

УДК 636.2.08

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШЛАНГОВОГО НАСОСА-ДОЗАТОРА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОИЛКИ

**Кольга Д. Ф.**, канд. техн. наук, доцент

**Сыманович В. С.**, канд. техн. наук, доцент

**Колодька Э. В.**, аспирант

**Заяц Д. В.**, студентка

УО «Белорусский государственный аграрный университет»

Тел.: (+ 37517) 285-78-18, факс: (+ 37517) 267-41-16

*Описано устройство, принцип работы и экспериментальные исследования шлангового насоса-дозатора.*

**Проблема.** Современные методы выращивания молодняка крупного рогатого скота сокращают до минимума расход цельного молока. Для этого используются различные молочные заменители (ЗЦМ), обеспечивающие нормальный рост и развитие телят.

Залогом получения хороших результатов при использовании заменителей молока является строгое соблюдение технологии их разведения и схем выпойки.

Широкое использование ЗЦМ в нашей Республике Беларусь сдерживается тем, что технология их приготовления и нормированной раздачи в условиях «холодного» метода выращивания телят в настоящее время полностью не разработана. Отсутствуют отечественные агрегаты для приготовления и раздачи ЗЦМ.

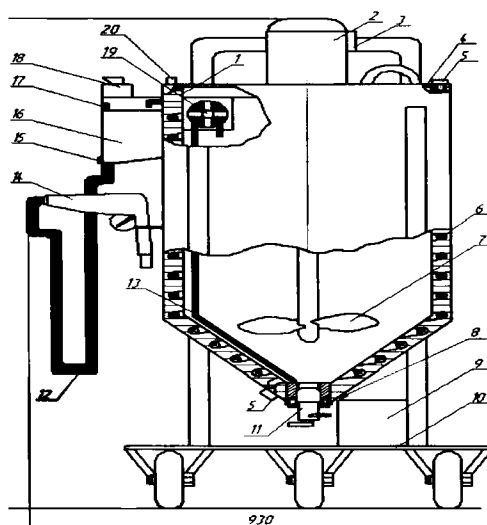
**Анализ последних исследований и публикаций.** Во многих хозяйствах молочную смесь телятница набирает в ведра, на молочной кухне и несет на расстояние 100–200 м в индивидуальные домики, где содержатся телята. Телятница выдает корм телятам по порядку, что в холодное время года приводит к разности температур выдаваемой порции между первым и последним, при температуре ниже 35 °С усваиваемость корма будет дольше, а теленок с полным желудком остается голодный. Человеческий фактор так же вносит свои коррективы при кормлении телят, при норме выдачи 2 л, но телятница может выдать понравившемуся теленку больше корма, что приведет к расстройству желудка, а при меньшей норме приведет к отставанию в развитии и как следствие нарушение пищеварения и снижение привесов, затраты на медикаменты и другие дополнительные расходы.

Использование мобильного кормораздатчика молочных смесей позволяет заменить ручной труд и решить эти недочеты.

В настоящее время в отдельных сельскохозяйственных предприятиях республики в условиях промышленных ферм и комплексов, применяющих современные интенсивные ресурсосберегающие технологии, используют для выпойки телят только зарубежные автоматические установки, которые осуществляют индивидуальное нормированное вскармливание. Из-за дороговизны зарубежных установок в соответствии с постановлением правительства РБ импортозамещения, целесообразно разработать и изготовить в рамках Республики Беларусь собственный мобильный кормораздатчик молочных смесей.

Одним из основных узлов передвижных автоматизированных установок является насос-дозатор, который дозированно и равномерно выдает молочную смесь. Для чего необходим оптимальный подбор его параметров.

**Результаты исследований.** В БГАТУ совместно с РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» разработана передвижная установка для приготовления и раздачи ЗЦМ (рис. 1).[1]



1 – молочный резервуар; 2 – электродвигатель; 3 – разъемы для подключения к сети электродвигателя; 4 – крышка; 5 – разъем для подключения водонагревательного тэна к сети; 6 – водонагревательный тэн; 7 – мешалка; 8 – пробка сливная; 9 – АКБ; 10 – тележка; 11 – сливной кран; 12 – шланг; 13 – трубка; 14 – раздаточный пистолет; 15 – датчик опорожнения; 16 – мерная емкость; 17 – датчик заполнения; 18 – регулятор выдачи корма; 19 – молочный насос; 20 – заливная горловина

Рисунок 1 – Передвижная установка для приготовления и раздачи ЗЦМ

Она включает передвижную трехопорную тележку 10, на которой смонтирован молочный резервуар с крышкой 4 и мешалкой 7, насос-дозатор 19, мер-

ную емкость 16 с молочным шлангом 12 и раздаточным пистолетом 14. Подогрев ЗЦМ осуществляется водонагревательными ТЭНами, установленными снаружи резервуара 1. Привод тележки осуществляется от аккумуляторной батареи, установленной на тележке.

