

#### *Заключение*

Стабилизацию режимов доения коров обеспечивают вакуумные и молочные трубы большего диаметра. Однако такая реконструкция вакуумных систем доильных установок на молочно-товарных фермах страны требует больших капитальных затрат и потерь овеществленных ресурсов. Поэтому модернизировать целесообразнее вакуумные насосы, обеспечив при этом увеличение их скорости действия на 15–20%. Увеличение скорости действия насосов снизит до нормативного уровня колебания вакуумметрического давления.

#### *Литература*

1. Dmitrewski J. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych, tom 3 – Warszawa, 1978.
  2. Казаровец, Н.В. Технологии, оборудование и технический сервис в молочном животноводстве: монография / Н. В. Казаровец, В. П. Миклуш, М.В. Колончук. – Минск : БГАТУ, 2007. – 556 с. : ил.
- 

УДК 631.22.018

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ ВЛАЖНЫХ КОРМОВ ДЛЯ СВИНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ**

*Кольга Д.Ф., Сыманович В.С., Попов С.А. (БГАТУ)*

*Рассматриваются вопросы методики и проведения экспериментальных исследований при интенсификации процесса смешивания кормов.*

#### *Введение*

Для интенсивного ведения животноводства кроме генетического потенциала необходимо качественное кормление, которое определяется не только прочной кормовой базой, но и рациональным использованием кормов. Для этого необходимы экономически выгодные и биологически здоровые рационы. Однако по величине физиологических затрат и степени напряжения систем организма свиней корм, умеренно влажный, является более предпочтительным для пищеварения, лучше усваивается животными, чем сухой. Поэтому оптимальным решением является увлажнение сухого корма при поедании его животными.

В небольших фермерских хозяйствах широко применяют также кормление свиней полноценными комбикормами, разбавленными водой, отходами переработки молока или пищевыми отходами до влажности около 80%. Преимущества такого кормления: более полное смешивание компонентов и быстрый ввод лекарственных препаратов; сокращение потери корма при потреблении его животными, более быстрое их поедание; уменьшение потребления питьевой воды животными; благоприятное воздействие теплого корма на пищеварительный тракт; возможность полной автоматизации раздачи корма; высокая точность дозирования; точное индивидуальное или групповое нормированное кормление; низкие производственные затраты на содержание кормораздающей системы.

#### *Описание устройство и работа макетного образца смесителя*

Наиболее эффективны экспериментальные исследования на пилотных образцах смесителей. Но их изготовление требует значительных затрат труда и средств.

Хотя процесс смешивания зависит от множества факторов, но закономерность смешивания определяется не объемами смешивания, а параметрами рабочих органов. Поэтому для экономии средств изготовлен макетный образец смесителя для проведения экспериментальных исследований. Модель позволяет полностью копировать процесс смешивания натурального образца смесителя.

При проектировании модели смесителя использованы формулы, предложенные Стукалиным:

$$D_{\text{п}} = D_{\text{м}} \sqrt[1,4]{\frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{м}}}},$$

$$\omega_{\text{п}} = \omega_{\text{м}} \sqrt{\frac{D_{\text{м}}}{D_{\text{п}}}},$$

где  $D_{\text{п}}$  – диаметр проектируемой машины;  
 $D_{\text{м}}$  – диаметр имеющейся серийной машины.

Минимальный объем серийных смесителей аналогичного назначения составляет 1-2 м<sup>3</sup>. Составляя модель макетного образца (рис. 1), чтобы не нарушался процесс смешивания, его объем должен быть не менее 0,06 м<sup>3</sup>. По этому объему проектировалась и изготавливалась макетная установка смесителя, принципиальная схема которой показана на рис. 1. Она состоит из следующих основных узлов: электропривода 1, емкости 2, вала мешалки 3, сменных рабочих органов 4, задвижки 5, рамы 6, всасывающей магистрали 7, нагнетательной магистрали 9.

