

что соответствует требованию технического задания (7,2–13,5 га), удельный расход топлива за сменное время работы сеялки в составе трактора «Беларус-3022» составил 3,82 кг/га. Конструктивная масса сеялки – 8860 кг.

Испытания сеялки выполнены в полном объеме. Результаты испытаний и заключение изложены в протоколе ГУ «Белорусская МИС» № И 038 (176) Б 1/3–2012 от 27 декабря 2012 года.

По данным ГУ «Белорусская МИС», годовой приведенный экономический эффект сеялки С-9 в сравнении с сеялкой пневматической широкозахватной СПШ-9 составляет 92823,860 тыс. рублей.

Заключение

Разработанный опытный образец пневматической сеялки С-9 соответствует требованиям технического задания и действующих ТНПА.

По своим технико-экономическим характеристикам сеялка соответствует лучшим зарубежным образцам.

Анализ экономических показателей сеялки С-9 свидетельствует, что при освоении серийного производства машины ее стоимость ориентировочно на 35 % меньше ее зарубежного аналога Accord DG фирмы «Kverneland».

Практическое применение сеялки С-9 в хозяйствах Республики Беларусь и странах СНГ позволит более эффективно использовать потенциальные возможности тракторов класса 5.

13.09.13

УДК 631.53.01

В.П. Чебогарев,
И.В. Барановский,
П.М. Немцев, Е.Л. Жилич
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ВВОДА ЗЕРНА В ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИЙ КАНАЛ В ВИДЕ ПИТАЮЩЕГО ВАЛИКА

Введение

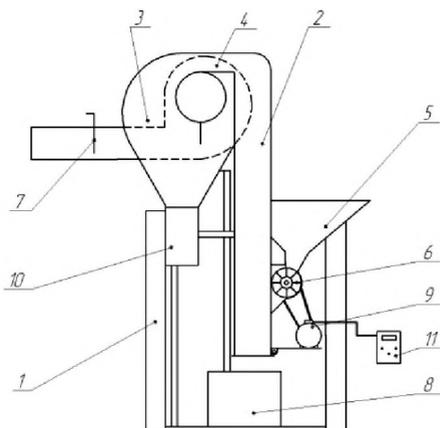
Одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса Республики Беларусь является увеличение производства зерна с целью реализации излишков на внешнем рынке. Уже сейчас стоит цель нарастить производство до 15 млн т зерна.

Реализация этой цели во многом связана с проведением своевременной и качественной послеуборочной обработки зерна, для чего необходимо обеспечить сельскохозяйственных производителей современным высокопроизводительным зерноочистительным и сушильным оборудованием, в том числе машинами предварительной очистки.

Важным устройством машин предварительной очистки, обеспечивающим выделение из зернового вороха более 50 % примесей, является пневмосепарирующая система. Основным элементом пневмосепарирующей системы, оказывающим существенное влияние на производительность и эффективность очистки зернового вороха, является устройство ввода.

Основная часть

Для проведения экспериментальных исследований разработана лабораторная установка (рисунок 64).



- 1 – рама; 2 – пневмосепарирующий канал; 3 – осадочная камера; 4 – вентилятор;
5 – загрузочный бункер; 6 – питающий валик; 7 – заслонка; 8 – приемный лоток;
9 – привод; 10 – приемник легких примесей; 11 – частотный преобразователь

Рисунок 64 – Схема и общий вид лабораторной установки

Лабораторная установка работает следующим образом: зерновой ворох из загрузочного бункера 5 подается питающим валиком 6 в пневмосепарирующий канал 2, где происходит выделение из вороха легких частиц воздушным потоком, создаваемым вентилятором 4. В результате легкие примеси осаждаются в осадочной камере 3 и попадают в приемник легких примесей 10, основная культура (зерно) под действием силы тяжести поступает в приемный лоток 8.

Скорость воздушного потока в пневмосепарирующем канале регулируется заслонкой 7. Частота вращения питающего валика изменяется посредством частотного преобразователя 11, регулирующего частоту тока в обмотке возбуждения электродвигателя привода 9.

Лабораторная установка имела сменные питающие валики с внутренним радиусом $r = 0,029; 0,037; 0,045$ м, каждый из которых содержал 6, 9, 12 радиально расположенных лопаток. Наружный радиус питаю-

ших валиков $R = 0,75$ м, рабочая длина валиков $L_e = 0,376$ м. Глубина пневмосепарирующего канала $h = 0,18$ м.

Согласно агротехническим требованиям, предъявляемым к машинам предварительной очистки зерна, сепаратор должен выполнять очистку зернового вороха с содержанием примеси до 5 %, а также выделять не менее 50 % примесей и обеспечивать номинальную производительность при очистке пшеницы объемной массой 760 кг/м³.

Поэтому в ходе экспериментальных исследований при определении показателя полноты выделения примесей, а также производительности питающего валика засоренность зернового вороха поддерживалась на уровне 5 %. Для этого предварительно очищенный на лабораторных машинах К 293 А и К 294 «Petkus» зерновой материал перемешивался с легкими примесями в пропорции по массе 19:1.

