Результаты экспериментальных исследований беспривводного загрузочно-распределительного устройства для ёмкостей, применяемых в АПК

***Н.Н. Мазько**, ст. преподаватель, Самарский ГУПС*

Разработанная ведущими специалистами РАСХА и ГНУ ВНИ и ПТИ МЖ и принятая правительством Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства на период до 2020 г. предусматривает решение ряда конкретных задач, направленных на создание принципиально новых инженерно-технических решений нового поколения, направленных на внедрение среднеинтенсивных и интенсивных технологий.

В частности, наиболее перспективной, стратегически важной, по мнению многих учёных и практиков, является технологическая схема кормления сбалансированными кормосмесями и комбикормом, полученными на специализированных предприятиях и в хозяйственно-производственных условиях.

В ближайшие десять лет предусматривается разработка комбикормовых установок производительностью от 0,5 до 8 т/ч по различным технологическим процессам, которые определены в межотраслевую технологию «Производство комбикормов». Для комплексной механизации производства комбикормов в Федеральном регистре техники России предусматривается 54 наименования данной техники из общего списка, включающего 671 позицию. Однако это очень энергоёмкое и сложное оборудование [1].

Анализ практики проектирования и эксплуатации ёмкостей, а также вспомогательных устройств к ним позволяет сделать вывод о необходимости комплексного подхода к вопросу их функционирования. Одно из звеньев данного подхода – это совершенствование показателей загрузки ёмкостей с учётом их влияния на дальнейшее функционирование ёмкости и на качество хранимого продукта.

Процесс функционирования ёмкостей для зерновых продуктов включает в себя три последовательных этапа: загрузку ёмкости сыпучей массой, хранение её в течение определённого времени и выпуск из ёмкости. Загрузка является первым и основополагающим этапом, который оказывает влияние на дальнейшие процессы, происходящие в ёмкости.

На основании проведённых исследований автором было разработано загрузочно-распределительное устройство (рис. 1), сочетающее в себе высокую надёжность, оптимальные габариты, минимальное энергопотребление, сохранность частиц сыпучего материала, высокую степень равномерности их укладки и отсутствие сегрегации.

Данная конструктивная схема работает следующим образом. Сыпучая масса поступает из отпускного бункера по гофрированному трубопроводу 1. Попадая в цилиндр 2, она устремляется к лопастям 6 и приводит их в круговое движение вокруг своей оси. Материал начинает разлетаться по лопастям, распределяясь по периметру ёмкости [2, 3].

Основными критериями оценки были выбраны угол атаки лопасти (угол отклонения лопасти относительно горизонтальной плоскости), угол наклона лопасти (угол отклонения лопасти относительно вертикальной плоскости), число лопастей.

Оценка влияния угла атаки лопасти на диаметр разброса материала позволила получить следующие результаты. При установке лопастей на 10° по отношению к горизонтальной плоскости ни один испытуемый материал при его выпуске не привёл в движение вал с закреплёнными на нём лопастями. Увеличение угла атаки лопасти до 15° позволило установить, что при выгрузке мела и мясо-костной муки вращения вала не произошло, а при выпуске отрубей были получены зависимости, приведённые на рисунке 2. Увеличение вышеуказанного угла до 20° позволило привести в движение вал на всех испытуемых материалах, а оптимальным следует принять угол атаки лопасти 20–25° (рис. 2).

Исследованиями установлены зависимости влияния угла наклона лопасти относительно вертикальной плоскости на диаметр разброса сыпучего материала (рис. 3).