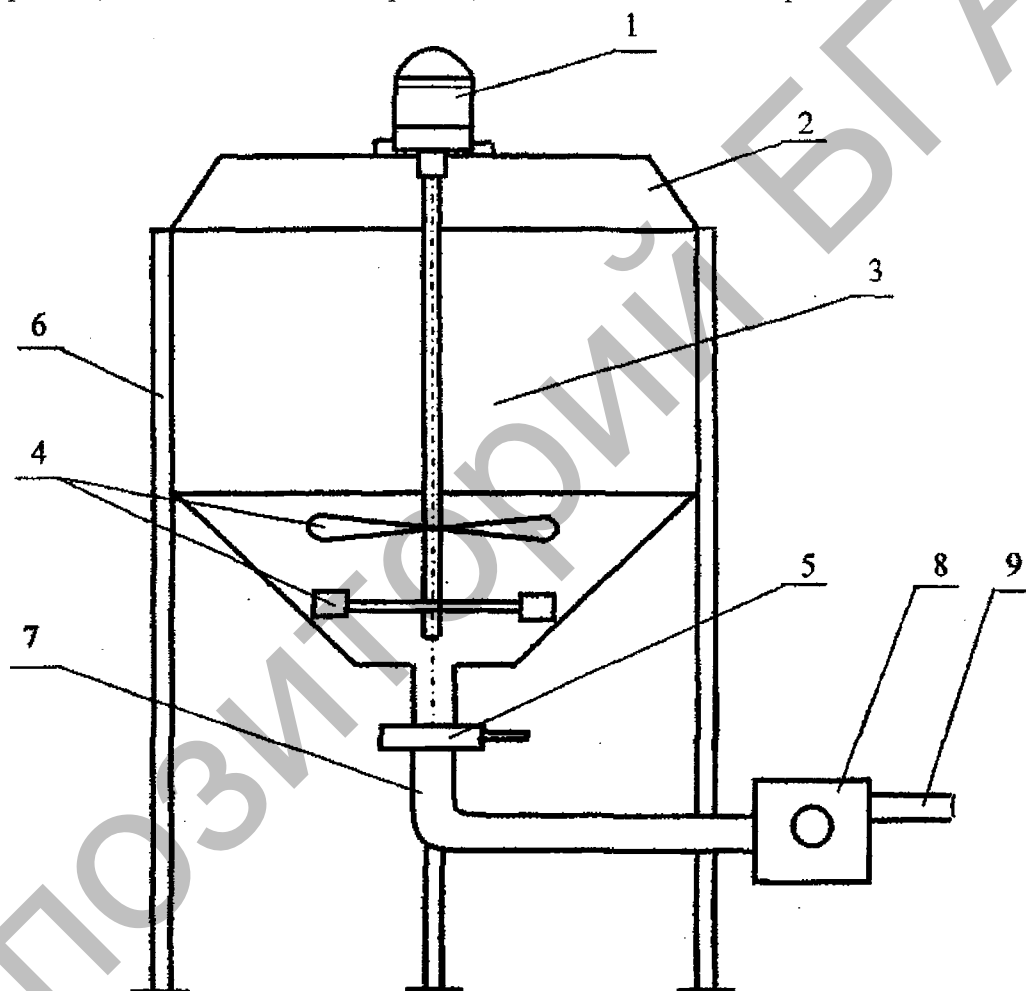


Рисунок 1 - Модель макетного образца смесителя:

1 – электропривод; 2 – емкость для смешивания; 3 – вал мешалки; 4 – сменные рабочие органы мешалки; 5 – задвижка; 6 – рама; 7 – всасывающая магистраль; 8 – кормовой насос; 9 – нагнетательная магистраль

Емкость представляет собой цилиндр, в верхней и нижней части переходящий на конус. Вал мешалки изготовлен из трубы, в которую вмонтирована цапфа для соединения с приводом.

В верхней части емкости закреплена под углом 30° отбойная пластина, которая при работе смесителя направляет смешиваемый материал от стенок емкости, куда он прижимается центробежной силой, к центру, что способствует более интенсивному перемешиванию

#### **Секция 4: РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

компонентов. Смешивающие рабочие органы – сменные и позволяют производить процесс смешивания лопастным, пропеллерным и центробежным методами.

Электропривод мощностью 1,2 кВт позволяет изменять скорость вращения вала от 2 до 200 об./мин. Конструкция рабочих органов позволяет изменять их положение, как по высоте емкости, так и относительно смешиваемого материала и стенок емкости, изменяя зазор между рабочими органами и корпусом. Задвижка служит для перекрытия выгрузного патрубка смесителя от всасывающей магистрали во время смешивания. Всасывающая магистраль соединяет смеситель с насосом. Насос подает кормосмесь через нагнетательную магистраль в кормушки.

