

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 636.085.55

А.С. Алферов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ СУХИХ И ЖИДКИХ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

Ключевые слова: расходная емкость, смеситель, форсунки, процесс смешивания, сухие добавки, жидкие добавки, эмульсия, доза внесения, неоднородность смешивания, энергоемкость.

Введение

С увеличением продуктивности животных повышается требование к однородности кормов. Комбикорм с однородностью смешивания 95% считается отличным, 90% – хорошим, менее 90% – неприемлемым. Однако далеко не все смесители способны приготовить качественные смеси из сухих и жидких компонентов. Смесители периодического действия имеют преимущество по сравнению непрерывно действующими по качественным показателям готовой смеси, но они более металлоемки и энергоемки. В связи с этим возникла необходимость разработки и обоснования параметров установок непрерывного действия, способных обеспечивать высокое качество смешивания сухих и жидких компонентов комбикормов.

Методика экспериментальных исследований

Для изучения процесса смешивания сухих и жидких компонентов комбикормов была изготовлена лабораторная установка (рис. 1).

Из емкости 1, оборудованной датчиками верхнего 2 и нижнего 3 уровней, жидкие компоненты насосом 6 подаются через фильтр 5 и форсунки 13 в смеситель, где они разбрызгиваются и смешиваются с комбикормом. Излишняя жидкость через редукционный клапан 8 направляется обратно в расходную емкость. Сухие компоненты подаются вибрационным дозатором в загрузочное окно смесителя.

Смеситель кормов для смешивания сухих и жидких компонентов включает корпус 14 с крышкой 11, загрузочным окном для сухих компонентов 21 и разгрузочным окном 17. Внутри корпуса 14 смонтированы валы 15 с установленными на них по винтовой линии перемешивающими органами 16. В конце валов и по ходу движения у торцевых стенок смонтированы витки шнека обратной навивки 18.

Форсунки 13 для подачи жидких добавок располагаются вдоль всего вала 15 со стороны загрузочного окна для сухих компонентов и монтируются в крышке 11 смесителя. Перед форсунками на трубопроводе установлены дроссели 12 для выравнивания давления и регулировки производительности форсунок. Трубопроводы для подачи жидкости к форсункам располагаются над крышкой смесителя. Смеситель имеет привод, включающий электродвигатель, ременную передачу, редуктор и шестеренчатую передачу 20.

Исследования выполняли при следующих постоянных факторах: размеры рабочей камеры; направление вращения валов смесителя; угол установки вильчатых лопастей смешивающих валов составил 45°; температура жидких добавок – 55С°; форсунки – центробежные, рабочее давление в трубопроводе – 0,3 МПа. Исследования проводились в горизонтальном двухвальном смесителе при непрерывном режиме работы.

В рецептуре полнорационных комбикормов основную долю занимают измельченные зерновые компоненты, поэтому в качестве основного компонента (наполнителя) в экспериментах использовали измельченную пшеницу с объемной массой 750 кг/м.

