

Исследование автоматизированного процесса порционного дозирования при формировании комбикорма заданной рецептуры.

УДК 636.04

Зудин В.А., аспирант ГНУ ВИМ

Растениеводческая продукция является основой всех кормов в животноводстве. Ни один вид растительной продукции не включает в себя необходимые для сбалансированного питания элементы или содержит в недостаточных количествах. Кроме этого, климатические условия не позволяют получать свежее питание в течение всего года. Для содержания животных приходится делать запасы. Таким образом, для обеспечения сбалансированного питания животных необходимо смешивать растительные продукты. От того, насколько эффективно будет использоваться сырье, зависит экономическая прибыль растениеводства. Производство комбикорма – один из способов более эффективного использования продуктов растениеводства. Добавление концентрированных добавок позволяет снизить количество растительных ингредиентов. Это позволяет повысить усвоение кормосмесей в целом и обеспечить нужды животноводства в кормах минимальным количеством растительной продукции. Поэтому наиболее эффективно использовать на корма растительное сырье в виде кормосмесей и, в частности, рассыпчатых комбикормов.

Одним из важнейших показателей качества приготовленного комбикорма является точность соответствия рецепту содержания элементов питания. С целью повышения качества приготовления комбикорма был исследован процесс порционного дозирования ингредиентов смеси.

Исследования характеристик формирователей дискретных потоков ингредиентов проводились во время функционирования типового комбикормового цеха в хозяйственных условиях (рис. 1). Цех устроен по технологической схеме одноэтапного дозирования с многокомпонентным измельчением. Зерновые компоненты предварительно загружаются в бункера 1. Далее по мере использования они поступают в рабочие бункера 2. Различные добавки, шроты и отруби загружаются в бункера 3. В процессе приготовления комбикорма в соответствии заданному рецепту происходит формирование дискретных потоков ингредиентов весовыми дозаторами 5.

Устройство дозатора изображено на рис. 2. Зерновые составляющие после отвеса очередной порции подаются в дробилку 6. Из дробилки измельченные компоненты поступают в шнек-смеситель непрерывного действия. Туда же подается порция добавок. Из шнека-смесителя готовый компонент направляется в бункер 4.

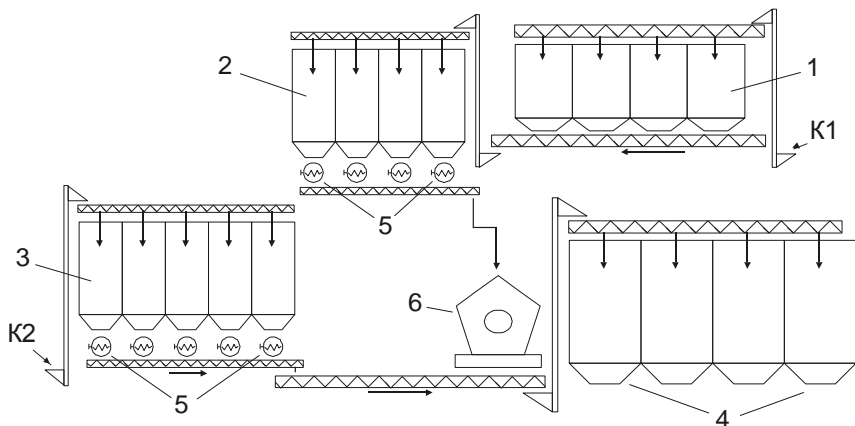


Рис. 1 Технологическая схема комбикормового цеха  
производительностью до 10 т/ч :

1 – бункера для хранения зерновых компонентов; 2 – рабочие бункера зерновых компонентов; 3 – рабочие бункера для добавок; 4 – бункера для готовой продукции; 5 – весовые дозаторы периодического действия; 6 – молотковая дробилка; K1 – зерновые компоненты; K2 – добавки.

