

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НЕКОТОРЫХ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОРМОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА

**Брагинец Н.В., д.т.н., профессор, Бахарев Д.Н., к.т.н., доцент,
Аль-Атум Мохаммад, аспирант.**
(Луганский национальный аграрный университет)

Усовершенствована методика экспериментального определения угла естественного откоса, статического и динамического коэффициента трения кормовой смеси для мелкого рогатого скота. Получены адекватные экспериментальные данные.

Проблема. В настоящее время недостаточно изучены механико-технологические свойства кормовых смесей. Изучать данные механико-технологические свойства необходимо потому, что все компоненты в смеси меняют свои первоначальные характеристики. Влажные сочные корма отдают влагу сухой сечке грубых кормов и зерновой дерти, в результате фрикционные свойства последних меняются и применение коэффициентов трения полученных для отдельных компонентов приводит к значительным расхождениям теоретических и экспериментальных данных.

Анализ последних исследований и публикаций. Изучением механико-технологических свойств сельскохозяйственных материалов занимались следующие ученые: С.В. Мельников, В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, А.И. Завражнов В.Р. Алешкин, О.В. Цуркан В.О. Гвоздев и др. [1-7].

Работы данных ученых направлены на изучение механико-технологических свойств отдельных компонентов кормовых смесей, однако, необходимо изучать смесь в целом.

Целью исследований является получение адекватных значений угла естественного откоса, статического и динамического коэффициентов трения трёхкомпонентной кормовой смеси для мелкого рогатого скота (МРС).

Результаты исследований.

В исследованиях использовалась кормовая смесь следующей рецептуры:

40% - сечка грубых кормов (сено);

45% - стружка кормовых корнеплодов;

15% – измельченное зерно.

Определение угла естественного откоса конкретного материала требует экспериментальных исследований, при которых необходимо образовать насыпной конус, в котором частички удерживаются только под действием сил взаимного трения.

Для этого использовано следующее оборудование (рис. 1).

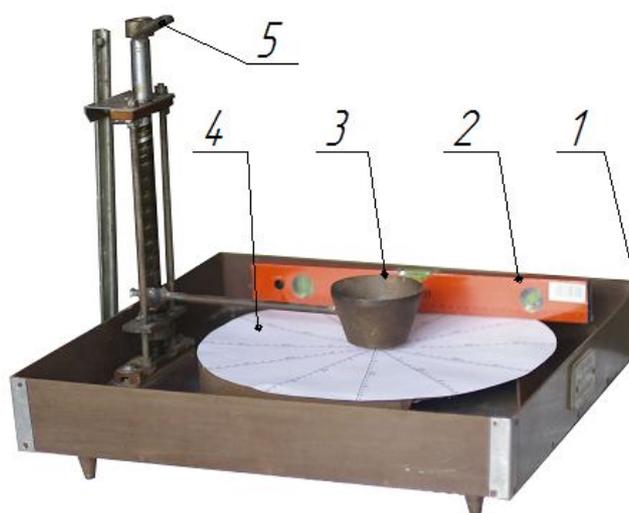


Рис. 1. Установка для определения угла естественного откоса: 1 – корпус; 2 – уровень для установки корпуса в горизонтальное положение; 3 – конусная воронка; 4 – мерная шкала; 5 – винтовой механизм.

Эксперимент проводился следующим образом. С помощью уровня 2 корпус 1 устанавливался в горизонтальное положение, затем воронка 3 перемещалась в крайнее нижнее положение. В данном положении воронка заполнялась кормовой смесью, при этом влажность смеси должна быть установлена.

Влажность смеси определялась по стандартной методике, которая основана на нагреве материала, помещенного в бюксу в сушильном шкафу КС-65, выдержке его в течение 10 часов при температуре 105°C и остывании в эксикаторе в течение 14 часов с последующим взвешиванием на аналитических весах ВЛКТ-500.

Относительная влажность смеси определялась по формуле [8, 9]:

$$W = \frac{G_2 - G_1}{G_1 - G_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где G_0 - масса пустой бюксы, г;

G_1 - масса бюксы с навеской материала после сушки, г;

G_2 - масса бюксы с навеской материала до сушки, г.

Влажность смеси зависит от количественного содержания в ней стружки кормовой свеклы. Десятикратная повторность измерения влажности исследуемой кормовой смеси показала среднее значение 76%. Для измерения влажности смесь измельчалась до порошкообразного состояния.

После того как воронка заполнена (см. рис. 1), винтовым механизмом 5 ее поднимают вверх, в результате чего смесь высыпается на платформу с закрепленной на ней мерной шкалой 4 и образует насыпной конус, высота которого измерялась при помощи штангенциркуля.

Угол естественного откоса определяют по известной формуле [8, 9]:

$$\alpha = \arctg f, \quad (2)$$

где f - коэффициент внутреннего трения.

$$f = \frac{2 \cdot h}{(D - d)}, \quad (3)$$

где h – высота насыпанного конуса, м;

D – диаметр основания насыпного конуса, м;

d – диаметр отверстия воронки, м.

