

# МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



Минск 1980

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БССР  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ СССР

## МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ АСПИРАНТОВ

Минск 1980

Редакционная коллегия:

Севернев М.М. (гл. редактор), Кацыгин В.В. (заместитель), Масловский Р.И. (отв. секретарь), Назаров С.И., Нагорский И.С., Чернышев В.О., доктора техн. наук; Цыганов Ф.П., Дмитриев А.М., Лукевич К.И., Каплун Г.П., Терпиловокий К.Ф., Лосев В.И., Майонов В.В., Передня В.И., Пауновский И.И., Турецкий Р.Д., Бельдейко Ю.Н., Янушкевич Б.Н., кандидаты техн. наук; Петрукович Ф.С.

М 40200-505 7-79 3802040000  
M336-80

© Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны СССР (ЦНИИМЭСХ), 1980 г.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

Бондаренко А. Г. Мирмалюков В. П.	Определение противобросонной устойчивости почвы методом искусственного дождевания . . . . .	3
Евмененко В. А.	К обоснованию функциональной схемы автоматической системы управления конвейерной сушилки льновороха . . . . .	6
Евмененко В. А.	Исследование замкнутой системы тиристорный преобразователь-двигатель для автоматизации процесса сушки льновороха . . . . .	12
Мирмалюков В. П.	Результаты исследования спирального катка-выравнивателя к культиватору для сплошной обработки почвы . . . . .	17
Агфийчик В. А.	К изысканию механизма навески сошников зерновой сеялки для почв, засоренных камнями . . . . .	22
Агфийчик В. А.	Исследование влияния жесткости механизма навески сошников и скорости сеялки на качество заделки семян в почву . . . . .	25
Дюкарев Н. И.	Влияние заделывающих рабочих органов зерновой сеялки на распределение семян по глубине и их всхожесть . . . . .	29
Дюкарев Н. И.	Обоснование основных геометрических параметров заделывающих рабочих органов к зерновой сеялке для посева на почвах, засоренных камнями . . . . .	35
Михлевич Н. А.	Влияние способов посева и предпосевного уплотнения почвы на урожайность ячменя . . . . .	46
Брякоренко Д. Д.	Рациональные составы и режимы работы почвообработывающих и посевных агрегатов с колесным трактором класса 30 кН в условиях БССР . . . . .	55
Захаревич С. П.	К вопросу исследований работоспособности самотечной системы навозоудаления . . . . .	62
Захаревич С. П. Навиоро В. И.	О применении подстилки при гидравлических способах уборки навоза . . . . .	67

Побединский П.Н.	Масштабирование смесительных установок по производству жидких комплексных удобрений . . . . .	71
Полонецкий Е.З.	К вопросу выбора метода и схемы измерения влажности известняковой муки . . . . .	74
Гутман В.И.	Исследование некоторых физико-механических свойств комбикормов, влияющих на процесс их увлажнения . . . . .	81
Юревич Н.П.	Обоснование систем дополнительного измельчения в аппаратах кормооборочных машин и разработка экспериментальной установки . . . . .	88
Юревич Н.П.	Качественное измельчение трав в измельчающем аппарате кормооборочного комбайна с рекатером . . . . .	92
Карасев П.И.	Определение защитной способности покрытий емкостно-омическим методом . . . . .	99
Карасев П.И.	Исследование электрохимических процессов коррозии под слоем защитных покрытий . . . . .	105
Майоров В.С.	Эффективность защиты от коррозии конструкционных сталей в среде жидких комплексных удобрений с помощью цинковых протекторов . . . . .	112
Майоров В.С.	Влияние степени диссоциации хлористого калия на ингибирующие эффекты компонентов жидких комплексных удобрений . . . . .	116
Левенков Н.С.	Исследование влияния климатических факторов на основные физико-механические свойства резин и резинотканевого материала . . . . .	121
Макеев Н.К.	Коррозионная стойкость сталей во влажных комбикормах . . . . .	128
Мехтиев Р.Ш.	К вопросу оптимизации периодичности замены машин . . . . .	133
Мехтиев Р.Ш.	Оптимизации периодичности замены капитально отремонтированных машин . . . . .	141
Круглый П.Е.	Результаты исследования эксплуатационной надежности картофелеуборочных комбайнов ККУ-2 . . . . .	145
Круглый П.Е.	Планирование объема запасных частей для обеспечения эксплуатационной надежности комбайнов ККУ-2 . . . . .	149
Нгуен Динь Винь	Методика расчета коэффициента буксования гусеничного трактора . . . . .	157