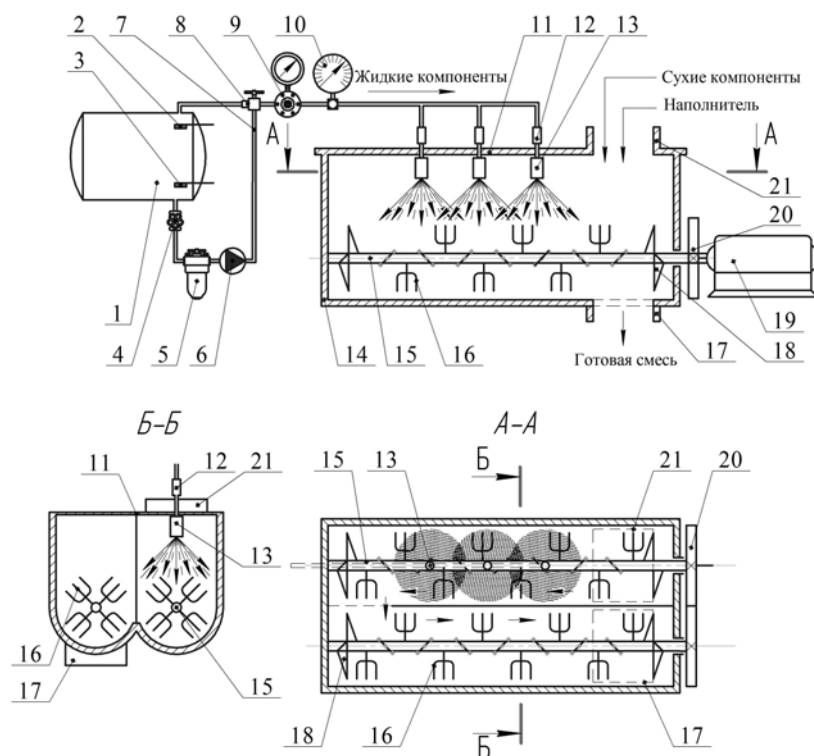


Рис. 1. Схема смесителя кормов для смешивания сухих и жидких компонентов:
 1 – расходная емкость; 2 – датчик контроля верхнего уровня жидкости;
 3 – датчик контроля нижнего уровня жидкости; 4 – вентиль; 5 – фильтр; 6 – насос;
 7 – трубопровод; 8 – редукционный клапан; 9 – расходомер; 10 – манометр;
 11 – крышка смесителя; 12 – дроссели; 13 – форсунки; 14 – корпус смесителя; 15 – вал;
 16 – перемешивающие органы; 17 – разгрузочное окно; 18 – витки шнека обратной навивки;
 19 – привод; 20 – шестеренчатая передача; 21 – загрузочное окно

В качестве сухой добавки в основной компонент использовалась предварительно измельченная поваренная соль NaCl, которая выбрана потому, что по своим свойствам она отличается от основных компонентов, относящихся к трудносмешиваемым, а в качестве жидкой добавки использовалась масловодная (подсолнечное масло и вода) эмульсия в соотношении 5:1. И, если контрольные компоненты, как правило, входящие в рецептуру комбикормов в малых количествах, распределены равномерно, то и остальные, находящиеся в гораздо больших количествах и по свойствам, близким к наполнителю, распределены также равномерно.

Неоднородность смешивания основного компонента и жидких добавок определяли по методу Стокслета [1], а неоднородность смешивания основного компонента с поваренной солью – по ГОСТ 13496.1-98 [2].

Результаты

экспериментальных исследований

Для получения математической модели эксперимента был реализован трехуровневый план Бокса второго порядка. Опыты при реализации плана проводилось в трехкратной повторности [3-5]. В результате опытов

определены диапазоны варьирования основных независимых факторов процесса смешивания сухих и жидких компонентов. Частоту вращения валов смесителя x_1 изменяли от 200 до 400 об/мин. с интервалом 100 об/мин., величину подачи x_2 основного компонента от 3 до 5 т/ч с интервалом 1 т/ч, шаг x_3 расстановки форсунок от 0,3 до 0,5 м с интервалом 0,1 м, доза x_4 внесения жидких добавок от 2 до 6% с интервалом 2%. В качестве критериев оптимизации выбраны следующие показатели: y_1 – неоднородность смешивания основного компонента с жидкими добавками; y_2 – неоднородность смешивания основного компонента с сухими добавками; y_3 – энергоёмкость процесса смешивания.

При обработке результатов эксперимента были применены следующие статистические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений – критерий Фишера. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс под влиянием исследуемых факторов:

$$y_1 = 9,73 + 0,17x_1 - 0,11x_2 - 0,25x_3 - 1,14x_4 + 0,03x_1x_2 - 0,28x_1x_3 - 0,22x_1x_4 - 0,03x_2x_3 + 0,03x_2x_4 + 0,28x_3x_4 + 4,85x_1^2 + 4,85x_2^2 + 4,29x_3^2 + 1,75x_4^2; \quad (1)$$

$$y_2 = 8,23 + 0,25x_1 - 0,11x_2 + 0,28x_3 + 0,28x_4 + 0,06x_1x_2 - 0,06x_1x_3 - 0,06x_1x_4 - 0,03x_2x_3 - 0,09x_2x_4 + 0,12x_3x_4 + 3,68x_1^2 + 3,51x_2^2 + 3,51x_3^2 + 3,60x_4^2; \quad (2)$$

$$y_3 = 1,750 + 0,083x_1 + 0,369x_2 + 0,007x_4 - 0,019x_1x_2 - 0,002x_1x_4 - 0,002x_2x_4 + 0,140x_1^2 + 0,084x_2^2 + 0,140x_4^2. \quad (3)$$

Анализ уравнений регрессии позволяет выделить факторы, наиболее влияющие на рассматриваемый процесс. Полученные уравнения нелинейны. Таким образом, в результате выполнения двадцати четырех опытов в трех повторностях получена информация о влиянии факторов и построена математическая модель процесса, позволяющая рассчитать коэффициент вариации внутри выбранных интервалов варьирования входных факторов. Из уравнения (3) был исключен фактор x_3 , т.к. шаг расстановки форсунок практически не влияет на энергоёмкость процесса.

