

УДК 631.363.28

Д.С. ВОЛКОВ, А.В. ЩЕРБИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ГРАНУЛЯТОРА ШЕСТЕРЕННОГО ТИПА

Приведены результаты моделирования процесса приготовления топливных гранул из полевых отходов подсолнечника на шестеренном прессе с активной горизонтальной матрицей увеличенного живого сечения каналов прессования. Модель составлена двумя уравнениями, полученными на основе факторного эксперимента. На основе модели определены рациональные параметры режима работы нового гранулятора.

Ключевые слова: топливные гранулы, гранулятор, модель, режим работы, производительность, крошимость гранул.

Введение. В настоящее время актуальным становится изготовление топливных гранул из отходов растениеводства. Значительные сырьевые ресурсы представляют полевые отходы подсолнечника. В общей технологической цепи переработки отходов подсолнечника в топливные гранулы основной операцией является прессование измельченного сырья в твердые гранулы. Существует большое количество типов рабочих органов прессов, на наш взгляд, наиболее перспективным для изготовления топливных гранул является рабочий орган шестеренного типа.

В статье сделана попытка определить оптимальные параметры рабочего органа пресса шестеренного типа и подобрать рациональный режим его работы.

Рабочий орган шестеренного типа. Такой рабочий орган состоит из сборной матрицы и зубчатого вальца, который размещен внутри матрицы. Сборная матрица позволяет увеличить живое сечение каналов прессования до 67...75% от внутренней поверхности. Порционное сжатие сырья каждым зубом в отдельности позволяет сжимать материал только в створе канала прессования. Поэтому энергоемкость процесса гранулирования гораздо ниже, чем при сплошном прокатывании материала по всей поверхности матрицы. Рабочий орган гранулятора представлен на рис.1. Матрица активная, приводится во вращение от электродвигателя через многоручье-

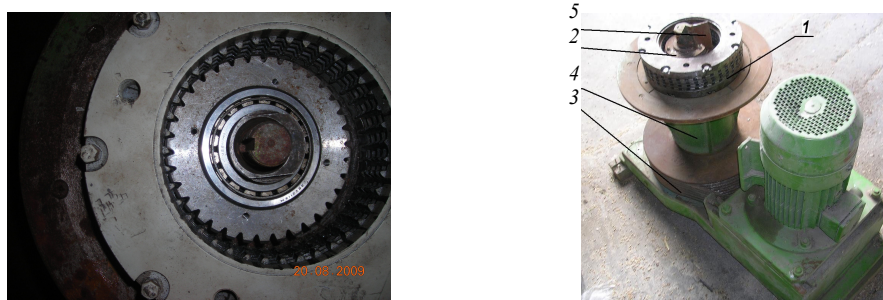


Рис.1. Рабочий орган и общий вид гранулятора:
1 – сборная матрица; 2 – валец; 3– ременная передача;
4 – корпус; 5 – скребок разравнивающий

вую клиноременную передачу. Прессующий зубчатый валец пассивный, он свободно проворачивается на оси. Зубчатый венец матрицы выполнен по схеме «впадина – впадина – зуб». Валец соответственно имеет зубья по принципу «зуб – зуб – впадина». Каналы прессования квадратного сечения соответствуют длине дуги делительной окружности соответствующего модуля.

Построение математической модели процесса гранулирования полевых отходов подсолнечника. Критериями оценки режима работы (отклика) явились производительность по массе качественных гранул и качество гранул, измеряемое крошимостью. Режим работы гранулятора экспериментально исследовался по методике полнофакторного планирования. Изменялись два фактора: число оборотов от 200 до 250 за минуту, подача измельченных полевых отходов подсолнечника от 40 до 60 г/с. План избран ортогональный.

Опыты проведены с трехкратной повторностью с целью обеспечения уровня значимости результата 0,05. Оценка воспроизводимости результатов опыта проведена по критерию Кохрена. Значимость коэффициентов уравнения проверялась по доверительному интервалу, рассчитанному с учетом критерия Стьюдента.