##### ***Методика определения качества смешивания***

Согласно принятой методике для получения кормосмеси влажностью 70 % в смеситель заливалось 22,77 кг воды и при работе смесителя засыпалось 7,23 кг комбикорма с гранулометрическим составом 56 % до 1 мм и 34 % менее 1 мм. При смене режимов работы или рабочих органов компоненты заполнялись повторно. Качество смешивания определялось по распределению контрольного компонента в пробах.

При оценке качества смеси методом контрольного компонента в качестве последнего использовались зерна ячменя в количестве 1 % от общей массы смешиваемого материала, что составило 300 г или в пересчете на количество – 3760 зерен. Ввод указанного компонента осуществлялся в заполненный смеситель. Отсчет продолжительности смешивания при этом начинался с момента ввода отмеченного компонента.

Отбор проб на качество смешивания производился с помощью пробоотборника, разработанного и изготовленного силами кафедры.

Для отбора проб пробоотборник с закрытой крышкой погружался в нужную точку, нажатием ручки 1, сжимающей пружину, и поворотом на 180° открывалась мерная емкость, куда попадала смесь, после чего поворотом ручки емкость закрывалась крышкой и извлекалась из смесителя. Отборник проб рассчитан на 250 г массы. Зерна из каждой пробы выбирались вручную, подсчитывалось их количество.

##### ***Выбор смесительного рабочего органа***

Наряду с приготовлением влажных кормосмесей из местных кормов используется кормление полнорационными комбикормами. Для уменьшения потерь при раздаче и лучшей усвояемости комбикорма целесообразно скармливать в виде жидких кормосмесей. При гидравлическом воздействии на комбикорм процесс образования однородной смеси протекает нетрадиционным образом без внедрения материала в материал. Здесь тип рабочего органа имеет определенное значение.

Для выбора оптимального типа рабочего органа при смешивании комбикорма с водой проведены предварительные экспериментальные исследования. Для этого подобраны наиболее активные рабочие органы: пропеллерного типа, лопастной и турбулентный смешивающие органы. В качестве контрольного компонента использовался ячмень как наиболее близкий по физико-механическим свойствам и не подвергающийся сепарации при отстое готовой кормосмеси.

Следующим этапом выбора типа рабочих органов являлось определение времени смешивания (рис. 2). При увеличении времени смешивания до трех минут резко возрастает равномерность смешивания, т.е. неравномерность смешивания уменьшается, в интервале 4 – 6 минут стабилизируется и затем возрастает. Оптимальным временем смешивания является время в пять минут. С увеличением этого времени начинается сегрегация процесса.

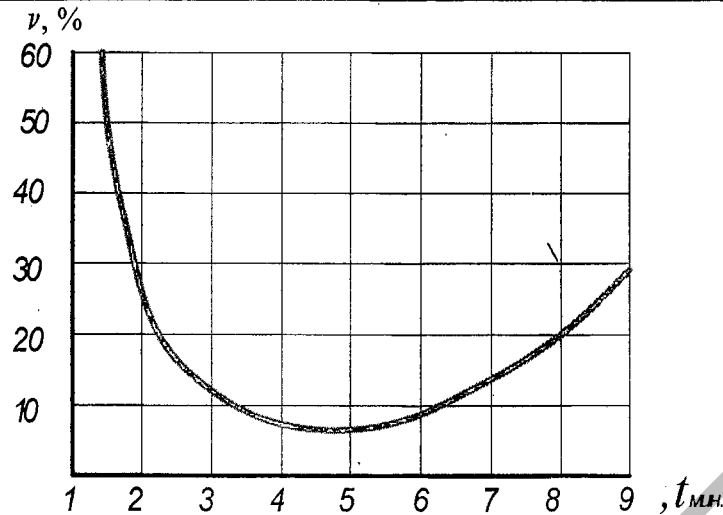


Рисунок 2 - Зависимость неравномерности смешивания компонентов смеси от времени смешивания

Исходя из зависимостей, считаем наиболее приемлемым для дальнейших исследований по выбору оптимальных конструктивных параметров турбулентный рабочий орган. Для проверки эффективности его работы проведены дополнительные исследования в оптимальном диапазоне частот (рис. 3). Отсюда видно, что наиболее сильным параметром, влияющим на процесс смешивания, является частота вращения вала ( $\nu$ ). На процесс смешивания также существенное влияние оказывает высота лопасти рабочего органа ( $\beta$ ) и угол среза лопасти ( $\alpha$ ).