Как видно на данном рисунке, все кривые зависимостей совпали почти в одну линию, а опти-

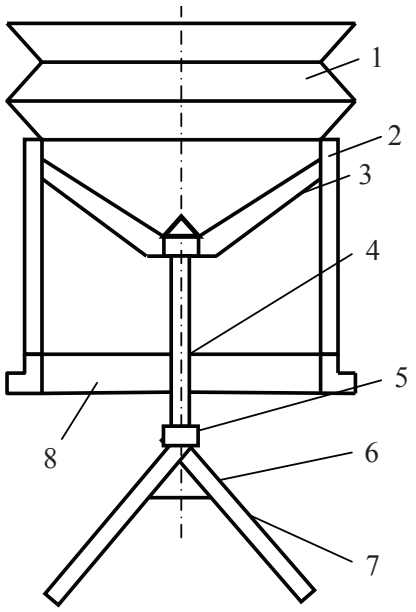

Рис. 1 – Конструктивная схема загрузочно-распределительного устройства:
1 – гофрированный рукав отпускного устройства; 2 – цилиндр; 3, 5 – крепёжное устройство; 4 – ось; 6 – подвижные лопасти; 7 – конус; 8 – люк загружаемой ёмкости

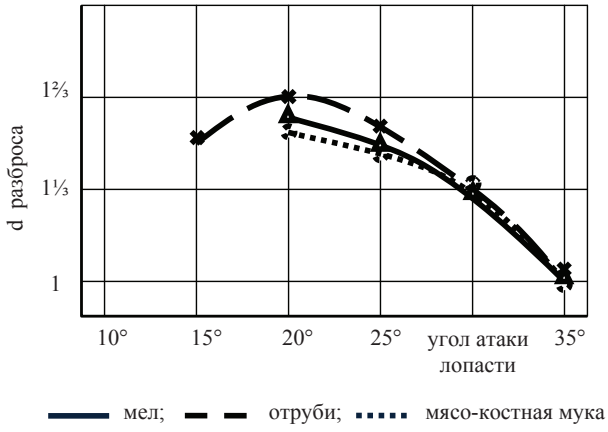

Рис. 2 – Зависимости влияния угла атаки лопасти на диаметр разброса материала

мальным следует принять угол наклона лопасти, равный 20°.

Конструкция загрузочно-распределительного устройства позволяет разместить на валу три, четыре, шесть и восемь лопастей.

Определение влияния числа лопастей на диаметр разброса материала позволило получить следующие зависимости (рис. 4).

На графике видно, что при наличии трёх лопастей испытуемый материал распределялся на площадь, равную $1^1/_3$ площади разброса. Это объясняется тем, что такое число лопастей увеличивает свободное пространство между ними и частицы материала достаточно свободно проходят сквозь промежутки между лопастями.

При наличии четырёх лопастей диаметр разброса увеличился до $1^2/_3$. Это обосновывается тем, что

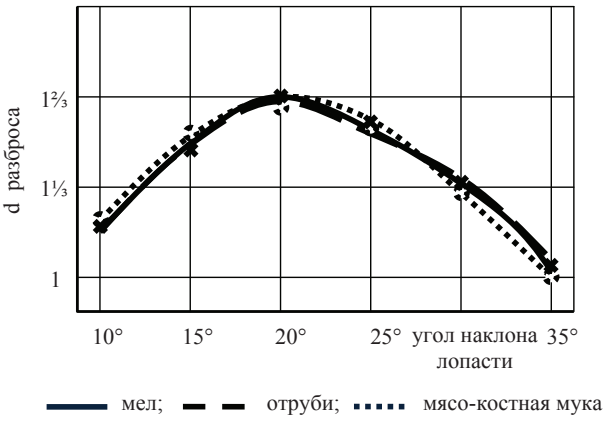

Рис. 3 – Зависимости влияния угла наклона лопасти на диаметр разброса материала

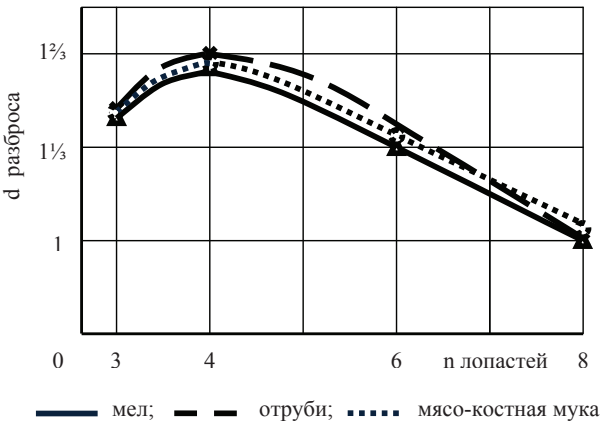

Рис. 4 – Зависимости влияния числа лопастей на диаметр разброса материала

материал, поступая на лопасти, равномерно распределяется по ним и, получая импульс, отлетает на указанное выше расстояние.

