия родовспоможения при рождении телочек и бычков при применении экспериментального устройства и устройства компании Hauptner-Herberholz (Германия).

Обработка результатов исследований показала, что характер изменения численности коров с различным усилием родовспоможения достаточно точно описывается полиномиальными зависимостями четвертого и пятого порядков:

При использовании экспериментального устройства

Телочки:  

$$y = -0,025x^5 + 0,166x^4 + 1,625x^3 - 17,16x^2 + 45,4x - 27, \quad (3)$$

где  $y$  – число коров, гол.;

$x$  – интервал варьирования усилия родовспоможения, кН;

Бычки:  

$$y = -0,141x^5 + 2,333x^4 - 13,62x^3 + 32,66x^2 - 27,23x + 8. \quad (4)$$

При использовании устройства компании Hauptner-Herberholz

Телочки:  

$$y = -0,15x^5 + 2,458x^4 - 14,16x^3 + 33,04x^2 - 26,18x + 8; \quad (5)$$

Бычки:  

$$y = 0,025x^5 - 0,583x^4 + 5,375x^3 - 23,91x^2 + 48,1x - 27. \quad (6)$$

Равный единице коэффициент детерминации для данных уравнений ( $R^2 = 1$ ) свидетельствует о высокой адекватности моделей.

В графическом виде эти зависимости представлены на рисунке 6.

Модели, характеризующие динамику изменения численности коров по усилию родовспоможения при рождении телочек с использованием экспериментального и базового устройств, практически идентичны. В то же время они несколько отличаются от идентичных между собой моделей, характеризующих процесс оказания помощи при рождении бычков для данных устройств.

Как свидетельствуют результаты исследований, усилие родовспоможения в интервале 1,0-2,0 кН, потребовалось наибольшему числу коров как при рождении телочек, так и при рождении бычков. При использовании экспериментального устройства десяти коровам было оказано родовспоможение с таким усилием при рождении телочек и восьми – при рождении бычков; при использовании базового устройства – девяти и восьми соответственно. В то же время максимальное усилие родовспоможения, 4,0-5,0 кН, применялось только для одной коровы при рождении бычков при использовании и экспериментального, и базового устройства. При рождении телочек максимальное усилие родовспоможения (3,0-4,0) кН также было применено в обеих группах только для одной коровы.

Во всех случаях родовспоможение коровам оказалось успешным.

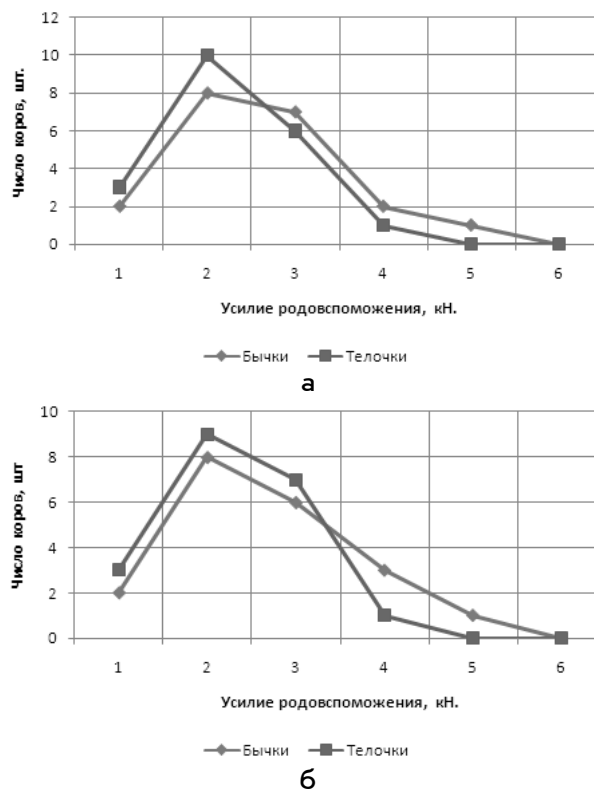


Рис. 6. Характер изменения численности коров с различным усилием родовспоможения: а – экспериментальное устройство; б – устройство производства компании Hauptner-Herberholz