## Л и т е р а т у р а

1. Берлинер М.А. Измерение влажности. М., "Энергия", 1973.
2. Кричевский Е.С. Высокочастотный контроль влажности при обогащении полезных ископаемых. М., "Недра", 1972.
3. Мелкумян В.Е. Измерение и контроль влажности материалов. М., Изд-во стандартов, 1970.
4. Чернышев В.О., Половецкий Е.З. Основные электрофизические свойства доломитовой муки. - Научные труды ЦНИИМЭСХ, вып. 15. Мивск, 1978.
5. Плак П.М. Новый метод измерения емкости конденсаторов с большими потерями. - Труды Галлянк. политехнич. ин-та, сер. А, № 137, 1958.
6. Бородин И.Ф. Выбор электрической схемы моделирования зерновой массы. - Механизация и электрификация сов. сельск. хоз-ва, 1971, № 1.

УДК 631.22.014

В.Н. Гутман

### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМБИКОРМОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС ИХ УВЛАЖНЕНИЯ

(Работа выполнена под руководством канд.  
техн. наук В.А. Короткевича)

Установлено, что на увлажнение сухих рассыпных комбикормов большое влияние оказывают их физико-механические свойства. Однако не все они достаточно полно отражены в литературе.

Нами проведены экспериментальные исследования по определению краевого угла смачивания, гранулометрического состава, плотности и удельной поверхности рассыпных комбикормов четырех рецептов ( № 51, 52, 55, 56). Для выявления влияния на определяемые физико-механические свойства различных размерных фракций комбикорма просеивала на ситах диаметром отверстий 5; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0 мм и пленках с квадратными ячейками 0,5 и 0,25 мм. Гранулометрический

состав определяли путем рассева навески 100 г на этих ситах, плотность - пикнометрическим методом в пикнометре объемом 50 мл.

Состояние поверхности частиц комбикорма, влияющее на смачиваемость и весь процесс увлажнения, характеризуется удельной поверхностью, которая представляет отношение площади поверхности частиц к их объему. Для измерения удельной поверхности комбикормов за основу взят поверхностемер Т-3 [1], но изменена конструкция манометра-аспиратора. Выпускаемый прибор имеет объем уширений 10 см<sup>3</sup>, внутренний диаметр канала 5 мм, что приводит к быстрому перетеканию жидкости при измерениях. Для увеличения периода перетекания жидкости из уширений по нашему предложению в Институте тепло- и массообмена АН БССР изготовлен манометр-аспиратор с объемом уширений 35 см<sup>3</sup> и диаметром канала 3 мм.

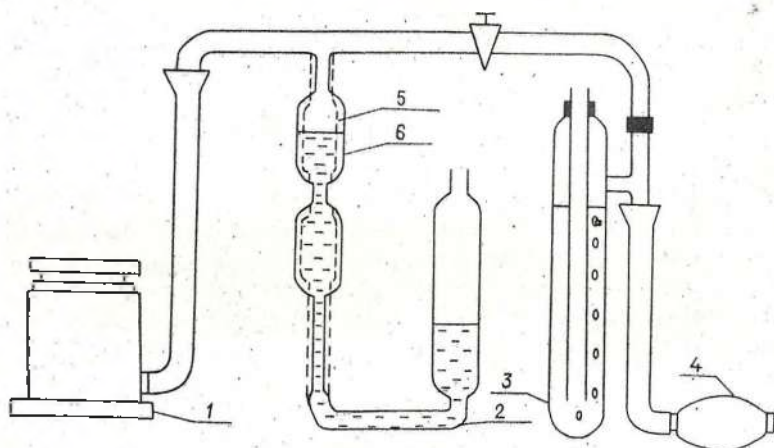


Рис. 1. Схема поверхностемера: 1 - гильза; 2 - манометр-аспиратор; 3 - регулятор разрежения; 4 - источник разрежения; 5 - стандартные уширения; 6 - изготовленные

