

# **ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ДОЗАТОРОВ КОРМОВ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"

# ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ДОЗАТОРОВ КОРМОВ

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов 4 курса специальностей 110301, 110302, 110304  
всех форм обучения



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2007

УДК 636.083(075)  
ББК П072.9я73-5  
В261

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент  
*И.Н. Акулинин*

Кандидат технических наук,  
*А.В. Анашкин*

Составители:

*С.М. Ведищев,*  
*А.В. Прохоров,*  
*А.В. Брусенков*

В261 Изучение объемных дозаторов кормов : метод. указания / сост. : С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.В. Брусенков. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 24 с. – 100 экз.

Даны методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплинам "Механизация и технология животноводства", "Машины и оборудование для животноводства", "Технологии и технические средства в сельском хозяйстве" (раздел "Механизация приготовления кормов") для студентов специальностей 110301, 110302, 110304 всех форм обучения.

УДК 636.083(075)  
ББК П072.9я73-5

© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный  
технический университет" (ТГТУ), 2007

Учебное издание

# ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ДОЗАТОРОВ КОРМОВ

Методические указания

Составители:

ВЕДИЩЕВ Сергей Михайлович,  
ПРОХОРОВ Алексей Владимирович,  
БРУСЕНКОВ Алексей Владимирович

Редактор Е.С. Мордасова  
Компьютерное макетирование Е.В. Кораблевой

Подписано в печать 08.08.2007.

Формат 60 × 84/16. 1,4 усл. печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 502

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОЗИРОВАНИИ КОРМОВ

Дозирование – это процесс отмеривания заданного количества материала с требуемой точностью. Степень точности определяется зоотехническими и технологическими требованиями, а также обосновываются экономическими соображениями.

Известны два способа дозирования материалов – по объему и по массе (рис. 1). Наибольшее распространение получил способ дозирования по объему, как наиболее простой, надежный и удовлетворяющий зоотехническим требованиям.

По характеру протекания процесса дозирования может быть порционным и непрерывным. Устройства, предназначенные для отмеривания и выдачи заданной дозы материала, называются дозаторами. В соответствии с принятым способом дозирования дозаторы подразделяются на объемные и массовые, а по характеру протекания процесса – на порционные и непрерывного действия.

По назначению дозаторы изготавливают для сыпучих кормов, полужидких, рассыпных и жидких кормов. По типу рабочих органов дозаторы подразделяются на барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные, плунжерные, грейдерные, платформенные, вибрационные, штифтовые, секторные, шиберные.

Регулирование подачи в дозаторах может обеспечиваться изменением частоты вращения рабочего органа, длины или объема мерной емкости рабочего органа, количества мерных емкостей, длительности дозирования, поперечного сечения слоя корма, скорости движения кормоносителя, смещением противовеса, положением уровнемера и комбинированием нескольких методов. В частности, шнековые дозаторы регулируются следующими способами: в зоне загрузки (величина открытия шиберной заслонки, изменение захватывающей способности шнека в зоне загрузки), частотой вращения, и в зоне выгрузки (величина открытия шиберной заслонки, перекрывающей выгрузное окно).

Дозаторы любого типа должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать выдачу заданного количества материала (дозы) с отклонением от заданной точности дозирования не выше допустимого. При этом в зависимости от заданных условий доза может быть выдана без регламентации времени, за минимальное время и за строго определенный промежуток времени. Кроме того, дозирующие устройства должны иметь возможность регулирования дозы в заданных пределах и взятия проб для контроля точности дозирования и производительности.

Рабочая зона дозатора должна быть легкодоступна для очистки его от остатков корма. Конструкция рабочих органов должна учитывать физико-механические свойства кормов.

*Рис. 1. Схема классификации дозаторов*

Качество дозирования проводится по таким параметрам, как технологический допуск, абсолютная погрешность дозирования, коэффициент вариации.

Точность дозирования любым типом дозатора обуславливается зоотехническими требованиями и ограничивается технологическим допуском [1, 3]

$$\Delta_T = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{cp}}},$$

где  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$ ,  $Q_{\text{cp}}$  – максимальный, минимальный и средний расход (производительность) дозатора, кг/с или м<sup>3</sup>/с (при работе на одну и ту же установленную дозу).

Для различных материалов технологический допуск различен. Например, при дозировании стебельчатых кормов он может быть принят  $\Delta_T = 0,1$ . При дозировании кормов необходимо, чтобы максимальная относительная погрешность дозирования не превышала технологического допуска [1, 3]

$$\frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{cp}}} \leq \Delta_{\max} \leq \Delta_T.$$

Средняя абсолютная погрешность дозирования определяется по формуле [1, 3]

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_p)}{n},$$

где  $Q_i$  – действительный расход;  $Q_p$  – расчетный или заданный расход;  $n$  – количество измерений.

Оценочным показателем относительной погрешности служит коэффициент вариации [1, 3]

$$v = \frac{100}{Q_{\text{cp}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{\text{cp}})^2}{n-1}}.$$

### Лабораторная работа 1

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ТАРЕЛЬЧАТОГО ДОЗАТОРА КОРМОВ

**Цель работы:** Знакомство с тарельчатым дозатором кормов, теоретическое и экспериментальное определение производительности и мощности на его привод.

**Задание:** 1. Ознакомиться с устройством, работой и основными техническими характеристиками тарельчатых дозаторов кормов (ДТ, ДДТ, МТД, ДТК-1).

2. Изучить тарельчатый дозатор ДТК-1.

3. Определить теоретические подачу и мощность на привод тарельчатого дозатора типа ДТК-1.
4. Экспериментально определить действительные подачу и мощность на привод тарельчатого дозатора ДТК-1 при различных положениях подвижного цилиндра.