Основным рабочим органом установки является насос-дозатор, который позволяет выдавать за короткое время и с достаточной точностью молочную смесь (ЗЦМ).

Этим требованиям отвечает перистальтический насос, в котором отсутствует соприкосновение молочной смеси с рабочими органами насоса (рис. 2а, 2б):

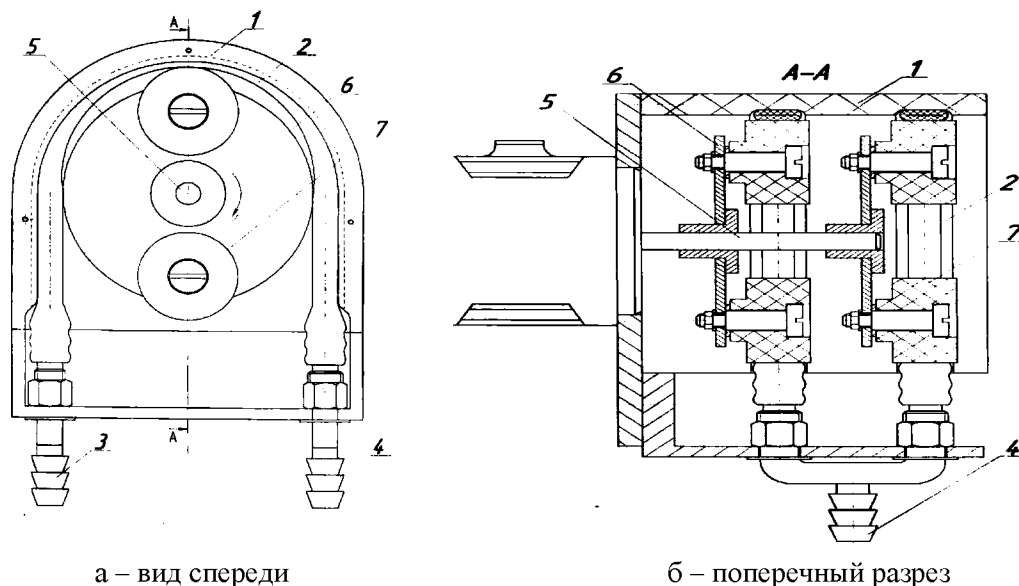


Рисунок 2 – Перистальтический насос

Устройство работает следующим образом.

Привод вала 5, в направлении указанном стрелкой (рис. 2а), осуществляется от электродвигателя 8. На дисках 6, равных количеству шлангов 2, закрепленных на валу 5, закреплены по несколько, свободно вращающихся, прижимных роликов 7. Последовательно пережимая шланги 2, прижимные ролики 7 создают перистальтический эффект, перемещая порции молочной смеси от всасывающего 3 к нагнетательному 4 штуцерам и т.д. в течении всего времени работы насоса. Далее цикл повторяется до того времени, пока требуемый объем молочной смеси не будет перекачен.

Проведены экспериментальные исследования по макетной установке (рис. 3) по которым получены следующие результаты:

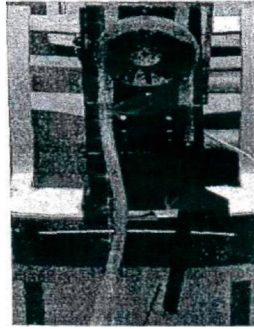
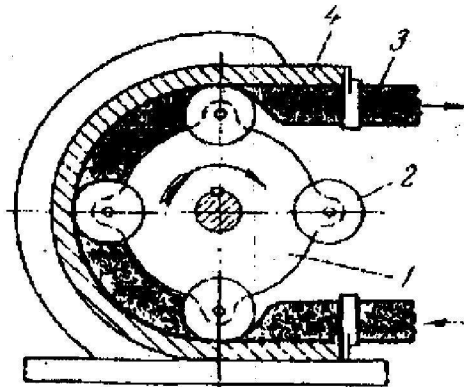


Рисунок 3 – Макетная установка

Основным рабочим органом насоса-дозатора (рис. 4) является ротор 1, представляющий собой металлический диск, на внешней стороне которого размещены вращающиеся прижимные ролики 2 (их может быть два и более). Ротор вращается в подшипниках, установленных в корпусе 4. К этому же корпусу прикрепляется шланг 3 из эластичного материала, к которому с одной стороны подключается всасывающий, а с другой – напорный трубопровод. Перемещение перекачиваемой среды по ходу вращения ротора производится за счет защемления в шланге объемов между роликами [1].