Основные узлы прибора (рис. 1, 2): гильза представляет собой стакан внутренним диаметром 25 мм с заплечиками, на которые укладывается перфорированный диск толщиной 2 мм с 88 отверстиями диаметром 1,2 мм. На него насыпают комбикорм, который уплотняют плунжером.

Манометр-аспиратор изготовлен из стекла и служит для создания разрежения и просасывания воздуха через слой комбикорма. При

этом фиксируется время прохождения жидкости между рожками, расположенным выше и ниже уширений. Разрежение создается грушей с клапанами для движения воздуха в одном направлении. Опытным путем подбирают величину навески комбикорма и его фракций так, чтобы в гильзе был плотный слой. Навеску взвешивают на весах ВЛК-500 с точностью до 0,01 г.

Перфорированный диск покрывают фильтровальной бумагой и насыпают комбикорм. Сверху кладут еще слой фильтровальной бумаги. Комбикорм уплотняют плунжером, пока его кольцо не коснется верха гильзы (слой комбикорма при этом составляет 15 мм).

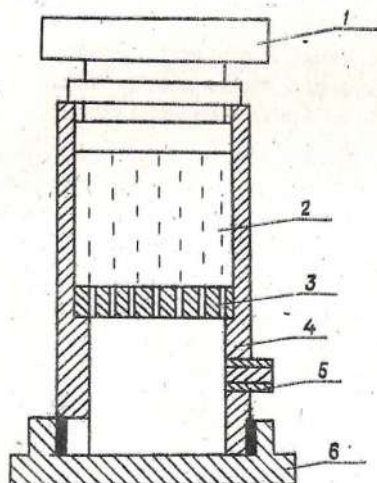


Рис. 2.

Гильза: 1 - плунжер; 2 - комбикорм; 3 - диск с отверстиями; 4 - гильза; 5 - труба для отсоса воздуха; 6 - обойма донника

Затем включают источник разрежения и открывают кран, жидкость поднимается в уширение до верхней рожки. Закрывают кран и фиксируют секундомером время прохождения жидкости по уширению.

Удельную поверхность комбикорма определяли по формуле [1]

$$S = \frac{K_n}{\rho} \sqrt{\frac{m}{(1-m)^2}} \sqrt{\frac{1}{\eta}} \sqrt{T},$$

где  $K_n$  - постоянная прибора;  
 $\rho$  - плотность комбикорма;

$$m = \frac{V\rho - Q}{V\rho} - \text{коэффициент пористости;}$$

$V$  - объем навески;

$Q$  - масса навески;

$\eta$  - вязкость воздуха;

$T$  - время снижения уровня между отметками.

Постоянную  $K_n$  находили путем тарировки прибора калиброванным кварцевым песком с известной удельной поверхностью.

При определении краевого угла смачивания порошкообразных материалов используют прибор Х13 [2] или горизонтальный микроскоп. Однако эти приборы имеют ряд недостатков: при прохождении лучей и получении проекции капли на экране контуры получаются нечеткими, что затрудняет подбор к ним касательных. Кроме того, непосредственное измерение угла требует определенного промежутка времени, в течение которого капля впитывается в материал, изменяя угол смачивания.

Нами предложен метод фотографирования капли на слое комбикорма, позволяющий фиксировать угол в начальный момент их контакта. Слой исследуемых комбикормов помещали на подложку, в качестве которой использовали различные материалы: металл, полиэтилен, дерево, резину, пластилин, стекло. Капля, проникая сквозь слой комбикорма (1,5...2 мм), при контакте со всеми материалами, кроме пластилина, растекалась. Поэтому в дальнейшем в качестве подложки использовали пластилин, так как угол смачивания его больше  $90^\circ$ , т.е. он является несмачиваемым материалом.