Управление дозаторами осуществляется с помощью компьютера. Принципиальная электрическая схема отображена на рис. 3. Оператор в специально созданной программе выбирает рецепт, задает необходимый вес готовой продукции и запускает процесс приготовления. Согласно выбранному рецепту программа в автоматическом режиме управляет работой питателей дозаторов через плату дискретных выходов. Значения о весе поступают с платы АЦП (аналого-цифровой преобразователь). После набора необходимой дозы, программа отключает питатель. Далее идет команда на ЭПП (электро-пнеumo преобразователь), который подает давление в пневмоцилиндр. Заслонки дозаторов опускаются и

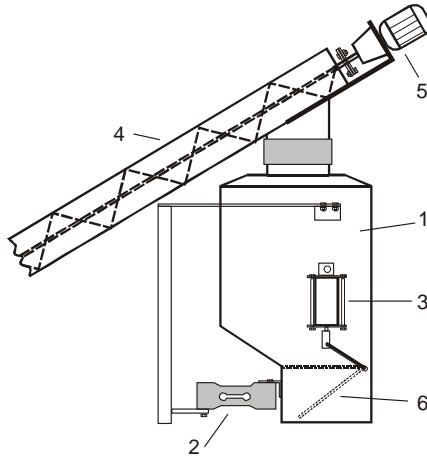


Рис. 2 Устройство дозатора :

1 – грузоприемник; 2 – весоизмерительный преобразователь; 3 – пневмоцилиндр; 4 – шнек питателя; 5 – привод питателя; 6 – заслонка.

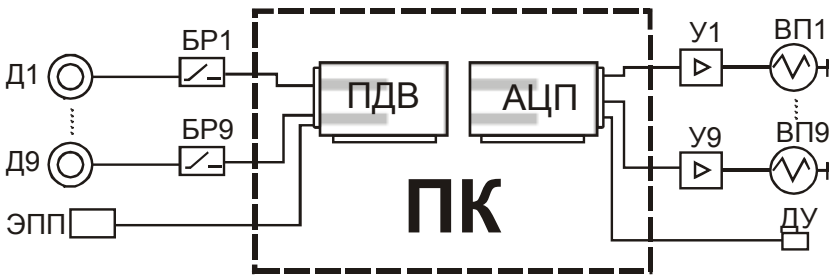


Рис. 3 Электрическая схема автоматического управления комбикормовым цехом :

ПДВ – плата дискретных выходов; АЦП – плата аналогоцифрового преобразования; ПК – персональный компьютер; Д1,..Д9 – двигатели питателей; ЭПП – электро-пневмо преобразователь; ДУ – датчик уровня бункера дробилки; ВП1,..ВП9 – весоизмерительные преобразователи; У1,..У9 – усилители сигнала. поступает команда на ЭПП на закрытие заслонок дозатора.

происходит разгрузка компонентов. По истечении заданного промежутка времени поступает команда на ЭПП на закрытие заслонок дозаторов. Процесс повторяется пока суммарный вес готовой продукции не достигнет значения, указанного оператором.

Регистрация процесса загрузки дозатора показала, что он происходит неравномерно рис. 4.



Рис. 4 Процесс загрузки дозатора

В процессе формирования дозы можно выделить следующие периоды : период увеличения скорости загрузки, период заполнения дозатора с установившейся скоростью, период досыпки компонента после выключения питателя. В процессе функционирования системы на значение сигнала о весе компонента накладывается случайная помеха. Это приводит к необходимости фильтрации сигнала.

Входной сигнал с весоизмерительного преобразователя представляет собой временной ряд – при наблюдении регистрируются значения сигнала и моменты времени. В общем случае, типичный временной ряд может быть представлен как декомпозиция из нескольких составляющих :

$$X_t = f(T_t, C_t, R_t), \quad (1)$$

где  $T_t$  - тренд, или систематическое движение;  $C_t$  - колебания относительно тренда (цикличность);  $R_t$  - случайная остаточная компонента. Для фильтрации ряда был применен метод скользящего среднего /3, 4/. Значения в  $i$ -ой точке рассчитывались как среднее арифметическое значение всех точек, лежащих в интервале  $[(1-L)/2, (L-1)/2]$ , где  $L$  – порядок или окно фильтрации :

$$\tilde{Y}_i(L) = \frac{1}{L} \sum_{t=(1-L)/2}^{(L-1)/2} Y_{i+t} \quad (2)$$

Изменяя порядок фильтрации можно выделить случайную составляющую. Выделить периодическую составляющую процесса с помощью этого метода не представляется возможным, т.к. период колебания скорости загрузки в установившемся режиме соизмеримы с самим периодом загрузки.

