

## Регрессионная модель потребляемой мощности барабанного смесителя при приготовлении сухих концентрированных кормов

Фудин К.П.

**Аннотация.** В работе проведено экспериментальное исследование определения потребляемой мощности барабанного смесителя BR - 260, используемого для смешивания нескольких компонентов при производстве кормовых смесей в индивидуальных фермерских хозяйствах.

**Ключевые слова:** смесь, барабанный смеситель, привод, лопасть, мощность.

**Для цитирования:** Фудин К.П. Регрессионная модель потребляемой мощности барабанного смесителя при приготовлении сухих концентрированных кормов // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 52–55.

## Regression model the power consumption of the rotary drum mixer in the preparation of dry concentrated fodder

Fudin K.P.

**Abstract.** The paper presents an experimental study of determining the power consumption of the drum mixer BR-260, used for mixing several components in the production of feed mixtures in individual farms.

**Keywords:** mix, drum mixer, drive, blade, power.

**For citation:** Fudin K.P. Regression model the power consumption of the rotary drum mixer in the preparation of dry concentrated fodder. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 52–55. (In Russ.).

### Введение

Производство высококачественных комбикормов является одной из основных задач для повышения продуктивности животных. Из-за недостаточного количества и низкого качества комбикормов выдаваемых животным, их генетический потенциал реализуется всего на 40–60%. Высокая интенсивность физиологических и биохимических процессов требуют постоянного и стабильного поступления питательных и биологически активных веществ. Ни в одном виде корма нет полного набора таких веществ, поэтому применяются кормовые смеси, приготавливаемые из нескольких кормов. В перспективе около 54% производимого в стране фуражного зерна будет перерабатываться комбикормовой промышленностью, а оставшаяся часть – использоваться для производства кормовых смесей непосредственно в хозяйствах [1].

Существующие смесители не всегда качественно перемешивают компоненты. Процесс смесеприготовления весьма энергозатратен, а смесители сложны и дорогостоящие [1–4]. В связи с этим, потребность в смесителях с низкой стоимостью, способных при-

готавливать качественные смеси неизбежно растет. Производство кормосмесей в мелких (фермерских) хозяйствах можно реализовать, применяя смесители периодического действия барабанного типа. Они обладают конструктивной простотой и низкой энергоемкостью процесса. По цене приобретения, они являются наиболее привлекательными [5, 6].

Барабанные смесители обладают различной номенклатурой и имеют широкое распространение в строительстве [5]. При этом указанные устройства можно использовать и для приготовления комбикормов [6].

В работах [4, 6] изучены зависимости влияния конструктивных и режимных параметров смесителя на качество приготавливаемой комбикормовой смеси барабанным смесителем. Однако технологический процесс описывается еще и энергетическими показателями: потребляемой мощностью и удельными энергозатратами.

Целью работы является проведение экспериментального исследования для определения потребляемой мощности барабанного смесителя BR - 260 на приготовление концентрированной смеси.

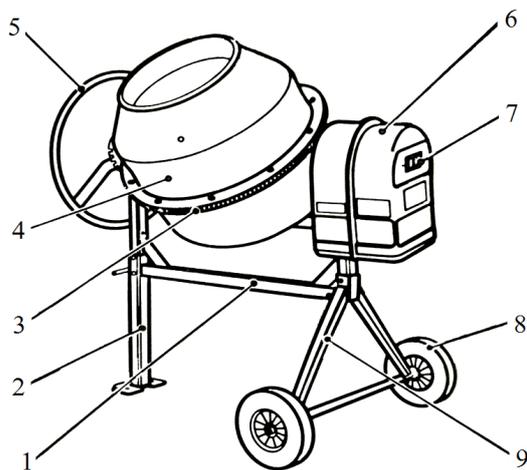


Рис. 1. Смеситель барабанного типа периодического действия

### Объекты и методы исследований

Смеситель (рис.1) BR - 260 [6] состоит из барабана 4, установленного на опорах 2,9, электропривода 6, состоящего из двигателя и ременной передачи. Наклон барабана регулируется при помощи механизма 5 фиксации и опрокидывания барабана. На торце наружной поверхности рабочей емкости барабана 4 закреплен зубчатый венец 3. С его помощью передается вращение на барабан от электропривода 6. Внутри емкости болтовыми соединениями крепятся радиальные лопасти, закрепленные на стенках барабана. Лопасти углообразные элементы из плоских пластин.

