

Государственное научное учреждение
**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**
(ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии)

А.А. УТКИН



МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

Государственное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА
(ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии)

А.А.Уткин

**МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ
СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ
СВИНЕЙ**

Монография

Подольск 2011

УДК 631.223.6.014
М-55

Уткин А.А.

М-55 Механизированные системы кормления свиней. – Подольск:
ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии, 2011. – 226 с.

Изложены основные положения технологических и технических требований к механизированным устройствам по раздаче кормов свиньям, анализ конструкций и технико-экономических показателей работы применяемого для этих целей оборудования. Проведено теоретическое и экспериментальное обоснование основных параметров новых электромобильных кормораздатчиков с различными рабочими органами. По их результатам были созданы и испытаны опытные образцы этого оборудования, проведены государственные приемочные испытания кормораздатчиков с положительной оценкой их работы и рекомендациями о постановке на производство.

Исследованы существующие отечественные системы раздачи жидких кормов по трубам и предложен перспективный комплект оборудования для их доставки в свинарники и раздачи животным по самоопорожняющемуся трубопроводу. Проанализирована работа стационарных кормораздающих устройств для свиней и даны рекомендации по их совершенствованию, в т.ч и автоматических кормовых станций, осуществляющих выдачу дозы корма после идентификации животного.

Представлена информация по разработке и испытаниям во ВНИИМЖе экспериментальных образцов нового технологического оборудования для приготовления и раздачи кормов на малых свинофермах.

Предназначена для специалистов органов управления АПК и свиноводческих хозяйств, разработчиков и изготовителей новой техники для свиноводства, научных работников и студентов профильных ВУЗов.

Монография рассмотрена на заседании Ученого совета ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии, одобрена и рекомендована к изданию (протокол № 8 от 12 ноября 2009 г.).

УДК 631.223.6.014

© Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский
институт механизации животноводства
Российской академии сельскохозяйственных наук
ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии, 2011

Введение

По статистическим данным на 01.02.2009 г. сельхозпредприятия Российской Федерации имели 9032,1 тыс. голов свиней. Из них численность свиноматок составляла примерно 970 тыс. голов, поросят-отъемышей – около 3 млн, а остальное поголовье – откормочный молодняк. В нашей стране свиноводческие предприятия имеют в основном замкнутый цикл производства, при котором на ферме содержатся все половозрастные группы животных.

Рентабельность работы свиноводческих предприятий зависит в основном от эффективности использования кормов, доля которых в себестоимости продукции доходит до 70%. Чтобы обеспечить животных соответствующим зоотехническим требованиям кормовым рационом, к технологическому оборудованию по раздаче кормов также предъявляются повышенные регламентированные технологические требования:

- равномерность раздачи корма животным с помощью мобильных кормораздатчиков – не менее 90%, стационарных при индивидуальном дозировании корма – не менее 99%, а в групповые кормушки – в пределах 90...98%;

- наработка на отказ у электромобильных кормораздатчиков с вместимостью бункера до $2,5 \text{ м}^3$ должна составлять не менее 40 часов, а при вместимости до $1,0 \text{ м}^3$ и у стационарных кормораздающих устройств - находиться в пределах 100...150 часов.

Свиноматки должны получать свою суточную дозу корма в соответствии с периодом их супоросности, возрастом и массой тела животного, а также с учетом кратности их кормления. При этом предпочтение должно отдаваться кормлению данной половозрастной группы животных влажными кормами.

Поросят-отъемышей экономически целесообразно кормить «вволю» из бункерных самокормушек, применяя при этом автоматизированное кормозагрузочное оборудование и погнездное содержание в специализированных мелкогрупповых (по 10-12 голов) станках.

Для откормочного поголовья предпочтительнее применять нормированное кормление, учитывая при этом особенности технологии содержания животных и рационов их кормления применительно к требованиям поставляемого покупателям свиного мяса и кормовой базы данного хозяйства. В качестве кормораздающего оборудования в свинарниках по откорму животных можно применять как мобильные, так и стационарные кормораздатчики.

Исследованиями рабочих органов и созданием новых образцов кормораздающих устройств для свиноводческих предприятий ВНИИМЖ занимался с момента своего образования (1969г.) и продолжает эту работу до настоящего времени. Причем большая часть вновь созданного в нашем институте и поставленного на производство технологического оборудования относится к мобильным кормораздатчикам, которые предназначались для применения на товарных свинофермах, ранее обеспечивавших производство основной массы (более 60%) свиноводческой продукции. Институт проводил исследования и продолжает разработку стационарных систем кормления свиней.

В данной работе обобщены материалы по экспериментально-теоретическим исследованиям новых рабочих органов для технологического оборудования по смешиванию, транспортированию и раздаче кормов свиньям, приведены технико-экономические показатели работы и рекомендации по применению механизированных и автоматизированных систем кормления свиней на фермах различной мощности.

Подготовленная монография является итогом работы автора в течение многих лет над проблемами механизации и автоматизации технологического процесса кормления свиней, теоретических и прикладных исследований автора в этой области, созданных им технических средств для приготовления и раздачи кормов на свиноводческих предприятиях.

Автор с благодарностью примет все замечания и предложения по данной монографии и учтет их в своей дальнейшей работе.

Выражаю глубокую благодарность академикам Россельхозакадемии Морозову Н.М. и Сыроватке В.И., руководителю отдела доктору экономических наук, профессору Цою Л.М., а также начальнику ОПКБ с ЭПП, доктору технических наук Гридневу П.И.

за постоянную консультативную помощь при рассмотрении конкретных вопросов в проведении исследований и создании новой техники.

Большое спасибо бывшим сотрудникам нашего института Шамову Н.Г., Халемину Н.И., Ковалевскому Б.Г., Ломову В.И., Агапову В.И., Антроповскому Н.М. и Трофимову В.В., а также работающим в настоящее время сотрудникам Степанову В.П., Резнику Е.И., Колесниковой Т.Н., Карпову В.П., Еремину А.М., Кузьмину И.Ю. и д.т.н., профессору Тишанинову Н.П. (ГАУ ВИИТиН) за оказанную помощь в проведении исследований, разработке конструкторской документации, изготовлении и испытании опытных образцов кормораздающего оборудования.

Особую благодарность выражаю сотрудникам нашего отдела Щеткиной Н.И., Ожерельевой Н.А., Адамия Н.А. и Гришиной В.В., помогавшим мне в подготовке данной работы.

1.Ведомственные технологические требования по кормлению свиней

Ведомственными нормами технологического проектирования свиноводческих предприятий (ВНТП 2-96 Минсельхозпрода России) предусмотрены различные по составу кормовые рационы, приготовленные в виде влажных многокомпонентных смесей с удельным весом концентратов 65, 80 и 93% для зимнего и летнего периодов содержания животных. В зимний период кормления в рационы кроме концентрированного корма должны входить измельченные корнеклубнеплоды или комбисилос, травяная мука, молоко или обрат, а летом – травяная масса.

В табл. 1.1 (выборка из ВНТП 2-96) представлены рекомендуемые рационы и нормы кормления животных при наиболее распространенном содержании концентратов (80%) в готовой кормосмеси. Для того, чтобы такие кормовые смеси раздавать животным с помощью технических средств механизации, в них добавляют еще и воду. Диапазон влажности готовых кормовых смесей в зависимости от технологических показателей работы кормораздающих устройств обычно изменяется от 60 до 75%.

С учетом изложенного в табл. 1.2 приведены данные расчетов суточных доз корма для различных половозрастных групп свиней с рекомендуемой влажностью и удельным весом концентратов 90, 80, 70 и 60%. Известно также, что технологическими регламентами предусматривается двух- и трехкратное кормление животных. Однако для настройки кормораздатчиков необходимо знать разовую дозу корма для каждой половозрастной группы животных и норму выдачи корма в групповую кормушку при их содержании в групповых станках. Такие сведения приведены в табл.1.2 (см. колонки 9 и 10).

Анализируя данные табл. 1.2, в которой приведены средние значения норм потребления кормов различного состава и влажности, можно установить, что при трехкратном кормлении в свинарниках-маточниках подсосным свиноматкам за одну раздачу необходимо выдать сухого корма 2 кг, а при его увлажнении до 67% – 6,1 кг.

Таблица 1.1

Примерные нормы кормления и суточные рационы при удельном весе концентратов в смеси 80 % (выборка из ВНТП 2-96)

Группа животных	Период года	Всего корм.ед. на 1 гол. в сутки	В том числе по видам кормов, корм.ед/кг						
			концентраты		корне-клубне-плоды, комбисилос	травяная мука	молоко	обрат	трава
			всего	в т.ч. ценные белковые корма					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б. При удельном весе концентратов 80%									
Хряки	зимний	3,8	$\frac{3,00}{2,5}$	$\frac{0,42}{0,4}$	$\frac{0,38}{2,0}$	$\frac{0,24}{0,4}$	—	$\frac{0,18}{1,4}$	-
	летний	3,8	$\frac{3,28}{2,7}$	$\frac{0,54}{0,5}$	-	-	-	$\frac{0,18}{1,4}$	$\frac{0,34}{2,0}$
Матки супоросные	зимний	2,8	$\frac{1,82}{1,4}$	$\frac{0,27}{0,25}$	$\frac{0,67}{3,5}$	$\frac{0,31}{0,5}$	-	-	-
	летний	2,8	$\frac{2,17}{1,9}$	$\frac{0,10}{0,1}$	-	-	-	-	$\frac{0,6}{3,5}$
Матки подсосные	зимний	6,8	$\frac{4,57}{3,8}$	$\frac{1,07}{1,0}$	$\frac{1,52}{8,0}$	$\frac{0,37}{0,6}$	-	$\frac{0,33}{2,5}$	-
	летний	6,8	$\frac{5,47}{4,5}$	$\frac{0,89}{0,8}$	-	-	-	$\frac{0,33}{2,5}$	$\frac{1,02}{6,0}$

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поросята- сосуны в возрасте до 2-х месяцев	зимний	0,5	$\frac{0,419}{0,344}$	$\frac{0,026}{0,025}$	$\frac{0,019}{0,10}$	-	$\frac{0,018}{0,06}$	$\frac{0,044}{0,34}$	-
	летний	0,5	$\frac{0,421}{0,344}$	$\frac{0,026}{0,025}$	-	-	$\frac{0,018}{0,06}$	$\frac{0,044}{0,34}$	$\frac{0,017}{0,1}$
Поросята- отъемыши в возрасте 3 месяцев	зимний	1,5	$\frac{1,24}{1,15}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{0,15}{0,8}$	$\frac{0,03}{0,05}$	-	$\frac{0,05}{0,4}$	-
	летний	1,5	$\frac{1,25}{1,2}$	$\frac{0,10}{0,1}$	-	-	-	$\frac{0,09}{0,7}$	$\frac{0,17}{1,0}$
Поросята- отъемыши в возрасте 3-4 месяцев	зимний	1,8	$\frac{1,41}{1,25}$	$\frac{0,26}{0,25}$	$\frac{0,23}{1,2}$	$\frac{0,04}{0,06}$	-	$\frac{0,08}{0,6}$	-
	летний	1,8	$\frac{1,53}{1,35}$	$\frac{0,15}{0,15}$	-	-	-	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{0,24}{1,4}$
Ремонтный молодняк	зимний	2,7	$\frac{1,91}{1,6}$	$\frac{0,43}{0,4}$	$\frac{0,48}{2,5}$	$\frac{0,18}{0,3}$	-	$\frac{0,13}{1,0}$	-
	летний	2,7	$\frac{2,23}{1,9}$	$\frac{0,32}{0,3}$	-	-	-	$\frac{0,13}{1,0}$	$\frac{0,34}{2,0}$
Откармливаемые свиньи	зимний	2,9	$\frac{1,47}{1,3}$	$\frac{0,66}{0,6}$	$\frac{0,57}{3,0}$	$\frac{0,09}{0,15}$	-	$\frac{0,78}{0,6}$	-
	летний	2,9	$\frac{1,48}{1,3}$	$\frac{0,10}{0,1}$	-	-	-	$\frac{0,78}{0,6}$	$\frac{0,68}{4,0}$

Таблица 1.2

*Среднее значение норм потребления кормов различными
половозрастными группами свиней*

Половозрастные группы свиней	Рационы кормления животных	Фронт кормления на 1 гол., м	Кратность кормления	Масса суточной дозы корма, кг	Расчетная влажность корма, %	Рекомендуемая влажность корма, %	Масса суточной дозы при рекомд. влажности, кг	Масса разовой дозы корма кг/гол.	Норма выдачи корма на п.м. кормушки, кг/м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Свиноматки подсосные	Комбикорм сухой	0,45	3	6,1	12	12	6,1	2,0	-	
	Комбикорм увлажненный			-	-	67(1:2)	18,3	6,1	-	
	Кормосмеси с удельным весом концентратов:									
	90% - зимний рацион			6,6	28	60	11,9	4,0	-	
	-летний рацион			7,1	30		12,4	4,1	-	
	80% - зимний рацион			10,2	42	65	16,9	5,6	-	
	-летний рацион			9,5	42		15,7	5,2	-	
	70% - зимний рацион			12,1	51	70	19,8	6,6	-	
-летний рацион	12,2	51		19,9	6,6	-				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поросята- сосуны	Комбикорм сухой	0,15	3	0,25	12	12	0,25	0,08	0,5
	Обрат, молоко			0,58	-	-	0,58	0,58	3,9
	Кормосмеси с удельным весом концентратов:			0,86	73	73	0,86	0,29	1,9
	90% - зимний и лет- ний рационы			0,73	54	60	0,83	0,28	1,8
	80% зимний рацион летний рацион			0,75	56		0,83	0,28	1,8
Поросята- отъемыши в возрасте до 3-х месяцев	Комбикорм сухой	0,20	3	1,4	12	12	1,4	0,47	2,35
	Обрат, молоко			1,0...1,5	-	-	1,0...1,5	0,3...0,5	1,5...2,5
	Кормосмеси:			1,4	15	60	3,0	1,0	5,0
	90%-зимний рацион летний рацион			1,4	15		3,0		
	80%-зимний рацион летний рацион			1,7	20	65	3,9	1,3	6,5
	2,9	57		3,6	1,2	6,0			

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Поросята-отъемыши в возрасте 3...4 месяца	Комбикорм сухой	0,20	3	1,7	12	12	1,7	0,6	3,0	
	Обрат, молоко			0,5...1,5	-	-	0,5...1,5	0,17...0,5	0,85...2,5	
	Кормосмеси с удельным весом концентрантов:									
	80% - зимний рацион			2,2	24	65	4,1	1,4	7,0	
	- летний рацион			3,2	52		4,4	1,5	7,5	
	70% - зимний рацион			4,0	63	70	4,9	1,6	8,0	
- летний рацион	3,25	55	4,9							
Супоросные свиноматки (основные)	Комбикорм сухой	0,45	2	3,0	12	12	3,0	1,5	3,3	
	Комбикорм увлажненный					67 (1:2)	9,0	4,5	10,0	
	Кормосмеси с удельным весом концентрантов:									
	90% - зимний рацион			3,7	31	60	6,4	3,2	7,1	
	- летний рацион			3,7	30		6,5	3,25	7,2	
	80% - зимний рацион			7,0	49	65	10,2	5,1	11,3	
- летний рацион	7,2	54	9,5	4,75	10,5					
70% - зимний рацион	8,0	59	70	10,9	5,45	12,1				
- летний рацион	7,7	57		11,0	5,5	12,2				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ремонтный молодняк	Комбикорм сухой	0,30	2	2,7	12	12	2,7	1,35	4,7	
	Комбикорм увлаж- ненный			-	-	67 (1:2)	8,1	4,05	13,5	
	Кормосмеси с удель- ным весом концен- трантов:									
	90% - зимний рацион			3,0	3,0	60	5,2	2,6	8,7	
	- летний рацион			5,2	48		6,8	3,4	11,3	
	80% - зимний рацион			5,3	48	65	7,9	3,95	13,2	
	- летний рацион			6,8	60		7,8	3,9	13,0	
70% - зимний рацион	5,8	54	70	8,9	4,45	14,8				
- летний рацион	6,9	62		8,7	4,35	14,5				
Откормочное поголовье	Комбикорм сухой	0,30	2	2,8	12	12	2,8	1,4	4,7	
	Комбикорм увлаж- ненный			-	-	67 (1:2)	8,4	4,2	14,0	
	Кормосмеси:									
	90% - зимний рацион			4,3	35	60	7,0	3,5	11,6	
	- летний рацион			4,3	47		5,7	2,85	9,5	
	80% - зимний рацион			4,1	37	65	7,4	3,7	12,3	
	- летний рацион			4,5	53		7,4	3,7	12,3	
70% - зимний рацион	5,8	54	70	6,0	3,0	10,0				
- летний рацион	4,25	38		8,9	4,45	14,8				
60% - зимний рацион	7,6	68	75	9,7	4,85	16,2				
- летний рацион	5,6	47		12,0	6,0	20,0				

При кормлении свиноматок влажными кормосмесями, состоящими из концентратов, корнеклубнеплодов, силоса, травяной муки или зеленой массы (летние рационы), разовая норма выдачи изменяется от 4,0 до 6,6 кг на голову в зависимости от удельного веса концентратов в смеси и влажности готового корма.

Поросятам-сосунам за каждое кормление необходимо выдавать на голову сухого комбикорма 0,08 кг или 0,3 кг готовых кормосмесей, т.е. при числе поросят в одном гнезде 10 голов в кормушку для поросят-сосунов требуется выдавать сухого комбикорма – 0,8 кг, готовых кормосмесей около 3,0 кг.

При скармливании поросятам комбикорма в сухом виде требуется дополнительно раздать в сутки на каждого поросенка 0,58 кг молока или обрата, которые обычно раздают за один раз.

Разовая норма выдачи поросятам-отъемышам в возрасте до трех месяцев сухого комбикорма должна составлять 0,47 кг, обрата 0,3...0,5 кг, а готовых кормосмесей от 1,0 до 1,3 кг в зависимости от их влажности и процентного содержания концентратов. К четырехмесячному возрасту разовая норма потребления сухого комбикорма увеличивается до 0,6 кг, а кормосмесей соответственно до 1,4...1,6 кг.

Супоросным свиноматкам за одно кормление необходимо выдавать кормовых смесей с удельным весом концентратов 90% и влажностью 60% по 3,2 кг на голову. При удельном весе концентратов в смеси 80% и влажности 65% эти нормы составят 5,1 кг для зимнего и 4,75 кг – для летнего рационов, а максимальное значение нормы выдачи, равное 5,5 кг на каждую голову, соответствует кормлению животных кормосмесями летнего рациона с удельным весом концентратов 70% и влажности корма 65%.

Несколько меньше, чем для супоросных маток, нормы потребления кормов в свинарниках для ремонтного молодняка. Однако и для этой группы животных с уменьшением доли концентратов и увеличением влажности готового корма дозы корма увеличиваются с 2,6 кг до 4,5 кг на одну голову.

При скармливании влажных кормосмесей откормочному поголовью минимальная норма потребления корма, равная 2,85 кг, соответствует летнему рациону с удельным весом концентратов 90% и влажностью корма 60%, а максимальная, равная 6,0 кг – при влажности смеси 75% и удельном весе концентратов 60%.

2. Технические и технологические требования к кормораздающим устройствам, применяемым в свиноводстве

Технические требования на отечественные раздатчики кормов для свиней были ранее регламентированы ГОСТ 26735-85, в котором предусматривались определенные значения параметров для мобильных (табл.2.1) и стационарных (табл.2.2) кормораздатчиков. Анализируя основные показатели этих таблиц, можно установить, что у мобильных кормораздатчиков они обусловлены вместимостью кузова (бункера), а у стационарных зависят от величины подачи корма. Например, при вместимости мобильного кормораздатчика до $3,0 \text{ м}^3$ эксплуатационная производительность должна составлять 40 т/ч, до $2,5 \text{ м}^3$ – находится в пределах 14...35 т/ч, а при вместимости до $1,0 \text{ м}^3$ составлять не менее 7,5 т/ч. У стационарных раздатчиков этот параметр при номинальной подаче до $1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ должен находиться в пределах 0,45...0,8 $\text{м}^3/\text{ч}$, а при подаче до $4,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ составлять не менее $3,0 \text{ м}^3/\text{ч}$. Если сравнивать мобильные и стационарные кормораздатчики для свиноводства по удельной массе, то эта разница увеличивается примерно на 2 порядка (не менее чем в 100 раз).

Мобильные кормораздающие устройства для свиней в 2-5 раз экономичнее стационарных и по удельному расходу электроэнергии. Однако по равномерности раздачи корма (его дозированию животным) стационарные устройства превосходят мобильные раздатчики, а т.к. себестоимость продукции в свиноводстве определяется в основном расходом кормов (доля кормов в себестоимости составляет 60...75%), то этому показателю необходимо уделять особое внимание.

Следует учитывать и то, что по протоколам государственных приемочных испытаний электромобильных кормораздатчиков фактическая неравномерность раздачи корма этим оборудованием доходит до $\pm 40\%$, тогда как у стационарного она не превышает установленных значений.

Таблица 2.1

Раздатчики кормов для свинофермы мобильные

Наименование показателя, размерность	Раздатчик кормов мобильный вместимостью кузова					
	до 3,0м ³		до 2,5 м ³		до 1,0 м ³	
	1-я ступень (выпуск с 01.01.87. до 01.01.90)	2-я ступень (выпуск с 01.01.90. до 01.01.95)	электрифицированный			
			1-я ступень (выпуск с 01.01.87. до 01.01.90)	2-я ступень (выпуск с 01.01.90. до 01.01.95)	1-я ступень (выпуск с 01.01.87. до 01.01.90)	2-я ступень (выпуск с 01.01.90 до 01.01.95)
Производительность, т/ч: основного времени	54,0	54,0	$\frac{30-70^1}{20-55}$	$\frac{30-70^1}{20-55}$	8,0	10,0
эксплуатационного времени	40,0	40,0	$\frac{30^1}{14-35}$	$\frac{30^1}{14-35}$	6,0	7,5
Равномерность раздачи, %, не менее	90	90	90	90	90	90
Удельный расход энергии, кВт-ч/т, не более	0,48	0,45	$\frac{0,245^1}{0,076}$	$\frac{0,2^1}{0,05}$	0,44	0,38
Наработка на отказ, ч, не менее	120	180	100 ¹ /40	150 ¹ /60	100	150
Установленная безотказная наработка, ч	-	2	-	2	-	2
Объединенная удельная трудоемкость технического обслуживания и ремонтов, чел.-ч/ч, не более	0,046	0,04	0,08-0,27	0,05-0,04	0,07	0,04
Полный ресурс, ч, не менее	700	980	700 ¹ /260	980 ¹ /390	700	980
Удельная масса, кг/т/ч, не более	25,4	22,4	15-30/30	13-24/26	170	148
Уровень шума, дБА, не более	85	85	85	85	85	85

1 - в числителе приведены значения для раздатчиков с цилиндрическим бункером, в знаменателе – для раздатчиков с прямоугольным бункером.

2 - устанавливают в технических условиях на раздатчики кормов конкретной марки, но не менее трехмесячной нормативной наработки при соблюдении предусмотренных эксплуатационной документацией правил эксплуатации, периодичности и объемов работ технического обслуживания.

Таблица 2.2

Раздатчики кормов для свиноферм стационарные

Наименование показателя, размерность	Подача, м ³ /ч			
	до 1,2 с весовым дозированием		до 4,0	
	1-я ступень (выпуск с 01.01.87 до 01.01.90)	2-я ступень (выпуск с 01.01.90 до 01.01.95)	1-я ступень (выпуск с 01.01.87 до 01.01.90)	2-я ступень (выпуск с 01.01.90 до 01.01.95)
Подача, м ³ /ч, за 1 ч основного времени эксплуатационного времени	0,6-1,0	0,8-1,2	4,0	4,0
	0,45-0,8	0,45-0,85	3,0	3,0
Равномерность раздачи, %, не менее, при дозировании: индивидуальном групповом	99	99	90	95
	95	98	90	90
Удельный расход энергии, кВт-ч/м ³ , не более	1,45-3,8	1,37-3,4	0,89	0,83
Наработка на отказ, ч не менее	100	150	100	150
Установленная безотказная наработка, ч, не менее	-	1	-	1
Объединенная удельная трудоемкость технического обслуживания и ремонтов, чел.-ч/ч, не более	0,07-0,06	0,04-0,03	0,064	0,04
Полный ресурс, ч, не менее	700	980	700	980
Удельная масса, кг/м ³ /ч, не более ²	4150-6900 7750-11200 8000-14650	3040-1550 4950-7400 5450-9650	4650-7000 ² 2870-4350 ² 4300-6600 ² 3280-4950 ² 2480-3750 ² 13100- 19800 ² 1770 ³ 2730 ³	4050-6000 ² 2500-3700 ² 3700-5800 ² 2900-4350 ² 2100-3300 ² 11500-17250 ² 1540 ³ 2400 ³
Уровень шума, дБА, не более	85	85	85	85

¹ Устанавливают в технических условиях на раздатчики кормов конкретной марки, но не менее трехмесячной нормативной наработки при соблюдении предусмотренных эксплуатационной документацией правил эксплуатации, периодичности и объемов работ технического обслуживания.

² Значения соответствуют подачам 1,6...2,4 м³/ч.

³ Значения соответствуют подаче 4,0 м³/ч.

Однако самым актуальным вопросом в применении на свиноводческих фермах кормораздающего оборудования остается увеличение коэффициента использования электромобильных кормораздатчиков, которые работают не более двух часов в сутки. В то же время необходимо устанавливать их в каждом кормовом проходе, т.е. применять в свинарнике по два кормораздатчика. Это обусловлено тем, что они способны передвигаться только по прямолинейным участкам рельсовых путей.

Попытки перегонять такой кормораздатчик из одного кормового прохода в другой предпринимались неоднократно (например, перевозили их на траверсной тележке, применяли поворотные круги), однако эти способы распространения не получили. По этой причине ВНИИМЖ проводил исследования по перегону электромобильного кормораздатчика из одного кормового прохода в другой по закругленному участку рельсового пути, расположенному в одном из торцов свинарника. Желоб для кабельного электропитания такого кормораздатчика должен располагаться с внутренней стороны рельсов и повторять их траекторию.

Однако при этом следует учитывать 3-5 кратное увеличение усилий для перемещения гибкого кабеля по криволинейному участку желоба. Для устранения этого недостатка целесообразно у кольцевого желоба вместо внутреннего борта смонтировать вертикальные отклоняющие ролики с шагом, исключающим самопроизвольное выпадение кабеля.

Для того, чтобы электромобильный кормораздатчик можно было по закругленному рельсовому пути свинарника перегнать из одного кормового прохода в другой, его ходовая часть должна выполняться с шарнирным сочленением колесных пар или с разной базой между ними. Во ВНИИМЖе были испытаны и применены в экспериментальных образцах кормораздатчиков оба упомянутых варианта.

На рис. 2.1 представлен общий вид кормораздатчика с шарнирным сочленением ходовой части, а на рис. 2.2 – экспериментальный полигон для проведения испытаний процесса передвижения кормораздатчика по закругленному (с радиусом $R_o = 2,5\text{м}$) участку рельсового пути. Испытаниями было установлено, что кормораздатчик с шарнирно сочлененной ходовой частью может передвигаться как по прямым, так и криволинейным участкам

рельсового пути. В последнем случае он перемещается по рельсам за счет сцепления наружного колеса приводной пары, а внутреннее работает с пробуксовкой.

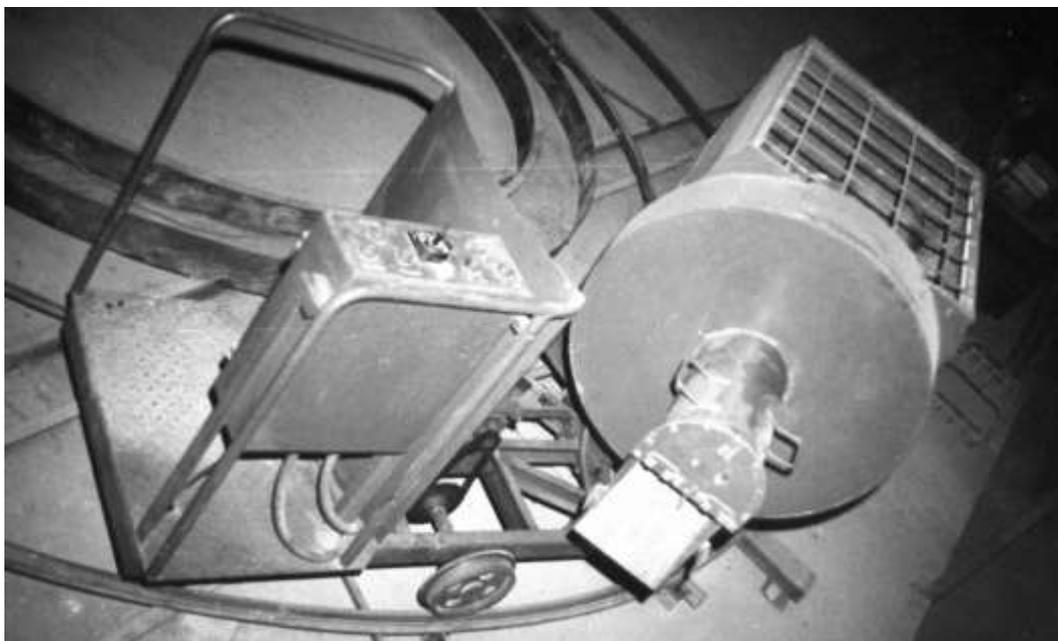


Рис. 2.1. Общий вид кормораздатчика с шарнирно сочлененной ходовой частью



Рис. 2.2. Испытательный стенд для передвижения электромобильного кормораздатчика по криволинейному рельсовому пути

По этой причине у таких кормораздатчиков для стабилизации скорости передвижения рекомендуется применять ходовые колеса диаметром не менее 300 мм (вместо 230 мм у серийных машин), а ширину головки наружного рельса (длину контактной линии) увеличивать на 15...20 мм. Производственные испытания экспериментального кормораздатчика проводили в 1995г. на малой свиноферме (мощностью 750 голов в год) АО «Матвеевское» Одинцовского р-на Московской области.

Схема исполнения криволинейного участка рельсового пути в этом производственном помещении представлена на рис.2.3, а его общий вид в зоне загрузки кормораздатчика кормом – на рис 2.4.

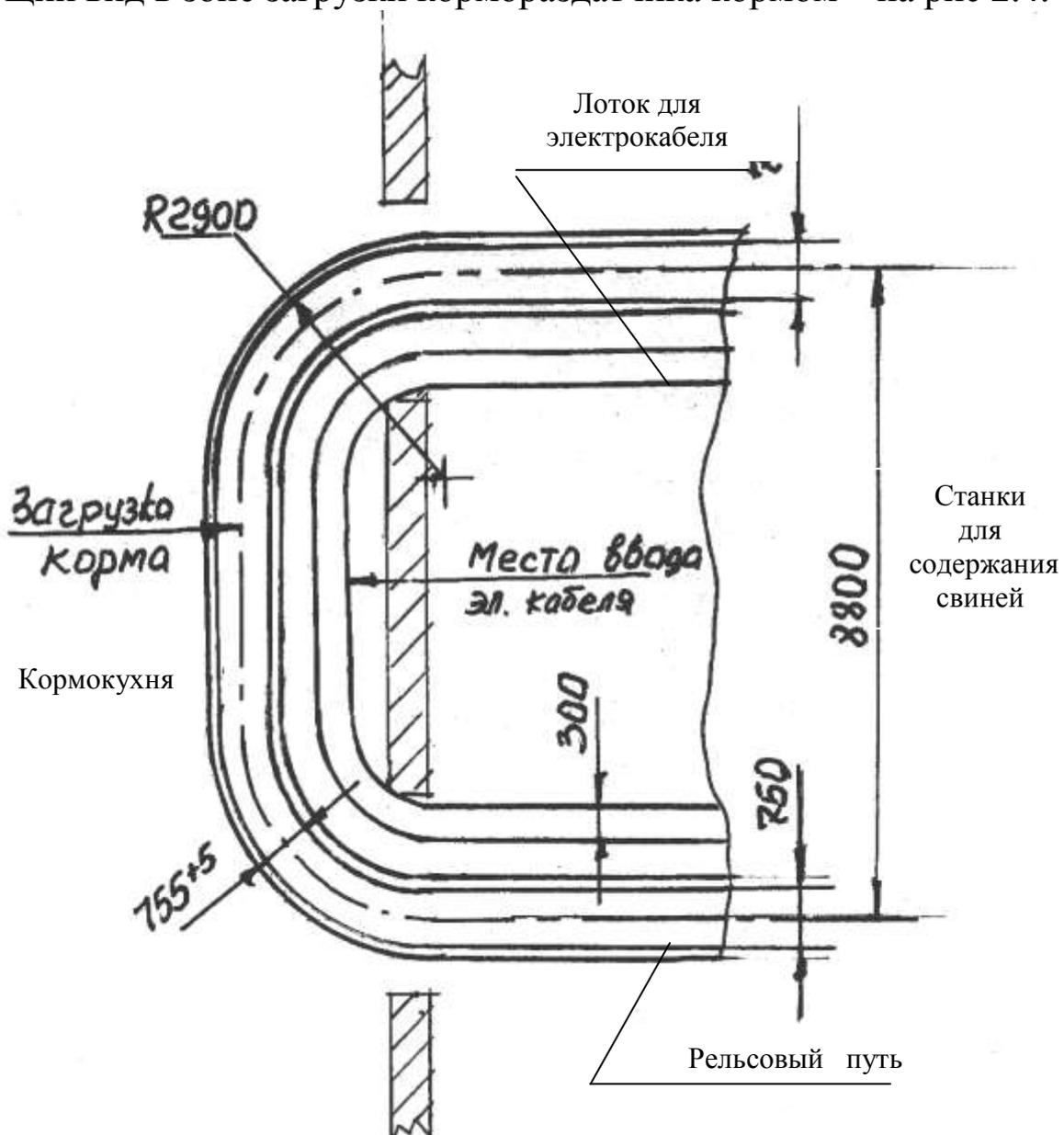


Рис. 2.3. Схема размещения поворотной части рельсового пути в 4-х рядном свинарнике АО «Матвеевское»

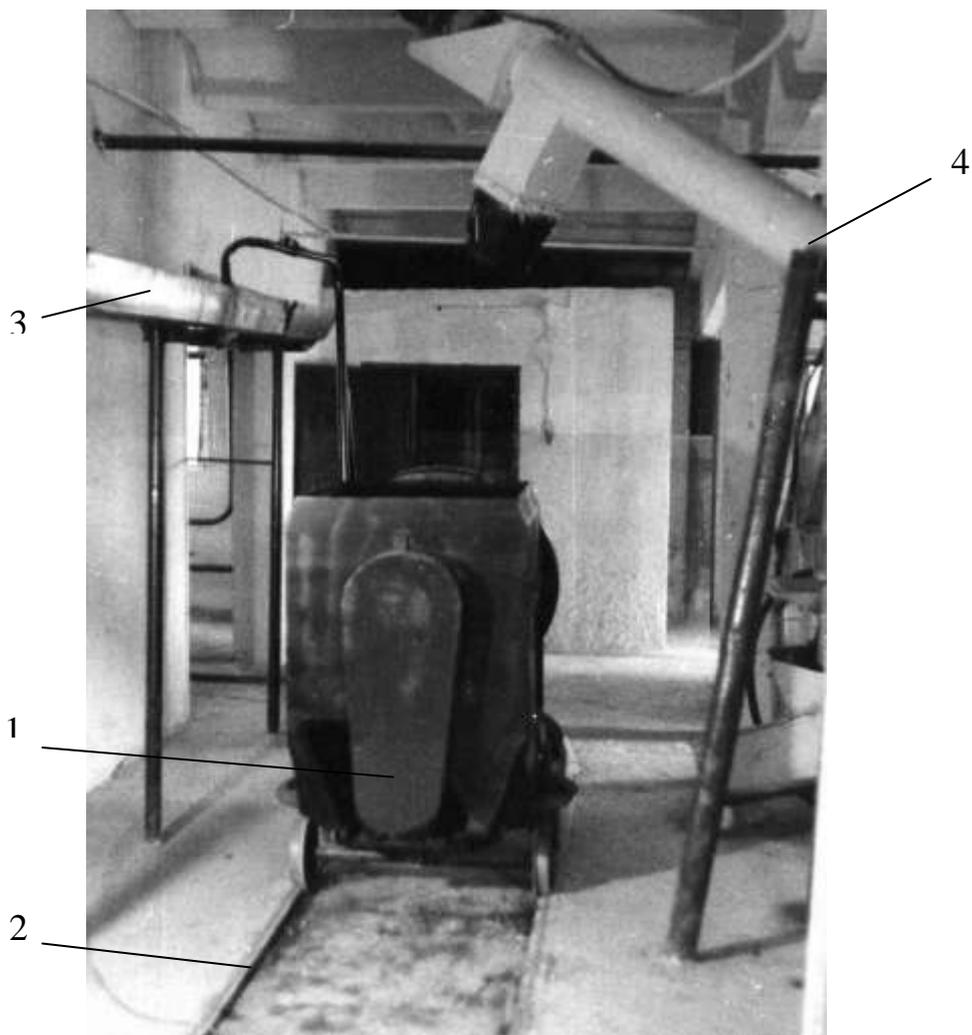


Рис. 2.4. Общий вид экспериментального кормораздатчика на соединительном участке рельсовых путей (зона его загрузки кормом) на свиноферме АО «Матвеевское»

1-электромобильный кормораздатчик с шарнирно сочлененной ходовой частью; 2-рельсовый путь; 3-желоб для электрокабеля; 4-шnek для загрузки корма

Эксплуатация в действующем свинарнике экспериментального кормораздатчика, обслуживающего два кормовых прохода, подтвердила работоспособность нового технологического оборудования, однако выявила и повышенные требования к ходовой части такого кормораздатчика и его обслуживанию. В частности, должно осуществляться обязательное исполнение упомянутых выше конструктивных параметров ходовой части и криволинейного участка рельсового пути. Особое внимание при этом следует уделять исполнению желоба для кабеля. На закругленном участке его внутреннего радиуса обязательно должны устанавливаться

отклоняющие ролики, которые позволят в 3-5 раз уменьшить усилие на совместное передвижение гибкого кабеля с кормораздатчиком. Если выполнять этот участок желоба с обычным бортом, то возможны пробуксовки кормораздатчика на рельсовом пути и даже его остановки.

Исследования процесса передвижения кормораздатчика по криволинейному участку рельсового пути с разной базой между осями (база у наружных колес составляла 1000 мм, а внутренних 740 мм) проводили на таком же стенде (рис. 2.5).

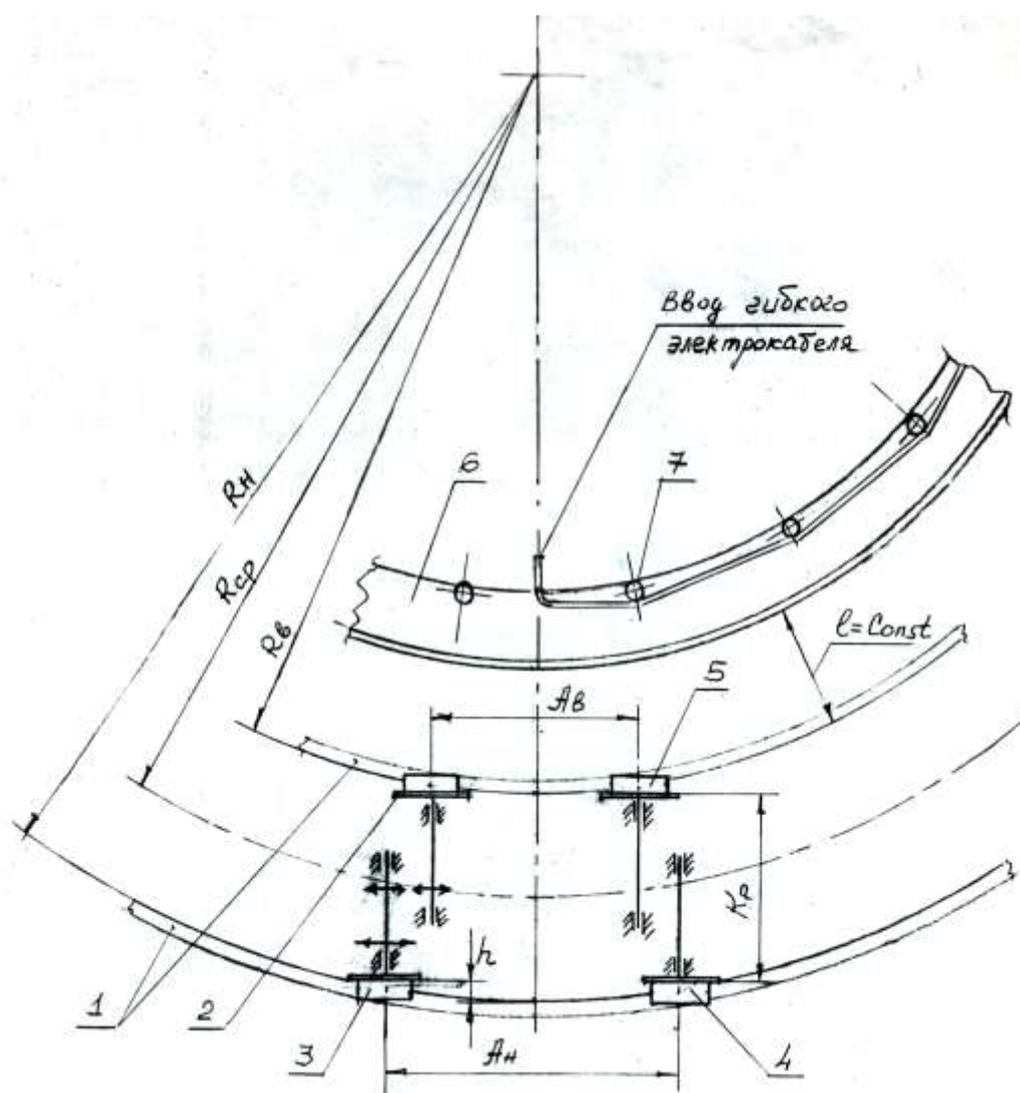


Рис. 2.5. Схема размещения ходовых колес у нового кормораздатчика и желоба для электрокабеля на криволинейном участке рельсового пути
 1-рельсовый путь; 2-ведущее ходовое колесо внутренней стороны; 3-ведущее ходовое колесо наружной стороны; 4 и 5-ведомые ходовые колеса наружной и внутренней сторон; 6-желоб для гибкого кабеля электропитания; 7-отклоняющий ролик желоба

Сужение базы ходовых колес внутренней стороны кормораздатчика зависит от кривизны рельсов и рассчитывается из следующего соотношения:

$$\frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}} = \frac{A_{\text{в}}}{A_{\text{н}}} \quad \text{или} \quad A_{\text{в}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot A_{\text{н}}}{R_{\text{н}}}$$

где $R_{\text{в}}$, $R_{\text{н}}$ - радиусы поворота рельсов; $A_{\text{н}}$ - база (расстояние между осями колес) наружной стороны; $A_{\text{в}}$ - то же внутренней стороны кормораздатчика.

Например, средний радиус поворота рельсовых путей $R_{\text{ср}}$ составляет 3000 мм, колея 750 мм, а расстояние между наружными колесами $A_{\text{н}} = 1000$ мм. Тогда

$$A_{\text{в}} \leq \frac{\left(3000 - \frac{750}{2}\right) \cdot 1000}{3000 + \frac{750}{2}} = 778 \text{ мм}$$

Таким образом, расстояние между осями колес внутренней стороны кормораздатчика не должно превышать 778 мм.

Увеличение колеи рельсовых путей в местах закруглений можно рассчитать по формуле :

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot R_{\text{н}}^2 + A_{\text{н}}^2} - R_{\text{н}} = \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot 3375^2 + 1000^2} - 3375 = 35 \text{ мм}$$

Следовательно, наружный радиус закругленного участка рельсового пути должен составлять

$$R_{\text{н}} + h = 3375 + 35 = 3410 \text{ мм}$$

При этом переход с $R_{\text{н}} = 3375$ мм на $R_{\text{н}}' = 3410$ мм должен осуществляться плавно и на длине $A_{\text{н}} = 1000$ мм.

3. Анализ конструкций и технико-экономических показателей существующего оборудования по раздаче кормов свиньям

Подготовке кормов к скармливанию и их раздаче животным в свиноводстве отводится очень важная роль, при этом особое внимание уделяется питательной ценности, степени измельчения компонентов и консистенции (влажности) готового корма. На основе всесторонних и неоднократных исследований отечественной зоотехнической наукой было установлено, что свиней эффективнее кормить нормировано, сбалансированными по питательности и влажными по консистенции кормами. Однако в действительности в 70-90е годы прошлого столетия у нас в стране были построены свиноводческие комплексы, в которых свиней кормили одним комбикормом в сухом виде или с его разбавлением водой в соотношении 1:3 по массе (влажность готового корма 78...80%). В основном по такой же технологии работают свиноводческие предприятия Западной Европы, других зарубежных стран. Причем кормление жидким кормом считается наиболее эффективным, т.к. его проще механизировать и автоматизировать. При этом прирост живой массы свиней достигается на 7...8% выше, чем при сухом кормлении. Но таких показателей можно достичь в том случае, если подготовленный к скармливанию комбикорм отвечает установленным зоотехнической наукой требованиям.

На отечественных свиноводческих фермах и комплексах для раздачи корма животным применяют различное технологическое оборудование: мобильные (самоходные и прицепные) и стационарные кормораздатчики или трубопроводные, чаще всего закольцованные, системы кормления свиней жидкими кормами.

Технологическое оборудование для раздачи кормов свиньям выбирают с учетом следующих основных факторов: рационов и норм кормления различных половозрастных групп животных, способов их размещения в производственном здании и числа постановочных мест данной технологической группы. От рационов

кормления животных зависят физико-механические свойства раздаваемого корма, а нормы кормления и число обслуживаемых животных определяют его объем реализации.

На товарных фермах и комплексах нашей страны в качестве основного рациона кормления свиней применялись влажные кормовые смеси, в состав которых входили концентраты (до 80% по питательности), измельченные сочно-зеленые кормовые компоненты, травяная мука, а также корма животного происхождения. Соотношения этих компонентов в готовой кормовой смеси принимались с учетом рекомендаций ВНТП 2-96. Наиболее распространенным технологическим оборудованием для раздачи животным таких кормосмесей являлись мобильные (электрифицированные рельсовые и самоходные или прицепные) кормораздатчики. Электромобильными кормораздатчиками оснащались свинарники, а самоходными и прицепными раздавали корма в основном на выгульных площадках и летних лагерях. При раздаче корма электромобильные кормораздатчики с заданной скоростью передвигаются вдоль кормового прохода по стальным направляющим (рельсам), вмонтированным в пол свинарника, или по специальной эстакаде, расположенной над спаренными групповыми кормушками на высоте не менее 800 мм. В отечественном свиноводстве применялись следующие марки серийных электромобильных кормораздатчиков: КС-1,5; РС-5А; КСП-0,8; КЭС-1,7.

Для раздачи свиньям сухого комбикорма в 80-е годы были поставлены на производство и серийно выпускались отечественные стационарные тросо-шайбовые кормораздатчики с объемными (КШ-0,5) и весовыми (КВД-Ф-1) дозаторами, а также кормораздающее оборудование ОКС-1000, у которого дозирование корма осуществлялось групповыми трубчатыми дозаторами, а перед откармливанием сухой комбикорм предварительно увлажнялся в кормушках. Это оборудование применялось в типовых свинарниках по откорму животных. Для нормированной и автоматизированной раздачи в групповые кормушки увлажненного комбикорма с добавлением (до 40% по массе) мелкоизмельченных сочно-зеленых компонентов ВНИИживмашем был также поставлен на производство стационарный кормораздатчик КВК-Ф-15. С его помощью можно было норму выдачи корма в групповую кормушку устанавливать в пределах 5...50 кг/п.м.

Основные технико-экономические показатели работы приведенного выше серийного оборудования для раздачи кормов на свиноводческих фермах и комплексах мощностью до 24 тыс. голов в год приведены в табл. 3.1.

Анализируя эти показатели, можно установить следующее: электромобильные кормораздатчики наиболее полно отвечают зоотехническим требованиям по раздаче кормовых смесей влажностью 60...75%. Они могут раздавать и другие виды кормов (сухой и жидкий корм), а стационарные, за исключением КВК-Ф-15, только один вид корма (сухой или жидкий).

По производительности (эксплуатационной) электромобильные кормораздатчики в целом превосходят стационарные. Исключение составляет кормораздатчик КВК-Ф-15, у которого сменная производительность соответствует или даже превышает производительность электромобильных кормораздатчиков с малой вместимостью бункера (до 1,0 м³).

Электромобильные кормораздатчики эффективнее стационарных по удельной материалоемкости в 3-8 раз, а по удельной энергоемкости имеют примерно одинаковые показатели. Однако по удельным затратам труда, наоборот, стационарные кормораздатчики превосходят электромобильные в 2-6 раз. Из этого следует, что при раздаче больших объемов кормов, где решающим фактором будут выступать затраты труда, необходимо применять стационарное кормораздающее оборудование. На репродукторных свинофермах и фермах с замкнутым циклом производства мощностью до 24 тыс. голов в год, где содержатся различные половозрастные группы животных и рационы их кормления имеют существенное различие, эффективнее применять электромобильные кормораздатчики. Они универсальнее по назначению и эффективнее по материалоемкости. Вместе с этим при выборе типа и марки кормораздающего оборудования следует учитывать и недостатки в его работе. Наиболее характерными недостатками ранее выпускавшейся кормораздаточной техники следует считать ненадежность работы (наработка на отказ 15-40 часов вместо 80-100 по нормам), завышенные показатели по энерго- и материалоемкости, низкая окупаемость вследствие малой загрузки данного оборудования.

Основные технико-экономические показатели работы серийного кормораздающего оборудования для свиней

Показатели	Тип кормораздатчиков							
	электромобильные				стационарные			
	КС-1,5	РС-5А	КЭС-1,7	КСП-0,8	КШ-0,5	КВД-Ф-1	ОКС-1000	КВК-Ф-15
Вид раздаваемого корма	влажные кормосмеси различного состава				с увлажнением в кормушке			увлажненный комбикорм с добавлением до 40% пасты
Вместимость бункера, м ³	1,5	0,8	1,7	0,8+0,2	-	-	-	-
Производительность (эксплуатационная), т/ч	7,5-9,0	2,6-4,3	6,0-17,0	1,7-3,7	0,3 - 0,5	1,2	2,1	7,5 – 8,0
Материалоемкость, кг/т/ч	90 – 115	170-280	50-140	200-450	740-1250	1625-2667	800-4750	680
Энергоемкость, кВт-ч/т/ч	до 1,87	0,70-1,15	0,3-0,4	1,3-2,9	2,2-7,0	1,8	2,4	0,85
Затраты труда, чел.-ч/т	0,17-0,20	0,20-0,33	0,10-0,28	0,22-0,50	0,09	-	0,08	0,1
Оптовая цена (в ценах 1990г.)	1685	790	3180-5680	1750	1000-6100	10300	1360-7500	4010-5360
Удельная стоимость 1 кг массы изделия, руб/кг	2,0	1,1	1,5	2,3	1,6-2,7	3,2-5,1	0,8	0,8-1,1
Среднее значение удельных эксплуатационных затрат, руб/т:								
- при расходе влажного корма 2,0 т/сутки	9	90	-	116	-	-	-	-
- то же 10 т/сутки	30	29	27	41	-	-	-	29
- при раздаче сухого комбикорма	-	-	47	-	235	229	180	-

Анализом конструктивных решений существующих электромобильных кормораздатчиков были установлены следующие заключения.

Все кормораздатчики этого типа имеют бункер, внутри которого размещена мешалка. К бункеру присоединены выгрузные шнеки или другие устройства, обеспечивающие подачу корма из бункера в кормушки станков. Выгрузные окна бункера перекрываются шиберными устройствами, посредством которых обеспечивается его герметизация при накоплении и смешивании кормов, а также оперативное изменение проходного сечения выгрузного окна, т.е. регулирование подачи корма при раздаче животным. Ходовая часть кормораздатчика чаще всего имеет раму, две колесные пары, автономный реверсивный электропривод и площадку для оператора с сиденьем или без него.

Наиболее распространенной и оптимальной формой бункера следует считать комбинированную (цилиндрическое днище с вертикальными прямоугольными стенками). Такой бункер имеет максимальную вместимость, достаточную прочность, удобство в обслуживании.

Рабочие органы для перемешивания кормов у электромобильных кормораздатчиков выполняют чаще всего в виде ленточных мешалок, реже применяют лопастные или шнековые. В связи с этим следует отметить, что при перемешивании разных по консистенции кормов предпочтительнее применять лопастные мешалки. Они прочнее ленточных, имеют равномерную нагрузку и не создают комков при перемешивании корма.

Для выгрузки корма из бункера кормораздатчика в кормушки станков чаще всего применяют шнеки, которые консольно присоединяют к выгрузным окнам бункера. Во фланцевом соединении шнека с выгрузным патрубком бункера размещают шиберное устройство, посредством которого герметизируют бункер при смешивании и изменяют величину подачи при раздаче кормов животным.

Мешалка и выгрузные шнеки имеют, как правило, автономные электроприводы (за исключением кормораздатчика РС-5А, у которого для этих целей применен один электропривод). Опыт эксплуатации кормораздатчиков с выгрузными шнеками, имеющими автономные электроприводы, показывает, что такое тех-

ническое решение усложняет конструкцию машины, ухудшает условия ее передвижения в кормовом проходе, увеличивает материало- и энергоемкость оборудования.

Для устранения этих недостатков предпринимаются попытки отказаться от выгрузных шнеков. Например, у чешского кормораздатчика КПСК-1000 для выгрузки корма из бункера применено роторное устройство с наклонными лопатками. Оно размещено у торцевой стенки бункера и на одном валу с мешалкой. В соответствии с этим и выгрузное окно расположено в торцевой стенке, а подача корма в кормушки осуществляется по самотечным лоткам.

В патентной литературе (заявка №-325201 Великобритания) предлагаются решения, в которых выгрузка корма из бункера производится с помощью упругих элементов (лопаток), закрепленных на радиальных рычагах центрального вращающегося вала. Причем упругие элементы установлены под острым углом к цилиндрическому днищу, что обеспечивает образование клиновидной полости для подачи корма. При вращении эта полость заполняется кормом, и в зоне выгрузки создаются оптимальные условия для ее опорожнения. В соответствии с этим выгрузное окно расположено в боковой цилиндрической стенке бункера и с той стороны, куда подается корм.

В изобретении по а.с. №1232192 предложено устройство для организованной, а не самотечной подачи корма из бункера в выгрузной шнек кормораздатчика, выполненное в виде радиальных кронштейнов с лопатками (ковшами) на концах. Это устройство размещено в торце бункера и на одном валу с мешалкой.

Имеются разработки (а.с. №1435221) по применению роторных крыльчаток для улучшения качества смешивания кормов. Эти крыльчатки тоже закреплены на одном валу с мешалкой, но расположены в зоне выгрузки корма из бункера.

Однако основным недостатком этих кормораздатчиков следует считать их неспособность равномерно распределять корм по фронту кормления, которая обусловлена текучестью влажных кормосмесей.

Исследовательские работы и результаты государственных испытаний электромобильных кормораздатчиков показывают, что отклонения норм выдачи влажного корма находятся в пределах

5...40% при отклонениях скорости их передвижения не более $\pm 3,0\%$. Следовательно, на равномерность раздачи корма оказывает влияние стабильность подачи выгрузных устройств этих кормораздатчиков, а применение регулирующих устройств у них еще больше будет увеличивать отклонение от заданного значения, т.е. увеличивает погрешность в дозировании корма животным.

Из этого можно сделать следующий практический вывод – у электромобильных кормораздатчиков нормы выдачи корма эффективнее регулировать скоростью передвижения, т.к. численные значения отклонений этого параметра на порядок ниже, чем отклонения выгрузных устройств данной машины.

С учетом изложенного электропривод передвижения вновь создаваемого кормораздатчика должен иметь устройство для изменения частоты вращения ходовых колес. Наличие нескольких скоростей передвижения кормораздатчика также дает возможность оператору эффективнее управлять машиной. Например, сокращать продолжительность холостых переездов. Необходимо также предусмотреть возможность отключения приводных ходовых колес от электропривода на случай аварийного отключения электроэнергии в свинарнике и перегона кормораздатчика вручную на место стоянки. Конструктивно это можно выполнить с помощью подвижной кулачковой муфты, размещенной на валу приводной колесной пары.

Поскольку в конструкции кормораздатчика для герметизации бункера предусмотрено применение шибберных устройств, то целесообразно использовать технические возможности этого узла и для регулирования подачи корма, оснастив его регулируемым ограничителем хода шиббера. Такая конструкция узлов выгрузки корма из бункера электромобильного кормораздатчика позволит поочередно загружать в его бункер различные (сухие и жидкие) кормовые компоненты, смешивать их и затем с заданной, т.е. регулируемой проходным сечением выгрузного окна, подачей раздавать готовый корм животным.

4. Электромобильные (рельсовые) раздатчики кормов для свиней

Известно, что удельный вес стоимости кормов в себестоимости продукции свиноводства доходит до 70%. Поэтому в условиях выживания отрасли свиноводческие хозяйства принимают все меры для рационального расходования кормов, используя метод оперативной корректировки рационов кормления животных с учетом фактического наличия кормовых ресурсов и стоимости отдельных компонентов.

В разделе 3 было установлено, что для раздачи свиньям кормов с различными физико-механическими свойствами целесообразно применять электромобильные кормораздатчики. Схема их монтажа в кормовом проходе свинарника представлена на рис. 4.1.

Учитывая все это, ВНИИМЖ предлагает для механизации процессов кормления свиней на рядовых фермах России разработать, испытать и освоить серийное производство отечественных универсальных электромобильных кормораздатчиков. Они должны отвечать следующим основным требованиям:

- раздавать свиньям все виды кормов (влажные кормосмеси, сухой и жидкий корм);
- нормировано раздавать корма в групповые и индивидуальные кормушки;
- иметь минимальное число электроприводов (низкую материалоемкость и энергоемкость);
- качественно перемешивать компоненты (равномерность перемешивания не менее 90%);
- при малой загрузке электромобильный кормораздатчик должен обслуживать оба кормовых прохода свинарника.

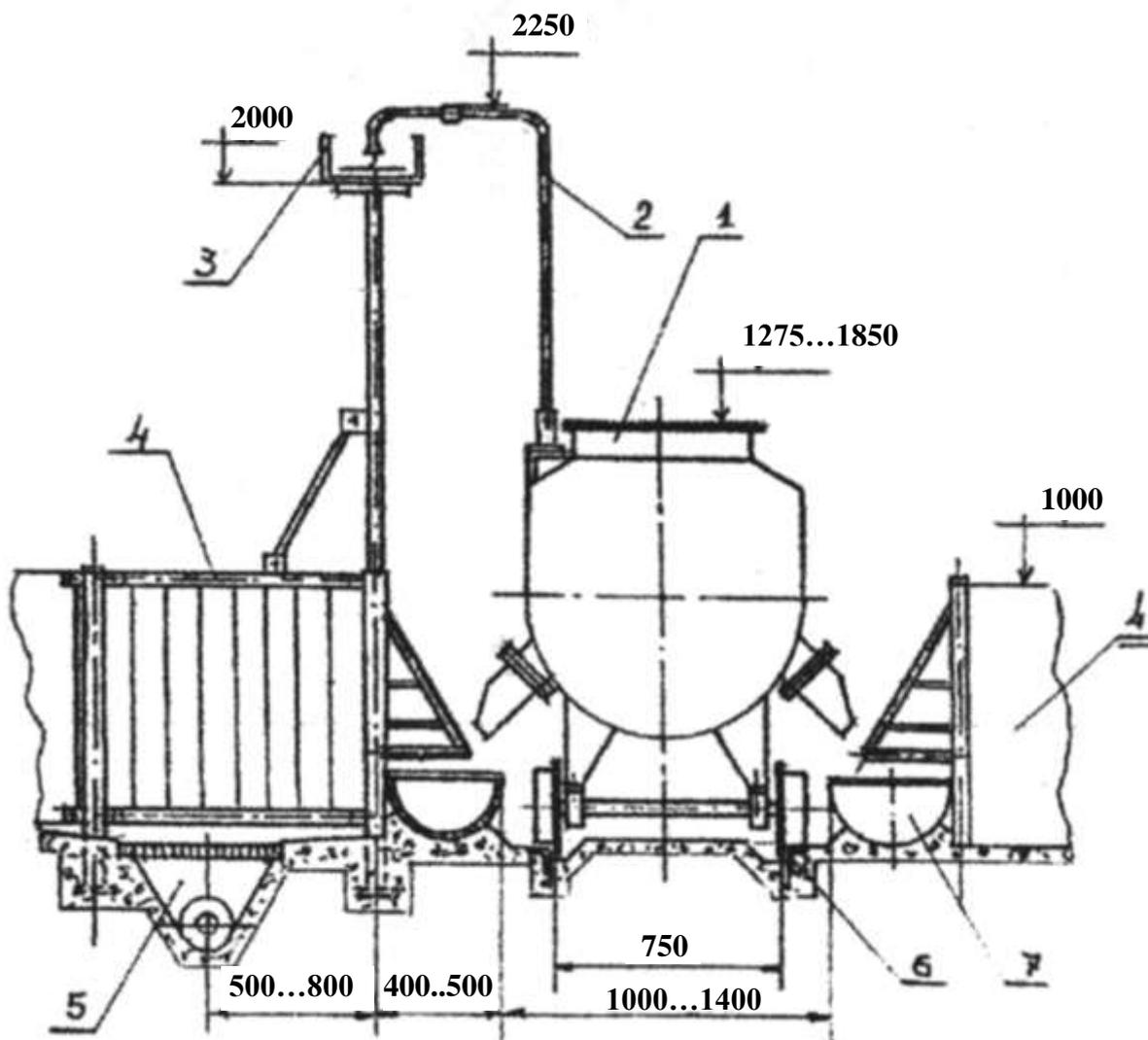


Рис. 4.1. Схема расположения электромобильных кормораздатчиков в кормовом проходе свинарников

1-кормораздатчик; 2-кабеледержатель; 3-лоток для гибкого кабеля; 4-станок для группового содержания свиней; 5-навозный канал со шнековым транспортером; 6-рельсовый путь для кормораздатчика; 7- групповая кормушка

4.1. Обоснование вместимости бункера электромобильных кормораздатчиков для свиней

Свиней содержат, как правило, в типовых специализированных производственных помещениях (свинарниках), приспособленных для размещения определенной половозрастной группы животных. С учетом этих положений и рекомендаций ведомственных норм технологического проектирования (ВНТП2-96) по кормлению свиней в табл. 4.1.1 приведены объемы кормов, которые необходимо раздавать животным в каждом кормовом проходе свинарников различного назначения.

Таблица 4.1.1

*Объемы кормов, раздаваемых при кормлении
в одном кормовом проходе свинарника*

Назначение свинарника и № типового проекта	Число постановочных мест в одном кормовом проходе	Объемы корма, раздаваемого за 1 кормление, м ³				
		Комбикорм		Кормосмеси с содержанием конц. корма 80%		Обрат (молоко)
		сухой	влажн. (1 :1,5)	летний рацион	зимний рацион	
1	2	3	4	5	6	7
1. Свинарники для холостых и супоросных маток:	Двукратное кормление животных					
1.1. т.п.802-2-3.13.86.	240	0,66	0,90	1,55	1,4	0,55
1.2. т.п.802-2-26.13.86.	$\frac{300+92}{2} = 196$	0,55	0,74	1,3	1,2	0,45
1.3. т.п.802-2-38-88.	$\frac{376+80}{2} = 230$	0,64	0,88	1,5	1,35	0,53
1.4. т.п. 802-2-39-88.	$400 : 2 = 200$	0,56	0,76	1,3	1,2	0,46
1.5. т.п. 802-2-44-91.	$\frac{320}{48+80\rho^*}$	$\frac{0,98}{0,36}$	$\frac{1,2}{0,5}$	$\frac{2,0}{0,8}$	$\frac{1,8}{0,7}$	$\frac{0,74}{0,25}$
2. Свинарники для проведения опоросов:	Кормление животных – трехкратное					
2.1.т.п. 802-3-27.12.87.	матки (35 пост.мест)	0,14	0,20	0,18	0,20	0,03
	поросята-сосуны (315)	0,06	-	0,09	0,09	0,04
	осемененные (12)	0,04	0,06	0,06	0,06	-
2.2. т.п. 802-3-32.88.	матки (60)	0,24	0,33	0,25	0,24	0,05
	поросята-сосуны (540)	0,11	-	0,15	0,15	0,07
2.3.т.п. 802-3-40.91.	матки (64)	0,26	0,35	0,27	0,26	0,05
	поросята-сосуны (576)	0,12	-	0,16	0,16	0,08
3. Свинарники для поросят-отъемышей:	Кормление животных – трехкратное					
3.1.т.п. 802-4-16.13.86.	$1500:2=750$	0,76-0,90	1,0-1,2	1,2-1,5	1,0-1,4	0,7-1,2
3.2.т.п. 802-4-21.12.87.	$1200:2=600$	0,60-0,78	0,32-1,0	0,95-1,2	0,8-1,1	0,6-0,9
3.3. т.п. 802-4-27.88.	$1056:2=528$	0,53-0,64	0,71-0,87	0,8-1,1	0,7-1,0	0,5-0,8
3.4. т.п. 802-4-28.91.	$1520:2=760$	0,76-0,92	1,0-1,2	1,2-1,5	1,05-1,45	0,7-1,2

*-ремонтный молодняк

Продолжение табл.4.1.1

1	2	3	4	5	6	7
4. Свинарники для ремонтного молодняка:	Кормление животных – двукратное					
4.1. т.п. 802-4-17.13.86.	270:2=135	0,36	0,49	0,55	0,50	0,14
4.2. т.п. 802-4-22.12.87.	740:2=370	0,96	1,3	1,50	1,45	0,37
5. Свинарники–откормочники	Кормление животных – двукратное					
5.1. т.п. 802-5-77.88.	400	0,8-1,5	1,1-2,1	1,5-3,0	1,2-2,5	0,28
5.2. т.п. 802-5-78.88.	1000:2=500	1,0-1,9	1,4-2,6	1,9-3,8	1,5-3,1	0,35
5.3. т.п. 802-5-86.91.	1300:2=650	1,3-2,5	1,8-3,4	2,5-4,3	1,9-4,0	0,46
5.4. т.п. 802-5-53.13.86.	1400:2=700	1,4-2,7	1,9-3,6	2,7-4,6	2,0-4,3	0,49

Анализируя данные таблицы 4.1.1, можно установить, что в типовых свинарниках для холостых и супоросных маток в станках, расположенных вдоль кормового прохода, содержится по 200-240 голов и только в производственном помещении, построенном по т.п. 802-2-44.91, животные размещены неравномерно. В станках, примыкающих к первому кормовому проходу, можно содержать 320 свиней, а в другом, где расположены в основном станки для индивидуального содержания животных, только 128 голов.