Выбор порядка фильтрации основывался на следующем. Применение фильтрации не должно преобразовывать форму тренда. Порядок фильтрации должен быть таким, чтобы выделить случайную составляющую. Был проведен анализ различных порядков фильтрации. Для окна фильтрации меньше 10 случайная составляющая продолжала присутствовать. При выборе порядка фильтрации больше 50 происходило значительное изменение тренда. В качестве конечного порядка было выбрано значение 21 (использование нечетного значения упрощает процесс обработки данных). Коэффициент корреляции фильтрованных и исходных данных составил при этом  $r = 0.998$ .

Далее по отфильтрованным значениям веса была определена скорость загрузки рис. 5. Для анализа процесса загрузки были определены следующие данные для каждой порции : время перехода процесса загрузки дозатора в установившейся режим ( $T1$ ); вес, набранный за этот период ( $W1$ ); вес, набранный после выключения питателя ( $Wд = W3 - W2$ ); скорость загрузки дозатора ( $V1$ ), амплитуда колебания и средний период колебания скорости ( $w$ ) в установившемся режиме.

При анализе процесса загрузки было обнаружено, что скорость заполнения дозатора в установившемся режиме носит периодический характер. Коэффициент вариации для среднего периода

колебания скорости равняется 8,73% для зерновых компонентов и 11,68% для добавок. Для амплитуды колебания скорости загрузки коэффициент вариации равняется 7,9% для зерновых компонентов и 10,3% для добавок. Низкие коэффициенты вариации позволяют сделать вывод, что колебания скорости загрузки дозатора не являются стохастическим явлением.

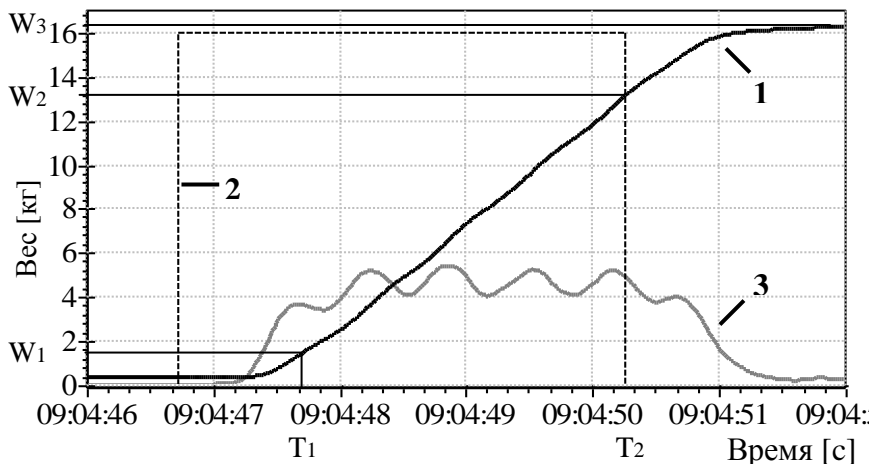


Рис. 5 График процесса загрузки по отфильтрованным данным :  
1 – вес компонента; 2 – работа питателя; 3 – скорость загрузки

Небольшой разброс значений  $W_d$  (коэффициент вариации равен 5,3-8,8% для зерновых компонентов и 13-40% для добавок) позволяет применять на практике следующий алгоритм управления дозаторами. Первоначально задается примерное значение  $W_d$ . Питатель дозатора работает до тех пор, пока текущий вес плюс  $W_d$  не станет равным весу порции, рассчитанному по рецепту. На следующей порции заполнение дозатора идет до достижения рассчитанного по рецепту веса порции с учетом предыдущей погрешности. Многочисленность порций позволяет повысить соответствие состава готовой продукции с заданным рецептом. Максимальное отклонение содержания компонента от заданного значения составляет 0,1%.

Предложенный алгоритм позволяет получить комбикорм с высокой точностью соблюдения рецепта. Однако, этот метод управления дозаторами позволяет получить такую точность, только когда процесс загрузки дозатора переходит в установившейся режим. Для дозирования порций малой величины алгоритм нуждается в модернизации. Другим аспектом функционирования алгоритма является допустимость разброса содержания компонентов в каждой порции при обеспечении итоговой высокой точности соблюдения рецепта.

Список используемой литературы :

1. Егоров Г.А. «Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности» М.1996.
2. Черняев Н.П. «Производство комбикормов» М.1992.
3. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы экономики. – М. «ЮНИТИ», 1998.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построение эмпирических формул. – М. «Высшая школа», 1988.