Окончательно уравнение имеет вид

$$Y_1 = 174,8443 + 37,9167X_1 + 18,13X_2 + 4,95X_1X_2 + 1,759X_1^2 + 1,742X_2^2. \quad (1)$$

Адекватность уравнения проверена по критерию Фишера. Для этого уравнения $\Phi_{\text{ТЕСТ}} = 0,998$.

Наглядное представление зависимости дано на рис.2.

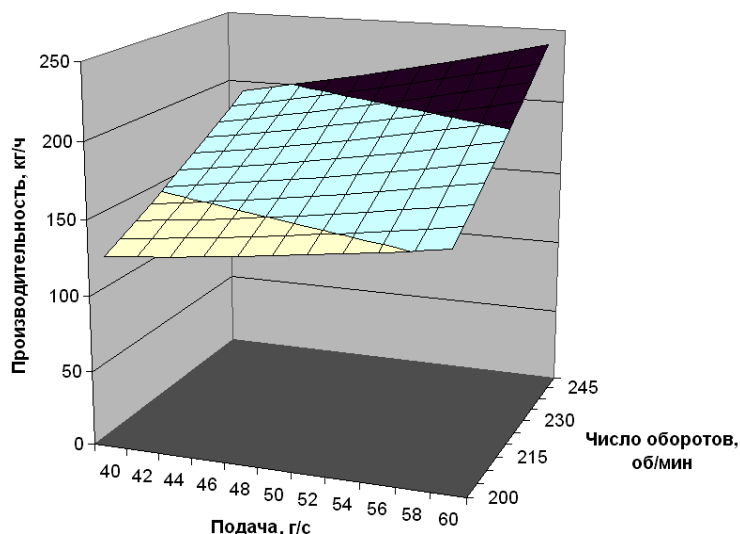


Рис.2. Поверхность отклика функции производительности гранулятора

Превалирующее влияние на производительность гранулятора оказывает подача сырья.

Для второго критерия оптимизации – крошимости гранул – тоже проверена воспроизводимость опытов по критерию Кохрена и рассчитаны доверительные интервалы для коэффициентов уравнения.

Окончательно уравнение регрессии для крошимости гранул имеет вид

$$Z_1 = 6,0999 + 2,666X_1 + 1,25X_2 + 0,8X_1X_2 + 0,0607X_1^2 + 0,0605X_2^2. \quad (2)$$

Адекватность его подтверждена тестированием на сходимость расчетных и опытных данных по критерию Фишера, $\Phi_{\text{ТЕСТ}} = 0,993$.

Наглядное представление поверхности отклика дано на рис. 3.

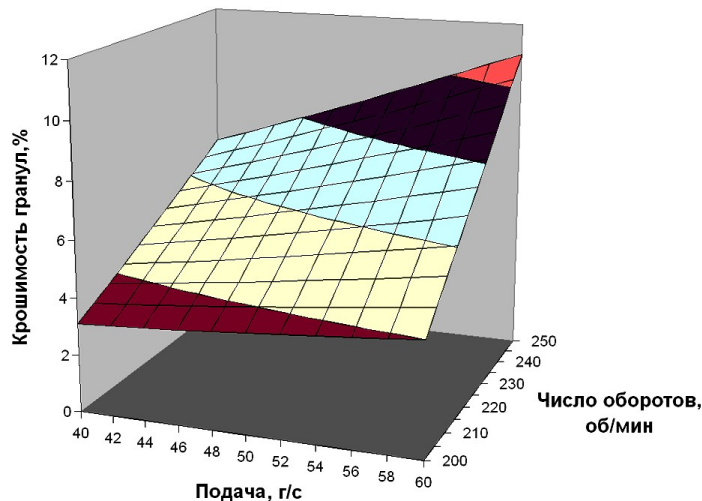


Рис.3. Поверхность отклика функции крошимости гранул

Два уравнения в совокупности являются математической моделью процесса гранулирования полевых отходов подсолнечника. Решение системы уравнений представляет собой компромиссную задачу. Для определения зоны рациональных значений параметров режима работы применен графический метод двухмерных сечений (рис.4).