В соответствии с числом постановочных мест в каждом кормовом проходе расход корма за одно кормление в этих свинарниках находится в следующих пределах: сухого рассыпного комбикорма 0,55...0,66 м³, увлажненного – в пределах 0,7...0,9 м³, влажных кормосмесей – от 1,2 до 1,55 м³, а обраты – не более 0,74 м³. Следовательно, в свинарниках данного назначения для механизации процесса раздачи концентрированных кормов животным можно рекомендовать кормораздатчики с вместимостью бункера до 1,0 м³. Если применять универсальные кормораздатчики, способные раздавать любой корм для свиней, то их можно применять и для раздачи влажных многокомпонентных смесей. Однако в этом случае кормораздатчик необходимо загружать кормом два раза и поочередно раздавать его сначала в ближней (от места загрузки корма) секции, а потом в дальней.

В свинарниках с неравномерным размещением животных в станках, примыкающих к кормовым проходам, где максимальный

расход корма доходит до $2,0 \text{ м}^3$, целесообразно применять кормораздатчики с вместимостью бункера не менее $2,0 \text{ м}^3$.

В типовых свинарниках для проведения опоросов, где обслуживать кормораздатчиком необходимо 35, 60 или 64 станка, а расход любого вида корма за одно кормление не превышает $0,35 \text{ м}^3$, целесообразно применять электромобильные кормораздатчики малой (до $0,5 \text{ м}^3$) вместимости, ручные (типа ТУ-300) или рельсовые тележки.

Для раздачи корма поросытам-отъемышам, где его расход за одно кормление находится в пределах $0,53 \dots 1,5 \text{ м}^3$, целесообразно применять универсальные кормораздатчики с вместимостью бункера $0,8 \text{ м}^3$. Они обеспечат раздачу сухого комбикорма с одной заправки, а влажные кормосмеси – с двумя заправками и поочередной раздачей корма животным в разных секциях.

Ремонтный молодняк в основном содержат в специализированных свинарниках на 270 (т.п. 802-4-17.13.88) или 840 (т.п. 802-4-22.12.87) мест с 4-х рядным расположением станков, поэтому в первом типе свинарников расход кормов в кормовом проходе не превышает $0,55 \text{ м}^3$, а во втором доходит до $1,5 \text{ м}^3$. Для раздачи такого объема кормов в первом случае рекомендуется применять кормораздатчик с вместимостью бункера $0,8 \text{ м}^3$, а во втором его вместимость должна быть в два раза больше или осуществлять раздачу корма за два приема (с двумя загрузками бункера кормами).

В специализированных свинарниках по откорму животных расход сухого комбикорма в кормовом ряду за одно кормление находится в пределах $0,8 \dots 2,7 \text{ м}^3$, увлажненного – в пределах $1,1 \dots 3,6 \text{ м}^3$, а влажных многокомпонентных смесей – $1,5 \dots 4,6 \text{ м}^3$. Такие объемы кормов целесообразно раздавать животным с помощью универсальных кормораздатчиков с вместимостью бункера не менее $2,0 \text{ м}^3$.

Максимально возможные объемы кормов, раздаваемых за одно кормление электромобильным кормораздатчиком для различных половозрастных групп свиней, представлены в табл. 4.1.2.

Таблица 4.1.2

Максимально возможные объемы кормов,
раздаваемых при кормлении в кормовом проходе
свинарников различного назначения

Вид раздаваемого корма	Объемная масса корма, т/м ³	Предельные объемы кормов (м ³), раздаваемых в кормовом проходе для:				
		холостых и супоросных маток	подсосных маток и поросят-сосунов	поросят- отъемышей	ремонтного молодняка	откормочного поголовья
Сухой комбикорм	0,5	0,7	$\frac{0,26}{0,12}$ *	0,9	0,9	2,7
Увлажнен- ный комби- корм (1:1,5)	1,1	0,9	$\frac{0,4}{0,18}$	1,2	1,3	3,6
Обрат (молоко)	1,0	0,55	$\frac{0,05}{0,08}$	1,2	0,4	0,5
Кормосмесь летнего рациона	1,0	1,6	$\frac{0,27}{0,16}$	1,5	1,5	4,6
Кормосмесь зимнего рациона	1,05	1,4	$\frac{0,26}{0,18}$	1,45	1,4	4,3

*- в числителе – для подсосных маток;
в знаменателе – для поросят-сосунов

С учетом этих данных и подбирают тип и марку соответствующего технологического оборудования для раздачи кормов животным.

4.2 . Расчет продолжительности технологического процесса раздачи корма электромобильным кормораздатчиком

При выборе средств механизации раздачи кормов животным необходимо также учитывать продолжительность выполнения данного технологического процесса. Оптимальным вариантом подбора кормораздающего оборудования следует считать тот, при котором продолжительность раздачи корма животным в данной секции не превышает 0,5, а в кормовой линии в целом – не более 1 часа.

Расчет продолжительности технологического процесса раздачи корма электромобильными кормораздатчиками предложено проводить с учетом вместимости их бункера и числа заправок кормом при челночной (многоразовой) его раздаче одним кормораздатчиком, т.е. по формулам:

$$\begin{aligned}T_1 &= t_{n1} + t_3 + 2t_p + t_n + t_{n2}; \\T_2 &= t_{n1} + 2(t_3 + t_{p1} + t_{x1} + t_n) + t_{n2}; \\T_3 &= t_{n1} + (t_3 + t_p + t_n) k_i + 2t_{xi} (k_i - 1) + 2t_{x2} + t_{n2},\end{aligned}$$

где T_1 – продолжительность процесса раздачи корма животным при одной заправке бункера, мин.; T_2 – то же с двумя заправками бункера, мин.; T_3 – то же с тремя заправками бункера кормами при каждом кормлении; t_{n1} - продолжительность подготовки кормораздатчика к работе (обычно она находится в пределах 2...3 мин.); t_3 - продолжительность загрузки кормов в бункер кормораздатчика, рассчитывают по формуле $t_3 = V_k \cdot \gamma \cdot 60 / Q_3$ мин, т.е. с учетом вместимости бункера кормораздатчика V_k , объемной массы корма γ и производительности загрузочного оборудования Q_3 (в расчетах $Q_3 = 20$ т/ч принята с учетом применения мобильного загрузчика влажных кормов типа ЗВК-Ф-4); $t_p = L_k / V$ – продолжительность выгрузки корма в групповые кормушки (L_k – длина фронта кормления животных, V - скорость передвижения кормораздатчика); t_n - продолжительность реверсирования направления передвижения кормораздатчика и его настройки на выдачу корма на другую сторону ($t_n = 0,5 \dots 1,0$ мин); t_{n2} - продолжительность промывки и уборки кормораздатчика

после окончания раздачи корма ($t_{n2} \approx 5$ мин.); t_{p1} – продолжительность раздачи корма в групповые кормушки первой секции станков ($t_{p1} = t_{p2} = \frac{L_c}{2V}$); t_{x1} – продолжительность холостого перегона кормораздатчика ($t_{x1} \approx t_{p1}$); K_i – число заправок кормораздатчиков ($K_i \leq 3$); t_{x2} – продолжительность холостого перегона кормораздатчика по второму участку рельсового пути.

Расчетные значения продолжительности раздаваемого корма животным электромобильными кормораздатчиками с различной вместимостью бункера и числа их заливок кормом при каждом кормлении представлены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1

Расчетные значения продолжительности раздачи корма животным электромобильными кормораздатчиками

Структура выполнения технологического процесса	Условные обозначения	Показатели при вместимости бункера, м ³		
		0,8	2,0	3,0
1. Продолжительность загрузки корма в бункер кормораздатчика, мин.	t_3	2,4	6,0	9,0
2. Среднее значение продолжительности раздачи корма в кормовом проходе, мин (ч):				
- при одной заправке бункера	T_1	20,9(0,35)	24,5(0,41)	27,5(0,46)
- то же с двумя заправками	T_2	24,6(0,41)	31,7(0,53)	37,5(0,62)
- то же с тремя заправками	T_3	40,6(0,68)	51,4(0,86)	-

Анализ полученных данных показывает, что при раздаче корма электромобильными кормораздатчиками с разной вместимостью бункера за два приема (двухразовым заполнением бункера) продолжительность выполнения технологического процесса увеличивается в 1,2...1,4 раза, а при трехразовом заполнении примерно в 2 раза по сравнению с одноразовой загрузкой бункера кормом.

Следовательно, при продолжительности раздачи корма в кормовом проходе не более 0,62 часа можно рекомендовать двукратное заполнение бункера кормом с поочередной его раздачей животным. При этом коэффициент увеличения продолжительности техпроцесса по сравнению с раздачей корма с одной заправкой бункера не превысит 1,4 раза. Раздачу корма в каждом кормовом проходе свинарника с трехкратным заполнением бункера желательнее не применять, т.к. при этом продолжительность его выдачи увеличивается примерно в 2 раза, а это может отрицательно повлиять на поведение животных.

4.3. Техничко-экономическое обоснование выбора типа электромобильного кормораздатчика

Окончательное заключение о целесообразности применения того или иного кормораздающего оборудования можно сделать после его оценки по величине эксплуатационных затрат. Их расчет проводили по общепринятым методикам, т.е. с учетом стоимости и срока службы технологического оборудования, оплаты труда обслуживающего персонала и расходов на электроэнергию.

Исходные данные для проведения расчета эксплуатационных затрат приведены в таблице 4.3.1. Для сравнительной оценки подобраны два серийных кормораздатчика с разной вместимостью бункера (до 1 м³ – РС-5Б и 2,0 м³ – КУС-Ф-2), а также новые – универсальный КС-Ф-0,8 и специализированный (для выдачи сухого комбикорма) КСС-2,0.

При этом стоимость кормораздающего оборудования принимали по справочнику-каталогу на сельскохозяйственную технику, сроки его эксплуатации – с учетом рекомендаций «МУ» о порядке разработки, согласования и утверждения исходных требований на с/х технику, фактическом различном уровне оплаты труда (без учета начисления на зарплату) и стоимости электроэнергии в определенный период времени.

Анализом структуры эксплуатационных затрат при раздаче влажных кормосмесей электромобильными кормораздатчиками разных марок установлено, что при малом (1 м³) объеме раздаваемого корма на оплату труда затрачивается в среднем 14%, на электроэнергию - 2,2%, а остальные издержки приходятся на содержание технологического оборудования.

Таблица 4.3.1

*Исходные данные для расчета эксплуатационных затрат
на работу электромобильных кормораздатчиков*

Показатели	Марки электромобильных кормораздатчиков			
	РС-5Б	КС-Ф-0,8	КУС-Ф-2	КСС-2,0
1. Оптовая цена, тыс.руб.*	72	80	90	86
2. Масса, кг	700	785	1000	825
3. Эксплуатационная производительность, т/ч (м ³ /ч)				
- при раздаче влажных кормов	3,2 (3,0)	3,4 (3,0)	4,5(4,0)	-
- то же сухих кормов	-	1,5 (3,0)	2,0 (4,0)	2,9 (5,8)
4. Установленная мощность, кВт	3,0	2,95	7,0	2,3
5. Тарифная ставка оператора, руб/ч	20 и 30	Одинаковая для всех раздатчиков		
6. Стоимость 1кВт·ч электроэнергии, руб.	1,0		-«-	
7. Норма амортизационных отчислений, %	16,7		-«-	
8. Норма отчислений на ТО и ремонт, %	18,0		-«-	
9. Годовой объем кормов, т (м ³)	Одинаковый для всех кормораздатчиков			
- влажных кормосмесей	750 (680); 1500 (1360)	2250 (2050);	3000 (2730);	3750 (3410)
- сухого комбикорма	170 (340); 340 (680)	510 (1020);	680 (1360);	850 (1700)

Примечание: * в ценах 2004 г.

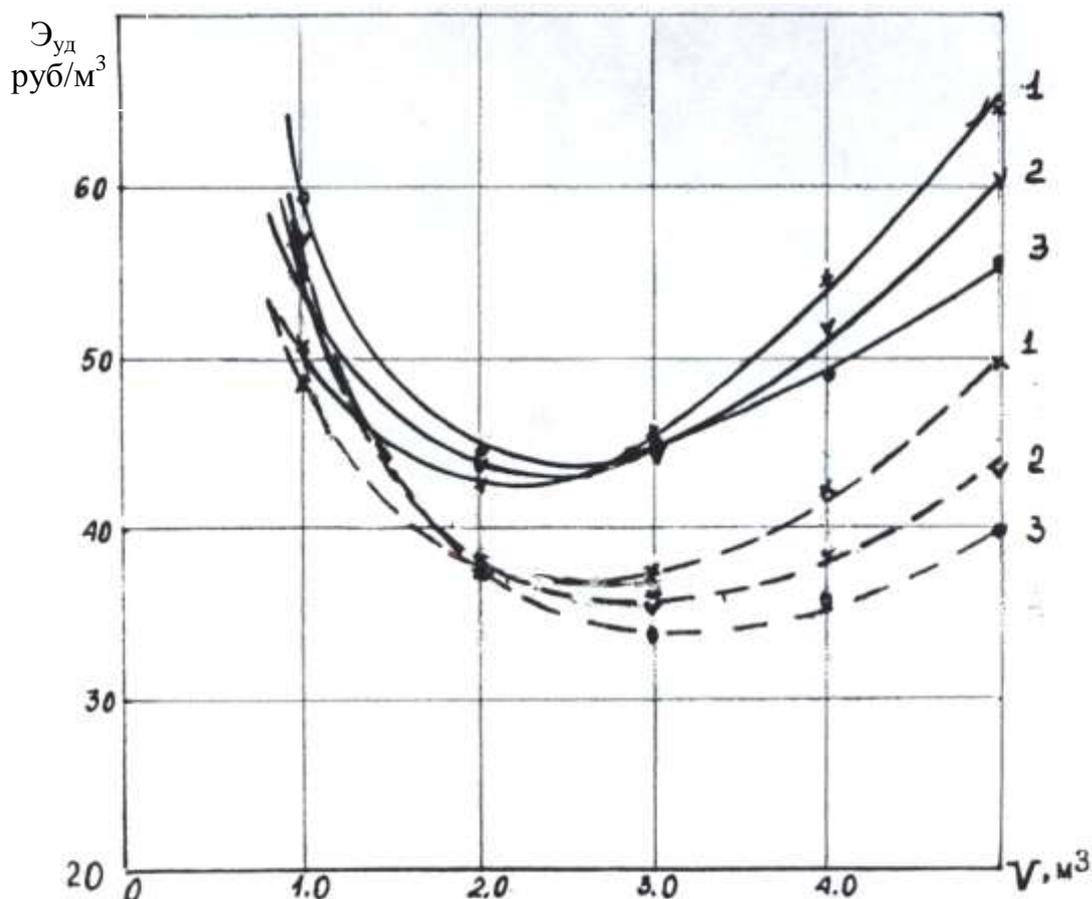


Рис. 4.3.1. Удельные эксплуатационные затраты « $\mathcal{E}_{уд}$ » в зависимости от объема раздаваемого животным влажного корма « V » у различных марок электромобильных кормораздатчиков

1 – при раздаче кормораздатчиком РС-5Б;

2 – универсальным кормораздатчиком КС-Ф-0,8;

3 – кормораздатчиком КУС-Ф-2;

————— – при часовой ставке оператора 30 руб/ч;

----- – то же при ставке 20 руб/ч

При объемах раздаваемого корма в диапазоне 2...3 м³ затраты на оплату труда и отчисления на технологическое оборудование примерно одинаковы и находятся в пределах 45...47%. При максимально возможном (5 м³) объеме раздаваемых кормов расходы на оплату труда оператора возрастают до 71%, а отчисления на оборудование снижаются до 22%. Затраты на электроэнергию с увеличением объема раздаваемого корма несколько возрастают (до 7,1%), но их доля значительно меньше по сравнению с другими удельными расходами, связанными с раздачей корма животным.

Если раздавать свиньям сухой комбикорм (рис.4.3.2), то при малом (примерно 1 м³) его расходе эксплуатационные затраты на работу электромобильных кормораздатчиков составят 92...120 (среднее значение 107) руб/м³; это примерно в 2 раза больше, чем при раздаче влажных кормов.

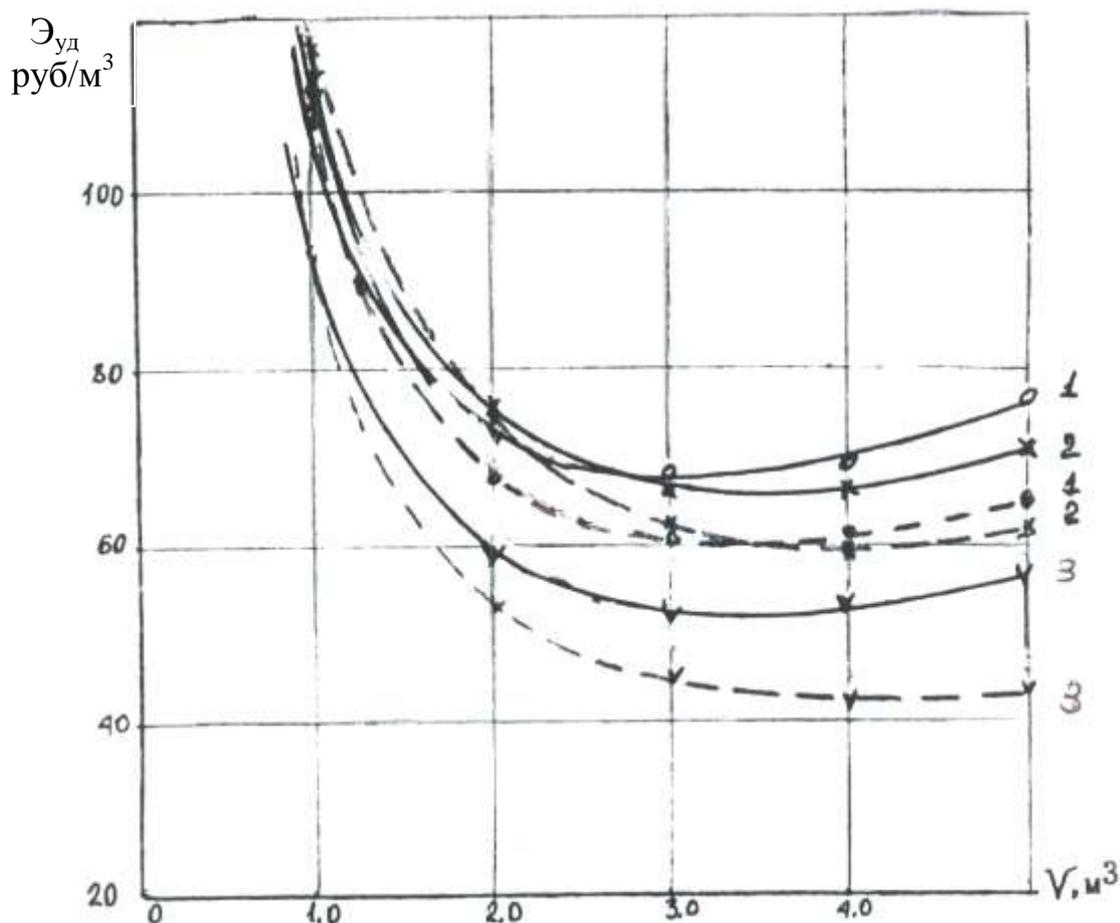


Рис. 4.3.2. Удельные эксплуатационные затраты «Эуд» в зависимости от объема раздаваемого животным сухого корма «V» у различных марок электромобильных кормораздатчиков

- 1 – универсальный кормораздатчик КС-Ф-0,8;
- 2 – кормораздатчик КУС-Ф-2;
- 3 – кормораздатчик сухого комбикорма КСС-2;
- – при часовой ставке оператора 30 руб/ч;
- - - - - – то же при ставке 20 руб/ч

При объемах раздаваемого комбикорма 3...4 м³ они снижаются до величины 50...70 руб/м³ при оплате труда 30 руб/ч и до величины 43...60 руб/м³ с оплатой по ставке 20 руб/ч. Следует

отметить, что при объеме раздаваемого сухого комбикорма 5 м^3 удельные затраты вновь начинают возрастать и лишь при использовании кормораздатчиков КСС-2 и КС-Ф-2 (с оплатой труда по ставке 20 руб/ч) они остаются на том же уровне и составят 43...47 руб/м³.

Структура эксплуатационных затрат при раздаче сухого комбикорма сходна с затратами на раздачу влажных кормов. При малом (1 м^3) объеме раздаваемого комбикорма основную долю затрат (91%) составляют отчисления на оборудование, 8% - на оплату труда и около 1% - на электроэнергию. Если за одно кормление требуется раздавать 3 м^3 комбикорма, то уровень отчислений на оборудование снизится до 57%, оплата труда в среднем составит 38%, а расходы на электроэнергию – 5%.

При максимальном (5 м^3) объеме раздаваемого корма преобладающей становится доля расходов на оплату труда, которая в среднем достигнет уровня 60%. Это примерно на 10 % меньше, чем при раздаче влажного корма.

Если проанализировать уровень удельных эксплуатационных затрат по различным маркам кормораздатчиков, то можно сделать следующие выводы: при малом (до 1 м^3) объеме раздаваемого влажного корма они максимальны (около 60 руб/м³) у кормораздатчика КУС-Ф-2, а минимальны (48 руб/м³) у РС-5Б. При объемах раздаваемого корма в пределах $2...3 \text{ м}^3$ из кормораздатчиков перечисленных марок разница в удельных затратах незначительна, а эксплуатационные расходы составят 43...46 руб/м³ при оплате труда оператора 30 руб/ч и 34...37 руб/м³ при оплате 20 руб. за час работы.

При объеме раздаваемого корма 5 м^3 разница в уровнях эксплуатационных затрат увеличивается: затраты максимальны (65 руб/м³) у серийного кормораздатчика РС-5Б и минимальны (55 руб/м³) у КУС-Ф-2.

Сухой комбикорм (табл.4.3.2) эффективнее раздавать животным специализированным кормораздатчиком КСС-2. Если за одно кормление раздавать животным не менее $2,0 \text{ м}^3$ сухого комбикорма, то численное значение эксплуатационных затрат будет находиться в пределах 42...58 руб/м³.

4.4. Раздатчики концентрированных кормов с их увлажнением при выдаче в кормушку

В 70-е годы для механизации процессов раздачи кормов свиньям на товарных фермах отечественной промышленностью выпускался прицепной кормораздатчик КУТ-3,0А, две марки рельсовых электромобильных кормораздатчиков (КС-0,4 и РС-5А) и стационарные: платформенный РКС-3000М и для напольного кормления животных сухим комбикормом РКА-1000.

В связи с этим во ВНИИМЖе была поставлена цель - на основе экспериментально-теоретических исследований обосновать конструктивно-технологическую схему и разработать рабочие органы рельсового электрифицированного кормораздатчика с непрерывным способом смешивания сухих и жидких компонентов корма в процессе их раздачи. Диапазон влажности выдаваемого корма должен изменяться в пределах 12...75%.

Рабочие органы нового кормораздатчика должны последовательно выполнять следующие технологические операции: непрерывно в заданном соотношении подавать в камеру смешивания сухие и жидкие компоненты, производить в потоке их равномерное смешивание и нормированно распределять готовый корм по кормушкам.

В качестве питателей кормов чаще всего применяют шнеколопастные рабочие органы, а для смешивания используют различной конструкции лопастные смесители.

Из литературных источников по теории движения сыпучих материалов в винтовых транспортерах (шнеках) установлено, что большинство авторов (А.М.Григорьев, А.А.Омельченко, И.Ф.Пикуза, Е.И.Резник, С.К.Янчин и др.) кинематику абсолютного движения материала связывают с коэффициентом заполнения кожуха шнека. Исследования лопастных смесителей (А.Н.Тимофеев, Ф.К.Новобранцев, Н.П.Зеленский, Л.И.Штельмах, Е.Ј.Себестуен и др.) показывают, что процесс смешивания кормов зависит от физико-механических свойств исходных компонентов, конструктивных параметров рабочих органов (формы, размеров, числа лопастей, длины смесителя) и режимов их работы (частоты вращения и коэффициента заполнения кожуха).

С помощью анализа опубликованных методик расчета шнеко-лопастных рабочих органов установлены возможные диапазоны варьирования таких параметров, как длина загрузочной части лопастного питателя, угол установки лопастей, соотношение диаметра и шага винтовой поверхности и других расчетных величин.

Анализ литературных источников по теории рабочего процесса шнеко-лопастных рабочих органов и методике их расчета позволил обосновать задачи дальнейших экспериментально-теоретических исследований:

1. Разработать конструктивно-технологическую схему самоходного кормораздатчика с непрерывным способом смешивания сухих и жидких компонентов в процессе их раздачи.

2. Провести теоретические и экспериментальные исследования одновального лопастного питателя-смесителя непрерывного действия (ОЛПСНД) с целью обоснования конструктивных и эксплуатационных параметров рабочих органов нового кормораздатчика.

3. Разработать методику расчета рабочих органов кормораздатчика с непрерывным способом смешивания сухих и жидких компонентов.

При обосновании конструктивно-технологической схемы кормораздатчика были использованы следующие новые конструктивные решения: отдельное накопление сухих и жидких компонентов корма, их непрерывное дозирование и смешивание в потоке и в малом объеме с помощью двух независимых и расположенных параллельно оси кормораздатчика лопастных питателей-смесителей; изменение влажности готового корма регулированием расхода жидких компонентов при постоянной подаче сухого корма; дозирование выдачи готового корма в кормушки путем изменения скорости передвижения кормораздатчика.

При таком исполнении кормораздатчика можно оперативно изменять влажность выдаваемого корма, производить раздачу с заданной нормой кормления, исключить время на предварительное перемешивание корма и резко снизить мощность электропривода, что очень важно для кормораздатчиков с кабельным электропитанием.

Таким образом, основой конструкции кормораздатчика нового типа являются два лопастных питателя-смесителя (ОЛПСНД), осуществляющих дозированную подачу сухого комбикорма из бункера в камеру смешивания, его непрерывное увлажнение в заданном соотношении и равномерную выгрузку готового корма в кормушки.

Равномерность раздачи корма экспериментальным кормораздатчиком зависит от стабильности работы ОЛПСНД и скорости передвижения кормораздатчика в период раздачи. Для определения отклонений норм выдачи корма предложена следующая формула:

$$\delta_H^1 = \frac{Q_k + \delta_Q^1}{V_k - \delta_V^1} - H, \text{ кг/м}, \quad (1)$$

где Q_k – производительность выгрузных устройств кормораздатчика, кг/с; V_k – скорость передвижения кормораздатчика по рельсовым путям, м/с; δ_Q^1 – отклонения производительности выгрузных устройств, кг/с; δ_V^1 – отклонения скорости передвижения кормораздатчика, м/с; H – норма выдачи корма на погонный метр кормушки, кг/м.

При исследовании формулы (1) установлено, что относительные отклонения производительности оказывают на отклонения норм выдачи корма большее влияние, чем скорости передвижения, и определяются по эмпирической зависимости:

$$\delta_H = \delta_Q^{0,7} - \delta_V^{0,55}, \quad (2)$$

где δ_H ; δ_Q ; δ_V - относительные отклонения соответственно норм выдачи, производительности и скорости передвижения кормораздатчика, %.

При исследовании рабочего процесса ОЛПСНД (рис. 4.4.1) в качестве исходной теоретической предпосылки принято положение, при котором отдельные частицы комбикорма рассматриваются как свободные материальные точки, а для описания движения частиц комбикорма применены дифференциальные уравнения Лагранжа второго рода. На их основе получена система дифференциальных уравнений движения частицы комбикорма:

$$\left. \begin{aligned} m \cdot \ddot{x} &= P_1 \cos \alpha - F_1 \sin \alpha - F_4 \cos \rho \cdot \cos(\alpha + \varphi) \\ m \cdot \ddot{y} &= P_4 \sin \alpha - F_4 \cdot \cos \rho \cdot \sin(\alpha + \varphi) \\ m \cdot \ddot{z} &= P_1 \sin \alpha + F_1 \cdot \cos \alpha - mg - P_4 \cos \rho - F_4 \sin \rho \end{aligned} \right\} (3)$$

где m - масса частицы, кг; \ddot{x} ; \ddot{y} ; \ddot{z} - обобщенные ускорения частицы по соответствующим осям, м/с²; P_1 - нормальная реакция лопасти, Н; F_1 — сила трения частицы о рабочую плоскость лопасти, Н; F_4 - сила трения частицы о кожух; α - угол установки лопасти относительно плоскости, перпендикулярной оси вала, град; ρ - угол поворота лопастного вала; φ - угол трения комбикорма по лопасти; P_4 - центробежная сила, Н.

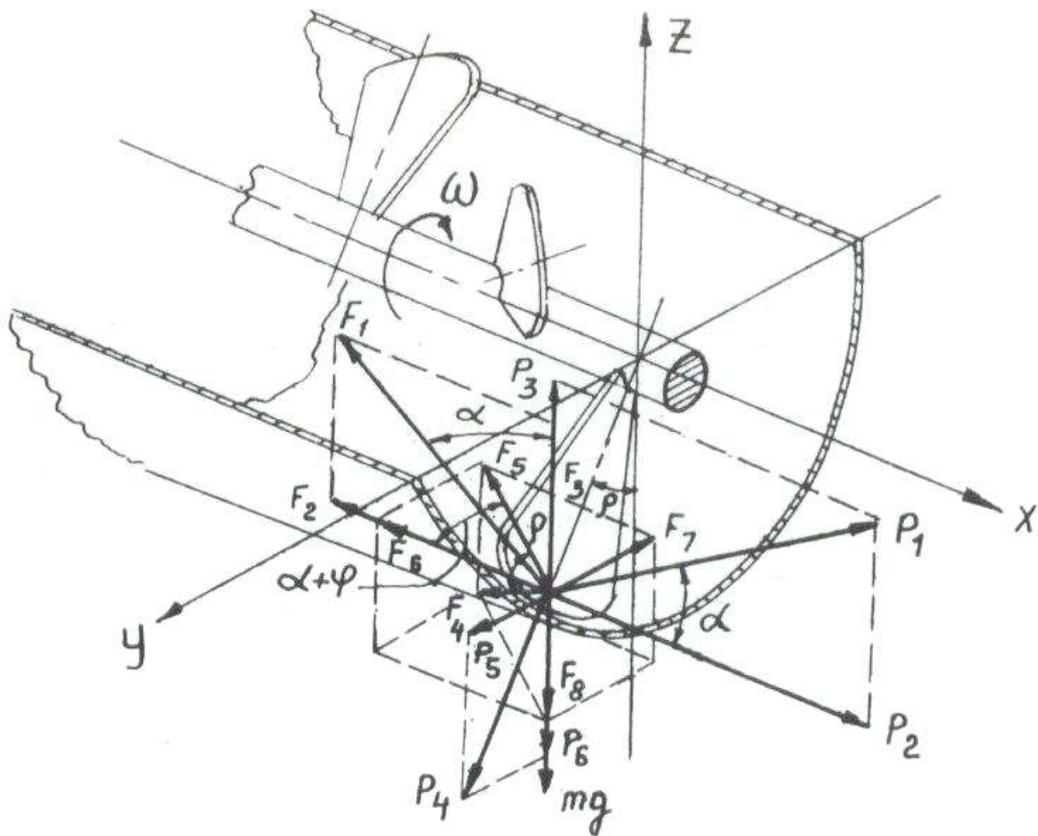


Рис. 4.4.1. Схема сил, действующих на частицу комбикорма:

P_1 – нормальная реакция лопасти; P_2 – проекция силы P_1 на ось x ; P_3 – проекция силы P_1 на ось z ; F_1 – сила трения частицы о рабочую плоскость лопасти; F_2 – проекция силы F_1 на ось x ; F_3 – проекция силы F_1 на ось z ; F_4 – сила трения частицы о кожух; F_5 – проекция силы F_4 на плоскость $хоу$; F_6 – проекция силы F_4 на ось x ; F_7 – проекция силы F_4 на ось y ; F_8 – проекция силы F_4 на ось z ; mg – сила тяжести частицы

В системе уравнений (3) определенный интерес представляет уравнение движения по координате x и абсолютное движение. Дифференциальное уравнение движения частицы по оси x можно записать в следующем виде:

$$\ddot{x} = \frac{dx'}{dt} = \frac{P_1 \cos \alpha - F_1 \sin \alpha - F_4 \cos \rho \cdot \cos(\alpha + \varphi)}{m}$$

После интегрирования этого выражения по времени, затрачиваемому на один оборот лопастного вала, и соответствующих преобразований получена формула для определения скорости перемещения частицы комбикорма вращающейся лопастью вдоль оси ОЛПСНД:

$$V_x = \frac{2\pi[P_1(\cos \alpha - f_0 \cdot \sin \alpha) - m \cdot f_1 \cdot \cos \rho \cdot \cos(\alpha + \varphi) \cdot (R_i \omega^2 + g \cdot \cos \rho)]}{m \cdot \omega}, \text{ м/с} \quad (4)$$

где f_0 - коэффициент трения комбикорма о лопасть; f_1 - коэффициент трения о кожух; R_i - радиус вращения той точки лопасти, под воздействием которой частице сообщается движение, м; ω - угловая скорость лопастного вала, с^{-1} .

Однако из-за прерывистой и винтообразной рабочей поверхности лопастного вала скорость перемещения всего потока комбикорма меньше V_x , т.е.

$$V_{o.c.p.} = V_x \cdot K_v^1, \text{ м/с} \quad (5)$$

где K_v^1 - коэффициент, учитывающий снижение скорости перемещения потока комбикорма в ОЛПСНД.

Анализ имеющихся в литературе расчетных формул производительности шнеко-лопастных рабочих органов показал, что методика ее определения по площади поперечного сечения потока и скорости перемещения корма наиболее достоверна. Ее целесообразно применять при расчете производительности ОЛПСНД кормораздатчика. Тогда с учетом уплотнения рассыпного комбикорма в процессе его перемещения формула для определения производительности ОЛПСНД примет следующий вид:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_g^2) \cdot V_{o.c.p.} \cdot \gamma \cdot K_y \cdot \Psi, \text{ кг/с}, \quad (6)$$

где D - наружный диаметр лопастного вала, м; d_g^2 - диаметр вала, на котором крепятся лопасти, м; γ - объемная масса комбикорма, кг/м^3 ; K_y - коэффициент, учитывающий уплотнение комбикорма; Ψ - коэффициент заполнения рабочей камеры.

Однако расчет средней осевой скорости перемещения комбикорма в ОЛПСНД по формулам (4) и (5) связан с определением величины нормальной реакции лопасти P_1 . Разработать аналитическим путем достоверную и удобную методику расчета этой силы довольно сложно, т.к. она зависит от целого ряда факторов: физико-механических свойств перемещаемого материала, конструктивных параметров и режимов работы ОЛПСНД. По этой причине целесообразно обосновать методику расчета средней осевой скорости потока комбикорма, где в качестве определяющих параметров были бы использованы конструктивные размеры лопастного вала.

С этой целью применен графо-аналитический метод, учитывающий перемещения отдельных порций комбикорма каждой лопастью и снижение общего потока за счет разрывов в винтообразной рабочей поверхности. В итоге получена расчетная формула для определения средней осевой скорости перемещения комбикорма в ОЛПСНД следующего вида:

$$V_{o.c.p.} = \frac{2\pi \cdot n \cdot R_o \cdot \epsilon_o \cdot Z_{ш} \cdot \sin \alpha \sin(\alpha + \beta) \cdot \cos(\alpha + \varphi)}{S \cdot \cos \varphi}, \text{ м/с} \quad (7)$$

где n – частота вращения лопастного вала, c^{-1} ; R_o – расстояние от оси лопастного вала до центра давления материала на лопасть, м; ϵ_o – ширина лопасти по линии центра давления комбикорма (для практических расчетов ϵ_o можно принимать по линии центра тяжести фигуры), м; $Z_{ш}$ – число лопастей на шаге винтовой линии; β – угол подъема винтовой линии лопастного вала, град; S – шаг винтовой линии расстановки лопастей, м;

При анализе работ по расчету потребной мощности лопастных рабочих органов установлено, что она зависит от следующих параметров:

$$N = \Phi(Q, V_y, l, R_o, \alpha, S, F_n, Z, \gamma, f_o), \quad (8)$$

где V_y – окружная скорость по центру давления комбикорма на лопасть, м/с; l – длина питателя-смесителя, м; F_n – площадь рабочей поверхности лопасти, m^2 ; Z – число одновременно работающих лопастей.

В данном случае вместо Z целесообразно принимать число лопастей на шаге винтовой линии $Z_{ш}$, т.к. общее число одновременно работающих лопастей зависит от $l, S, Z_{ш}$, т.е.

$$Z = \frac{l}{S} \cdot Z_{ш} + 1.$$

Установить вид многофакторной зависимости (8) затруднительно как аналитически, так и экспериментально. Поэтому целесообразно применить теорию размерностей (П.М.Алабужев, Л.И.Седов и др.) и с помощью критериев подобия установить силу влияния отдельных параметров на потребную мощность.

В качестве основных единиц при составлении критериев подобия приняты Q, V_y, γ , т.к. через них можно выразить размерности всех остальных параметров, входящих в зависимость (8). При этом размерности этих величин должны быть независимы.

С учетом принятых основных единиц функциональная зависимость (8) будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{N}{Q^\mu \cdot V_y^{j1} \cdot \gamma^{\tau1}} = \\ = \Phi \left(1; 1; \frac{l}{Q^{\mu2} \cdot V_y^{j1} \cdot \gamma^{\tau2}}; \frac{R_o}{Q^{\mu3} \cdot V_y^{j3} \cdot \gamma^{\tau3}}; \frac{\alpha}{Q^{\mu4} \cdot V_y^{j4} \cdot \gamma^{\tau4}}; \right. \\ \left. \frac{S}{Q^{\mu5} \cdot V_y^{j5} \cdot \gamma^{\tau5}}; \frac{F_x}{Q^{\mu6} \cdot V_y^{j6} \cdot \gamma^{\tau6}}; \frac{Z_{ш}}{Q^{\mu7} \cdot V_y^{j7} \cdot \gamma^{\tau7}}; 1; \frac{f_o}{Q^{\mu8} \cdot V_y^{j8} \cdot \gamma^{\tau8}} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

Значения степеней μ, j, τ определены методом нулевых размерностей, т.е. из условия, что все составленные комплексы – величины безразмерные. В итоге получена зависимость

$$\begin{aligned} \frac{N}{Q \cdot V_y^2} = \\ = \Phi \left(1; 1; \frac{l \cdot V_y^{0,5} \cdot \gamma^{0,5}}{Q^{0,5}}; \frac{R_o \cdot V_y^{0,5} \cdot \gamma^{0,5}}{Q^{0,5}}; \alpha; \frac{S \cdot V_y^{0,5} \cdot \gamma^{0,5}}{Q^{0,5}}; \frac{F_x \cdot V_y \cdot \gamma}{Q}; Z_{ш}; 1; f_o \right) \end{aligned} \quad (10)$$

Чтобы установить функциональную зависимость между критерием подобия с параметром « N » и каждым критерием из зависимости (10), необходимо построить графики критериальной зависимости. Для этого экспериментальным путем определено $N = f^1(Q)$ из первого критерия подобия. По полученным дан-

ным построены графики, а по ним подобраны уравнения, отражающие взаимосвязь между критериями подобия и входящими в них параметрами. Так, например, на основе функциональной зависимости между критериями подобия $\frac{N}{Q \cdot V_y^2} = \Phi_1 \left(\frac{l \cdot \gamma^{0,5} \cdot V_y^{0,5}}{Q^{0,5}} \right)$ при обработке графика получено уравнение вида

$$\frac{N}{Q \cdot V_y^2} = 5,0 \cdot \left(\frac{l \cdot \gamma^{0,5} \cdot V_y^{0,5}}{Q^{0,5}} \right) . \quad (11)$$

При подстановке определенных значений Q, V_y, γ и решении уравнения (11) относительно N получена эмпирическая зависимость между N и l , т.е.

$$N_l = c_1 \cdot l^{1,32} . \quad (12)$$

Аналогичным путем была установлена зависимость потребной мощности от других конструктивных параметров, и в итоге получена эмпирическая формула:

$$N = 5,5 \cdot 10^6 \cdot n^{1,07} \cdot l^{1,32} \cdot R_o^{1,25} \cdot S^{1,2} \cdot F_n \cdot \alpha^{0,5} \cdot f_o . \quad (13)$$

Экспериментальными исследованиями были установлены основные физико-механические свойства сухого и увлажненного комбикорма и обоснованы оптимальные значения параметров рабочих органов разрабатываемого кормораздатчика.

Исследования показали, что рассыпной комбикорм имеет модуль помола 1,1 мм, относительную влажность 11,8%, объемную массу в сухом состоянии 560 кг/м³ и 860 кг/м³ при влажности 53%, угол трения по листовой стали 26° и угол внутреннего трения 34°. Перечисленные показатели физико-механических свойств комбикорма для свиней были определены по общепризнанным методикам.

При исследовании работы объемных дозаторов рядом авторов (А.Н.Праватовым, В.Г.Коба и В.С.Горюшинским и др.) установлено, что комбикорм имеет свойство уплотняться под воздействием рабочего органа. Исследование процесса уплотнения комбикорма в лопастном питателе было проведено с помощью специально изготовленного прибора. Воздействие рабочего органа на комбикорм имитировали с помощью давления и встряхивания. В результате установлено, что при изменении нормального

давления на свободную поверхность комбикорма, помещенного в цилиндрический стакан, в диапазоне 1580-7800 Па коэффициент уплотнения комбикорма изменялся в пределах 1,08-1,10. При совместном действии нормального давления и встряхивания комбикорм уплотнялся несколько интенсивнее, и коэффициент уплотнения достигал значения 1,12. На этом основании коэффициент уплотнения комбикорма для практических расчетов лопастного питателя предлагается принимать в пределах 1,08...1,11.

Программой экспериментальных исследований работы ОЛПСНД предусматривалось установить оптимальное значение параметров рабочих органов. Эксперименты выполняли на лабораторной установке (рис. 4.4.2).

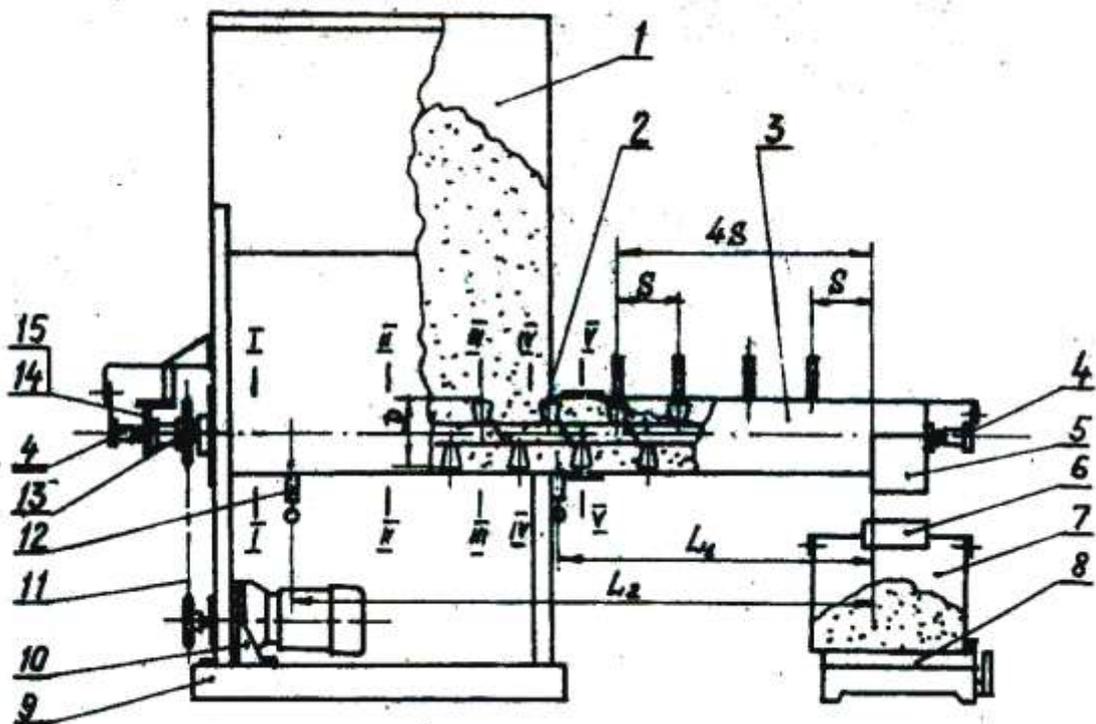


Рис. 4.4.2. Схема лабораторной установки:

1 – бункер; 2 – лопастной вал; 3 – камера смешивания; 4 – токосъемник; 5 – выгрузной патрубок; 6 – прибор для определения равномерности потока комбикорма при выгрузке; 7 – тара; 8 – весы; 9 – рама; 10 – электропривод; 11 – сменная цепная передача; 12 – устройства для ввода окрашенных частиц; 13 – тензометрическое звено; 14 – кулачок; 15 – тахограф

Исследовали следующие параметры: форму лопастей; частоту вращения лопастного вала, угол установки лопастей и их число на шаге винтовой линии, силы сопротивления вращению лопастей в различных зонах бункера, необходимую длину камеры смешивания, равномерность потока выгружаемого корма и момент сил на приводе.

При разработке методики исследований были использованы рекомендации Л.З Румшинского, Г.В.Веденяпина и др., согласно которым эксперименты проводили с пятикратной повторностью.

Экспериментальные данные обрабатывали на ЭВМ с использованием графоаналитических методов и математической статистики. Эмпирическая зависимость считалась приемлемой, если относительные отклонения расчетных значений функций не превышали $\pm 10\%$ от экспериментальных. Параметры, с помощью которых проводили оценку работы установки, определяли следующим способом:

- а) производительность – путем взвешивания навески, отобранной за определенный промежуток времени работы установки;
- б) потребную мощность – путем записи момента сил с помощью тензометрического узла;
- в) величину усилий на лопастях – методом тензометрирования;
- г) частоту вращения лопастного вала – тахометром.

Экспериментальные исследования показали, что ОЛПСНД с наружным диаметром лопастного вала $\phi=200$ мм и оборудованный лопастями в виде кругового сектора на 4...8% производительнее и на 11...13% экономичнее по удельной работе, чем с прямоугольными лопастями. По этой причине в дальнейшем все исследования проводили при работе с лопастями секторной формы.

Установлено также, что производительность питателя Q_n (кг/с) для диапазона частот вращения лопастного вала в пределах от 1,33 до 4,13с⁻¹ возрастает пропорционально частоте вращения и определяется по эмпирической формуле:

$$Q_n = 1,67 \cdot n, \quad (14)$$

а потребная мощность N_n (Вт) в указанном диапазоне частот вращения – по формуле:

$$N_n = 380 \cdot n^{1,07}. \quad (15)$$

Существует оптимальное по удельной работе значение частоты вращения лопастного вала n_{opt} , которое находится в диапазоне $2,5 \dots 2,8 \text{ с}^{-1}$.

Действительную скорость перемещения комбикорма определяли двумя способами: с помощью окрашенных частиц (рис. 4.4.3, график 3) и по производительности установки (график 2). В итоге установлено, что расчетные значения (график 1) средней скорости перемещения комбикорма, найденные по формуле (7), с достаточной степенью точности (отклонения не свыше $\pm 3,6\%$ для первого и $\pm 7,0\%$ для второго способа) согласуются с экспериментальными. Действительная скорость перемещения комбикорма практически одинакова на всей длине лопастного вала.

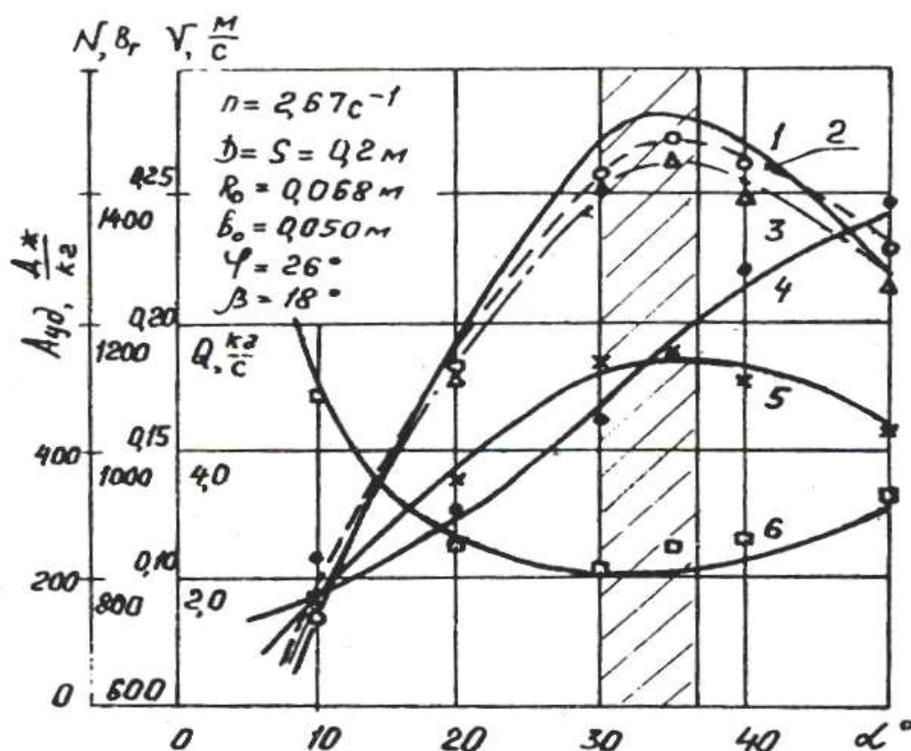


Рис. 4.4.3. Зависимость средней осевой скорости комбикорма (1,2,3), потребляемой мощности (4), производительности (5) и удельной работы (6) от угла установки лопастей

От угла установки лопастей зависит производительность установки (рис. 4.4.3, график 5) и потребляемая мощность (график 4). Оптимальное значение угла установки лопастей по трем оценочным параметрам (скорости перемещения комбикорма, производительности и удельной работе установки) находится в диапазоне

30...36°. Следовательно, формула для определения оптимального угла подъема винтовой линии шнека $\alpha_{o.ш.} = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$ справедлива и для лопастных рабочих органов.

Зависимость потребной мощности N_α (Вт) от угла установки лопастей описывается эмпирической формулой:

$$N_\alpha = 180 \cdot \sqrt{\alpha} + 80. \quad (16)$$

Большое влияние на работу ОЛПСНД оказывает число лопастей на шаге винтовой линии $Z_{ш}$, которое при исследовании изменялось с двух до пяти.

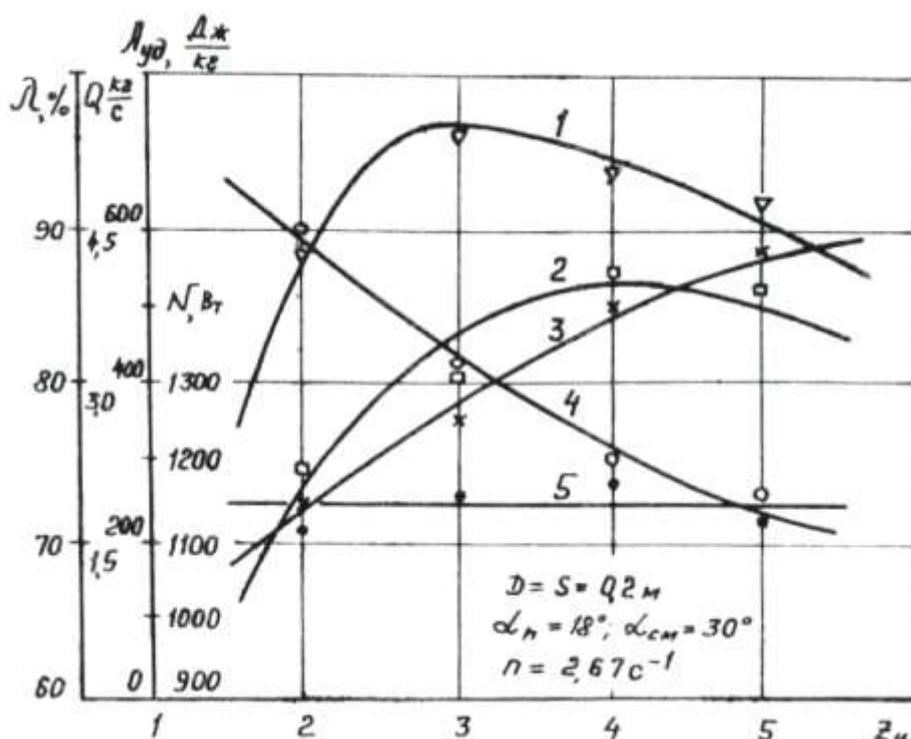


Рис. 4.4.4. Зависимость равномерности увлажнения комбикорма (1), равномерности потока комбикорма при выгрузке (2), производительности (3), удельной работы (4) и потребной мощности (5) от числа лопастей на шаге винтовой линии

С увеличением $Z_{ш}$ производительность (рис. 4.4.4, график 3) возрастала по эмпирической формуле:

$$Q_z = 2,85 \cdot \sqrt{Z_{ш}} - 2,2, \quad (17)$$

равномерность увлажнения комбикорма (график 1) изменялась по формуле:

$$\lambda_y = 170 - \frac{122}{Z_{ш}} - 11 \cdot Z_{ш}, \quad (18)$$

а равномерность потока корма при выгрузке (график 2) – по формуле:

$$\lambda_p = 133 - \frac{100}{Z_{ш}} - 5,5 \cdot Z_{ш} . \quad (19)$$

Вместе с тем установлено, что число лопастей на шаге винтовой линии существенного влияния на потребную мощность не оказывает.

Комплексная оценка влияния числа лопастей на шаге винтовой линии на показатели работы установки показала, что оптимальной следует считать установку по четыре лопасти на каждом шаге ($Z_{ш} = 4$). При этом достигается достаточно высокая производительность ОПЛСНД и равномерность увлажнения комбикорма, сравнительно низкая удельная работа на выполнение технологического процесса и наилучшая равномерность потока корма при выгрузке.

Исследование процесса отбора комбикорма из бункера проводили методом тензометрирования. Для этого в заданном месте лопастного вала устанавливали лопасти с наклеенными тензодатчиками и записывали величину усилий, испытываемых лопастями при вращении в слое комбикорма. В результате замера усилий на лопастях первого шага винтовой линии установлено, что меньше всех нагружена первая, а больше – третья лопасть. Минимальные усилия все четыре лопасти испытывают во второй четверти оборота, а максимальные – в четвертой. Из этого следует, что при установке лопастей с постоянным углом наклона отбор комбикорма из бункера производится первым шагом винтовой линии и нисходящей ветвью.

В средней части бункера (сеч. II-II, рис. 4.4.2) и цилиндрическом кожухе (сеч. IV-IV) нагрузка на лопасти в нижней половине периода вращения в несколько раз больше, чем в верхней. Следовательно, давление вышележащих слоев, как это указывалось в литературных источниках (В.И. Прилепский, С.К. Янчин), существенного влияния на процесс перемещения комбикорма в ОПЛСНД не оказывает. Величина усилий на лопастях зависит от режима работы питателя и схемы расстановки лопастей. При их установке с переменным возрастающим от шага к шагу углом

наклона усилия на лопастях значительно уменьшаются. На последующих шагах винтовой линии они постепенно возрастают на всей длине лопастного вала с переменным углом установки лопастей. Это свидетельствует о том, что отбор комбикорма из бункера осуществляется почти по всей его длине, а это устраняет процесс сводообразования.

Установлено также, что при расстановке лопастей с шагом винтовой линии, равным диаметру лопастного вала, длину камеры смешивания сухих и жидких компонентов необходимо принимать из условия:

$$l_{см} \geq 3 \cdot S_{см} . \quad (20)$$

С учетом полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований была разработана методика расчета экспериментального раздатчика-смесителя кормов нового типа, у которого бункер имеет изолированные секции для отдельного размещения сухого комбикорма с увлажняющей жидкостью и устройства для их непрерывной и пропорциональной подачи в камеру смешивания (рис. 4.4.5) непосредственно в момент выгрузки корма в кормушки.

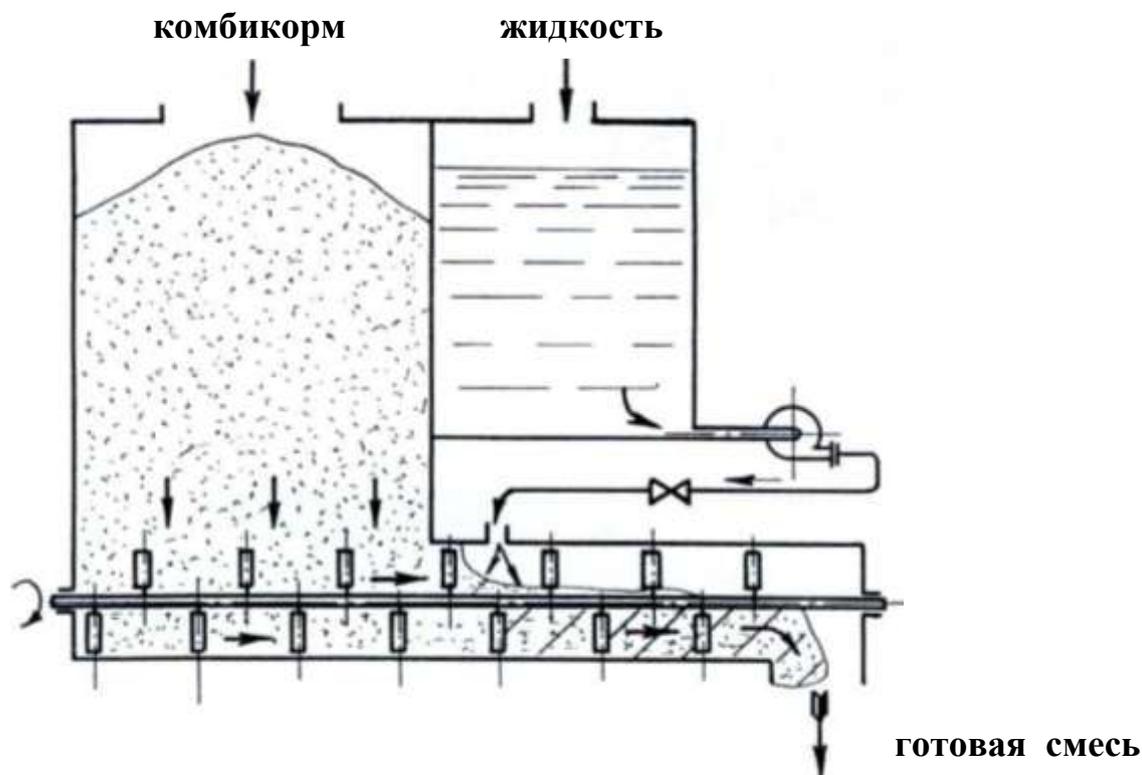


Рис. 4.4.5. Технологическая схема раздатчика-смесителя концентрированного корма с его увлажнением при выгрузке в кормушки

Причем методикой предусматривалось два варианта исполнения рабочих органов: в первом варианте оптимальный режим работы камеры смешивания обеспечивается подбором диаметров питающей и смешивающей частей лопастного вала ($D_n < D_{см}$), во втором - углами наклона лопастей ($\alpha_n < \alpha_{см} \leq 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$). Предпочтительнее применять второй вариант.

Для производственной проверки работоспособности кормораздатчиков для свиней новой конструкции и оценки их технологических характеристик во ВНИИМЖе в 70-80 годы прошедшего столетия была разработана конструкторская документация и по ней изготовлены экспериментальные образцы двух типов кормораздатчиков. Рельсовый электромобильный раздатчик-смеситель концентрированных кормов КСС-1,5 предназначался для применения на товарных свинофермах, а автоматизированный КСС-3,0 – на свинокомплексах промышленного типа.

Технологическая схема экспериментальных раздатчиков-смесителей кормов для свиней с отдельным хранением в бункере исходных компонентов и их смешиванием в потоке непосредственно при выгрузке в кормушки была представлена ранее (см. рис. 4.4.5). В ней предусмотрена стабильная подача питателем концентрированного корма из бункера в камеру смешивания при регулируемом расходе увлажняющей жидкости. При этом нормирование выгружаемого в кормушки корма должно осуществляться изменением скорости передвижения кормораздатчика.

Конструктивно электромобильный кормораздатчик КСС-1,5 выполнен в виде двухсекционного бункера 21 (рис.4.4.6) для сухих компонентов (комбикорма) и бака 3 для увлажняющей жидкости. Для подачи компонентов из бункера в камеру смешивания 1 применены два лопастных питателя 22, а жидкость туда подается насосом 33 по трубопроводу (поз. 13 и 31), оснащенный регулятором расхода жидкости 14. Рабочие органы кормораздатчика (лопастные питатели-смесители кормов) приводятся в действие электроприводом 10, а его передвижение по направляющим кормового прохода осуществляется реверсивным и регулируемым по частоте вращения электроприводом 12. Электропитание кормораздатчика осуществляется по гибкому кабелю, расположенному в желобе 6 и проходящему по всей длине кормовой ли-

нии свиарника, а рабочим процессом управляет оператор по уходу за животными. Для этих целей кормораздатчик оснащен рабочей площадкой 2, поручнями 15 и пультом управления 4.

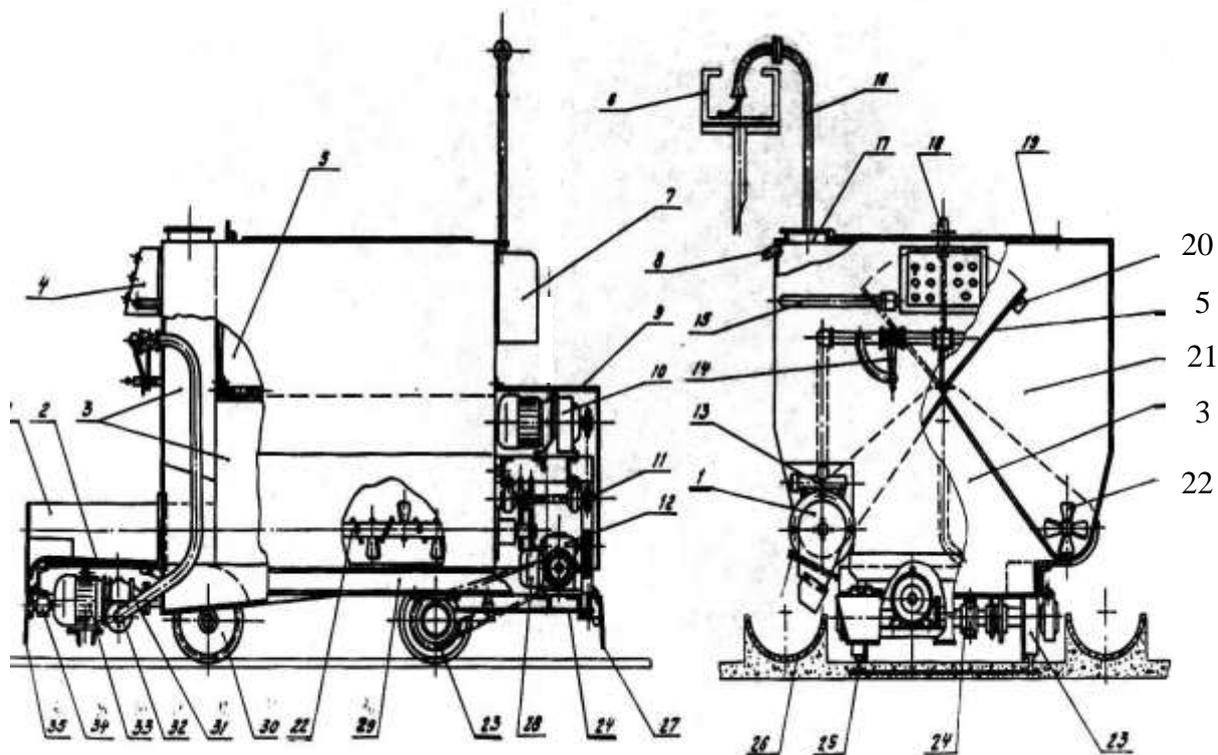


Рис.4.4.6. Схема устройства электромобильного раздатчика-смесителя концентрированного корма для свиней КСС-1,5:

1-камера смешивания; 2-площадка для оператора; 3-бак для смачивающей жидкости; 4-пульт управления; 5-шиберное устройство для коницкорма; 6-желоб для электрокабеля; 7-электрошкаф; 8-патрубок контрольного слива жидкости; 9,10,11-электропривод рабочих органов; 12-электропривод передвижения кормораздатчика; 13-трубопровод подачи увлажняющей жидкости; 14-регулятор расхода жидкости; 15-поручни; 16-кабеледержатель; 17-люк бака увлажняющей жидкости; 18,20-фиксаторы шибера; 19-загрузочное окно; 21-правая секция бункера для сухого корма; 22-питатель-смеситель; 23-30-ходовые колеса; 24-кулачковая муфта ходовых колес; 27,34,35-предохранительные щитки; 31-трубопровод для подачи жидкости; 33-насос нагнетающий

Производственные испытания кормораздатчика КСС-1,5, как основной модели, проводили на свиноферме экспериментального хозяйства ВИЖа «Кленово-Чегодаево» Подольского района Московской области. Результаты испытаний показали, что действительные технико-эксплуатационные параметры близки к расчетным (отклонения не превышали $\pm 7,5\%$). Производительность кормораздатчика на раздаче сухих комбикормов составила 5,8, а влажных ($W=65\%$) – 14,4 т/ч. Диапазон изменения норм выдачи составил соответственно 1,85 ...7,5 для сухих и 4,7...13,5 кг/м для влажных комбикормов.

