

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АДАПТЕРА СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ РАБОТЫ НА СКЛОНАХ

С.Ф. Сороченко, А.В. Рязанов

В статье описана конструкция адаптера системы очистки зерноуборочного комбайна для работы на склонах. Приведены результаты лабораторных исследований системы очистки с адаптером, математическая модель сепарации зерна.

Ключевые слова: Система очистки, адаптер очистки, склоны, лабораторные исследования, потери зерна, математическая модель.

Работа зерноуборочного комбайна на холмистой местности сопровождается повышенными потерями зерна, обусловленными смещением зернового вороха на решетках очистки в сторону наклона молотилки.

С целью снижения потерь зерна и повышения производительности зерноуборочного комбайна разработан адаптер к системе очистки, который устанавливается вместо пальцевой решетки транспортной доски (рисунок 1) [1,2]. В конструкции адаптера очистки заложен способ динамического разравнивания зернового вороха, поступающего на верхнее решето. Разравнивание вороха обеспечивается тем, что решето адаптера может совершать колебания в продольном и поперечном (дополнительном) направлениях. Для этого решето адаптера соединено с транспортной доской посредством приводных шатунов 6, обеспечивающих возможность перемещения решета адаптера 5 в поперечном направлении. Решето адаптера, выполненное в виде гребёнок, подвешено на четы-

рёх подвесках 7, которые имеют возможность поворота относительно их продольной оси. Одновременный поворот подвесок осуществляется посредством поворотных рычагов 9 и тяг, соединённых с механизмом изменения направления колебаний 8 решета адаптера. Поворотные рычаги шарнирно установлены на кронштейнах, которые закреплены на корпусе молотилки.

Так как изменение направления колебаний решета адаптера осуществляется поворотом подвесок, то угол между направлением колебаний и продольной осью комбайна равен

$$\nu = \arctg(A_Y/A_X), \quad (1)$$

где A_X, A_Y - амплитуда решета адаптера в продольном и поперечном направлениях соответственно - $A_X = r \cdot \cos(\nu)$, $A_Y = r \cdot \sin(\nu)$ (здесь r - амплитуда колебаний верхнего решетного стана).

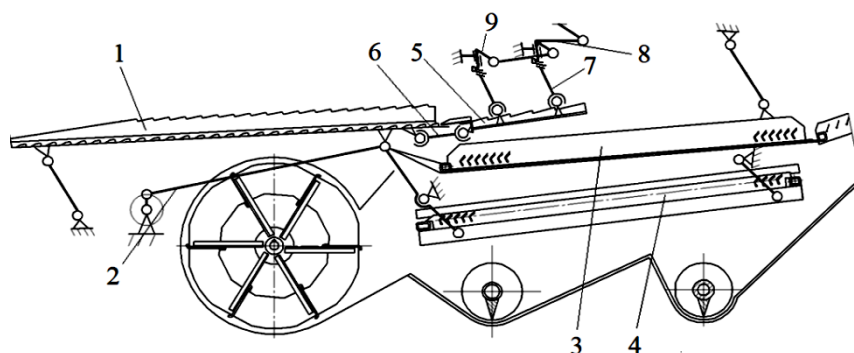


Рисунок 1 - Схема системы очистки с адаптером для работы на склонах:

- 1- транспортная доска; 2 – колебательный механизм; 3 – верхний решётный стан;
- 4 – нижний решётный стан; 5 – решето адаптера; 6 – приводные шатуны; 7 – подвеска;
- 8 – механизм изменения направления колебаний; 9- поворотный рычаг

При угле $\nu = 45^\circ$ амплитуда колебаний решета в поперечном направлении равна амплитуде колебаний решета в продольном направлении, т.е. $A_X = A_Y$ (для $r = 60$ мм $A_X = A_Y = 21,2$ мм).