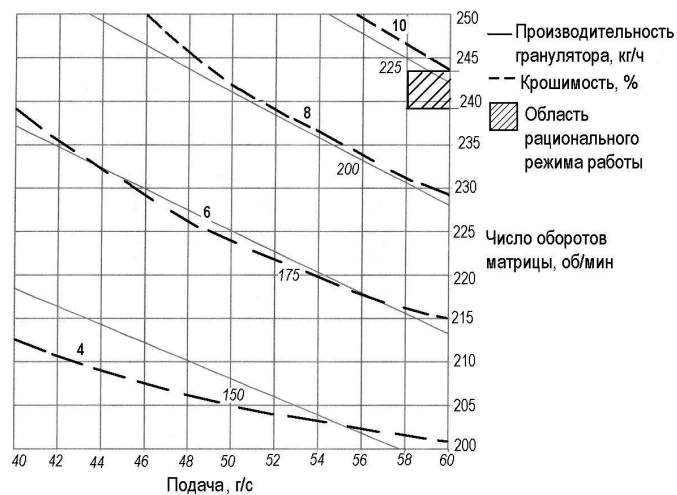


Рис.4. Определение области рационального режима прессы

Анализ изображения двумерных сечений производительности гранулятора и крошимости гранул показал, что рациональной зоной является область в правой верхней зоне до изолинии крошимости гранул 10%.

В раскодированной форме уравнения принимают следующий вид:

$$\begin{aligned} Q_1 &= 0,018 q^2 + 0,003 n^2 + 0,0198 q n - 2,423 q - 1,518 n + 229,76; \\ K_1 &= 0,0006 q^2 + 0,0001 n^2 + 0,0032 q n - 0,513 q - 0,1532 n + 23,85. \end{aligned} \quad (3)$$

Из рис.4 и уравнений (3) определили рекомендуемые параметры и рациональный режим работы гранулятора: диаметр матрицы 175 мм, сечение каналов прессования 10х10 мм, число каналов прессования 160, коэффициент перфорации матрицы 60%, подача сырья 58...60 г/с, число оборотов матрицы 244...239 об/мин. Производительность гранулятора равна 221...226 кг/ч при энергоёмкости процесса гранулирования полевых отходов подсолнечника 33 кВт·ч/т. Крошимость топливных гранул на этом режиме не превышает 10%, что соответствует европейским стандартам крошимости гранул. Экспериментальное исследование изготовления топливных гранул из полевых отходов подсолнечника подтверждает целесообразность использования данного процесса в сельскохозяйственном производстве.

Выводы. Наиболее предпочтительным для производства топливных гранул полевых отходов подсолнечника является рабочий орган шестеренного типа. Определенные нами оптимальные параметры и режимы работы рабочего органа позволяют получить гранулы, соответствующие европейским параметрам.

Материал поступил в редакцию 14.09.09.

D.S. VOLKOV, A.V. SHERBINA

DETERMINATION OF THE EFFICIENT MODE OF GEAR TYPE GRANULATOR OPERATION

An analysis of mathematical model of the Process of granulation of the raw materials. Justified mode granulator.

ВОЛКОВ Дмитрий Сергеевич (р. 1983), аспирант 3-го года обучения кафедры «Сельскохозяйственные машины и оборудование» ДГТУ. Окончил Донской государственный технический университет (2005).

Область научных интересов – производство топливных гранул из отходов растениеводства.

Опубликовал 3 научные статьи, имеет положительное решение по заявке на выдачу патента на полезную модель.

ЩЕРБИНА Андрей Витальевич (р. 1976), инженер-механик АЧГАА. Окончил АЧГАА (2002).

Научные интересы в области обработки сельскохозяйственных материалов давлением.

Опубликовано 6 научных статей, получено 3 патента.

volkov_ds@mail.ru
btpip2009@mail.ru