Для обеспечения достоверности опыта в ходе экспериментальных исследований использовалась смесь яровой пшеницы сорта «Василиса» с легкими примесями, выделенными пневмосепаратором из зернового вороха, полученного в результате комбайновой уборки зерновых колосовых. Насыпная плотность зерен яровой пшеницы составила 732 кг/м³, масса тысячи зерен – $0,0368$ кг. Насыпная плотность легких примесей составила 443 кг/м³. Насыпная плотность смеси зерна с примесями, используемой при проведении экспериментальных исследований, составила 723 кг/м³, влажность смеси – $14,2$ %.

В ходе предварительных экспериментальных исследований установлено, что функции отклика имеют явный нелинейный характер, при постановке трехфакторных экспериментов использовали план Бокса-Бенкина, состоящий из 13 опытов. Постановка эксперимента выполнялась с учетом 3 следующих факторов:

- угловой скорости питающего валика ω , рад./с;
- количества лопаток m_n , шт.;
- внутреннего радиуса питающего валика, r , м.

Уровни варьирования факторов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Уровни варьирования факторов

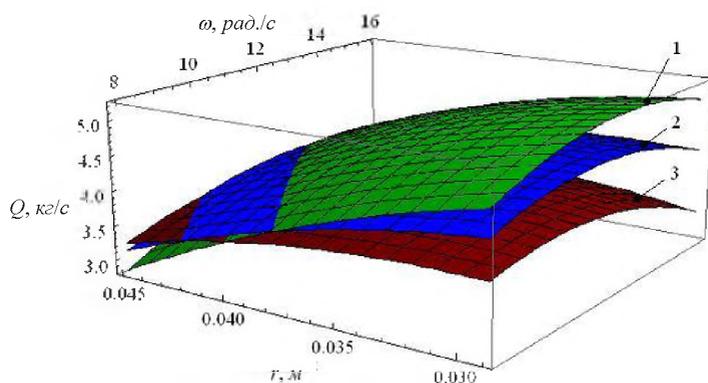
Варьируемые параметры	ω	m_n	r
Единицы измерения	рад./с	шт.	м
Кодовые обозначения факторов	x_1	x_2	x_3
Основной уровень ($x_i = 0$)	11,932	9	0,037
Интервал варьирования	3,977	3	0,008
Нижний уровень ($x_i = -1$)	7,955	6	0,029
Верхний уровень ($x_i = +1$)	15,909	12	0,045

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, показывающее зависимость производительности пи-

тающего валика от его угловой скорости, количества лопаток и внутреннего радиуса:

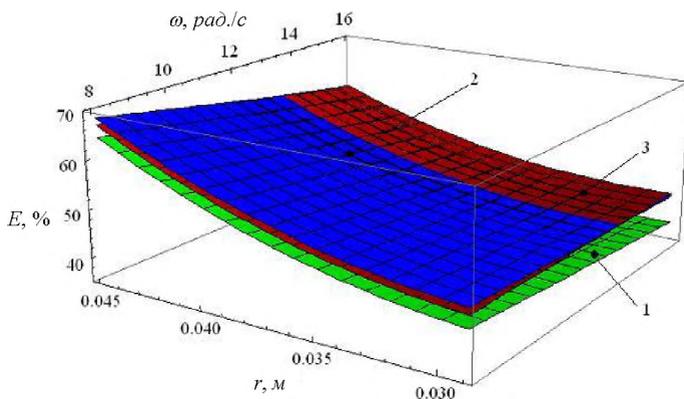
$$y = 4,4104 + 0,0988 x_1 - 0,3306 x_2 - 0,4296 x_3 - 0,2074 x_1 x_2 + 0,1798 x_1 x_3 + 0,3213 x_2 x_3 - 0,3732 x_1^2 - 0,0881 x_2^2 - 0,1929 x_3^2.$$

Построение поверхностей отклика и линий уровней по результатам экспериментальных данных выполняли с помощью программы «Mathematica» (рисунок 65–67).