### Методические указания

Перед выполнением лабораторной работы студент, пользуясь литературой [1, 2, 6] и данными методическими указаниями, должен изучить устройство и принцип работы тарельчатых дозаторов (рис. 2), а также ознакомиться с техникой безопасности при работе с данным оборудованием. Дать оценку данным дозаторам с точки зрения их подготовленности к автоматическому изменению нормы выдачи кормов.

Схема тарельчатого дозатора ДТК-1 представлена на рис. 3. Дозатор состоит из корпуса 2, закрепленных на валу червячного редуктора тарели 3 и побудителя, установленного над ним подвижного цилиндра 4 с регулировочной гайкой с рукояткой, поворотом которой изменяется зазор между цилиндром и тарелью. Для приема корма на корпус установлен бункер, а для сброса корма с тарели в самотечную трубу на ней установлен нож. Привод дозатора осуществляется от электродвигателя.

Работает дозатор следующим образом. Из приемного бункера компоненты поступают в цилиндр, высыпаясь на тарель, а затем за каждый оборот с нее снимается с помощью ножа определенная порция материала, расположенная на тарели в виде кольца треугольного сечения, (рис. 3) и сбрасывается в самотечную трубу.

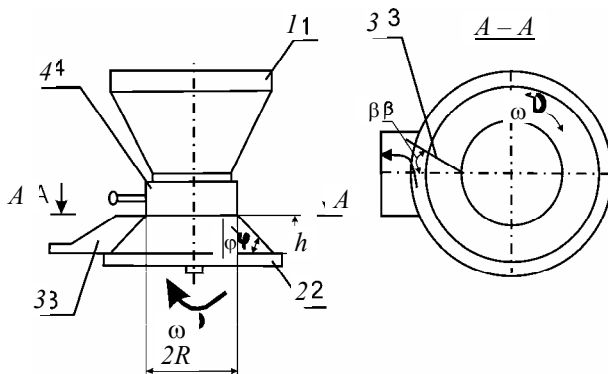


Рис. 2. Расчетная схема тарельчатого дозатора:

- 1 – корпус; 2 – тарель; 3 – нож; 4 – цилиндр; 5 – бункер; 6 – регулировочная гайка;  
7 – рукоятка; 8 – побудитель; 9 – самотечная труба; 10 – привод дозатора

∅ 110

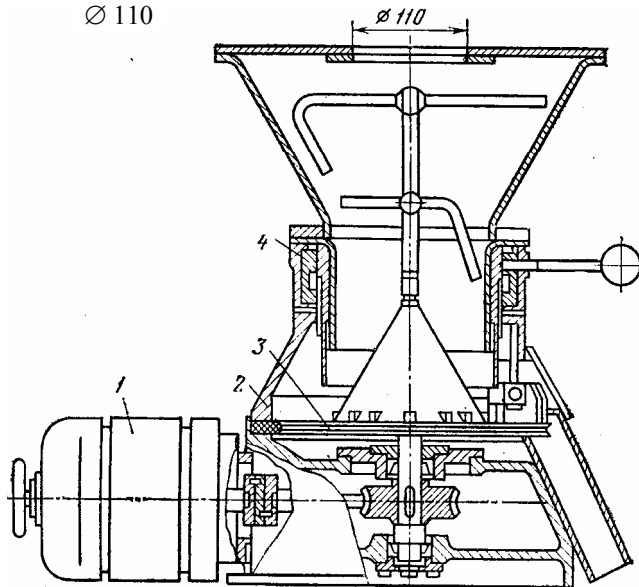


Рис. 3. Схема тарельчатых дозаторов:

- 1 – электродвигатель; 2 – корпус; 3 – тарель;  
4 – цилиндр с подъемным устройством электродвигателя

В состав лабораторной установки входят: тарельчатый дозатор ДТК-1, весы, ваттметр, сыпучий материал, плакаты. Теоретическая производительность дозатора [1, 2, 6] определяется по формуле

$$Q_{Th_a} = h_i^2 n \rho \left[ R + \left( \frac{h_i}{3 \operatorname{tg} \alpha_0} \right) \right] / 2 \operatorname{tg} \alpha_0,$$

где  $h_i$  –  $i$ -я высота подъема цилиндра над тарелью, м;  $n$  – частота вращения тарели,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\rho$  – объемная масса дозируемого материала,  $\text{кг/м}^3$ ;  $R$  – внутренний радиус цилиндра, м ( $R = 140$  мм);  $\alpha_0$  – угол естественного откоса дозируемого материала.

Мощность на привод дозатора определяется из соотношения [1, 2, 6]

$$N = h_i^2 \rho g f \omega R \pi \left[ R + \left( \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha_0} \right) \right] (1 + \cos \beta / 2) \frac{k_2}{\operatorname{tg} \alpha_0},$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения тарели,  $c^{-1}$ ;  $\beta$  – угол установки скребка (замерить на установке);  $f$  – коэффициента трения материала скребок;  
 $k_2$  – коэффициент, учитывающий другие сопротивления ( $k_2 = 1,5 \dots 2,0$ ).

## Лабораторная работа 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГРАВИТАЦИОННОГО ДОЗАТОРА КОРМОВ

**Цель работы:** Знакомство с гравитационными дозаторами, теоретическое и экспериментальное определение подачи и точности дозирования.

**Задание:** 1. Ознакомиться с устройством, работой и основными техническими характеристиками гравитационных дозаторов кормов (ДК-10, БСК-10).

2. Изучить гравитационный дозатор.

3. Определить теоретическую подачу и точность дозирования.

4. Экспериментально определить действительные подачу и точность дозирования при различных положениях шиберной заслонки.

#### Методические указания

Перед выполнением лабораторной работы студент, пользуясь [1, 4] и данными методическими указаниями, должен изучить устройство и принцип работы объемных дозаторов, а также ознакомиться с техникой безопасности при работе с данным оборудованием. Дать оценку данным дозаторов с точки зрения их подготовленности к автоматическому изменению нормы выдачи кормов.

#### УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДОЗАТОРА ДК-10

Объемный секторный дозатор концентрированных кормов ДК-10 предназначен для накопления и дозированной выдачи их в поточную линию приготовления кормовых смесей (рис. 4). В загрузочной горловине бункера установлена сетка для отвода посторонних примесей, а также датчики верхнего и нижнего уровней.

В поддоне бункера расположена прутковая ворошилка. Она приводится в действие от электродвигателя через редуктор. Нижняя часть поддона может закрываться двумя заслонками. Перекрывающая заслонка открывается с помощью электромагнита в том случае, если дозатор включен в работу, а закрывается посредством пружины, когда дозатор отключен. Для регулирования нормы выдачи корма служат шкала с рукояткой и исполнительный механизм, который соединен тягой с дозирующей заслонкой. Норму выдачи корма контролируют с помощью дистанционного указателя положения регулировочной заслонки.

Концентрированный корм подается в загрузочную горловину дозатора и, пройдя через сетку, накапливается в бункере. Крупные инородные предметы задерживаются на сетке и периодически удаляются из нее. Заполнение бункера регулируется датчиками

нижнего

и

верхнего

уровней,

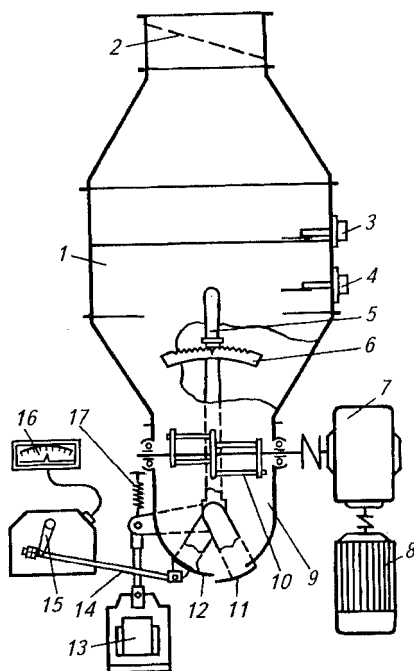
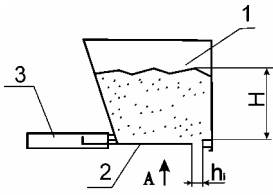


Рис. 4. Схема секторного дозатора ДК-10:

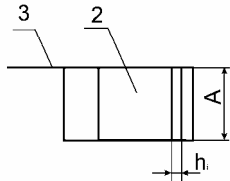
- 1 – БУНКЕР; 2 – СЕТКА; 3 и 4 – ДАТЧИКИ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО УРОВНЕЙ; 5 – РУКОЯТКА;  
6 – ШКАЛА ВЫДАЧИ КОРМА; 7 – РЕДУКТОР; 8 – ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ; 9 – ПОДДОН;  
10 – ПРУТКОВАЯ ВОРОШИЛКА; 11 и 12 – ПЕРЕКРЫВАЮЩАЯ И ДОЗИРУЮЩАЯ ЗАСЛОНКИ;  
13 – ЭЛЕКТРОМАГНИТ; 14 – ТЯГА; 15 – ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ;  
16 – ДИСТАНЦИОННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАСЛОНКИ; 17 – ПРУЖИНА

благодаря чему обеспечивается своевременная загрузка его концентрированным кормом.

РИС. 5. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА  
ГРАВИТАЦИОННОГО ДОЗАТОРА:



Вид А



При включении дозатора для выдачи корма одновременно включаются в работу ворошилка и электромагнит, который отводит в сторону перекрывающую заслонку. Масса корма, перемешиваясь ворошилкой, выдается через щель, которая образуется между заслонками. Ширину щели,  $a$ , следовательно, и производительность дозатора изменяют с помощью шкалы выдачи корма и рукоятки. При выключении дозатора отключается привод ворошилки и электромагнит, в результате чего за счет действия пружины закрывается щель и корм прекращает выдаваться.

Норма выдачи корма в этом дозаторе регулируется шириной щели между перекрывающей и дозирующей заслонкой.

Производительность гравитационных дозаторов [3, 4] определяется по формуле

$$Q = Fv_{\text{ист}}\rho,$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения отверстия, через которое происходит истечение материала;  $v_{\text{ист}}$  – скорость истечения материала.

Для определения теоретической скорости истечения материала необходимо рассчитать гидравлический радиус отверстия с учетом характерного размера частиц и критический радиус.

Гидравлический радиус истечения определяется по формуле [3, 4]

$$R = \frac{F}{P},$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения с учетом характерных частиц ( $F = (A - a')(h_i - a')$  – для прямоугольного отверстия, где  $A$  – ширина отверстия;  $h_i$  – длина отверстия;  $a'$  – размер характерных частиц (взять данные у преподавателя));  $P$  – периметр отверстия ( $P = 2(A + h_i - 2a')$  – для прямоугольного отверстия) (рис. 5).

Критический радиус истечения определяется [3, 4]

$$R_{\text{кр}} = \frac{\tau_0}{\rho} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right),$$

где  $\tau_0$  – начальное сопротивление сдвигу;  $\rho$  – плотность материала;  $\varphi$  – угол внутреннего трения.

При  $R \geq R_{\text{кр}}$  скорость истечения определяется по формуле [3, 4]

$$v_{\text{ист}} = \lambda \sqrt{2g \left( 1,6R - \frac{\tau_0}{\rho} \right)},$$

где  $\lambda$  – коэффициент истечения материала

При нормальном истечении и условии, что  $R < R_{\text{кр}}$  скорость истечения определяется по формуле

$$v_{\text{ист}} = \lambda \sqrt{2g \left( 2,1R - \frac{3,4\tau_0}{\rho} \right)}.$$

### Лабораторная работа 3

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СКРЕБКОВОГО ДОЗАТОРА КОРМОВ



**Цель работы:** Знакомство со скребковыми дозаторами, теоретическое и экспериментальное определение подачи и мощности на привод.

