

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОДАЧИ И ПОГРЕШНОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ КОМБИКОРМА ДИСКОВЫМ ДОЗАТОРОМ

*Лялин Евгений Александрович, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования, E-mail: shm@pgatu.ru
ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»*

Аннотация: Работа посвящена совершенствованию механизации в кормлении животных сухими и рассыпными концентрированными кормами. Предложен дисковый дозатор, способ регулировки дозы корма которого осуществляется по числу оборотов ведущей звездочки. Экспериментальным путем определена зависимость подачи Q корма от числа оборотов звездочки.

Ключевые слова: дозирование, комбикорм, дисковый дозатор, точность выдачи.

Введение. В настоящее время дисковые дозирующие устройства нашли широкое применение в кормоприготовительных линиях и кормораздатчиках. Это объясняется тем, что они могут обеспечить отмеривание или взвешивание определенного количества корма [3] с высокой точностью и обладать при этом простой и надежной конструкцией. Процесс их работы может происходить в дискретном режиме работы в горизонтальном положении [1]. В настоящее время многие из дисковых дозаторов, которые применяются на кормозаготовительных линиях, обладают рядом недостатков. Ими являются [1, 2] повышенная металлоемкость, энергоемкость, а также сложность привода рабочих органов и неточность в дозировании малосыпучих кормовых материалов из-за особенностей их физико-механических свойств [4, 5].

Методика. Для устранения указанных недостатков предлагается использовать дисковый дозатор (рисунок) комбикормов, позволяющий увеличить точность дозирования без снижения подачи дозатора.

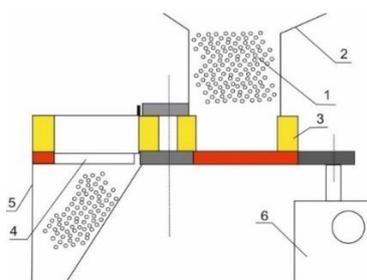


Рисунок – Конструктивно-технологическая схема экспериментального дозатора: 1 – дозируемый материал; 2 – бункер; 3 – дозирующий диск с ячейками; 4 – выгрузное окно; 5 – направляющий кожух; 6 – привод