Отклонения норм выдачи корма (при оценке по коэффициенту вариации) не превышали $\pm 3,3$ для сухого и $\pm 6,1\%$ для влажного. Действительный диапазон изменения влажности выдаваемого корма находится в пределах 12...74%, а равномерность его увлажнения – не менее 96%.

При испытаниях установлено также, что изменение массы кормораздатчика в процессе раздачи кормов не отражается на скорости его передвижения.

Государственные испытания кормораздатчика КСС-1,5, проводившиеся в 1974-1975 гг. Подольской МИС, также подтвердили, что раздача корма с его помощью производится в соответствии с зоотехническими требованиями. Производительность экспериментального кормораздатчика на раздаче увлажненных комбикормов примерно в 4 раза выше, а удельный расход электроэнергии в 12-15 раз меньше в сравнении с серийным кормораздатчиком РС-5А.

Автоматический кормораздатчик-смеситель КСС-3,0 был разработан совместно с ГСКБ г.Умань для применения в секторе откорма свиней экспериментального свиноводческого комплекса на 54 тыс. гол. в год «Гура-Каменка» Флорештского р-на Молдавии. Он применялся в составе 20-ти автоматизированных линий по нормированной раздаче свиньям увлажненного комбикорма. Опытная партия технологического оборудования для этих линий была изготовлена на Уманьском опытном заводе сельхозмашиностроения.

Конструктивная схема автоматизированной линии раздачи кормов, в которой применены автоматические кормораздатчики-смесители КСС-3,0, представлена на рис. 4.4.7.

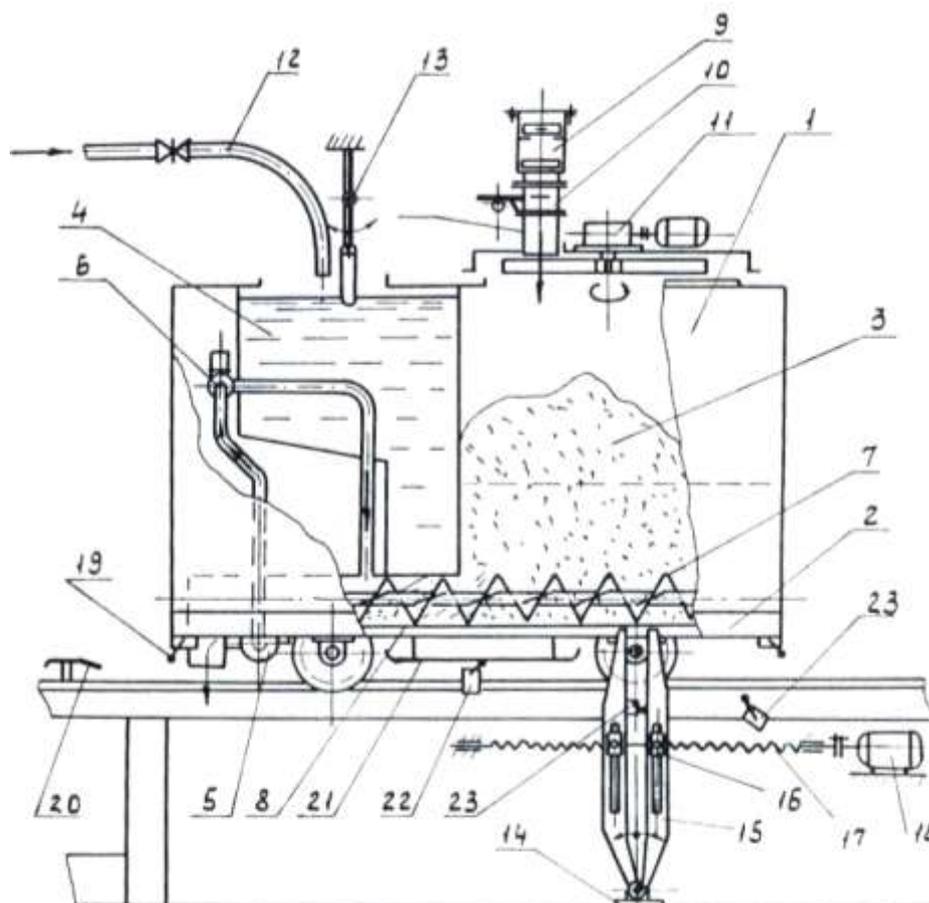


Рис. 4.4.7. Схема устройства автоматизированной линии раздачи корма, созданной на базе кормораздатчика КСС-3,0:

1,2 -автоматический кормораздатчик для свиней КСС-3,0; 3-бункер для сухого комбикорма; 4-бак для увлажняющей жидкости; 5-насос; 6-автоматический клапан подачи жидкости в камеру смешивания; 7,8-питатели-смесители корма; 9-загрузочный транспортер линии

В состав этой линии входит также комплект оборудования для подачи комбикорма (транспортер 9, автоматическая задвижка 10, механизм управления задвижкой 11), воды (трубопровод 12 с автоматической запорной арматурой и шарнирные датчики 13, контролирующие верхний уровень воды в бункерах кормораз-

датчиков), механизмы фиксации кормораздатчиков в зоне их загрузки 15-18.

Рабочий процесс осуществляется в следующем порядке. Перед кормлением животных включают в работу технологическое оборудование линии. При этом откроются автоматические задвижки 10 транспортера 9 и трубопровода 12. По их сигналам начнется поочередное заполнение кормораздатчиков исходными компонентами. Задвижки автоматически закроются от датчиков 11 и 13, а фиксатор 15 откроет свои захваты и с помощью датчика 23 подаст команду на передвижение кормораздатчика. Одновременно с этим начнется заполнение исходными компонентами следующего кормораздатчика.

При передвижении вперед у кормораздатчика от упора 20 включатся рабочие органы и начнется процесс выдачи корма в групповую кормушку. В конце кормового ряда от такого же упора выдача корма прекратится, кормораздатчик остановится, реверсивно включится привод его передвижения, и он возвратится в зону загрузки. Там от другого датчика он остановится, а своим упором-линейкой 21 подаст сигнал на включение фиксатора, который выставит кормораздатчик под повторную загрузку компонентов и последующую раздачу корма в другой половине здания. Отключение линий подачи компонентов произойдет после их загрузки в последний кормораздатчик, а всей линии – после его возвращения в исходное положение, т.е. по сигналу датчика фиксатора.

Для разработки рекомендаций при применении нового кормораздающего оборудования была определена также экономическая эффективность работы экспериментальных кормораздатчиков в системе механизированных и автоматизированных линий раздачи кормов на свиноводческих фермах и комплексах. Расчеты показали, что годовой экономический эффект от внедрения в этот период времени кормораздатчика КСС-1,5 в свинарнике для откорма на 1000 голов составит примерно 1600 руб., а автоматического кормораздатчика – 5000 рублей. Такой экономический эффект обеспечивал окупаемость капитальных вложений на применение новых кормораздатчиков за 1,5-2,0 года.

Положительный опыт эксплуатации кормораздатчиков-смесителей новой конструкции позволил специализированному ГСКБ г.Умань разработать конструкторскую документацию на автоматизированный кормораздатчик КСМ-Ф-1,2 (рис.4.4.8), который предназначен для применения в свиноводческих производственных помещениях, не имеющих кормовых проходов. Кормораздатчик КСМ-Ф-1,2 в 90-е годы выпускался Уманским опытным заводом сельхозмашиностроения по заказам свиноводческих хозяйств Белоруссии и проходил предварительные государственные испытания на Западной МИС.

При госиспытаниях кормораздатчика КСМ-Ф-1,2, протокол №7-32-90 П (9021050), были установлены следующие основные показатели его работы: эксплуатационная производительность – не менее 4,2 т/ч, диапазон скоростей передвижения 0,3...0,5 м/с, степень увлажнения комбикорма – в пределах 50...65%, равномерность раздачи кормов – не менее 87%, а их сохранность – 100%, удельный расход электроэнергии – $0,42 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$, коэффициент надежности выполнения технологического процесса – 1,00. В выводах и предложениях Западная МИС констатировала, что кормораздатчик КСМ-Ф-1,2 в целом соответствует «ТУ» по эксплуатационно-технологическим показателям и надежности выполнения технологического процесса ($K=1,0$), но имеет ряд несоответствий требованиям ССБТ.

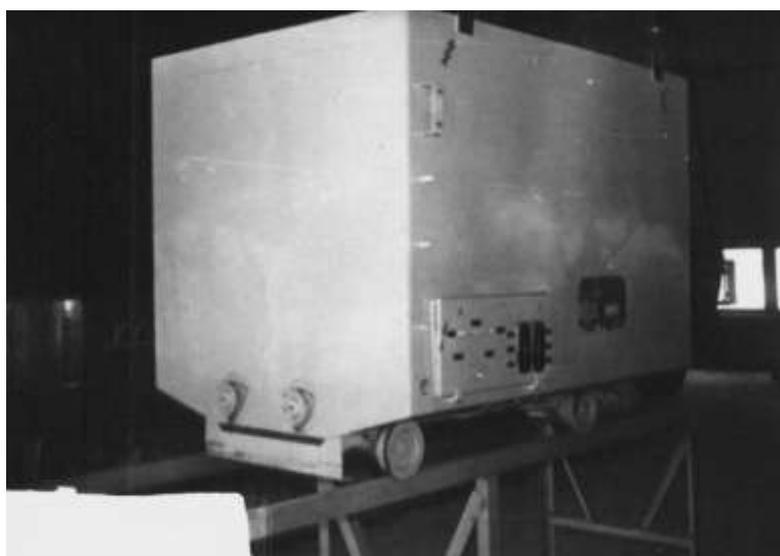


Рис.4.4.8. Общий вид опытного образца кормораздатчика КСМ-Ф-1,2

После устранения выявленных недостатков Западная МИС рекомендует этот кормораздатчик к применению в хозяйствах своей зоны.

Многолетний опыт эксплуатации кормораздатчиков КСС-1,5 на свиноферме экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» показал, что отдельным половозрастным группам свиней, например, пороссятам-отъемышам, комбикорм эффективнее раздавать в натуральном (сухом) виде. Для раздачи животным такого корма конструкция экспериментального раздатчика может значительно упроститься, т.к. отпадает необходимость в оснащении бункера дополнительной емкостью для увлажняющей жидкости и насосной системы ее подачи в камеру смешивания и т.д. Без этих узлов кормораздатчик будет значительно дешевле по стоимости и надежнее в работе. С учетом изложенного во ВНИИМЖе и был разработан специализированный электромобильный раздатчик сухих концентрированных кормов для свиней КСС-2,0 (рис.4.4.9.). Он выполнен в виде двухсекционного бункера для сухого корма, оснащенного шнековыми питателями, ходовой части, электроприводов и систем управления их работой. Раздачу корма этим раздатчиком производят в следующей последовательности. Загруженный кормом раздатчик подгоняют к станкам и, когда выгрузной лоток питателей окажется над групповой кормушкой, нажатием кнопки пускателя включают в работу один или сразу оба шнековых питателя. При этом корм из бункера на ходу будет равномерно выгружаться в групповую кормушку одной или обеих сторон кормового ряда. Перед приближением разрыва в групповых кормушках питатели отключают, а в начале других кормушек вновь включают электроприводы питателей. При этом норму выдачи корма животным устанавливают выбором скорости передвижения кормораздатчика.

Общие выводы и предложения по разделу 4.4.

1. При концентратном типе кормления свиней наиболее высокая продуктивность достигается при скармливании этого вида корма нормировано и с дифференцированной по половозрастным группам животных степенью увлажнения.

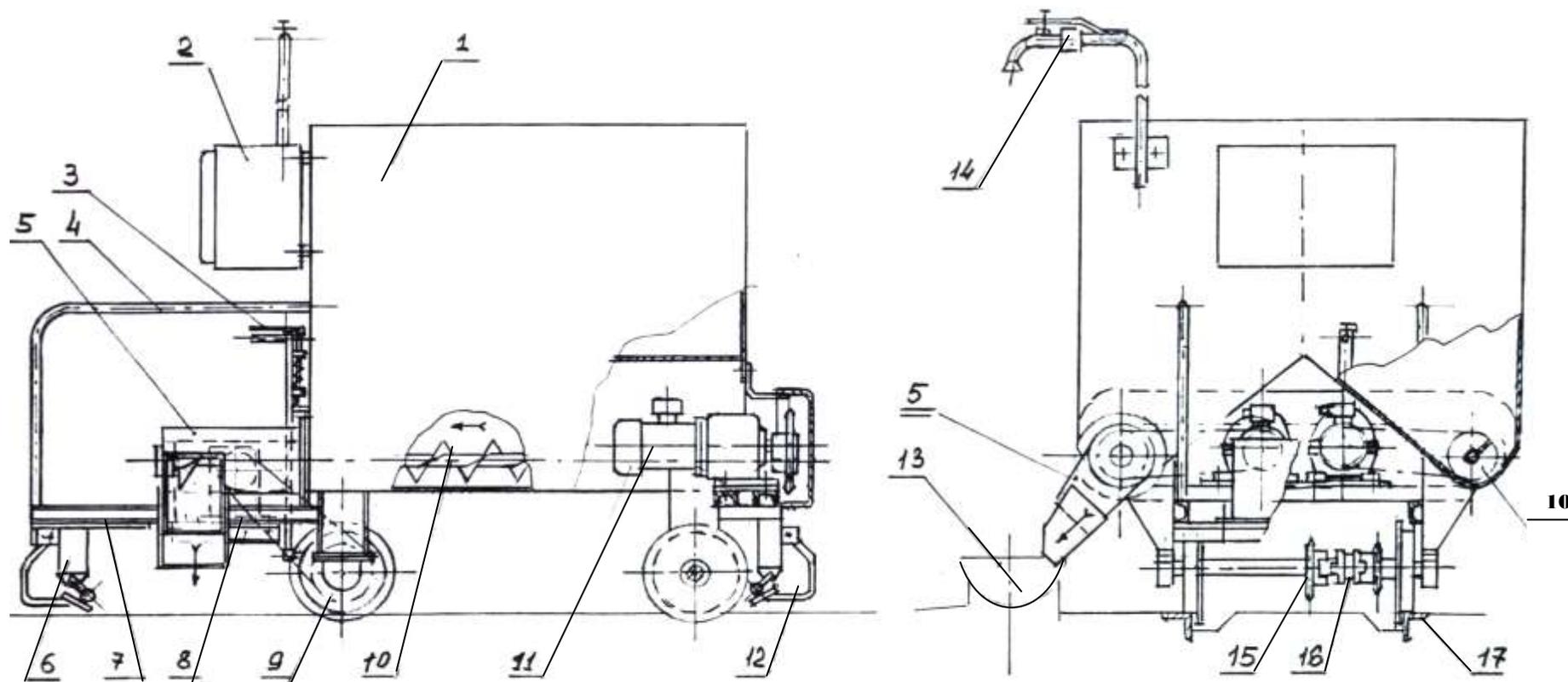


Рис. 4.4.9. Электромобильный кормораздатчик сухого комбикорма КСС-2,0:

1-бункер; 2-электрошкаф с пультом управления; 3-механизм переключения сцепной муфты; 4-поручни; 5-патрубок выгрузной; 6-переключатель путевой; 7-площадка для оператора; 8-электропривод передвижения; 9-ходовые колеса; 10-шнec-питателя; 11-электропривод шнека-питателя; 12-щиток предохранителей; 13-кормушка; 14-кабеледержатель; 15-звездочка приводная; 16-муфта сцепная кулачковая; 17-рельсовый путь

Для раздачи таких кормов целесообразно применять самоходные кормораздатчики с непрерывным способом смешивания сухих и жидких компонентов в процессе их выдачи в кормушки, т.к. они нормировано раздают комбикорм с его увлажнением в диапазоне 12...75%.

2. На основе выполненных экспериментально-теоретических исследований разработаны конструктивно-технологическая схема и рабочие органы принципиально нового кормораздатчика (авт. свид. №354313) с отдельным накоплением сухих и жидких компонентов корма, их непрерывным смешиванием в строго заданном соотношении при выдаче в кормушки.

3. Теоретическими исследованиями лопастных органов кормораздатчика установлено:

а) равномерность раздачи кормов передвижными раздатчиками зависит от стабильности подачи корма при выгрузке и скорости передвижения кормораздатчика (формула 1); при этом изменения потока корма оказывают на отклонения нормы выдачи большее влияние, чем изменения скорости передвижения кормораздатчика (формула 2);

б) производительность питателя-смесителя кормораздатчика (формула 6) зависит от площади поперечного сечения потока корма, средней осевой скорости его перемещения и фактической объемной массы;

в) предложенная расчетная формула средней осевой скорости перемещения корма в ОЛПСНД (7) учитывает размеры, форму и угол установки лопастей (ϵ_o, R_o, α), величину шага и угла подъема винтовой линии (S, β), число лопастей на шаге ($Z_{ш}$), частоту вращения лопастного вала (n) и угол трения корма о рабочую поверхность лопасти (φ);

г) эмпирическая формула (20) для определения потребной мощности привода рабочих органов, полученная на основе теории размерностей, учитывает их конструктивные особенности (длину, шаг винтовой линии, площадь рабочей лопасти, угол установки и расстояние до центра давления корма на лопасть), частоту вращения и коэффициент трения корма о лопасть.

4. В процессе отбора из бункера и перемещения вдоль оси лопастного вала происходит уплотнение рассыпного комбикорма.

Это явление необходимо учитывать при расчете производительности питателя путем введения коэффициента уплотнения комбикорма, значение которого находится в пределах 1,08 - 1,11.

5. Экспериментальными исследованиями установлено, что оптимальными параметрами ОЛПСНД кормораздатчика следует считать:

- форму лопастей – в виде кругового сектора с шириной по линии центра тяжести фигуры (центра давления) $e_o = (0,4 - 0,6)R$, расстоянием от оси вала до центра тяжести фигуры $R_o = 0,7R$ и площадью рабочей поверхности $F_n = 0,0087 \cdot \theta \cdot (R^2 - r_g^2)$;
- угол установки (наклона) лопастей в питающей части лопастного вала α_n - переменный, возрастающий от шага к шагу в диапазоне $10-30^\circ$, в смешивающей части – постоянный $\alpha_{см} = 24-30^\circ$ относительно плоскости, перпендикулярной оси вала;
- число лопастей на шаге винтовой линии $Z_{ш} = 4$;
- частоту вращения лопастного вала (при $D=0,2\text{м}$) $n=2,5 \dots 2,8 \text{ с}^{-1}$;
- длину камеры смешивания $l_{см} \geq 3S_{см}$;
- коэффициенты наполнения рабочей камеры в питающей части $\Psi_n = 1,0$, смешивающей – $\Psi_{см} = 0,4 \dots 0,6$.

6. На основе результатов экспериментально-теоретических исследований предложена методика расчета рабочих органов кормораздатчика с непрерывным способом смешивания сухих и жидких компонентов в процессе их выдачи в кормушки. По этой методике можно рассчитать и спроектировать типоразмерный ряд кормораздатчиков подобного назначения.

7. Испытания экспериментального кормораздатчика в производственных условиях показали, что разработанная методика расчета его рабочих органов достоверна, т.к. действительные параметры близки к расчетным (отклонения не превышали $\pm 7,5\%$).

С помощью этого кормораздатчика можно нормировано (в пределах 1,9...19,5 кг/м), с необходимой влажностью (в диапазоне 12...74%) и равномерностью (отклонения не свыше 6,1%) раздавать концентрированный корм в свиарниках с групповым со-

держанием животных действующих, реконструируемых и вновь строящихся ферм и комплексов.

8. В свиноводческих хозяйствах, где применяется концентратный тип кормления животных, предлагается внедрять комплексно-механизированные и автоматизированные линии раздачи кормов, созданные на базе новых кормораздатчиков КСС-1,5 и КСС-3,0. Такие линии были созданы и внедрены в 80-е годы на свиноферме совхозов «Красный Луч» Щелковского, «Кленово-Чегодаево» Подольского, ГПЗ «Никоновское» Раменского районов Московской области и Флорештском объединении «Колхозживпром» МССР. Экономический эффект от внедрения кормораздатчика КСС-1,5 составлял 1600-2000 руб., а автоматического кормораздатчика - около 5000 рублей.

9. Результаты исследований и техническая документация на эти кормораздатчики были переданы в ГСКБ по машинам для свиноводческих ферм с целью их отработки согласно требованиям промышленного изготовления. Уманский опытный завод сельскохозяйственного машиностроения выпустил опытную партию автоматических кормораздатчиков для оснащения экспериментального свиноводческого комплекса на 54 тыс. голов в год и по заказам свиноводческих хозяйств Белоруссии изготавливал эстакадный кормораздатчик КСМ-Ф-1,2, который применялся в свинарниках без кормовых проходов.

4.5. Кормораздатчики с питателем ковшового типа

Одним из серьезных недостатков существующих раздатчиков, в т.ч. серийно выпускаемых КС-1,5, РС-5А, КСП-0,8, является неравномерность выдачи корма. Причем, чем выше влажность корма, тем больше неравномерность его раздачи. Объясняется это тем, что выгрузные шнеки серийных раздатчиков присоединяются к днищу бункера и на процесс выгрузки из него корма большое влияние оказывает высота столба корма в бункере. Чем больше эта высота, тем больше выгружается корма в единицу времени, тем больше неравномерность.

С целью устранения указанного недостатка и создания универсального раздатчика во ВНИИМЖе был разработан экспериментальный рабочий орган, выполненный в виде ковшового пи-

тателя роторного типа, который подает корм в загрузочную воронку выгрузных шнеков, расположенную примерно на уровне корма в бункере при его номинальной загрузке.

Конструкция такого питателя представлена на рис. 4.5.1. Работает ковшовый питатель следующим образом: при вращении ковши захватывают корм из бункера 1 кормораздатчика и поднимают его вверх, где он под действием сил тяжести выгружается в приемную воронку б выгрузных шнеков 5.

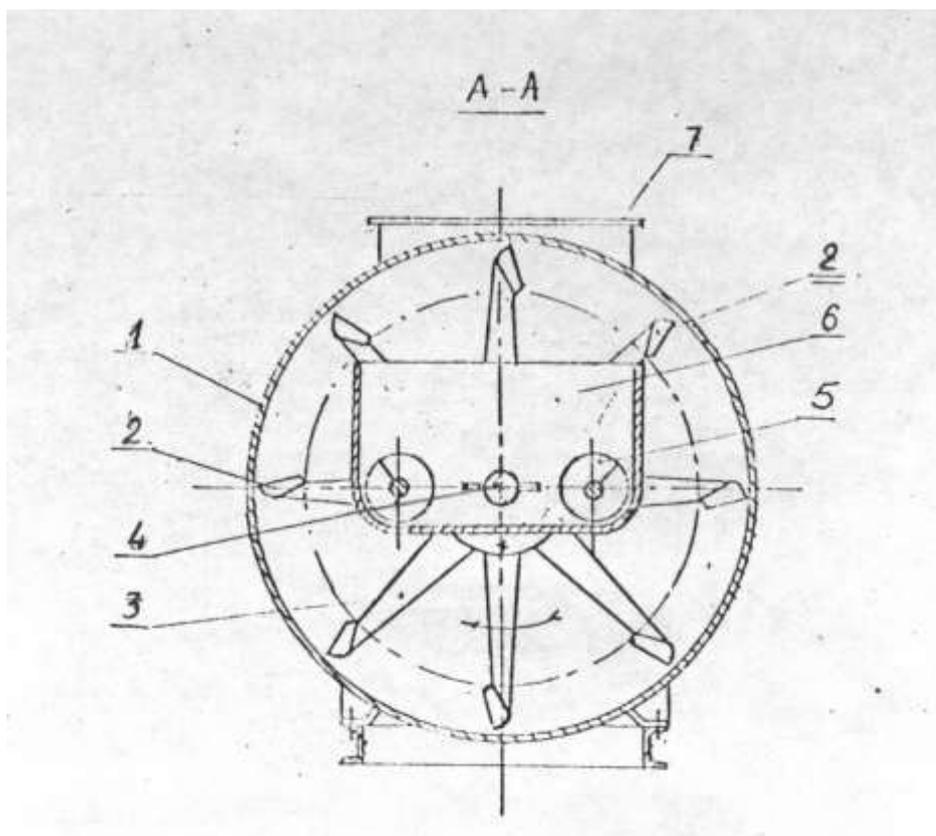


Рис. 4.5.1. Схема устройства ковшового питателя роторного типа:

1-цилиндрический бункер кормораздатчика; 2-ковши; 3-кронштейн для крепления ковша; 4-вал; 5-выгрузной шнек; 6-приемная воронка шнеков; 7-загрузочный люк бункера

Воронка размещена внутри бункера и примыкает к его торцевой стенке. Выгрузные шнеки, выходящие за пределы бункера, оба одновременно или поочередно с заданной производительностью подают корм в кормушки. Загрузку корма в бункер, осна-

щенный таким ковшовым питателем, производят до уровня, не превышающего приемную воронку выгрузных шнеков.

Подачу (производительность) ковшового питателя предлагается рассчитывать по формуле:

$$Q = \frac{v \cdot \rho \cdot z \cdot k \cdot \omega}{2\pi}, \text{ кг/с} \quad (1)$$

где v - расчетная вместимость одного ковша, м^3 ; ρ - плотность корма, кг/м^3 ; z - число ковшей, шт.; k - коэффициент заполнения ковшей кормом; ω - угловая скорость ковшового питателя, с^{-1} .

В формуле (1) параметры v и z задаются конструктивно, ρ зависит от физико-механических свойств выгружаемых кормов, поэтому при исследованиях работы данного питателя необходимо определить оптимальные параметры угловой скорости ковшового механизма, а также условия максимального заполнения ковшей кормом и оптимальные условия их разгрузки в заданном секторе (над приемной воронкой).

На рис. 4.5.2 представлена схема действия сил на корм в ковшах, расположенных над приемной воронкой шнека.

При вращении ковшей с угловой скоростью ω корм поднимается вверх до тех пор, пока все действующие на него силы будут уравновешены. Пусть в некоторый момент времени ковш находится в квадранте 1 с углом поворота $\alpha = \omega \cdot t$, отсчитываемым от горизонтального диаметра цилиндрического бункера. В этом положении на корм в ковше действуют следующие силы: тяжести mg , центробежная $m\omega^2 r$, нормальная реакция дна ковша N и сила трения корма о дно ковша F . Давление корма на боковые стенки ковша и силы трения о них не учитываем, т.к. высота ковша незначительна по сравнению с его длиной. Следовательно, и числовое значение этих сил в несколько раз меньше силы трения о дно.

Опорожнение ковша от корма происходит под действием силы тяжести, т.е. когда выполняется условие

$$mg \cdot \sin(\alpha - \beta) > m\omega^2 r \cdot \cos \beta + F, \quad \text{но } F = N \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

После этой замены неравенство можно записать в следующем виде:

$$mg \cdot \sin(\alpha - \beta) > m\omega^2 r \cdot \cos \beta + N \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2)$$

где m - масса корма в ковше; g - ускорение свободного падения; r - расстояние от центра вращения до центра массы корма в ковше; β - угол наклона ковша к радиальной стойке; φ - угол трения корма о дно ковша.

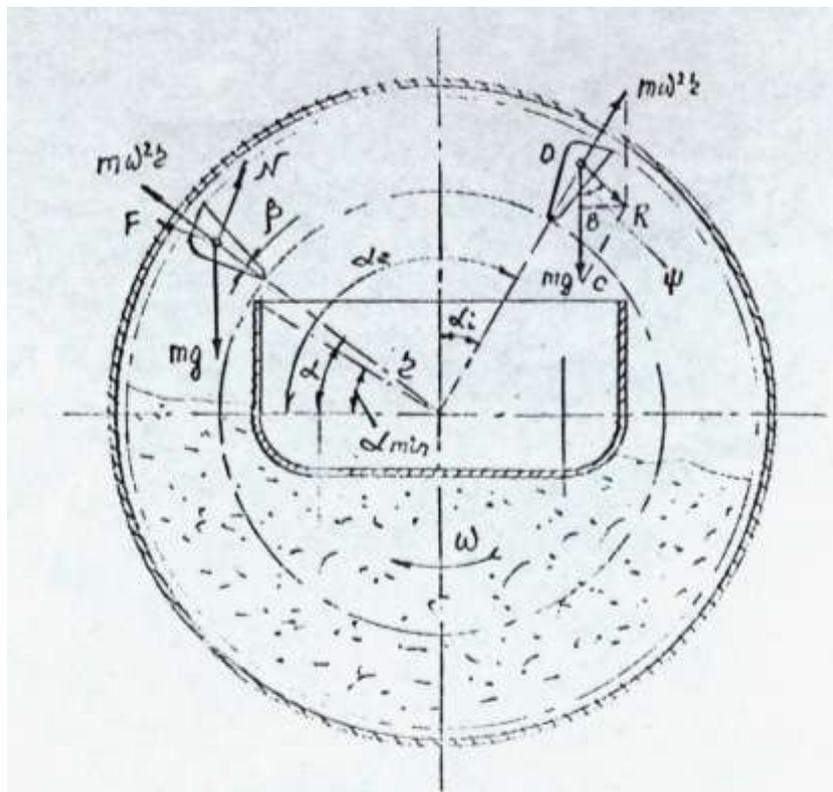


Рис. 4.5.2. Схема действия сил на корм в ковшах, расположенных над приемной воронкой:

mg - сила тяжести; $m\omega^2 r$ - центробежная сила; N - нормальная реакция дна ковша; F - сила трения корма о дно ковша; R - равнодействующая сила; α - угол поворота ковшового питателя; α_{\min} - минимальный угол поворота питателя, при котором возможно попадание корма в приемную воронку; β - угол наклона ковша; ψ - угол отклонения равнодействующей силы от силы тяжести

Для определения « N » необходимо рассмотреть условия, действующие на порцию корма в ковше в плоскости, перпендикулярной дну ковша и проходящей через центр тяжести, т.е.:

$$\sum P = N + m\omega^2 r \cdot \sin \beta - mg \cdot \cos(\alpha - \beta) = 0$$

или

$$N = mg \cdot \cos(\alpha - \beta) - m\omega^2 r \cdot \sin \beta.$$

Если подставить это значение « N » в неравенство (2), получим следующую зависимость:

$$mg \cdot \sin(\alpha - \beta) > m\omega^2 r \cdot \cos \beta + [mg \cdot \cos(\alpha - \beta) - m\omega^2 r \cdot \sin \beta] \operatorname{tg} \varphi.$$

После некоторых преобразований получим:

$$g[\sin(\alpha - \beta) - \cos(\alpha - \beta) \cdot \operatorname{tg} \varphi] > \omega^2 r (\cos \beta - \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi).$$

Разделив левую и правую части этого неравенства на

$$\text{получим: } \frac{g}{\omega^2 r} > \frac{\sin(\alpha - \beta) - \cos(\alpha - \beta) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\cos \beta - \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi} \text{ и } \omega^2 r,$$

Решая эту зависимость относительно ω , можно определить угловую скорость питателя, т.е.

$$\omega < \sqrt{\frac{g[\sin(\alpha - \beta) - \cos(\alpha - \beta) \operatorname{tg} \varphi]}{r(\cos \beta - \sin \beta \operatorname{tg} \varphi)}}. \quad (3)$$

Если в этой зависимости принять $\alpha = 90^\circ$ и $\beta = 0$,

$$\text{то } \omega_{\text{крит.}} \leq \sqrt{\frac{g}{r}}, \quad (4)$$

по которой можно определить критическое значение угловой скорости ковшового питателя.

Исследуем зависимость (3) применительно к ковшовому питателю, для которого $r = 0,65\text{ м}$; $\alpha = 35 \dots 90^\circ$; $\beta = 0^\circ$; $+15^\circ$; -15° , $\varphi = 0^\circ$; 5° ; 30° и 45° .

Результаты таких исследований представлены в виде графиков на рис. 4.5.3, из которого видно, что при $\beta = 0$ и $\varphi = 0$ (установке ковшей без наклона и подаче воды) и начале выгрузки корма при ($\alpha_s = 35^\circ$) угловая скорость питателя ω должна быть не менее $2,9 \text{ с}^{-1}$.

При угле трения $\varphi = 5^\circ$ (подача жидкого корма) угловая скорость питателя должна быть не менее $2,74 \text{ с}^{-1}$. Для работы питателя на влажных кормовых смесях, имеющих угол трения $\varphi = 30^\circ$, угловая скорость может быть уменьшена до значения $\omega \geq 1,24 \text{ с}^{-1}$, а выгрузка из ковшей корма с $\varphi = 45^\circ$ при такой угловой скорости может осуществляться только при повороте питателя на угол $\alpha_s \geq 48^\circ$.

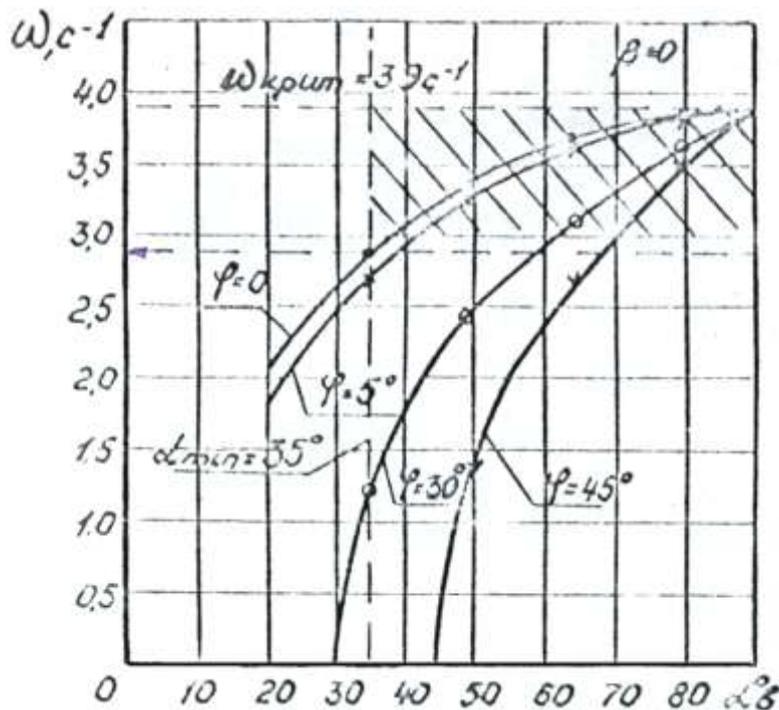


Рис. 4.5.3. Зависимость угловой скорости питателя от угла выгрузки и угла трения корма о ковш

В случае установки ковшей под углом $\beta = 15^\circ$ (рис.4.5.4) угловая скорость питателя при подаче воды должна быть не менее $2,3 \text{ с}^{-1}$, для кормов, имеющих угол трения $\varphi = 5^\circ$, она может быть снижена до $2,0 \text{ с}^{-1}$, а разгрузка кормов с $\varphi \geq 30^\circ$ будет осуществляться при повороте питателя на угол $\alpha_g \geq 45^\circ$, как бы не снижали угловую скорость ω .

При установке ковшей с отрицательным углом наклона ($\beta = -15^\circ$, рис.4.5.5) для того, чтобы поднять ковшами воду на угол $\alpha_g = 35^\circ$, угловую скорость питателя необходимо принимать не менее $3,45 \text{ с}^{-1}$, для кормовых смесей, имеющих $\varphi = 30^\circ$, она должна быть не менее $2,6 \text{ с}^{-1}$, а при $\varphi = 45^\circ$ — $\omega \geq 1,6 \text{ с}^{-1}$.

Критическое значение угловой скорости ковшового питателя, имеющего $r = 0,65 \text{ м}$, можно определить из зависимости (4), т.е.

$$\omega_{\text{крит}} \leq \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,65}} = 3,9 \text{ с}^{-1}.$$

Следовательно, установкой ковшей под углом $\beta > 0^\circ$ можно снижать угловую скорость питателя, но при этом начало выгрузки корма из ковшей будет осуществляться при повороте питателя

на больший угол, т.е. сектор разгрузки ковшей будет уменьшаться.

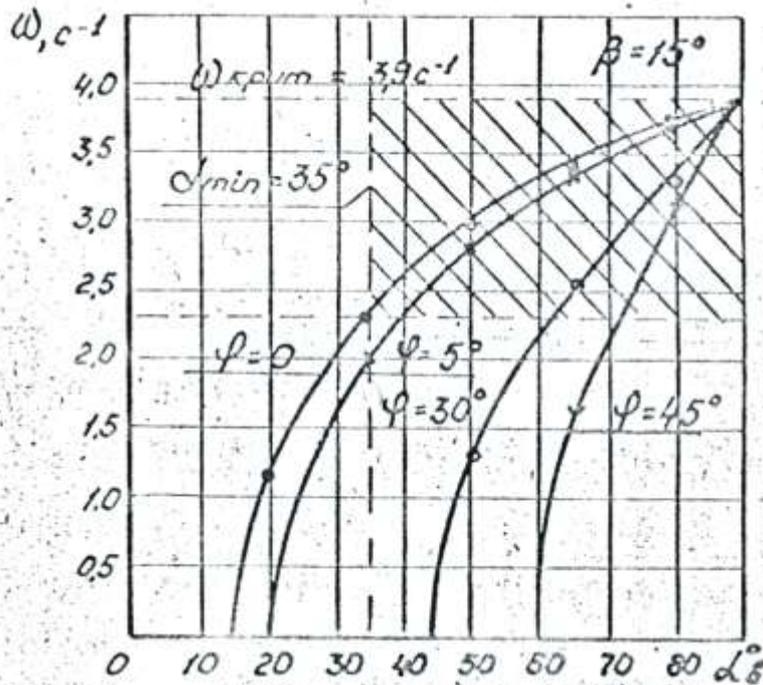


Рис. 4.5.4. Зависимость угловой скорости питателя от угла выгрузки и угла трения корма о ковш при его установке под углом 15°

При установке ковшей под углом $\beta < 0^\circ$ угловую скорость питателя необходимо увеличивать. Так, например, для этого, чтобы подавать ковшами в приемную воронку питателя влажную кормосмесь с $\varphi = 30^\circ$ угловая скорость должна быть не менее $2,63 \text{ c}^{-1}$, тогда как при установке ковшей без наклона она может составлять $1,2 \text{ c}^{-1}$. Однако при установке ковшей с отрицательным углом наклона улучшаются условия выгрузки из них корма (увеличивается сектор выгрузки).

При нахождении ковша во 2^{-м} квадранте (см. рис.4.5.2) на корм, если он остался, будут действовать в основном две силы: сила тяжести " mg " и центробежная " $m\omega^2 r$ ".

Для определения положения равнодействующей силы « R » рассмотрим прямоугольные треугольники BCR и OBR . Из них следует, что:

$$BR = m\omega^2 r \cdot \sin \alpha_i; \quad BC = m\omega^2 r \cdot \cos \alpha_i.$$

Тогда

$$\text{tg} \psi = \frac{BR}{OB} = \frac{m\omega^2 r \cdot \sin \alpha_i}{mg - m\omega^2 r \cdot \cos \alpha_i} = \frac{\omega^2 r \cdot \sin \alpha_i}{g - \omega^2 r \cdot \cos \alpha_i},$$

где Ψ - угол отклонения равнодействующей силы « R » от силы тяжести « mg ».

Из этого уравнения следует, что во 2^{-м} квадранте траектория полета порции корма из ковша не будет превышать угла « Ψ ». Применительно к условиям работы лабораторной установки, у которой угловая скорость « ω » находилась в пределах 1,5...2,0 с⁻¹, а удаление центра тяжести порции корма в ковше от оси вращения $r = 0,65$ м, была получена зависимость угла « ω » от « α_i », которая представлена в виде графиков на рис. 4.5.5. При этом было установлено, что угол поворота ковшового питателя во 2^{-м} квадранте не должен превышать 32...36°. С учетом изложенного рабочий процесс выгрузки корма из ковшей питателя должен осуществляться при его повороте от α_{min} до α_{max} , а численное значение этого угла можно определить по зависимости:

$$\alpha_{разгр.} = 90^\circ + \alpha_{i\ max} - \alpha_{i\ min} = 90^\circ + (32^\circ \dots 36^\circ) - 35^\circ = 87 \dots 91^\circ$$

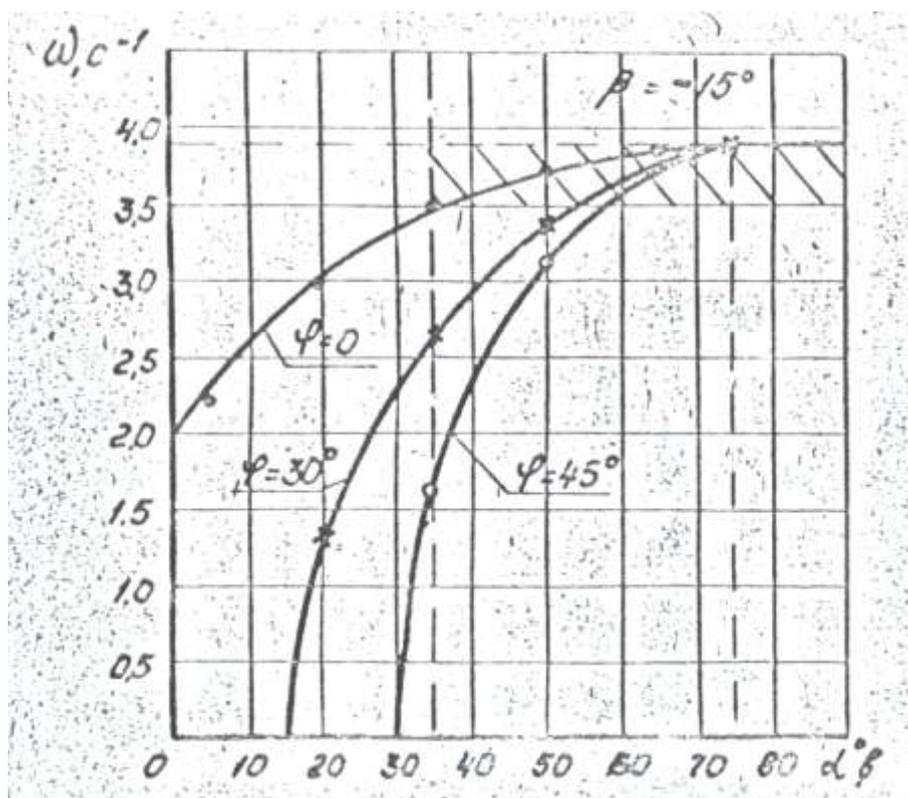


Рис. 4.5.5. Зависимость угловой скорости питателя от угла выгрузки и угла трения корма о ковш при его установке под отрицательным углом (-15°)

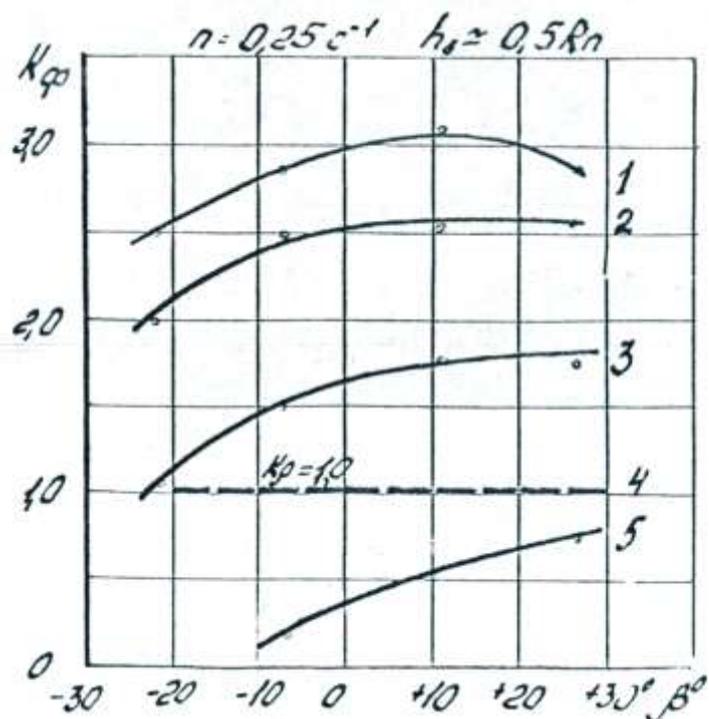


Рис. 4.5.6. Коэффициент заполнения ковша в зависимости от угла его установки:

1-кормосмесь влажностью 74%; 2-кормосмесь влажностью 80...82%; 3-комбикорм; 4-расчетное значение коэффициента заполнения; 5-вода

Зная расчетную величину сектора разгрузки ковшей от корма, можно определить продолжительность процесса его выгрузки, т.е.

$$t_v = t_{\text{ц}} \cdot \frac{\alpha_{\text{разг.}}^0}{360^0} = \frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{\alpha_{\text{разг.}}^0}{360^0} \approx \frac{1,5}{\omega}, \text{ с.}$$

Следовательно, параметры приемной воронки у ковшового питателя должны приниматься с учетом полученных результатов исследований.

Экспериментальные исследования работы ковшового питателя подтвердили достоверность основных выводов теоретических исследований.

Опыты показали (рис.4.5.6), что при подаче жидких кормов оптимальным является угол установки ковша в пределах +10...+20°. Для влажных кормосмесей оптимальное значение угла β находится в пределах 0°...+10°.

Установлено также, что при работе на густых кормах коэффициент заполнения ковша кормом доходит до 3,0, а на подаче воды он составляет 0,3...0,7 от расчетной величины.

Подача корма одним ковшом при частоте вращения питателя $n = 0,24 \text{ с}^{-1}$ (угловая скорость $\omega = 1,5 \text{ с}^{-1}$) изменяется от 0,24 кг/с при подаче воды до 1,3 кг/с на густых кормосмесях.

Угловую скорость питателя (принятых конструктивных параметров) необходимо принимать в пределах 1,3...1,7 с^{-1} . При большей скорости и работе на вязких смесях часть корма не успевает выгружаться в приемную воронку, а при меньшей снижается подача.

Исследования процесса выгрузки кормов из ковшового аппарата питателя в приемную воронку выгрузных шнеков показали, что при подаче воды разгрузка ковшей осуществляется в центре приемной воронки (рис. 4.5.7а), и угол установки ковшей на место выгрузки корма существенного влияния не оказывает.

При подаче сухого комбикорма (рис.4.5.7б) выгружаемый материал поступает в левую часть воронки при установке ковшей с отрицательным углом и в правую – при положительном. Оптимальным вариантом в данном случае следует считать установку ковшей без наклона.

Густые кормовые смеси (рис. 4.5.7в) выгружаются преимущественно в правую часть воронки, и в этом случае для выравнивания подачи шнеков целесообразно между шнеками устанавливать дополнительное устройство, обеспечивающее подачу корма из правой части воронки в левую. Установка ковшей под углом 10° для подачи кормовых смесей влажностью 70...75 % является оптимальной.

Текущие кормовые смеси (влажностью около 80%) подаются ковшовым аппаратом примерно в то же место, что и сухой комбикорм. Следовательно, для их подачи рекомендуется ковши устанавливать без наклона (рис.4.5.7г).

Результаты исследований по определению полезной мощности на приводе рабочих органов приведены в виде графиков на рис. 4.5.8, из которого видно, что при раздаче сухих комбикормов энергозатраты в 2-3 раза выше, чем при работе с влажными кормосмесями. Для работы кормораздатчика с массой загружаемого

в бункер сухого комбикорма 1т потребная мощность составит около 8 кВт, для раздачи такого объема густых кормосмесей (влажность 70...75%) на привод рабочих органов потребуется около 4,0, а текучих кормосмесей – не более 3,0 кВт.

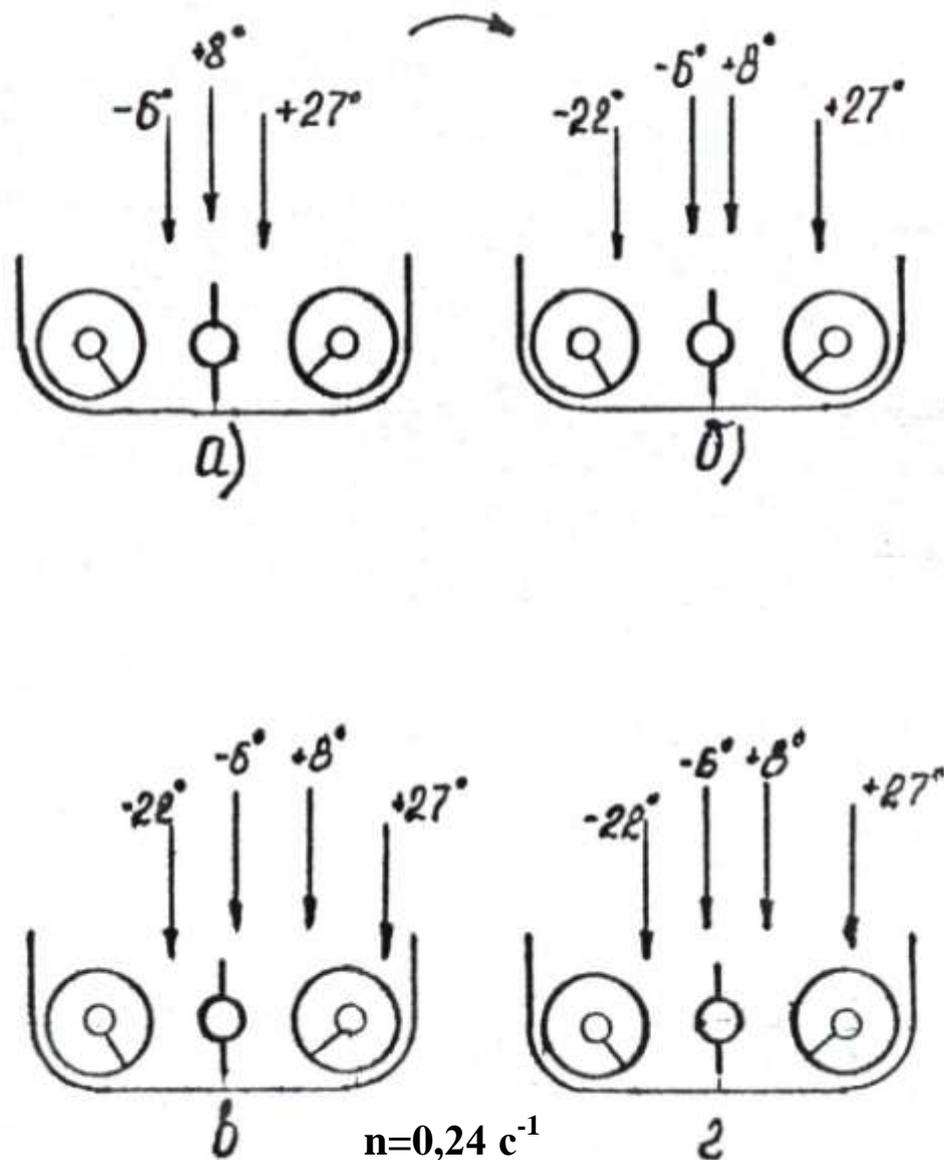


Рис. 4.5.7. Место выгрузки корма при различных углах наклона ковша:
 а) при подаче воды; б) сухого комбикорма; в) кормосмеси зимнего рациона влажностью 74%; г) то же влажностью около 80%

При испытаниях экспериментального кормораздатчика с ковшовым питателем на раздаче сухого комбикорма получены

следующие результаты: нормы выдачи комбикорма на погонный метр кормушки находятся в пределах 3,3...7,4 кг (табл. 4.5.1); предельные отклонения норм между шнеками – не более 2,0%, а от их среднего значения они, в основном, составляют $\pm 5,0\%$.

Однако в отдельные моменты наблюдались сбои в работе, так, например, при $v = 0,5$ м/с у левого шнека подача комбикорма на короткий отрезок времени (1...2 сек) снизилось на 25%. В результате чего предельное отклонение нормы выдачи комбикорма составило 26,9%. Это привело к тому, что при оценке равномерности раздачи комбикорма по коэффициенту вариации (ОСТ 70.19.1-74) отклонения нормы выдачи в данный период работы составили 8,7%. Во всех остальных случаях коэффициент вариации не превышал 4,8%. На этом основании можно заключить, что кормораздатчик обеспечивает нормированную раздачу комбикорма с заданной точностью.

Основные результаты экспериментальных исследований раздачи влажных кормосмесей зимнего рациона (измельченная кормовая свекла, кукурузный силос, комбикорм и вода) в соотношении по массе $1:1:1:0,5 \dots 2,0$ представлены в виде графиков на рис. 4.5.9.

Анализируя эти данные, можно заключить, что у кормораздатчика с ковшовым питателем запас корма в бункере не оказывает существенного влияния на его нормированную раздачу, однако правый шнек работал стабильнее левого. У правого шнека нормы выдачи на погонный метр кормушки текучих (график 1) и густых (график 2) кормосмесей в процессе опорожнения бункера соответствовали установленным зоотехническими требованиями значениям (отклонения не превышали $\pm 10\%$).

У левого шнека при раздаче густых кормосмесей (график 2) в середине рабочего цикла наблюдалось резкое падение подачи шнека, в результате чего нормы выдачи корма уменьшились примерно в 1,5 раза, а затем, к концу раздачи, вновь соответствовали установленным нормам.

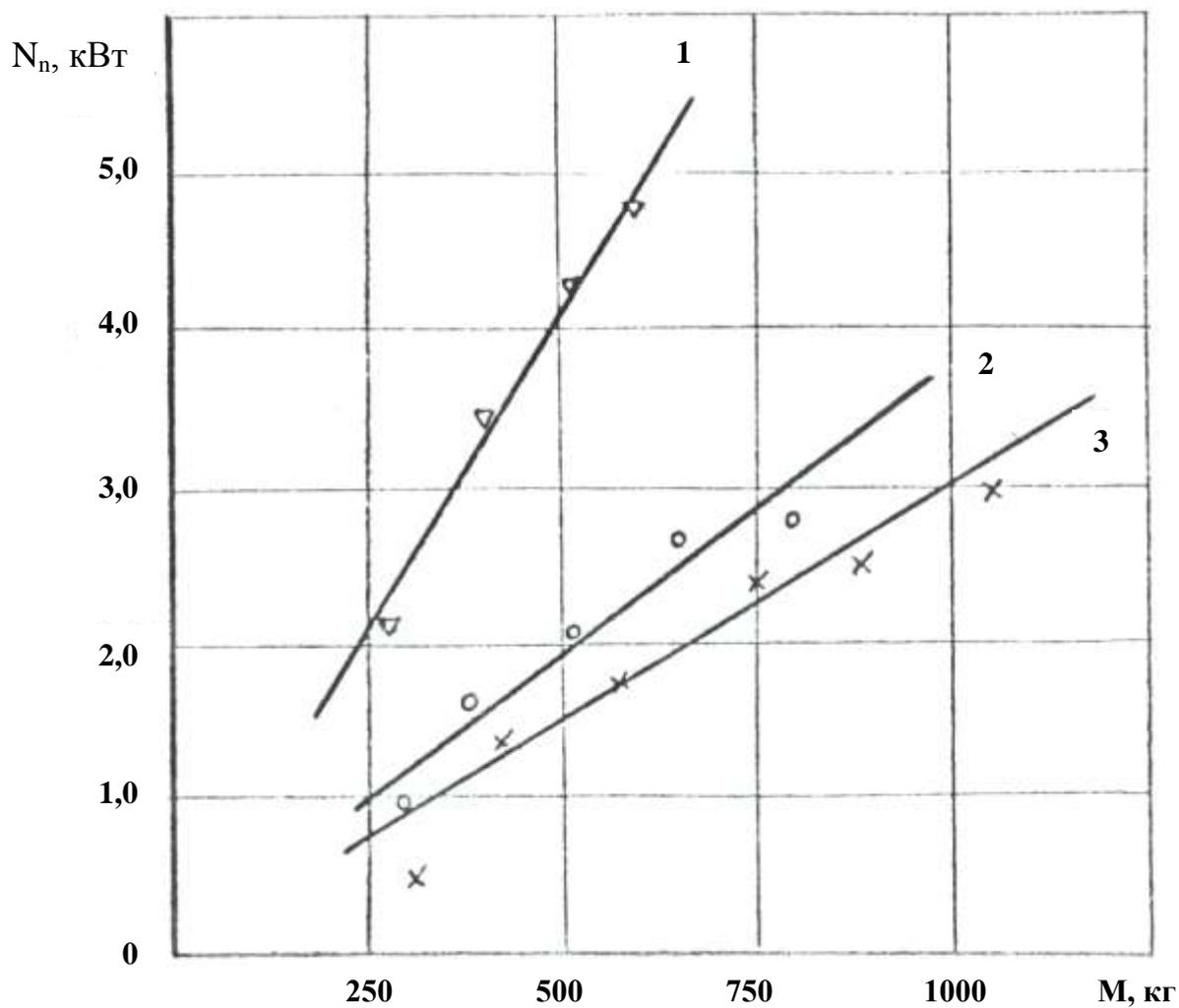


Рис. 4.5.8. Полезная мощность на приводе рабочих органов кормораздатчика в зависимости от массы корма в бункере:

1-сухой комбикорм; 2-влажная кормосмесь зимнего рациона;
3- то же влажностью около 80%

*Нормы выдачи сухого комбикорма и их отклонения
($\omega = 1,47c^{-1}$)*

Скорости передвижения кормораздатчика, м/с	Норма выдачи комбикорма, кг/м			Предельные отклонения норм выдачи комбикорма, %				Число выданных доз корма		Равномер- ность раздачи (коэффициент вариации)	
	правый шнек	левый шнек	среднее значение	правый шнек	левый шнек	между шнеками	от среднего значения	общее	с от- клон. более $\pm 5,0\%$	пра- вый шнек	левый шнек
0,27	7,30	7,38	7,34	+ 3,0 - 2,6	+ 1,8 - 1,5	0,6	+ 2,4 - 3,2	24	нет	1,5	1,0
0,30	6,48	6,74	6,61	+ 9,6 - 3,3	+4,8 - 5,1	2,0	+ 7,4 - 5,3	24	+ две - две	3,4	2,9
0,43	4,61	4,72	4,67	+ 4,1 - 3,5	+ 10,5 - 2,3	1,2	+ 11,9 - 4,6	24	+ одна	2,3	4,1
0,50	4,12	4,10	4,11	+ 3,7 - 14,7	+ 5,2 - 26,8	0,2	+ 4,9 - 26,9	24	+ нет - нет	4,8	8,7
0,55	3,69	3,72	3,70	+ 5,2 - 2,1	+ 5,1 - 4,0	0,5	+ 5,6 - 3,6	24	+ одна	2,2	2,4
0,65	3,32	3,38	3,35	+ 1,9 - 2,0	+ 9,6 - 4,3	1,0	+ 10,7 - 3,3	24	+ одна - нет	1,3	4,1

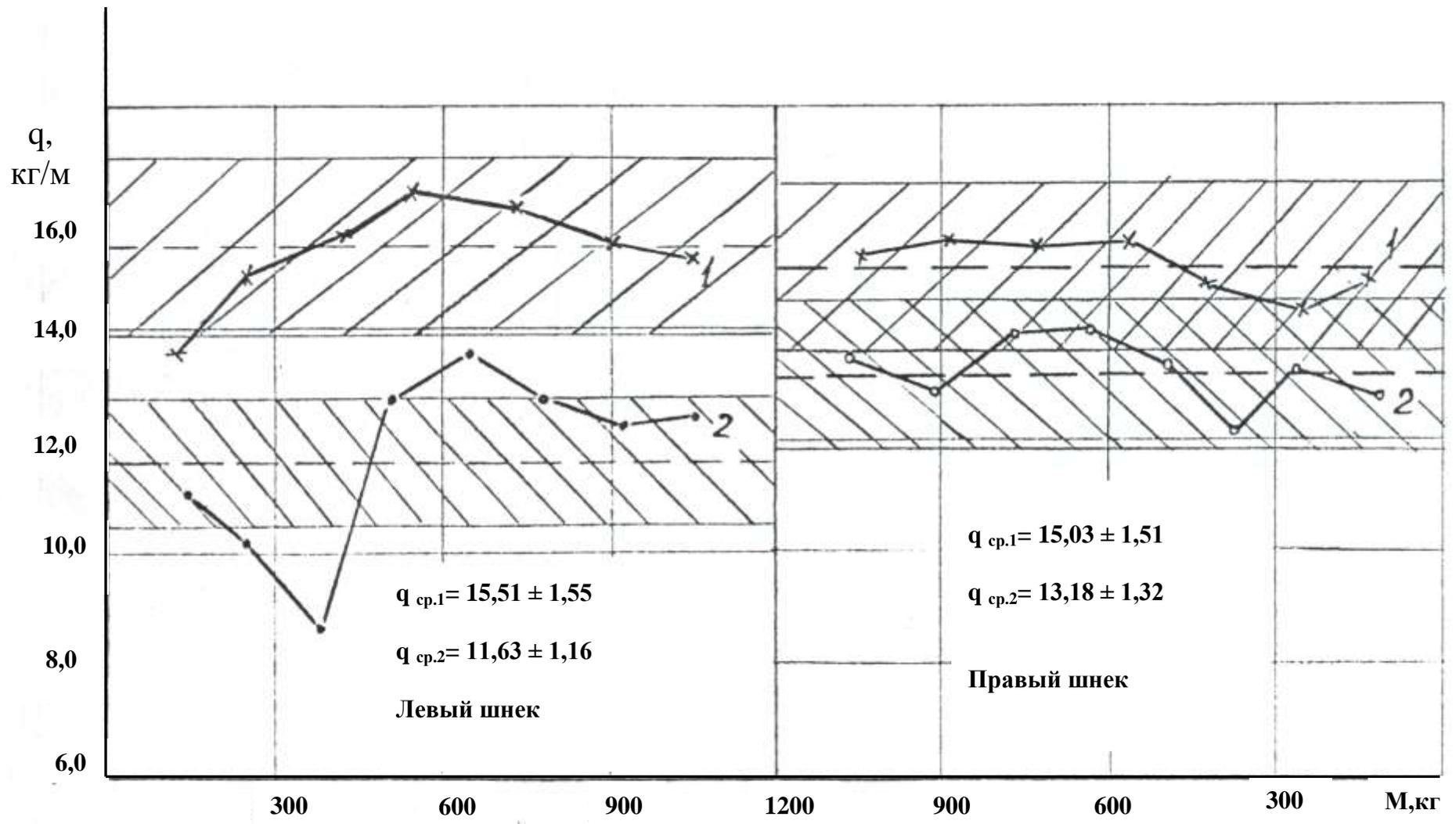


Рис. 4.5.9. Нормы выдачи кормосмесей зимнего рациона:

1-влажность около 80%; 2-влажность около 75%

Это можно объяснить тем, что произошло частичное зависание корма в приемной воронке выгрузных шнеков. У экспериментального кормораздатчика длина загрузочной зоны шнека составляла около одного шага винтовой линии шнека. Чтобы устранить этот недостаток, необходимо загрузочную зону у выгрузного шнека принимать длиной не менее $2,0 S$.

При раздаче влажных кормосмесей кормораздатчиком с ковшовым питателем большое влияние на работу выгрузных шнеков оказывает место разгрузки ковшей над приемной воронкой этих шнеков. На рис.4.5.7 было показано, что густые кормосмеси подаются ковшовым питателем в основном на правый шнек, а левый находится в пассивной зоне. В результате правый шнек обеспечивал равномерную выгрузку корма на протяжении всего цикла раздачи, а у левого на раздаче густых кормов отмечены отклонения, превышающие допустимые значения. Следовательно, при разработке кормораздатчиков с ковшовым питателем необходимо принимать такие его конструктивные и кинематические параметры, которые обеспечивали бы разгрузку ковшей в средней части приемной воронки, а корм из нее рекомендуется выгружать одним шнеком, расположенным в середине этой воронки. В сочетании с необходимой длиной загрузочной части шнека (не менее $2,0 S$) это обеспечит одинаковые условия для раздачи кормов на обе стороны кормового ряда.

Выводы по разделу 4.5

1. Ковшовый питатель роторного типа обеспечивает подачу сухих, жидких и влажных кормов, используемых в рекомендуемых ведомственными нормами рационах животных свиноводческих ферм.

2. Для устойчивой работы выгрузных устройств кормораздатчика с заданной производительностью подача смешивающе-подающего рабочего органа бункера кормораздатчика должна превышать подачу ковшового питателя, а она - суммарную подачу выгрузных шнеков, т.е.

$$Q_{см} > Q_n > Q_{шн}$$

3. На рабочий процесс ковшового питателя роторного типа оказывают влияние его конструктивные параметры (вместимость

ковша, их число и угол наклона), угол трения корма о стенки ковша и режим работы питателя (угловая скорость питателя, степень заполнения ковшей кормом и их опорожнения над приемной воронкой выгрузных шнеков). Производительность ковшового питателя необходимо рассчитывать по формуле:

$$Q_n = \frac{V \cdot \rho \cdot z \cdot k \cdot \omega}{2\pi} \text{ или } Q_n = V \cdot \rho \cdot z \cdot k \cdot n, \text{ кг/с.}$$

4. Угловая скорость вращения ковшового питателя должна находиться в пределах $1,5 \dots 1,7 \text{ с}^{-1}$.

5. Угол наклона ковшей для подачи густых кормосмесей ($\varphi \geq 30^\circ$) следует принимать в пределах $-5 \dots -10^\circ$, для сухих и текучих ($\varphi \leq 30^\circ$) – без наклона, а для обраты – не менее $+10^\circ$. У ковшовых питателей, работающих на различных кормосмесях и без переналадки ковшового аппарата, ковш целесообразно устанавливать без наклона.