Методика исследования барабанного смесителя на предмет использования для приготовления комбикормов в фермерских и личных хозяйствах соответствовала СТО АИСТ 19.2-2008 и предусматривала экспериментальное определение числовых значений затрачиваемой мощности на привод смесителя. В качестве контрольной смеси загружаемой

Таблица 1 – Результаты проведенных экспериментов

№	М, кг	$\alpha$ , рад.	Р, кВт	№	М, кг	$\alpha$ , рад.	Р, кВт
1	0	0,262	0,348	12	60	0,436	0,426
2	10	0,262	0,401	13	70	0,436	0,428
3	20	0,262	0,435	14	0	0,611	0,349
4	30	0,262	0,468	15	8	0,611	0,367
5	40	0,262	0,484	16	18	0,611	0,378
6	0	0,436	0,353	17	28	0,611	0,384
7	10	0,436	0,392	18	38	0,611	0,389
8	20	0,436	0,403	19	48	0,611	0,382
9	30	0,436	0,408	20	58	0,611	0,384
10	40	0,436	0,41	21	68	0,611	0,391
11	50	0,436	0,399	22	78	0,611	0,389

в смеситель использовалась зерновая дерть плотностью 620 кг/м<sup>3</sup>. Частота вращения мешалки соответствовала 29,5 мин<sup>-1</sup>. Количество лопастей устанавливалось штатное – 2 шт. Угол наклона ёмкости смесителя соответствовал 15°, 25° и 35°.

При проведении эксперимента реализовывался план для 2 факторов (угол наклона барабана и масса загружаемой смеси). Обработка данных результатов исследования с целью получения регрессионных моделей осуществлялась компьютерной программой Statistica 5.5.

В процессе реализации плана эксперимента по определению потребляемой мощности смесителем определялись величины силы тока и напряжения у электродвигателя привода смесителя. По результатам произведения указанных величин рассчитана потребляемая мощность в каждом опыте.

### Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных экспериментов представлены в таблице. Для анализа полученных результатов установлена парная корреляция факторов, участвующих в эксперименте (рис.2). С ростом массы корма в смесителе (М, кг) и уменьшением угла расположения оси вращения ( $\alpha$ , рад.) наблюдается рост потребляемой мощности (Р, кВт). Влияние изменения угла расположения барабана на рассматриваемом интервале значений более значимо, чем изменение массы корма.

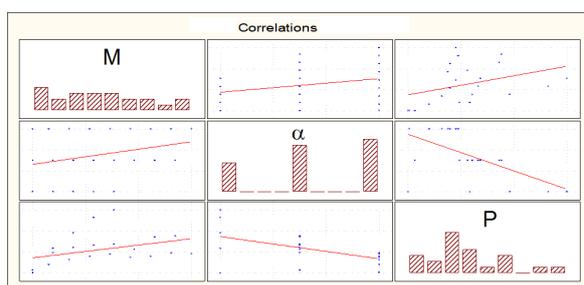


Рис.2. График парной корреляции факторов

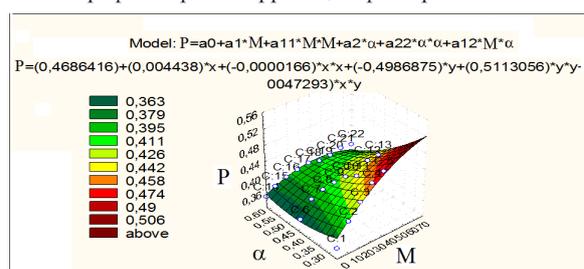


Рис. 3. Влияние массы приготавливаемой порции смеси М (кг) и угла наклона оси вращения барабана смесителя  $\alpha$  (рад.) на величину потребляемой мощности Р (кВт)

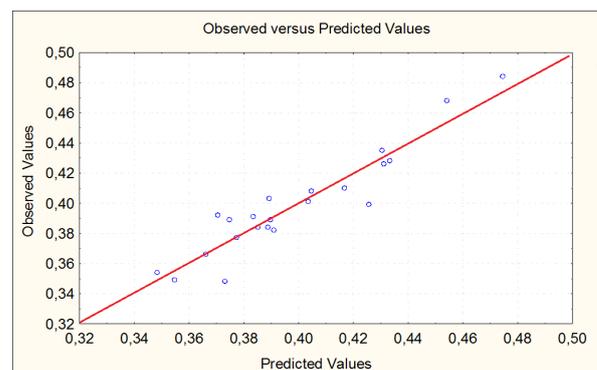


Рис. 4. График соответствия результатов расчетной модели исходным величинам

В результате статистической обработки результатов программой получено уравнение регрессии потребляемой мощности второго порядка (рис.3), кВт:

$$P = 0.4686 + 0.004438 \cdot M - 0.4987 \cdot \alpha + 0.5113 \cdot \alpha^2 - 0.00473 \cdot M \cdot \alpha. \quad (1)$$

Анализ графических результатов свидетельствует, что независимо от угла установки оси вращения барабана, при увеличении массы порции корма прирост мощности на вращение барабана снижается. Видимо на это сказывается рост степени заполнения емкости, когда материал размещается не только на сбегавшей стенке барабана, но и на набегавшей. В результате возникает определенное равновесие моментов (снижается доля разбалансировки) материала смеси относительно вертикальной оси, проходящей через ось симметрии барабана вдоль оси вращения.