**Задание:** 1. Ознакомиться с устройством, работой и основными техническими характеристиками скребковых дозаторов кормов.

2. Изучить скребковый дозатор.

3. Определить теоретическую подачу и мощность на привод.

4. Экспериментально определить действительные подачу и мощность на привод при различных положениях подвижной секции.

### Методические указания

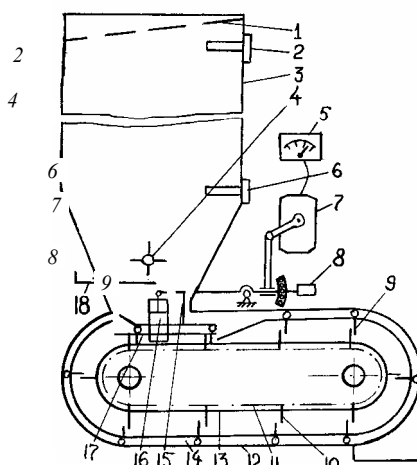
Перед выполнением лабораторной работы студент, пользуясь [1, 2, 6] и данными методическими указаниями, должен изучить устройство и принцип работы скребковых дозаторов, а также ознакомиться с техникой безопасности при работе с данным оборудованием. Дать оценку данным дозаторам с точки зрения их подготовленности к автоматическому изменению нормы выдачи кормов.

Дозатор состоит из бункера 3 (рис. 6), внутри которого располагаются датчики верхнего 2 и нижнего 6 уровней кормов, сетка 1 и ворошитель 4. Под выгрузным окном бункера, за шиберной заслонкой 18, закреплен кожух 12, внутри которого расположен скребковый транспортер, состоящий из приводной цепи 11, к которой крепятся скребки 10 с подвижными пластинами 9, размещенными в направляющих пазах скребков и лента 13.

Подвижные пластины имеют выступы, которые вставляются в замкнутые направляющие 14, расположенные на боковых стенках кожуха. Каждая замкнутая направляющая в зоне загрузки выполнена в виде подвижной перпендикулярно скребковому транспортеру и с расширенной входной частью секции 17, жестко связанной с отсекающей заслонкой 15, а через окно и с ползуном 16.

Перемещение ползуна 16 относительно окна осуществляется в направляющих вручную рычагом 8, кинематически связанным с ползуном тягами и фиксируемом в заданном положении на секторе. В автоматическом режиме ползун перемещается посредством исполнительного механизма 7 с выводом показаний подачи на дистанционном указателе положения 5.

Дозатор работает следующим образом. В бункер 3 через загрузочную горловину подают комбикорм, при этом происходит просеивание его через



**Рис. 6. Схема скребкового дозатора:**

1 – сетка; 2 – датчик верхнего уровня; 3 – бункер; 4 – ворошитель;

5 – дистанционный указатель положений; 6 – нижний датчик уровня;

7 – исполнительный механизм; 8 – рычаг; 9 – подвижные пластины; 10 – скребки; 11 – приводная цепь; 12 – кожух; 13 – лента; 14 – замкнутые направляющие;

15 – отсекающая заслонка; 16 – ползун; 17 – подвижная секция;

18 – шиберная заслонка

сетку 1. Загрузка заканчивается при срабатывании датчика верхнего уровня 2, установленного на расстоянии 25 см от верхнего края бункера.

В нужное время открывают заслонку 18, включают ворошилку 4, скребковый транспортер, в результате чего комбикорм захватывается скребками и равномерно подается на выдачу.

Для изменения подачи оператор фиксирует рычаг 8 на секторе в заданном положении и через тяги перемещает в вертикальной плоскости ползун 16, а вместе с ним подвижную секцию 17 замкнутой направляющей 14 и отсекающую заслонку 15. Подвижные пластины 9 скребков 10 в зоне загрузки своими выступами входят в расширенную часть подвижной секции и изменяют общую высоту скребков. Излишки корма над скребками счищаются отсекающей заслонкой 15. При дальнейшем движении выступы подвижных лопаток находят на наклонную часть основных направляющих и скребки принимают максимальную высоту, что исключает переваливание корма через скребки во время движения транспортера. Время выдачи комбикорма определяется режимом работы кормоцепа и устанавливается на программном реле времени.

Производительность определяется по формуле [2, 4, 6]

$$Q = Bh_i v_{скр},$$

где  $v_{скр}$  – скорость перемещения скребка;  $h_i$  – высота скребка;  $B$  – ширина скребка.

Сила сцепления (трения), возникающая при этом, определяется по формуле

$$P_{\text{сц}} = f_{\text{сц}} F_{\text{г}} p,$$

где  $f_{\text{сц}}$  – коэффициент внутреннего трения;  $F_{\text{г}}$  – площадь загрузочного окна;  $p$  – давление корма на поверхность барабана.

Мощность на привод определяется по формуле

$$N = (P_{\text{сц}} k_1 + P_{\text{тр}}) v k_{\text{хх}},$$

где  $k_1$  – коэффициент, учитывающий затраты энергии на возможное измельчение кормов при заклинивании его между скребком и кромкой горловины (для кусковых материалов  $k_1 = 2$ );  $v$  – скорость перемещения скребков;  $k_{\text{хх}}$  – коэффициент.

#### Лабораторная работа 4

### ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ДОЗАТОРА "ШНЕК В ШНЕКЕ"

*Цель работы:* Знакомство со шнековыми дозаторами, теоретическое и экспериментальное определение подачи и мощности на привод.

*Задание:* 1. Ознакомиться с устройством, работой и основными техническими характеристиками шнековых дозаторов кормов.

2. Изучить шнековый дозатор.