6. Захватывающую часть выгрузных шнеков (расположенную в приемной воронке) целесообразно выполнять длиной в 2 шага винтовой линии. Причем шаг винтовой линии этой части шнека лучше делать переменным. Первый шаг винтовой линии должен составлять $0,7 \dots 0,8$ от величины последующих шагов, т.е. $S_1 = (0,7 \dots 0,8) S_{2 \dots n}$.

7. При оснащении приемной воронки двумя выгрузными шнеками целесообразно применять дополнительный механизм для равномерного распределения в ней корма (обеспечивать одинаковые условия для их выгрузки на обе стороны) или применять один выгрузной шнек.

С учетом приведенных выше результатов экспериментально-теоретических исследований ВНИИМЖ совместно с ГСКБ в 90-е годы разработал, изготовил и внедрил в производство на свиноферме малой мощности АО «Матвеевское» электромобильный кормораздатчик КС-Ф-0,5 с ковшовым питателем роторного типа и шарнирно-сочлененной ходовой тележкой.

КС-Ф-0,5 имеет поворотный бункер 1 (рис 4.5.10) с рабочими органами 2,3,5 и 14, ходовую тележку 7-13, на которой кроме бункера смонтированы электрошкаф 6 и рабочая площадка оператора 7. Бункер этого кормораздатчика выполнен в виде корытообразной емкости, к открытому торцу которой присоединена цилиндрическая камера с приемной воронкой 4 и кожухом для

выгрузного шнека. Снизу бункер имеет опорную плиту и ось для его подвижного крепления к раме.

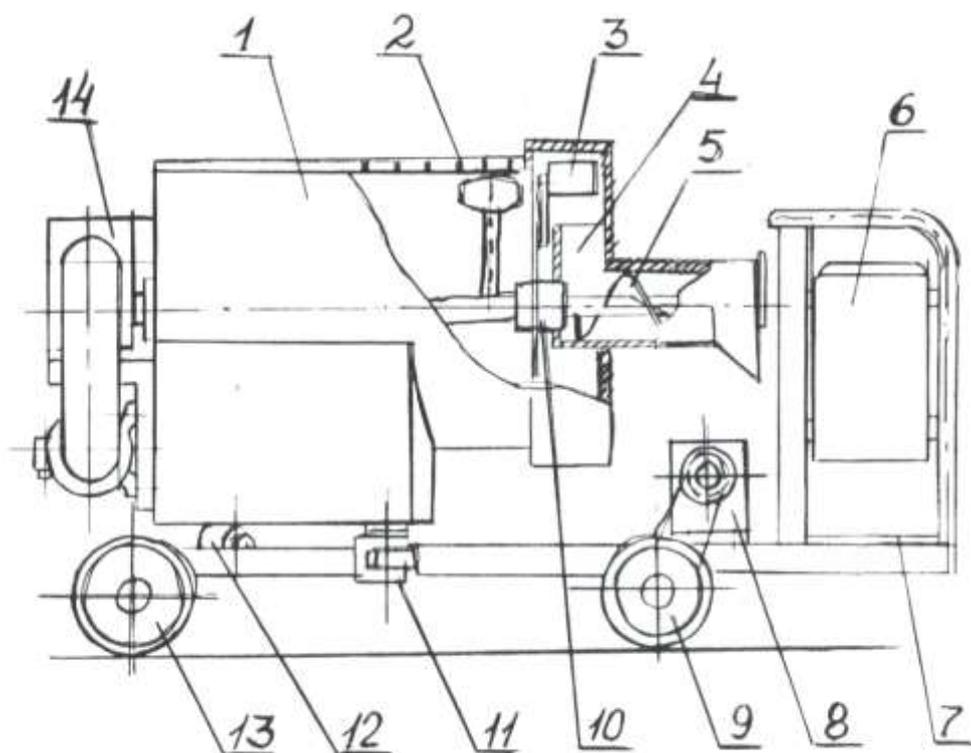


Рис. 4.5.10. Схема устройства кормораздатчика с питателем ковшового типа:

1-бункер для корма; 2-смешивающие рабочие органы; 3-ковшовый питатель роторного типа; 4-воронка приемная; 5-шнек выгрузной; 6-электрошкаф с пультом управления; 7-рабочая площадка оператора; 8-электропривод передвижения; 9 и 13 – ходовые колеса; 10-опора рабочих органов; 11-шарнирно сочлененная рама кормораздатчика; 12-опорные ролики и фиксатор поворотного бункера; 14-электропривод рабочих органов

Рабочие органы кормораздатчика новой конструкции состоят из лопастной мешалки 2, ковшового питателя 3, выгрузного шнека 5, выполненного на одном валу с мешалкой и питателем, и электропривода 14.

Ходовая тележка собрана из двух частей, соединенных общим шарниром. Здесь же на вертикальной оси подвижно закреплен и бункер кормораздатчика. На одной (левой) части ходовой

тележки имеется ведомая пара колес, два опорных ролика и фиксатор для бункера, а на другой (с приводными колесами) - расположена рабочая площадка, реверсивный и регулируемый по частоте вращения электропривод передвижения, а также электрошкаф с пультом управления.

Такая конструкция данного кормораздатчика обусловлена тем, что его можно по закругленному участку рельсового пути перегонять из одного кормового прохода в другой, а установкой и фиксацией бункера в нужном положении можно поочередно раздавать корм на обе стороны кормового прохода. Общий вид кормораздатчика КС-Ф-0,5 представлен на рис. 4.5.11.

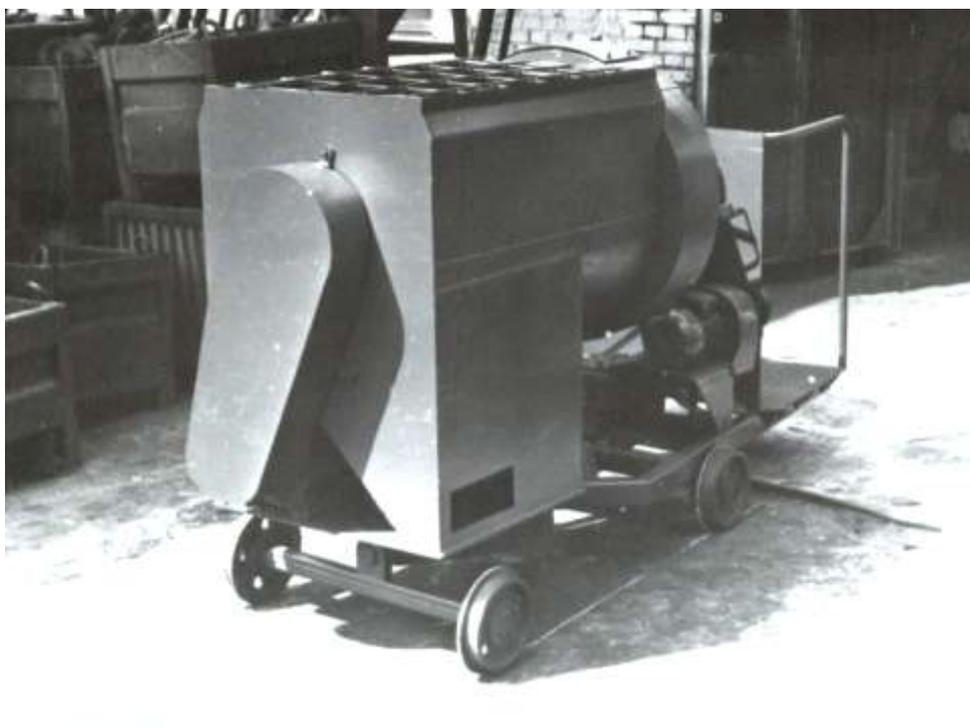


Рис. 4.5.11. Общий вид кормораздатчика КС-Ф-0,5 с вместимостью бункера 0,5 м³

Раздачу корма животным с помощью этого оборудования производят в следующей последовательности. После загрузки кормов в раздатчик, находящийся на криволинейном участке рельсового пути, его перегоняют в один из кормовых проходов, а подъехав к кормушкам, его останавливают. Затем, расфиксировав бункер вручную, поворачивают его так, чтобы корм из выгрузно-

го шнека поступал в кормушки, и настраивают привод передвижения на требуемую норму выдачи корма. После этого включают привод рабочих органов, а когда на лотке выгрузного шнека появятся частицы корма - включают привод передвижения. В разрывах кормушек отключают только выдачу корма. Настройку кормораздатчика на выдачу кормов на другую сторону кормового ряда производят при остановленных электроприводах, а рабочий процесс выполняется в такой же последовательности.

4.6. Универсальные раздатчики-смесители кормов с вильчатыми питателями роторного типа

Результаты производственных испытаний опытного образца кормораздатчика с ковшовым питателем показали, что при раздаче свиньям густых (влажностью до 70%) многокомпонентных кормовых смесей может происходить их частичное зависание в приемной воронке бункера, из которой корма одним или двумя шнеками выгружаются в кормушки. При их зависании в воронке нарушается стабильность процесса нормированной выдачи корма животным. В отдельных опытах отклонения норм выдачи корма животным доходили до 25...40% вместо допустимых $\pm 10\%$. Совершенствовать конструкцию выгрузных устройств этого кормораздатчика, т.е. оснащать воронку дополнительными разравнивающими корм и надежно работающими механизмами, довольно затруднительно. По этой причине во ВНИИМЖе была поставлена цель – проверить работу питателя роторного типа при его размещении в середине бункера. Вместо ковшей применить толкающие устройства в виде вилок с отрицательным наклоном задней стенки, а выгрузку корма в кормушки осуществлять непосредственно через боковые окна бункера (патент РФ № 2118083 от 27.08.1988г.). Конструктивная схема с одновальным и двухвальным исполнениями выгрузных рабочих органов кормораздатчика, оснащенного вильчатыми питателями, представлена на рис. 4.6.1 и 4.6.2.

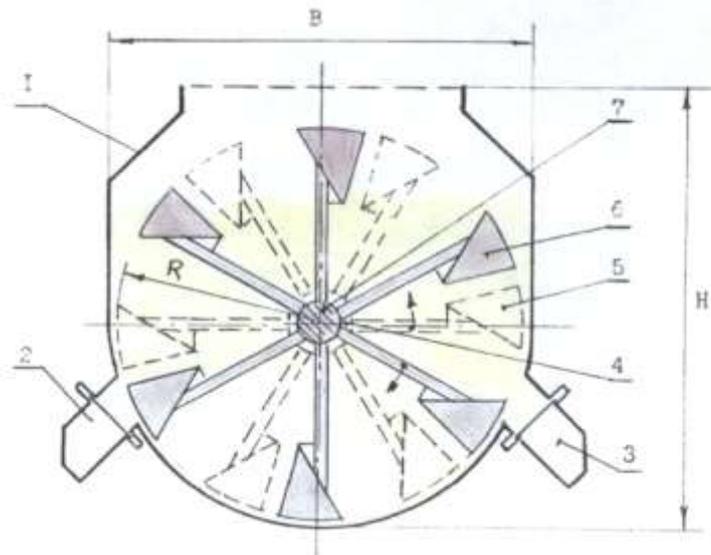


Рис.4.6.1. Схема устройства механизмов раздатчика-смесителя КС-Ф-0,8, смонтированных на одном комбинированном валу:

1-бункер; 2-левый лоток; 3-правый лоток; 4-пустотелыйт вал; 5-ротор правой стороны; 6- ротор левой стороны; 7-сквозной вал

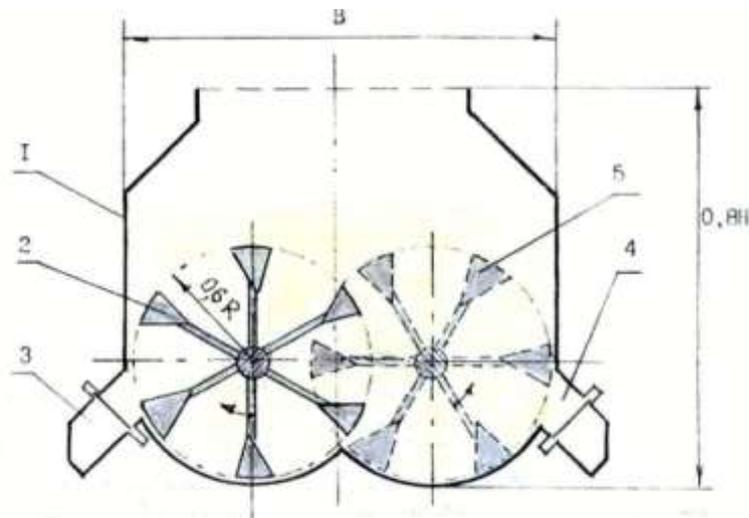


Рис. 4.6.2. Схема устройства выгрузных механизмов раздатчика-смесителя КС-Ф-2,0М, смонтированных на двух валах:

1-бункер; 2-ротор левой стороны; 3-левый лоток; 4-правый лоток; 5-ротор правой стороны

Поскольку раздачу корма животным необходимо производить на обе стороны кормового прохода, то соответственно этому электромобильный кормораздатчик должен быть оснащен двумя

синхронно работающими вильчатыми питателями. Располагаться эти питатели должны в центральной части бункера и на равном удалении от его торцевых стенок, а вращаться они должны в разные стороны, но с одинаковой скоростью. Такие условия работы должны обеспечить равномерность раздачи корма животным.

Рабочие органы самих питателей рекомендуется выполнять в виде захватов П-образной формы (вилки). Заднюю стенку этих захватов, которая должна перемещать порцию корма к выгрузному окну и там выталкивать ее из бункера, целесообразно выполнять наклонно. Такое исполнение рабочих органов должно создать оптимальные условия для проталкивания корма в выгрузное окно и исключить его прилипание к рабочим органам (вилке). Эти захваты-вилки необходимо закреплять на радиальных стойках вала, а форма стоек не должна препятствовать перемещению корма вдоль бункера, т.е. обеспечивать подачу корма к питателям. Между роторным питателем и торцевой стенкой бункера необходимо разместить лопастную мешалку, которая при своем вращении будет перемешивать корм и подавать его в зону выгрузки.

Для обоснования конструктивных параметров вновь создаваемого электромобильного кормораздатчика и оптимальных режимов его работы необходимо было провести теоретические и экспериментальные исследования новых смешивающе-выгрузных рабочих органов.

Рабочий процесс выгрузки корма из бункера кормораздатчика вильчатым питателем роторного типа условно можно подразделить на 2 этапа:

- перемещение по цилиндрическому дну бункера отдельных порций корма (тел волочения), захваченных вращающимся вильчатым рабочим органом;
- выгрузка этих порций корма через окно в боковой стенке бункера.

Схема сил, действующих на тело волочения, т.е. объем корма в вилке при его перемещении по цилиндрическому днищу бункера, представлена на рис.4.6.3.

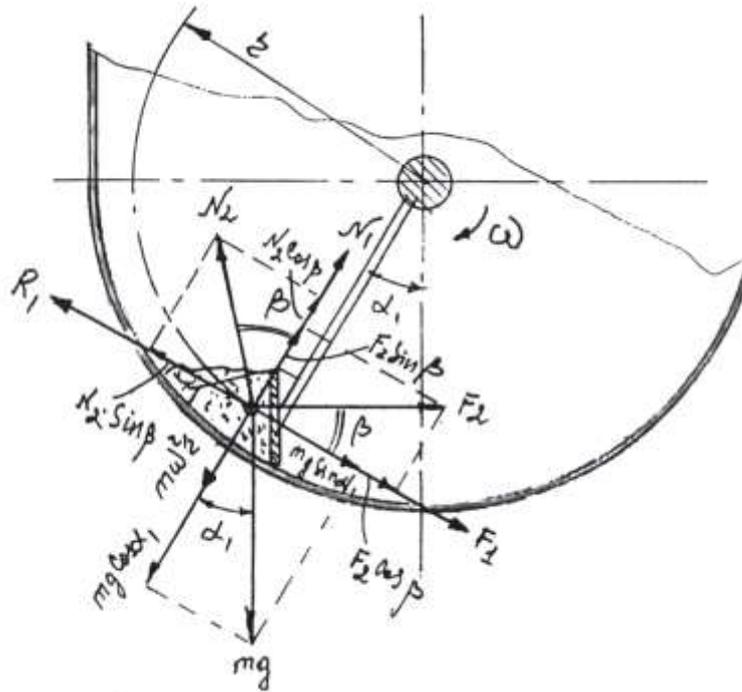


Рис. 4.6.3. Схемы сил, действующих на тело волочения (порцию корма) в бункере:

mg —сила тяжести (вес); $mg \cdot \cos \alpha_1$ — проекция силы тяжести на радиальную плоскость; $mg \cdot \sin \alpha_1$ — проекция силы тяжести на касательную (к дну) плоскость; $m\omega^2 r$ — центробежная сила; N_1 — реакция дна бункера; N_2 — реакция тела волочения на слой корма в бункере; R_1 — реакция задней стенки ковша на тело волочения; F_1 — сила трения порции корма о дно бункера; F_2 — сила трения тела волочения о слой корма в бункере; α_1 — угол отклонения стойки ковша от вертикали; β — угол между силой трения корма о дно бункера F_1 и силой трения о верхний слой корма F_2 ; r — расстояние от оси вала рабочих органов до центра тяжести тела волочения перемещаемой порции корма

Для упрощения этой задачи точку приложения всех сил можно условно перенести в центр тяжести рассматриваемого тела волочения и удаленного на расстоянии r от оси вращения рабочего органа. С учетом этих положений на объем корма в рабочей вилке питателя будут действовать: сила тяжести (вес) mg , центробежная сила $m\omega^2 r$, реакция дна бункера (нормальная сила) N_1 , сила трения корма о дно бункера F_2 и нормальная сила N_2 , возникающие в результате взаимодействия тела волочения со слоем корма в бункере, а также реакция задней стенки вилки пи-

тателя, под воздействием которой происходит перемещение порции корма в заданном направлении.

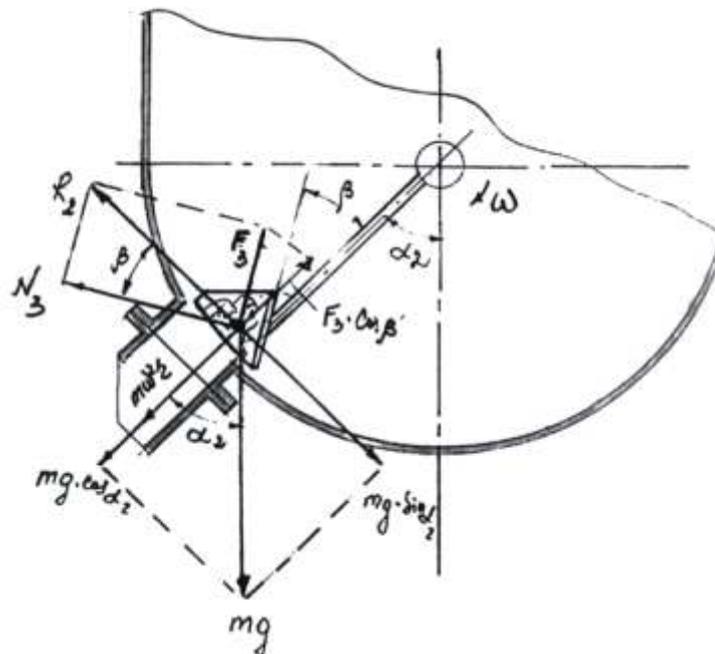


Рис.4.6.4. Схемы сил, действующих на порцию корма при его выгрузке из бункера:

mg – сила тяжести (вес корма); $mg \cdot \sin \alpha_2$ – проекция этой силы на касательную (к выгрузному окну) плоскость; $mg \cdot \cos \alpha_2$ – проекция этой силы на радиальную плоскость; $m\omega^2 r$ – центробежная сила; N_3 – реакция задней стенки ковша на выгружаемый корм; F_3 – сила трения корма о стенку ковша; R_3 – результирующая сила, действующая на порцию корма в ковше

Для составления уравнений необходимо силы mg , N_2 и F_2 разложить на составляющие, действующие в радиальной и касательной к телу волочения плоскостях. Тогда к центру тяжести этого тела будут приложены силы в радиальной плоскости: $mg \cdot \cos \alpha_1$, $m\omega^2 r$, $F_2 \cdot \sin \beta$, $N_2 \cdot \cos \beta$, N_1 ; а в плоскости касательной – силы: R_1 , $N_2 \cdot \sin \beta$, $F_2 \cdot \cos \beta$, $mg \cdot \sin \alpha_1$, F_1 .

Уравнения этих сил примут следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} R_1 + N_2 \cdot \sin \beta - F_2 \cdot \cos \beta - mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1 &= 0 \\ N_1 + N_2 \cdot \cos \beta + F_2 \cdot \sin \beta - m\omega^2 r - mg \cdot \cos \alpha_1 &= 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\text{Тогда } R_1 = F_2 \cdot \cos \beta + mg \cdot \sin \alpha_1 + F_1 - N_2 \cdot \sin \beta. \quad (2)$$

Но $F_1 = N_1 f$, а $F_2 = N_2 f_{\text{вн}}$, с учетом этого второе уравнение в системе (1) примет следующий вид:

$$N_1 + N_1 \cdot \cos \beta + N_2 f_{\text{вн}} \cdot \sin \beta - m\omega^2 r - mg \cdot \cos \alpha_1 = 0.$$

Однако при заполнении кормом бункера можно принять $N_1 = N_2$, и тогда после замены N_2 на N_1 уравнение примет вид:

$$N_1 + N_2 \cdot \cos \beta + N_1 \cdot f_{\text{вн}} \cdot \sin \beta - m\omega^2 r - mg \cdot \cos \alpha_1 = 0,$$

а решив его относительно N_1 , получим:

$$N_1 = \frac{m\omega^2 r + mg \cdot \cos \alpha_1}{1 + \cos \beta + f_{\text{вн}} \cdot \sin \beta}. \quad (3)$$

Если в уравнении (2) силы F_2 , F_1 и N_2 заменить на их эквивалентные значения, получим:

$$R_1 = N_1 \cdot f_{\text{вн}} \cdot \cos \beta + mg \cdot \sin \alpha_1 + N_1 \cdot f_{\text{вн}} - N_1 \cdot \sin \beta,$$

$$\text{или } R_1 = N_1 (f_{\text{вн}} \cdot \cos \beta + f_{\text{вн}} - \sin \beta) + mg \cdot \sin \alpha_1,$$

а подставив значение N_1 из уравнения (3), получим:

$$R_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 + \left(\frac{m\omega^2 r + mg \cdot \cos \alpha_1}{1 + \cos \beta + f_{\text{вн}} \cdot \sin \beta} \right) \times (f + f_{\text{вн}} \cdot \cos \beta - \sin \beta)$$

$$\text{или } R_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 + (mg \cdot \cos \alpha_1 + m\omega^2 r) \times \left(\frac{f + f_{\text{вн}} \cdot \cos \beta - \sin \beta}{1 + \cos \beta + f_{\text{вн}} \cdot \sin \beta} \right).$$

Если принять $\frac{f + f_{\text{вн}} \cdot \cos \beta - \sin \beta}{1 + \cos \beta + f_{\text{вн}} \cdot \sin \beta} = K$ и провести преобразования формулы (2) для расчета величины сопротивления вращению рабочих органов (вилочного питателя), уравнение примет следующий вид:

$$R_1 = m [g \sin \alpha_1 + (g \cdot \cos \alpha_1 + \omega^2 r) K] \quad (4).$$

Коэффициент K в формуле (4) учитывает физико-механические свойства корма (f и $f_{\text{вн}}$) и угол β между силами трения тела волочения F_1 и F_2 .

Если учесть, что коэффициент трения по стали для влажных кормосмесей находится в пределах $f = 0,7 \dots 0,9$, коэффициент внутреннего трения $f_{\text{вн}} = 0,8 \dots 1,2$, а угол β зависит от конструкции самой вилки и его можно принимать в пределах $30 \dots 45^\circ$, то численное значение коэффициента K для определенного вида корма будет находиться в пределах:

$$K_{\min} = \frac{0,7 + 0,8 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ}{1 + \cos 30^\circ + 0,8 \sin 30^\circ} \approx 0,28;$$

$$K_{\max} = \frac{0,9 + 1,2 \cos 45^\circ - \sin 45^\circ}{1 + \cos 45^\circ + 1,2 \sin 45^\circ} \approx 0,41.$$

Следовательно, при расчетах численное значение коэффициента K при работе на влажных кормах следует принимать в пределах $0,3 \dots 0,4$, а по формуле (4) можно определить усилие, необ-

ходимое для перемещения отдельной порции корма вращающимся вильчатым питателем.

Условия, необходимые для выгрузки корма из бункера через боковое окно, представлены в виде схемы на рис. 4.6.4. В этой зоне на корм, находящийся в вилке, будут действовать: сила тяжести mg , центробежная $m\omega^2 r$, нормальная сила давления корма на заднюю стенку вилки N_3 и сила трения корма по этой стенке F_3 . Силами трения корма о боковые поверхности вилки при этих расчетах можно пренебречь, т.к. они значительно меньше F_3 .

Если разложить силу mg на составляющие, а действие сил N_3 и F_3 обозначить как их результирующую R_2 , то взаимодействие сил, обеспечивающих перемещение корма по касательной в зоне выгрузки, можно записать в виде

$$R_2 = mg \cdot \sin \alpha_2 = 0,$$

а его выгрузка через окно будет обеспечиваться, если выполняются следующие условия:

$$mg \cdot \cos \alpha_2 + m\omega^2 r \geq F_3. \quad (5)$$

Из предыдущего уравнения следует, что $R_2 = mg \cdot \sin \alpha_2$, силы F_3 и N_3 связаны между собой следующей зависимостью $F_3 = N_3 \cdot f$, а $N_3 = R_2 \cdot \cos \beta$. С учетом изложенного можно записать:

$$F_3 = N_3 \cdot f = R_2 \cdot \cos \beta \cdot f = mg \cdot \sin \alpha_2 \cdot \cos \beta \cdot f. \quad (6)$$

После подстановки уравнения (6) в неравенство (5) оно примет следующий вид:

$$mg \cdot \cos \alpha_2 + m\omega^2 r \geq mg \cdot \sin \alpha_2 \cdot \cos \beta \cdot f,$$

а после преобразований и решения относительно « ω » можно получить следующую зависимость:

$$\omega \geq \sqrt{\frac{g}{r} (\sin \alpha_2 \cdot \cos \beta \cdot f - \cos \alpha_2)}. \quad (7)$$

Следовательно, применив зависимость (7), можно определить критическую скорость вращения рабочих органов нового кормораздатчика.

Расчет величины подачи корма вильчатым питателем роторного типа рекомендуется проводить с учетом его конструктивных параметров по формуле:

$$Q_{\text{нм.}} = V_{\text{в}} \cdot Z_{\text{в}} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot \rho \cdot n, \quad \text{кг/с}, \quad (8)$$

где $V_{\text{в}}$ – объем порции корма (тела волочения), перемещаемой каждой вилкой, см^3 ; $Z_{\text{в}}$ – число вилок в питателе, шт.; $\gamma_{\text{в}}$ – коэф-

коэффициент заполнения вилки кормом; ρ - плотность корма, кг/см³; n - частота вращения питателя, с⁻¹.

При этом предполагается, что отдельные порции корма будут формироваться каждой вилкой преимущественно в форме треугольника со сторонами l_1 ; l_2 и $h \cdot \cos \beta$ при ширине ϵ , равной расстоянию между боковыми стенками вилки. С учетом изложенного объем каждой порции корма должен составить:

$$V_{\epsilon} = F_{\epsilon} \cdot \epsilon = \epsilon \sqrt{P(P - l_1)(P - l_2)(P - h \cos \beta)},$$

где P - периметр порции корма (тела волочения), равный внутренним размерам вилки, а его численное значение можно определить по известной формуле:

$$P = \frac{1}{2}(l_1 + l_2 + h \cdot \cos \beta).$$

При обосновании параметров рабочих органов электроомобильного кормораздатчика следует учитывать также условия их работы, при которых будет обеспечиваться стабильность процесса нормированной выдачи корма животным. Их можно выполнить, если у рабочих органов нового кормораздатчика будут выполняться следующие условия:

$$Q_{см} > Q_{пит.} > Q_{корм.},$$

т.е. подача смешивающей части рабочих органов должна превышать подачу вильчатого питателя, а она должна быть больше подачи (производительности по основному времени) выгрузного устройства кормораздатчика.

Установленные при теоретических исследованиях зависимости целесообразно проверить на конкретных вводных данных. Например, по зависимости (7) можно установить критическое значение угловой скорости вильчатого питателя, при котором будет осуществляться управляемый процесс выгрузки корма. Если принять $r = 0,5$ м; $f = 1,0$; $\beta = 30^{\circ}$; $\alpha_2 = 45^{\circ}$, то угловая скорость будет иметь отрицательное значение, т.е. корм может самопроизвольно выдавливаясь из бункера через выгрузное окно, минимально допустимое (критическое) значение угловой скорости достигается при расположении выгрузного окна на уровне 48° . Следовательно, у кормораздатчика с такими параметрами нижнюю кромку выгрузного окна необходимо располагать с углом α_2

не менее 50° . При этом численное значение угловой скорости должно составлять не менее

$$\omega_{\text{крит.}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,5} (0,77 \cdot 0,87 \cdot 1,0 - 0,64)} = 0,8 \text{ с}^{-1} \text{ или } 7,6 \text{ об/мин.}$$

С учетом полученных расчетных значений стабильная работа вильчатого питателя с диаметром роторного механизма $D_p = 1000$ мм ($r = 0,5$ м) будет обеспечиваться при частоте его вращения не менее 10 об/мин. ($\omega \geq 1,0 \text{ с}^{-1}$).

При этом, пользуясь формулой (4), можно определить сопротивление вращения вильчатого питателя. Например: подача вильчатого питателя должна составлять 4,0 кг/с, частота его вращения 15 об/мин, число рабочих вилок в питателе $Z_6 = 12$, диаметр питателя $D_p = 1000$ мм, а угол поворота питателя в момент разгрузки $\alpha_1 = 50^\circ$.

При $Q_{\text{пит.}} = 4,0$ кг/с масса корма, перемещаемого каждой вилкой, составит:

$$m = \frac{Q_{\text{пит.}} \cdot 60}{z_6 \cdot n} = \frac{4,0 \cdot 60}{12 \cdot 15} = 1,3 \text{ кг}$$

$$\text{Если } n = 15 \text{ об/мин, то } \omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 15}{30} = 1,6 \text{ с}^{-1}.$$

По формуле (4) определим расчетное значение сопротивления вращению вилки, т.е.

$$R_I = m[g \cdot \sin \alpha_1 + (g \cdot \cos \alpha_1 + \omega^2 r) K] = \\ = 1,3[9,8 \cdot 0,77 + (9,8 \cdot 0,64 + 1,6^2 \cdot 0,5) 0,35] = 13,2 \text{ м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$$

Тогда крутящий момент на приводном валу вильчатых питателей составит:

$$M_{\text{кр.}} = R_I \cdot Z_6 \cdot r_n \cdot z_n = 13,2 \cdot 12 \cdot 50 \cdot 2 = 15840 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

а потребная мощность привода питателей

$$N_n = \frac{M_{\text{кр.}} \cdot n}{71620 \cdot 1,36} = \frac{15840 \cdot 15}{97403} = 2,4 \text{ кВт}$$

где r_n - радиус питателя, см; z_n - число вильчатых питателей, размещенных на приводном валу.

Разрабатываемый электромобильный раздатчик-смеситель кормов предназначен для смешивания и нормированной раздачи влажных кормовых смесей в групповые и индивидуальные кормушки свинарников различного назначения. Предполагается, что

им можно также раздавать свиньям сухой комбикорм, обрат, молочную сыворотку и другие корма.

Изготовленный в ЭПП ВНИИМЖ экспериментальный образец кормораздатчика КС-Ф-0,8 состоит из следующих основных частей: сварного бункера 1 (рис.4.6.5) с размещенными в нем по его продольной оси смешивающе-выгрузными рабочими органами (лопастными мешалками 3 и 6 и вильчато-ковшовыми питателями 4 и 5), двух выгрузных окон с шиберными устройствами 14 и рычажной системой управления их работой, ходовых колес 13 с их закреплением на 4-х независимых осях, автономного электропривода рабочих органов 15 и реверсивного, регулируемого по частоте вращения, привода передвижения кормораздатчика 12, электрошкафа с пультом управления 8 и рабочей площадки 11 для оператора.

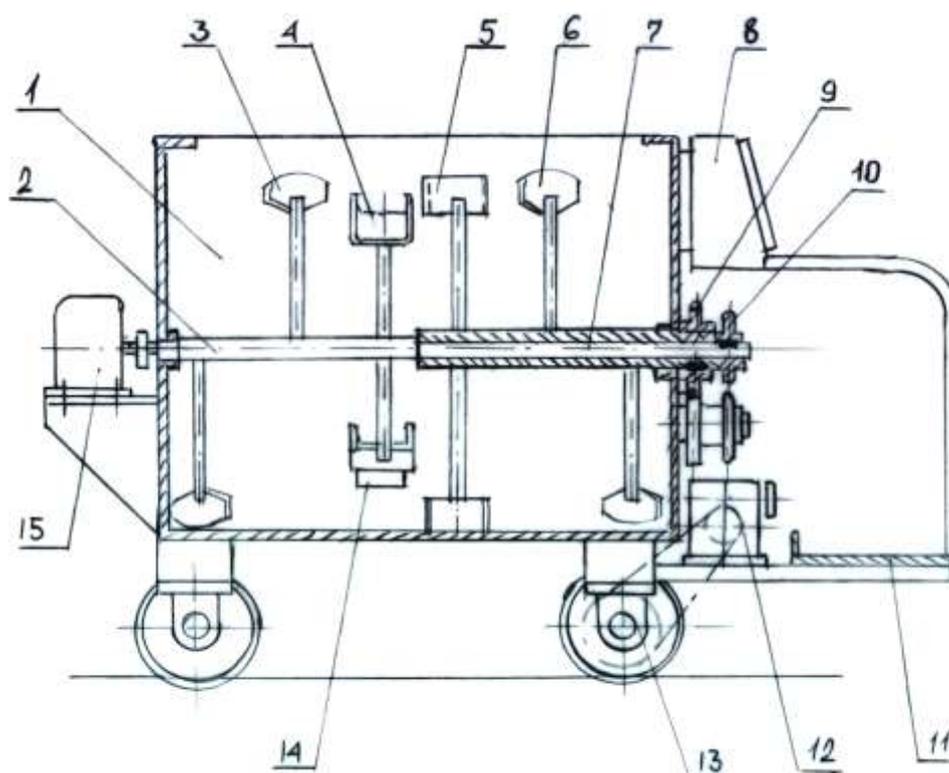


Рис. 4.6.5. Схема универсального электромобильного раздатчика-смесителя кормов:

1 – бункер; 2 – сквозной вал; 3 – лопастная мешалка левой части бункера; 4 и 5 – вильчатые питатели; 6 – лопастная мешалка правой части; 7 – пустотельный вал; 8 – пульт управления; 9 – шестеренчатая передача блока реверсирования; 10 – цепная передача блока; 11 – площадка оператора; 12 – электропривод передвижения; 13 – ведущая колесная пара; 14 – выгрузное окно; 15 – электропривод рабочих органов

Смешивающе-выгрузные рабочие органы кормораздатчика выполнены из двух, симметрично расположенных в бункере и синхронно вращающихся в разные стороны, частей. Такое исполнение обеспечивает одинаковые условия для выгрузки корма на обе стороны кормового прохода. Для этого одна половина рабочих органов закреплена на сквозном 2, а другая – на пустотелом 7 (коаксиальном) валу, занимающем по длине $\frac{1}{2}$ бункера. Вращение со сквозного вала на коаксиальный передается через блок реверсирования, выполненный в виде цепной 10 и шестеренчатой 9 передач. Блок реверсирования вынесен за пределы бункера и расположен с противоположной от привода торцевой стенки.

Ходовые колеса кормораздатчика установлены на колею рельсовых путей 750 мм. Причем база (расстояние между осями колес) с одной стороны на 260 мм меньше, чем с другой. Такое расположение колес обеспечивает кормораздатчику передвижение как по прямолинейному, так и закругленному (с радиусом поворота не менее 2500 мм) участку рельсового пути, соединяющему в единую систему обслуживания два параллельных кормовых прохода.

Рабочий процесс по смешиванию кормов и их раздаче животным этим кормораздатчиком осуществляется в следующей последовательности.

При включенной мешалке в бункер кормораздатчика одновременно загружают сухие и жидкие компоненты. Если одновременная подача этих компонентов затруднена, то сначала в бункер заливают воду, потом включают в работу мешалку и загружают сухой комбикорм, другие добавки. После подачи последнего компонента перемешивание корма будет осуществлено по истечении двух минут.

Для раздачи готовой кормосмеси животным кормораздатчик перегоняют в кормовой проход, с помощью регуляторов хода шибберов устанавливают фиксатор на требуемую норму выдачи корма. Включают в работу мешалку и привод передвижения, а когда выгрузной лоток окажется над кормушкой, открывают шиббер одной или одновременно обеих сторон. В групповые кормушки корм выдают в движении. При этом кормосмесь из бункера через выгрузное окно вильчато-ковшовым питателем будет выталкиваться на самотечный лоток и по нему равномерно вы-

грузаться в кормушку по всей ее длине. В конце кормушки резким движением шибер закрывают, и подача корма в лоток прекращается. Проехав разрыв в кормушках, вновь открывают шибер, и таким же путем производится заполнение следующей кормушки.

Если возникнет необходимость изменить норму выдачи корма, то достаточно переставить на другое отверстие фиксатор шиберного устройства. В результате изменится пропускная способность выгрузного окна.

В производственных помещениях со сплошным фронтом кормления (без разрывов в кормушках) целесообразно раздавать корм одновременно на обе стороны, а с прерывистым фронтом кормления – раздачу производить поочередно на каждую сторону.

В индивидуальные кормушки корма раздают при остановленном приводе передвижения кормораздатчика. Норму выдачи корма при этом контролируют визуально, по заполнению кормушки.

Лабораторные испытания экспериментального образца универсального раздатчика-смесителя кормов для свиней проводили с целью выявления работоспособности его конструкции и определения его основных технических показателей. Выполняли их с учетом основных положений стандартной программы и методики испытаний кормораздатчиков (ОСТ 70.19.1-74).

В процессе испытаний необходимо было определить плотность (объемную массу) и фракционный состав материала – заменителя корма, применяемого в опытах. Эти показатели определяли по стандартным методикам: плотность – путем заполнения турки и взвешивания материала с точностью до 1,0 г, а фракционный состав – рассевом на стандартном наборе сит и взвешиванием остатков.

Среднее значение плотности мельничных отходов составило 0,34 кг/л или 0,34 т/м³.

Фракционный состав материала приведен в таблице 4.6.1.

При обработке результатов взвешивания остатков на ситах среднее значение размера частиц мельничных отходов составило 4,002 мм.

Таблица 4.6.1

Фракционный состав материала

№№ опытов	Остатки материала на ситах, г							
	№ сит	10	7	5	3	2	1	0,5
1	7	11	35	120	32	23	8	8
2	8	14	39	123	28	18	7	7
3	2	9	52	104	24	9	2	1

Экспериментальный образец кормораздатчика оборудован двумя (левым и правым) шиберными устройствами, с помощью которых можно изменять площадь проходного сечения выгрузных отверстий и таким способом регулировать подачу корма в кормушки. На испытываемом кормораздатчике было предусмотрено семь фиксированных положений шибера, и осуществляются они перестановкой ограничителя хода рычажного механизма.

Фактические параметры проходных сечений выгрузных окон в бункере кормораздатчика в зависимости от положения хода рычага представлены в таблице 4.6.2.

Таблица 4.6.2

Параметры проходных сечений выгрузных окон в бункере кормораздатчика

Показатели	Положения ограничителя хода шибера						
	1	2	3	4	5	6	7
Ширина выгрузных окон бункера, мм: левой стороны правой стороны	37	53	65	82	95	110	125
	38	51	63	76	89	104	118
Площадь проходного сечения окна, дм ²	$\frac{0,36^x}{0,37^{xx}}$	$\frac{0,52}{0,50}$	$\frac{0,66}{0,62}$	$\frac{0,80}{0,75}$	$\frac{0,93}{0,87}$	$\frac{1,08}{1,02}$	$\frac{1,23}{1,16}$
	$\frac{0,71}{0,70}$	$\frac{0,58}{0,60}$	$\frac{0,47}{0,50}$	$\frac{0,36}{0,40}$	$\frac{0,26}{0,30}$	$\frac{0,14}{0,18}$	$\frac{0,02}{0,07}$
Коэффициент перекрытия выгрузного окна							

Примечание: ^x-параметры выгрузного окна левой стороны;
^{xx}- то же для правой стороны бункера.

Результаты промеров показывают, что с помощью шиберных устройств можно уменьшать проходное сечение выгрузных окон: на левой стороне бункера в диапазоне от 0,71...0,14, на правой – в диапазоне от 0,70...0,07 «живого» сечения этих окон. При установке ограничителей хода шиберов в положении «1» и «2» коэффициент перекрытия на левой и правой стороне был практически одинаков и составил соответственно 0,71/0,70 и 0,58/0,60. В остальных случаях коэффициенты перекрытия выгрузных окон на левой и правой стороне бункера отличаются более существенно. Так, например, в положении «6» на левой стороне он составил 0,14, на правой – 0,18, а при установке ограничителя хода в положение «3» коэффициент перекрытия выгрузных окон на левой стороне соответственно составит 0,47, на правой – 0,50, т.е. окна будут перекрыты на половину их живого сечения. В соответствии с этим изменится и подача корма при выгрузке. Опыты по определению подачи выгрузных устройств кормораздатчика в зависимости от величины проходного сечения выгрузных окон (изменялось положение шибера) проводили путем отбора выгружаемого материала в тару за определенный промежуток времени. Продолжительность опыта фиксировали секундомером с точностью до 0,1 с, а массу выгружаемого продукта взвешивали на весах с точностью до 0,01 кг.

Стабильность процесса выгрузки мельничных отходов из бункера в зависимости от их запаса в кормораздатчике оценивали по величине подачи выгрузных устройств. Для этого в бункер загружали 250 кг отходов мельничного производства и производили отбор проб массой около 15 кг до полной выгрузки материала из бункера. Продолжительность отбора навесок, их массу и подачу определяли по той же методике. Для точности опыты по выгрузке корма на левую и правую стороны проводили отдельно. Полученные результаты представлены в виде графиков на рис.4.6.6.

Полученные данные показывают, что на левую сторону материал (мельничные отходы) выгружается лучше, чем на правую, а стабильно процесс их выгрузки из бункера осуществляется на «5», «6» и «7» положениях шибера, т.е. при перекрытии выгрузного окна не более, чем на 25...30%.

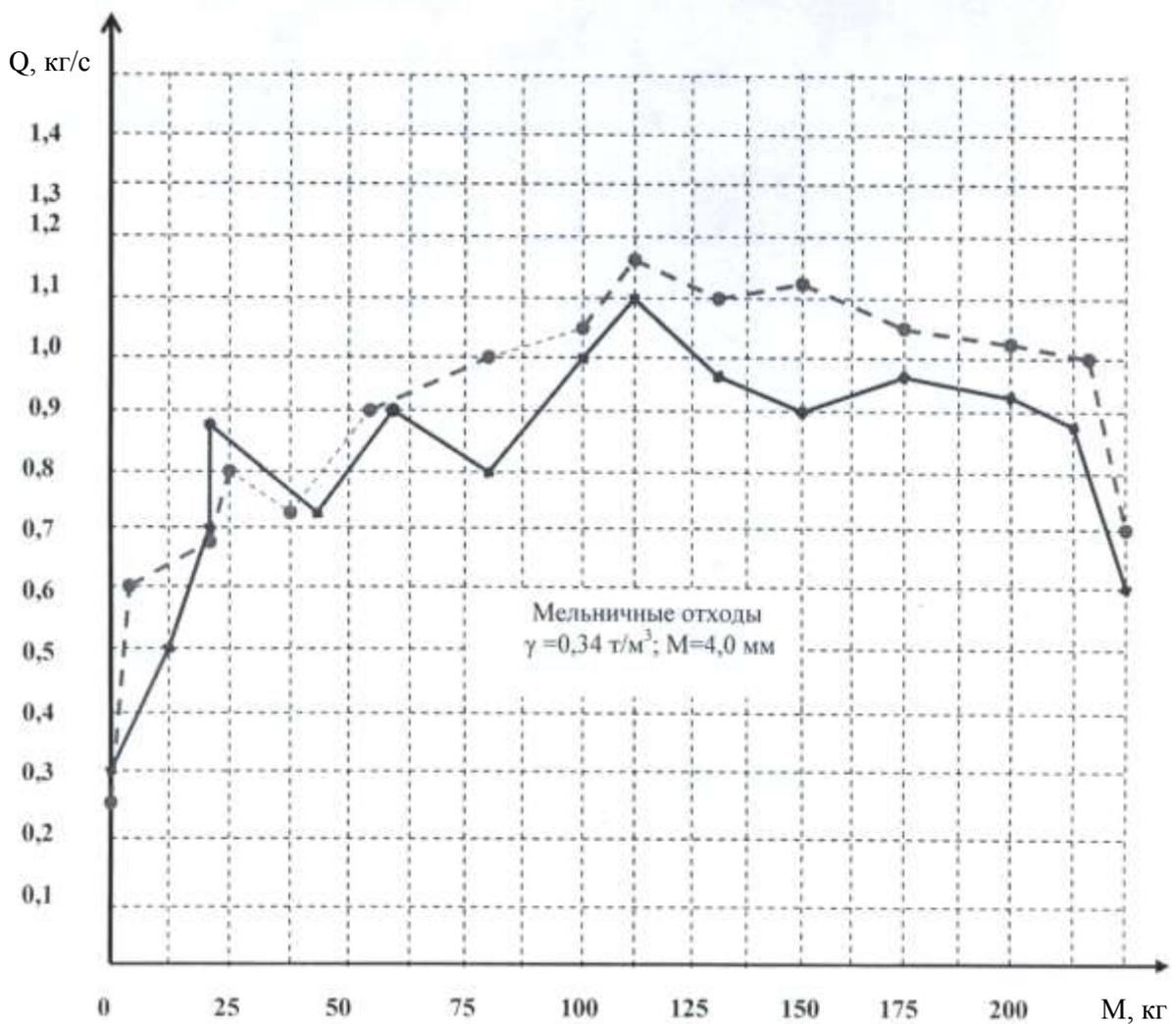


Рис. 4.6.6. Подача выгрузных устройств кормораздатчика в зависимости от массы выгружаемого материала в бункере:

- - выгрузка на левую сторону
- ◆-----◆ - выгрузка на правую сторону

Поскольку мельничные отходы по сыпучести значительно отличаются от рассыпного комбикорма (объемная масса $\gamma_o = 0,34$; $M_o = 4,0 \text{ мм}$, а у комбикорма для свиней $\gamma_k = 0,50 \dots 0,55$; $M_k = 1,0 \text{ мм}$), то можно предположить, что технологический процесс раздачи рассыпного комбикорма будет осуществляться при всех семи положениях шибера, а численное значение подачи выгрузных устройств кормораздатчика увеличится не менее, чем в $\frac{\gamma_k}{\gamma_o} = \frac{0,52}{0,34} \approx 1,5$ раза.

При статистической обработке результатов этих опытов среднее значение подачи на левую сторону составило 0,89, а на правую – 0,84 кг/с. Среднеквадратичное отклонение в подачах на левую сторону составило $\pm 0,24$, а на правую – $\pm 0,15$.

При оценке стабильности процесса выгрузки мельничных отходов по коэффициенту вариации были получены следующие значения: для левой стороны 26,7%, для правой 18,2%.

Если не учитывать результаты опытов по определению величины подачи выгрузных устройств при запасе выгружаемого материала в бункере менее 20 кг (оставлять остатки сухого корма в бункере до следующего кормления), то коэффициенты вариации будут находиться в пределах 10...15%, что приемлемо для выгрузки трудно-сыпучих материалов кормораздающими устройствами данного типа.

Потребную мощность на приводе рабочих органов кормораздатчика определяли с помощью прибора К-505. Показания прибора записывали на холостом ходу, при загрузке в бункер кормораздатчика 180 кг и 250 кг мельничных отходов. В последнем опыте коэффициент загрузки бункера (по объему) составил 0,9 от расчетного значения. Опыты показывают, что на холостой ход рабочими органами затрачивается 0,6 кВт, а при загрузке бункера, близкой к расчетной вместимости, потребная мощность составила 2,08 кВт. Таким образом, на холостой ход затрачивается 20%, а при работе на мельничных отходах – до 70% от установленной мощности электродвигателя. Можно предположить, что при смешивании и раздаче других кормов и влажных кормосмесей энергозатраты на приводе рабочих органов возрастут.

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Результаты лабораторных испытаний экспериментального образца кормораздатчика КС-Ф-0,8 показали, что электромобильный кормораздатчик нового поколения обеспечит нормированную раздачу поголовью свиней сухих кормов: рассыпного комбикорма, дерти, мельничных отходов и т.д.

2. Кормораздатчиком КС-Ф-0,8 можно раздавать корма животным одновременно на обе или поочередно на каждую сторону кормового прохода.

3. При работе на мельничных отходах, имеющих объемную массу $0,34 \text{ т/м}^3$ и модуль помола $4,0 \text{ мм}$, среднее значение подачи материала выгрузными устройствами кормораздатчика составило $0,89$ на левую, $0,84 \text{ кг/с}$ – на правую сторону. Коэффициенты вариации при этом были соответственно равны $18,2\%$ и $26,7\%$.

4. На раздаче сухих кормов их остатков в бункере не наблюдается, однако с целью выравнивания величины подачи корма в процессе его выгрузки в кормушки рекомендуется оставлять в бункере до следующего кормления около 20 кг сухого корма.

5. Коэффициент загрузки электропривода рабочих органов при работе на мельничных отходах составил $0,7$. Можно ожидать, что при работе кормораздатчика на влажных кормовых смесях он увеличится.

6. На основании положительных результатов лабораторных испытаний экспериментального образца нового кормораздатчика было рекомендовано в 2001 году провести полномасштабные испытания на сухом комбикорме, влажных кормовых смесях.

Производственные испытания раздатчика-смесителя кормов для свиней КС-Ф-0,8 проводили в свиноматочнике-репродукторе свинофермы экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» Подольского р-на М.О., в котором содержался в основном ремонтный молодняк, а также холостые и осеменяемые матки. Животных кормили два раза в сутки сухим комбикормом с добавкой молочной сыворотки. Средняя норма потребления корма на 1 голову составляла 3 кг комбикорма и $1 \dots 1,5 \text{ кг}$ молочной сыворотки. При этом сыворотку разливали по групповым кормушкам в перерыве между кормлениями (по мере ее доставки автотранспортом на ферму), используя для этих целей трубопроводную систему с запорными устройствами, а сухой комбикорм раздавали кормораздатчиком. В кормовом проходе, где проводили испытания кормораздатчика, животные содержались в групповых станках по 20 голов ремонтных свинок и по $12-15$ голов основных холостых маток.

При испытаниях кормораздатчика животным раздавали сухой комбикорм с объемной массой 530 кг/м^3 и средним значением помола (модуль $1,4$), а также с его увлажнением в соотношении $1:2$ ($W \approx 72\%$). В связи с тем, что у кормораздатчика оперативное изменение подачи корма в кормушку эффективнее производить

перестановкой ограничителя хода рычага шиберного устройства, то при испытаниях эти опыты проводили на всех семи фиксированных положениях шиберов левой и правой стороны бункера.

Отбор проб корма, выгружаемого за определенный (в основном 10 с) промежуток времени, проводился в специальную тару, затем взвешивался, и по этим двум параметрам определяли фактическое значение подачи выгрузных устройств кормораздатчика при различных положениях шибера. Результаты экспериментальных исследований по определению подачи корма новыми рабочими органами кормораздатчика представлены в виде графиков на рис. 4.6.7 и 4.6.8.

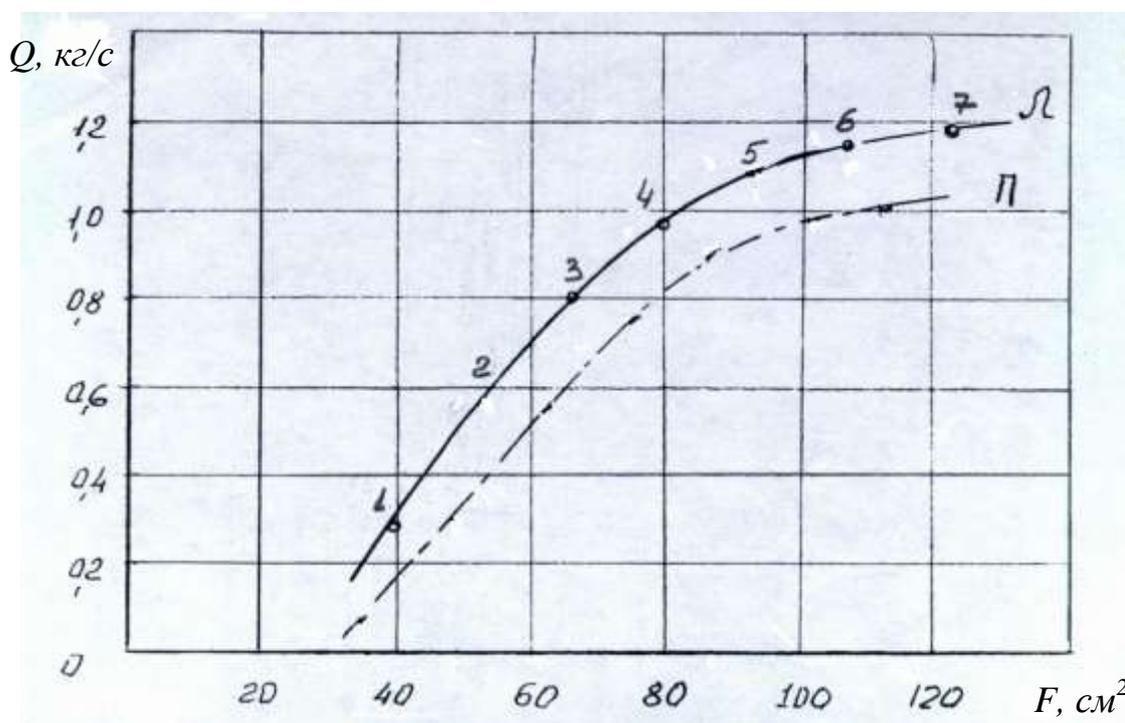


Рис. 4.6.7. Влияние проходного сечения выгрузного окна кормораздатчика на подачу сухого комбикорма:

Л – левая; П – правая стороны кормораздатчика; 1-7 – положения фиксатора хода шибера

Опытным путем было установлено, что при минимальном значении проходного сечения выгрузного окна («1» положение шибера, площадь левого окна 38 см^2 , правого – 27 см^2) навески массой около 10 кг сухого комбикорма отбирали на левой и правой сторонах бункера за разное время.

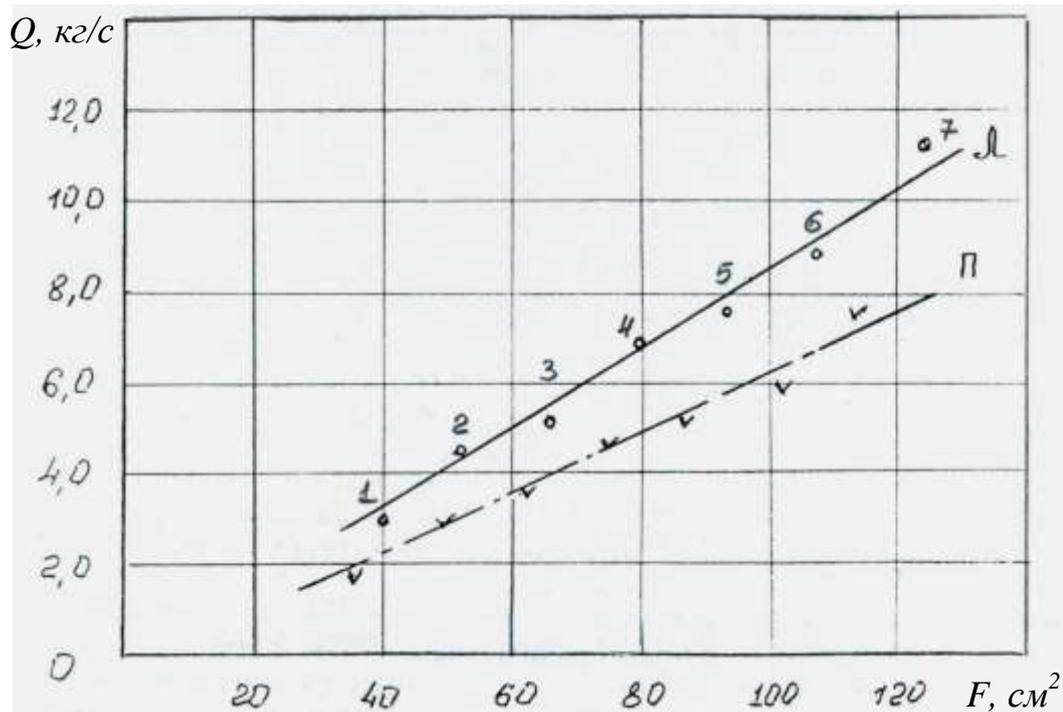


Рис. 4.6.8. Влияние проходного сечения выгрузного окна кормораздатчика на подачу увлажненного комбикорма ($W=72\%$)

В результате подача на левой стороне составила 0,28 кг/с, а на правой только 0,05 кг/с. При полностью открытых окнах (площадь левого окна 125 см², правого 112 см²) подача соответственно составила 1,18 и 1,05 кг/с. Следует отметить также, что при площади проходных сечений окон в диапазоне 40...80 см² подача сухого комбикорма увеличилась пропорционально их площади. При дальнейшем увеличении окна эта зависимость нарушалась. Например, при увеличении площади окна левой стороны на 13% подача к концу опыта возрастала только на 2,8% (рис.4.6.7 положения фиксатора «б» и «7»). При определении фактической подачи питателями влажного корма (степень увлажнения комбикорма составляла 72%) погрешность в проведении опытов возросла в связи с тем, что из-за ограниченной вместимости тары продолжительность отбора навесок корма находилась в пределах 2...7 сек. Результаты этих исследований представлены на рис.4.6.8. Они свидетельствуют о том, что разница в подачах влажного корма на левую и правую стороны кормораздатчика сохранилась. Их численное значение находилось в пределах 3,0...11,5 кг/с на левую и 1,8...7,9 кг/с на правую стороны. При этом следует отметить, что

на влажном корме подача рабочих органов в исследуемом диапазоне возрастала пропорционально увеличению площади выгрузного окна. Если сравнить их с результатами предыдущего цикла опытов, то там отмечалось, что на сухом комбикорме влияние площади окна на величину подачи к концу опытов заметно снижалась (см.рис.4.6.7).

Электропривод передвижения экспериментального кормораздатчика имел шесть фиксированных по частоте вращения передач, которые обеспечивали его передвижение по рельсовому пути со скоростями в диапазоне 0,15...0,41 м/с. Эти параметры соответствовали кинематике данного привода, однако были в 1,3 раза занижены по сравнению с расчетными значениями в результате того, что был применен червячный редуктор с другим передаточным отношением. Оценивая работу данного узла, можно заключить, что конструктивно он выполнен без замечаний, имеет простейшие устройства для изменения скорости передвижения и отключения привода в аварийных ситуациях, т.е. для передвижения кормораздатчика вручную. Однако следует отметить, что скорость 0,15 м/с оказалась не востребуемой. С учетом изложенного рекомендуется диапазон скоростей передвижения электромобильных кормораздатчиков принимать в пределах 0,2...0,5 м/с.

Расход электроэнергии на приводе рабочих органов определяли с помощью прибора К-505. При этом было установлено, что на холостой ход рабочих органов затрачивалось 0,65 кВт, на раздаче сухого рассыпного комбикорма при заполнении бункера на 0,9 от его номинальной вместимости он находился в пределах 2,7...2,9 кВт, а на смешивании и раздаче влажного корма ($W=72\%$) снижался до 2,0 кВт. Однако следует отметить, что смешивание сухих и жидких компонентов проводилось при их одновременной и равномерной подаче в бункер кормораздатчика. При невыполнении этого условия возможно увеличение потребляемой электроприводом энергии.

По надежности работы отдельных узлов нового кормораздатчика были получены следующие результаты: его рабочие органы выполняют технологический процесс по смешиванию кормов и их нормированной раздаче животным в полном объеме, а управление работой кормораздатчика следует считать удобным и опе-

ративным. Однако по надежности работы отдельных узлов были выявлены два замечания: необходимо усилить жесткость рамы привода рабочих органов, а на передаче крутящего момента на главный вал применить втулочно-роликовую цепь с шагом 38,1 мм.

По результатам производственных испытаний нового раздатчика-смесителя кормов для свиней были сделаны следующие выводы:

- экспериментальный кормораздатчик КС-Ф-0,8 обеспечивает качественное смешивание сухих и жидких компонентов, нормированную выдачу сухого и влажного корма для различных половозрастных групп свиней одновременно на обе и поочередно на каждую сторону кормового прохода свинарника;

- оперативное изменение нормы выдачи корма в групповые кормушки рекомендуется производить посредством установки шибера на определенное сечение выгрузного окна, т.е. фиксацией ограничителя хода рычажного механизма шибера в заданном диапазоне. Это дает возможность оператору на ходу регулировать норму выдачи корма в любую кормушку, а мгновенная отсечка шибером выгрузки корма исключит его потери в разрывах между смежными кормушками технологического ряда станков;

- фактический диапазон изменений величины подачи корма при его раздаче животным (сухого комбикорма 0,6...1,2, влажного 3,0...8,0 кг/с) и скоростей передвижения кормораздатчика в пределах 0,2...0,5 м/с обеспечивает нормированную раздачу корма для всех половозрастных групп свиней в соответствии с рекомендациями ведомственных норм ВНТП 2-96;

- наряду с общей положительной оценкой работы экспериментального образца раздатчика-смесителя кормов при его производственных испытаниях были выявлены и конструктивные недостатки: из-за допущенных неточностей в изготовлении выгрузных устройств разница в подачах корма на левую и правую стороны доходила до 20%; ненадежная работа (разрыв приводной цепи) электропривода рабочих органов; отступления от требований конструкторской документации при комплектовании электропривода передвижения кормораздатчика.

На основании изложенного было рекомендовано откорректировать конструкторскую документацию на экспериментальный

образец, по ней изготовить опытный образец универсального раздатчика-смесителя кормов для свиней и подготовить его для приемочных испытаний на специализированной машиноиспытательной станции.

В начале 2002 года во ВНИИМЖе опытный образец универсального электромобильного раздатчика-смесителя кормов для свиней КС-Ф-0,8 был изготовлен (рис.4.6.9) и смонтирован на свиноферме (действующий свинарник № 13) экспериментального хозяйства «Кленово-Чегодаево» Подольского р-на Московской обл.

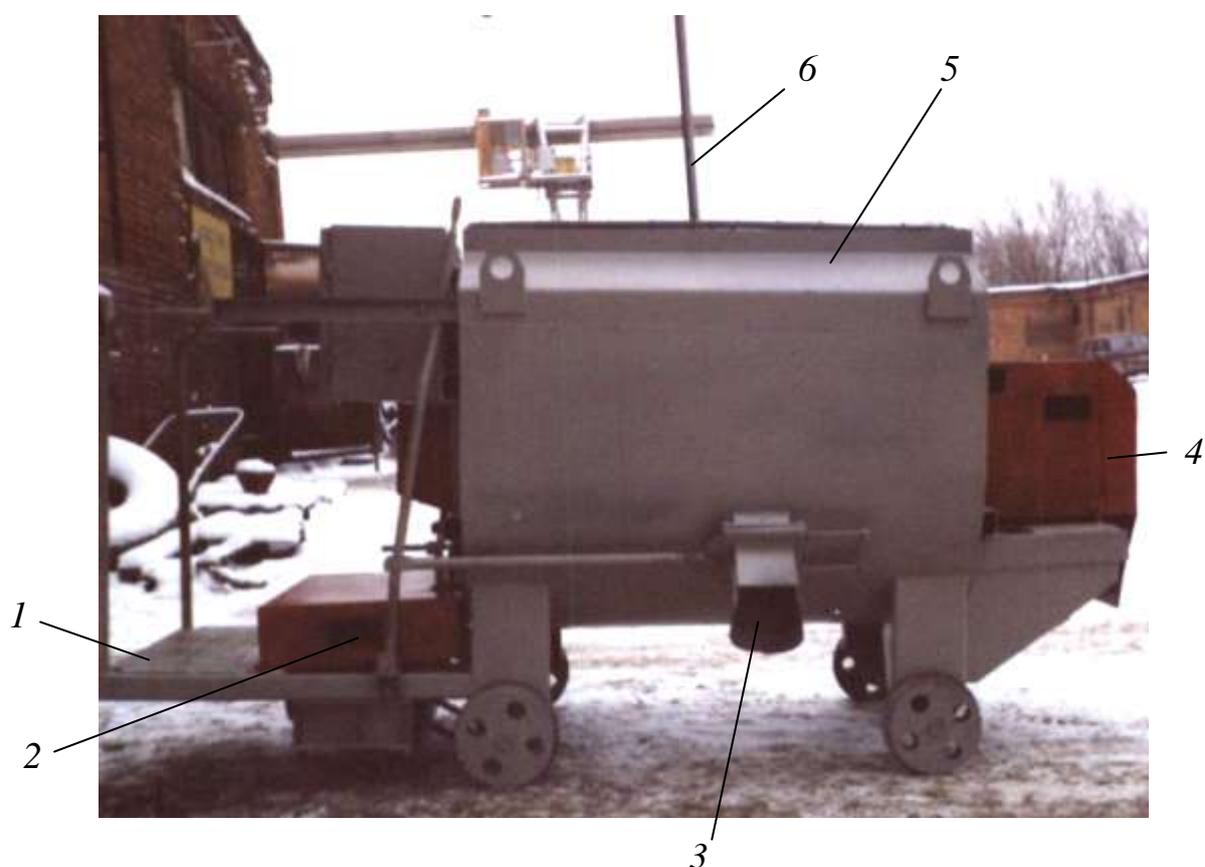


Рис.4.6.9. Общий вид опытного образца универсального электромобильного раздатчика-смесителя кормов для свиней КС-Ф-0,8:

1 – рабочая площадка оператора; 2 – электропривод передвижения кормораздатчика; 3 – выгрузное окно правой стороны; 4 – электропривод рабочих органов; 5 – бункер; 6 – кабеледержатель

Государственные приемочные испытания этого оборудования проводила Подольская государственная зональная машиноиспытательная станция, протокол № 09-27-02(1030013) от 29.11.2002г.