Каплю фотографировали на подложке фотоаппаратом "Зенит-Е" объективом "Гелиос-44/2" с удлинительными кольцами № 1, 2, 3. Затем на фотографиях производили измерение угла смачивания. методом отображения в зеркале к контуру капли в точке контакта с комбикормом проводили касательную. Полученный угол измеряли транспортиром.

Результаты изучения физико-механических свойств комбикормов исследованных рецептов приведены в таблице. По данным ситового анализа, модуль помола  $M$  для рецептов № 51, 52, 55, 56 составляет соответственно I, II; 0,97; 1,30; 1,54 мм. Поскольку комбикорм является полидисперсной средой с крупными порами и капиллярами, при увлажнении его может иметь место гравитационное и капиллярное насыщение жидкостью. Плотность комбикорма находится в пределах 1,38...1,42 г/см<sup>3</sup> и практически не зависит от рецепта. Наименьшую плотность (1,34 г/см<sup>3</sup>) имеет остаток на сите  $\varnothing$  3 мм комбикорма по рецепту № 55, наибольшую (1,50 г/см<sup>3</sup>) остаток на дне комбикорма по

Физико-механические свойства комбикормов (соответственно для рецептов № 51, 52, 55, 56)

Исследуемые свойства	Комбикорм (смесь)	Фракция (остаток на сите с отверстием, мм)								
		3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,25	На дне
Гранулометрический состав, %	-	2,14	3,65	3,48	5,96	10,21	14,77	12,57	22,15	25,07
	-	0,39	0,76	1,50	3,96	10,09	22,20	16,66	24,94	19,50
	-	1,21	2,88	5,60	13,34	14,26	15,73	11,08	17,42	18,48
	-	1,80	3,56	7,90	17,49	19,49	17,54	8,58	11,21	12,43
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,42	1,39	1,41	1,40	1,42	1,42	1,40	1,42	1,44	1,50
	1,38	-	1,40	1,40	1,40	1,37	1,36	1,37	1,36	1,46
	1,38	-	1,34	1,40	1,36	1,38	1,36	1,35	1,37	1,43
	1,42	1,41	1,41	1,43	1,42	1,43	1,41	1,39	1,40	1,47
Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	440	-	240	250	360	440	520	580	860	1720
	690	-	320	380	410	500	640	790	1010	1820
	690	-	350	370	450	530	970	1020	1170	1730
	430	-	320	400	420	520	720	760	1110	1610
Краевой угол смачивания, град	99	-	85	100	94	110	84	85	105	104
	99	-	96	103	93	106	89	86	92	93
	98	-	106	94	104	97	94	103	94	100
	104	-	89	79	105	93	98	83	100	84

рецепту № 51.

Увлажнение комбикорма проходит две стадии: сначала капля воды смачивает поверхность частицы, а затем влага проникает внутрь. Поверхность реальной частицы значительно больше поверхности идеального шара, которую определяют по ситовому анализу, что обусловлено неправильными геометрическими формами и наличием множества трещин при измельчении.

Удельная поверхность комбикормов четырех рецептов находится в пределах 430...690 см<sup>2</sup>/г и увеличивается с уменьшением диаметра частиц. Так, для фракции остатка на сите  $\phi$  3 мм она равна 240...350 см<sup>2</sup>/г, а фракция прохода через сито  $\phi$  0,25 мм - 1610...1820 см<sup>2</sup>/г, т.е. примерно в пять-семь раз больше.

Краевой угол смачивания [3] - основная характеристика комбикорма как смачиваемого материала. Если угол смачивания больше или равен 90°, материал считается несмачиваемым. Он не пропускает воду внутрь поровых проходов вследствие капиллярного давления, направленного от материала к воде. Если подавать частицы комбикорма на поверхность слоя воды, они будут плавать. Поэтому увлажнение комбикорма лучше производить механическим перемешиванием или распыленной жидкостью в движущемся потоке.