Результаты измерений приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований радиуса основания насыпного конуса.

№ опыта	Значение радиуса круга-основания насыпного конуса R , мм												Среднее значение R_{cp} , мм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	90	90	90	90	80	75	90	75	70	70	80	85	82,1
2	70	75	75	80	80	80	80	80	70	65	65	70	74,2
3	75	75	70	75	80	80	90	80	75	60	75	75	75,8
4	75	70	75	82	80	75	80	70	72	74	65	65	73,6
5	70	75	75	75	75	74	72	74	67	65	65	70	71,4
6	75	80	80	75	75	73	86	77	75	70	75	70	75,9
7	68	75	73	78	70	70	75	80	75	70	75	65	72,8
8	70	75	72	75	95	80	75	80	70	75	73	70	75,8
9	67	65	75	75	80	80	75	73	68	70	66	62	71,3
10	72	75	73	70	85	85	80	82	73	70	74	72	75,9

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований угла естественного откоса.

№ опыта	Средняя высота насыпного конуса h , мм	Среднее значение диаметра основания насыпного конуса D , мм	Коэффициент внутреннего трения f	Угол естественного откоса α , град
1	55	164,2	1,06	47
2	53	148,4	1,20	50
3	53	151,6	1,16	49
4	54	147,2	1,24	51
5	56	142,8	1,35	54
6	52	151,8	1,13	49
7	58	145,6	1,36	54
8	50	151,6	1,09	48
9	63	142,6	1,53	57
10	53	151,8	1,15	49
Среднее значение	55	150,0	1,23	51
Относительная погрешность экспериментов, %	4,8	3,0	5,0	4,9

Диаметр основания насыпного конуса определялся как среднее значение диаметра, полученное по 12 основным направлениям шкалы 4 (см. рис. 1).

Повторность опытов определялась величиной относительной погрешности среднего значения измеряемого показателя [10, 11]:

$$a = m / x, \%, \quad (4)$$

где m - абсолютная погрешность измерений;
 x - среднее арифметическое значение измеряемой величины.
Абсолютная погрешность измерений [10, 11]:

$$m = x_i - x, \%, \quad (5)$$

где x_i – значение, полученное в результате измерения.

Для определения статического коэффициента трения было применено следующее экспериментальное оборудование (рис. 2).

Статический коэффициент трения определяют из условия, что тело переходит из состояния покоя в состояние движения, если движущая сила достигает максимального значения силы трения. Такое значение движущая сила достигнет при определенном угле наклона β плоскости 2.

Тогда зная угол β можно определить статический коэффициент трения из выражения [8, 9]:

$$f_c = \operatorname{tg} \beta. \quad (6)$$

Экспериментальные исследования статического коэффициента трения трехкомпонентной смеси проводились на стальной поверхности. Повторность опытов 10-ти кратная.

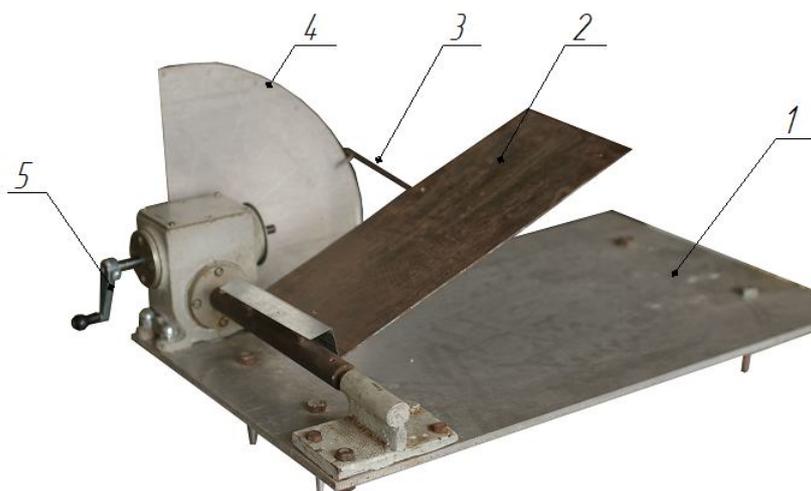


Рис. 2. Установка для определения статического коэффициента трения:

1 – платформа; 2 – наклонная поверхность; 3 – стрелка; 4 – шкала; 5 – редуктор.

Динамический коэффициент трения можно определить из выражения [8, 9]:

$$f_0 = \operatorname{tg} \beta - \frac{2 \cdot S}{g \cdot t^2 \cdot \cos \beta}, \quad (7)$$

где S и t – путь и время движения образца по наклонной плоскости.

В эксперименте использовалась установка (см. рис. 2) дополнительно укомплектованная фиксатором и секундомером. При исследованиях был изготовлен испытуемый образец, представляющий собой картонную пластину 100x50 мм, на которую был наклеен 2-й скотч. На скотч приклеивалась испытуемая кормовая смесь. Наклонную плоскость 2 устанавливали в положение, при котором испытуемый образец соскальзывал вниз. В данном положении образец фиксировался зажимом в верхней точке пластины, фиксатор отпускали и при помощи секундомера фиксировали время t соскальзывания по участку длиной 0,263 м. Опыт выполняется с десятикратной повторностью. Результаты эксперимента приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3. Статический коэффициент трения.