При проведении приемочных испытаний с помощью раздатчика-смесителя КС-Ф-0,8 нормировано раздавали свиньям в групповые кормушки сухой рассыпной комбикорм или влажный корм. В процессе раздачи корма он передвигался по рельсовому пути с шириной колеи 750 мм в проходе шириной 1125 мм. Продолжительность раздачи корма составляла 9...10 мин., а его смешивания – в пределах 6...10 мин. В результате испытаний установлено:

- равномерность смешивания сухого комбикорма (рассыпчатый комбикорм смешивался с контрольной дозой зерен ячменя) составила 90%, а при его увлажнении – 99%;

- при раздаче увлажненного ($W = 68\%$) комбикорма с объемной массой 1065 кг/м^3 подача выгрузных устройств находилась в пределах 0,3...2,2 кг/с, а сухого рассыпчатого комбикорма с объемной массой 513 кг/м^3 и влажностью 12,6% составляла 0,5...1,0 кг/с;

- равномерность раздачи корма на разных подачах выгрузного устройства при выдаче сухого и влажного корма находилась в пределах 92...96%;

- потерь корма в процессе раздачи не наблюдалось.

По эксплуатационно-технологической оценке работы КС-Ф-0,8 при испытаниях была дана высокая технологическая надежность (коэффициент 1,0).

При оценке энергетических показателей кормораздатчика было установлено удельное потребление электроэнергии, равное 0,95 кВт·ч/т при раздаче сухого комбикорма и около 0,8 кВт·ч/т – увлажненного. В целом электрооборудование испытываемой машины способно выполнять технологический процесс, однако был выявлен ряд недостатков по монтажу отдельных узлов электрооборудования, отсутствие в ящике управления электросхемы, предупреждающих надписей, маркировки.

При экономической оценке за аналог был принят серийный кормораздатчик РС-5Б с оптовой ценой на 13% меньше, чем у испытываемого, а по вместимости бункера больше на $0,2 \text{ м}^3$. Однако за счет компактности исполнения, которая обеспечила применение нового кормораздатчика в кормовом проходе шириной 1,1 м вместо 1,5 м у серийного, окупаемость составила 2,4 года. В итоге раздатчик-смеситель кормов для свиней КС-Ф-0,8 реко-

мендовано применять в сельскохозяйственном производстве после устранения выявленных замечаний по электрооборудованию.

Универсальный раздатчик-смеситель кормов для свиней КС-Ф-2,0М с вместимостью бункера $2,0 \text{ м}^3$ и двухвальным исполнением рабочих органов, по конструкции аналогичных с КС-Ф-0,8, был разработан в 2003 году, а его экспериментальный образец был изготовлен в экспериментальном предприятии института в 2004 году (рис. 4.6.10 и 4.6.11). Двухвальное исполнение смешивающе-выгрузных рабочих органов должно обеспечить снижение их энергоемкости, компактность формы и размеров бункера, упростить систему передач для синхронного вращения роторных питателей-смесителей кормов в разные стороны, т.е. исключить блок реверсирования, заменив его передачами крутящего момента с редуктора на приводные валы посредством параллельно расположенных шестеренчатой и цепной вращательных пар.

Лабораторные испытания экспериментального образца раздатчика-смесителя кормов КС-Ф-2,0М из-за отсутствия комбикорма проводили на отходах мельничного производства со следующими физико-механическими свойствами: объемной массой $0,6 \text{ т/м}^3$, модулем помола 2,5.

Следовательно, при испытаниях рабочих органов сыпучий материал по объемной массе был тяжелее рассыпного комбикорма в 1,2 и в 2,3 раза крупнее по помолу. При испытаниях в бункер кормораздатчика загружали 800 кг сыпучего материала, т.е. коэффициент загрузки составлял 0,8 по массе и 0,7 по объему от их расчетных значений.

У экспериментального кормораздатчика КС-Ф-2,0М была предусмотрена настройка шиберных устройств на шесть фиксированных положений (с помощью шибера изменяется проходное сечение выгрузного окна). В данной серии опытов ставилась задача определить фактическое значение подачи корма на каждом положении шибера и сравнить полученные данные при выгрузке корма через левое и правое выгрузное окно бункера. Для этого с трехкратной повторностью одновременно отбирали навески корма массой от 12 до 25 кг, выгружаемого через эти окна при различных проходных сечениях. Продолжительность отбора корма фиксировали секундомером с точностью до 0,1 с, а массу выгружаемого корма определяли на весах с точностью до 0,01 кг.

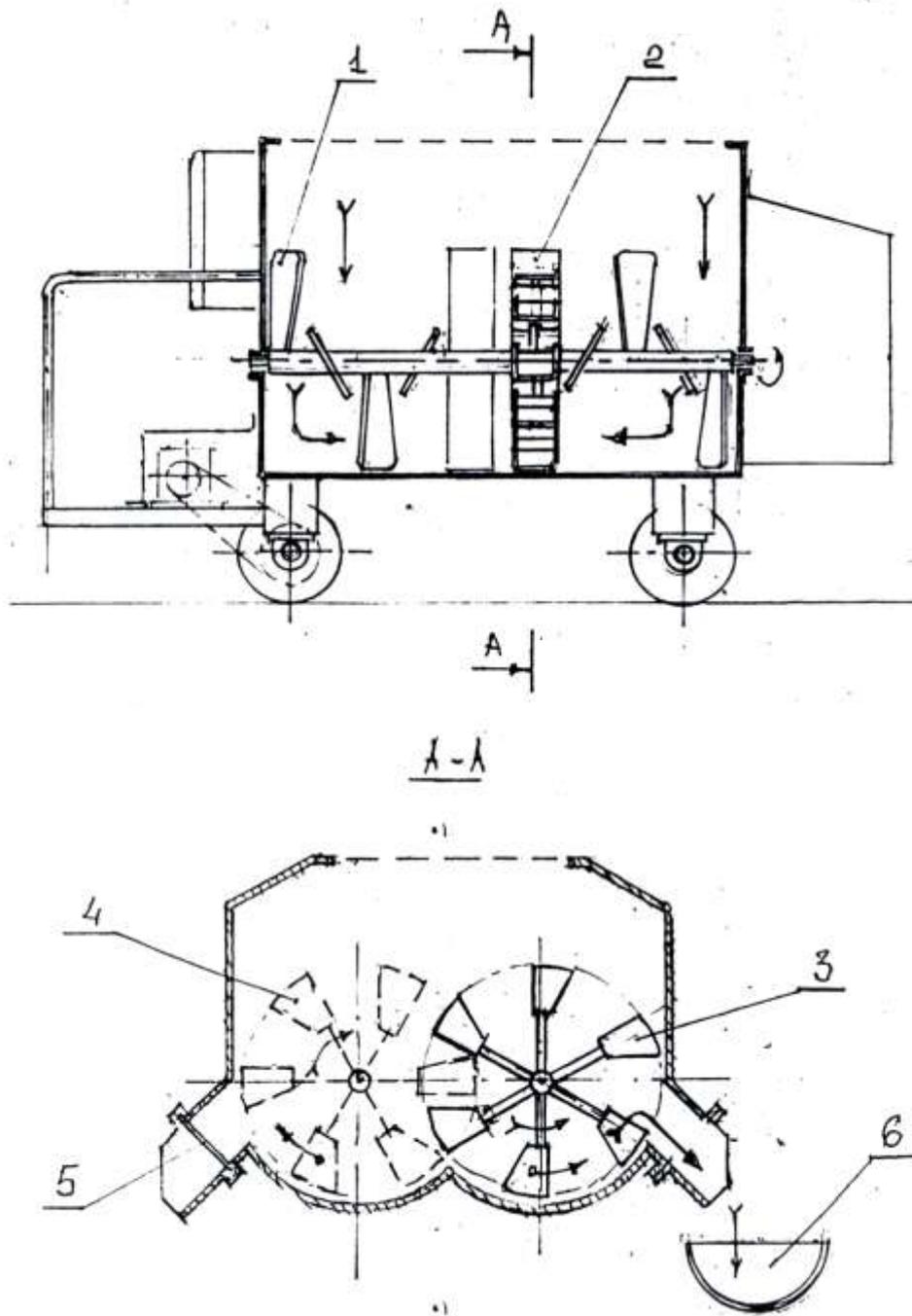


Рис. 4.6.10. Технологическая схема
раздатчика-смесителя кормов КС-Ф-2,0М:

1 – лопастная мешалка; 2 – роторный ковшовый питатель;
3 – рабочие органы правой стороны; 4 – то же левой стороны;
5 – шиберная задвижка; 6 – кормушка

● → - направление вращения рабочих органов

↘ → - схема движения корма при выгрузке в кормушки



4.6.11. Общий вид раздатчика-смесителя кормов КС-Ф-2,0М

Результаты данных опытов представлены в таблице 4.6.3. Они показывают, что на «1» положении шиберов среднее значение подачи корма на левую сторону составило 0,28 кг/с при разнице в показателях трех замеров $\pm 28,5 \%$, а на правую – 0,15 кг/с с отклонениями от среднего значения $\pm 27\%$. Такие данные свидетельствуют о том, что при настройке шиберных устройств в «1» положение фактическая подача корма мала (она должна составлять не менее 0,5 кг/с) и процесс выгрузки осуществляется неустойчиво, т.к. отклонения от среднего значения составили примерно 30%. На этом основании можно заключить, что устанавливать шиберы на данное положение при работе нецелесообразно. В других положениях шиберных устройств процесс выгрузки корма протекает устойчиво, т.к. отклонения в подачах корма на левую сторону находились в пределах 1,7...3,6 %, а на правую – в пределах 1,6...2,9 %.

Таблица 4.6.3.

Результаты опытов по дозированию корма шиберными устройствами кормораздатчика

Положение шибера	Продолжительность отбора корма, с	Левая сторона					Правая сторона				
		Масса корма, кг	Величина подачи, кг/с	Среднее значение подачи, кг/с	Отклонение от среднего значения		Масса корма, кг	Величина подачи, кг/с	Среднее значение подачи, кг/с	Отклонение от среднего значения	
					кг/с	%				кг/с	%
1	72	15,48	0,215	0,28±0,08 (±28,5%)	-0,065	-23	8,27	0,115	0,15±0,04 (±27%)	-0,035	-23
	75	17,43	0,232		-0,048	-17	9,40	0,125		-0,025	-17
	30	11,86	0,395		+0,115	+41	6,38	0,213		+0,063	+42
2	20	23,20	1,160	1,15±0,02 (±1,7%)	+0,010	+0,9	18,30	0,915	0,91±0,015 (±1,6%)	+0,005	+0,5
	20	22,43	1,122		-0,028	-2,4	18,15	0,908		-0,002	-0,2
	19	22,21	1,169		+0,019	+1,6	17,50	0,921		+0,011	+1,2
3	15	25,38	1,692	1,72±0,038 (±2,2%)	-0,028	-1,6	22,2	1,480	1,55±0,045 (±2,9%)	-0,070	-4,5
	15	25,40	1,693		+0,027	-1,6	23,6	1,573		+0,023	+1,5
	15	26,68	1,778		+0,058	+3,4	23,9	1,593		+0,043	+2,8
4	10	23,07	2,307	2,41±0,086 (±3,6%)	-0,103	-4,3	20,28	2,028	2,06±0,048 (±2,3%)	-0,032	-1,5
	10	25,40	2,540		+0,130	+5,4	21,84	2,184		+0,124	+6,0
	10	23,84	2,384		-0,026	-1,1	19,82	1,982		-0,078	-3,8
5	7	19,31	2,758	2,85±0,061 (±2,1%)	-0,092	-3,2	16,68	2,383	2,48±0,065 (±2,6%)	-0,097	-3,9
	7	20,56	2,937		+0,087	+3,0	18,00	2,571		+0,091	+3,7
	7	19,98	2,854		+0,004	+0,1	17,42	2,489		+0,009	+0,4
6	6	18,34	3,057	3,00±0,057 (±1,9%)	+0,057	+1,9	15,90	2,650	2,58±0,047 (±1,8%)	+0,070	+2,7
	6	17,46	2,910		-0,090	-3,0	15,10	2,517		-0,063	-2,4
	6	18,13	3,022		+0,022	+0,7	15,52	2,587		+0,007	+0,3

Численное значение подач корма на левую сторону при установке шибера во «2» положение составило 1,15 кг/с, затем оно увеличилось до 1,72 кг/с на «3» положении, до 2,41 и 2,85 кг/с соответственно на «4» и «5» положениях, а при максимально возможном проходном сечении выгрузного окна («6» положение шибера) составляло 3,0 кг/с. На правую сторону подача корма была на 10...15 % меньше, чем на левую. Это было обусловлено тем, что фактическая площадь проходного сечения выгрузного окна правой стороны была меньше, чем у левой при шести положениях шибера и разница составляла 4...25 %. Следует также отметить и неравномерность разбивки шкалы настройки шиберных устройств. Например, при их переводе со «2» положения на «3» подача увеличивалась в 1,5...1,7 раза, а с «4» на «5» только в 1,2 раза. Целесообразно шкалу настройки шиберных устройств применять с учетом рекомендуемых норм выдачи комбикорма для различных половозрастных групп животных.

Для этого кормораздатчик должен обеспечивать выдачу комбикорма пороссятам-отъемышам равной 0,8 и 1,0 кг/с, супоросным свиноматкам – с подачей 1,2 кг/с, а откормочному молодняку на заключительной стадии их содержания – не менее 2,2 кг/с. С учетом изложенного рекомендуется в шкале настройки шиберных устройств предусматривать не 6, а 9 фиксированных положений с их более равномерной разбивкой по величине подачи. Эти рекомендации даны в таблице 4.6.4.

Таблица 4.6.4

Рекомендуемая шкала настройки шиберных устройств

Показатели	Положение шиберов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подача сухого комбикорма, кг/с	0,5	0,8	1,0	1,2	1,45	1,75	2,0	2,2	2,4
Увеличение подачи, %	-	60	25	20	21	21	14	10	9

Такой диапазон изменений норм выдачи корма должен обеспечить оперативное управление процессом нормированной раздачи корма животным в соответствии с их половозрастной группой.

Опыты по определению равномерности выгрузки корма из бункера кормораздатчика проводили путем поочередного отбора проб с массой 20...30 кг в мешки за определенный промежуток времени, фиксируемого с помощью секундомера с точностью до 0,1 с. Массу отобранного корма взвешивали на весах с точностью до 0,01 кг. Замеры проводили при двух положениях шибера, т.е. при среднем значении подачи (положение «2») и наиболее применяемой (положение «4»). По полученным данным определили величину подачи рабочих органов и провели статистическую обработку результатов (табл.4.6.5).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что среднее значение подачи смешивающе-выгрузных рабочих органов кормораздатчика на «2» положении шибера составило 1,19 кг/с при отклонениях $\pm 0,05$ кг/с, а на «4» положении оно увеличилось до 2,39 кг/с при отклонениях $\pm 0,09$ кг/с. Таким образом, среднее значение отклонений подачи в исследуемом диапазоне не превысило $\pm 3,8$ %.

При статистической обработке этих результатов среднеквадратичное отклонение в подаче корма составило соответственно 0,065 и 0,146 кг/с, а коэффициенты вариации 5,5 и 6,1. Расхождение в показателях отклонений подачи корма при его выгрузке из бункера (увеличение коэффициентов вариации) можно объяснить тем, что при исследованиях было получено по одному значению подачи, резко отличающемуся от остальных – 11% (опыт 2, положение шибера «2») и 20 % (опыт 10, положение шибера «4»).

В целом можно заключить, что по равномерности выгрузки корма были получены положительные результаты (коэффициент вариации составил 6%) при продолжительности каждого опыта в пределах 8...14 с и средней величине подачи 2,4 кг/с.

При этих величинах ошибка в экспозиции в одну секунду дает отклонение со значением $\pm 7...12$ %, т.е. при ручном отборе проб корма с такой подачей возможен разброс результатов в проведении опытов.

Остатки сухого корма в бункере определяли путем их ручного сбора и взвешивания. При объемной массе взвешиваемого материала 0,6 т/м³ они составили 14,2 кг.

Таблица 4.6.5.

Равномерность выгрузки корма из бункера (на левую сторону)

Положение шибера	№ опыта	Продолжительность выгрузки, с	Масса отобранного корма, кг	Величина подачи, кг/с	Среднее значение подачи, кг/с	Отклонение подачи от среднего значения	
						кг/с	%
2	1	28,4	31,12	1,10	$\bar{X}_2=1,19\pm 0,05$ ($\pm 3,8\%$) $\sigma_2=0,065$ $V_2=5,5\%$	-0,09	7,6
	2	24,0	25,43	1,06		-0,13	10,9
	3	24,0	26,70	1,11		-0,08	6,7
	4	20,5	23,68	1,16		-0,03	2,5
	5	25,5	28,71	1,13		-0,06	5,0
	6	25,3	30,22	1,19		0,0	0,0
	7	24,0	28,47	1,19		+0,08	6,7
	8	25,1	31,77	1,27		+0,08	6,7
	9	19,8	24,12	1,22		0,03	2,5
	10	21,1	26,05	1,23		+0,04	3,4
	11	20,1	23,20	1,15		-0,04	3,4
	12	19,6	24,84	1,27		+0,08	6,7
	13	22,6	27,27	1,21		+0,02	1,7
	14	20,6	25,37	1,23		+0,04	3,4
	15	25,1	30,20	1,20		+0,01	0,8
	16	19,4	24,50	1,26		+0,07	5,9
	17	21,0	24,37	1,16		-0,03	2,5
	18	20,6	25,88	1,26		+0,07	5,9
	19	20,0	24,59	1,23		+0,04	3,4
			507 кг	1,19		0,05	3,8
4	1	11,1	27,36	2,46	$\bar{X}_4=2,39\pm 0,09$ ($\pm 3,8\%$) $\sigma_4=0,146$ $V_4=6,1\%$	+0,07	2,9
	2	11,6	28,75	2,48		+0,09	3,8
	3	12,0	28,45	2,37		-0,02	0,8
	4	13,5	33,50	2,48		+0,09	3,8
	5	12,0	28,73	2,39		0,0	0,0
	6	10,7	25,32	2,37		-0,02	0,8
	7	11,0	26,10	2,37		-0,02	0,8
	8	12,6	28,00	2,22		-0,17	7,1
	9	9,4	21,42	2,28		-0,09	3,8
	10	14,3	27,32	1,91		-0,48	20,0
	11	11,5	26,33	2,29		-0,10	0,4
	12	10,9	26,33	2,42		+0,03	1,2
	13	9,1	21,82	2,40		+0,01	0,4
	14	13,2	32,26	2,44		+0,05	2,1
	15	10,6	26,50	2,50		+0,11	4,6
	16	10,4	26,00	2,50		+0,11	4,6
	17	10,6	27,10	2,56		+0,17	7,1
	18	11,0	27,53	2,50		+0,11	4,6
	19	8,2	20,67	2,52		+0,13	5,4
			483 кг	2,39		0,09	3,8

На рассыпном комбикорме они не превысят 12 кг. При расчетной вместимости бункера 1000 кг рассыпного комбикорма остатки составят 1,2%.

У серийных кормораздатчиков данного класса они обычно равны 2,0%. Следовательно, и по этому показателю новый кормораздатчик соответствует установленным требованиям.

Потребляемую электроприводом мощность рабочих органов определяли с помощью прибора К-505 на холостом ходе и под нагрузкой (при изменении объема корма в бункере в диапазоне от 200 до 800 кг). Результаты замеров приведены в виде графиков на рис. 4.6.12. Установлено, что на холостой ход смешивающе-выгрузных рабочих органов кормораздатчика затрачивается 0,3кВт. При загрузке в бункер 200 кг мельничных отходов потребляемая мощность увеличилась до 0,9 кВт, а при заполнении бункера на 70% от номинальной вместимости ($2,0\text{м}^3$) она составила 2,7 кВт (график 1 рис.4.6.12).

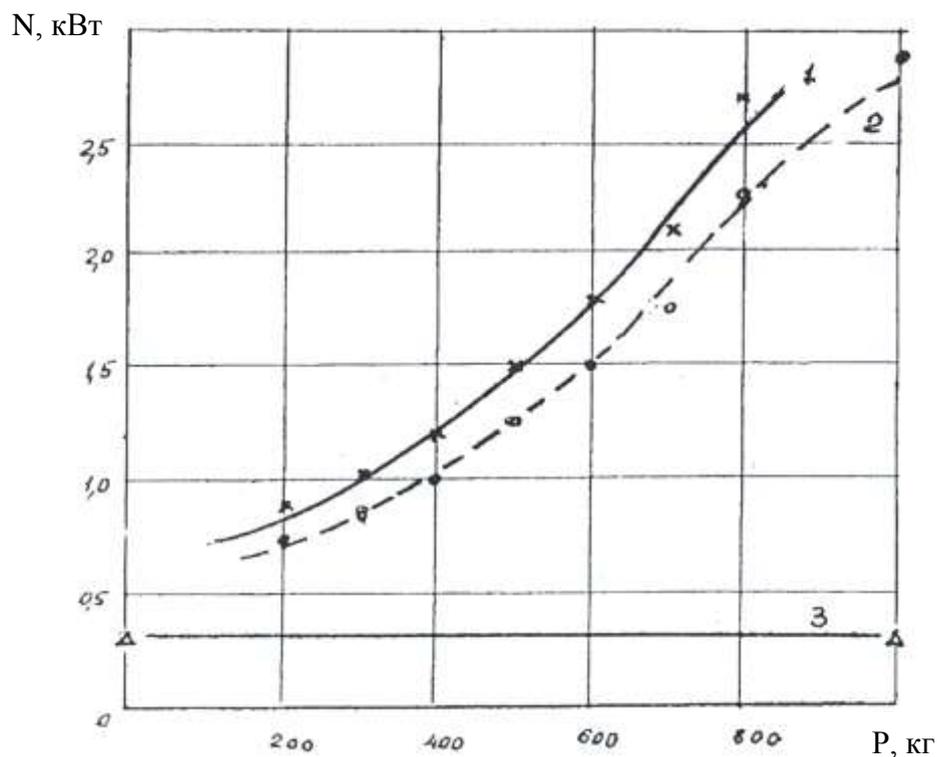


Рис. 4.6.12. Потребная мощность электропривода в зависимости от массы перемешиваемого материала в бункере кормораздатчика:

1. X — X — фактическая при объемной массе материала $0,6\text{ т/м}^3$;
2. O - - O — расчетная при объемной массе рассыпного комбикорма $0,5\text{ т/м}^3$;
3. Δ — Δ — холостой ход

Однако проверить работу электропривода при полной загрузке бункера кормом не представилось возможности. Следует учитывать также, что объемная масса мельничных отходов в 1,2 раза больше, чем у рассыпного комбикорма. Для сравнительной оценки загрузки электропривода при работе кормораздатчика на комбикорме построен график 2, показатели которого составляют $0,5/0,6 \approx 0,83$ от показателей графика 1. На этом основании можно предположить, что при работе на рассыпном комбикорме максимальное значение потребляемой мощности будет находиться в пределах 2,8...3,0 кВт. Следует отметить также, что при проведении опытов отказов в работе кормораздатчика не наблюдалось. Оценку работы электропривода смешивающе-выгрузных рабочих органов при полной загрузке бункера кормораздатчика кормами следует провести в производственных условиях.

По результатам лабораторных исследований работы экспериментального кормораздатчика КС-Ф2,0М были сделаны следующие заключения. Подачу сухого корма из бункера при раздаче животным следует считать стабильной, т.к. среднее значение отклонений в выборке из 19 замеров (выгружено было не менее 500 кг) не превышало $\pm 3,8\%$. При таких показателях и проведении замеров вручную (допускаются ошибки в пределах $\pm 10\%$) качество выполнения технологического процесса по нормированной раздаче сухого корма животным следует признать положительным. Рабочие органы этого кормораздатчика обеспечивали регулируемую, в пределах 0,9...3,0 кг/с, подачу корма из бункера одновременно на обе и поочередно на каждую сторону кормового прохода с отклонениями в пределах 1,6...3,8%. Эти показатели дают возможность применять новый кормораздатчик в свинарниках различного назначения (для содержания супоросных свиноматок, выращивания поросят-отъемышей, ремонтного молодняка, по откорму животных).

На основании изложенного было рекомендовано подготавливать универсальный раздатчик-смеситель кормов КС-Ф-2,0М с двухвальным исполнением рабочих органов и вместимостью бункера 2,0 м³ к приемочным испытаниям.

Опытный образец универсального электромобильного раздатчика-смесителя кормов для свиней КС-Ф-2,0М был изготов-

лен в 2005 году экспериментальным предприятием ВНИИМЖа, а на приемочные испытания Подольской машиноиспытательной станции передан в 2006 году. Эти испытания проводили в сви-нарнике для группового содержания поросят-отъемышей и их доращивания до откормочных кондиций колхоза-племзавода им. Ленина Тамбовской обл. (рис.4.6.13).



Рис. 4.6.13. Общий вид раздатчика-смесителя со стороны шкафа управления

1 – шкаф электрический с пультом управления; 2 – рабочая площадка оператора

Государственные приемочные испытания раздатчика-смесителя кормов КС -Ф-2,0М Подольская МИС проводила в два этапа: при кормлении животных сухим рассыпным комбикормом и влажным ($W \approx 60\%$) кормами. При раздаче сухого комбикорма поросятам-отъемышам в возрасте 2...3 месяцев и количестве 570 голов норма выдачи корма составляла 9,9 кг на погонный метр групповой кормушки.

Равномерность смешивания сухого корма составляла 97,7...98,4%, а его равномерность раздачи животным находилась в пределах 93,6...97,1% (протокол № 09-12-04 от 10.05.2007 г. Подольской зональной машиноиспытательной станции).

На этом основании в протоколе дано заключение по результатам проведенной зоотехнической оценки о том, что КС-Ф-2,0 выполняет технологический процесс в полном объеме и в соответствии с требованиями ТЗ (стр.14 протокола). При одновременной выдаче корма на обе стороны производительность кормораздатчика по основному времени составила 6,9 т/ч, а эксплуатационного – 1,9 т/ч. Удельный расход электроэнергии находился в пределах $1,0...1,1 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$, наработка кормораздатчика за период испытаний составила 399 часов, т.е. коэффициент готовности получен равным 0,99 и испытываемая машина имеет достаточный уровень надежности. С учетом полученных результатов приемочных испытаний раздатчик-смеситель кормов для свиней КС-Ф-2,0М соответствует требованиям нормативных документов по назначению, надежности в работе и безопасности в эксплуатации. На этих основаниях Подольская МИС рекомендует универсальный электромобильный раздатчик-смеситель кормов для свиней КС-Ф-2,0М поставить на производство, устранив отдельные незначительные недостатки. Он вписывается в существующую технологию кормления животных и должен найти применение в свиноводческих хозяйствах.

Приемочными испытаниями КС-Ф-2,0М при его работе на кормосмесях влажностью 58 и 61% (протокол № 09-42-07 от 27.12.2007 г.) были получены следующие основные результаты:

- продолжительность смешивания кормов (после загрузки последнего компонента) – не более 5 мин.;
- качество смешивания – 93,%;
- продолжительность раздачи корма – 10 мин.;
- фактические нормы выдачи корма – 9,2 и 10,7 кг/п.м.;
- равномерность раздачи корма – 91%;
- производительность за 1 ч основного времени 5,14, а эксплуатационного – 1,1 т/ч;
- удельный расход электроэнергии – 0,85 кВт-ч/т;

- коэффициент надежности технологического процесса – 1,0, а готовности оборудования – 0,99.

На основании полученных результатов Подольской МИС было сделано заключение о том, что раздатчик-смеситель КС-Ф-2,0М технологический процесс выполняет в соответствии с установленными требованиями, отдельные недостатки не требуют изменений в его конструкции и рекомендуется поставить на производство.

Основные выводы по разделу 4.6.

Проведены исследования, создан, испытан и государственными приемочными испытаниями рекомендован к применению типоразмерный ряд с вместимостью 0,8 м³ (КС-Ф-0,8) и 2,0 м³ (КС-Ф-2,0М) универсальных электромобильных раздатчиков-смесителей кормов для свиней с принципиально новой (патент РФ №2118083 от 27.08.1988 г.) конструкцией рабочих органов.

Раздатчик-смеситель КС-Ф-0,8 рекомендуется применять в свинарниках репродукторного направления (для поросят-отъемышей и др.), а КС-Ф-2,0М – в специализированных свинарниках для группового содержания супоросных маток, ремонтного и откормочного молодняка.

4.7. Технико-экономические показатели работы электромобильных кормораздатчиков

В отечественном свиноводстве для раздачи корма животным товарных ферм применялись, в основном, электромобильные кормораздатчики. Для этих целей серийно выпускались следующие марки кормораздатчиков: КС-1,5; РС-5А; КСП-0,8; КЭС-1,7; КУС-Ф-2. Одновременно с этим институтами инженерного профиля (ВНИИМЖ, ВНИПТИМЭСХ и др.) разрабатывались и новые кормораздатчики аналогичного назначения. Например, во ВНИПТИМЭСХе (г.Зерноград) были разработаны, испытаны и по заказам хозяйств изготавливались электромобильные кормораздатчики РКМ-Ф-1,5 и РКМ-Ф-2,5. ВНИИМЖ разработкой кормораздающего оборудования для свиней зани-

мался с момента создания института (1969 год) и продолжает эту тематику до настоящего времени. Так, в 70^{-е} годы во ВНИИМЖе был разработан и изготовлен раздатчик-смеситель концентрированных кормов КСС-1,5. Подольской МИС проведены его государственные испытания, протокол № 29-75 (8057100) от 09.06.1975 г. Впоследствии на его базе был разработан автоматический кормораздатчик КСС-3,0 для применения в составе 20 автоматизированных линий раздачи кормов животным в секторе откорма экспериментального свиного комплекса на 54 тыс. голов в год, разработанного Гипронисельхозом.

Усовершенствованный (без обгонных муфт) в ГСКБ г. Умань образец кормораздатчика КСС-1,5 в 80^{-е} годы нашел широкое применение и на свиноводческих предприятиях Белоруссии. По их заказам на специализированном заводе Украины было изготовлено более 300 кормораздатчиков.

В настоящее время во ВНИИМЖе разработан, испытан и Подольской зональной машиноиспытательной станцией рекомендован к применению типоразмерный ряд универсальных электромобильных раздатчиков-смесителей кормов с вместимостью бункера 0,8 и 2,0 м³. С их помощью можно смешивать и нормировано раздавать различным половозрастным группам свиней практически любой вид корма: сухой, смоченный, влажный и жидкий. Раздатчик-смеситель КС-Ф-0,8 с вместимостью бункера 0,8 м³, протокол государственных приемочных испытаний № 09-27-02 (1030013) от 29.11.2002 г., рекомендуется применять при расходе кормов за одно кормление не более 1 т сухих и 2 т влажных. Раздатчик-смеситель КС-Ф-2,0М с вместимостью бункера 2,0 м³, протокол № 09-12-07 (4030043) от 10.05.2007 г. и № 09.42-07 (4030053) от 27.12.2007 г., целесообразно применять в специализированных свинарниках с групповым содержанием животных (откорм, ремонтный молодняк, супоросные свиноматки), т.е. при большем расходе кормов.

Результаты сравнительной оценки работы электромобильных кормораздатчиков различных марок представлены в табл.4.7.1.

*Сравнительные технико-экономические показатели работы
серийных и новых электромобильных кормораздатчиков*

Показатели	Марки электромобильных кормораздатчиков									
	серийных					новых, ВНИИМЖ			новых, ВНИПТИМЭСХ	
	КС-1,5	РС-5А	КСП-0,8	КУС-Ф-2	КЭС-1,7	КС-Ф-0,8	КС-Ф-2,0М	КСС-2,0	РКМ-Ф-1,5	РКУ-Ф-2,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вид раздаваемого корма	влажные корма (65-80 %)		влажные корма и сухой комбикорм			смешивают и раздают все виды кормов	Сухой комби-корм	Концентрированные корма с добавкой (до 30% по массе) зеленых и сочных		
			(60-75 %)		(60-65 %)					
Вместимость бункера, м ³	1,5	0,8	0,8+0,2	2,0	1,7	0,8	2,0	2,0	1,5	2,5
Производительность (эксплуатационная), т/ч										
- влажные корма	7,5-9,0	2,6-4,3	1,7-3,7	6,0-7,0	6,0-11,0*	2,0-3,5	4,0-5,0	-	2,4*	3,0*
- сухие	-	-	-	-	1,7-2,5	1,0-1,7	1,5-2,2	1,5-2,2	1,8	1,9
Материалоемкость, $\frac{\text{кг}}{\text{т/ч}}$										
- влажные корма	90-115	170-280	200-450	145-170	75-140	225-400	170-215	-	480	383
- сухие	-	-	-	-	330-490	460-830	390-570	385-565	640	605
Энергоемкость, $\frac{\text{кВт-ч}}{\text{т/ч}}$										
- влажные корма	0,8-1,1	0,7-1,2	1,3-2,9	1,0-1,2	0,3-0,4	0,8-1,5	0,8-1,0	-	3,2	2,6
- сухие	-	-	-	-	1,0-1,7	2,0-3,7	2,1-3,0	1,0-1,5	2,5	2,0

Продолжение табл.4.7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Затраты труда, чел.-ч т/ч										
- влажные корма	0,17-0,20	0,20-0,33	0,22-0,50	0,15-0,20	0,15-0,28	0,25-0,50	0,20-0,25	-	0,42	0,33
- сухие	-	-	-	-	0,4-0,8	0,6-1,0	0,5-0,7	0,45-0,67	0,67	0,54
Удельные эксплуата- ционные затраты, руб/т:										
а) при расходе влажного корма 560 т/год	90,4	89,5	115,5	115,4	93,3	110,5	105,3	-	-	-
- при расходе 1925 т/год	38,1	42,3	57,5	45,7	40,1	55,6	45,2	-	-	-
- при расходе 3260 т/год	29,3	34,4	47,8	33,8	31,0	46,2	34,9	-	-	-
б) при расходе сухого корма 175 т/год	-	-	-	-	-	323	330	252	343	368
- при расходе 560т/год	-	-	-	-	-	149	140	119	134	136
- при расходе 945 т/год	-	-	-	-	-	117	105	90	96	94

Для сравнения кормораздающего оборудования были выбраны такие показатели, как вместимость их бункера, производительность, материалоемкость и энергоемкость, оплата труда обслуживающего персонала, а основным критерием для оценки их работы были приняты удельные эксплуатационные расходы на раздачу 1 т корма.

Эти эксплуатационные затраты определяли по стандартным методикам с учетом ориентировочной стоимости (в ценах 2007 г.) оборудования и действующих в этот период нормативов. Например, тарифная ставка обслуживающего персонала в расчетах была принята равной 60 руб/ч., стоимость электроэнергии – 2,5 руб. за 1 кВт/ч, начисления на зарплату – 32%, отчисления на амортизацию, техобслуживание и ремонт – 24,6%. Другие показатели были взяты, в основном, из каталогов на сельхозтехнику и протоколов приемочных испытаний.

Расчеты удельных эксплуатационных затрат показали, что их численное значение в основном зависит от загрузки оборудования (объема раздаваемого животным корма). Такие данные приведены в виде графиков на рис. 4.7.1 и 4.7.2. Они показывают, что затраты максимальны (90...115 и 250...373 руб/т) при малой загрузке оборудования, т.е. при раздаче 560 т в год влажного и 175 т сухого корма, а минимальны (30...48 и 90...117 руб/т) – при наибольшем расходе корма в данном кормовом проходе в объеме до 3260 т/год влажного и 945 т/год сухого комбикорма.

Такая зависимость характерна для всех рассматриваемых типов электромобильных кормораздатчиков. Например, при раздаче годового объема влажного корма 560 т серийным кормораздатчиком КС-1,5 расчетное значение удельных затрат на выполнение технологического процесса будет составлять 90 руб/т, а при увеличении расхода корма до 3260 т в год (в 5,8 раз) они снижаются до 30 руб/т, т.е. в 3 раза. У новых универсальных раздатчиков-смесителей такого же класса (КС-Ф-2,0М) удельные затраты с 330 руб/т снижаются до 105 руб/т, т.е. в 3,15 раза.

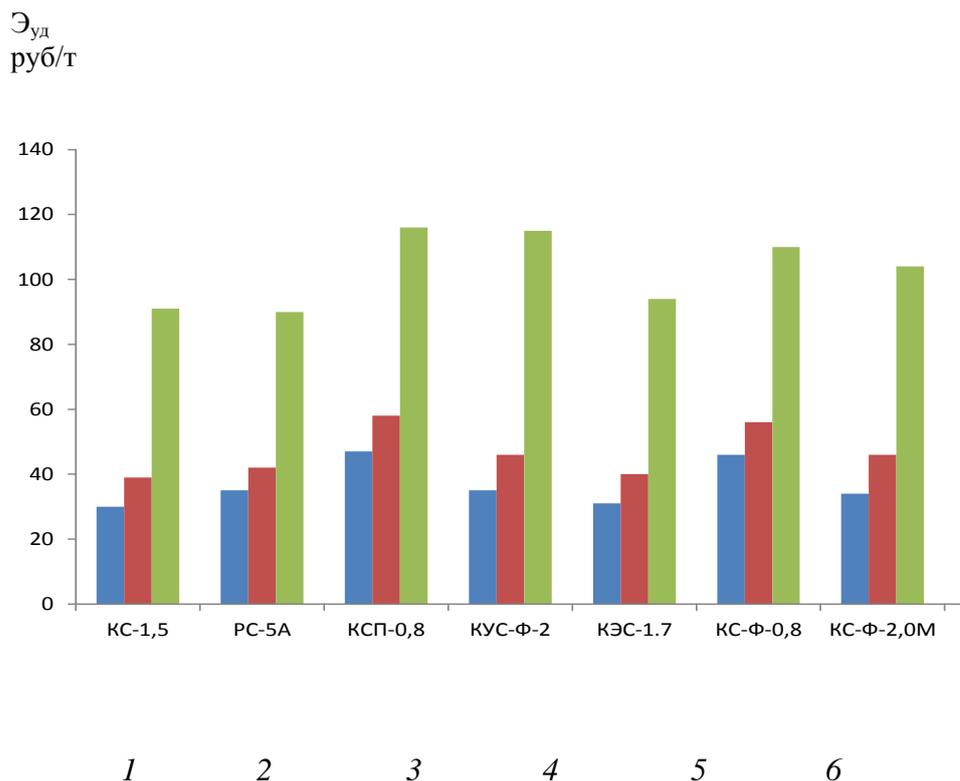
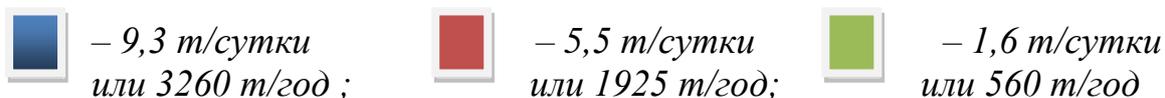


Рис. 4.7.1. Удельные эксплуатационные затраты при различных объемах раздаваемого влажного корма:



1 – серийный кормораздатчик КС-1,5; 2 – то же марки РС-5А; 3 – то же марки КСП-0,8; 4 – универсальный марки КУС-Ф-2; 5 – эстакадный кормораздатчик КЭС-1,7; 6 – универсальный раздатчик-смеситель КС-Ф-0,8; 7 – то же марки КС-Ф-2,0М

Следует отметить также, что у серийных кормораздатчиков удельные затраты по численному значению примерно в 1,1 раза меньше, чем у новых универсальных. Такая разница вполне закономерна, т.к. рабочие органы у новых раздатчиков-смесителей кормов более материалоемки, но зато они обеспечивают раздачу животным всех видов кормов.

При раздаче животным сухого комбикорма с помощью электромобильных кормораздатчиков в объеме 175 т в год у специализированного (КСС-2,0) удельные затраты составляют около 250 руб/т, а у кормораздатчика РКМ-Ф-2,5 они доходят до 390 руб/т.

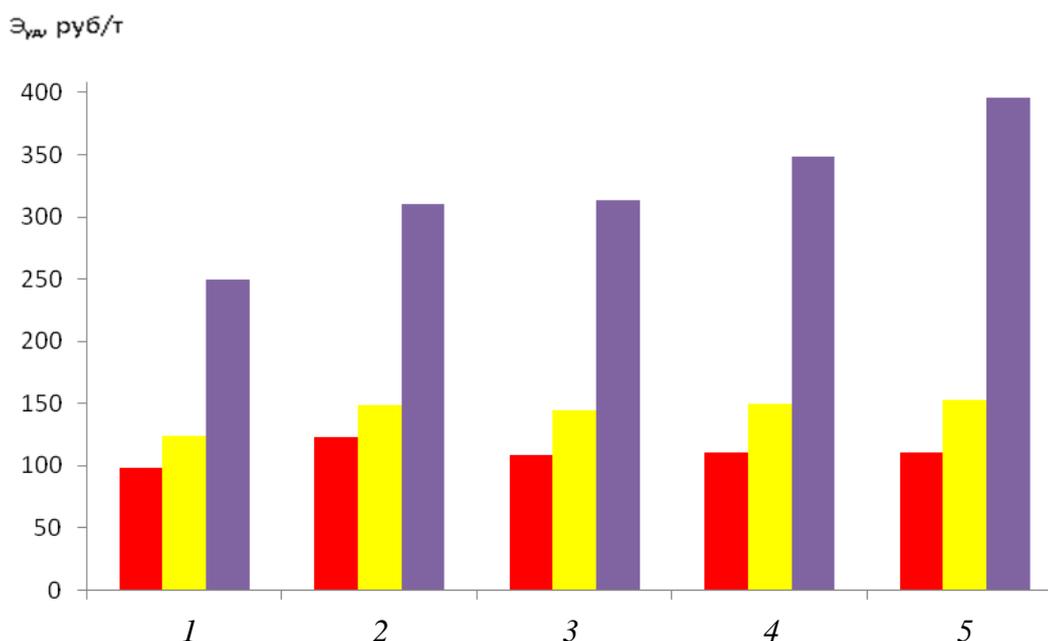
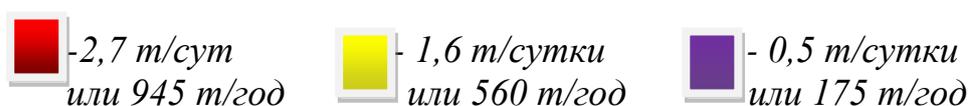


Рис. 4.7.2. Удельные эксплуатационные затраты при различных объемах раздаваемого сухого корма:



1- специализированный кормораздатчик КСС-2,0; 2 – универсальный раздатчик-смеситель КС-Ф-0,8; 3 – то же КС-Ф-2,0М; 4 – кормораздатчик ВНИПТИМЭСХ марки РКМ-Ф-1,5; 5 – то же марки РКМ-Ф-2,5

Однако с увеличением загрузки кормораздатчиков (объем раздаваемого комбикорма примерно 550 т/год) они заметно снижаются и в среднем находятся в пределах 100...160 руб/т. Если годовой объем раздаваемого комбикорма увеличится до 950 т, то удельные затраты на его раздачу животным будут находиться в пределах 90...120 руб/т. Следовательно, и при раздаче экспериментальными кормораздатчиками сухого корма существует такая же зависимость снижения удельных затрат с увеличением объема выполняемых работ.

При анализе структуры удельных затрат на раздачу корма электромобильными кормораздатчиками была установлена прямая зависимость расходов на оплату труда обслуживающего пер-

сонала от объема раздаваемого корма и обратная – на амортизационные отчисления и техническое обслуживание оборудования. Эти два показателя финансовых затрат и определяют стоимость содержания технологического оборудования для раздачи кормов свиньям. На рис. 4.7.3 представлены в виде графиков структура и численное значение отдельных статей расходов на содержание серийного электромобильного кормораздатчика в зависимости от объема раздаваемого корма.

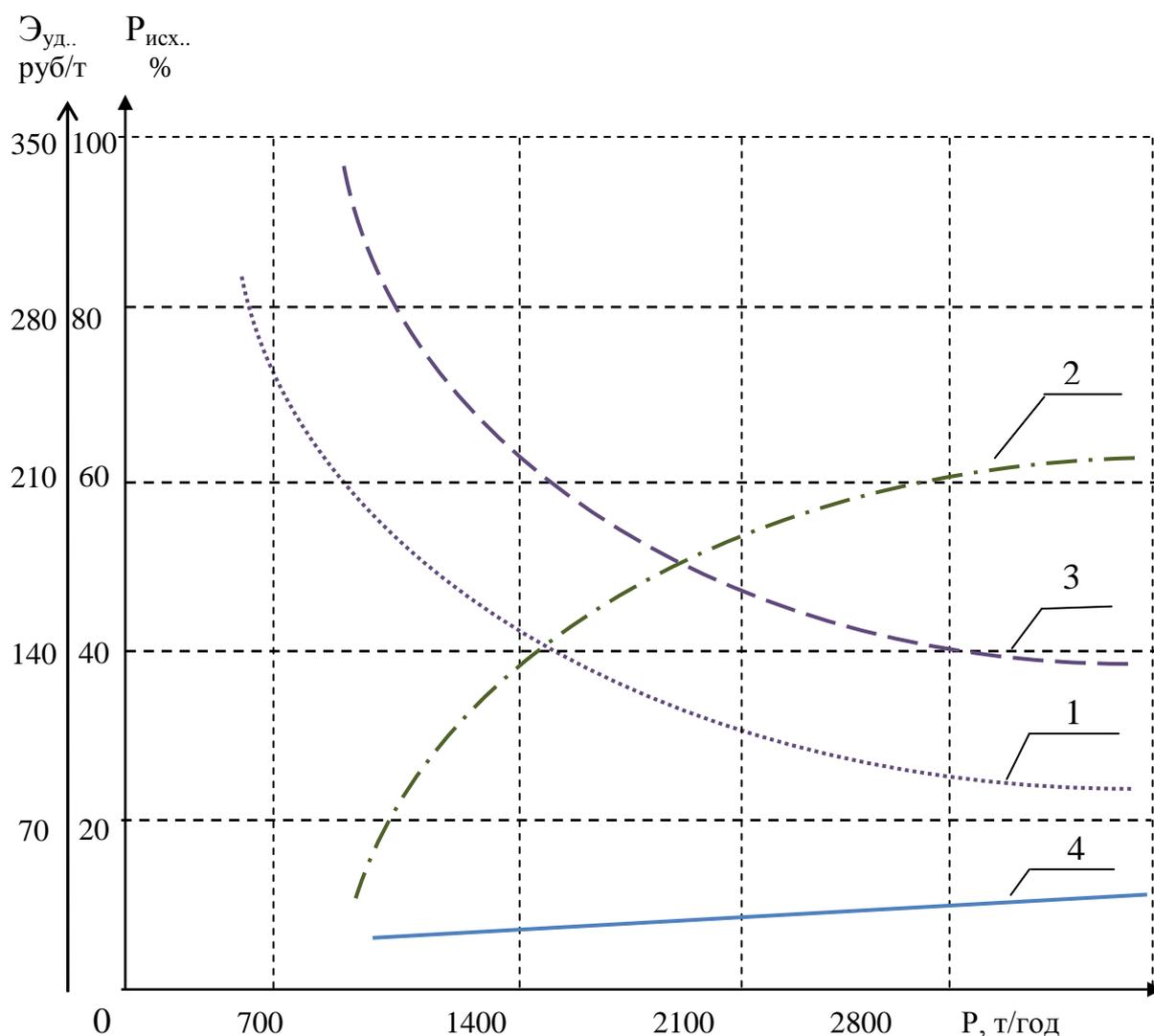


Рис. 4.7.3. Расходы на содержание электромобильного кормораздатчика РС-5А в зависимости от объема раздаваемого корма:

1 – удельные затраты на раздачу 1т влажного корма ; 2 – доля расходов на оплату труда; 3 – то же на амортизацию и ремонт; 4 – то же за электроэнергию

Они показывают, что численное значение эксплуатационных затрат на раздачу 1 тонны влажного корма определяется, в основном, объемом раздаваемого корма (находится в пределах 30...90 руб/т) и зависит от оплаты труда (доля от 22 до 60%) и отчислений на содержание оборудования (75...30%). Причем при минимально возможном объеме раздаваемого корма доля затрат на оплату труда оператора тоже самая малая (20%), а с увеличением нагрузки на технологическое оборудование она возрастает до 60%. Доля отчислений за оборудование, наоборот, самая большая (около 75%) при малой загрузке и снижается до 30% по мере увеличения объема раздаваемого корма. Доля затрат на оплату электроэнергии незначительна и находится в пределах 2,5...7,0%.

Такая же зависимость величины удельных затрат от расхода корма характерна и при раздаче животным сухого комбикорма с помощью универсального раздатчика-смесителя КС-Ф-2,0М (рис. 4.7.4). Однако по численному значению они примерно в 3 раза больше, чем при раздаче влажного корма. Это можно объяснить тем, что влажный корм по массе в 2,0...2,2 раза тяжелее сухого.

Эффективнее сухой корм и по питательности, поэтому его норма потребления животными значительно меньше, т.е. происходит снижение объема раздаваемого корма при сохранении совокупности выполняемых технологических операций.

По структуре удельные затраты на раздачу животным влажного и сухого корма с помощью электромобильных кормораздатчиков примерно одинаковы. Доля расходов на оплату труда оператора кормораздатчика КС-Ф-2,0М при раздаче сухого комбикорма находится в пределах 15...45%, отчислений на эксплуатацию оборудования – 49...84%, а на оплату электроэнергии – от 2 до 6%. Если эти показатели сравнить со структурой затрат на раздачу влажных кормов (рис.4.7.4), то можно установить следующие положения:

- при раздаче животным сухого комбикорма доля расходов на оплату труда оператора снижается в среднем на 35%, а отчисления на содержание оборудования увеличиваются на 22%;

- доля затрат за электроэнергию почти одинакова и не превышает 7%.

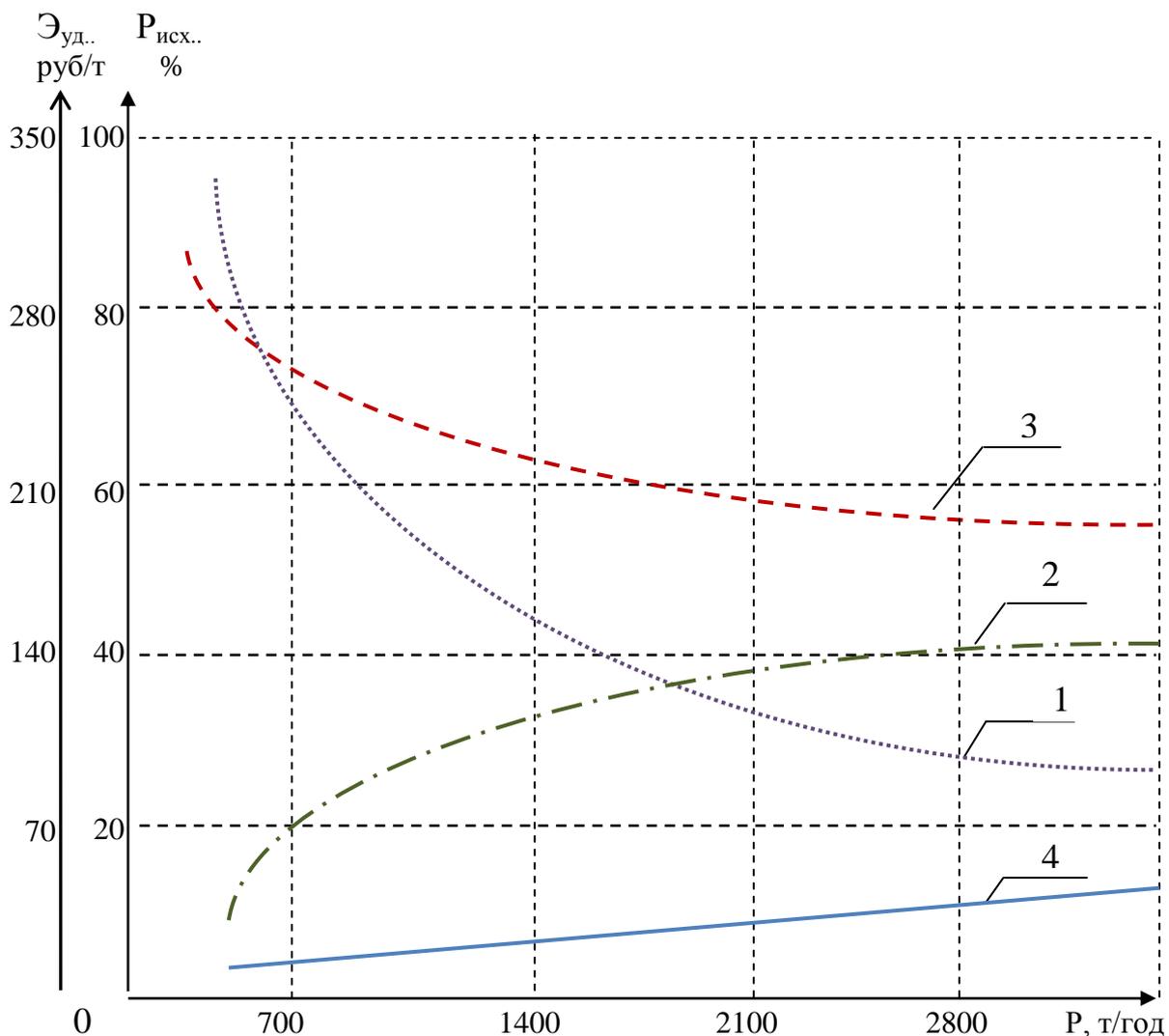


Рис. 4.7.4. Расходы на содержание раздатчика-смесителя КС-Ф-2,0М в зависимости от объема раздаваемого сухого комбикорма:

1 – удельные затраты на раздачу 1т сухого комбикорма; 2 – доля расходов на оплату труда; 3 – то же на амортизацию, ТО и ремонт; 4 – то же за электроэнергию

На основании полученных результатов исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. При использовании в рационах кормления свиней различных по физико-механическим свойствам кормов для их нормированной раздачи животным рекомендуется применять электроомобильные кормораздатчики, которые универсальнее стационарных устройств по назначению и эффективнее по удельным затратам.

2. Из разработанной в настоящий период времени номенклатуры электромобильных кормораздатчиков целесообразно применять универсальные раздатчики-смесители кормов для свиней, с помощью которых можно нормировано раздавать животным практически любой вид корма (сухой, смоченный, влажный или жидкий).

3. Уровень удельных эксплуатационных затрат на раздачу кормов свиньям с помощью электромобильных кормораздатчиков в настоящий период (в ценах 2007 г.) находится в пределах 30...90 руб/т влажного и 100...350 руб/т сухого корма. При этом их численное значение, в основном, зависит от объема раздаваемого корма, т.е. чем больше нагрузка на кормораздающее оборудование, тем ниже затраты на раздачу корма.

4. Для выполнения технологического регламента по продолжительности раздачи корма животным и обеспечения эффективности использования кормораздающего оборудования экономически целесообразно раздачу корма электромобильными кормораздатчиками производить за два рейса, т.е. с двумя заправками его бункера кормами. С учетом изложенного рекомендуется в свинарниках с расходом корма за каждое кормление в объеме до 2,0 т влажного и 0,8 т сухого корма применять электромобильные кормораздатчики с вместимостью бункера 0,8 м³, а при большем объеме раздаваемого корма – с вместимостью бункера 2,0 м³.

5. В структуре удельных эксплуатационных затрат на раздачу кормов доля расходов на оплату труда оператора электромобильного кормораздатчика при раздаче кормов свиньям в среднем составляет 0,4, отчислений на содержание оборудования – 0,55, а за электроэнергию – 0,05.

6. При малых объемах раздаваемого корма основную долю (до 75%) затрат на эксплуатацию электромобильных кормораздатчиков составляют отчисления на амортизацию, техническое обслуживание и ремонт, а при максимально возможном расходе корма (945 т в год сухого комбикорма или 3260 т/год влажного) наибольшая доля затрат (до 60%) приходится на оплату труда обслуживающего персонала. Затраты на электроэнергию, потребляемую мобильными кормораздатчиками, незначительны, т.к. не превышают 7%.

5. Трубопроводные системы раздачи текучих кормов свиньям в групповые кормушки

В отечественном свиноводстве для кормления животных на комплексах промышленного типа применяются комплекты оборудования КПС-108 и других марок подобного назначения, которые обеспечивают приготовление и подачу жидкого корма (рассыпной комбикорм, разбавленный водой в соотношении 1:3) по закольцованным трубопроводам в свинарники и его нормированное распределение по групповым кормушкам. Для раздачи влажного корма на товарных свинофермах во ВНИИживмаше был создан и в 1988 году поставлен на производство стационарный трубопроводный кормораздатчик КВК-Ф-15. Он предназначался для механизации и автоматизации процессов нормированного кормления свиней увлажненным комбикормом с добавлением 40% по массе измельченных сочно-зеленых компонентов при групповом содержании животных в типовых свинарниках-откормочниках, оборудованных спаренными групповыми кормушками.

В состав этого кормораздатчика входит бункер-накопитель *1* (рис. 5.1) для влажной кормосмеси. К днищу бункера присоединен шнековый питатель корма *2* и электронасосный агрегат *4* с напорным магистральным кормопроводом *5*. Этот кормопровод оснащен сливным патрубком *11* с запорной арматурой, обеспечивающей при необходимости возврат корма в бункер с целью его перемешивания, а также трехходовой кран *6*, с помощью которого можно направлять поток корма в правый *7* и левый *10* раздаточные кормопроводы с дозирующими устройствами *8*, обеспечивающими автоматическое дозирование корма и его подачу в групповые кормушки. Управление работой всех систем кормораздатчика КВК-Ф-15 осуществляется с помощью шкафа управления *3*.

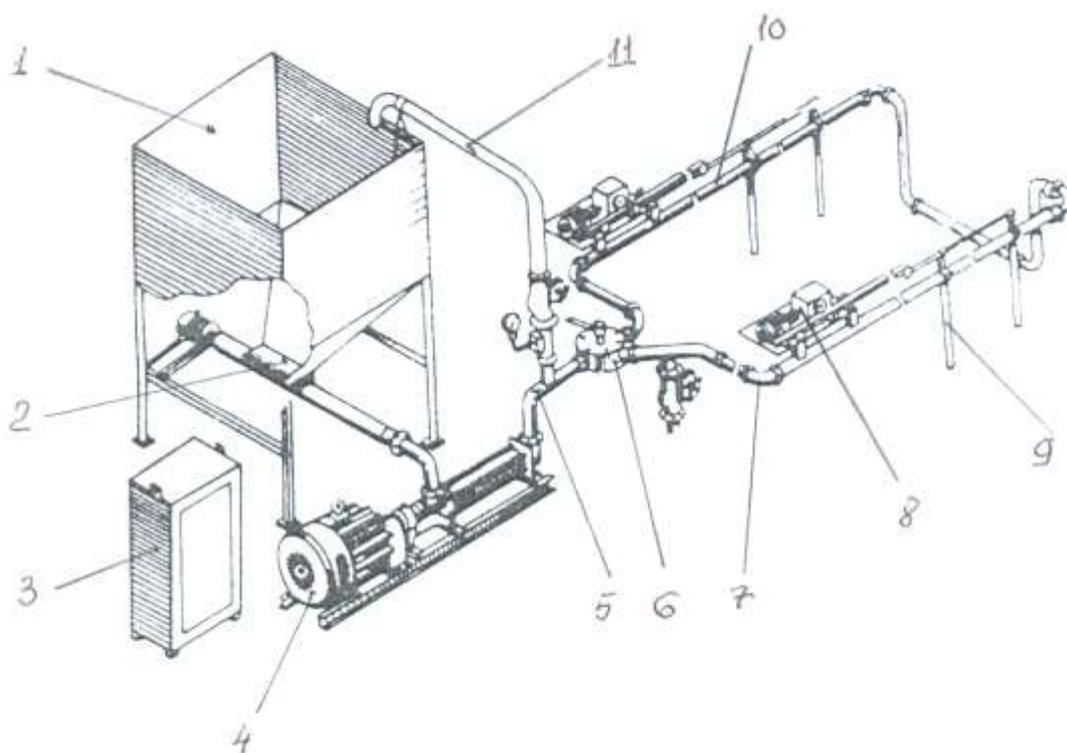


Рис. 5.1. Схема устройства стационарного кормораздатчика влажных кормосмесей КВК-Ф-1,5:

1-бункер-накопитель; 2-питатель шнековый; 3-электрошкаф управления; 4-агрегат электронасосный; 5-кормопровод; 6-кран трехходовой; 7 и 10- кормопроводы распределительные; 8-устройство для выдачи доз корма; 9-патрубки самотечные; 11-трудопровод для возврата корма в бункер

При раздаче корма животным кормосмесь из бункера-накопителя шнеком подается в винтовой насос и через переключатель потока (трехходовой кран) нагнетается в один из раздаточных кормопроводов.

На нем по заданной программе поочередно и на определенный промежуток времени открываются раздаточные клапаны и кормосмесь из кормопровода через сливной патрубок поступает в групповую кормушку. По истечении заданного промежутка времени клапан автоматически закрывается, а последующий – открывается, и корм будет заполнять следующую кормушку. Таким способом обеспечивается непрерывность процесса выдачи корма через данный кормопровод.

Однако широкого распространения в отечественном свиноводстве этот кормораздатчик не получил из-за сложности конструкции, ограниченных технологических возможностей (раздавал только текучий мелкодисперсный корм) и больших остатков корма в магистральном кормопроводе после каждого кормления.

Эффективность работы такого кормораздатчика можно повысить, если расширить диапазон рационов кормосмесей, исключить дополнительные перегрузки готовых кормов в свинарниках и обеспечить самотечное опорожнение магистральных кормопроводов после каждого кормления животных, что позволит значительно уменьшить потери дорогостоящих кормов. Для этого комплект технологического оборудования должен состоять из мобильного смесителя-заправщика кормов 1 (рис. 5.2) и трубопроводных кормораздаточных линий 4–6 с самотечным опорожением трубопроводной системы от остатков кормов после их раздачи животным.

Заправщик текучих кормов должен иметь гибкий напорный рукав 2 с разъемно-соединительной муфтой 3, с помощью которой обеспечивается оперативное подключение заправщика к раздаточной системе свинарников. Магистральный кормопровод этой системы должен выполняться в виде наклонных участков (пилообразно), в нижней точке которых должен располагаться запорный кран 5 и сливной патрубков 6. Угол наклона этих лучей кормопровода должен обеспечивать самотечное опорожнение магистрального кормопровода после каждого кормления.

Раздачу кормов с помощью этого комплекта оборудования производят в следующей последовательности. Загруженный кормом заправщик устанавливают около торца свинарника так, чтобы гибкий рукав можно было присоединить к кормопроводу данного здания. При необходимости предварительно перемешивают корм в бункере, а оператор свинарника открывает раздаточные краны данной линии и подает сигнал на раздачу корма. После такой подготовки оборудования к раздаче включают в работу насос. При этом корм из бункера заправщика будет насосом нагнетаться в кормопровод свинарника, а оператор, находясь у первой кормушки, следит за уровнем ее заполнения.

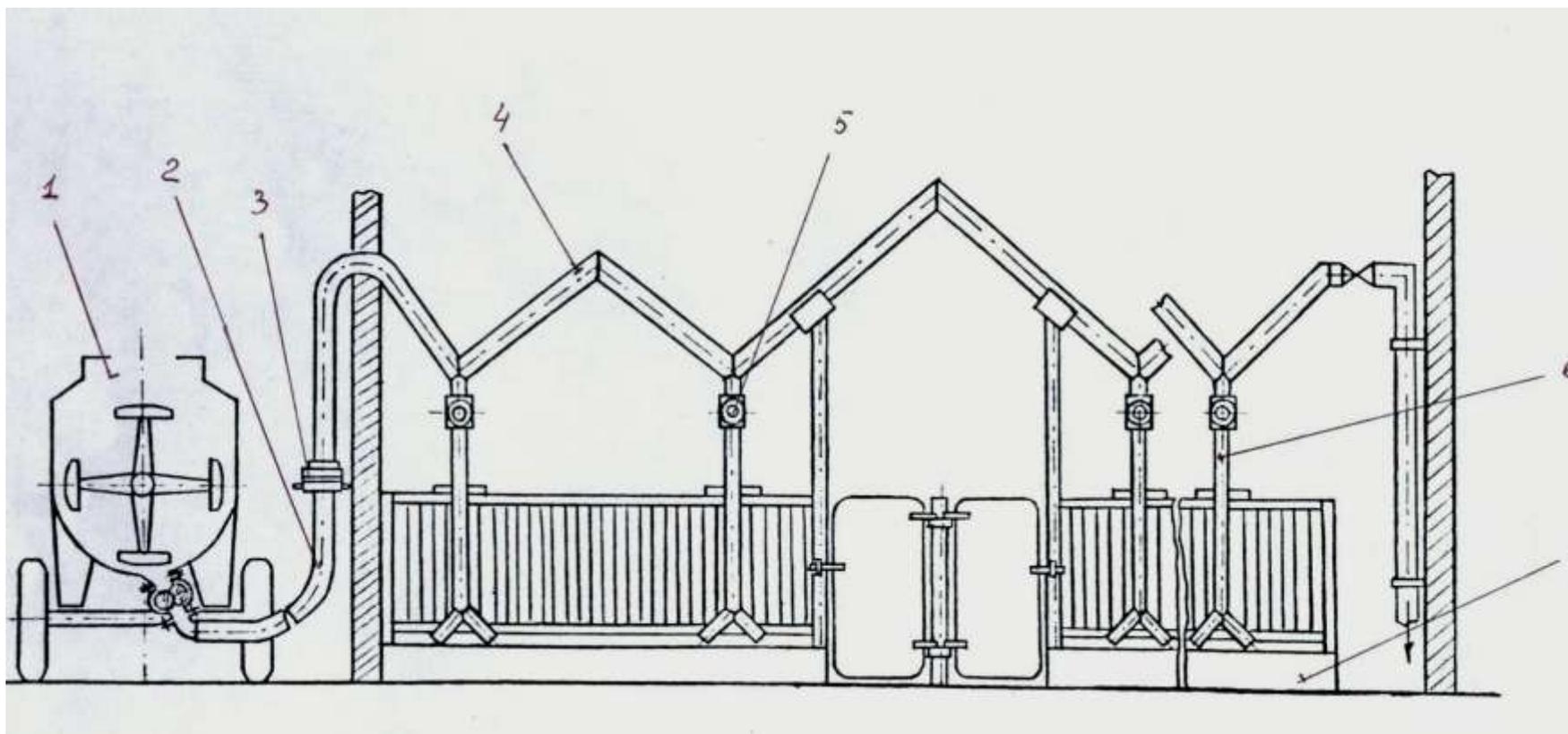


Рис. 5.2. Схема устройства комплекта оборудования для раздачи текучих кормов свиньям:
 1-мобильный заправщик текучих кормов; 2-гибкий напорный рукав; 3-муфта соединительная;
 4-самоопорожняющийся магистральный кормопровод; 5-раздаточный кран; 6-патрубок сливной;
 7-кормушка групповая

Закрыв первый раздаточный кран, оператор переходит к следующему и так последовательно заполняет кормушки. При закрытии последнего раздаточного крана автоматически сработает предохранительный клапан трубопроводной системы заправщика, и корм будет сбрасываться обратно в бункер.