Числовые значения критериев  $F\text{-test}=0,882908$  и коэффициента корреляции Пирсона  $R=0,94095$

свидетельствуют об адекватности модели с 88,3% доверительной вероятностью. Анализируя результаты сходимости полученных при обработке замеров силы тока и напряжения для определения величины потребляемой мощности с расчетными значениями регрессионной модели (рис.4), видим, что числовые значения расходятся не более 20 Вт. Это является приемлемой погрешностью.

### Выводы

Проведённое экспериментальное исследование позволило установить регрессионное выражение второго порядка, описывающее потребляемую мощность барабанного смесителя BR - 260 на приготовлении концентрированной смеси плотностью 620 кг/м<sup>3</sup>. Увеличение массы порции смеси повышает потребление энергии. Увеличение наклона барабана снижает затраты мощности.

### Список литературы

- [1] Коновалов В.В., Дмитриев Н.В., Чупшев А.В. Оптимизация параметров барабанного смесителя // Нива Поволжья. 2013. № 4 (29). С. 41.
- [2] Курочкин, А.А., Зимняков В.М. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств // Москва, 2006.
- [3] Коновалов, В.В., Дмитриев Н.В., Кшникаткин С.А., Чупшев А.В. Обоснование угла установки емкости и длительности перемешивания сухих смесей барабанным смесителем // Нива Поволжья. 2013. №1. С.46–51.
- [4] Мартынова Д.А. Повышение эффективности процесса производства экструдированных кормовых продуктов за счёт изменения конструктивных параметров шнека пресс-экструдера: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. 167 с.
- [5] Новиков В.В., Борисова М.В. Методологические основы и обоснование структурно-функциональной схемы зерновой смеси // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сб. науч. трудов. Пенза, 2017. С. 82–85.
- [6] Петрова, С.С., Кшникаткин С.А., Дмитриев Н.В. К вопросу определения качества смеси у барабанного смесителя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 3. С. 67–71.
- [7] Сыроватка В.И. Ресурсосбережение при производстве комбикормов в хозяйствах // Техника и оборудование для села. 2011. № 6. С. 22.

### References

- [1] Konovalov V. V., Dmitriev N. In. Cupsaw A. V. optimization of the parameters of the rotary drum mixer // Niva Povolzhya. 2013. No. 4 (29). pp. 41–43.
- [2] Kurochkin, A. A., Zimnyakov V. M. Fundamentals of calculation and design of machines and apparatus of processing industries // Moscow, 2006.
- [3] Konovalov, V. V., Dmitriev N. V., Kshnikatkin S. A., Chupshev A.V. Substantiation of the angle of capacity setting and duration of mixing of dry mixtures with a drum mixer // Niva of the Volga region. 2013. No. 1. pp. 46–51.
- [4] Martynova D. A. Improving the efficiency of the production process of extruded feed products by changing the design parameters of the screw extruder: dis. ... Cand. tech. date: 05.20.01. Orenburg: Orenburg state University, 2017. 167 pp.
- [5] Novikov V. V., Borisova M. V. Methodological foundations and justification of the structural-functional scheme of the cereal mixture // Operation of tractor and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects: collection of scientific works. labours'. Penza, 2017. pp. 82–85.
- [6] Petrova, S. S., Kshnikatkin S. A., Dmitriev N. V. On the question of determining the quality of the mixture in the drum mixer. Izvestiya Samara state agricultural Academy. 2012. No. 3. pp. 67–71.

- [7] Syrovatka V. I. resource Saving in the production of feed in farms // Machinery and equipment for the village. 2011. No. 6. pp. 22–25.

## Сведения об авторах

## Information about the authors

<b>Фудин Константин Павлович</b> старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(927) 389-25-55 <b>E-mail:</b> kpfudin@yandex.ru	<b>Fudin Konstantin Pavlovich</b> senior lecturer of the department «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(927) 389-25-55 <b>E-mail:</b> kpfudin@yandex.ru
---	--