№ опыта	Угол наклона плоскости β , град	Статический коэффициент трения, f_c
1	39	0,81
2	37	0,75
3	36	0,73
4	38	0,78
5	39	0,81
6	36	0,73
7	36	0,73
8	39	0,81
9	36	0,73
10	35	0,70
Среднее значение	37	0,76
Относительная погрешность экспериментов, %	3,5	4,7

Таблица 4. Динамический коэффициент трения

№ опыта	Угол наклона плоскости β_1	Пройденный путь S , м	Время движения t , с	Динамический коэффициент трения f_d
1	40	0,263	0,66	0,59
2			0,69	0,60
3			0,56	0,52
4			0,56	0,52
5			0,53	0,49
6			0,53	0,49
7			0,69	0,60
8			0,66	0,59
9			0,60	0,55
10			0,60	0,55

Среднее значение			0,63	0,55
Относительная погрешность экспериментов, %			8,2	5,8

Результаты экспериментов показывают, что угол естественного откоса исследуемой кормовой смеси следующего состава: 40% - сечка грубых кормов (сено); 45% - стружка кормовых корнеплодов; 15% – измельченное зерно, составляет 51 градус. Статический коэффициент трения составляет 0,76, а динамический – 0,55. Динамический коэффициент трения значительно отличается от статического, и поэтому игнорировать его в теоретических исследованиях некорректно. Динамический коэффициент трения позволяет более адекватно моделировать процесс. Полученные экспериментальные данные целесообразно использовать в дальнейших исследованиях. Адекватные значения коэффициентов трения применимы при расчете мощностных характеристик смесителя кормов.

Выводы

1. В кормовой смеси влажная стружка корнеплодов отдает влагу сухой сечке грубых кормов и зерновой дерти, в результате фрикционные свойства последних меняются и применение коэффициентов трения полученных для отдельных компонентов приводит к значительным расхождениям теоретических и экспериментальных данных.

2. В трехкомпонентной кормовой смеси, состоящей из сечки грубых кормов (40%), стружки кормовых корнеплодов (45%) и зерновой дерти (15%), статический коэффициент трения составляет 0,76, а динамический – 0,55.

3. Средняя влажность изучаемой кормовой смеси 76%.

4. Полученные экспериментальные данные целесообразно использовать при расчетах показателей определяющих эффективность работы смесителя кормов непрерывного действия, в частности при расчете затрат мощности на смешивание кормов.

5. В теоретических исследованиях более приемлемым является динамический коэффициент трения, поскольку он позволяет наиболее адекватно моделировать процесс.

Список литературы

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / Мельников С.В. - – Л.: Колос, 1978.
2. Механизация и технология производства продукции животноводства / [Коба В.Г., Брагинец Н.В., Мурусидзе Д.Н. и др.]; под. ред. Брагинца Н.В. - М.: Колос, 1999.
3. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. - М.: Агропромиздат, 1990.
4. Алешкин В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. - М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

5. Розробка та дослідження енергоощадного вібраційного змішувача для внесення преміксів в комбікорми: дис.... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Цуркан Олег Васильович. – Вінниця, 2004. – 155 с.

6. Семенцов В.І. Обґрунтування параметрів процесу збагачення комбікормів біологічно активними кормовими добавками відцентровим змішувачем: дис.... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Семенцов Володимир Ілліч. – Харків, 2008. – 186 с.

7. Гвоздєв В.О. Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів швидкохідного гвинтового змішувача комбікормів: дис.... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Гвоздєв Віктор Олександрович. – Мелітополь, 2008. – 193 с.

8. Буянов А.И. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. (Методы исследования, приборы, характеристики) / А.И. Буянов, Б.А. Воронюк. - М.: Колос, 1970. - 423 с.

9. Царенко О.М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / [О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.] - К.: Мета, 2003. - 448 с.

10. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В.В. Налимов, Н.А. Чернова.- М.: Наука, 1965. - 365 с.

11. Адлер Ю.И. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.И. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 1976.-279 с.

Анотація

До визначення деяких механіко-технологічних властивостей кормової суміші для дрібної рогатої худоби

Брагінець М.В., Бахарєв Д.М., Аль-Атум Мохаммад.

Вдосконалена методика експериментального визначення кута натурального відкосу, статичного та динамічного коефіцієнтів тертя кормової суміші для дрібної рогатої худоби. Отримано адекватні експериментальні дані.

Abstract

The definition of some mechanical properties of technology for feeding mixtures small cattle

N. Braginets, D. Bakharev, Al-Atum Mohammad.

The algorithm for the experimental determination of the angle of repose, static and dynamic coefficient of friction of the feed mixture for cattle. Received adequate experimental data.