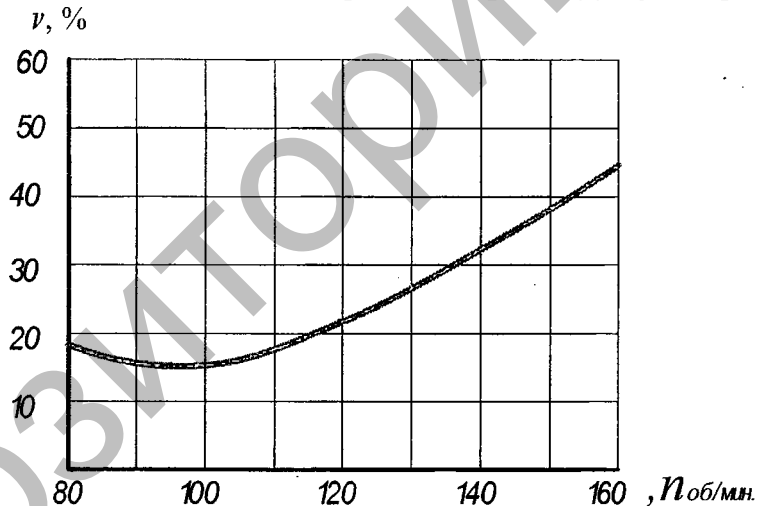


Рисунок 3 - Зависимость неравномерности смешивания от частоты вращения турбулентного рабочего органа макетного образца

#### Результаты экспериментальных исследований.

В соответствии с методикой проведения эксперимента в качестве наиболее сильно влияющих факторов приняты: частота вращения вала смесителя  $n$ , мин.<sup>-1</sup>; диаметр лопасти  $B$ , м и угол скоса смешивающего органа  $\alpha_n$ , град., которые кодировали (табл. 1), согласно формуле

$$x_i = \frac{2z_i - z_{i1} - z_{i2}}{z_{i2} - z_{i1}},$$

где  $z_i$  — натуральное значение  $i$ -го фактора;

$z_{i1}$  и  $z_{i2}$  — соответственно нижняя и верхняя границы изменения величины  $z_i$  (уровни её стабилизации при проведении опытов).

**Секция 4: РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

Тогда значениям  $z_{i1}$  и  $z_{i2}$  соответствуют кодированные значения  $x_{i1} = -1$  и  $x_{i2} = +1$ .

Таблица 1 - Кодирование факторов

Варьируемые параметры	$n_e$	$B$	$\alpha_n$
Единицы измерения	мин <sup>-1</sup>	м	град.
Кодовые обозначения факторов	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Основные уровни ( $x_i = 0$ )	120	0,045	45
Интервалы варьирования	40	0,015	15
Нижние уровни ( $x_i = -1$ )	80	0,03	30
Верхние уровни ( $x_i = +1$ )	160	0,06	60

Строки матрицы планирования эксперимента содержат все сочетания факторов  $x_i$ . Матрица полного трёхфакторного плана первого порядка и результаты опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Матрица планирования и результаты опытов

$u$	Уровни факторов			$y_{u1}$	$y_{u2}$	$y_{u3}$	$\tilde{y}_u$	$s^2\{y_u\}$	$\bar{y}_u$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$						
1	-1	-1	-1	10,2	9,4	10,9	10,167	0,563	9,746
2	+1	-1	-1	17,0	17,5	18,7	17,733	0,763	17,313
3	-1	+1	-1	37,3	38,3	41,2	38,933	4,103	38,512
4	+1	+1	-1	14,0	14,1	15,2	14,433	0,443	14,854
5	-1	-1	+1	32,7	33,4	35,9	34,0	2,830	34,421
6	+1	-1	+1	24,5	25,1	27,1	25,567	1,853	25,146
7	-1	+1	+1	11,2	12,33	13,1	12,2	0,910	12,621
8	+1	+1	+1	26,6	29,5	29,1	28,4	2,470	28,821

Проверяем гипотезу об однородности дисперсий, используя критерий Кохрена:

$$G = \frac{4,103}{13,937} = 0,294 < G_{кр} \equiv G(0,05; 2; 8) = 0,5157,$$

т.е. гипотеза об однородности построчных выборочных дисперсий не противоречит экспериментальным данным, что позволяет вычислить дисперсию воспроизводимости опытов.

$$s^2\{y\} = \frac{13,937}{8} = 1,742.$$

В результате вычислений установлено, что линейная модель не приемлема. Для описания полиномом второго порядка почти стационарной области вблизи экстремума на поверхности отклика составляем и реализуем такой план, в котором каждая переменная принимает хотя бы три разных значения.