При наличии шести и восьми лопастей наблюдалось резкое падение диаметра разброса материала. Частицы материала стали задерживаться из-за того, что не успевали проходить сквозь промежутки между лопастями.

Оптимальным числом распределительных лопастей на предлагаемом устройстве можно принять четыре.

Поскольку на технологический процесс загрузки сыпучего материала в ёмкость одновременно оказывает влияние значительное число факторов, для выявления их взаимного влияния проведён многофакторный эксперимент.

В число основных факторов, определяющих степень диаметра разброса материала, включили угол атаки лопасти x_1, угол наклона лопасти x_2 и число рабочих органов x_3.

Кодировку факторов проводили по классическим методикам, она представлена в таблице.

Результаты экспериментальных исследований были обработаны при помощи программы Statistica 7.011. Проверили однородности дисперсий, статистическую значимость коэффициентов регрессии

Кодирование факторов и выбор интервалов их варьирования

Наименование	Значение		
Обозначение факторов	x_1	x_2	x_3
Наименование фактора	угол атаки лопасти (α),°	угол наклона лопасти (β),°	число рабочих органов (n), шт.
Базовый уровень	20	20	6
Интервал варьирования	10	10	2
Верхний уровень фактора	30	30	8
Нижний уровень фактора	10	10	4
Функция отклика	диаметр разброса материала, м		

и адекватности моделей. В результате расчётов получили уравнение регрессии (в раскодированном виде):

$$d = 2{,}9839 - 0{,}081 \cdot \alpha + 0{,}0103 \cdot \alpha^2 - 0{,}0898 \cdot \beta + \\ + 0{,}0758 \cdot \beta^2 - 0{,}084 \cdot n - 0{,}0154 \cdot n^2 - 0{,}0006 \cdot \alpha \cdot \beta - \\ - 0{,}0006 \cdot \alpha \cdot n + 0{,}0081 \cdot \beta \cdot n.$$

Полученное уравнение регрессии позволяет оценить влияние факторов на диаметр разброса сыпучего материала загрузочно-распределительным устройством и оптимизировать их значения.

Степень влияния факторов на критерий оптимизации y (диаметр разброса материала) можно оценить по численному значению коэффициентов, характеризующих вклад каждого фактора в изменение характеристики состояния: угол атаки лопасти ($\alpha = 0{,}081$), угол наклона лопасти ($\beta = 0{,}898$), число рабочих органов ($n = 0{,}084$).

Полученное уравнение регрессии проверено на адекватность по критерию Фишера.

Таким образом, экспериментальные исследования загрузочно-распределительного устройства позволили оптимизировать функциональные параметры предлагаемой конструкции (угол атаки лопасти 20–25°, угол наклона лопасти – 20°, число рабочих органов – 4).

Литература

1. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства на период до 2020 года. Всерос. науч-исслед. и проектно-технол. инст. механизации животноводства. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2009. 71 с.
2. Варламов А.В., Мазько Н.Н. Совершенствование процесса загрузки ёмкостей зерном и продуктами помола // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Спец. выпуск: «Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития». Самара, 2006. С. 20 22.
3. Свидетельство РФ на полезную модель № 113515 RU, МПК B 65 G 65/32, B 65 D 88/54. Устройство для загрузки сыпучих материалов в бункер / А.В. Варламов, Н.Н. Мазько, И.В. Горюшинский. Заявлено 09.11.2009. Опубл. 10.06.2011. Бюл. № 30. 8 с., ил.