1 – ротор; 2 – вращающиеся прижимные ролики; 3 – шланг; 4 – корпус

Рисунок 4 – Схема шлангового насоса-дозатора

Теоретический расчет производительности шлангового насоса-дозатора определяется по выражению (1) [2]:

$$Q = 47,1 \cdot d^2 \cdot l \cdot n \cdot \eta_0, \quad (1)$$

где  $d$  – внутренний диаметр шланга, м;

$l$  – длина защемленного участка шланга, м;

$n$  – частота вращения ротора,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\eta_0$  – объемный КПД.

Длину защемленного участка шланга определим по выражению (2):

$$l = \pi \cdot D/2, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр ротора, м.

Диаметр ротора принимаем  $D = 0,1 \text{ м} = 1 \text{ дм}$ , подставляем в (2):

$$l = 3,14 \cdot 1/2 = 1,57 \text{ дм}$$

Определим производительность экспериментальным путем, изменяя количество прижимных роликов  $k$  = от 2 до 4, при пятикратном повторении.

На диск в корпусе устанавливаем два прижимных ролика.

Параметры насоса-дозатора: внутренний диаметр шланга  $d = 0,01 \text{ м} = 0,1 \text{ дм}$ , длина защемляемого участка шланга  $l = 1,57 \text{ дм}$ , время  $t = 60 \text{ с}$ , а частота вращения  $n = 1 \text{ с}^{-1}$ .

Экспериментально определяем, выдачу ЗЦМ в литрах, производительность определим по выражению (3), а коэффициент вариации по выражению (4) и вносим полученные данные в таблицу 1.

$$Q = V/t, \quad (3)$$

где  $V$  – объем, л;

$t$  – время, с.

$$m = \frac{\delta}{\bar{x}} * 100\%, \quad (4)$$

где  $\delta$  – среднеквадратичное отклонение;

$\bar{x}$  – средняя величина.

Таблица 1 – Определение производительности при двух роликах

№ испытаний	1	2	3	4	5
t, с	60	60	60	60	60
V, л	3,6	4,2	3,9	3,0	3,3
Q, л/с	0,06	0,07	0,065	0,05	0,055
Коеф. вариации, m %	13,3				

По полученным данным для таблицы 1 –  $\delta = 0,008$ ,  $X = 0,06$ .

После первого эксперимента устанавливаем на диск в корпусе насоса три прижимных ролика. Остальные параметры насоса-дозатора остаются прежними.

Экспериментально определяем, выдачу ЗЦМ в литрах, производительность определим по выражению (3), а коэффициент вариации по выражению (4) и вносим полученные данные в таблицу 2.

Таблица 2 – определение производительности при трех роликах

№ испытаний	1	2	3	4	5
t,с	60	60	60	60	60
V,л	3,84	3,6	3,96	3,48	3,72
Q,л/с	0,064	0,06	0,066	0,058	0,062
Коэф. вариации, m %	4,8				

По полученным данным для таблицы 2 –  $\delta = 0,003$ ,  $X = 0,062$ .

В третьем эксперименте устанавливаем на диск в корпусе насоса четыре прижимных ролика. Остальные параметры насоса-дозатора остаются прежними.

Экспериментально определяем, выдачу ЗЦМ в литрах, производительность определим по выражению (3), а коэффициент вариации по выражению (4) и вносим полученные данные в таблицу 3.

Таблица 3 – определение производительности при четырех роликах

№ испытаний	1	2	3	4	5
t,с	60	60	60	60	60
V,л	3,84	3,72	3,84	3,78	3,66
Q,л/с	0,064	0,062	0,064	0,063	0,061
Коэф. вариации, m %	1,6				

По полученным данным для таблицы 3,  $\delta = 0,001$ ,  $X = 0,063$ .

На основании полученных данных строим графики зависимости: производительности и равномерности выдачи молочной смеси от количества роликов (рис. 5); производительности от внутреннего диаметра шланга (рис. 6); производительности от рабочей длины шланга (рис. 7).