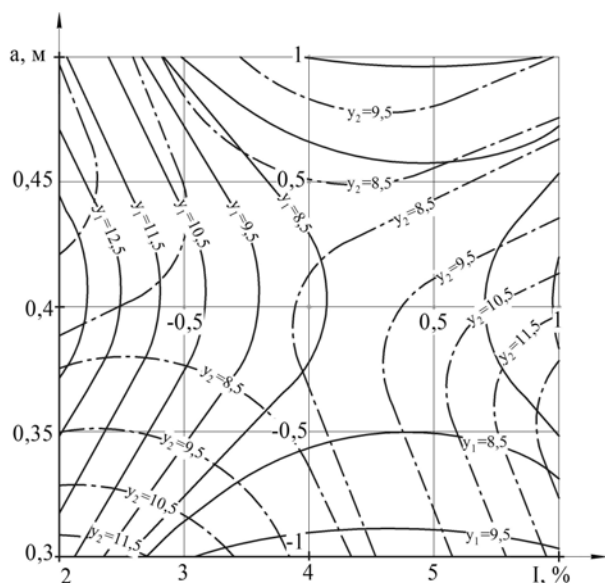


Рис. 2. Двумерные сечения, характеризующие неоднородность смешивания жидких добавок (y_1) с наполнителем, неоднородность смешивания сухих добавок (y_2) с наполнителем от шага расстановки форсунок в рабочей камере смесителя a и дозы внесения жидких добавок I

Так как представить исследуемый параметр оптимизации (функцию отклика) в четырехмерном пространстве практически невозможно, анализ его проводили с помощью двумерных сечений поверхности,

закрывающийся в следующем: анализу подвергались математические модели с закодированными факторами. В уравнении второго порядка подставляются закодированные значения факторов на нулевом уровне, кроме двух изучаемых. В результате получаем выражения, содержащие лишь изучаемые два фактора. Дифференцируя их поочередно по каждому фактору, получаем два дифференциала, решая которые, находим координаты центра поверхности отклика, описываемой данными выражениями. Подставляем их в уравнение двумерного сечения и определяем оптимальные значения параметра в центре сечения поверхности отклика.

На рисунках 2-5 показаны некоторые кривые равных значений выходных параметров, влияющие на процесс смешивания.

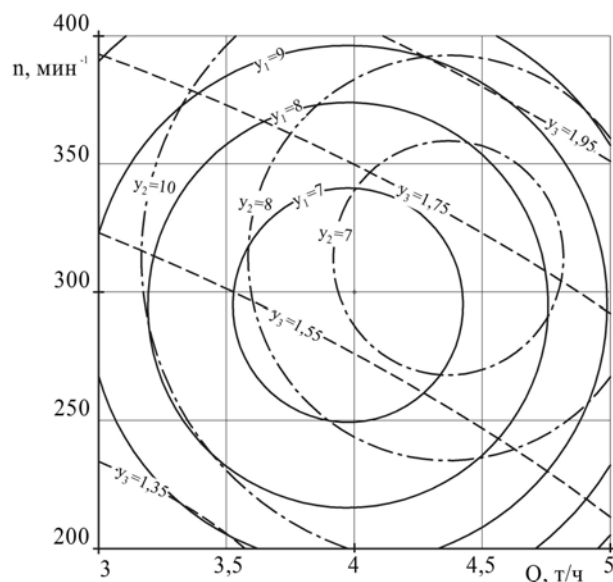


Рис. 3. Двумерные сечения, характеризующие неоднородность смешивания жидких добавок (y_1) с наполнителем, неоднородность смешивания сухих добавок (y_2) с наполнителем и энергоёмкость (y_3) от частоты вращения лопастных валов смесителя n и величины подачи сухого корма в смеситель Q