После окончания этой технологической операции он подает сигнал водителю загрузчика об окончании раздачи кормов на данной линии, подачу корма прекращают, а заправщик устанавливают около другой линии или перегоняют его за следующей порцией готового корма.

Оператор свинарника теперь в любой последовательности открывает краны данной линии, а остатки корма из пилообразного кормопровода самотеком поступают в кормушки и поедаются животными.

Во ВНИИМЖе был разработан и изготовлен фрагмент такого технологического оборудования. В 1991-1993 гг. были проведены его лабораторные испытания. Он состоял из прицепного, агрегируемого с тракторами класса 1,4 т.с., доставщика-заправщика текучих кормов (рис. 5.3) и фрагмента кормораздаточной линии (рис. 5.4) с самоопорожняющимся трубопроводом пилообразной формы.



Рис. 5.3. Общий вид прицепного доставщика-заправщика кормов



Рис. 5.4. Экспериментальный фрагмент трубопроводной системы для раздачи кормосмесей влажностью около 75%

Прицепной заправщик кормов был выполнен на базе серийного кормораздатчика КМП-Ф-3,0, у которого вместо выгрузного шнека был смонтирован специальный насос с гибким напорным присоединительным рукавом, а также трубопроводная контрольно-измерительная и предохранительная арматура с патрубком для сброса корма в бункер заправщика. Такое исполнение комплекта позволит примерно в 1,5 раза снизить материалоемкость и энергоемкость технологического оборудования, исключить потери дорогостоящих кормов при их раздаче животным.

Разработка конструкторской документации на экспериментальное технологическое оборудование по раздаче свиньям текучих кормосмесей проводилась с учетом результатов предварительных экспериментально-теоретических исследований. В частности, для расчетов гидравлических сопротивлений трубопроводной системы прежде всего необходимо было знать численное значение кинематических коэффициентов вязкости ν раздаваемых кормосмесей. Опыты проводили на стандартном рассыпном комбикорме для откормочного молодняка свиней, увлажняемого в диапазоне 72...78% и имеющего температуру 25⁰С, а также на этих же кормах, но после их тепловой обработки (нагрев до 80⁰С)

и последующего охлаждения до 30°C . Результаты этих опытов представлены в виде графиков на рис. 5.5.

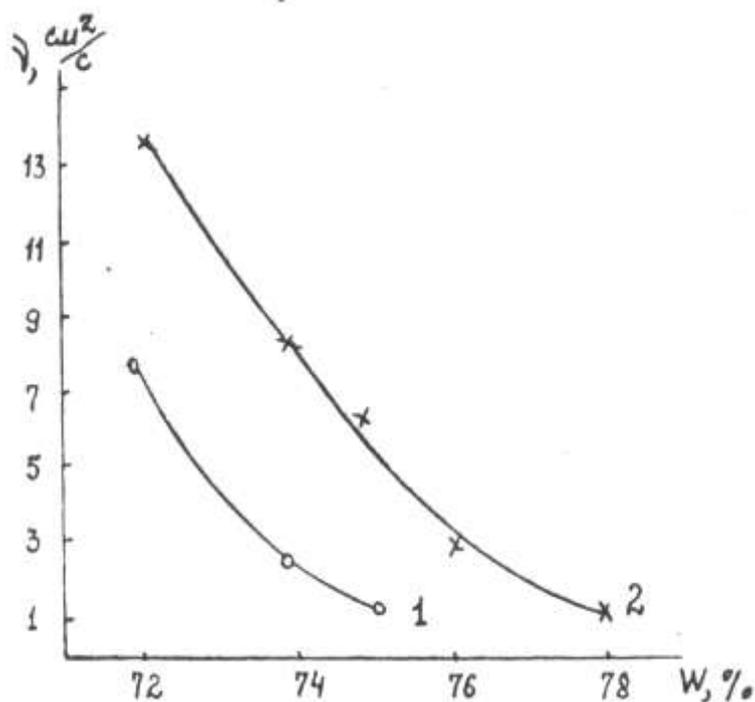


Рис. 5.5. Зависимость кинематического коэффициента вязкости « v » от влажности корма:

- 1- кормосмесь из рассыпного комбикорма и воды при $t = 25^{\circ}\text{C}$;
 2- то же после нагрева до 80°C и охлаждения до 30°C

Они показывают, что изменение влажности корма в исследуемом диапазоне оказывает существенное влияние на текучесть корма, характеризуемую кинематическим коэффициентом вязкости v . Так, у обычных кормов при влажности 72% он составляет около $8,0 \text{ см}^2/\text{с}$, а при $W=75\%$ снижается до 1,7, т.е. уменьшается в 4,7 раза. У кормов, подвергающихся тепловой обработке, коэффициент v при влажности 72% составлял 13,7 и снизился до величины $1,4 \text{ см}^2/\text{с}$ при $W=78\%$, т.е. почти в 10 раз.

Полученные экспериментальные данные показывают, что транспортабельность кормов по трубопроводной системе определяется в основном их влажностью: чем выше влажность корма, тем лучше он транспортируется. Однако зоотехнической наукой было установлено, что у жидких кормосмесей питательная ценность меньше, чем у влажных. По этой причине на практике мо-

жет оказаться, что разжижать корм водой с целью повышения его транспортабельности экономически нецелесообразно.

Теоретический расчет гидравлических сопротивлений трубопроводной системы для раздачи текучих кормов проводили с учетом рекомендаций литературных источников [18, 19 и др.].

Применительно к разрабатываемой трубопроводной системе раздачи текучих кормов с использованием самоопорожняющегося пилообразного магистрального кормопровода потери напора на преодоление гидравлических сопротивлений « h_w » будут определяться величиной линейных потерь (потерь напора по длине потока) « h_l » и местных потерь « h_m », которые связаны с изменением направления движения потока, т.е. с его поворотами.

С учетом изложенного полные потери напора рассчитывали по формуле:

$$h_w = \sum h_l + \sum h_m . \quad (1)$$

Однако следует учитывать, что суммирование коэффициентов местных сопротивлений будет справедливо в том случае, если они расположены на таком расстоянии по длине трубы, что искажение эпюры распределения скоростей по сечению незначительно. По рекомендациям [18] это условие выполняется, если

$$l_{вл} = 0,5 \frac{d \cdot \xi}{\lambda},$$

где $l_{вл}$ – длина влияния местного сопротивления в трубопроводе; d – внутренний диаметр кормопровода; ξ – коэффициент рассматриваемого местного сопротивления; λ – коэффициент сопротивления по длине трубы.

Потери напора, а также распространение скоростей по сечению потока существенно различаются для ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости. Критерием, определяющим режим этого движения, служит неравенство $Re \leq Re_{крит.}$, где Re – безразмерное число Рейнольдса; $Re_{крит.} = 2000 \dots 2400$ – критическое значение этого числа.

При этом следует учитывать, что от скорости передвижения кормовой массы в трубах будет зависеть режим ее движения (ламинарное или турбулентное). При $V > V_{кр}$ кормосмесь будет транспортироваться во взвешенном состоянии (без расслоения). Если V и $V_{кр}$ близки по значениям, то в нижней части (на дне)

трубопровода может образовываться тонкий слой твердых частиц, выпавших из кормовой массы, а при $V < V_{кр}$ в нижней части трубопровода будет образовываться устойчивый слой заиления и кормопровод может «забиться» кормом.

Для определения « $V_{кр}$ » можно воспользоваться рекомендациями Киселева П.Г. [24] и рассчитать ее численное значение по эмпирической зависимости:

$$V_{кр} = 1,76 \cdot d^{0,48} \cdot \sqrt[6]{\mu_T}, \text{ м/с}, \quad (2)$$

где d – диаметр кормопровода, м;

$\mu_T = \frac{a_T}{a_{ж}} = \frac{\text{масса твердой фракции}}{\text{масса жидкой фракции}}$ – весовая консистенция корма.

Например, для заданной консистенции (влажности) корма по этой формуле можно рассчитать критическую скорость его перемещения по трубопроводам различного диаметра, а затем сравнить ее с фактической (рабочей). Такие данные приведены в табл. 5.2. Они показывают, что для кормосмеси влажностью 74% при изменении диаметра кормопровода в пределах $d=0,03...0,12$ м критическая скорость находится в диапазоне $0,30...0,53$ м/с, а рабочая в пределах $3,54...0,22$ м/с.

На основании этих результатов можно заключить, что при диаметрах кормопровода более 80 мм возможно его заиление при работе на заданной кормосмеси.

Таблица 5.2.

Численные значения критической и рабочей скоростей движения кормосмеси при различных диаметрах трубопровода

Показатели	Численные значения показателей						
	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12
Диаметр кормопровода, «d», м	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12
Критическая скорость « $V_{крит.}$ », м/с	0,30	0,36	0,38	0,41	0,44	0,49	0,53
Рабочая (расчетная) скорость « V », м/с	3,54	1,28	0,89	0,65	0,50	0,32	0,22

Для труб круглого сечения при ламинарном движении число Рейнольдса рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\gamma},$$

где v – средняя скорость движения жидкости; γ – кинематический коэффициент вязкости этой жидкости.

Линейные потери напора в трубах круглого сечения, как при ламинарном, так и турбулентном движении жидкостей, в литературных источниках рекомендуется определять по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_{\lambda} = \lambda \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g},$$

а для влажных кормовых смесей она примет следующий вид:

$$h_{\lambda} = \lambda \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} \cdot \frac{j_{см}}{j_{с}}, \quad (3)$$

где $j_{см}$ – удельный вес (объемная масса) корма; $j_{с}$ – то же для воды.

В магистральном кормопроводе пилообразной формы местные гидравлические сопротивления будут создаваться в основном на стыках его наклонных лучей, т.к. в этих местах будет изменяться направление движения кормосмеси. Численное значение местных потерь напора можно определить по формуле:

$$h_{м} = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{j_{см}}{j_{с}}, \quad (4)$$

а коэффициент местного сопротивления « ξ » при повороте трубопровода на угол « α » в литературе [19] рекомендуется определять по эмпирической зависимости:

$$\xi = 0,9457 \cdot \sin \frac{2\alpha}{2} + 2,047 \cdot \sin \frac{4\alpha}{2}$$

Затраты энергии на транспортирование кормосмеси по магистральному кормопроводу необходимо рассчитывать по ее расходу и с учетом полных потерь напора, т.е.

$$N = \frac{Q \cdot (h_w + H_2)}{102 \cdot \eta} \cdot j_{см}, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где Q – расход кормов, м³/с; h_w – полные потери напора в кормопроводе, м; H_2 – геометрическая высота подачи корма, м; η – коэффициент полезного действия нагнетающей установки (насоса); $j_{см}$ – объемная масса кормосмеси, кгс/м³.

Основной целью проведения экспериментальных исследований фрагмента трубопроводной системы раздачи текучих кормосмесей в групповые кормушки являлось выявление условий для самотечного опорожнения магистрального кормопровода от ос-

татков кормов после его раздачи животным и обоснование оптимального расстояния между смежными сливными патрубками, обеспечивающими равномерность заполнения групповой кормушки по фронту кормления.

Опыты по определению оптимального угла наклона лучей пилообразного магистрального кормопровода проводили на кормосмеси, приготовленной из рассыпного комбикорма и воды в различных соотношениях (при влажности 70, 72, 74 и 76%). Угол наклона луча магистрального кормопровода изменяли в пределах $10 \dots 40^\circ$ при его постоянной длине 2,0 м.

Результаты этих опытов представлены в виде графиков на рис. 5.6.

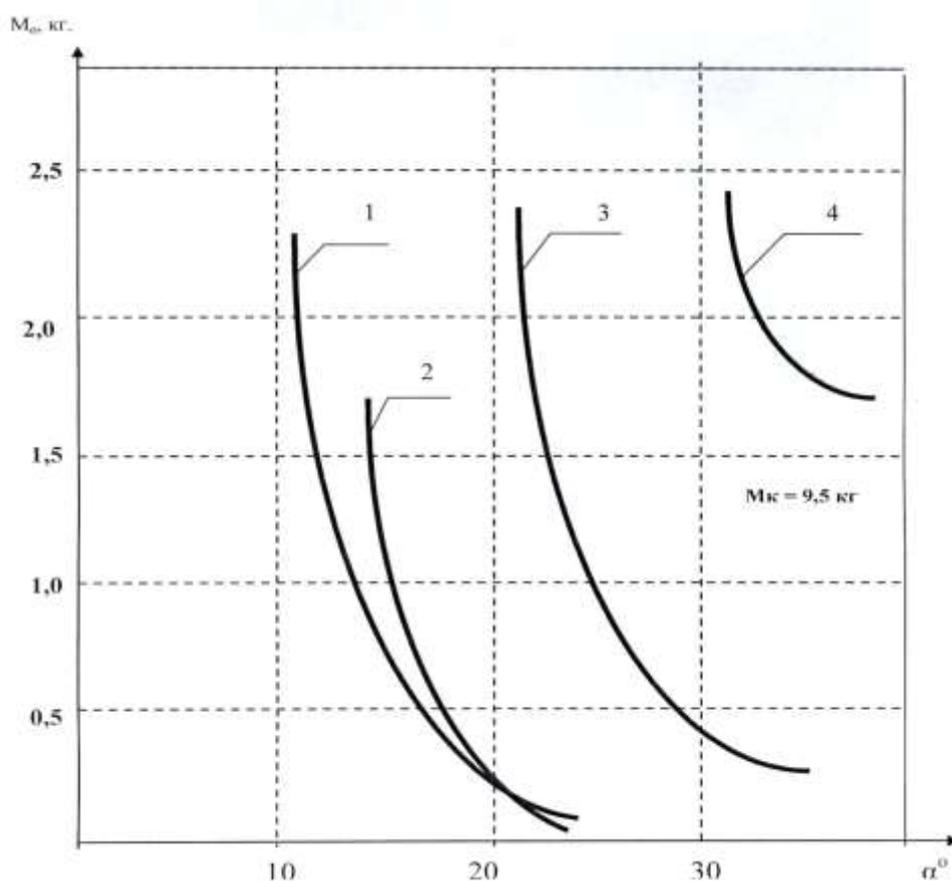


Рис. 5.6. Масса остатков корма в наклонном луче трубопровода в зависимости от угла его установки и влажности раздаваемой кормосмеси:

1 – влажность корма 76%; 2-4 – то же при влажности корма соответственно 74; 72 и 70%

Например, для раздачи кормов влажностью 76% (график 1) угол наклона лучей кормопровода α необходимо принимать не

менее 15° . Такой наклон трубы обеспечит практически мгновенное опорожнение кормопровода, а остатки корма в виде расслоившихся частиц комбикорма будут располагаться в самом верхнем участке трубы на длине 100...150 мм и занимать примерно $1/3$ сечения трубы. По массе они будут составлять не более 3% от общей массы корма в луче с вместимостью 9,5 кг. При раздаче кормосмесей влажностью 74% (график 2) самопроизвольное опорожнение кормопровода будет стабильно осуществляться, если угол наклона лучей будет не менее 20° , а при влажности 72% угол « α » необходимо принимать в пределах 25... 35° . Однако при влажности кормосмеси 70% (график 4) корм из трубопровода практически не вытекает при любом наклоне лучей.

Исследования процесса растекания корма вдоль кормушки при его подаче в одном из ее торцов проводили упрощенным способом – путем замера толщины кормовой массы в кормушке через определенный (в опытах через 0,5 м) интервал. Опыты проводились при двух расчетных значениях норм выдачи корма на погонный метр кормушки: 10,0 и 15,0 кг/п.м.; влажность корма изменяли в диапазоне 70...78%. Результаты этих исследований представлены в виде графиков на рис. 5.7.

Анализируя полученные данные, можно заключить, что при влажности корма 70% и норме выдачи 15 кг/м [график 1, рис.5.7(б)] в кормушке он распределяется неравномерно. В средней ее части толщина слоя корма была примерно в 2 раза больше, чем у торцов.

С увеличением влажности кормовой массы уровень корма в групповой кормушке выравнивается, а при влажности 76...78% и выдержке в течение 3...5 мин, заполнение кормушки кормом практически становится одинаковым.

Такой вывод подтверждается и результатами обработки опытных данных методами математической статистики (табл.5.3), которые показывают, что коэффициент вариации « γ » при оценке равномерности распределения корма по фронту кормления находится в пределах 9,6...4,1%, а в среднем у кормов влажностью 76% он равен 8,0 и 5,5% – у жидких кормов ($W=78\%$).

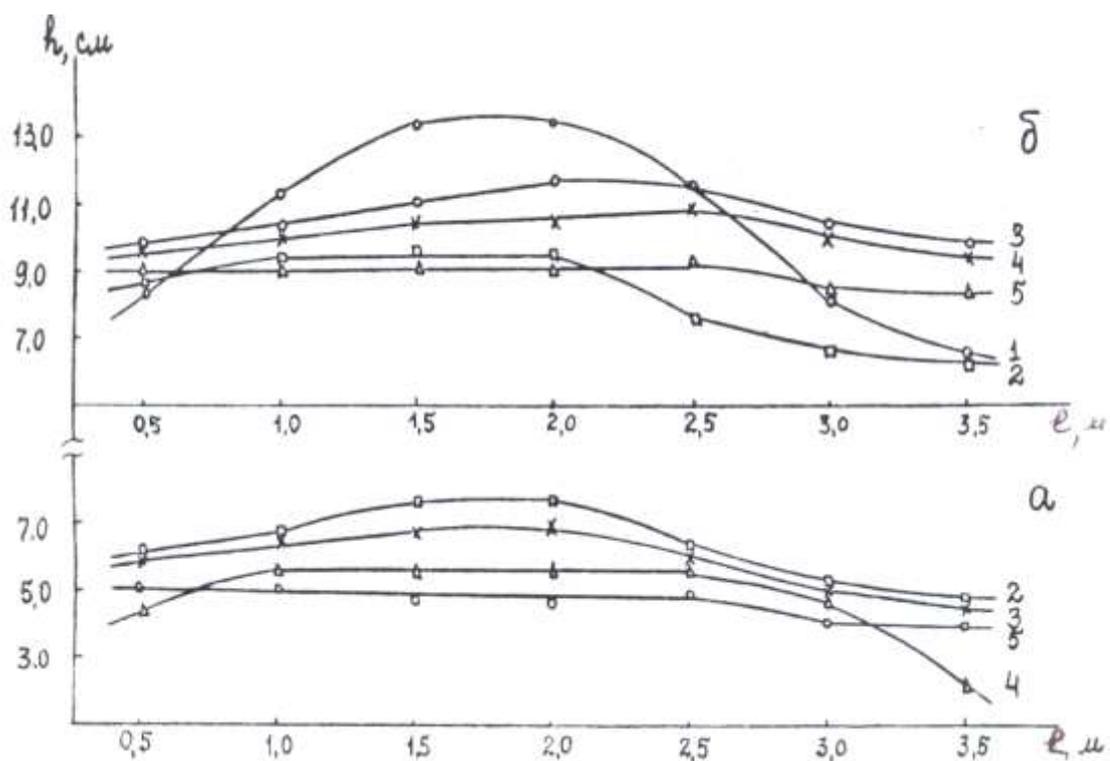


Рис. 5.7. Высота уровня корма в кормушке при нормах выдачи 10 (а) и 15 (б) кг/м

Таблица 5.3

Равномерность распределения корма по фронту кормления в групповой кормушке

Влажность кормосмеси, %	Коэффициент вариации «γ», %		
	при норме выдачи:		Среднее значение, %
	10 кг/м	15 кг/м	
70	-	25,2	-
72	18,5	8,7	13,6
74	13,5	7,4	10,4
76	9,6	6,5	8,0
78	6,8	4,1	5,5

На основании полученных результатов теоретических исследований трубопроводных систем по раздаче свиньям жидких кормовых смесей и экспериментальных данных по испытаниям фрагмента такой кормораздающей установки с самоопорожняющимся магистральным кормопроводом можно сделать следующие основные выводы:

1. Для нормированной раздачи свиньям кормовых смесей, приготовленных из рассыпного комбикорма и воды, по магистральному самоопорожняющемуся трубопроводу диапазон влажности готового корма должен находиться в пределах 72...78%, а оптимальным ее значением следует считать 74...76%. При такой влажности корма будет обеспечиваться достаточная его текучесть и должна сохраниться в нем питательная ценность для животных.

2. Угол наклона лучей пилообразного магистрального кормопровода α должен составлять 15...20° при раздаче кормов влажностью около 76%. При влажности 74% этот угол необходимо увеличивать до 20...25%, а при влажности кормосмеси 72% наклон лучей кормопровода к горизонту должен составлять не менее 30°. Такие условия исполнения кормопровода обеспечат его самопроизвольное опорожнение после раздачи корма животным.

3. Требуемая по зоотехническим условиям равномерность заполнения кормом групповой кормушки (не менее 90%) будет обеспечиваться, если ее длина от сливного патрубка (места подачи корма в кормушку) не будет превышать 3,0 м, а влажность раздаваемого корма составлять не менее 74%.

4. Для раздачи кормов в типовых свинарниках с групповым содержанием животных, длиной магистрального кормопровода до 100 м и нормах выдачи кормов до 20 кг на погонный метр групповой кормушки целесообразно применять стандартные трубы с условным проходом 60...80 мм, а подачу насосной установки применять в пределах 12...15 т/ч. Такое исполнение кормораздающего оборудования обеспечит наиболее эффективную раздачу кормов животным и исключит заиливание кормопровода.

5. Расчеты фактических потерь напора в трубопроводной системе раздачи кормов рекомендуется производить по формулам (1-4), а затраты энергии на выполнение технологического процесса – по формуле (5).

6. Стационарные средства механизации раздачи кормов свиньям

В настоящее время стационарные отечественные устройства для раздачи корма свиньям и птице в основном имеют рабочие органы с тяговым элементом, выполненным в виде троса или якорной цепи, реже – спирально-винтовые. Это обусловлено тем, что корма чаще всего раздают в сухом виде. Системы транспортирования сухого корма с применением тросо- или цепочно-шайбовых рабочих органов широко распространены и за рубежом (в частности, системы «Драй Рапид», «Дискафлекс» и др.). Рабочие органы такой конструкции компактны по исполнению, позволяют перемещать сыпучий материал в разных направлениях и на длину до 200 м. Перечисленные преимущества обеспечивают данному типу технологического оборудования широкое распространение.

Технический уровень отечественных серийных кормораздатчиков с тросо-шайбовыми рабочими органами и экспериментальных образцов спирально-винтовых транспортеров представлен в табл.6.1.

Например, при оценке этого технологического оборудования по удельной массе, отнесенной к единице его производительности, можно установить следующие показатели:

- у базовой модели серийного кормораздатчика КШ-0,5 она находится в пределах $5000 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$, а у 20 модификаций оборудования этой марки изменяется от 720 до $8000 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$;

- у тросо-шайбовых кормораздатчиков с весовым дозированием КВД-Ф-1 они находятся в пределах $1625 \dots 2670 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$, а у КВД-Ф-2 – несколько выше и составляют $3125 \dots 5600 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$;

- специализированный комплект для раздачи корма в свинарнике по откорму животных ОСО-2400 по этому показателю (в среднем $1970 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$) значительно эффективнее предыдущего оборудования;

*Технический уровень стационарных кормораздатчиков
с тросо-шайбовым или спирально-винтовым рабочим органом*

Наименование технических экономических показателей	Численные значения технико-экономических показателей								
	отечественных промышленно освоенных образцов кормораздатчиков: марка, завод-изготовитель, год освоения							экспериментальных	
	КШ-0,5* «Квасилов- ферммаш», 1980 г.	КВД-Ф- 1-I	КВД- Ф-1-II	КВД-Ф- 2-05	КВД-Ф- 2-06	КВД-Ф- 2-07	ОСО-2400 1987 г.	ЦНИПТИ- МЭЖ	ВНИИМЖ
Производительность (подача), т/ч	$\frac{0,35^{**}}{0,50}$	1,2	1,2	0,5	0,8	0,8	1,6...2,4	1,2	0,6
Длина транспортера, м	$\frac{160}{60 \dots 180}$	-	-	50	100	120	180	120	25
Установленная мощность, кВт	$\frac{2,89}{1,35 \dots 3,69}$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	4,0	2,2	2,2
Масса, кг	$\frac{2450}{360 \dots 4070}$	1950	3200	2800	2400	2500	3942	700	-
Число обслуживаемых свиней, гол.	$\frac{60/600}{23 \dots 1200}$	38	76	152	304	380	600	400	-

Примечания: * – базовая марка, имеет 22 исполнения (КШ-0,5...КШ-0,5-21)

** – производительность 0,95 т/ч, при $V = 0,4$ м/с; 0,50 т/ч при $V = 0,56$ м/с

$\frac{160}{60 \dots 180}$ – длина транспортирования базовой модели,

60...180 – диапазон длины других исполнений

- а у экспериментального кормораздатчика со спирально-винтовым рабочим органом конструкции ЦНИПТИМЭЖ удельная масса составляет всего $580 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$. Однако следует отметить, что в конструкции этого кормораздатчика не предусмотрены дозирующие устройства, которые в серийном оборудовании составляют основную составляющую их массы.

Если оценивать материалоемкость данного оборудования по его массе, приходящейся на обслуживаемую голову, то можно получить следующие показатели: у кормораздатчиков КШ-0,5 всех модификаций она составляет 3,5...16,0 кг/гол., у КВД-Ф-1 – находится в пределах 42...52 кг/гол., у КВД-Ф-2 снижается до 6,6...18,4 кг/гол., а у комплекта ОСО-2400 удельная материалоемкость самая низкая и составляет 6,6 кг/гол.

На основании изложенного можно заключить, что по удельной материалоемкости стационарные кормораздатчики значительно уступают универсальным электромобильным раздатчикам (КУС-Ф-2, КС-Ф-0,8 и др.), у которых этот показатель находится в пределах $500...550 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$, а у специализированного КСС-2,0 она еще меньше и не превышает $285 \frac{\text{кг}}{\text{м/ч}}$, т.е. почти на порядок ниже, чем у стационарного оборудования. Однако стационарное кормораздающее оборудование значительно (в разы) превосходит электромобильные кормораздатчики по удельным затратам труда, и его легче автоматизировать. По этой причине на свинокомплексах промышленного типа и крупных фермах для раздачи кормов животным применяют в основном автоматизированное стационарное технологическое оборудование. При этом в производственных зданиях с протяженным фронтом кормления (60 м и более) целесообразно применять тросо- или цепочно-шайбовые кормораздающие устройства, у которых длина контура может достигать до 200 м. Для транспортирования корма в свинарниках на короткие (до 60 м) расстояния целесообразно применять устройства со спирально-винтовыми рабочими органами, у которых нет холостых ветвей и они более компактны по конструкции.

6.1. Транспортирующие устройства с винтовыми рабочими органами

Исследованиями работы транспортирующих устройств с винтовыми рабочими органами (шнеками) в 70^{-е} годы занимались ученые В.Г.Иванов, Е.И.Резник, В.И.Прилепский, Н.Ф.Пикуза, Н.Н.Ульрих, С.К.Янчин и др. Например, В.Г.Иванов производил исследования процесса перемещения зерна (пшеница, овес) шнеком посредством скоростной киносъемки (труды ВИМ, т.32, М. 1963 г.) Установка была выполнена в виде наклонного шнека ($\alpha = 21^{\circ}$) длиной 2,2 м с диаметром шнека 120 мм и соотношением $S/D = 1,1$, кожух шнека – труба, с зазором 10 мм, частота вращения – переменная в диапазоне 100...950 об/мин., коэффициент заполнения кожуха ψ - переменный, но не более 0,4.

Опытами было установлено, что при $n = 100-150$ об/мин. основная масса зерна перемещается нижней частью винтовой поверхности вращающегося шнека, а некоторая часть перебрасывается через завитковое пространство (через вал шнека). При этом левая (восходящая) и правая сбрасывающая ветви винта работают по-разному.

При $n = 474$ об/мин. зерно перемещается шнеком по его спирали под углом $13...16^{\circ}$ выше нормали слева и под углом $\approx 30^{\circ}$ ниже нормали справа. Таким образом, перемещаемая шнеком масса зерна движется по своеобразной спирали и с отставанием от шнека, т.е. $K_v = \frac{S_{зерна}}{S_{шн.}} \cong 0,82$.

При $n = 950$ об/мин. увеличивается вращение материала в кожухе шнека и части материала – в завитковом пространстве ($K_v \approx 0,6$). По этой причине у быстроходных шнеков зазор между кожухом и шнеком должен быть минимальным (10...12 мм). При данной частоте вращения имеет место явление микроударов, т.е. винтовая поверхность в момент времени t сообщает зерну импульс, равный Pt .

Но $Pt = m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$, т.е. импульс шнека и импульс, сообщаемый зерну, должны соответствовать друг другу по величине. Так как масса зерна при коэффициенте заполнения $\psi = 0,4...0,7$ меньше массы шнека, а количество движения соударяемых тел одинаково, то скорость зерна v_2 в момент воздействия будет больше скорости винта v_1 и возможен микроотрыв частиц от ра-

бочего органа. Опытным путем было установлено, что явление удара и микроотрыв зерна от винтовой поверхности шнека возможны при $v \geq 2,0$ м/с.

Исследованиями Е.И.Резника («Анализ транспортирующей способности горизонтального винтового конвейера», НТБ по электрификации с/х, 1(7), ВИЭСХ, М, 1969 г.) было установлено, что в зоне загрузки сыпучий материал полностью заполняет межвитковый объем тихоходного шнека и под действием вращающейся винтовой поверхности получает «сложное поступательное и вращательное движение», а $V_{факт.} < V_{расч.} = \frac{S \cdot n}{60}$. При этом частицы материала частично перебрасываются через вал шнека.

Предложена формула для расчета высоты перебрасывания частиц:

$$h_s = \frac{v_{zm}^2}{2g} = \frac{1}{2g} \cdot \left(\frac{s \cdot n}{60} \right)^2 \cdot \left[\frac{f_1 + tg\alpha}{1 + tg^2\alpha} \right]^2,$$

где g - ускорение силы тяжести; S - шаг винтовой линии шнека; n - частота вращения шнека; f_1 - коэффициент трения материала о шнек; α - угол наклона (подъема) винтовой линии шнека.

На этом основании автором был сделан вывод о том, что «...там, где угол наклона элементарных площадок к горизонту меньше угла трения материала о шнек, он (материал) скользить не может и перебрасывается через вал шнека.» Исследованиями было установлено также, что с увеличением расстояния транспортирования материала его внутренние и внешние слои непрерывно перемешиваются с постепенным уменьшением (для хорошо сыпучих материалов) или увеличением (например, для влажного корма) коэффициента заполнения кожуха.

Вывод об отставании осевой скорости перемещения материала в горизонтальных шнеках разделяет и Коваленко В.П. в автореферате на соискание к.т.н. (1971 г., Волгоград). Им была предложена формула для определения фактической скорости перемещения материала шнеком следующего вида:

$$V_z = \frac{s \cdot n}{60} \cdot \frac{tg\beta}{tg\alpha + tg\beta} = \frac{s \cdot n}{60} \cdot K_v,$$

где $K_v = \frac{tg\beta}{tg\alpha+tg\beta}$ – коэффициент скорости материала; β – угол, определяющий траекторию движения материал; α – угол подъема винтовой линии шнека.

С учетом изложенного автором данных исследований была предложена формула для расчета производительности (подачи) шнеков:

$$Q = 47,1 D^2 \cdot s \cdot n \cdot \gamma \cdot \psi \cdot K_v ,$$

где D – наружный диаметр винтовой поверхности шнека; s - шаг винтовой линии; n - частота вращения шнека; γ - объемная масса перемещаемого материала; ψ – коэффициент заполнения кожуха шнека.

Исследования работы транспортирующих устройств со спирально-винтовыми рабочими органами в нашей стране проводили Н.Ф.Артюх, П.А.Преображенский и др.

В диссертационной работе на соискание ученой степени к.т.н. Артюх Н.Ф. предложил расчет транспортирующей способности спирально-винтового транспортера проводить с учетом площадей потока и скоростей перемещения сыпучего материала между витками спирали и ее внутренней полости, т.е.

$$Q_k = V_{oc.c} \cdot F_c \cdot \rho \cdot K_n + V_{oc.в} \cdot F_v \cdot \rho \cdot K_n ,$$

где $V_{oc.c}$ и F_c – осевая скорость и площадь потока корма между витками спирали; $V_{oc.в}$ и F_v - скорость потока (осевая) и площадь внутренней полости спирального рабочего органа; ρ – объемная масса материала; K_n – коэффициент заполнения объема материалом.

Преображенский П. А. (Механизация и электрификация с/х, М.,1973 г.) рекомендует производительность спирального транспортера определять с учетом объема межвиткового пространства по формуле:

$$W = \frac{0,15 D_k^3 \cdot n \cdot K_F \cdot \gamma}{tg(\alpha + \varphi_n + ctg\alpha)},$$

где D_k – внутренний диаметр кожуха; n – частота вращения рабочего органа; $K_F = \frac{F_m}{F_n}$ – коэффициент заполнения кожуха; $\alpha = arc\,tg\left(\frac{s}{\pi d_{cp}}\right)$ – угол наклона винтовой линии пружины (спирали); γ – объемная масса материала ; φ_n – угол трения корма.

Во ВНИИМЖе исследования работы транспортирующих устройств со спирально-винтовыми рабочими органами в 90-е годы проводили к.т.н. Алехин Е.Г. и Ломов В.И. Они рекомендуют для построения физической модели движения комбикорма в кожухе транспортера рассматривать с учетом характерных трех зон (рис.6.1.1) его перемещения: зона «А»- масса комбикорма, расположенная в цилиндрическом пространстве между витками спирали; зона «Б» - то же во внутреннем кольце; зона «В» - то же в боковых зазорах между кожухом и спиралью.

С учетом предложенной методики расчет производительности (подачи) данного устройства необходимо производить по формуле:

$$Q = Q_A + Q_B + 2Q_B.$$

При этом авторы считают, что в зоне «А» скорость постоянна и равна $V_A = S \cdot n$, т.е. определяется шагом винтовой линии и частотой вращения спирали. В зоне «Б» величину подачи было предложено рассчитывать по формуле $Q_B = \frac{S \cdot n \cdot \pi D_{с.в.}^2}{8}$, а в зоне «В» – $Q_в = \frac{s \cdot n \cdot 2F_в}{2}$.

В итоге для расчета величины подачи предложена следующая зависимость:

$$Q = \frac{\pi \cdot \gamma \cdot S \cdot n}{4} (D_{с.н.}^2 - D_{с.в.}^2) + \frac{S \cdot n \cdot \pi \cdot D_{с.в.}^2}{8} + S \cdot n \cdot F_в,$$

где γ – объемная масса комбикорма; S – шаг винтовой линии спирали; n – частота вращения спирали; $D_{с.н.}$ – наружный, а $D_{с.в.}$ – внутренний диаметры спирали; $F_в$ – площадь зоны между кожухом и спиралью.

Однако по предложенной данными авторами методике оценки транспортирующей способности транспортера со спиральным рабочим органом можно сделать некоторые замечания:

1. Расчетная схема, представленная на рис. 6.1.1, предусматривает расположение вращающегося рабочего органа (спирали) на дне кожуха. При таком расположении с $n = 450$ об/мин спираль, вероятно, будет соприкасаться с кожухом по всему его внутреннему периметру, и постоянное расположение свободного пространства (F сект) над спиралью весьма сомнительно. Такое предположение косвенно подтверждается завышенным

(85...95дБА) уровнем шума при транспортировании рассыпного комбикорма по кожуху, выполненному из полихлорвинилового материала;

2. Из литературных источников известно, что для приведения спиралей-пружин в рабочее состояние их необходимо предварительно нагружать, т.е. «заневольтить», а после такой осевой растяжки ось спирали должна совмещаться с осью кожуха.

3. Принятое авторами данных исследований предположение о том, что в центре зоны «Б» скорость материала равна нулю, следует считать ошибочным, т.к. в реальности материал перемещается по всему сечению. В этом случае местная скорость $v_{\phi} \neq 0$.

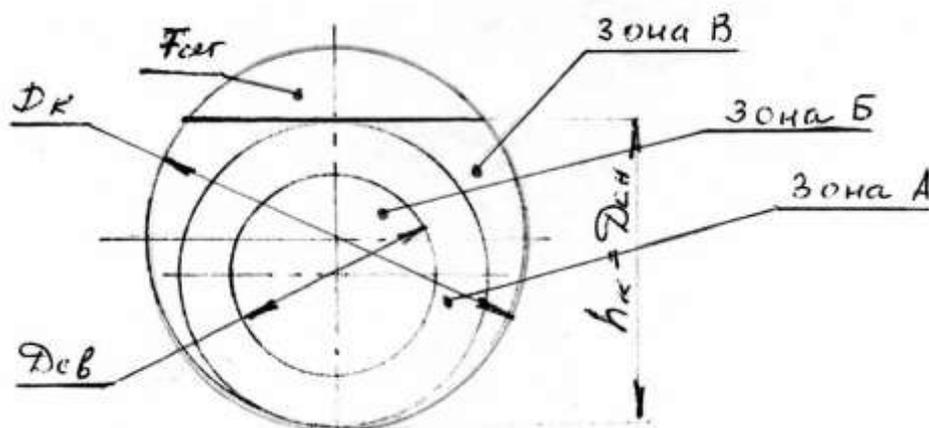


Рис 6.1.1.Схема расположения спирали в кожухе транспортера и зон движения комбикорма при ее вращении

Проведенный анализ материалов по исследованию работы транспортирующих устройств со спирально-винтовыми рабочими органами показал, что спиральные транспортеры отличаются компактностью своего конструктивного исполнения и удобны в управлении работой, они хорошо вписываются в автоматизированные системы механизации технологических процессов. Однако в литературных источниках приводятся различные методики расчета данных рабочих органов. В связи с этим исследования их работы применительно к раздаче сухого комбикорма животным на свиноводческих предприятиях остаются актуальными и в настоящее время.

С учетом изложенного ВНИИМЖ разрабатывает конструкторскую документацию на изготовление экспериментальной автоматизированной линии, обеспечивающей загрузку комбикорма в бункерные самокормушки мелкогрупповых станков для поросят-отъемышей при технологии их кормления «вволю». В состав этой линии должен входить серийный бункер-накопитель сухих комбикормов БСК-10 (поз. 1, рис. 6.1.2), экспериментальный спирально-винтовой транспортер 2, оборудованный самотечными патрубками с автоматическими клапанами 3, а также самокормушки 4 бункерного типа, которые обслуживают животных двух смежных станков. Схема устройства двухрядного блока таких станков представлена на рис.6.1.3.

Комплект оборудования, состоящий из блока станков для погнездного содержания поросят-отъемышей и автоматизированной линии их ненормированного кормления сухим комбикормом из бункерных самокормушек, целесообразно создать с целью производственной проверки эффективности технологии бесстрессового погнездного выращивания поросят.

Технологический процесс работы данного комплекта оборудования предполагается осуществлять по следующей схеме. Целесообразно реконструировать один из свинарников-маточников, в котором в одной его половине должны содержаться подсосные свиноматки с поросятами-сосунами, а во второй - осуществляться их погнездное доращивание при кормлении «вволю». Такая компоновка разного по назначению технологического оборудования в одном производственном здании должна исключить стрессы у поросят-отъемышей при их переводе из одного производственного здания в другое.

Технологический процесс при производственных испытаниях предполагается осуществлять в следующей последовательности. Проводят опорос и содержание поросят-сосунов под маткой в соответствии с принятыми в хозяйстве сроками их отъема, а после их передержки в данном станке погнездно, по служебному проходу, перегоняют в другую секцию данного свинарника. В ней также погнездно поросят-отъемышей доращивают до требуемых кондиций.

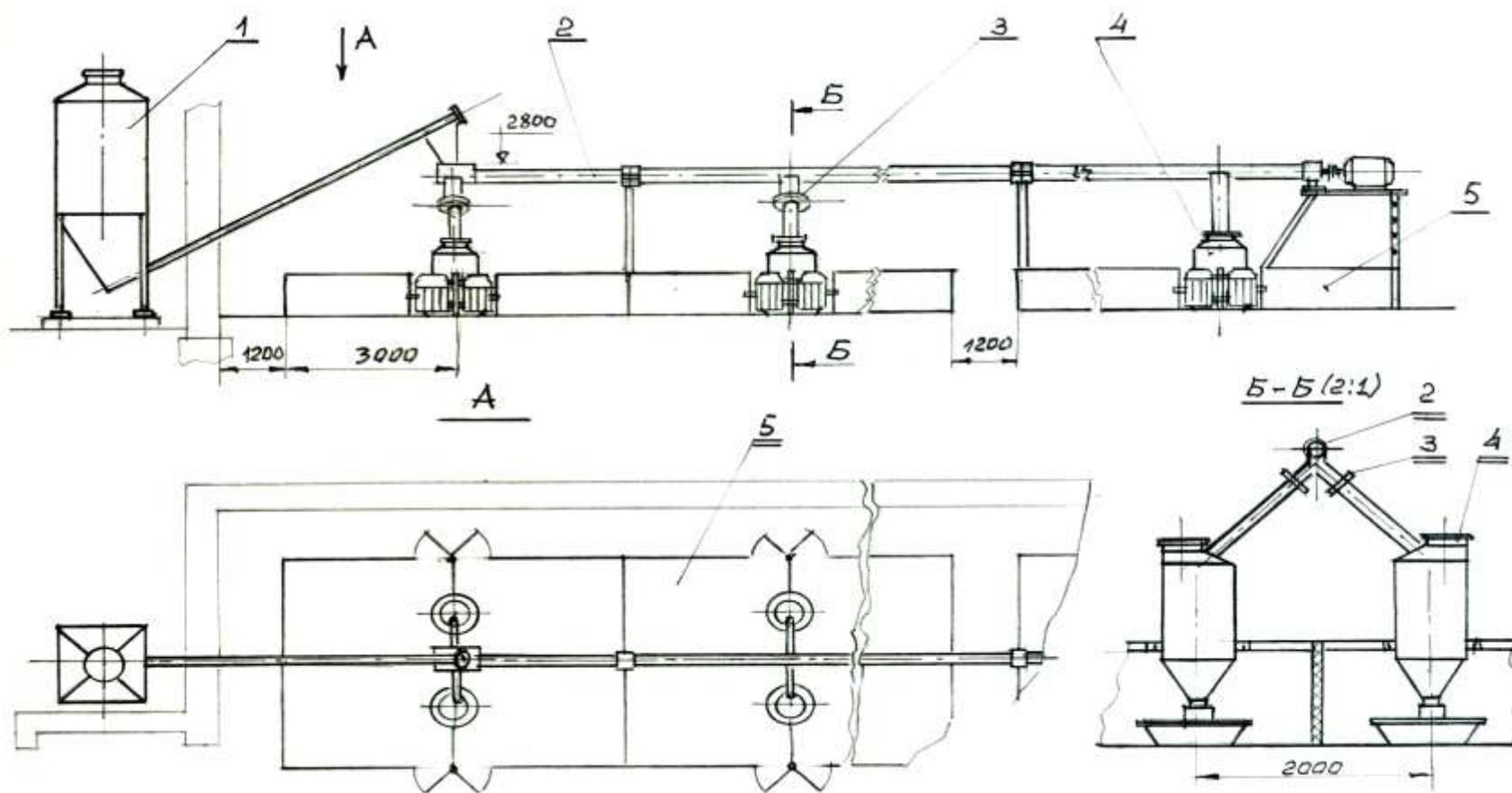


Рис. 6.1.2. Схема линии ненормированного кормления поросят-отъемышей при их погнездном содержании в станках БДС-12:

1 – бункер-накопитель для комбикорма БСК-10; 2 – транспортер спиральный; 3 – клапан загрузочный; 4 – самокормушка; 5 – станок для содержания поросят-отъемышей

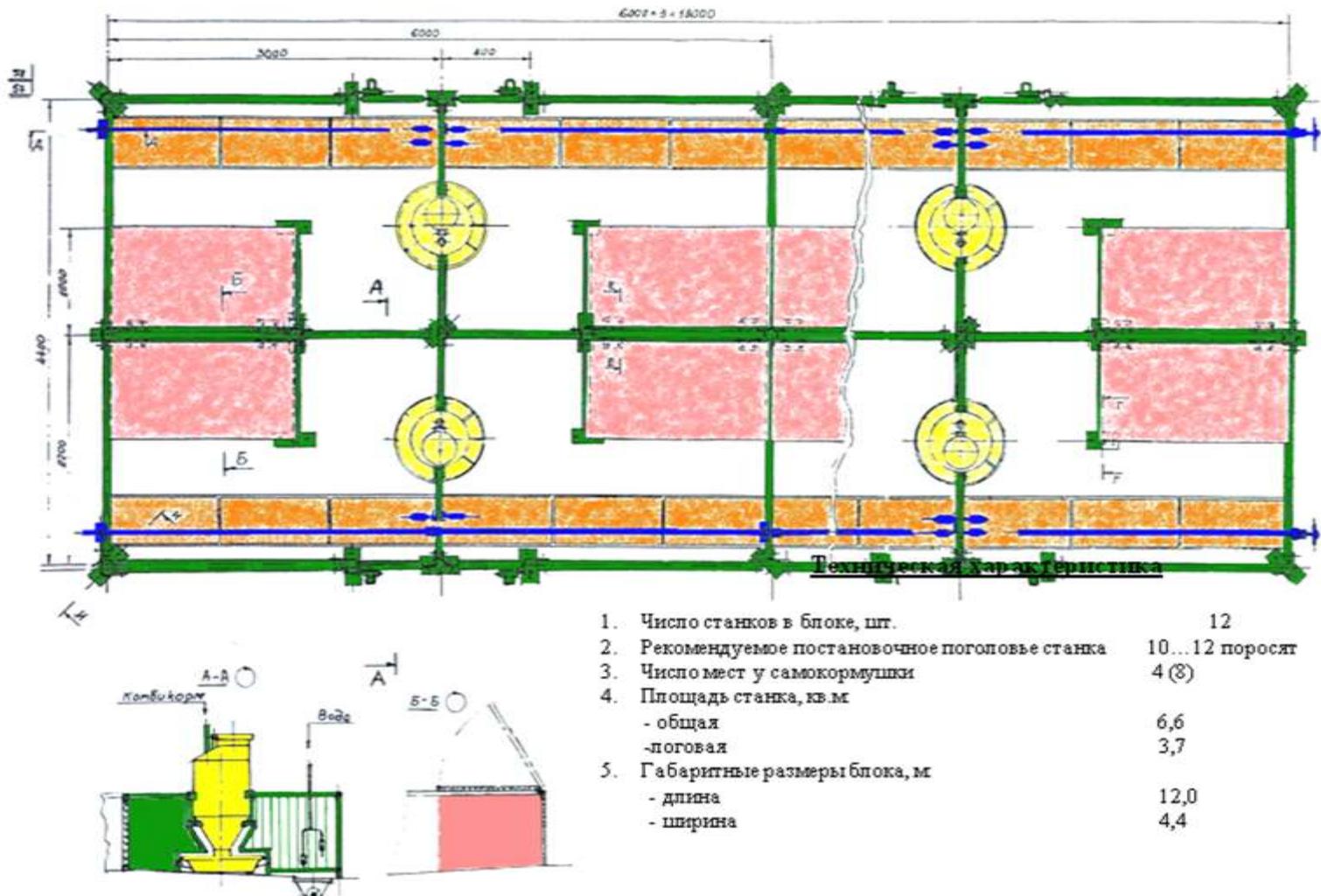


Рис. 6.1.3. Схема блока из 12 станков с их двухрядным расположением для погнездного содержания поросят-отъемышей при кормлении комбикормом «вволю»

При этом отъемыши содержатся в специализированных станках, оборудованных боксами для отдыха и самокормушками для комбикорма и двумя сосковыми поилками, смонтированных на контактной решетке и рядом с кормушкой. По мнению специалистов-технологов нашего института такой способ выращивания поросят позволит минимизировать стрессовые явления при их отъеме и переводе на существующий групповой способ их выращивания, а комфортное погнездное содержание в специальных станках и ненормированное кормление должно повысить их среднесуточные привесы.

6.2. Стационарный раздатчик кормов для свиней на базе качающегося транспортера

Теоретические и экспериментальные исследования, конструкторские работы, изготовление и испытания экспериментального образца принципиально нового стационарного раздатчика кормов для свиней на базе качающегося (вибрационного) транспортера проводятся сотрудниками ГАУ ВИИТиН (г.Тамбов) под руководством д.т.н., профессора Н.П.Тишанинова. По своим техническим и технологическим параметрам этот вид транспортирующих устройств можно отнести к спирально-винтовым (пружинным) транспортерам, однако в отличие от последних у разрабатываемого качающегося транспортера рабочим органом, перемещающим корм, является сам кожух.

Устройство экспериментальной установки такого транспортера представлено на рис. 6.2.1 – 6.2.3.

Авторы данной работы считают, что областью применения качающихся транспортеров может быть перемещение сыпучих материалов на короткие расстояния с положительными и отрицательными углами наклона (к горизонту), а также в горизонтальной плоскости. К преимуществам относят простоту конструкции, возможность герметизации груза при его транспортировании, малый износ грузонесущих устройств (желоба) и сравнительно небольшой расход энергии.

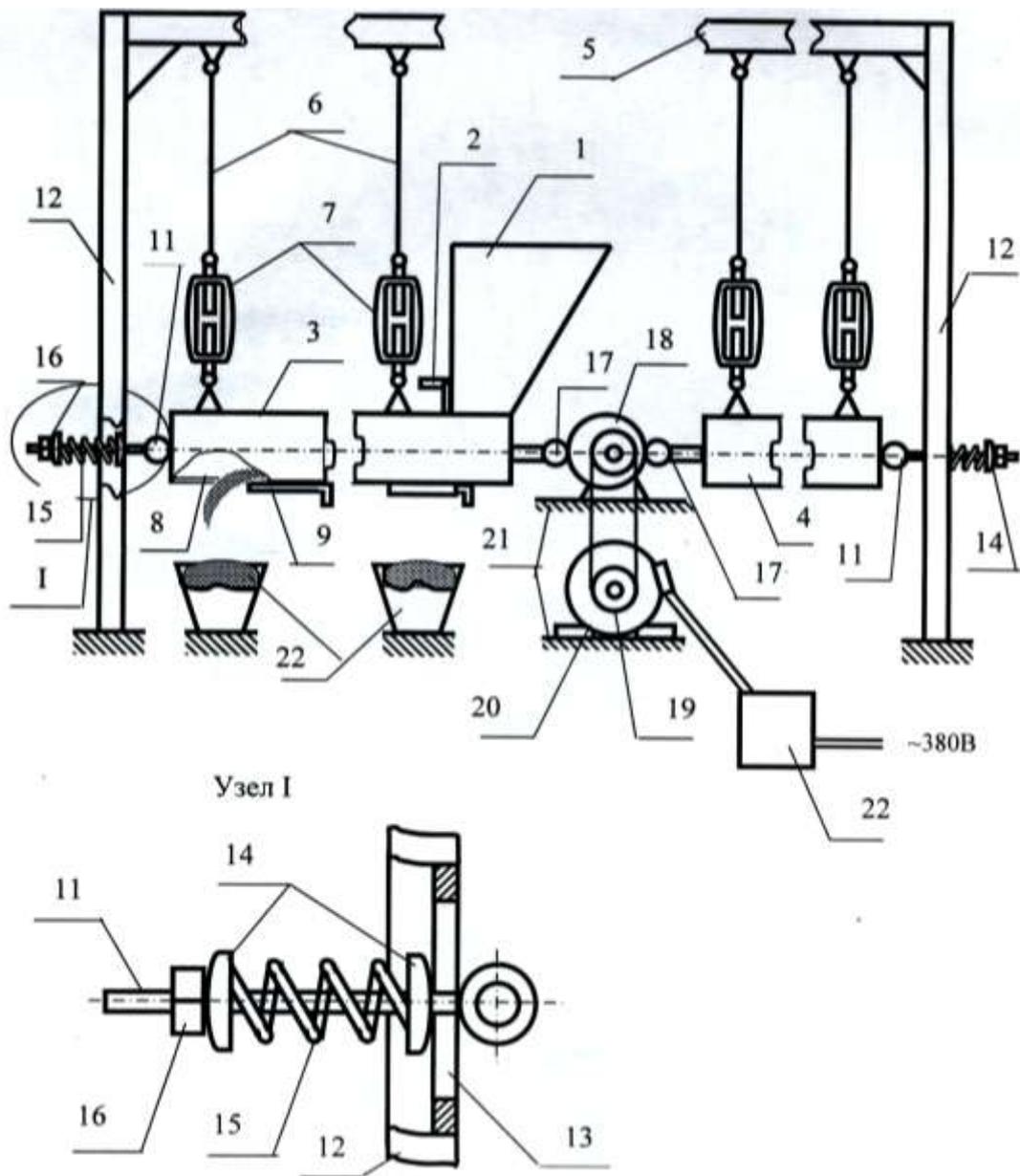


Рис. 6.2.1. Схема экспериментальной установки для исследования рабочего процесса качающегося транспортера:

1-бункер; 2-вибер; 3 и 4-транспортирующие желоба; 5-болка; 6-трос; 7-талреп; 8-выгрузное окно; 9-заслонка; 11-шток с резьбовым концом; 12-опорная стойка; 13-продольный паз; 14-чашка; 15-пружина; 16-гайка; 17-шатун; 18-эксцентрик; 19-клиноременная передача; 20-электродвигатель; 21-рама; 22-частотный преобразователь E2-8300; 23-приемные емкости



Рис. 6.2.2. Общий вид экспериментального образца качающегося транспортера:
*1-загрузочная воронка; 2- транспортирующий желоб (кожух);
3 – подвесные тросы с талрепами*



Рис. 6.2.3.(а) Фрагменты узлов экспериментального качающегося транспортера - задняя опорная стойка для штока с пружиной



Рис. 6.2.3(б). Фрагменты узлов экспериментального качающегося транспортера - приводная станция с эксцентриковым механизмом



Рис. 6.2.3(в). Фрагмент узла экспериментального качающегося транспортера – загрузочная воронка

Основными недостатками качающихся транспортеров считают передачу вибрационных нагрузок на опорные конструкции, ограничения по длине транспортирования груза и его физико-механическим свойствам (только сыпучий материал), малый срок службы упругих элементов и подшипников привода. Однако авторы считают, что устранение этих недостатков возможно при использовании «двухтрубных (симметрично расположенных от привода желобов) уравновешенных конвейеров», у которых длина транспортирования может достигать 60 м. Если такой качающийся конвейер (транспортер) будет работать с резонансными частотами колебаний, то, по мнению авторов, имеется возможность варьирования массой подвесной части и частотой колебаний для выбора оптимальных значений производительности и длины транспортирования груза.

Условие резонансных колебаний должно иметь следующий вид:

$$C = M\omega^2,$$

где C – жесткость системы, н/м; M – общая масса подвесной части транспортера, кг; ω – частота колебаний, c^{-1} .

С учетом расчетных значений массы подвесной части эта зависимость примет следующий вид:

$$C = \omega^2 \cdot l (m + S \cdot \rho_2),$$

где m - масса погонного метра кожуха; ρ_2 - объемная масса груза; S - площадь сечения слоя материала; l - длина кожуха.

Предельное значение жесткости системы предлагается определять с учетом условий прочности опорных стоек, их числа и радиуса кривошипа по следующей формуле:

$$C_{np} = \frac{M_{изг.пр.н_0}}{e \cdot r_k}.$$

Производительность данного устройства предлагается определять по формуле:

$$W = S \cdot \rho_r \cdot V_T,$$

где $V_T = K \cdot a \cdot \omega \cdot \text{сл.} \beta \sqrt{1 - \frac{1}{\Gamma}}$ - расчетное значение скорости транспортирования (расчетная зависимость предложена В.К.Дьячковым); K – опытный коэффициент (для зерна $K =$

0,9...1,1); a – амплитуда колебаний, м; β – угол направления колебаний, рад.; Γ – коэффициент режима работы ($\Gamma=2,0$).

При экспериментальных исследованиях авторами была установлена зависимость производительности транспортера от частоты вращения « ω » и величины эксцентриситета « ε » эксцентрикового привода, а также угла наклона транспортера к горизонту " α " и длины транспортирования материала " L ".

Например, производительность установки в зависимости от частоты вращения эксцентрика можно определить по следующим эмпирическим выражениям:

$$W_{\varepsilon 5} = 0,0178 \omega^{0,051\omega} \text{ - при } \varepsilon = 5 \text{ мм,}$$

$$W_{\varepsilon 10} = 1,949 \omega^{0,0382\omega}, \quad W_{\varepsilon 15} = 31,644 \omega^{0,028\omega},$$

соответственно при $\varepsilon = 10$ и $\varepsilon = 15$ мм.

Установлено, что при наклоне транспортера под углом $\alpha = 1^\circ 45'$ и эксцентриситете $\varepsilon = 5,0$ и $10,0$ мм производительность возрастает соответственно в 2,3 и 1,7 раза. Эмпирические зависимости этих показателей имеют следующий вид:

$$W_1 = 84,388 \cdot 1,65^\alpha \text{ - при } \alpha = 0^\circ \dots 1^\circ 45', \quad \omega = 45 \text{ с}^{-1}, \quad \varepsilon = 5 \text{ мм;}$$

$$W_2 = 200,357 \cdot 1,278^\alpha \text{ - при } \omega = 33,3 \text{ с}^{-1}, \quad \varepsilon = 10 \text{ мм;}$$

$$W_3 = 444,447 \cdot 1,066^\alpha \text{ - при } \omega = 29,1 \text{ с}^{-1}, \quad \varepsilon = 15 \text{ мм;}$$

Влияние длины экспериментального транспортера на его производительность представлена в виде графиков на рис. 6.2.4. При этом было установлено, что величина подачи данного устройства существенно зависит от протяженности (длины) транспортировки сыпучего материала. В опытах этот параметр изменялся от 1 до 5 метров, а величина подачи при этом снижалась примерно в 1,5 раза. Такой же вывод можно сделать и на основании результатов опытов по замерам коэффициента заполнения желоба (кожуха) транспортера (рис.6.2.5).

Если длина транспортирования материала составляла 0,5 м (до 1^{-го} выгрузного окна), то коэффициент заполнения φ находился в пределах 55...64%, при $l_T=1,5$ м $\varphi = 50...75\%$, а при $l_T = 3,5$ м он увеличивался до 78%; можно предположить, что при значительном дальнейшем увеличении длины транспортирования оборудование «забьется» кормом.

На этом основании можно сделать следующее предварительное заключение: необходимо провести исследования по транс-

портированию данными устройствами сыпучих материалов на другие расстояния (не менее 50 м, т.е. половину длины наиболее распространенного типового свиарника).

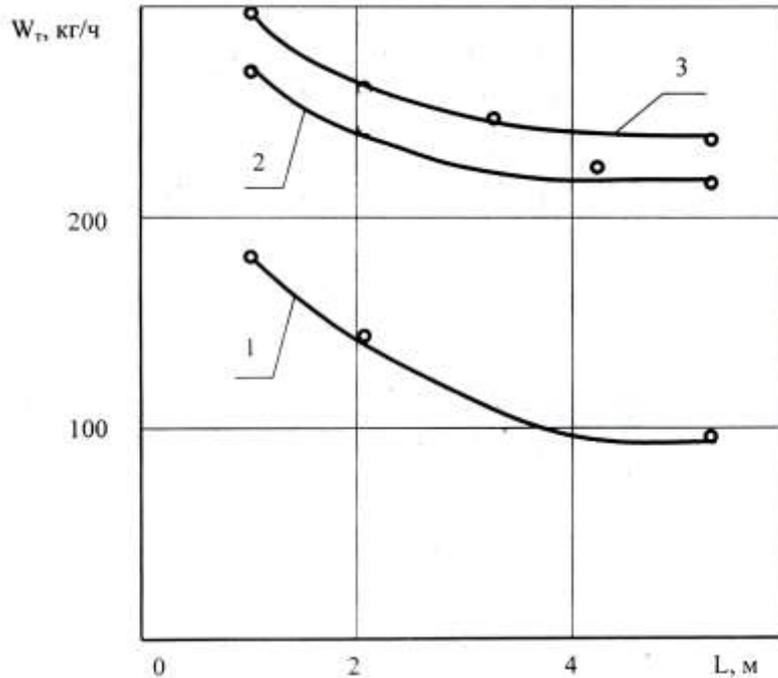


Рис. 6.2.4. Производительность (подача) качающегося транспортера в зависимости от его длины:

1 – при $\alpha_1=0^\circ$; $\omega=33,3 \text{ с}^{-1}$; $\varepsilon=10,0 \text{ мм}$;
 2 – при $\alpha_2=1^\circ 03'$; 3 – при $\alpha_3=1^\circ 45'$

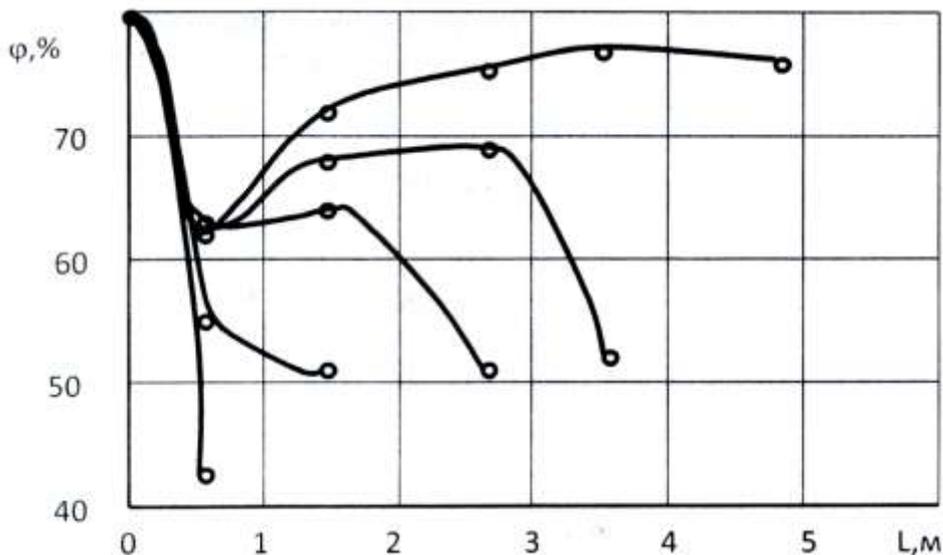


Рис.6.2.5. Зависимость коэффициента заполнения желоба транспортера (ϕ) от длины транспортирования (L) при ($h_{\text{ш}} = 76 \text{ мм}$)

Одновременно с проведением экспериментально-теоретических исследований автоматизированного кормораздатчика на базе качающегося транспортера были обоснованы основные параметры групповой самокормушки для свиней, разработана и испытана ее конструкция.

Авторы рекомендуют применять самокормушку прямоугольной формы со спаренными групповыми корытами для кормления животных (рис. 6.2.6).