### Выводы

1. Оценка адекватности теоретической и эмпирических моделей, характеризующих зависимость силы сопротивления перемещению пластины механизма перемещения каретки по остову устройства по F-критерию Фишера с использованием разработанной нами программы, подтверждает правильность наших теоретических положений, свидетельствующих о зависимости усилия сопротивления перемещению пластины по остову устройства для родовспоможения коровам от высоты окна и толщины пластины и обуславливающих условия заклинивания ее на остове. Так, для остова высотой 35 мм при толщине пластины 3 мм высота окна пластины должно быть равна 45 мм, а при толщине пластины 11 мм – может варьировать в интервале 39-55 мм.

2. Полученные эмпирические модели (3), (4), (5) и (6) могут быть использованы для прогнозирования численности коров с различным усилием родовспоможения, а для установления максимально возможного усилия родовспоможения по данному стаду коров, знание которого необходимо при выборе устройства для родовспоможения, обладающего такими параметрами, целесообразно использовать уравнение (5) или (6).

3. Наряду с базовым устройством, предложенное нами экспериментальное устройство для родовспоможения коровам работоспособно и надежно в эксплуатации. Выполненные расчеты показывают, что экономия средств от приобретения для хозяйства предлагаемого нами устройства для родовспоможения коровам составляет 16165,0 руб., что свидетельствует о целесообразности его использования.

#### Библиографический список

1. Гаджиев Я.М. Совершенствование организации стада и доения коров в крупных

хозяйствах с промышленным типом производства молока: автореф. дис. ... д.с.-х.н. – Дубровицы, Московская область, 2008. – 33 с.

2. Патент № 23702400 RU, С1 МПК А 61 D 1/00. Устройство для родовспоможения коровам / Ужик О.В. (RU). – № 2008128331/12; заявл. 11.07.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 29.

3. Патент № 2258487, RU, МПК 7 А 61 D 1/08. Устройство для родовспоможения коровам / В.Ф. Ужик, Н.С. Астанин, О.В. Ужик (RU). – № 2004107526/12; заявл. 12.03.2004; опубл. 20.08.2005, бюл. № 23.



УДК 631.3.072.31

**А.Н. Площаднов,  
П.Ю. Яковлев**

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ФРОНТАЛЬНО-НАВЕШАННОГО ОРУДИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ, СОЕДИНЕННОГО С ТРАКТОРОМ ПОСРЕДСТВОМ ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА

**Ключевые слова:** устойчивость движения, фронтальная навеска, эквивалентная кинематическая схема, упругий элемент, уравнение колебаний орудия, передаточное отношение механизма навески.

но и вводить допущения, которые облегчают анализ таких систем.

#### Объекты и методы

При движении машинно-тракторного агрегата, соединённого с фронтально-навешанным орудием (ФНО) посредством тяг, представляющих собой в горизонтальной плоскости шарнирный четырехзвенник, возникает вопрос анализа колебаний орудия относительно трактора. Л.В. Гячев в своей работе, при исследовании движения такого механизма, предлагает использовать теорию движения цетроид [1]. Однако данная теория не отражает в полной мере поведение механизма шарнирного четырехзвенника, поскольку колебания рассматриваются вокруг «мнимой» точки подвеса. Поэтому возникает вопрос о необходимости анализа движения такого механизма.

#### Введение

Любой машинно-тракторный агрегат (МТА) – это, по своей сути, сложная механическая система, анализ устойчивости которой необходим при исследовании движения МТА по полю для соблюдения агротехнических требований по возделыванию и обработке различных сельскохозяйственных культур. При исследовании движения МТА составляются дифференциальные уравнения, по коэффициентам которого можно предварительно оценить устойчивость механической системы, причем необходимо рассматривать устойчивость как системы в целом, так и устойчивость навески относительно трактора и не только рассматривать,

Рассмотрим движение ФНО относительно трактора в горизонтальной плоскости