3. Определить теоретическую подачу и мощность на привод.

4. Экспериментально определить действительные подачу и мощность на привод при различных положениях шиберной заслонки и частоты вращения шнеков.

#### Методические указания

Перед выполнением лабораторной работы студент, пользуясь [1, 2, 4] и данными методическими указаниями, должен изучить устройство и принцип работы шнековых дозаторов, а также ознакомиться с техникой безопасности при работе с данным оборудованием. Дать оценку данным дозаторов с точки зрения их подготовленности к автоматическому изменению нормы выдачи кормов.

Дозатор (рис. 7) состоит из бункера 8 с отсекающей заслонкой 7 и раздающим шнеком 3, загрузочная и выгрузная части которого соединены каналом обратного хода, в котором установлен дополнительный шнек 4. Выгрузное отверстие раздающего шнека перекрыто заслонкой 5.

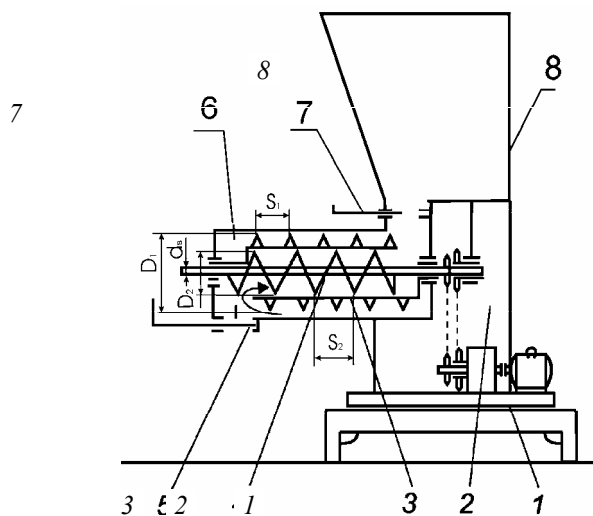


Рис. 7. Схема дозатора "шнек в шнеке":

1 – рама привода; 2 – привод шнеков дозатора; 3 – шнек;  
4 – канал обратного хода в виде шнека; 5 – перекрывающая заслонка;  
6 – кожух шнека; 7 – отсекающая заслонка; 8 – бункер

Дозатор работает следующим образом. Корм из бункера 8 поступает на загрузочную часть шнека 3 через приоткрытую отсекающую заслонку 7. Затем транспортируется к зоне выгрузки шнеком 3 и часть корма, заданная при помощи перекрывающей заслонки 5 дозатора, выдается на следующий этап технологической линии. Излишки корма в зоне выгрузного окна захватываются шнеком 4 и транспортируются в зону загрузочного окна. Производительность шнеков подобрана таким образом, что при полностью открытой отсекающей заслонке 7 и закрытой перекрывающей 5, производительности шнеков 3 и 4 равны.

Дозатор позволяет автоматизировать процесс дифференцированной выдачи различных по консистенции кормов и обеспечить непрерывную работу привода дозатора. Это происходит за счет расположения канала обратного хода внутри раздающего шнека, который выполнен в виде шнека. Выгрузное отверстие раздающего шнека перекрывается заслонкой принудительным возвратом пружины в исходное положение, что позволяет обеспечить принудительное циркулирование корма при постоянно работающих шнеках, равномерно заполнять межвитковое пространство раздающего шнека, исключить напрессовку, увеличить точность дозирования, особенно на сухих рассыпных кормах.

Для нормальной работы дозатора необходимо, чтобы выполнялось условие

$$Q_1 = 0,25\pi[(D_1 + 2\delta)^2 - D_2^2]n_1S_1\rho \leq Q_2 = 0,25\pi[(D_2 + 2\delta)^2 - d^2]n_2S_2\rho,$$

где  $Q_1$  – производительность внешнего шнека;  $Q_2$  – производительность внутреннего шнека;  $D_1, D_2$  – внешний диаметр шнека внешнего и внутреннего соответственно, м;  $\delta$  – зазор между кожухом и шнеком, м;  $d$  – диаметр вала внутреннего шнека (для расчетов принять диаметр вала внешнего шнека равным внешнему диаметру внутреннего шнека), м;  $n_1, n_2$  – частота вращения внешнего и внутреннего шнеков соответственно, об/мин;  $S_1, S_2$  – шаг винтовой навивки внешнего и внутреннего шнеков соответственно, м.

Производительность дозатора определяется из соотношения

$$Q = Fv_{\text{ист}}\rho,$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения отверстия, через которое происходит истечение материала;  $v_{\text{ист}}$  – скорость истечения материала.

Определить скорость истечения по формуле

$$v_{\text{ист}} = \frac{Q_d}{F\rho} = \frac{Q_d}{Ah_i\rho},$$

где  $Q_d$  – действительная производительность дозатора.

Максимальная мощность на привод определяется по формуле

$$N = \frac{10^4 Lk\pi\rho}{4\eta} \left( \left( (D_1 + 2\delta)^2 - D_2^2 \right) n_1 S_1 + \left( (D_2 + 2\delta)^2 - d^2 \right) n_2 S_2 \right),$$

где  $D_1$  – диаметр внешнего шнека;  $D_2$  – диаметр внутреннего шнека;  $d$  – диаметр вала шнека;  $n_1, n_2$  – частота вращения внешнего и внутреннего шнека соответственно;  $S_1, S_2$  – шаг винтовой навивки внешнего и внутреннего шнека соответственно;  $L$  – длина шнека;  $k$  – коэффициент, учитывающий сопротивление перемещению корма в корпусе дозатора ( $k = 1,5 \dots 3$ );  $\eta$  – КПД привода дозатора.

## Лабораторная работа 5

### Устройство и принцип работы барабанного дозатора

*Цель работы:* Знакомство с барабанными дозаторами, теоретическое и экспериментальное определение подачи и мощности на привод.