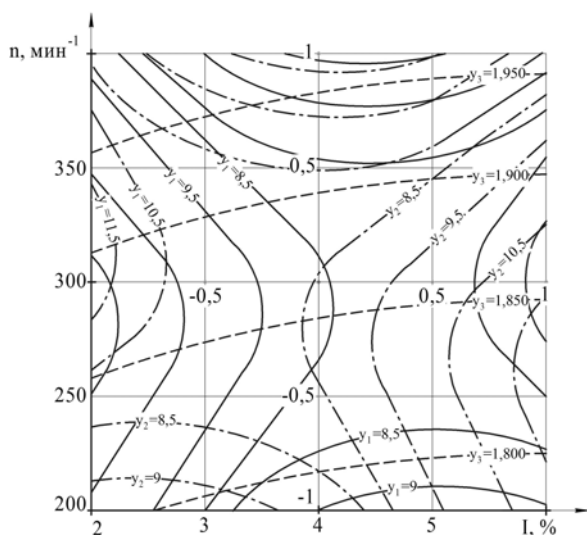


Рис. 4. Двумерные сечения, характеризующие неоднородность смешивания жидких добавок (y_1) с наполнителем, неоднородность смешивания сухих добавок (y_2) с наполнителем и энергоёмкость (y_3) от частоты вращения лопастных валов смесителя n и дозы внесения жидких добавок I

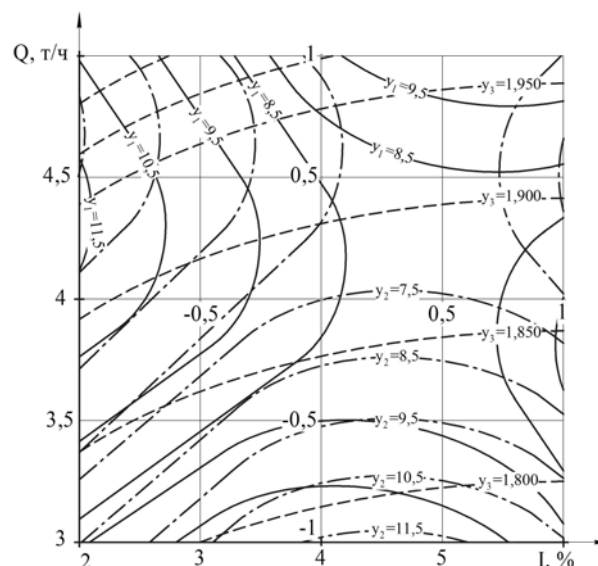


Рис. 5. Двумерные сечения, характеризующие неоднородность смешивания жидких добавок (y_1) с наполнителем, неоднородность смешивания сухих добавок (y_2) с наполнителем и энергоёмкость (y_3) от величины подачи сухого корма в смеситель Q и дозы внесения жидких добавок I

Заключение

Анализ зависимостей показывает, что оптимальными значениями по неоднородности смешивания сухих и жидких компонентов с наполнителем являются: частота вращения лопастных валов от 290 до 315 об/мин, величина подачи сухих компонентов – от 3,8 до 4,05 т/ч, шаг расстановки форсунок – от 0,385 до 0,405 м, а доза внесения жидких добавок – от 4,7 до 4,8% (рис. 2-5). Оптимальное значение энергоёмкости процесса смешивания сухих и жидких компонентов комбикормов – 1,86 кВт/ч.

Таким образом, нами определены оптимальные значения параметров и режимов работы смесителя, отвечающие зоотехническим требованиям при минимальной энергоёмкости процесса смешивания.

Библиографический список

1. Максаков В.Я. и др. Оценка качества комбикормов. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
2. ГОСТ 13496.1-98 Комбикорма. Комбикормовое сырье. Методы определения содержания натрия и хлорида натрия. – М.: Изд-во стандартов, 1998.
3. Мельников С.В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 165 с.
4. Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования эксперимента. – М.: ДеЛи Принт, 2005. – 296 с.
5. Газалов В.С. и др. Использование статистических методов при решении прикладных задач в сельскохозяйственном производстве. – Зерноград: СКНИИМЭСХ, 2011. – 74 с.



УДК 631.173.2

Е.О. Князева

РАЗВИТИЕ СЕТИ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Ключевые слова: машинно-технологическая станция, сельское хозяйство, машинно-тракторный парк, обеспеченность сельскохозяйственной техникой, источники финансирования, эффект.

Введение

Эффективное развитие сельского хозяйства во многом определяется состоянием его материально-технической базы, в первую очередь обеспеченностью сельскохо-