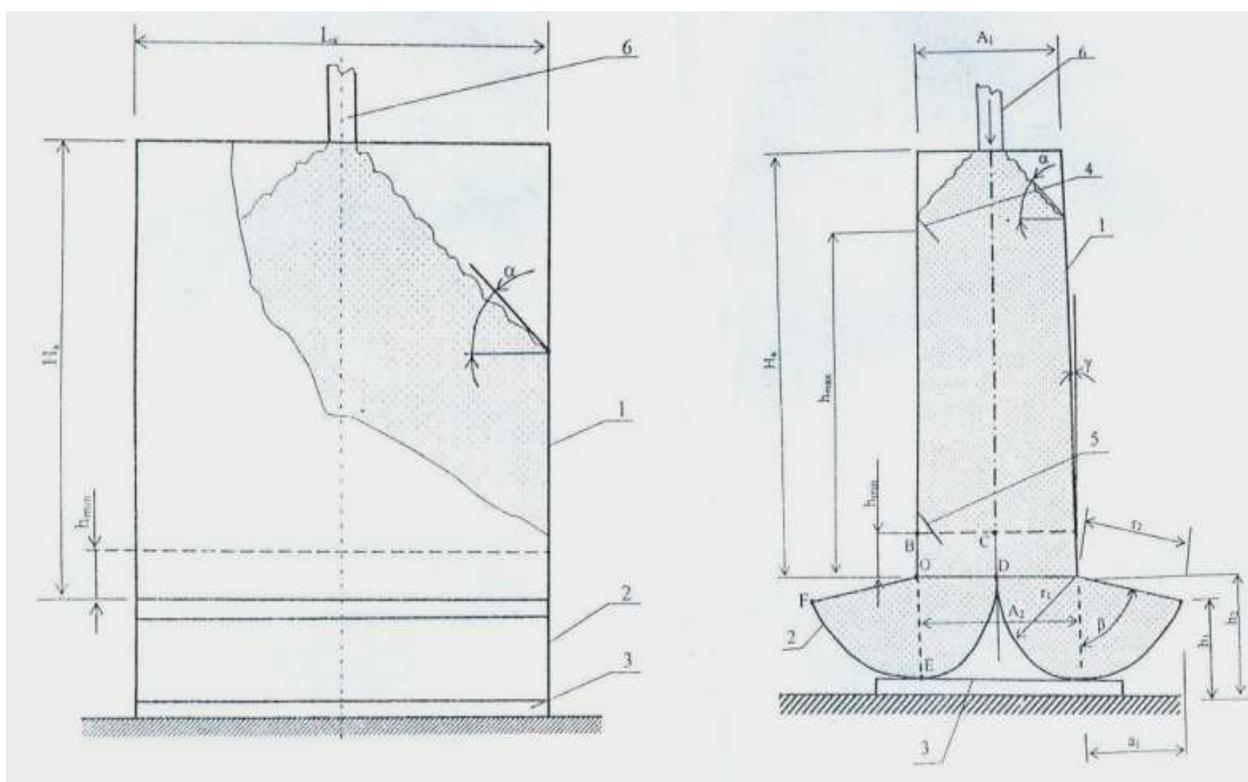


Рис.6.2.6. Схема устройства самокормушки прямоугольной формы и условные обозначения, принятые при ее расчетах:

1-самокормушка; 2-корыто; 3-опора; 4 и 5 – датчики верхнего и нижнего уровней; 6-самотечный патрубок транспортера

Ее вместимость авторы рекомендуют принимать с учетом интенсивности потребления корма животными данного станка и резервного запаса корма в кормушке. При расчете резервного запаса (табл. 6.1.) среднеквадратичное отклонение в интенсивности поедания корма было предусмотрено в пределах 5...15 %, а кратность кормления животных – в пределах от 1 до 3 раз в сутки. Из

таблицы видно, что максимальный резервный запас корма в кормушке 40,5 кг соответствует наибольшему значению (15%) отклонений в интенсивности потребления корма и его разовой (в сутки) загрузке в самокормушку. В итоге авторы рекомендуют при расчете вместимости бункера самокормушки учитывать наиболее эффективный режим работы обслуживающего персонала (заполнять кормушку кормом не чаще 1 раза в сутки) и максимальное значение резервного запаса корма.

Таблица 6.1

*Величина резервного запаса корма в самокормушке (кг)
при различных условиях ее эксплуатации*

Средне-квадратичное отклонение интенсивности поедания корма $\delta_q, \%$	Условия заполнения кормушек		
	Кратность заполнения, раз/сут.		
	1	2	3
	$t_{ц} = 17$ ч $t_3 = 1$ ч	$t_{ц} = 8$ ч $t_3 = 1$ ч	$t_{ц} = 5,0$ ч $t_3 = 1$ ч
5	16,6	10,3	8,2
7	21,4	12,5	9,6
9	26,2	14,8	11,0
11	30,9	17,0	12,4
13	35,7	19,3	13,8
15	40,5	21,5	15,2

Что касается самой конструкции экспериментальной самокормушки, то можно сделать следующее предположение: у самокормушки с выгрузным окном по всей ее ширине будут наблюдаться большие потери корма, т.к. он заполняет почти весь ее объем и животные будут вываливать корм на пол.

По этой причине такие самокормушки чаще всего имеют регулируемую по величине щель, через которую корм из бункера дозированно поступает в кормушку, а для предупреждения его зависания применяют «ворошилки» различных конструкций.

В устройстве бункерных самокормушек заслуживает внимание предложение авторов данной работы по совершенствованию конструкции датчиков уровня сыпучих материалов. В частности, бункерные самокормушки они оснастили датчиками уровня с «...прилегающим коромыслом» (рис.6.2.7), которое под воз-

действием массы сыпучего материала, поступающего из специального отвода, поворачивается и замыкает магнитоуправляемые контакты датчика уровня корма. По сигналу этого датчика подача корма прекращается.

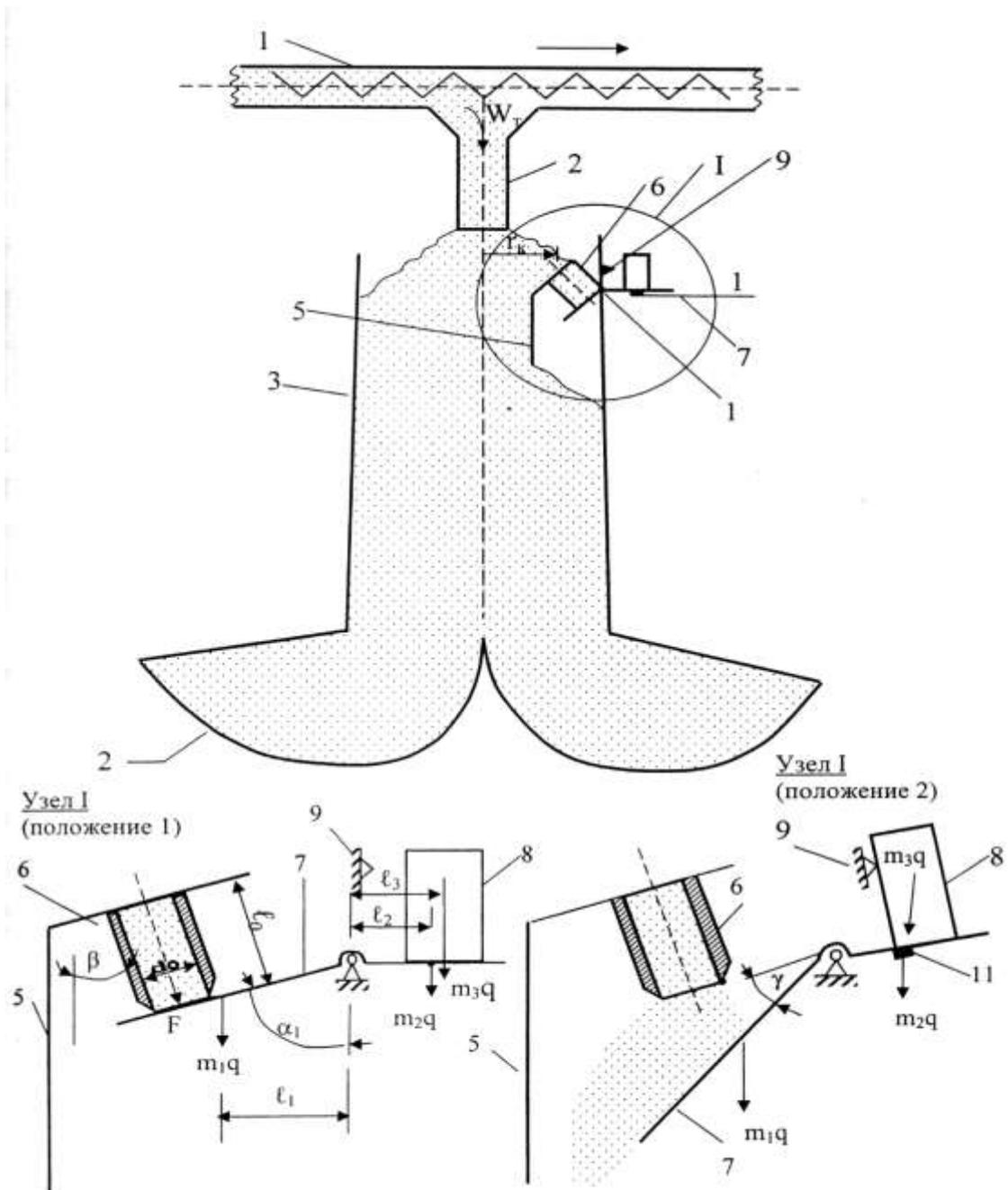


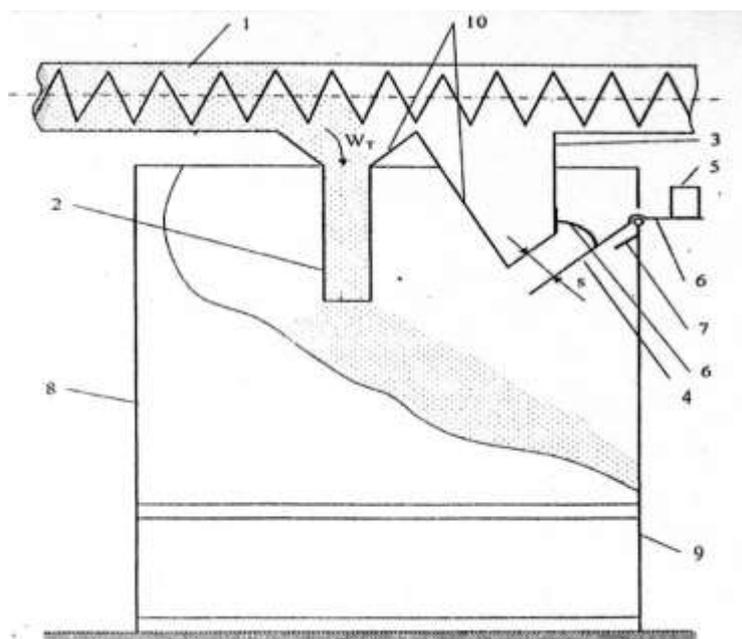
Рис.6.2.7. Конструктивная схема датчика контроля уровня корма с прилегающим коромыслом:

1-кормопровод; 2-отвод; 3-бункер самокормушки; 4-корыто; 5-защитный кожух; 6-отвод; 7-коромысло; 8-МУК; 9-упор; 10-шарнир; 11-противовес

Следует считать такие датчики уровня с рычажной системой и магнитоуправляемыми контактами более надежными в работе, и их можно рекомендовать к применению. Однако на коромысле (см. рис.6.2.7) целесообразно закреплять не магнитоуправляемый контакт (поз. 8), а постоянный магнит, который при повороте коромысла (рычага) 7 замкнет контакты данного устройства и будет служить упором 9.

Для защиты такого устройства от преждевременного срабатывания и надежности работы предложено оградить этот датчик кожухом 5, а для направленного динамического воздействия на коромысло 7 сыпучий материал должен подаваться через специальный отвод 6.

Однако наиболее перспективным решением авторы данной разработки считают конструкцию датчиков уровня сыпучего материала с независимой его подачей на подвижное коромысло этого датчика (рис. 6.2.8).



6.2.8. Схема размещения в самокормушке датчика уровня с независимой подачей сыпучего корма на подвижное коромысло:

1-транспортер; 2, 3 – патрубок; 4- коромысло; 5-магнитоуправляемый контакт; 6-ограничитель хода; 7-упор; 8-самокормушка; 9-корыто самокормушки; 10-наклонные стенки патрубков

В этом случае рабочая площадка коромысла 4 расположена на расстоянии «S» от торца самотечного патрубка транспортера и не закрывает его торец. Такое исполнение обеспечит гарантированное опорожнение подающего патрубка от корма после отключения оборудования и повысит надежность работы всей системы электроавтоматики.

6.3. Кормовые станции

Одной из важнейших задач свиноводства является рациональное использование кормов, доля которых в себестоимости продукции находится в пределах 50...70%. В связи с этим проблемы в соблюдении точности дозирования кормов животным занимают особое место на свиноводческих фермах и комплексах. За рубежом данные задачи решаются в основном путем применения автоматизированных систем индивидуального нормированного кормления свиней (компьютерных кормовых станций). Опыт ряда зарубежных фирм, таких как «Биг Дачмен» и «Вест-фалия» (Германия), «Функи» и «Веда» (Дания), «Пойез» (Бельгия), «Шауэр» Австрия и др., показал, что наиболее рационально кормовые станции применять при кормлении супоросных и ремонтных маток. Дифференциация норм кормления у этих половозрастных групп животных зависит от периода супоросности, возраста и массы животного. Например, суточная норма расхода корма для супоросной свиноматки может изменяться в пределах 2,2...3,4 корм.ед. В литературе имеются примеры эффективного применения кормовых станций с идентификацией животных и при кормлении откормочного поголовья свиней.

В нашей стране в конце 80^{-х} годов ВНИИКОМЖ совместно с ВНИИМЖем разработал и изготовил экспериментальный образец отечественной кормовой станции, которая помимо индивидуального нормированного кормления свиней позволяла автоматически определять массу животного, производить замеры его туловища (длину, высоту, толщину). Производственные испытания этого оборудования проводили на свиноферме совхоза «Буденновец» Дмитровского р-на Московской обл. Предварительные результаты испытаний показали работоспособность ее систем, однако была выявлена ненадежность закрепления датчика на шее

животного. Для устранения этого недостатка предполагалось даже опробовать метод имплантации «чипа» в пяточок свиньи. Однако после распада СССР все работы по данной тематике были прекращены.

Для раздачи сухого комбикорма другим половозрастным группам свиней отечественной промышленностью выпускались стационарные устройства, созданные в основном на базе тросошайбовых кормораздатчиков (КШ-0,5; ТШ-2А) или шнековых, а также спирально-винтовых транспортеров, с помощью которых чаще всего подавали комбикорм в самокормушки для поросят-отъемышей.

Основным принципом работы кормовых станций различных фирм является индивидуальная нормированная выдача корма свиноматке в соответствии с заданной программой управляющего компьютера. Поступающее на станцию животное сначала идентифицируется. Антенна кормовой станции принимает сигнал, передаваемый ответчиком, закрепленным на животном, и передает его в компьютер. В соответствии с заданной программой компьютер решает вопросы дозировки корма. Если животному полагается получить корм, то управляющий компьютер включает приводные двигатели дозирующих устройств (выдача сухого корма) или электромагнитные клапаны (выдача жидкого корма) и дозирует количество корма, предусмотренное программой.

Сухой корм чаще всего выдается порциями по 30...100 г через интервалы 25...30 сек. Скорость выдачи порций при кормлении жидким кормом примерно в 3 раза выше. Съеденное количество корма фиксируется компьютером, заданную суточную дозу свиноматка может съесть за один или несколько заходов в станцию. Входная дверь во время кормления должна быть закрыта. Это позволяет слабым свиноматкам спокойно поглощать корм. Иногда об окончании кормления сообщает звуковой или световой сигнал.

Система кормления по требованию самого животного (кормовые станции) включает следующие основные элементы конструкций: индивидуальный станок (станция) с автоматическими системами входа и выхода животного, а также кормовым столом; система идентификация животного с передатчиками и при-

емными устройствами; механизмы для взвешивания животного; компьютерное управление технологическими процессами. Однако по конструктивному исполнению существующие кормовые станции имеют отличительные признаки по расположению входа и выхода животного из станции, конструкции кормового стола (корыта) и месту его расположения в станции, способу идентификации животного.

Схемы принципиального устройства существующих кормовых станций представлены на рис. 6.3.1.

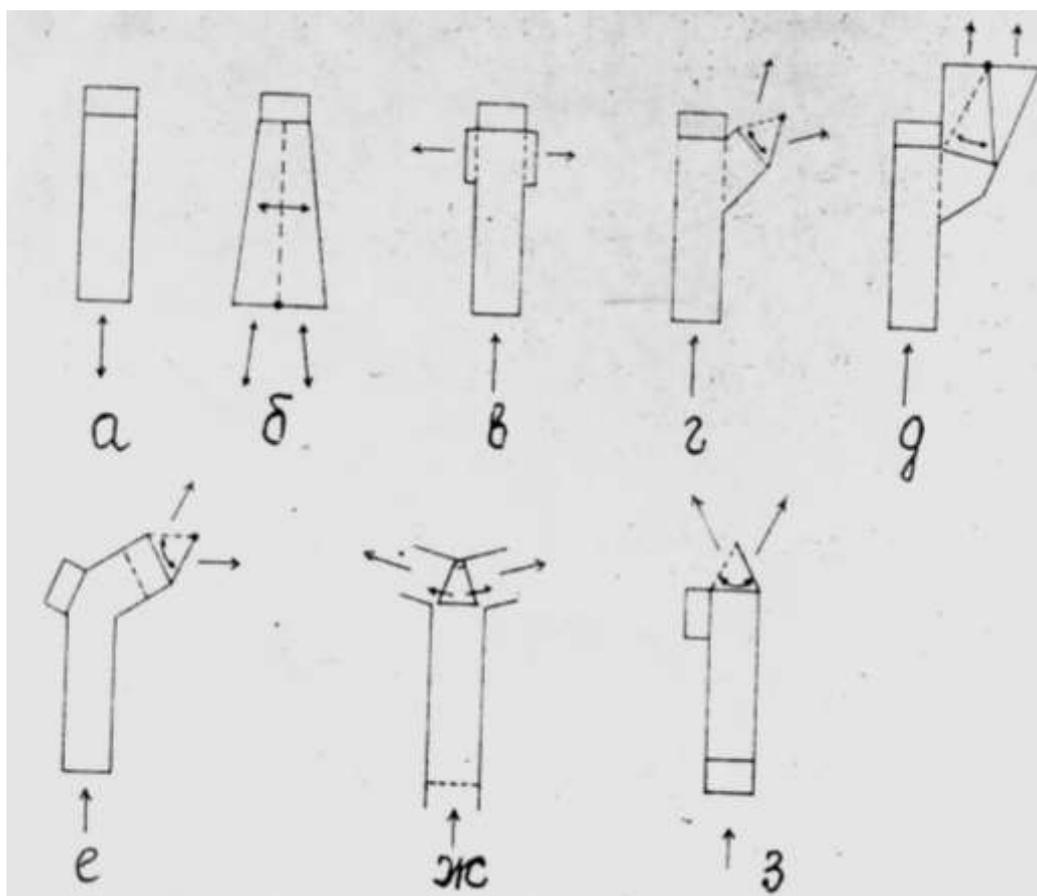


Рис.6.3.1. Схематическое изображение вариантов конструктивного исполнения кормовых станций:

а – с совмещенным входом и выходом животного; б – со спаренным задним входом-выходом и подвижной продольной перегородкой; в – с двумя боковыми выходами; г, д – с фронтальной кормушкой и боковым выходом в два направления; е – с боковым расположением кормушки и выхода; ж – с фронтальной поворотной кормушкой; з – с боковой кормушкой и фронтальным выходом

Опыт создания первых образцов кормовых станций (фирмы «Хандей» и др.), в которых вход и выход животного осуществляется через одно заднее устройство (рис. 6 «а», «б»), показал, что такое исполнение не соответствует характеру движения свиньи и приводит к столкновению животных у станции. По этой причине предпочтительнее применять кормовые станции с отдельным входом сзади и выходом в бок или вперед, по фронту (поз. «ж», «з» рис. 6.3.1).

Общий вид кормовой станции со спаренным задним входом-выходом животного представлен на рис. 6.3.2, а с отдельными устройствами и боковым выходом - на рис. 6.3.3.

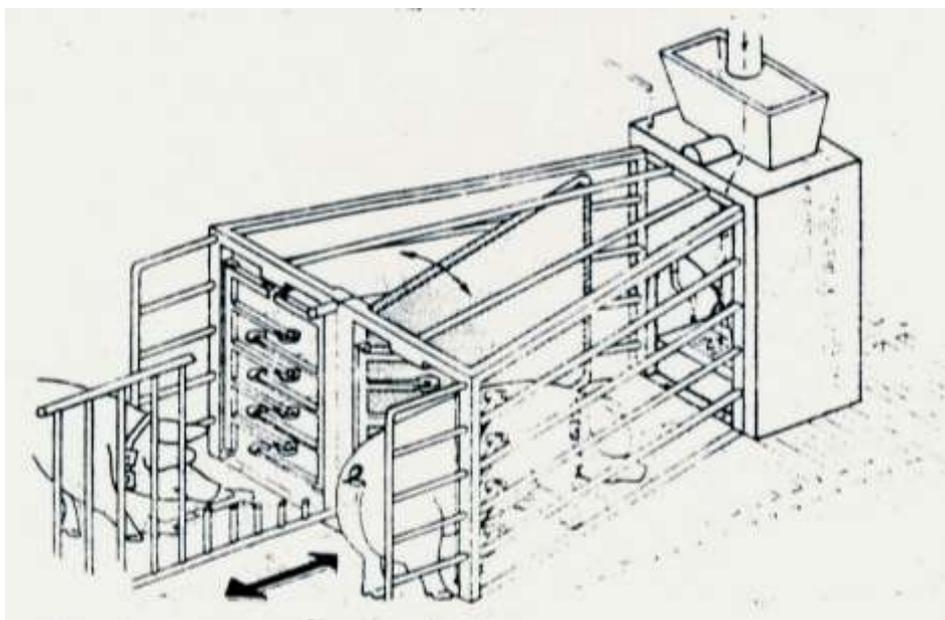


Рис.6.3.2. Станция с входом и выходом с задней стороны (вариант «б» рис.6.3.1)

Система кормления свиноматки с применением кормовых станций позволяет содержать животных на подстилке и без нее, комбинировать содержание в станке с выгулом, иметь свободную планировку производственного здания, позволяет использовать старые помещения различной ширины. Однако при наличии в одном помещении нескольких кормовых станций (одна станция может обслуживать от 20 до 70 свиней) рекомендуется разделять их перегородками на отдельные секции. В такой секции должна предусматриваться зона отдыха для животных, а также зоны движения и ожидания у кормовой станции. Саму кормовую станцию рекомендуется размещать ближе к одной из стен и в зоне щелевого пола.



Рис. 6.3.3.Общий вид кормовой станции SKIOLD Echberg (варианты исполнения «г» и «ж» рис.6.3.1)

Зарубежные литературные источники рекомендуют площадь пола в зоне отдыха на каждую свиноматку принимать в пределах 1,0...1,5 м², а зоны движения животных и ожидания у кормовых станций должны составлять 40...50% от общей площади секций или здания. Специальный станок для отбора животных на зоотехнический осмотр и проведение других работ, который может примыкать к одному из выходных устройств кормовой станции, по площади должен быть не менее 10 м².

Пользоваться кормовой станцией свиньи привыкали, в основном, в первые 2-3 дня, а 20...30% из них – в течение 5 дней. Одновременно с этим отмечается, что в опытной группе из 43 голов 14 свиноматок кормовой станцией не пользовались, выбыли по причине ранговой борьбы в группе – 3 гол, из-за технических отказов оборудования – 9 гол, преждевременного опороса – 2 головы.

На основании изложенного рекомендуется особое внимание уделять надежности работы технологического оборудования и удалять из группы агрессивных животных.

Поведение животных при кормлении в кормовых станциях оценивалось по двум показателям: состояние покоя – около 80% продолжительности суток, а в остальное время свиньи передвигались или потребляли корм.

По оценке специалистов различных фирм полезное использование станцией находится в пределах 70...75% от суточного баланса времени. Отмечалось также, что активное поедание корма животными происходило с 7 до 12 часов каждых суток, а их ненарушаемый покой наблюдался в период с 24 до 4³⁰ часов следующих суток.

Применение компьютерных систем индивидуального кормления супоросных свиноматок при их групповом содержании по оценкам различных зарубежных фирм («Вестфалия», «Пойез», «Фоллвуд» и др.) дает следующие преимущества:

- позволяет на 10...15% уменьшить расход кормов, а их усвояемость увеличить примерно на 5%;
- на 10...12% снизить затраты труда на обслуживание животных;
- на 6...10% сократить выбраковку свиноматок;
- увеличить число новорожденных поросят на 5...10% (фирма «Хандей» Англия).

Эти преимущества применения кормовых станций для индивидуального кормления свиноматок при групповом содержании целесообразно использовать и в отечественном свиноводстве.

В нашей стране кормление свиней должно осуществляться в соответствии с требованиями «Норм и рационов кормления сельскохозяйственных животных» (М., Агропромиздат, 1985г.), в которых учитываются возраст свиноматок, живая масса, период их супоросности, а в нормах для лактирующих свиноматок еще и число поросят-сосунов, продолжительность подсосного периода. Так, например, свиноматки с массой тела 140...160 кг в первые 2/3 периода супоросности должны получать в сутки 2,2 корм.ед., а при массе 220...240 кг – в пределах 2,7...2,8 корм.ед. В последнюю 1/3 периода их супоросности эти нормы должны быть увеличены соответственно до 2,7 и 3,4 корм.ед. По этим причинам применение кормовых станций, обеспечивающих индивидуальную норму кормления по заданной программе для каждой свиноматки, является актуальным решением.

7. Экспериментальное оборудование для приготовления и раздачи кормов свиньям на малых фермах

В 90-е годы в нашей стране свиноводство имело около 4,5 тыс. мелких (численностью поголовья до 1000 голов) репродукторных ферм, 5 тыс. ферм с законченным производственным циклом и 810 чисто откормочных предприятий. В этих свинофермах имелось 5300 тыс. постановочных мест.

Создание малогабаритной универсальной или блочно-модульной техники для малых свиноводческих ферм и фермерских хозяйств было обусловлено тем, что существующее энергонасыщенное оборудование приспособлено, в основном, для применения на специализированных совхозно-колхозных фермах. В связи с этим для механизации процессов раздачи кормов на малых свинофермах целесообразно было создавать следующее технологическое оборудование:

- универсальный рельсовый электрифицированный агрегат, способный предварительно обработать паром, а затем размешать кормовые компоненты и нормировано раздать приготовленный корм различным половозрастным группам свиней;

- кормораздатчик безрельсовый (на обрешеченных или надувных колесах), предназначенный в основном для доставки готового корма из кормокухни, расположенной в торце свинарника, и последующей его раздачи животным во всех кормовых проходах данного производственного помещения. При этом он должен быть приспособлен для работы в узких (шириной 1,0...1,2 м) кормовых проходах. Кроме основного назначения его целесообразно использовать и на раздаче сухого комбикорма, других концентрированных кормов в данном свинарнике.

Однако в производственных помещениях, в которых содержатся животные различных половозрастных групп и их кормят разными по составу и питательности кормами, но с небольшим (до 300 кг) расходом, для раздачи кормов их необходимо дополнительно оснащать ручными тележками. Такая техника для ма-

лой механизации также должна выпускаться нашей отечественной промышленностью.

7.1. Кормораздатчик безрельсовый для малых свиноферм

Экспериментальный образец мобильного безрельсового, на пневматических колесах, кормораздатчика КРМ-0,5 предназначался для применения на малых свиноводческих фермах и в фермерских хозяйствах. Создавался он в 1989-1992 гг. совместно двумя институтами: ВНИИКОМЖем и ВНИИМЖем. От ВНИИКОМЖ ответственными исполнителями данной работы были к.т.н. Сидоренко В.И. и Красик М.Я.

Кормораздатчик КРМ-0,5 должен обеспечивать раздачу кормосмесей влажностью 65...80%, обраты, сыворотки и других жидких кормов на малых, семейных и других неспециализированных свиноводческих фермах всем половозрастным группам животных. В случае необходимости в кормораздатчике можно перемешать комбикорм с водой или другими компонентами и раздать их свиньям.

Отличительной особенностью этого кормораздатчика является наличие малогабаритного нагнетающего кормового насоса с гибким напорным рукавом длиной около 2 м и пневматических колес в ходовой части, которые позволяют перемещаться кормораздатчику по обычному бетонному полу свинарника по сложным трассам. Применение насоса с гибким напорным рукавом дает возможность применять кормораздатчик в свинарниках и других животноводческих помещениях с кормовыми проходами любой ширины.

Однако в процессе лабораторных испытаний этого кормораздатчика был выявлен ряд недостатков, влияющих на его работоспособность. В частности, из-за несовершенной формы бункера (был выполнен прямоугольной формы и с дном в виде неправильной трапеции) на кормовых смесях влажностью до 73% наблюдалось значительное (более 10%) снижение подачи к концу раздачи корма. По этой же причине велики (до 30 кг) остатки густого корма в бункере. Из-за быстрого расслоения корма влажностью 75% и более происходило забивание напорного рукава и заклинивание насоса. Требуется защита насоса от попадания в

него твердых посторонних частиц, а привод передвижения не имел реверсивного хода.

Для устранения этих недостатков было принято решение произвести конструктивную доработку кормораздатчика, по откорректированным чертежам изготовить новый образец и провести его испытания в лабораторных и производственных условиях.

Экспериментальный образец безрельсового мобильного кормораздатчика КРМ-0,5 был изготовлен ВНИИКОМЖем в 1991 г., а исследования его работы проводились во ВНИИМЖе (рис.7.1.1).

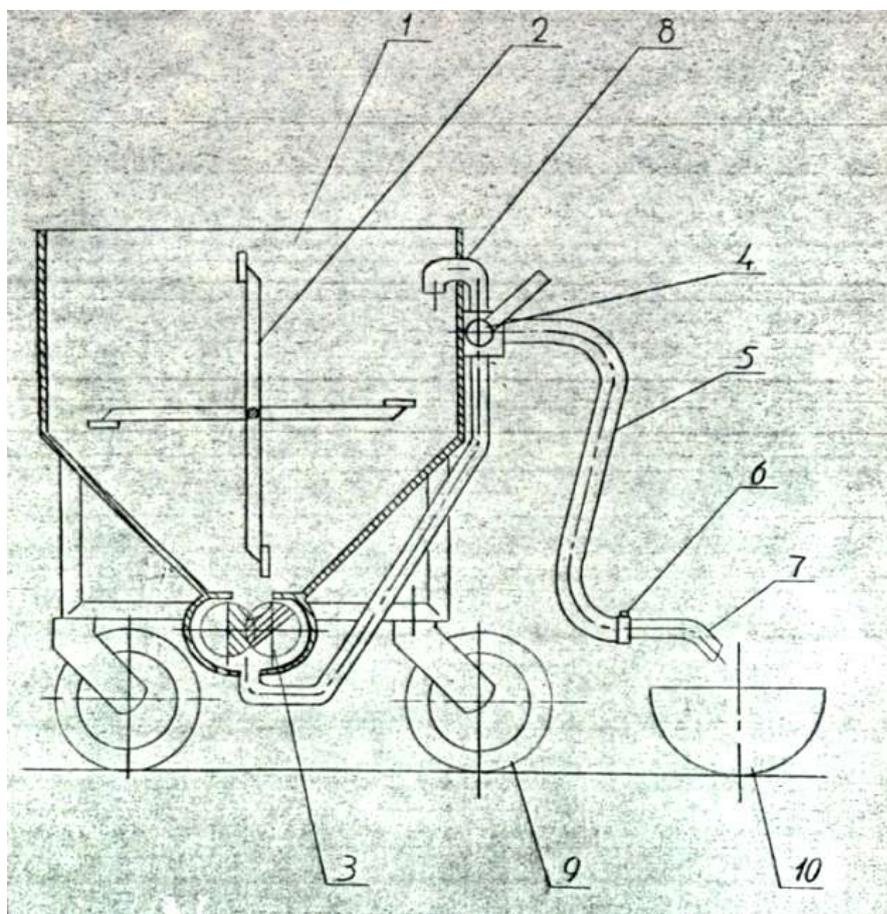


Рис.7.1.1. Схема безрельсового кормораздатчика с электроприводом:
1-бункер; 2-мешалка; 3-насос; 4-распределительный клапан; 5-гибкий раздаточный рукав; 6-пост управления рабочими органами; 7-сливной патрубком; 8-патрубком возврата корма; 9-ходовая часть; 10-кормушка

Состоял он из следующих основных узлов: бункера 1, мешалки 2, кормового насоса 3 коловратного типа, кормопровода с гибким рукавом 5 и распределительным клапаном 4, ведущего и ведомого мостов 9, механизма запираания ведомых колес, электропривода, редуктора и рычагов управления работой кормораздатчика.

Бункер сверху имеет загрузочное окно со съемной крышкой, а в его дне предусмотрено выгрузное отверстие, к которому крепится насос. Бункер одновременно выполняет функцию рамы, на нем монтируются все составные узлы кормораздатчика. Мешалка представляет собой вал, на котором укреплены лопасти и приводная звездочка. Кормовой насос объемного действия коловратного типа состоит из корпуса, двух валов–лопастей, двух шестерен и крышек. Подача корма осуществляется этими лопастями, выполненными в виде сегмента цилиндра. Их синхронное вращение обеспечивается шестеренчатым зацеплением. К выходной горловине насоса крепится трубопровод с трехходовым краном, гибким шлангом с наконечником и патрубком для возврата корма. Трехходовый кран обеспечивает подачу корма в кормушки через гибкий шланг с наконечником или возврат корма в бункер.

Ведущий мост состоит из понижающего двухступенчатого редуктора, ведущих полуосей с обгонными храповыми муфтами и пневматических колес. На выходном валу редуктора имеется кулачковая муфта для разъединения привода на колеса. Ведомый мост состоит из балансирной рамы, двух самоустанавливающихся пневматических колес и механизма запираания колес. Механизм запираания колес используют при движении кормораздатчика по направляющим в узких проходах между станками.

Общий вид мобильного безрельсового кормораздатчика КРМ-0,5 представлен на рис. 7.1.2-7.1.4.

Раздачу корма с помощью этого кормораздатчика осуществляют в следующей последовательности. Посредством штепсельного разъема соединяют кабельное электропитание кормораздатчика и нажатием кнопки на магнитном пускателе включают его в работу. Включением кулачковой муфты осуществляют привод ведущего моста данного кормораздатчика и перегоняют его в кормокухню. После заполнения емкости кормом кормораздатчик возвращают в свинарник.



Рис.7.1.2. Общий вид кормораздатчика:

1-бункер; 2-кормопровод; 3-гибкий шланг с металлическим патрубком; 4-ведомые колеса; 5-рычаг управления движением кормораздатчика; 6-рычаг включения насоса мешалки и шнека-питателя; 7-рычаг включения муфты передвижения кормораздатчика; 8-кабеледержатель; 9-кабель и шторка

Включение рабочих органов на выдачу корма производят нажатием пусковой кнопки, расположенной на кончике гибкого рукава. Заполнив кормом все поблизости расположенные кормушки, оператор перемещает кормораздатчик к следующей группе кормушек.

Применение гибкого напорного шланга позволяет обеспечить как одностороннюю, так и двухстороннюю раздачу корма. При этом распределение корма животным за одну остановку раздатчика достигается на длине (по фронту кормления) около 3 м. Кормораздатчик допускает заполнение кормушек и при движении. Для этого кончик гибкого рукава размещают над кормушками и жестко фиксируют на бункере.

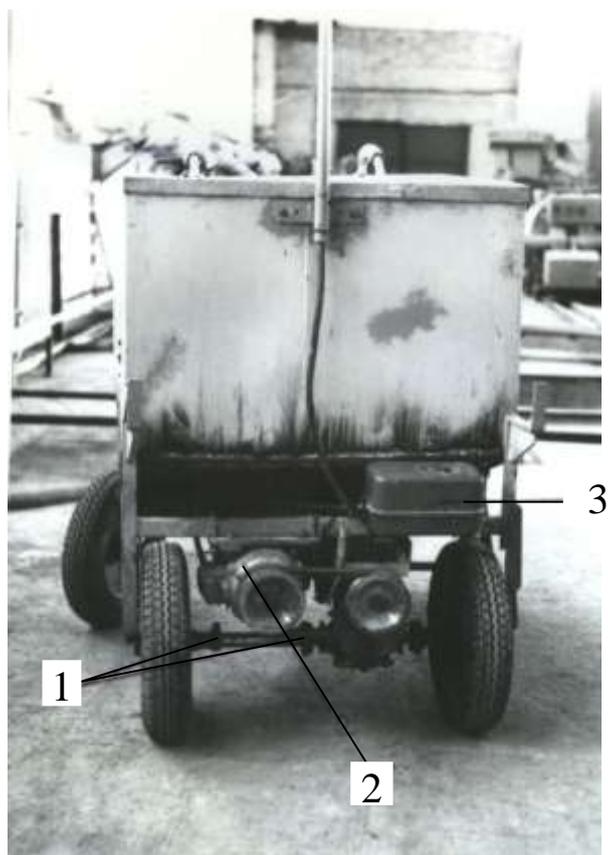


Рис. 7.1.3. Вид кормораздатчика сзади:

1-ведущий мост с пневматическими колесами; 2-электропривод рабочих органов и передвижений кормораздатчика; 3-магнитный пускатель

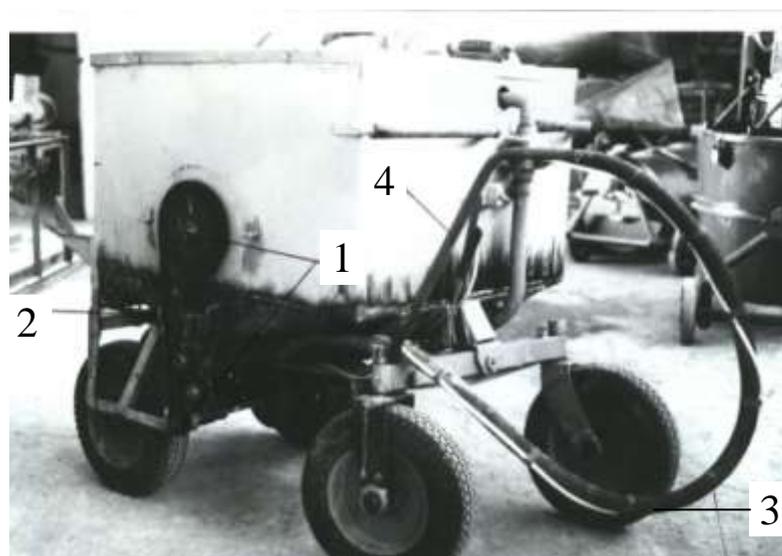


Рис. 7.1.4. Вид кормораздатчика сбоку:

1-ведущая и ведомая звездочки мешалки; 2-цепная передача; 3-гибкий напорный кормовой рукав; 4-рычаг управления направлением передвижения кормораздатчика

В этом случае обеспечивается односторонняя раздача кормов. Для переезда кормораздатчика в другой кормовой проход необходимо отключить электропитание и произвести пересоединение штепсельного разъема с кабелем данного кормового прохода.

Кормораздатчик может быть использован в качестве смесителя кормосмеси, компонентами которой является комбикорм и вода. Для решения этой задачи необходимо в первую очередь налить в бункер требуемое количество воды и затем загрузить комбикорм до заданной пропорции при включенном насосе и мешалке, а также с возвратом кормосмеси в бункер через обратный патрубок.

После раздачи корма животным следует промыть бункер кормораздатчика. Для этого залить бункер водой (15...20 л), включить в работу насос и через шланг смыть стенки бункера и мешалку водой.

Первоначально ВНИИКОМЖем был разработан и изготовлен экспериментальный образец кормораздатчика, в котором готовые влажные кормосмеси из бункера подаются в кормушки специальным малогабаритным кормовым насосом по гибкому напорному рукаву. Этот насос своим всасывающим патрубком был присоединен к выгрузному окну, расположенному в нижней части конусного дна бункера. Следовательно, корм из бункера в насос должен поступать самотеком через окно сечением 60x120 мм, а такое исполнение рабочих органов может отрицательно влиять на работоспособность кормораздатчика. С учетом изложенного, целью лабораторных исследований являлось определение основных технических и технологических параметров экспериментального кормораздатчика, а также проверка управления его работой. При этом определяли следующие показатели:

- вместимость бункера;
- производительность (подачи) выгрузных устройства кормораздатчика при различной влажности корма;
- скорость передвижения кормораздатчика на разных режимах;
- усилие, прилагаемое на передвижение по бетонному полу;
- потребляемую мощность электроприводов;
- остатки корма в рабочих органах;
- маневренность кормораздатчика и удобство в управлении.

Все испытания проводили на кормах влажностью 65...78,5% и на воде. Опыты начинали с влажности кормов 78,5%, т.е. при соотношении комбикорма и воды 1:3. Затем в эту смесь добавляли сухой комбикорм и постепенно довели кормосмесь до влажности 65,5% (соотношение 1:1,5). Из-за дефицита комбикорма опыты проводили при коэффициенте заполнения бункера около 0,5. Продолжительность отбора корма фиксировали секундомером с точностью до 0,1 с. Точность взвешивания корма составляла $\pm 0,01$ кг.

Выгрузку корма из бункера проводили до его опорожнения. Результаты опытов представлены в табл.7.1. Они показывают, что при влажности корма 78,5% среднее значение подачи корма насосом составляло 1,085 кг/с, а при снижении влажности корма подача увеличивалась и ее максимальное значение (1,143 кг/с) было получено при влажности корма 72,6%. На густых кормах (влажностью 70,0...65,5%) их подача насосом вновь стала снижаться и к концу опытов в среднем составляла 0,939 кг/с, т.е. уменьшилась в 1,2 раза.

Такие изменения величины подачи корма разной влажности насосом объемного действия можно объяснить тем, что жидкий корм ($W = 78...75\%$) способен протекать через зазоры в рабочих органах, а на густом (влажностью 70...65%) хуже осуществляется самотечная его подача из бункера в насос через выгрузное окно.

Этим можно объяснить и резкое (от 35 до 85%) падение подачи густого корма к концу его выгрузки из бункера. Снижение подачи корма к концу его выгрузки возможно происходит и из-за несовершенства формы бункера и конструкции мешалки. Визуально было установлено также, что кормосмесь влажностью 65% по кормушке не растекается. По этой причине такую влажность корма следует считать предельно допустимой для кормораздатчика данной конструкции.

Таблица 7.1

Стабильность подачи корма при раздаче в зависимости от его влажности и запаса в бункере

№№ проб	Влажность раздаваемого корма (%) и его масса в бункере (кг)											
	78,5; 190		74,5; 204		72,6 ; 208		70,0; 220		67,5; 230		65,5; 247	
	Подача, кг/с	Откло- нения, %	Подача, кг/с	Откло- нения, %	Подача, кг/с	Откло- нения, %	Подача, кг/с	Откло- нения, %	Подача, кг/с	Откло- нения, %	Подача, кг/с	Откло- нения, %
1	1,067	-1,7	1,135	$\pm 0,0$	1,160	+1,4	1,114	+1,5	1,057	+2,1	0,977	+4,0
2	1,113	+2,6	1,142	+0,6	1,143	$\pm 0,0$	1,147	+4,2	1,054	+1,8	0,990	+5,4
3	1,124	+3,6	1,133	-0,2	1,164	+1,8	1,127	+2,6	1,034	-0,1	0,974	+3,7
4	1,131	+4,2	1,167	+2,8	1,156	+1,1	1,098	$\pm 0,0$	1,032	-0,3	0,966	+2,9
5	1,132	+4,3	1,159	+2,2	1,155	+1,0	1,070	-2,5	1,028	-0,7	0,950	+1,2
6	0,945	-12,9	1,073	-5,4	1,050	-5,5	1,037	-5,5	1,006	-2,8	0,750	-20,1
7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,669*	-35,4*	0,964	+3,0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,182*	-82,4*	0,440*	-53,1*
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,134*	-85,7*
Среднее значение	1,085	$\pm 4,8$	1,135	$\pm 1,9$	1,143	$\pm 1,8$	1,098	$\pm 2,3$	1,035	-	0,939	-

*Примечание: * - при статистической обработке результаты выбракованы из-за резкого снижения показателей.*

При испытаниях данного кормораздатчика на подаче воды (в бункер заливали 500 кг и производили 13 измерений с равномерной разбивкой всего диапазона его вместимости) были получены следующие результаты: среднее значение подачи воды насосом составило 0,94 кг с диапазоном отклонений $\pm 4,5\%$, что в 1,2 раза меньше среднего значения подачи влажного корма. При этом наблюдалось влияние столба жидкости в бункере на величину подачи. Она была больше среднего значения при расходе жидкости примерно до половины ее запаса в бункере, а затем стабильно уменьшалась во всех шести последних замерах.

Скорость передвижения безрельсового кормораздатчика определяли по времени прохождения контрольного участка пути длиной 7 метров. На холостом ходу она составила 0,49 м/с при отклонениях от среднего значения $\pm 2,0\%$, а с кормом (в бункере размещалось 250 кг влажного корма) она снизилась до 0,45 м/с при отклонениях $\pm 2,9\%$, т.е. при загрузке бункера на $\frac{1}{2}$ его вместимости скорость снизилась на 8,2% по сравнению с холостым ходом кормораздатчика. Можно предположить, что при номинальной загрузке бункера скорость передвижения кормораздатчика значительно уменьшится.

Тяговые усилия (сопротивление перемещению), необходимые для передвижения кормораздатчика по бетонному полу, определяли методом тензометрирования (усилитель 8 АНЧ-7м, осциллограф И-117/1, тензозвено – 0,5 т) при загруженном и пустом кормораздатчике. Полученные данные показывают, что среднее усилие, затрачиваемое на передвижение пустого кормораздатчика вперед составило 15,2 кгс, назад – 13,5, а на передвижение с кормом – соответственно 21,4; 21,7 кгс, что соответствует нормам по ГОСТу.

Потребляемую электроприводом мощность определяли прибором К-505 в каждой фазе и при различных режимах работы кормораздатчика. Полученные данные в обработанном виде приведены в таблице 7.2, из которой видно, что на передвижение пустого кормораздатчика по бетонному полу затрачивается 0,2 кВт, а с полной загрузкой бункера водой 0,76 кВт или от 7 до 25% установленной мощности. На рабочие органы в холостом режиме затрачивалось 0,35 кВт, при раздаче обраты (в опытах –

вода) мощность увеличивалась до 0,52 кВт, а при работе на густых кормосмесях ($W = 65 \%$) и запасе корма в бункере 250 кг она составляла 1,1 кВт. Испытания кормораздатчика при полной нагрузке бункера кормосмесями при лабораторных исследованиях не проводили. Однако, интерполируя полученные результаты при неполной загрузке бункера, можно предположить, что потребная мощность рабочих органов при номинальной нагрузке кормами возрастет до 2 кВт. Тогда общая мощность на работу электропривода кормораздатчика составит $0,76+2,0=2,76$ кВт или 92% от установленной мощности. Следовательно, можно заключить, что электропривод кормораздатчика выбран правильно и при создании образца корректировки не требует.

Таблица 7.2

Потребляемая мощность электропривода

Режим работы	Потребляемая мощность, кВт			Коэффициент загрузки электропривода
	на передвижение	рабочие органы	общая	
Пустой бункер (холостой ход)	0,20	0,35	0,55	0,2
В бункере 250 кг воды	0,32	0,44	0,76	0,3
В бункере 500 кг воды	0,76	0,52	1,18	0,4
В бункере 130 кг кормосмеси ($W = 80\%$)	0,24	0,60	0,84	0,3
В бункере 250 кг кормосмеси ($W = 80\%$)	0,32	1,10	1,42	0,5

Остатки корма засыпали вручную в специальную тару и взвешивали на весах с точностью до 0,1 кг. При влажности корма 65,5% его остаток в бункере был наибольшим и составил 28,2 кг, что составляет 5,6% от номинальной вместимости бункера. По мере увеличения влажности корма остаток корма уменьшался, и при 78% влажности практически остатков корма не наблюдается (0,5 кг или 0,1 % к вместимости бункера). По техническим требованиям остатки корма в кормораздающих устройствах данного типа не должны превышать 1,0% от вместимости бункера. На

этом основании можно заключить, что бункер и мешалка требуют конструктивной доработки.

Ходовая часть кормораздатчика, выполненная на четырех пневматических колесах, два из которых ведущие и жестко присоединены к бункеру, одно управляющее и последнее, четвертое, колесо – самоустанавливающееся, обеспечивает высокую маневренность данной машине, т.е. минимальный радиус поворота составляет 1050 мм при длине кормораздатчика 1650 мм и ширине 950 мм. Шарнирное крепление управляющего колеса и жесткое соединение его оси с рычагом поворота создают предусмотренные нормами условия для управления перемещением кормораздатчика.

Рычажная система управления муфтами сцепления для передвижения кормораздатчика и независимого включения его рабочих органов обеспечивает хорошую маневренность и удобство в управлении технологическим процессом раздачи корма животным, осуществляемом с помощью нового образца мобильного кормораздающего устройства.

На основании полученных результатов можно сделать следующие основные выводы и предложения, которые должны устранить недостатки в работе экспериментального оборудования.

В процессе испытаний были выявлены два основных недостатка в работе экспериментального кормораздатчика:

- снижение подачи густых (влажностью менее 72%) кормов в 1,5...2,0 раза к концу процесса выгрузки;
- остатки таких кормов в бункере кормораздатчика доходят до 5,6% его номинальной вместимости, что недопустимо по существующим нормам.

Стабилизировать работу насоса на густых кормосмесях можно, применив принудительную их подачу во всасывающий патрубок насоса, а для сокращения остатков корма целесообразно применить более совершенную форму бункера с активной мешалкой. По этой причине необходимо провести доработку конструкции рабочих органов, и, в частности, предлагается:

- изменить форму дна существующего бункера так, чтобы там разместился шнек-питатель, обеспечивающий двухсторонний отбор кормов из бункера и их принудительную подачу к выгрузному окну с фланцем для крепления насоса;

- конструктивные и кинематические параметры этого шнека-питателя должны быть такими, чтобы обеспечивалось избыточное давление корма во всасывающей патрубке насоса, т.к. выполнялось условие $Q_{шн.} \geq Q$ насоса;

- после конструктивной доработки кормораздатчика (оснащения бункера шнеком-питателем) повторить весь цикл проведенных ранее опытов по определению величины подачи и остатков корма.

Результаты лабораторных испытаний кормораздатчика после его доработки

По разработанным лабораторией чертежам экспериментальный кормораздатчик был оснащен шнеком-питателем (рис.7.1.5).

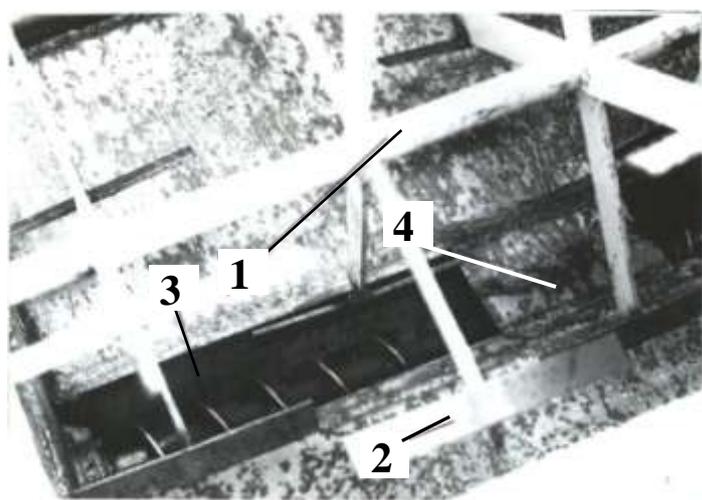


Рис. 7.1.5. Рабочие органы модернизированного кормораздатчика:
1-мешалка; 2-лопасть мешалки; 3-шнек-питатель; 4-крышка, закрывающая окно насоса

С целью проверки эффективности его работы были повторно проведены опыты по определению величины подачи и остатков корма. Сопоставление данных, полученных при идентичных условиях работы, позволит оценить качество выполнения технологического процесса и на этой основе выбрать оптимальную конструкцию рабочих органов опытного образца данного кормораздатчика.

Опыты по определению величины подачи корма проводились на тех же кормах и в той же последовательности, что и до конструктивной доработки кормораздатчика. Полученные данные приведены на рис. 7.1.6 в виде графиков, позволяющих сопоставить результаты работы рабочих органов кормораздатчика до и после их доработки.

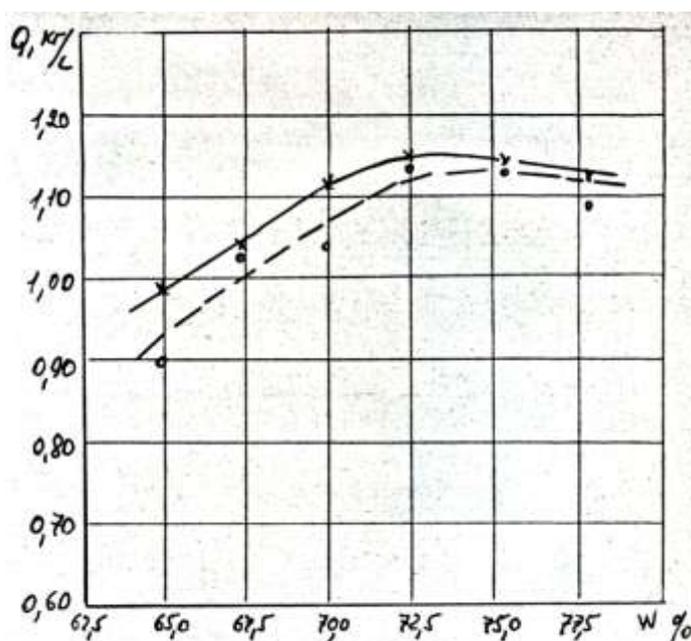


Рис. 7.1.6. Подача выгрузных устройств кормораздатчика в зависимости от влажности корма:

X---X – со шнековым питателем;
 0---0 – без питателя

Анализируя результаты опытов по определению величины подачи кормов новым выгрузным устройством кормораздатчика, можно установить следующее: в исследуемом диапазоне она находится в пределах $0,995 \dots 1,148$ кг/с. Причем наибольшее значение подачи, как и до конструктивной доработки, было получено при влажности корма $72,6\%$, а наименьшее – при $65,5\%$ влажности.

Процесс отбора корма шнеком-питателем и его подачи насосом в кормушки осуществляется стабильнее (отклонения величины подачи от среднего значения не превышают $\pm 4,5\%$, а влажность корма оказывает влияние на величину подачи значительно меньше, т.к. разница в показателях не превысила 13%). Анализируя величину подачи при разной массе корма в бункере, можно

сделать заключение о том, что при подпоре корма шнеком-питателем подача практически стабилизировалась (разница не более 5,0%).

Если сравнивать результаты замеров подач при работе кормораздатчика со шнеком-питателем и без него, то будет видно, что численные значения подач в основном согласовываются между собой (отклонения от 0,1 до 3,0%) и лишь при влажности корма 65,5% эта разница доходит до 6%. Это можно объяснить тем, что при работе насоса на густых кормах коэффициент заполнения рабочих камер насоса уменьшается, а в опытах с принудительной подачей корма во всасывающий патрубок насоса его влияние было практически устранено.

Сравнивая результаты опытов по влиянию влажности раздаваемого корма на величину подачи до и после модернизации рабочих органов, можно заключить, что в обоих случаях существует оптимальное значение влажности корма (около 72%), при котором достигается максимальная (равная 1,143 в первом и 1,148 кг во втором цикле опытов) подача. При увеличении влажности она снижается на 2...3%. На густых кормах ($W=70\%$) снижение подачи сильнее проявилось в первом цикле опытов, т.е. при оснащении кормораздатчика шнеком-питателем подача выравнивается по всему диапазону влажности (снижение составило 13% вместо 18%, полученных в первом случае.)

Результаты опытов по определению остатков кормов представлены в виде графиков на рис. 7.1.7, где для сравнения приведены данные замеров остатков кормов до и после модернизации данного кормораздатчика. Они показывают, что при испытаниях на кормах влажностью 65% после оснащения кормораздатчика питателем остатки корма снизились в 5 раз и составили 5,5 кг вместо 28,2 кг, на жидких кормах ($W \approx 75...78\%$) они примерно одинаковы и не превышают 1% от номинальной вместимости бункера.

По полученным результатам можно заключить, что применение в кормораздатчике шнека-питателя обеспечивает стабилизацию процесса выгрузки влажных кормов из бункера, на 3...5% увеличивает их подачу насосом и при раздаче кормов влажностью 75...78% их остатки не превышают 1,0% от номинальной вместимости бункера.

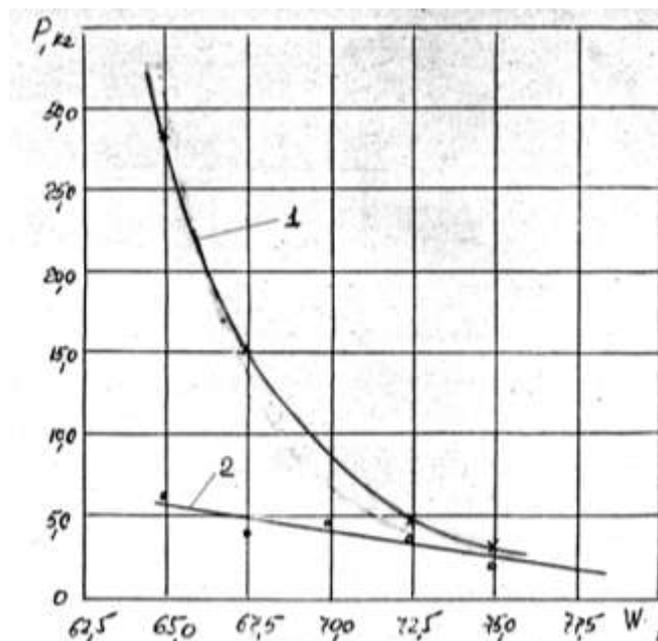


Рис. 7.1.7. Зависимость остатков корма от его запаса в бункере кормораздатчика:

1 – без питателя; 2 – со шнековым питателем

Производственные испытания модернизированного образца безрельсового электромобильного кормораздатчика КРМ-0,5 проводили на свиноферме совхоза «Буденовец» Дмитровского района Московской области. При этом были получены следующие предварительные результаты:

- вместимость бункера 500...550 кг;
- производительность выгрузных устройств на раздаче жидких кормов (обрата, сыворотки и т.д.) – 1,4...1,75 кг/с, кормосмесей влажностью около 77% – в среднем 1,5 кг/с при расчетном значении 1,4 кг/с;
- рекомендуемая влажность раздаваемых кормов – 75 %;
- остатки корма – около 1 кг кормосмесей и 0,5 кг жидкого корма;
- скорость передвижения на холостом ходе – 0,45 м/с, с кормом – 0,44 м/с.

К недостаткам модернизированного кормораздатчика следует отнести отсутствие защитных устройств в бункере от попадания твердых инородных включений.

На основании результатов лабораторных исследований рабочих органов нового кормораздатчика и положительных оценок

при производственных испытаниях КРМ-0,5 рекомендуется к применению на малых и семейных свинофермах. Например, на типовой семейной свиноферме на 1000 голов в год, где поголовье размещается в двух помещениях с соединительной галереей, а кормосмеси приготавливаются в примыкающей к одному из свинарников кормокухне, предполагается применять такой безрельсовый кормораздатчик, которым можно осуществлять доставку и раздачу животным готовых кормосмесей, обраты или сыворотки.

При разработке опытного образца такого кормораздатчика рекомендуются следующие основные его параметры:

Вместимость бункера, м ³	0,5
Подача корма, т/ч	4,0
Скорость передвижения, м/с	0,4...0,5
Установленная мощность, кВт	3,0
Габаритные размеры, мм (не более):	
длина	2000
ширина	900
высота	1300
Масса, кг (не более)	250

Мешалка

Тип мешалки	лопастной
Число лопастей, шт.	6
в т.ч. на 1 шаге винтовой линии	3
Наружный диаметр, мм	375...400
Частота вращения, об/мин	не более 25

Шнек-питатель

Наружный диаметр винтовой поверхности, мм	120
Шаг винтовой линии, мм	120
Частота вращения, об/мин	100...120
Подача, т/ч	не менее 4,5

Насос

Подача, т/ч	4,0
Частота вращения, об/мин	160

7.2. Агрегат электромобильный рельсовый для запаривания, смешивания и нормированной раздачи кормов на малых свинофермах

В 1985-1990 гг. в нашей стране свиноводческие малые фермы (мощностью до 3 тыс. свиней в год) составляли 87,7% от общего числа ферм. В них содержалось 47,2% от всего поголовья свиней, а трудоемкость производства продукции была на 40...50% выше, чем в целом по отрасли. Это было обусловлено низким уровнем механизации производственных процессов. Для таких ферм практически не выпускалось каких-либо специализированных комплектов. Уровень комплексной механизации на них составлял не более 35%.

Как показало проведенное ВНИИМЖем в тот период обследование малых ферм, большинство из них являлось нерентабельными с затратами труда на 1 ц прироста 30 чел-ч при удельном расходе кормов 10...12 ц корм.ед., среднесуточном приросте массы 220...230 г и себестоимости продукции 250...350 руб. Наиболее рациональными типами кормления на малых свиноводческих фермах следует считать концентрированный тип кормления с использованием добавочных местных кормов.

Однако концентрированные корма на мелкие свинофермы с небольшим суточным расходом поступают, как правило, низкого качества и требуют дополнительной тепловой обработки. Выпускаемые промышленностью комплекты оборудования для приготовления кормосмесей в основном предназначались для крупных ферм и комплексов, и применение их на малых фермах было нецелесообразным.

Анализ технологий производства свинины и техники для механизации процессов приготовления и раздачи кормов на малых фермах показывал, что для завершения комплексной механизации мелких свиноферм необходимо разработать и освоить выпуск электромобильного агрегата, обеспечивающего запаривание, смешивание кормов и их нормированную раздачу животным различных половозрастных групп. Применение такого универсального агрегата позволит исключить в кормокухнях свинарников малых ферм такое технологическое оборудование, как ста-

ционные смесители–запарники, перегрузочные транспортеры, электромобильные кормораздатчики.

Электромобильный рельсовый агрегат АУ-Ф-1 предназначен для запаривания, смешивания и нормированной раздачи кормов различным половозрастным группам свиней (рис. 7.2.1-7.2.4).



Рис. 7.2.1. Общий вид электромобильного рельсового агрегата для запаривания, смешивания и раздачи кормов свиньям

Агрегат, совмещающий в себе запарник-смеситель влажных кормов и электромобильный рельсовый кормораздатчик, состоит из следующих составных частей:

- бункера, предназначенного для размещения корма и оборудованного верхней съемной крышкой с загрузочным люком;
- мешалки, предназначенной для перемешивания кормов с целью их равномерного прогрева и придания однородности;
- парораспределительной системы, обеспечивающей подачу пара внутрь бункера;
- выгрузных шнеков, осуществляющих выдачу смесей в кормушки свинарников;

- шиберного устройства с автономным электроприводом, обеспечивающего герметизацию бункера при запаривании и нормировании корма при раздаче;
- ходовой части с реверсивным электроприводом, на которой размещены все узлы агрегата;
- шкафа управления, оборудованного пуско-защитной электроаппаратурой.

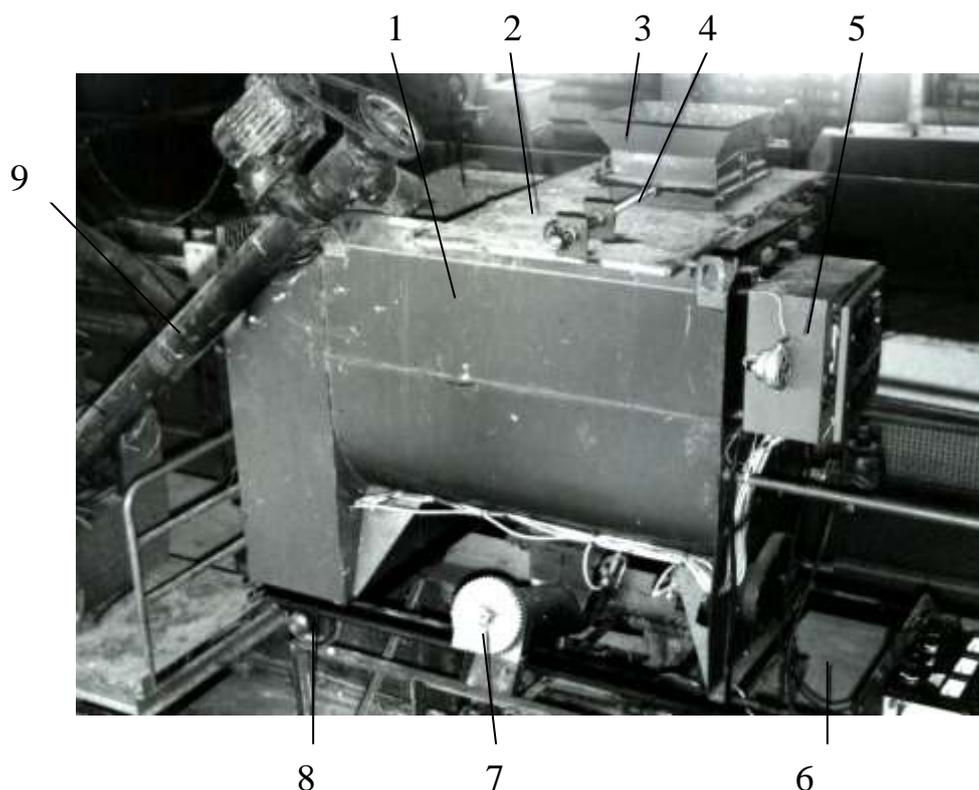


Рис. 7.2.2. Общий вид агрегата (вид сбоку)
на испытательном стенде:

1-бункер; 2-верхняя съемная крышка бункера (повернута); 3-загрузочный люк; 4-шиберное устройство загрузочного люка; 5-электросилового шкафа с пультом управления; 6-рабочая площадка оператора; 7-выгрузной шнек; 8-ходовая тележка; 9-шнек для подачи корма в бункер агрегата.

Бункер этого агрегата имеет прямоугольную форму в верхней части и цилиндрическое дно – в нижней. Внутри его размещена мешалка, выполненная в виде центрального вала с кронштейнами, на которых закреплена винтовая лента с навивкой разного направления. Мешалка служит для перемешивания кормов с целью их равномерного прогрева и придания им однородности.