Таблица - Определение подачи дозатора и погрешности выдачи комбикорма

Масса		комбикорм Ø 10 мм						комбикорм Ø 5 мм						комбикорм рассыпной					
		6 яч			4 яч			6 яч			4 яч			6 яч			4 яч		
		1 диск	2 диска	3 диска	1 диск	2 диска	3 диска	1 диск	2 диска	3 диска	1 диск	2 диска	3 диска	1 диск	2 диска	3 диска	1 диск	2 диска	3 диска
1 кг	V _{мтеор}	990	1260	1080	930	1488	1395	1081	1222	1269	1001	1386	1386	1050	1176	1323	1008	1024	1008
	m _{рас}	1012	1036	976	1010	1008	910	1035	988	1026	988	1044	1068	1000	1008	1008	1008	1024	969
	m _{ср}	955	1099	889	1027	1053	938	1073	1000	1066	934	1108	1139	1012	995	1020	989	1003	996
	ΔS, %	5,6	6	8,9	1,7	4,5	3,1	3,7	1,2	3,9	5,5	5,9	6,6	1,2	1,3	1,2	1,9	2,1	2,8
	v, %	7,64	5,42	7,24	2,50	0,91	1,69	7,20	2,83	5,27	9,27	8,03	14,39	0,36	0,52	0,60	1,99	0,56	2,04
	n, об	22	14	8	10	8	5	23	13	9	13	9	6	50	28	21	36	16	12
	T _{сек}	39,6	25,2	14,4	27	21,6	13,5	41,4	23,4	16,2	35,1	24,3	16,2	90	50,4	37,8	97,2	43,2	32,4
	N _{Вт}	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	40,1	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	42,5	33,8	34,9	36,4	33,6	35,7	37,4
1,5 кг	V _{мтеор}	1485	1800	1620	1395	2232	2232	1551	1880	1833	1540	2002	1848	1575	1764	1953	1512	1472	1512
	m _{рас}	1518	1480	1464	1515	1512	1456	1485	1520	1482	1520	1508	1424	1500	1512	1488	1512	1472	1494
	m _{ср}	1447	1581	1348	1547	1564	1490	1529	1468	1534	1441	1576	1506	1521	1484	1519	1485	1449	1520
	ΔS, %	4,7	6,9	7,9	2,1	3,4	2,3	3	3,4	3,5	5,2	4,5	5,8	1,4	1,8	2,1	1,8	1,6	1,7
	v, %	4,01	0,67	3,57	2,59	2,84	1,95	2,27	1,83	2,67	2,64	2,51	2,79	0,69	1,05	2,03	1,77	2,09	1,48
	n, об	33	20	12	15	12	8	33	20	13	20	13	8	75	42	31	54	23	18
	T _{сек}	59,4	36	21,6	40,5	32,4	21,6	59,4	36	23,4	54	35,1	21,6	135	75,6	55,8	145,8	62,1	48,6
	N _{Вт}	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	40,1	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	42,5	33,8	34,9	36,4	33,6	35,7	37,4
2 кг	V _{мтеор}	1935	2430	2160	1860	2976	3069	2115	2444	2538	2002	2618	2541	2100	2352	2646	1988	1984	2016
	m _{рас}	1978	1998	1952	2020	2016	2002	2025	1976	2052	1976	1972	1958	2000	2016	2016	1988	1984	1992
	m _{ср}	1889	2125	2087	2077	2084	1953	2077	2058	1981	1879	2051	2053	2029	1984	1975	2023	1961	1966
	ΔS, %	4,5	6,4	6,9	2,8	3,4	2,5	2,6	4,1	3,5	4,9	4	4,9	1,5	1,6	2	1,7	1,20	1,3
	v, %	2,70	5,33	3,56	0,22	1,29	2,13	2,44	4,10	3,71	9,87	6,69	2,64	1,27	0,71	1,06	0,77	1,24	3,50
	n, об	43	27	16	20	16	11	45	26	18	26	17	11	100	56	42	71	31	24
	T _{сек}	77,4	48,6	28,8	54	43,2	29,7	81	46,8	32,4	70,2	45,9	29,7	180	100,8	75,6	191,7	83,7	64,8
	N _{Вт}	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	40,1	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	42,5	33,8	34,9	36,4	33,6	35,7	37,4
2,5 кг	V _{мтеор}	2430	3060	2835	2325	3720	3906	2632	3102	3102	2541	3388	3234	2625	2898	3276	2492	2496	2520
	m _{рас}	2484	2516	2562	2525	2520	2548	2520	2508	2508	2508	2552	2492	2500	2484	2496	2492	2496	2490
	m _{ср}	2360	2664	2718	2451	2593	2461	2587	2419	2596	2379	2701	2634	2459	2533	2553	2457	2528	2455
	ΔS, %	5	5,9	6	2,9	2,9	3,4	2,7	3,5	3,5	5,1	5,8	5,7	1,6	2	2,3	1,4	1,3	1,4
	v, %	1,79	2,95	0,96	1,74	2,07	1,67	3,33	2,64	0,97	0,84	0,61	1,12	2,14	1,65	2,05	2,12	2,10	2,52
	n, об	54	34	21	25	20	14	56	33	22	33	22	14	125	69	52	89	39	30
	T _{сек}	97,2	61,2	37,8	67,5	54	37,8	100,8	59,4	39,6	89,1	59,4	37,8	225	124,2	93,6	240,3	105,3	81
	N _{Вт}	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	40,1	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	42,5	33,8	34,9	36,4	33,6	35,7	37,4
3 кг	V _{мтеор}	2925	3690	3375	2790	4464	4464	3149	3760	3666	3080	4004	3927	3150	3486	3969	2996	3008	3024
	m _{рас}	2990	3034	3050	3030	3024	2912	3015	3040	2964	3040	3016	3026	3000	2988	3024	2996	3008	2988
	m _{ср}	2812	3227	3237	3126	2936	3015	3095	3139	3065	2867	2806	3205	3059	2923	2949	3038	2968	2943
	ΔS, %	5,7	6,4	6,1	3,2	2,9	3,5	2,7	3,3	3,4	5,7	7	5,9	2	2,2	2,5	1,4	1,3	1,5
	v, %	5,88	2,31	1,90	3,92	2,01	2,10	1,10	4,32	1,76	7,46	11,71	4,77	1,94	2,36	3,47	1,95	1,26	2,09
	n, об	65	41	25	30	24	16	67	40	26	40	26	17	150	83	63	107	47	36
	T _{сек}	117	73,8	45	81	64,8	43,2	120,6	72	46,8	108	70,2	45,9	270	149,4	113,4	288,9	126,9	97,2
	N _{Вт}	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	40,1	34,1	36,8	39,7	35,2	37,7	42,5	33,8	34,9	36,4	33,6	35,7	37,4