Следуя идее шагового эксперимента, используем так называемое композиционное (последовательное) планирование, дополнив уже реализованный план первого порядка и эксперимент в центре плана опытами в  $2k$  «звёздных» точках, которых, если  $(\mp \alpha_k, 0, 0)$ ;  $(0, \mp \alpha_k, 0)$ ;  $(0, 0, \mp \alpha_k)$ . Анализ канонических уравнений регрессии упрощается благодаря имеющейся классификации гиперповерхностей второго порядка в евклидовом пространстве. По этой классификации уравнения, для которых все диагональные элементы преобразованной матрицы квадратичной формы  $\lambda_i > 0$  и в общем случае  $H = y - \bar{c} > 0$ , описывают гиперповерхности, которые называют многомерными эллипсоидами. Экстремум функции  $y$  находится в центре такой гиперповерхности.

Если принять  $n_e = 80$  мин<sup>-1</sup>;  $B = 0,03$  м и  $\alpha_n = 30$  град., то  $y = 9,01$ . Относительное ухудшение показателя неравномерности смешивания  $y_{\min} = v_{\min}$  при этом

$$\delta_y = \frac{y - y_{\min}}{y_{\min}} \cdot 100 = 0,98,$$

т.е. менее одного процента. С использованием составленной модели  $y = f(n_e, B, \alpha_n)$  исследована чувствительность показателя  $y = v$  к отклонениям варьируемых параметров от их но-

минальных значений в центре гиперповерхности. На коэффициент вариации  $n$  наиболее влияет диаметр лопасти  $B$ , а меньше – угол скоса смешивающего органа.

### **Заключение**

В результате проведенных исследований установлено:

- наиболее эффективным из испытываемых рабочих органов является рабочий орган турбулентного типа;
- оптимальная частота вращения этого рабочего органа находится в пределах 80 – 100 оборотов в минуту;
- высота лопасти турбулентного рабочего органа должна быть не менее 0,06 м;
- угол скоса заборной части смешивающего рабочего органа составляет  $45^\circ$ ;

### **Литература**

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы. – Минск: Ураджай, 2005
2. Шило И.Н., Дашков В.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства. – Минск: Ураджай, 2003.
3. Техническое обеспечение процессов в животноводстве /Учебник для сельхоз Вузов под ред. В.К. Гриба.– Минск: Беларуская навука, 2003.
4. Рекомендации по реконструкции свиноводческих комплексов и ферм. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. –216 с.
5. Новые технологии и оборудование для технического перевооружения и строительства свиноводческих ферм и комплексов. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. –264 с.

УДК 631.22.018

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ**

*Кольга Д.Ф., Скорб И.И. (БГАТУ)*

*Внедрение индустриальных технологий в животноводство и перевод его на промышленную основу создал серьезную экологическую проблему, обусловленную накоплением огромного количества бесподстильного навоза.*

### **Введение**

На сегодняшний день для уборки бесподстильного навоза из помещений животных во многих хозяйствах применяется гидравлический способ. В ветеринарно-санитарном отношении он наиболее оптимальный. Он не вызывает беспокойства животных, обеспечивает достаточную чистоту, препятствует разносу инфекций и при правильном устройстве и эксплуатации улучшает микроклимат помещений.

Прямой смыв заключается в смывании навоза струёй воды давлением 0,2-0,3 МПа как с мест дефекации скота в навозные каналы животноводческих помещений, так и по этим каналам за пределы животноводческих помещений.

Способ самотёчного смыва жидкого навоза из животноводческих помещений основывается на его способности течь по дну навозосборного канала в соответствии с его наклоном и даже растекаться по горизонтальному дну. Действующей силой является сила тяжести навоза. Система самотёчного смыва имеет продольные и поперечные каналы. Первые расположены вдоль животноводческого помещения, вторые — поперёк него. Продольные каналы проходят через места возникновения навоза. Сверху они закрыты решётками, сквозь щели которых более жидкий навоз стекает в каналы, а менее жидкий продавливаются ногами животных. По дну этих каналов навоз стекает в поперечные каналы, а по ним — во внешние навозосборники. Наклон дна продольных каналов составляет 0,005-0,015 в сторо-