1 – 6 лопаток; 2 – 9 лопаток; 3 – 12 лопаток

Рисунок 65 – Поверхности отклика $Q = f(\omega, r)$ при 6, 9, 12 лопатках



1 – 6 лопаток; 2 – 9 лопаток; 3 – 12 лопаток

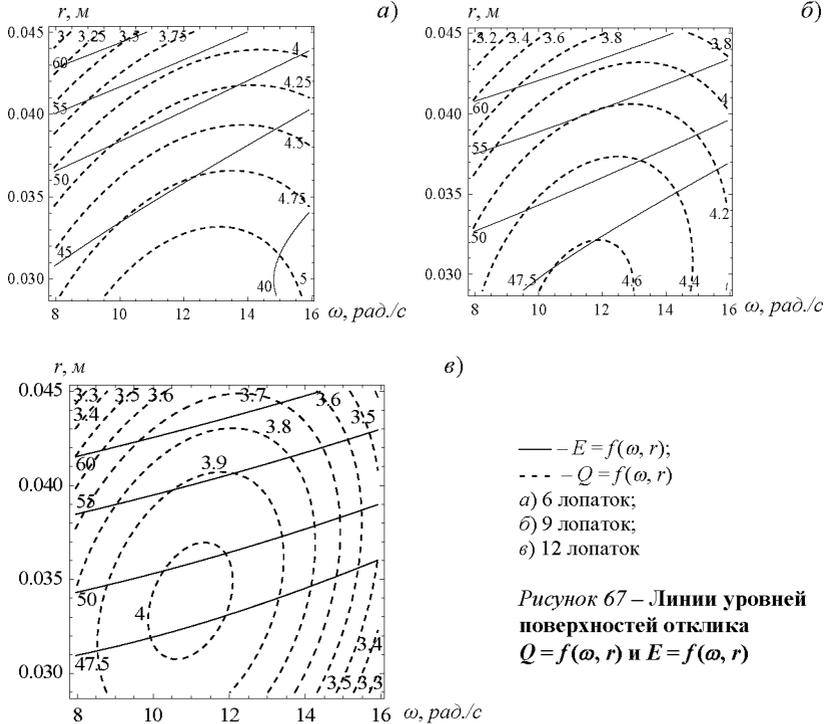
Рисунок 66 – Поверхности отклика $E = f(\omega, r)$ при 6, 9, 12 лопатках

В результате обработки данных второго эксперимента получено уравнение регрессии, показывающее зависимость эффективности очи-

стки зернового вороха от угловой скорости, количества лопаток и внутреннего радиуса питающего валика:

$$y = 51 - 3,3958 x_1 + 2,2083 x_2 + 8,2292 x_3 + x_1 x_2 - 1,9583 x_1 x_3 - 2,6042 x_2^2 + 3,8542 x_3^2.$$

Для сопоставления полученных поверхностей $Q = f(\omega, r)$ и $E = f(\omega, r)$ наложим их друг на друга. Полученный результат представлен на рисунке 67.



Представленные на рисунке 67 графики позволяют определить рациональные параметры и режим работы питающего валика в зависимости от требуемой эффективности очистки зернового материала.

В результате решения полученных уравнений регрессии установлено, что максимальная производительность питающего валика (эффективность очистки вороха $E = 50\%$) достигается при 8 лопатках и составляет $Q = 4,513 \text{ кг/с}$ при внутреннем радиусе валика $r = 0,0366 \text{ м}$ и его угловой скорости $\omega = 11,491 \text{ рад/с}$.

Таким образом, полученные экспериментальным путем модели позволяют определить рациональные параметры и режим работы питаю-

шего валика для требуемой эффективности очистки в зависимости от ее вида и конструктивных особенностей разрабатываемых зерноочистительных машин.

Заключение

Анализируя полученные поверхности отклика $Q = f(\omega, r)$, следует отметить, что наибольшая производительность наблюдается при угловой скорости питающего валика, близкой к критической. Уменьшение производительности при угловой скорости выше критической связано с худшим заполнением межлопастного пространства питающего валика зерновым ворохом. Также следует отметить, что с увеличением количества лопаток производительность питающего валика снижается, кроме области, близкой к точке с наименьшей угловой скоростью и наибольшим внутренним радиусом, – здесь наблюдается обратное.

Анализируя полученные поверхности отклика $E = f(\omega, r)$ следует отметить, что эффективность очистки выше при вращении валика с докритической угловой скоростью. Также следует отметить, что эффективность очистки при использовании валика с 6 лопатками ниже, чем с 9 и 12 лопатками, полученные поверхности отклика для которых почти совпадают, при этом в области с докритической угловой скоростью эффективность очистки выше при использовании валика с 9 лопатками, чем с 12.

В результате экспериментальных исследований установлено, что максимальная производительность питающего валика при эффективности очистки вороха $E = 50 \%$, рабочей длине валика $L = 0,376 \text{ м}$ и внешнем его радиусе $R = 0,075 \text{ м}$ составляет $Q = 4,513 \text{ кг/с}$ и достигается при следующих рациональных параметрах и режиме работы валика: количество лопаток – 8 штук, внутренний радиус $r = 0,0366 \text{ м}$, угловая скорость $\omega = 11,491 \text{ рад/с}$.

12.09.13

Литература

1. Гусаков, В. Сколько зерна Беларуси надо в перспективе / В. Гусаков // Белорусская нива. – 2010. – № 99.
2. Агротехнические требования на машины предварительной очистки // Сборник агротехнических требований на сельскохозяйственные машины / ВО «Союзсельхозтехника» при Совете Министров СССР; сост. Э.Г. Складенко. – М.: ЦНИИТЭИ, 1976. – С. 98.
3. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: Издательство БГУ, 1982. – 301 с.
4. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. – М.: Статистика, 1974. – 191 с.