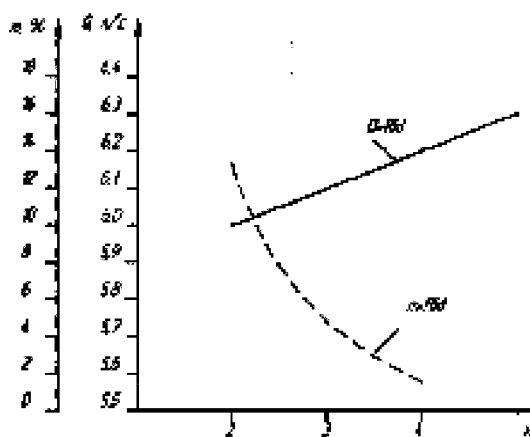


Рисунок 5 – Зависимость производительности и равномерности выдачи молочной смеси от количества роликов

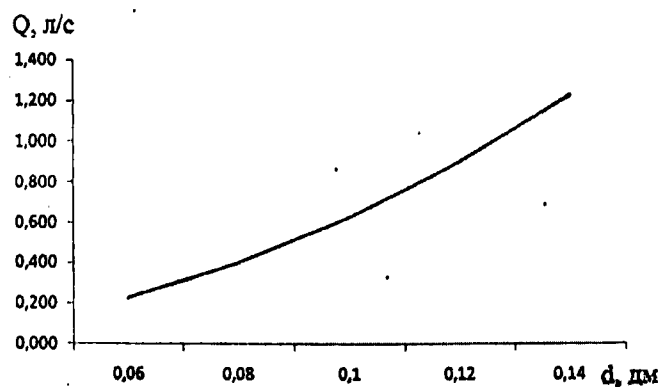


Рисунок 6 – Зависимость производительности  $Q$ , л/с от внутреннего диаметра шланга  $d$ , дм

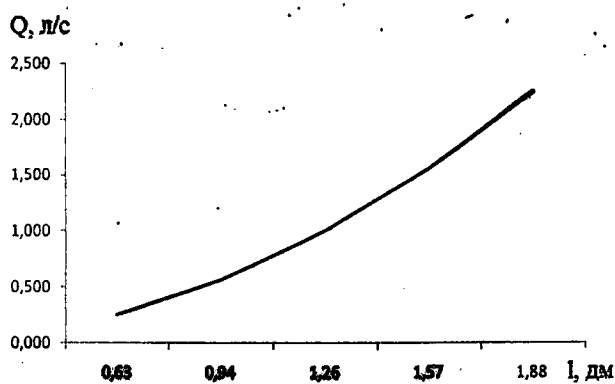


Рисунок 7 – Зависимость производительности  $Q$ , л/с от рабочей длины шланга  $l$ , дм ( $l = \pi D/2$ )

Исходя из полученных экспериментальных и расчетных данных, подбираем параметры шлангового насоса-дозатора в соответствии с зоотехническими требованиями нормы выдачи молочной смеси или ЗЦМ:

- внутренний диаметр шланга 1 дм (0,01 м);
- рабочая длина шланга – 1,57 дм.

Исходя из рабочей длины вытекает, что требуемый диаметр ротора насоса должен составлять 0,11 м, а количество роликов – 4.

Для обеспечения зоотехнических норм выдачи производительность дозирования должна быть в пределах 4-6 л/мин.

### **Вывод**

Проведенные экспериментальные исследования шлангового насоса-дозатора позволяют выбрать оптимальные параметры:  $d$  – внутренний диаметр шланга,  $l$  – длину заземленного участка шланга и  $n$  – частоту вращения ротора.

### **Перечень ссылок**

1. Разработать и изготовить передвижную установку для приготовления и раздачи ЗЦМ / Отчет по НИР (договор № 55/2011.24.11) «Доработать исходные требования и техническое задание по результатам испытаний экспериментального образца установки для приготовления и раздачи ЗЦМ. Провести испытания установки по заданию АН10.09» // УО БГАТУ, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». – Минск, 2011.

2. *Волчков И. И.* Насосы для молока и молочных продуктов (Эксплуатация и наладка оборудования) / И. И. Волчков. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 208 с.

3. *Елисеев М. С.* Обоснование параметров дозатора установки для выпойки телят / М. С. Елисеев, А. Г. Рыбалко, И. И. Елисеев // Техника в сельском хозяйстве, 2005. – № 6. – С. 16–18.

## **JUSTIFICATION OF THE NEED TO MODERNIZE THE MOBILE AUTOMATIC WATERERS**

**Summary.** We describe the structure and working principle, experimental studies peristaltic dosing pump.