*Задание:* 1. Ознакомиться с устройством, работой и основными техническими характеристиками барабанных дозаторов кормов.

2. Изучить барабанные дозаторы кормов дозатор.

3. Определить теоретическую подачу и мощность на привод.

4. Экспериментально определить действительные подачу и мощность на привод при различных положениях шиберной заслонки и частоты вращения шнеков.

### Методические указания

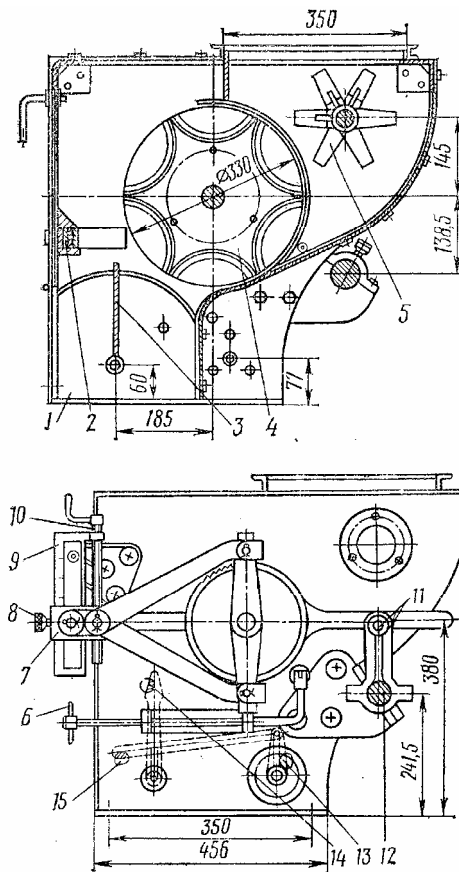
Перед выполнением лабораторной работы студент пользуясь [1, 2, 6] и данными методическими указаниями должен изучить устройство и принцип работы объемных дозаторов, а также ознакомиться с техникой безопасности при работе с данным оборудованием. Дать оценку данным дозаторов с точки зрения их подготовленности к автоматическому изменению нормы выдачи кормов.

Барабанный дозатор ДП-1 (рис. 8) предназначен для дозирования сыпучих продуктов. Состоит из стального корпуса 1 с установленным внутри на валу ячеистым барабаном 4, разделенным дисками на шесть секций. Секции смещены одна относительно другой по винтовой линии, что позволяет непрерывно и более равномерно подавать компоненты.

В зависимости от физико-механических свойств дозируемых компонентов применяют специальные диски для дозирования зерновых, мучнистых, трудносыпучих компонентов и для обогатительных добавок, входящих в рецепты в небольшом количестве. Над барабаном установлен скребок для выравнивания продукта. Побудитель 6 в приемной части дозатора состоит из вала, лопастей и звездочки. К приемному патрубку с фланцами в верхней части корпуса крепят самотечную трубу. Перекидной клапан 3 в нижней части дозатора служит для отвода компонентов при отборе проб. На выходной части корпуса дозатора встроено магнитное ограждение. Привод смонтирован на боковой стенке корпуса. На валу 12 прикреплен приводной рычаг, качающийся по дуге. На палец этого рычага установлен второй рычаг, который другим концом шарнирно соединен с кулисой регулятора. Вдоль нее может скользить передвигаемый винтом 10 ползун, положение которого устанавливают по шкале, укрепленной на кулисе.

Палец ползуна и два шатуна шарнирно связаны с двумя серьгами, на оси которых надеты собачки. Последние входят в зацепление с зубьями храпового колеса, закрепленного на валу барабана. Каждая серьга имеет по две собачки, смещенные на полшага зубьев храпового колеса, что повышает равномерность вращения барабана и позволяет обеспечить большую точность дозирования.

Дозатор работает следующим образом. Рычаг привода 11 передает колебательное движение кулисе, которая при помощи шатуна начинает качать обе серьги. При отклонении ведомого звена влево верхние собачки поворачивают храповое колесо, а вместе с ним ячеистый барабан против часовой стрелки. При отклонении звена вправо нижние собачки поворачивают храповое колесо в том же направлении. Таким образом, при качании



**Рис. 8. Схема барабанного дозатора:**

1 – корпус; 2 – магнитная гребенка; 3 – перекидной клапан; 4 – ячеистый барабан; 5 – побудитель; 6 – отводка; 7 – ползун; 8, 10 – винты; 9 – регулятор; 11 – привод; 12 – приводной вал; 14 – рукоятка; 15 – тяга

рычага 11 влево и вправо ячеистый барабан дважды поворачивается на определенный угол.

При вращении винта 10 ползун перемещается вдоль кулисы. Количество продукта, подаваемого дозатором в единицу времени, зависит от угла поворота барабана. Чем ниже смещен ползун вдоль кулисы, тем больше зубьев храпового колеса захватывает собачка, тем больше угол поворота барабана и производительность дозатора.

Продукт поступает в приемную часть дозатора, где при помощи побудителя равномерно заполняет ячейки вращающегося барабана, затем высыпается из них, проходит магнитное ограждение и выводится из дозатора. Частота вращения барабана  $0,5 \dots 0,7 \text{ с}^{-1}$ .

Производительность барабанного дозатора определяется по формуле [1, 2, 3]

$$Q = V_{\text{я}} z n \rho \varphi,$$

где  $V_{\text{я}}$  – объем ячейки;  $z$  – количество ячеек;  $n$  – частота вращения барабана;  $\rho$  – плотность материала;  $\varphi$  – коэффициент заполнения ячеек.

Мощность на привод барабана дозатора определяется внутренним сцеплением частиц корма, захватываемых дозатором и остающихся в бункере. Сила сцепления (трения), возникающая при этом определяется по формуле

$$P_{\text{сц}} = f_{\text{сц}} F_{\text{г}} p,$$

где  $f_{\text{сц}}$  – коэффициент внутреннего трения;  $F_{\text{г}}$  – площадь горловины над барабаном;  $p$  – давление корма на поверхность барабана.