Исследования показали, что комбикорм является трудносмачиваемым материалом (краевой угол 98...104°). Краевой угол смачивания отдельных фракций изменяется от 79 до 110°, причем общей закономерности в изменении не обнаружено. Это объясняется тем, что комбикорм неоднороден по размерному и физическому составу. Укладка частиц на подложку из пластилина тоже не может быть абсолютно одинаковой, поэтому и поверхность комбикорма, на которую наносят капли воды, для каждого измерения разная. Экспериментальные исследования позволили выделить зоны смачивания и несмачивания и определить реальные коэффициенты смачивания комбикормов (рис. 3):

$$C = \frac{\sin^3 \theta}{2(1 - \cos \theta)^2(2 + \cos \theta)} ;$$

$$m = \sqrt[3]{C} ; \quad K = \sqrt[3]{C^2}$$

где  $K$  - коэффициент смачивания;  
 $C$  - коэффициент, характеризующий изменение поверхности капли при контакте со смачиваемой поверхностью.

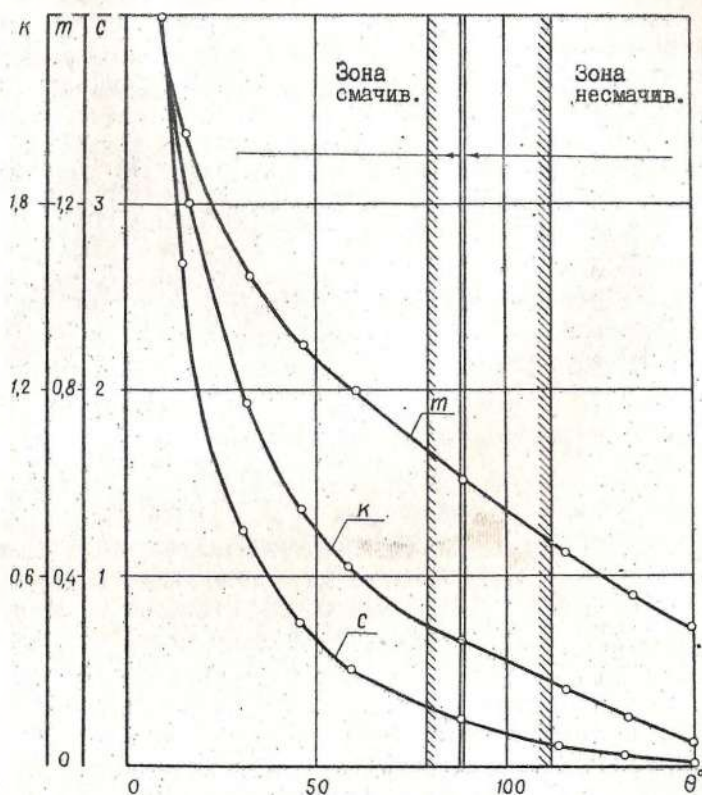


Рис. 3. Зависимость коэффициентов смачивания комбикорма от угла  $\theta$

#### Выводы

1. Определены гранулометрический состав, плотность, удельная поверхность и краевой угол смачивания комбикормов четырех рецептов (# 51, 52, 55, 56).

2. Установлено, что комбикорм является поллдисперсной труд-  
мисимичианемой средой, для его увлажнения необходимо "динамическое"  
или механическое воздействие.

#### Л и т е р а т у р а

1. Болков И.И. Методы испытания строительных материалов.  
М., Стройиздат, 1974.

2. Дворецкий Г.М. Исследование смачиваемости порошкообразных  
молочных продуктов с целью разработки одноступенчатого способа про-  
изводства сухого цельного быстрорастворимого молока. Автореф. канд.  
дис. М., 1972. .

3. Гутман В.Н. некоторые теоретические предпосылки увлаж-  
нения сыпучих материалов. - Сборник науч. работ аспирантов. Минск,  
1975 (ЦНИИМЭСХ).