Процесс работы экспериментального дозатора (Рисунок1.) заключается в следующем: комбикорм 1 из загрузочного бункера 2 под действием силы тяжести поступает в загрузочную горловину и попадает на ведомое колесо, заполняя ячейку диска 3, который, в свою очередь, перемещается с помощью временной передачи за счёт малой шестерни на электродвигателе 6 по направлению к выгрузному окну 4. Данный цикл повторяется до определённой дозировки материала. За полное вращение малой шестерни дозирующий диск проходит одну ячейку. Объём дозировки можно изменить за счёт смены ячеек диска и его количества. Для любого дозатора основным технологическим параметром является подача. В исследуемом дозаторе подача находится в зависимости от средней массы материала в ячейке и количества оборотов диска. Средняя масса зависит от размера ячейки, объёмной масса материала и коэффициент уплотнения. Единственным фактором, остающимся без контроля, является уплотнение материала. Он зависит от вида корма и возникающих динамических характеристик. Поэтому этот фактор всегда является различным. Для определения подачи дозатора провели серию экспериментов с выдачей дозы массой 1; 1,5; 2; 2,5; 3 кг. При этом фиксировали массу выдаваемой дозы, количество оборотов двигателя, продолжительность работы дозатора и потребляемый ток, при стабильном напряжении.

Результаты и их обсуждение. Эксперименты проведены для 2 типов дисков (4 и 6 ячеек) при различной высоте дозирующего диска ($h = 15, 30$ и 45 мм) и трех видов кормов (комбикорм $\varnothing 10$ мм, $\varnothing 5$ мм и рассыпной). Результаты представлены в таблице.

Анализируя данные таблицы 1 можно отметить, что погрешность дозирования комбикорма с гранулами $\varnothing 10$ мм увеличивается с увеличением высоты диска и на диске с 6 ячейками превышает 5%, то есть выходит за пределы зоотехнических допусков. На диске с 4 ячейками на всех режимах мы укладываемся в допуски. При дозировании комбикорма в гранулах $\varnothing 5$ мм, можно заметить несколько иные результаты. Здесь погрешность дозирования выше на дисках с 4 ячейками, причем при любой высоте диска и она изменяется от 4 до 7%. Анализируя данные экспериментов на отрубях, можно заметить, что подача дозатора заметно снижается и для выдачи одного и того же количества корма необходимо в два раза больше оборотов диска (так как насыпная масса их значительно ниже). Зато погрешность дозирования на всех режимах укладывается в допуски и не превышает 3%. Это объясняется стабильным заполнением ячеек данным видом корма.

Заключение. Согласно произведенным расчетам оптимальными вариантами применения исследуемого дозатора при дозировании компонентов и материалов в пределах дозы от 1000...1500 г. можно порекомендовать использовать диск с количеством ячеек 4 и высотой $h = 30$ мм, при выдаче порции корма от 1500...2000 г. более эффективно применять диск с 4 ячейками и высотой $h = 15$ мм, для порции корма от 2000...2500 г. лучше подойдет диск с 6 ячейками и высотой $h = 30$ мм, при дозировании корма массой от 2500...3000 г. и выше так же лучше применять диск с 6 ячейками и высотой $h = 45$ мм.

Библиографический список

1. Виноградов В.Н. Современные подходы к использованию концентрированных кормов / В.Н. Виноградов, М.П. Кирилов, С.В. Кумарин // Зоотехния. – 2016. – №6, с. 10 – 11.
2. Морозков, Н.А. Система полноценного кормления черно-пестрого скота на комплексах по производству молока, обеспечивающая повышение молочной продуктивности и улучшение качества молока. – Пермь, 2015. – 74 с.
3. Савиных, П.А. Теоретические исследования питающего и выгрузного транспортеров / Савиных П.А., Алешкин А.В., Соболева Н.Н., Сычугов Ю.В. // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 3. С. 61-64.
4. Сизова, Ю. В. Кормление коров по кормовым классам // Вестник НГИЭИ. 2012. №6. С.61-67.
5. Лялин, Е. А. Повышение точности дозирования концентрированных кормов спирально-винтовым дозатором / Е. А. Лялин, М. А. Трутнев // Сельский механизатор. – 2018. – № 1. – С. 26-27. – EDN YRPGSG.