Силу трения материала о внутреннюю поверхность барабана определяем из соотношения

$$P_{\text{тр}} = \Delta G f_1 = \Delta m f_1,$$

где  $\Delta m$  – часть массы материала, находящегося в желобках и оказывающего давление на стенку барабана, зависит от конструкции и размера желобков;  $f_1$  – коэффициент трения материала о стенку барабана.

В барабанном дозаторе половина желобков загружена, а вторая половина пустая. Масса материала, находящаяся в барабане, способствует его вращению. Центр тяжести приложенных масс находится приблизительно на расстоянии  $2/3 R_6$  от центра вращения.

Мощность на валу барабанного дозатора определяем из выражения

$$N = (P_{\text{сц}} k_1 + P_{\text{тр}}) \omega R_6 - \frac{mg}{3} R_6 \omega,$$

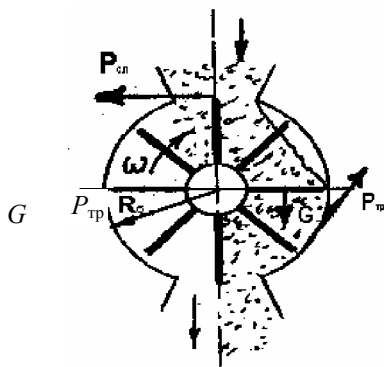


Рис. 9. Расчетная схема барабанного дозатора

где  $k_1$  – коэффициент, учитывающий затраты энергии на возможное измельчение кормов при заклинивании его между лопастью и кромкой горловины (для кусковых материалов  $k_1 = 2$ );  $m$  – масса материала, находящегося в барабане;  $\omega$  – угловая скорость вращения барабана;  $R_б$  – радиус барабана.

## Лабораторная работа 6

### ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА

**Цель работы:** Знакомство со шнековыми дозаторами, теоретическое и экспериментальное определение подачи и мощности на привод.

**Задание:** 1. Ознакомиться с устройством, работой и основными техническими характеристиками шнековых дозаторов кормов [1, 3, 4, 5].

2. Изучить шнековый дозатор.

3. Определить теоретическую подачу и мощность на привод.

4. Экспериментально определить действительные подачу и мощность на привод при различных положениях шиберной заслонки и частоты вращения шнеков.

#### Методические указания

Перед выполнением лабораторной работы студент, пользуясь [1, 3, 4, 5] и данными методическими указаниями, должен изучить устройство и принцип работы шнековых дозаторов, а также ознакомиться с техникой безопасности при работе с данным оборудованием. Дать оценку данным дозаторам с точки зрения их подготовленности к автоматическому изменению нормы выдачи кормов.

#### Устройство и принцип работы шнекового дозатора

Шнековые дозаторы применяют для подачи зернистых, мелкокусковых, порошкообразных и связанных материалов в тех случаях, когда некоторое доизмельчение дозируемого продукта не имеет практического значения. Они могут работать в горизонтальном и наклонном положениях. Отличаются постоянством подачи и надежностью.

Экспериментальная установка шнекового дозатора (рис. 10) состоит из ленточного транспортера 1, привода ленточного транспортера 7, дозатора, привода дозатора 5, частотного преобразователя 4.

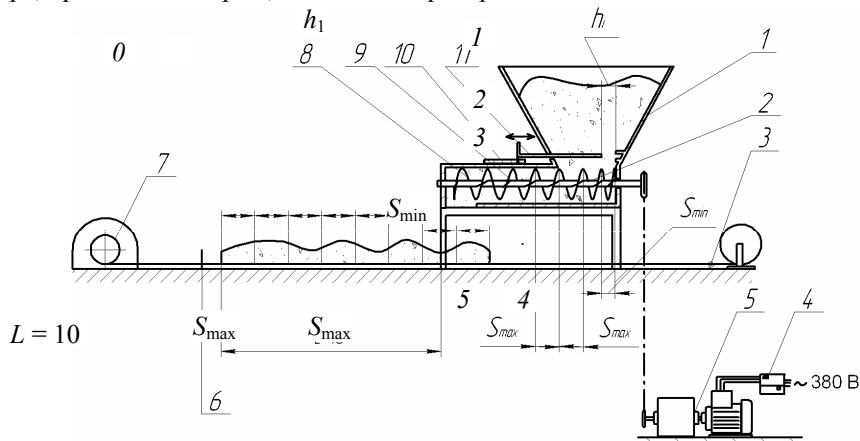


Рис. 10. Схема экспериментальной установки шнекового дозатора:

- 1 – бункер; 2 – шнек с переменным шагом винтовой навивки в зоне загрузки;
- 3 – ленточный транспортер; 4 – частотный преобразователь; 5 – привод дозатора;
- 6 – автоматический выключатель; 7 – привод ленточного транспортера;
- 8 – шнек в зоне выгрузки с постоянным шагом; 9 – шкала; 10 – заслонка

Дозатор состоит из шнека (загрузочная часть шнека 2 и транспортирующая часть шнека 9), расположенного в кожухе, который сообщен с бункером 1 через загрузочное окно. Загрузочная часть шнека 2 выполнена с увеличивающимся в сторону выгрузного окна шагом. Причем навивка шнека в зоне загрузочного окна выполнена длиной, равной длине этого окна. В зоне загрузочного окна установлена подвижная заслонка, с возможностью перемещения вдоль оси шнека в сторону выгрузного окна. Заслонка 11 связана с механизмом регулировки дозы, состоящим из стрелки-указателя и шкалы 10. Привод 5 шнека осуществляется при помощи электродвигателя и редуктора.

Дозатор работает следующим образом.