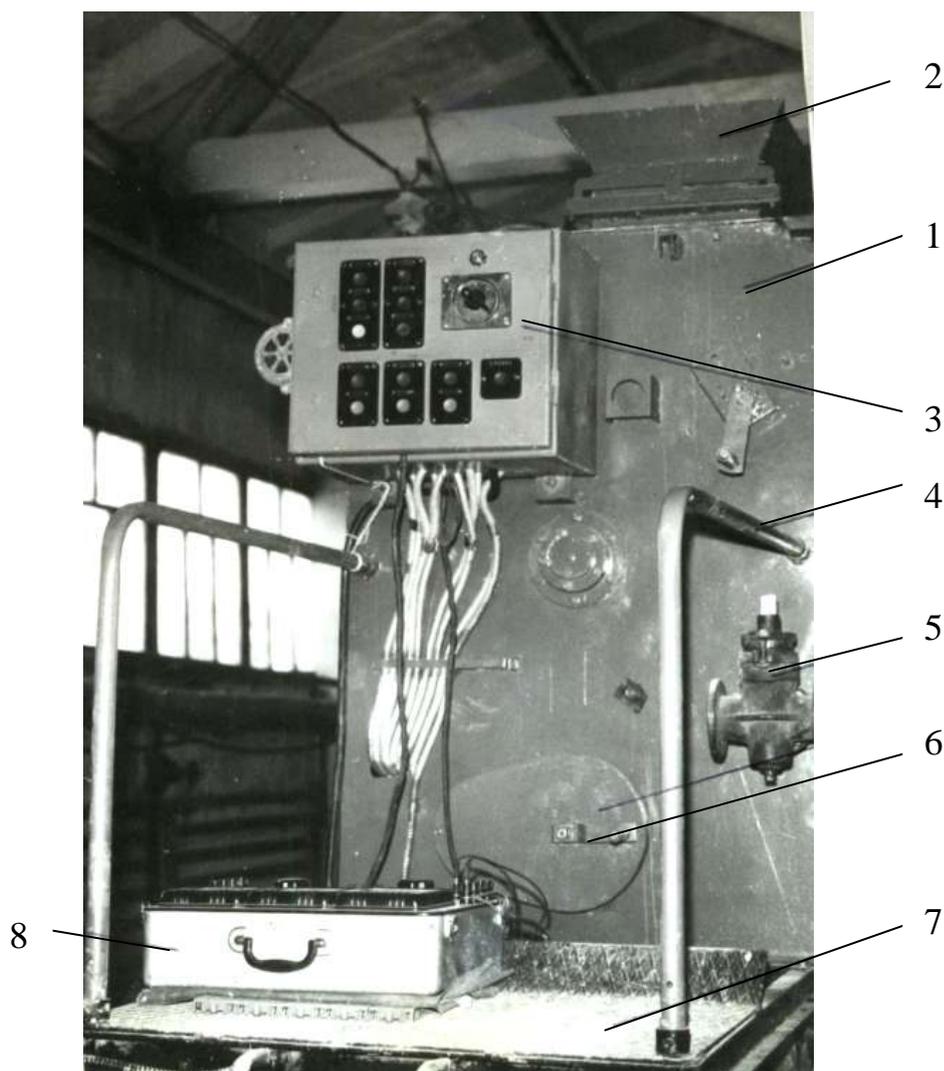


Рис. 7.2.3. Общий вид агрегата (вид спереди):

1-бункер агрегата; 2-загрузочный люк; 3-электросилового шкафа с пультом управления; 4-поручни; 5-запорный вентиль парораспределительной системы; 6-привод нижнего шибера; 7-площадка для оператора; 8-прибор К-505 для замера мощности электроприводов

Парораспределительная система, оборудованная запорным краном и указателем температуры корма, обеспечивает равномерную подачу пара внутрь бункера для тепловой обработки корма, загруженного в агрегат.

Выгрузные шнеки служат для выгрузки корма из бункера и оснащены автономными электроприводами.

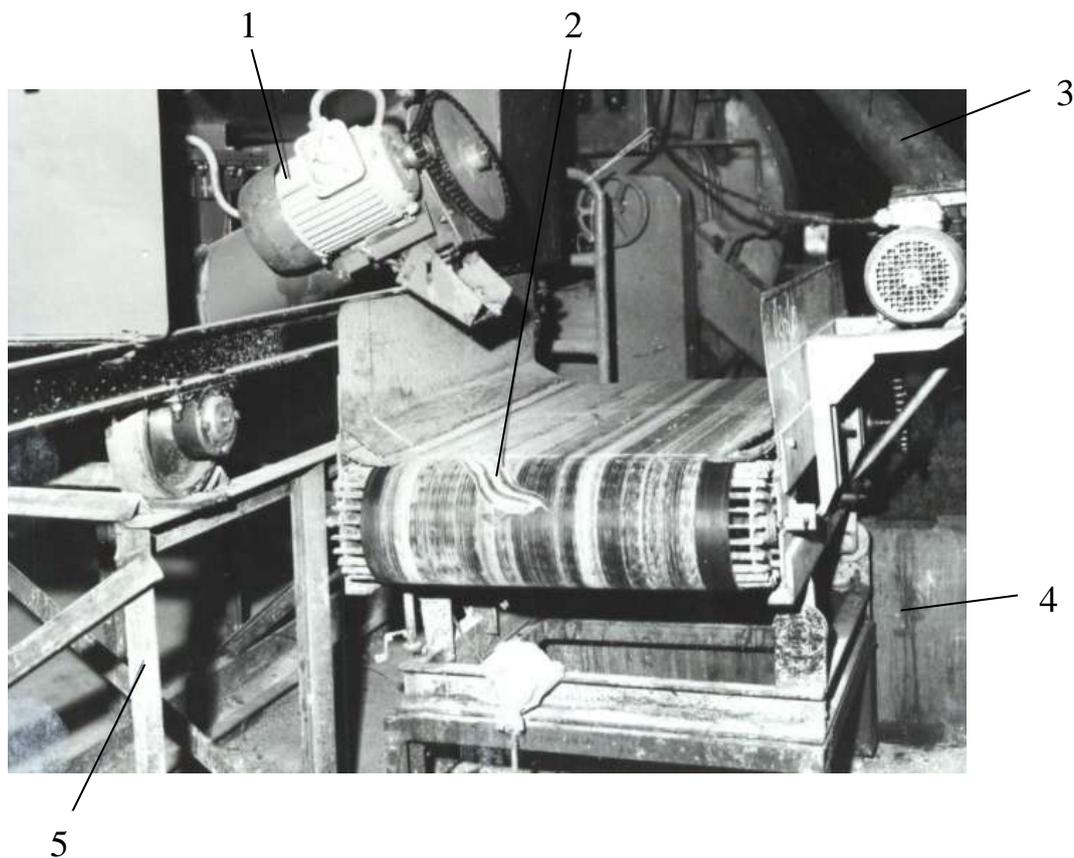


Рис. 7.2.4. Общий вид стенда для испытаний агрегата:

1-выгрузной шнек агрегата; 2-автоматическое весоизмерительное устройство непрерывного действия; 3-перегрузочный шнек; 4-накопительная емкость для корма; 5-эстакада для агрегата

Шиберные устройства, оснащенные ручным (верхнее) и электрифицированным (нижнее) приводом, обеспечивают герметизацию бункера при запаривании и нормировании корма при раздаче его животным.

На ходовой части, имеющей автономный реверсивный электропривод и площадку для оператора, смонтированы все основные узлы агрегата, а пуско-защитная аппаратура управляет пятью электроприводами данного агрегата: мешалки, двух выгрузных шнеков, ходовой тележки и нижней шиберной задвижки. Агрегат имеет четыре скорости передвижения.

Приготовление и раздача кормов с помощью данного агрегата производится в следующей последовательности. В бункер через открытый загрузочный люк подают воду и загружают кормовые компоненты, требующие тепловой обработки. С помощью гибких

рукавов присоединяют агрегат к паропроводу кормокухни, расположенной в торце свинарника, закрывают загрузочный и смотровой люки, а, затем подают пар в течение часа. При этом корм периодически перемешивают. После нагрева корма до 100...105°C (температура контролируется по термоуказателю УГ –200Е) подачу пара прекращают, а корм остужают до температуры не более 50°C. По мере необходимости в него добавляют другие компоненты (зеленая масса, травяная мука, премиксы, БВД и др.), перемешивают до однородной массы и необходимой консистенции. С помощью быстродействующего разъемного устройства отсоединяют агрегат от водопровода и через внутренние ворота кормокухни по рельсовым путям выгоняют его в свинарник.

Для раздачи корма оператор устанавливает необходимую скорость передвижения, нажатием кнопок открывает нижнюю шиберную задвижку, включает мешалку и привод передвижения агрегата. Поравнявшись с кормушкой, оператор включает в работу один или оба выдающих шнека. При вращении шнеки будут забирать корм из бункера и нормировано выдавать их в кормушки. В групповые кормушки кормосмеси выдают на ходу, а в индивидуальные – при остановках агрегата.

Электромобильный агрегат предполагается использовать на таких свинофермах, где технологией предусмотрена тепловая обработка отдельных измельченных кормовых компонентов или всей массы корма, а для этого предусмотрена подача пара. При этом расход термически обработанного корма не должен превышать 1 т на каждую раздачу.

Разработка, изготовление и испытания нового агрегата для приготовления и раздачи кормов свиньям на малых фермах проводилась в 1989–1991 гг. совместно с ГСКБ г. Умань по договору № 13.055-89 с ГАП НЗ РСФСР.

Лабораторные испытания экспериментального агрегата для запаривания, смешивания и нормированной раздачи кормов проводились на испытательном стенде ВНИИМЖ (см. рис.7.2.2 и 7.2.4) и кормоцехе совхоза «Знамя Октября» с целью выявления работоспособности и определения основных технико-экономических показателей его работы на различных кормосмесях.

В связи с этим в задачу предварительных испытаний входило:

- установить технологические возможности нового агрегата;
- оценить работу основных его узлов;
- определить фактические показатели его работы;
- наметить пути совершенствования рабочих органов.

Отбор проб производили согласно требованиям ГОСТ 134950-70; пробы передавали на исследование в химлабораторию. Относительную влажность кормов определяли по ГОСТ 13496-70 методом высушивания отобранной навески при температуре 105°С до постоянной массы.

Плотность (объемную массу) кормов определяли по общеизвестной методике с помощью литровой турки (мерного цилиндра) и лабораторных весов.

Фракционный состав кормов и средневзвешенный размер частиц определяли по ОСТ 70.19.2-74 (стр.17-19).

Вместимость бункера определяли взвешиванием кормовых смесей при загрузке бункера.

Качество смешивания кормов оценивали по методике ОСТ70.19.2-83 (п.4.10.7), т.е. по распределению в корме контрольного компонента в количестве 1% от массы готовой кормосмеси. Масса отбираемой пробы – 500г.

Производительность выгрузных устройств определяли двумя методами: путем отбора и последующего взвешивания массы выгруженного корма в специальную тару за определенный промежуток времени, фиксируемый секундомером и с помощью весоизмерительного устройства.

Равномерность раздачи корма определяли на тензометрическом весоизмерительном устройстве, выполненном в виде ленточного транспортера. С его помощью непрерывно определялась и автоматически записывалась масса корма, находящегося на ленте весоизмерительного устройства.

Фактическую мощность электроприводов рабочих органов агрегата определяли прибором К-505 с точностью до 10 Вт.

Полезную мощность определяли по формуле:

$$N_n = N_{общ} - N_{хх}, \text{ кВт.}$$

Остатки корма в бункере определяли после его опорожнения путем ручного сбора и последующего их взвешивания с точностью до 0,01 кг.

Продолжительность термической обработки кормов определяли по часам, фиксируя в журнале испытаний начало и конец подачи пара в агрегат с точностью до 1 мин.

Температуру обрабатываемого корма должны были определять с помощью указателя УТ-200Е, смонтированного на бункере агрегата. Однако при изготовлении экспериментального образца этого агрегата указатель температуры не был смонтирован из-за его отсутствия. В результате температуру корма пришлось определять вручную с помощью обыкновенного термометра.

Не проводилась и оценка качества запаривания кормов, т.к. агрегат был установлен на улице около здания кормоцеха и опыты проводились при отрицательной температуре окружающей среды.

Испытания агрегата проводились на кормосмесях, состоящих из комбикорма, измельченной кормовой свеклы и воды. Рассыпной комбикорм имел плотность 500...540 кг/м³, влажность 12...14%. Свеклу измельчали на «Волгаре». Основная масса частиц имела размеры в пределах 3...10 мм, а самые крупные частицы не превышали 20 мм. Состав и физико-механические свойства кормосмесей, с помощью которых испытывали рабочие органы агрегата, приведены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1

Состав и физико-механические свойства кормосмесей

Вид кормосмеси	Состав смеси, %			Влажность, %	Плотность, кг/м ³
	комби-корм	корне-плоды	вода		
Кормосмесь I	20	40	40	78	1080
Кормосмесь II	30	35	35	70	1100
Кормосмесь III	17	55	28	75	1075
Кормосмесь IV	15	50	35	77	1080

При статистической обработке результатов, полученных при продолжительности смешивания с 11 до 21 мин., неравномерность смешивания (оценивалась по коэффициенту вариации) составляла 17,8%, тогда как по нормам неравномерность смешивания не должна превышать 10%.

Таблица 7.2.2

Показатели по качеству смешивания корма

Продолжительность смешивания корма, мин	Расчетное содержание контрольных компонентов, г	Фактическое содержание контрольных компонентов в навеске, г					
		Кормосмесь вл.78 %		Кормосмесь влажностью 75 %			
		факт. содержание	разница в показателях	У торца бункера		В середине бункера	
				факт. содержание	разница в показателях	факт. содержание	разница в показателях
14	1,0	2,05	1,05	3,69	2,69	0,49	0,51
6,0		2,24	1,24	1,93	0,93	0,20	0,80
11,0		1,52	0,48	0,90	0,10	1,60	0,60
16,0		1,72	0,72	1,60	0,60	1,39	0,39
21,0		1,83	0,83	1,06	0,06	1,56	0,56
				<u>Ср.0,86</u>		<u>0,88</u>	

На основании полученных результатов можно заключить, что продолжительность перемешивания кормов необходимо принимать в пределах 10-15 мин., а конструкция мешалки требует доработки, т.к. качество смешивания ниже установленного предела на 7,8%. Была установлена также минимально допустимая величина открытия шибера, равная 40...45 мм, при которой осуществляется процесс выгрузки корма из бункера.

При оценке производительности (подачи) выгрузных шнеков агрегата традиционным способом (отбором корма в тару за определенный промежуток времени и последующим его взвешиванием) установлено, что она в значительной степени зависит от величины выгрузного окна в бункере, т.е. положения задвижки (табл.7.2.3).

Так, например, при выгрузке густых кормосмесей ($W \approx 70\%$) через щель шириной 45 мм производительность составила 2,2...2,4 кг/с, а при ширине окна 250 мм она была равна 11,0 кг/с, т.е. увеличилась почти в 5 раз. На текучих кормах эта разница уменьшается. Это можно объяснить тем, что с увеличением влажности уменьшается вязкость кормосмесей, а следовательно, и сопротивление их прохождению через выгрузное окно.

При ширине выгрузного окна (щели) менее 40 мм выгрузка корма из бункера шнеками не производится.

Таблица 7.2.3

Производительность (подача) выгрузных шнеков при односторонней выдаче кормов влажностью 70...73%

Режим работы	Повторность	Продолжительность отбора корма, с	Масса, кг			Производительность, кг/с	Среднее значение производительности, кг/с
			тары	тары и корма	корма		
Правый шнек (задвижка открыта на 45 мм)	1	10	3,75	27,86	24,11	2,41	2,27
	2	10	2,5	24,45	21,95	2,20	
	3	10	2,5	24,44	21,94	2,20	
Правый шнек (задвижка открыта на 85 мм)	1	5	5,0	47,42	42,42	8,48	8,44
	2	5	5,0	47,3	42,3	8,46	
	3	5	5,0	46,85	41,85	8,37	
Правый шнек (задвижка открыта на 125 мм)	1	5	6,25	55,15	48,9	9,78	9,22
	2	5	6,25	49,83	43,6	8,72	
	3	5	6,25	52,1	45,85	9,17	
Правый шнек (задвижка открыта полностью, т.е. на 250 мм)	1	5	7,5	63,12	55,62	11,12	10,85
	2	5	7,5	60,05	52,55	10,51	
	3	5	7,5	62,1	54,6	10,92	

На рис. 7.2.5 и 7.2.6 в виде графиков представлены результаты определения производительности выгрузных шнеков посредством тензометрического весоизмерительного устройства.

Они подтверждают зависимость производительности выгрузных шнеков от размера выгрузного окна в бункере и влажности кормосмеси.

Дополнительно установлено, что процесс выгрузки кормосмесей при различной величине окна протекает неодинаково. При раздаче текучего корма ($W = 78\%$) и величине окна 45...50 мм (графики 1 и 2 рис. 7.2.5) подача корма сначала стабильна, а потом медленно снижается.

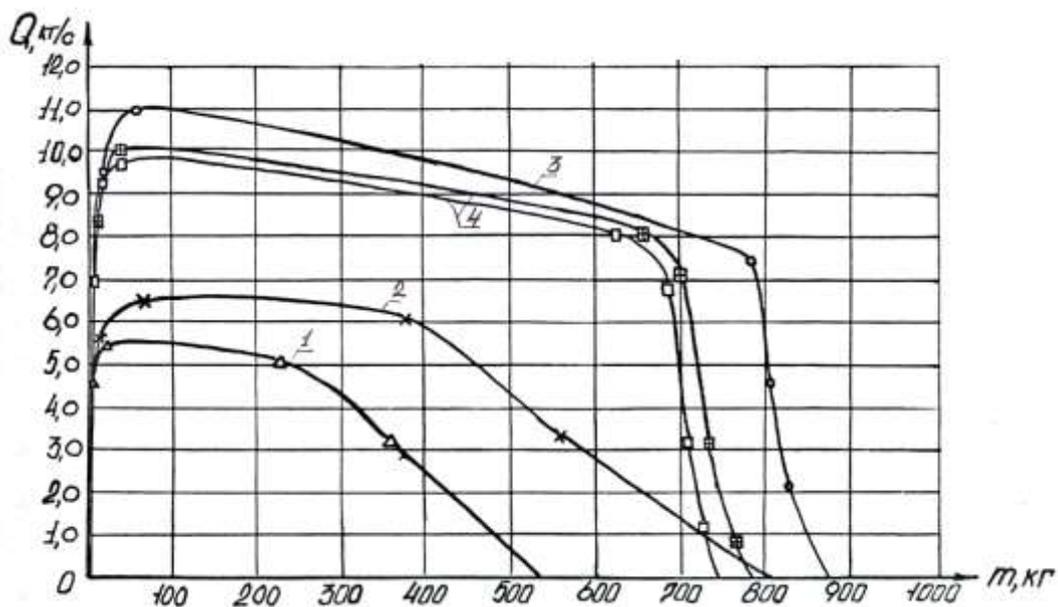
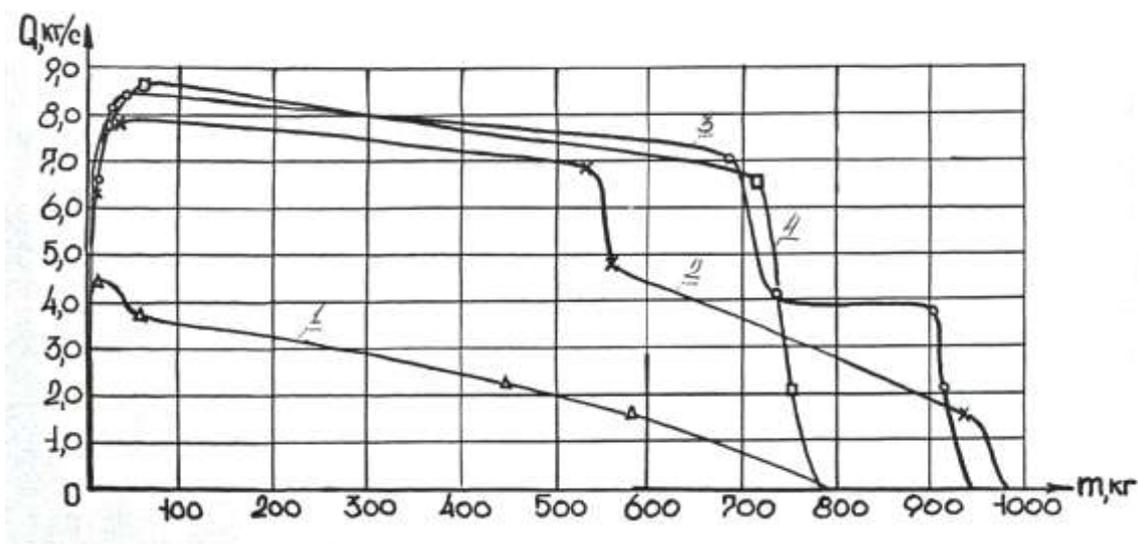


Рис. 7.2.5 Зависимость производительности выгрузных шнеков Q от массы выгруженного корма m ($W_{cm}=77; 78\%$):

- 1 – при открытии задвижки на 45 мм;
- 2 – при открытии задвижки на 50 мм;
- 3 – при открытии задвижки на 125 мм;



- 4 – при открытии задвижки на 250 мм

Рис. 7.2.6. Зависимость производительности выгрузных шнеков Q от массы выгруженного корма m ($W_{cm}=70...73\%$):

- 1 – при открытии задвижки на 45 мм;
- 2 – при открытии задвижки на 85 мм;
- 3 – при открытии задвижки на 125 мм;
- 4 – при открытии задвижки на 250 мм

Для выгрузного окна размером 125...250 мм к концу выгрузки подача шнеков резко падает (графики 3 и 4). Такое явление можно объяснить тем, что при узком выгрузном окне (45 мм) с уменьшением статического подпора корма в бункере самотечная пропускная способность через эту щель постепенно снижается. При ширине окна 125 мм и более эта зависимость значительно уменьшается.

На густых кормосмесях (рис.7.2.6) при ширине выгрузного окна 45 мм процесс выгрузки корма протекает медленно и нестабильно, а при окне в 85 мм (график 2) и 125 мм (график 3) выгрузка корма осуществляется как бы в 2 этапа. Это объясняется тем, что при такой величине окна густой корм плохо проходит через это отверстие. При ширине окна 250 мм это явление устраняется и шнек подает корм стабильно (график 4).

Дополнительно было выявлено также влияние запаса корма в бункере на работу (производительность) шнеков. На кормосмесях влажностью 77...78% в начале работы производительность шнеков составляла 10...11 кг/с (графики 3 и 4 рис. 7.2.5), а к концу выгрузки она уменьшилась до 7,5...8,8 кг/с, т.е. снижение составило 20...30%. На густых кормах ($W = 70...73\%$) это снижение меньше и составляет 10...20%.

На основании изложенного можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Регулировать подачу корма выгрузными шнеками изменением ширины выгрузного окна (положением шибера) малоэффективно.

2. Рабочий диапазон ширины выгрузного окна у агрегата данной конструкции для текучих кормов находится в пределах 125...200 мм, а для густых кормосмесей (влажностью около 70%) он должен составлять не менее 200 мм.

3. Производительность выгрузных шнеков близка к расчетным значениям и составила 7,0...11,0 кг/с в зависимости от влажности и запаса готового корма в бункере.

4. Снижение производительности выгрузных шнеков по мере опорожнения бункера на текучих кормосмесях (влажностью 77...78%) доходит до 30%, на густых (влажностью около 70%) составляет 10...20 %.

Для устранения этих недостатков целесообразно доработать конструкцию смешивающе-выгрузных рабочих органов, в основном путем совершенствования мешалки, которая должна способствовать подаче корма в выгрузные шнеки.

Нормированная раздача корма в групповые кормушки обеспечивается стабильной подачей (производительностью) выгрузных шнеков мобильного агрегата и скоростью его передвижения, т.е.

$$q = \frac{Q}{V}, \text{ кг/м,}$$

где q - норма выдачи корма на погонный метр кормушки, кг/м;
 Q - подача (производительность) выгрузного шнека, кг/с;
 V -скорость передвижения агрегата при раздаче, м/с.

Ранее было установлено, что фактические значения производительности выгрузных шнеков агрегата в зависимости от ширины выгрузного окна (положения шибера) составили 2,27; 8,44; 9,22 и 10,85 кг/с. Тогда при постоянной скорости передвижения агрегата, равной 0,5 м/с, выдача кормов соответственно составит 4,5; 16,9; 18,4 и 21,7 кг/п.м, а при оптимальной скорости 0,3 м/с будет равна 7,6; 28,1; 30,7 и 36,2 кг/п.м. Однако по зоотехническим нормам максимальное значение массы корма на 1 погонный метр групповой кормушки должно составлять не более 24 кг. Следовательно, с учетом рекомендуемого диапазона скоростного передвижения агрегата при раздаче корма 0,3...0,4 м/с подача корма выгрузными шнеками завышена в 1,2...1,5 раза.

Если оценивать процесс раздачи корма по равномерности его выгрузки из бункера, т.е. распределению по фронту кормления (табл. 7.2.4), то можно установить следующую основную закономерность: с увеличением влажности выгружаемого корма и проходного сечения выгрузного окна отклонения в подачах увеличиваются.

Например, при влажности корма 75 % пределы отклонений в подачах корма варьировались в границах 6,7...14,6 %, а при его влажности 78 % они увеличились до 19,5...27,2 %. Такое явление можно объяснить изменением статического давления столба влажного корма в бункере на процесс его выгрузки через шнеки.

Таблица 7.2.4

*Стабильность подачи корма при его выгрузке
из бункера мобильного агрегата АУ-Ф-1*

Проходное сечение выгрузного окна	Показатели		
	Диапазон подач корма, кг/с	Среднее значение подачи, кг/с	Пределы отклонений от средних значений, %
Влажность корма 75%			
250 × 85 мм (открыто на 1/3)	8,36...7,13	7,64	+9,4 -6,7
250 × 125 мм (открыто на 1/2)	8,10...6,43	7,48	+8,3 -14,1
250 × 250 мм (открыто полностью)	9,06...6,81	7,98	+13,5 -14,6
Влажность корма 78%			
250 × 85 мм	10,29...5,91	8,23	+25,2 -27,2
250 × 125 мм	11,06...7,07	9,25	+19,5 -23,6
250 × 250 мм	12,09...7,07	9,67	+25,2 -26,8

Чтобы устранить этот недостаток при раздаче животным текучих кормовых смесей, необходимо создавать дополнительное сопротивление продавливанию корма через выгрузные шнеки путем увеличения числа заходов винтовой линии, уменьшения ее шага, увеличения угла наклона или длины шнеков и т.д.

Результаты опытов по замерам мощности электроприводов испытываемого агрегата приведены в табл.7.2.5.

Они показали, что на холостой ход электропривода мешалки затрачивалось 0,43 кВт, а на перемешивание жидких кормов ($W=78\%$) и заполнение бункера до 80% расход мощности находился в пределах 0,73...1,23 кВт. На густых кормах ($W=70...72\%$) и заполнении бункера на 90 % потребная мощность увеличилась до 3,0 кВт. Следовательно, установленный на агрегате электропривод мешалки мощностью 2,2 кВт работал с перегрузкой. Электродвигатель выгрузного шнека мощностью 0,55 кВт при работе на густых кормосмесях также имел перегрузку примерно в 1,5 раза. Следовательно, установленная мощность электропривода

мешалки должна составлять не менее 3,0, а у выгрузных шнеков – не менее 0,75 кВт.

Таблица 7.2.5

Фактические значения мощности электроприводов агрегата

Назначение электропривода и режим его работы	Частота вращения, об/мин	Коэффициент заполнения	Потребная мощность, кВт	Примечание
<u>Мешалка:</u>				
Холостой ход	12	0	0,43	При увеличении продолжительности смешивания корма мощность повышалась
Кормосмеси влажностью 78%	12	0,5	0,73	
Кормосмеси влажностью 70...72%	12	0,8	1,23	
<u>Выгрузной шнек:</u>				
Холостой ход	165	0	0,36	
Кормосмеси влажностью 78%	165	1,0	0,60	
	150	1,0	0,80	
То же влажностью 70...72 %				

Опытами по замеру остатков корма в бункере было установлено, что кормосмеси влажностью 65...80% и величине выгрузного окна 85 × 250 мм и более практически выгружаются полностью. При выгрузной щели менее 85 мм остатки корма увеличились, а на густых кормах и щели 45...85 мм его остатки в бункере находились в пределах 80...100 кг. С учетом полученных данных целесообразно к концу процесса раздачи корма увеличивать проходное сечение выгрузного окна путем установки шибберной задвижки в другое положение.

Испытания по обработке кормов паром проводились при следующих условиях: давление пара в подводящей системе составляло 2,0...2,1 ати, температура 115°С, а исходная температура кормосмеси 10° С. Агрегат находился около наружной стены кормоцеха при отрицательной (-10°С) температуре воздуха. В процессе испытаний давление пара в бункере агрегата составляло 1,2...1,3 ати из-за утечки пара через шибберное устройство загрузочного окна бункера. Пар подавали в бункер в течение 1 часа

при периодическом перемешивании корма мешалкой. Предохранительный клапан, установленный на бункере агрегата, в процессе испытаний не срабатывал, т.к. он настроен на давление 1,7 ати. Температура корма, которую определяли при его выгрузке из бункера, в среднем составляла 103°С при влажности кормосмеси 60% и 93°С при влажности около 50%.

На основании этих данных можно заключить, что агрегат АУ-Ф-1 обеспечит нагрев корма до 100°С в течение примерно одного часа. При этом установлено, что чем выше влажность корма, тем быстрее он прогревается паром, а при расчетном давлении пара в бункере продолжительность термообработки корма должна уменьшиться.

К достоинствам экспериментального образца агрегата АУ-Ф-1 следует отнести его универсальность. С его помощью можно подвергать термической обработке (запариванию) недоброкачественные концентрированные корма, измельченный картофель, свеклу, другие пищевые добавки. В его бункере можно приготовить (перемешать) различные по составу кормовые смеси и затем нормировано раздать их по кормушкам разным половозрастным группам свиней.

Агрегат имеет небольшие габаритные размеры. Это позволяет применять агрегат в существующих свинарниках, приспособленных для раздачи корма серийными электромобильными кормораздатчиками. Он прост в управлении, т.к. все основные узлы имеют автономные электроприводы.

По технологическому процессу, выполняемому агрегатом, были выявлены следующие недостатки:

1. В начальный период перемешивания кормов и при наличии свободной влаги в бункере образуются «мертвые зоны», где появляются комки непромешанного корма.

2. Регулирование подачи корма через выгрузные шнеки посредством шибера не эффективно, т.к. при ширине окна менее 100 мм нарушается стабильность процесса, а при ширине 125...250 мм сужаются пределы регулирования подачи.

3. При раздаче текучих кормосмесей ($W = 75...78\%$) наблюдается самопроизвольное вытекание корма через выгрузные шнеки.

4. При ширине выгрузного окна менее 100 мм в бункере появляются значительные (до 100 кг) остатки корма.

5. Выгрузные шнеки данной конструкции не обеспечивают заданной ($\pm 90\%$) равномерности выгрузки корма.

Помимо перечисленных были выявлены и другие конструктивные недостатки:

- наблюдаются пульсирующие нагрузки за 1 оборот вала мешалки;

- при открытии шиберов происходит вытекание корма через щель в задней стенке шиберного устройства;

- в процессе испытаний был отказ в соединительной муфте привода мешалки (износ упругих втулок);

- установленные на электроприводах шнеков и шиберов реле защиты не обеспечивали защиту электродвигателей по силе тока ($I_{min} = 4\text{А}$ у реле, а у электродвигателей $I_{max} = 2,5\text{ А}$);

- в конструктивной документации отсутствует узел присоединения агрегата к магистральному паропроводу кормокухни, необходимо предусмотреть быстроразъемный присоединительный узел.

Обобщая результаты лабораторных испытаний экспериментального образца электромобильного агрегата для запаривания, смешивания и раздачи кормов на малых свинофермах, можно сделать следующее заключение:

- экспериментальный образец агрегата по своим технологическим возможностям соответствует назначению и обеспечивает запаривание, смешивание и последующую раздачу готового корма различным половозрастным группам свиней;

- выявленные конструктивные недостатки снизили качество выполнения технологического процесса по смешиванию и нормированной раздаче корма.

Предлагается устранить выявленные недостатки, по откорректированным чертежам изготовить опытный образец агрегата и поставить его на производственные испытания.

Производственные испытания экспериментального образца агрегата АУ-Ф-1 проводили в совхозе «Буденовец» Дмитровского района Московской обл., где с помощью этого оборудования приготавливали и раздавали корма откормочному свинопоголовью. Агрегат был смонтирован в кормовом проходе свинарника длиной 80 м и обслуживал 500-600 голов. Он имел следующие паспортные данные: вместимость бункера $-1,0\text{ м}^3$; масса $- 956\text{ кг}$;

габаритные размеры (длина × ширина × высота) 3000 × 1450 × 2050 мм; установленную мощность электродвигателей – 5,2 кВт.

Испытания проводили на увлажненном комбикорме с модулем помола 0,9. Качество смешивания корма проверяли по контрольному компоненту (ячменю), который вводили в объеме 1% от кормовой массы в бункере. Равномерность смешивания при работе мешалки в течение 10 мин. составляла 87...89%, а при увеличении продолжительности смешивания до 20 мин. она поднялась до 93% (табл. 7.2.6). Опыты проводили на кормах влажностью 62 и 70%, а их объемная масса составляла соответственно 1093 и 1077 кг/м³.

Таблица 7.2.6

Качество смешивания корма

Состав кормовой смеси	Продолжительность смешивания, мин.	Показатели		
		Влажность корма, %	Неравномерность смешивания (коэф.вар.), %	Однородность корма, %
Рассыпной комбикорм + вода	10	62	11,0	89,0
		70	12,6	87,4
	15	62	5,2	94,8
		70	10,1	89,9
	20	62	7,3	92,7
		70	7,4	92,6

Анализируя показатели табл. 7.2.6, можно выявить следующие закономерности: с увеличением продолжительности смешивания корма его однородность увеличивалась, а при повышении его влажности качество смешивания снижалось. Расход пара находился в пределах 189 кг на 1 т корма при продолжительности его тепловой обработки в течение 60 мин. При этом температура готового корма поднималась до 105...107°С, а стенки бункера нагревались до 85...90°С.

Оценивая работу агрегата в действующем свинарнике, можно заключить, что он обеспечивает выполнение технологического процесса по термической обработке корма, его перемешиванию и последующей раздаче животным. Однако по качеству перемешивания корма, его нормированной раздаче животным и конструк-

тивному исполнению отдельных узлов агрегата имеются недостатки. Например, чтобы достичь необходимых показателей по однородности кормосмеси, мешалка агрегата должна работать не менее 20 мин., а это значительно увеличит продолжительность технологического цикла кормления животных. Оптимальным вариантом следует считать продолжительность перемешивания корма после подачи последнего компонента в бункер не более 5 мин. Для достижения таких показателей целесообразно в конструкции мешалки предусмотреть перемешивающие лопасти, установленные с углом «атаки» $= 45^\circ - \frac{Q^0}{2}$ и по винтовой линии, обеспечивающей подачу кормовой массы от торцов бункера к его выгрузному окну. К недостаткам, выявленным при производственных испытаниях, следует отнести также следующие положения:

- наблюдались отказы в работе электрифицированной шиберной задвижки;
- затруднительно управлять одновременно работой обоих выгрузных шнеков с помощью двух автономных кнопочных станций типа «ПКЕ»;
- при электропитании агрегата посредством кабель-шторки наблюдается пробуксовка на отдельных участках рельсового пути;
- неудобство в обслуживании агрегата при его загрузке кормовыми компонентами и смешивании корма;
- затруднена смена положения клинового ремня в приводе передвижения агрегата;
- целесообразно изменить скорости его передвижения, применив следующие их значения: 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5 м/с.

При обработке результатов производственных испытаний агрегата АУ-Ф-1 в действующем свиарнике были получены следующие показатели его работы:

Вместимость бункера, м ³	1,0
Производительность, т/ч:	
при запаривании, смешивании и раздаче	0,3...0,7
при смешивании и раздаче	2,0...3,0
Равномерность смешивания корма, %	87...93
Продолжительность смешивания, мин.	15...20

Число выгрузных шнеков, шт.	2,0
Скорость передвижения, м/с	0,22; 0,27; 0,45; 0,52
Ширина колеи ходовых колес, мм	750
Управление работой агрегата	с пульта управления
Установленная мощность, кВт	5,22
Удельный расход пара, кг/т	160...200
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	3000 × 1450 × 2050
Масса, кг	956

В процессе производственных испытаний агрегата для устранения пробуксовки ходовых колес было внесено конструктивное изменение в расположение ведущей колесной пары. Она была смещена под бункер примерно на 150 мм с целью переноса основной нагрузки на эту ведущую пару. При этом следует отметить, что пробуксовка агрегата на рельсовых путях происходит из-за больших усилий на перемещение гибкого электрокабеля, закрепленного на кабель-шторке длиной 84 м.

Оценивая работу экспериментального агрегата АУ-Ф-1 в целом, можно заключить, что с его помощью можно предварительно термически обработать недоброкачественный корм, затем смешать его с другими кормовыми добавками и нормировано раздать животным, содержащимся в свинарниках с кормовыми проходами шириной 1400...1600 мм и имеющих стандартный (колея 750 мм) рельсовый путь для электромобильных кормораздатчиков. Однако на основе анализа конструкции отдельных узлов, качества выполнения технологического процесса рабочими органами агрегата и его обслуживания при создании промышленного образца этого оборудования предлагается осуществить следующие конструктивные изменения:

1. Для устранения подтекания корма через неработающий шнек предусмотреть для шнеков автономные (отдельно для каждого шнека) шибберные задвижки. У экспериментального образца АУ-Ф-1 для герметизации бункера при запаривании и смешивании кормов между фланцами выгрузного окна бункера с размерами в свету 250 × 250 мм и приемной части кожуха выгрузных шнеков применена общая электрифицированная шибберная за-

движка. Поэтому при односторонней раздаче кормосмесей повышенной влажности и увлажненных концентрированных кормов в начальный период происходит выдавливание корма через винтовую поверхность неработающего шнека. Для создания примерно одинаковых условий захвата корма левым и правым загрузными шнеками эти задвижки должны размещаться ниже выгрузного окна бункера.

2. Отказы в работе электрифицированной шибберной задвижки были обусловлены перегрузкой электропривода (установленная мощность 0,37 кВт, фактическая – 0,6 кВт), несовершенством исполнения пары «винт-гайка» (при включении в работу гайка поворачивается на определенный угол и лыской подклинивает шиббер) и редуктора электропривода. В испытываемом агрегате был применен электропривод с серийного запарника-смесителя, где он установлен горизонтально, а на агрегате – вертикально, на торцевой стенке. Большая шестерня редуктора этого привода не имеет достаточно жесткого крепления на валу, и при ее вертикальном расположении под нагрузкой «сползает» с вала.

Применение автономных задвижек на каждом шнеке в 1,5...1,7 раза уменьшит ее рабочую поверхность и усилия на их приводе. Тем самым повысится надежность их работы. Привод этих задвижек целесообразно применять ручной.

3. Предусмотреть на пульте управления переключатель, позволяющий переводить запуск в работу выгрузных шнеков поочередно и одновременно с одной кнопочной станции, а также рабочую площадку оператора оборудовать вертикальной лестницей с поручнями на верхней крышке бункера. Это устройство позволит визуально контролировать процесс загрузки корма в бункер данного агрегата.

После конструктивной доработки целесообразно изготовить опытный образец данного агрегата и провести приемочные испытания. Универсальный по назначению агрегат АУ-Ф-1 рекомендуется применять в производственных помещениях малых свиноферм при расходе корма в данном кормовом проходе за каждое кормление не более 1,1 т.

7.3. Ручные тележки для раздачи корма животным

В специализированных свинарниках-маточниках товарных ферм с различной формой собственности, в фермерских и личных подсобных хозяйствах основным средством для механизации раздачи корма животным является ручная тележка типа ТУ-300. Ее широкое использование при кормлении свиней и других животных объясняется тем, что при небольшом (до 1 т) суточном расходе корма применение серийного производительного энергонасыщенного оборудования становится неэффективным. К тому же довольно часто животные малых ферм размещаются в нетиповых зданиях с узкими кормовыми проходами, и применение в них специализированных кормораздатчиков затруднено. Однако на малых свинофермах производилось до 40% отечественной свинины, и ставятся задачи по дальнейшему увеличению производства свинины на таких предприятиях. Все это обязывает уделять внимание и созданию простейших средств механизации, т.к. затраты труда на раздачу корма животным малых свиноферм значительно (в 2-3 раза) выше, чем на крупных предприятиях, применяющих специализированное технологическое оборудование.

Разработкой экспериментальных образцов ручных кормораздаточных тележек наш институт занимался в период с 1990 по 1993 годы. За этот промежуток времени были изготовлены и испытаны экспериментальные образцы следующих марок кормораздаточных ручных тележек:

- ТКР-0,3 – предназначена для замены серийной тележки ТУ-300;
- ТСР-0,3 – тележка-смеситель ковшового типа для раздачи жидких кормов;
- ТРК-0,4/0,25 – специализированная рельсовая тележка для раздачи сухого концентрированного корма с одновременным его увлажнением при выдаче в кормушки.

С помощью ручной кормораздаточной тележки ТКР-0,3 можно перемешать, перевести и раздать животным влажные кормосмеси, сухой или жидкий корм. Эту тележку можно также использовать для перевозки различных грузов в животноводческих и складских помещениях. Общий вид ручной тележки ТКР-0,3

представлен на рис. 7.3.1., а серийной (ТУ-300), взамен которой предполагается применять новую, на рис. 7.3.2. Отличительной особенностью экспериментальной тележки следует считать ее удобное по форме днище. Оно должно обеспечивать самотечное перемещение корма в зону выгрузки.



Рис. 7.3.1. Общий вид экспериментальной ручной кормораздаточной тележки ТКР-0,3

Изменена и ходовая часть новой тележки, т.е. увеличен до 500 мм диаметр двух грузовых колес и на них перенесена основная нагрузка от корма. Такое исполнение должно снизить величину усилий для ее перемещения, а маневренность, наоборот, увеличить.

Лабораторными испытаниями было установлено, что при одинаковой грузоподъемности (300 кг) она по массе в 1,4 раза легче и маневреннее серийной тележки ТУ-300. Ею удобнее пользоваться при смешивании и раздаче корма, т.к. ее можно развернуть на 180° на одном месте (радиус поворота не превышает 1200 мм).



Рис. 7.3.2. Серийная ручная универсальная тележка ТУ-300

Эти преимущества позволяют применять новую тележку в узких (1000...1200 мм) кормовых проходах и разворачивать ее в обратную сторону в любом месте. Техническая характеристика тележки ТКР-0,3 приведена в таблице 7.3.1, а экономическая эффективность ее использования – в таблице 7.3.2.

Таблица 7.3.1

*Технические параметры ручных тележек
для раздачи корма свиньям*

Наименование параметров	Марки ручных тележек			
	серийная ТУ-300	Экспериментальные (ВНИИМЖ)		
		ТКР-0,3	ТСП-0,3	ТРК-0,4/0,25
1. Вместимость кузова, м ³	0,4	0,3	0,3	комбикорм-0,4 вода-0,25
2. Грузоподъемность, кг	300	350	450	-
3. Масса, кг	90	64	150	185
4. Радиус поворота, м	-	1,0...1,2	-	-
5. Усилия для передвижения, кгс:				
- пустая	-	4...6	5...9	6...10
- с кормом	20...30	15...22	20...30	11...17
6. Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	1570x650x 890	1310x750x 890	1800x910 x 1170	17850x 1200...1700x 1200

Таблица 7.3.2

*Сравнительная экономическая эффективность применения
новой кормораздаточной тележки ТКР-0,3*

Показатели	Марки тележек		Степень изменения параметра, %
	серийная ТУ-300	эксперимен. ТКР-0,3	
1. Оптовая цена, руб.	22500	16000	40
2. Масса, кг	90	64	-
3. Обслуживаемое поголовье свиней, гол.	260	260	-
4. Годовые затраты труда, чел-ч	858	754	14
5. Прямые эксплуатационные расходы, руб.	40922	35633	15
6. Приведенные затраты, руб.	44634	38273	17
7. Окупаемость, лет	-	2,5	-

Ручная тележка-смеситель ТКР-0,3 ковшового типа предназначена для смешивания и раздачи свиньям преимущественно кормовых смесей влажностью 70...80%. Смешивающее устройство этой тележки выполнено в виде вращающегося диска, смонтированного в наклонной части днища ковша. Ковш шарнирно (с помощью двух цапф) закреплен на раме ходовой тележки, а для его поворота применен стандартный однозаходный червячный редуктор. Самотормозящая пара этого редуктора обеспечивает фиксацию ковша в заданном положении. Ходовая часть этой тележки была выполнена в двух вариантах: на обрешиненных колесах (рис. 7.3.3) и для перемещения по металлическим направляющим, т.е. рельсам (рис. 7.3.4).

При применении данной тележки технологический процесс должен выполняться в следующей последовательности. В ковш сначала загружают жидкие компоненты, а затем, при включенной электромешалке, вносят концентрированные корма и другие добавки. Перемешивание прекращают через 2...3 минуты после окончания подачи последнего компонента.

Перед раздачей корма разъединяют штепсельное устройство кабельного электропитания, а гибкий кабель закрепляют на тележке и перегоняют ее в зону кормления животных. Там корм из

тележки, выгружают путем наклона ковша (рис. 7.3.5), а уровень заполнения кормушки кормом контролируют визуально.

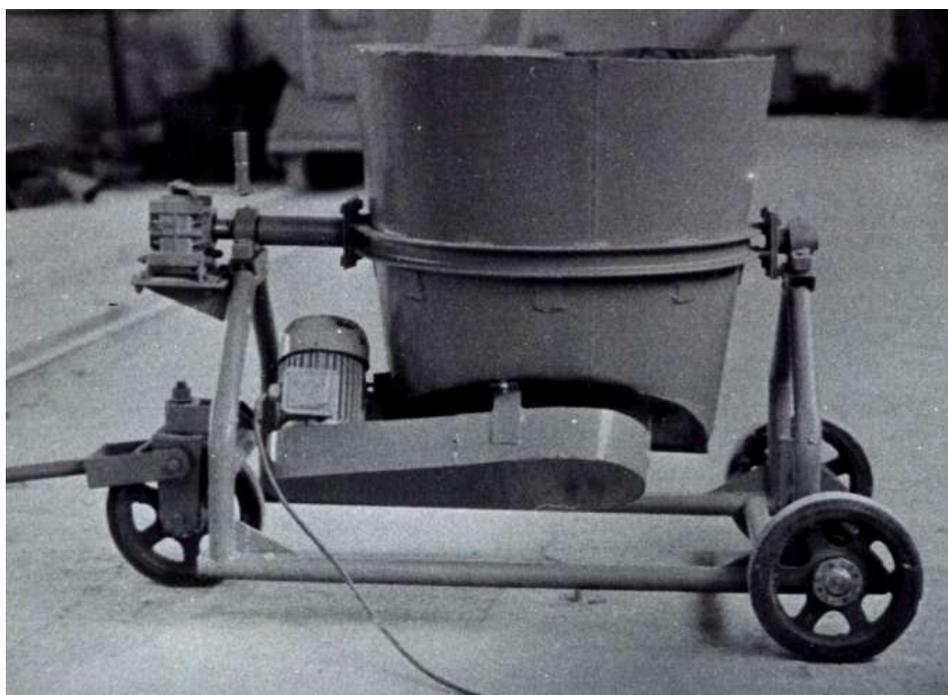


Рис. 7.3.3. Тележка на обрeзиненных колесах



Рис. 7.3.4. Тележка рельсовая (для металлических направляющих)



Рис. 7.3.5. Выгрузка корма путем наклона ковша

Лабораторными и производственными испытаниями этой тележки было установлено, что равномерность смешивания кормов находится в пределах 93...95%, а продолжительность процесса не превышает 5 мин. Для передвижения тележки по бетонному полу необходимо затрачивать 20...30 кгс с кормом и 5...10 кгс – при перемещении пустой тележки. Была выявлена также зависимость качества и продолжительности смешивания корма от его влажности. Жидкие корма ($W \geq 73\%$) смешиваются быстрее и качественнее, но при их раздаче животным возможно разбрызгивание в начальный период выдачи корма в кормушку и его расслоение в ковше к концу процесса раздачи. Техническая характеристика тележки ТСП-0,3 приведена в таблице 7.3.1.

Для раздачи свиньям комбикорма в смоченном состоянии (с одновременной и пропорциональной подачей в кормушку сухого корма и увлажняющей жидкости) во ВНИИМЖе была разработана и изготовлена ручная рельсовая тележка ТРК-0,4/0,25 (рис.7.3.6).

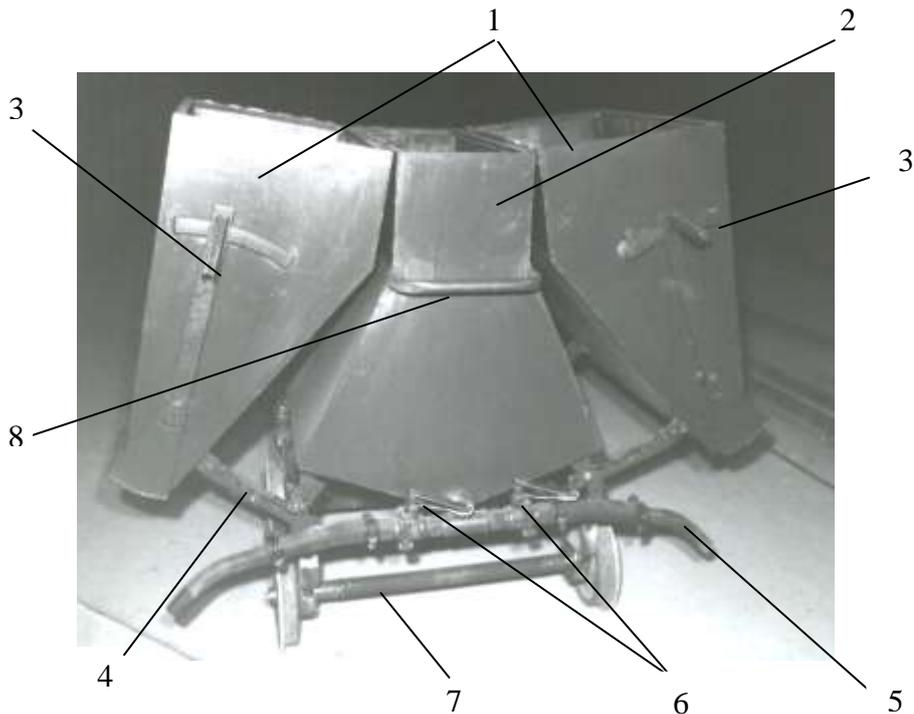


Рис. 7.3.6. Рельсовая ручная тележка ТРК-0,4/0,25 для раздачи свиньям комбикорма в смоченном виде:

1-емкость для комбикорма; 2-емкость для смачивающей жидкости; 3-рычажный механизм челюстного затвора; 4-фиксатор; 5-сливной патрубков для жидкости; 6-запорные краны; 7-ходовая часть тележки; 8-поручень

Конструктивно она выполнена из трех изолированных емкостей. Две боковые емкости 1 предназначенные для сухого корма, шарнирно соединены со средней емкостью 2, в которую заливают увлажняющую жидкость.

Эти боковые емкости внизу имеют переналаживаемое фиксирующее устройство 4, с его помощью емкости для сухого корма устанавливают в данном помещении так, чтобы корм из ее выгрузного окна самотеком поступал в кормушки этого кормового ряда. Само выгрузное окно закрывается заслонкой челюстного типа, а проходное сечение этого окна можно регулировать с помощью рычажного механизма 3. Для подачи жидких компонентов из емкости 2 в кормушки применены сливные патрубки 5 с запорными кранами 6, с помощью которых регулируют подачу увлажняющей жидкости. Ходовая часть тележки 7 выполнена в виде двух колесных пар и рамы, к которой крепится емкость для

жидкостей. Техническая характеристика данной тележки представлена в таблице 7.3.1.

Раздачу корма животным с помощью данной тележки необходимо производить в следующей последовательности. Предварительно (при монтаже) ее настраивают на раздачу корма в данном кормовом проходе. При этом боковые емкости для сухого корма и сливные патрубки устанавливаются и закрепляются в положении, обеспечивающем самотечную подачу компонентов в кормушки и исключающие их потери. После загрузки в емкость тележки исходных кормовых компонентов ее по рельсам перемещают в зону кормления животных. Там при раздаче корма в групповые кормушки на ходу открывают на требуемую величину челюстной затвор и кран сливного патрубка и передвигают тележку вдоль кормового ряда. Если есть разрывы в групповых кормушках, то на данном участке пути выдачу кормов прекращают. Выдавать корма в групповые кормушки на другую сторону рекомендуется при возвратном движении. Норму выдачи кормов в групповые кормушки можно регулировать соответствующей установкой челюстного затвора и скоростью передвижения самой тележки. В индивидуальные кормушки выдавать корм рекомендуется при остановке тележки у данного станка и на обе стороны.

В последующие годы во ВНИИМЖе все работы по совершенствованию конструкции ручных тележек были прекращены. Однако по ряду причин серийные тележки типа ТУ-300 на животноводческих предприятиях применяются до настоящего времени. С учетом технических и экономических преимуществ экспериментальной тележки ТКР-0,3 по сравнению с ТУ-300, она может быть востребованной и эффективной в животноводческих хозяйствах малой мощности. Известно также, что коэффициент использования рабочего времени у электромобильных кормораздатчиков, применяющихся на малых фермах, крайне низок (примерно 0,5 часа в сутки). Уменьшить в разы затраты на простаивающее дорогое технологическое кормораздающее оборудование можно при его замене на специализированную ручную тележку ТРК-0,4/0,25, которую можно эффективно применять в производственных помещениях малых ферм при групповом содержании животных (поросята-отъемыши, откормочный молодняк).

Заключение

В современных условиях рентабельность производства в свиноводстве зависит в основном от двух решающих факторов: эффективности использования кормов, доля которых в себестоимости продукции находится в пределах 50...70%, и условий содержания животных (в основном, от микроклимата в производственном помещении). С учетом физиологии пищеварения свиней принято считать наиболее оптимальным кормление животных влажными ($W=60...70\%$) кормами. Однако на свиноводческих предприятиях промышленного типа, на которых в настоящее время производится основная масса свинины, животных кормят жидким (влажностью до 80%) или сухим кормом. В нашей стране технология кормления свиней влажными кормосмесями, которые нормировано раздавали животным с помощью электромобильных кормораздатчиков, применялась только на племенных и товарных фермах мощностью до 24 тыс. голов в год. Сравнительные испытания технологий кормления свиней сухим, жидким или влажным кормом постоянно проводятся как в нашей стране, так и за рубежом.

В нашей стране в 80^{-е} годы многочисленными опытами было доказано, что на товарных фермах свиней эффективнее кормить влажными ($W\approx 70\%$) кормосмесями. В странах Западной Европы (Дания, Германия и др.) при сравнении различных технологий кормления свиней в репродукторном секторе было выявлено преимущество жидкого кормления по сравнению с «сухим», т.к. при «сухом» кормлении снижалась молочность свиноматок. Однако при их кормлении жидким кормом в подсосный период увеличивался падеж поросят-сосунов, а учеными Северной Америки было еще доказано, что при сухом кормлении у поросят возникают проблемы с кислотностью желудочного сока и диареей. В Англии (2005 г.) при опытах на откорме 12 тыс. голов были получены следующие результаты: у животных при их кормлении жидкими кормами среднесуточный прирост массы составил

796 г, а сухими гранулами – 754 г, т.е. был на 5,3% меньше, чем при жидком кормлении.

Если сравнивать преимущества и недостатки этих двух технологий кормления свиней, то можно отметить следующие оценки. При кормлении жидкими кормами легче обеспечить равномерное смешивание компонентов с введением различных ценных кормовых добавок и лечебных препаратов, а также более эффективное воздействие теплого жидкого корма на пищеварительный тракт животных. Однако этому типу кормления свиней присущи следующие недостатки: ухудшение микроклимата в свинарниках при холодной погоде, существенное увеличение навозных стоков и патогенной микрофлоры на свиноферме, увеличение эксплуатационных затрат на технологическое оборудование. По данным английских специалистов затраты на системы жидкого кормления свиней примерно в 12 раз больше, чем при сухом. При технологии кормления животных сухим комбикормом также существенно (в разы) уменьшается объем потребляемого корма, снижаются риски в порче его остатков, улучшаются гигиеничность в производственном помещении и удобство обслуживания кормораздающего оборудования. С учетом изложенного в свиноводстве все больше находят применение системы, позволяющие использовать преимущества указанных выше двух технологий кормления животных, т.е. доставку корма в кормушки осуществлять в сухом виде, а увлажнять его в процессе выгрузки или непосредственно в самой кормушке при поедании корма животными.

По такому принципу работают зарубежные стационарные средства механизации с применением тросо- или цепочно-шайбовых транспортеров, оборудованных объемными и регулируемыми по вместимости дозаторами кормов или самокормушками при технологии кормления животных «вволю».

Аналогичное оборудование все чаще стало применяться и в нашей стране. Однако следует отметить, что для нормированной раздачи сухого, смоченного (влажностью 30...40%) или влажного ($W = 60...70\%$) корма можно применять отечественные универсальные раздатчики-смесители кормов для свиней марок КС-Ф-0,8 и КС-Ф2,0М, которые прошли государственные приемочные испытания с положительной оценкой их работы и были рекомендованы к применению. Универсальные раздатчики-смесители

эффективнее всего применять в тех свиноводческих хозяйствах, у которых возникает необходимость в обогащении рационов кормления животных собственными ценными добавками (отходами молочного производства, супами из боенских отходов и т.д.). Рациональное использование кормовых ресурсов и нормированное кормление животных сбалансированными по питательным веществам кормами должны увеличить сохранность поголовья, продуктивность животных поднять на 8...10%, а свиноводство сделать рентабельным.

Во ВНИИМЖе в стадии разработки находится и комплект технологического оборудования для бесстрессовой погнездной технологии выращивания поросят-отъемышей при их ненормированном кормлении комбикормом из бункерных самокормушек. Минимизировать стрессовые явления у поросят-отъемышей предполагается за счет их погнездного перевода после отъема из секций для опоросов в специализированные секции для доращивания, расположенные в одном производственном помещении. Мелкогрупповые (по 10-12 голов) станки этих блоков оснащены специальными брудерами для отдыха поросят, а их ненормированное кормление обеспечивается из самокормушек, размещенных на разделительной стенке двух смежных станков в данном блоке. Бесстрессовая технология погнездного выращивания поросят-отъемышей должна обеспечить сохранность поросят, выровнять их развитие и увеличить среднесуточный прирост массы. Прогнозируемые результаты применения данной технологии: доведение сохранности поросят-отъемышей до 98%, достижение живой массы 30...32 кг в 87–90-дневном возрасте.

Библиографический список

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий ОНТП 2-85, Госагропром СССР, М.,1965.
2. Ведомственные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий ВНТП 2-96, Минсельхозпрод России, М.,1995.
3. Раздатчики кормов. Общие технические требования ГОСТ 26735-85, М.,1985.
4. Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения. ГОСТ 15.001-73 и Продукция производственно-технического назначения ГОСТ 15.001-88, ГК СССР по стандартам, М.
5. ОСТ 70.19.1-74, Раздатчики кормов; ОСТ 70.19.2-74, Машины и оборудование для приготовления кормов; ОСТ70.19.4-75, Комплекс машин и оборудования для свиноводческих ферм «Программа и методы испытаний», ВО «Союзсельхозтехника», М., 1974-1977.
6. Сельскохозяйственная техника (каталог), ВО «Союзсельхозтехника, ЦНИИТЭН, 1975.
7. Техника для животноводства и кормопроизводства (каталог, часть III), Минсельхозмаш СССР, М.,1987.
8. Сельскохозяйственная техника (каталог, том III), Информагротех, М.,1992.
9. РД 23.7.1-88 (Методические указания), Оценка технического уровня и качества комплектов технологического оборудования для животноводства и кормопроизводства, Кишинев,1989.
10. Нормативно-справочный материал для экономической оценки сельскохозяйственной техники (части I и II), М.,1988.
11. Методические указания о порядке разработки согласования и утверждения исходных требований на сельскохозяйственную технику, Госагропром СССР, М.,1988.

12. Протоколы зональных МИС по приемочным испытаниям опытных образцов нового технологического оборудования для свиноводческих предприятий.
13. Труды ВНИИМЖ, том 1 (1971г.) – том 19 (2009г.).
14. Труды ВСХИЗО, том 107 (1975), 127 (1977), 133 (1978г.).
15. Механизация приготовления и раздачи комбикормов (Н.Г.Шамов, А.А.Уткин), Россельхозиздат, М.,1973 (176 стр.).
16. Справочник механизатора-животновода (под редакцией Л.И.Киренкова), Россельхозиздат, М.,1975 (366 стр.)
17. Библиотечка инженера. Руководства (5 шт.) по применению нового технологического оборудования по доставке и раздаче кормов свиньям (Уткин А.А. и др.), Информагротех, 1991-1992.
18. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика, Стройиздат, М.,1965.
19. Ботук Б.О. Гидравлика, Высшая школа, 1962.
20. Григорьев А.М., Винтовые конвейеры «Машиностроение», М.,1972.
21. Н.П.Зеленский. Исследование и обоснование основных параметров смесителя непрерывного действия для приготовления увлажненных мешанок. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н., Киев, 1968.
22. Н.П.Зеленский, Л.И.Штельмах. Методика расчета основных параметров лопастных кормосмесителей. Труды УСХА, Киев, 1968.
23. В.Г.Иванов. Изучение с помощью скоростной киносъемки процесса перемещения зерна шнеком. Труды ВИМ, т.32, М.,1963.
24. П.К.Киселев. Справочник по гидравлическим расчетам, «Энергия», М.,1972.
25. Ф.К.Новобранцев. Экспериментально-теоретические исследования работы смесителя кормов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н., М.,1955.
26. Ф.К.Новобранцев. Исследования работы смесителя кормов. Труды ВНИИМЭСХ, вып. III, 1960.
27. Омельченко А.А., Куцын Л.М. О некоторых теоретических предпосылках к расчету винтовых транспортера. Тракторы и сельхозмашины, №12,1964.

28. Омельченко А.А. Научно-технические основы совершенствования механизированного процесса раздачи кормов на животноводческих фермах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н., Киев, 1971.

29. И.Ф.Пикуза, С.К.Янчин. Анализ работы наклонных винтовых транспортеров. Труды Рн/Д института с-х машиностроения «Проектирование рабочих органов машин для животноводческих хозяйств», вып. III, 1972.

30. В.И.Прилепский и др. Проектирование рабочих органов машин для животноводческих хозяйств (теория и расчет), вып. III, Рн/Д, 1972.

31. Е.И.Резник. Анализ транспортирующей способности горизонтального винтового конвейера, НТБ по электрификации сельского хозяйства, ВИЭСХ, М., 1969.

32. А.А.Рунцо, А.Д.Селезнев. Экспериментально-теоретические основы расчета лопастных смесителей непрерывного действия. Труды ЦНИИМЭСХ НЗ «Вопросы сельскохозяйственной механики», том XX, Минск, 1971.

33. А.Н.Тимофеев. Анализ работы и расчет шнека-смесителя. Труды ВИМ, т.16-III, 1952.

34. Н.Н.Ульрих. Анализ движения материала по транспортирующим рабочим органам. Журнал М и Э соц.с/х №5, 1965.

35. Уткин А.А. Авторские свидетельства на изобретения и патенты РФ (14 шт.).

36. К.Ф.Федюкова. «К вопросу определения коэффициента наполнения винтового транспортера». Труды ВИМ, т.321, М., 1963.

37. Янчин С.К. Исследования процесса перемещения сыпучих кормов винтовыми транспортерами. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н., Р-н-Д, 1966.

38. С.К.Янчин, М.С.Скок. Кинематика сыпучего тела в горизонтальном винтовом транспортере с U-образным кожухом. Труды АЧИМСХ. Вып.2, 1973.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ВЕДОМСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО КОРМЛЕНИЮ СВИНЕЙ	6
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОРМОРАЗДАЮЩИМ УСТРОЙСТВАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В СВИНОВОДСТВЕ.....	14
3. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО РАЗДАЧЕ КОРМОВ СВИНЬЯМ	23
4. ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНЫЕ (РЕЛЬСОВЫЕ) РАЗДАТЧИКИ КОРМОВ ДЛЯ СВИНЕЙ...	30
4.1. Обоснование вместимости бункера электрических кормораздатчиков для свиней.....	31
4.2. Расчет продолжительности технологического процесса раздачи корма электрическим кормораздатчиком.....	36
4.3. Технико-экономическое обоснование выбора типа электрического кормораздатчика	38
4.4. Раздатчики концентрированных кормов с их увлажнением при выдаче в кормушку	43
4.5. Кормораздатчики с питателем ковшового типа.....	67
4.6. Универсальные раздатчики-смесители кормов с вильчатыми питателями роторного типа.....	86
4.7. Технико-экономические показатели работы электрических кормораздатчиков.....	120
5. ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ РАЗДАЧИ ТЕКУЧИХ КОРМОВ СВИНЬЯМ В ГРУППОВЫЕ КОРМУШКИ	131
6. СТАЦИОНАРНЫЕ СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАЗДАЧИ КОРМОВ СВИНЬЯМ...	145
6.1. Транспортирующие устройства с винтовыми рабочими органами	148
6.2. Стационарный раздатчик кормов для свиней на базе качающегося транспортера	156
6.3. Кормовые станции	167
7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ СВИНЬЯМ НА МАЛЫХ ФЕРМАХ.....	173
7.1. Кормораздатчик безрельсовый для малых свиноферм.....	174
7.2. Агрегат электрический рельсовый для запаривания, смешивания и нормированной раздачи кормов на малых свинофермах..	190
7.3. Ручные тележки для раздачи корма животным	211
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	219
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	222

Уткин Анатолий Александрович
кандидат технических наук

**МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ**

Компьютерная верстка Адамия Н.А. при участии Щеткиной Н.И.
Технический редактор Адамия Н.А.

Отпечатано в ресурсном центре
ГОУ СПО Технологический колледж № 14
127550, г.Москва, ул. Тихомирова, дом 10, корпус 1
Тел./факс 8(495) 798-30-70, e-mail:14@prof.educom.ru

Подписано в печать 22.03.2011 г.

Формат 60x84/16

Шрифт Times New Roman

Усл.-печ.л. 14,125

Бумага офсетная

Печать цифровая

Тираж 50 экз.

Цена договорная