В начале при помощи заслонки 11, стрелки-указателя и шкалы 10 устанавливается заданная доза корма. При этом заслонка 11 открывается на соответствующую величину, тем самым изменяя захватывающую способность шнека в зоне загрузочного окна, путем открытия необходимой длины загрузочной части шнека. В результате корм поступает через загрузочное окно из бункера 1 на загрузочный участок шнека 2 и транспортируется при помощи шнека к выгрузному окну. При кратковременном прекращении выдачи корма заслонка перемещается в крайнее правое положение.

Производительность данного дозатора определяется [1, 2]

$$Q = 0,25\pi[(D + 2\delta)^2 - d^2] nS_i\gamma,$$

где  $D$  – диаметр шнека, м;  $\delta$  – зазор между кожухом и шнеком, м;  $d$  – диаметр вала шнека, м;  $n$  – частота вращения шнека, об/мин;  $S_i$  – шаг навивки шнека, м (изменение шага навивки происходит в пределах от  $S_{\min}$  до  $S_{\max}$ , причем максимальное значение шага навивки совпадает с шагам навивки шнека в зоне транспортирования и выгрузки).

Мощность дозатора определяется по формуле [1, 2]

$$N = 10^4 \left( \frac{Q_c L k}{\eta} \right),$$

где  $Q_c$  – секундная производительность дозатора;  $L$  – длина шнека;  $k$  – коэффициент, учитывающий сопротивление перемещению корма в корпусе дозатора ( $k = 1,5 \dots 3$ );  $\eta$  – КПД привода дозатора.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить инструкцию по технике безопасности при работе с дозатором. Получить задание у преподавателя на проведение эксперимента.
2. Пользуясь методикой изучить устройство и принцип работы дозаторов.
3. Определить теоретическую производительность дозатора.
4. Рассчитать мощность на привод дозатора по формуле.
5. С разрешения преподавателя засыпать дозируемый материал в бункер и установить начальную дозировку.
6. Определить действительную производительность дозатора при различных нормах выдачи по формуле

$$Q_{Дh_i} = \frac{G_m}{t_i},$$

где  $G_m$  – масса дозы материала при заданном параметре  $h_i$ ,  $S_i$   $b$  и т.д., кг;  $t_i$  – время дозирования материала, с.

Опыты при каждом значении нормы выдачи повторять не менее трех раз.

7. При максимальной производительности дозатора с помощью ваттметра замерить мощность на привод дозатора  $N_d$ .
8. Данные расчетов и измерений занести в таблицу (см. приложение).
9. Определить среднее значение абсолютной погрешности дозатора по формуле

$$\sigma = \sum_{i=1}^m (Q_i - Q_T) / m,$$

где  $m$  – число измерений при заданном значении нормы выдачи.

10. Рассчитать среднеквадратичную погрешность дозирования по формуле

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_i - Q_T)^2 / m}.$$

11. Рассчитать относительную погрешность дозирования  $v$  (коэффициент вариации) по формуле:

$$v = \pm 100 \frac{S}{Q_{cp}},$$

где  $Q_{cp}$  – средняя производительность дозатора.

12. Построить графики зависимости:  $Q_T = f(h_i)$  и  $Q_d = f(h_i)$ .

### Контрольные вопросы

1. Назовите типы дозаторов кормов и основные требования к ним.
2. На преодоление каких сопротивлений расходуется мощность на привод барабанного, ленточного и шнекового дозаторов и как она определяется?
3. Что лимитирует частоту вращения диска тарельчатого дозатора?
4. Каким образом можно изменить норму выдачи дозы тарельчатым дозатором?

5. Какой материал будет точнее дозироваться дозатором тарельчатого типа: а) с частицами большего или малого размера; б) с тяжелыми или легкими частицами?
6. Что такое технологический допуск?

Таблица экспериментальных и расчетных данных

№ опыта	Дозатор										
	$h_I^*$ , м	$t_i$ , с	$G_m$ , кг	$Q_{дл}$ , кг/с	$Q_{экс}$ , кг/с	$\bar{Q}_{экс}$ , кг/с	$\sigma$ , кг/с	$S$ , кг/с	$v$ , %	$N_T$ , кВт	$N_{экс}$ , кВт
1											
2											
3											
4											
5											

\*Параметр, при помощи которого происходит изменение подачи дозатора, высота цилиндра над тарелью, величина открытия шиберной заслонки и т.д.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкин, В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – М. : Агропромиздат, 1985.
2. Белянчиков, Н.Н. Механизация животноводства / Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов – М. : Колос, 1983.
3. Ведищев, С.М. Механизация приготовления кормов / С.М. Ведищев, В.Т. Щедрин. – Тамбов : ТГТУ, 1998.
4. Кулаковский, И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов / И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, Е.М. Резник. – М. : Россельхозиздат, 1987.
5. Ведищев, С.М. Совершенствование процесса дозирования кормов // С.М. Ведищев, А.В. Прохоров. X научная конференция : пленарные докл. и краткие тез. / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2005. – С. 175 – 176.
6. Механизация приготовления кормов : справочник / под ред. И. Сыроватка. – М. : Агропромиздат, 1985.

## СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОЗИРОВАНИИ КОРМОВ .....	3
Лабораторная работа 1	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ТАРЕЛЬЧАТОГО ДОЗАТОРА КОРМОВ ...	5
Лабораторная работа 2	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГРАВИТАЦИОННОГО ДОЗАТОРА КОРМОВ .	8
Лабораторная работа 3	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СКРЕБКОВОГО ДОЗАТОРА КОРМОВ .....	11
Лабораторная работа 4	
ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ДОЗАТОРА "ШНЕК В ШНЕКЕ" .....	13
Лабораторная работа 5	
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ БАРАБАННОГО ДОЗАТОРА .....	15
Лабораторная работа 6	
ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА .....	19
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	23
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	23