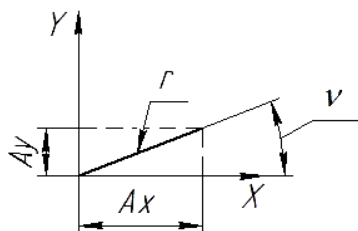


Рисунок 2 - Схема к определению амплитуды колебаний решета в продольном A_X и поперечном A_Y направлениях

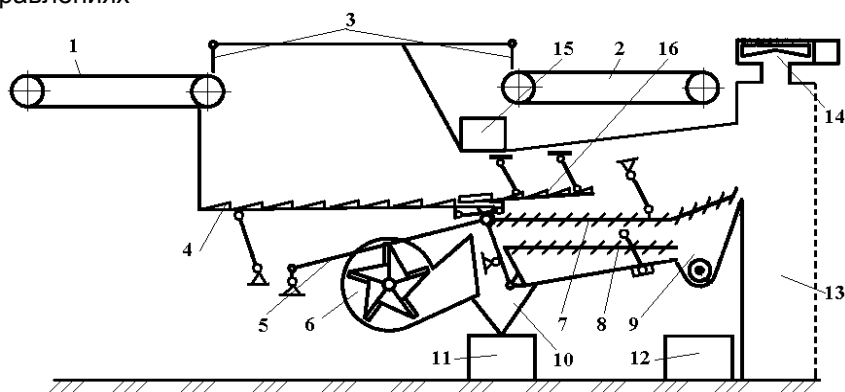


Рисунок 3 - Схема лабораторной установки системы очистки зерноуборочного комбайна с адаптером: 1 – транспортёр-питатель I; 2 – транспортёр-питатель II; 3 – створка; 4 – транспортная доска; 5 – кривошипно-шатунный механизм; 6 – вентилятор; 7 – верхний решётный стан; 8 – нижний решётный стан; 9 – колосовой отборник; 10 – зерновой отборник; 11 – зерновой ящик; 12 – колосовой ящик; 13 – приёмник соломистой фракции; 14 – вытяжной вентилятор; 15 – направляющий зернового вороха; 16 – адаптер системы очистки

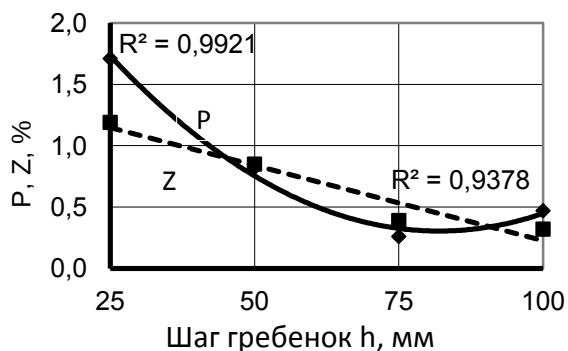


Рисунок 4 - Зависимости потерь зерна P и засоренности бункерного зерна Z от шага гребёнок

Экспериментальные исследования системы очистки с адаптером проводились на лабораторной установке, схема которой представлена на рисунке 3. Исследуемый материал – зерновой ворох пшеницы «Алтайская - 98».

Влияние шага гребёнок на качественные показатели работы системы очистки определено при отсутствии поперечного крена установки ($\alpha=0^\circ$) и поперечных колебаний решета адаптера (амплитуда поперечных колебаний $A_Y=0$ мм). Подача зернового вороха в эксперименте $q_B=2,9$ кг/с, соломистость зернового вороха $C=30$ %, влажность - от 10 до 12 %.

Шаг гребёнок, при котором наблюдались наименьшие потери зерна, равен 75 мм (рисунок 4). С увеличением шага гребёнок наблюдалось также снижение засоренности бункерного зерна.

Установка адаптера интенсифицирует сепарацию зерна даже при отсутствии крена молотилки. На рисунках 5 и 6 показаны зависимости качественных показателей работы системы очистки с адаптером от подачи зернового вороха при крене молотилки 0° . При подаче зернового вороха 3,6 кг/с потери зерна в сравнении с серийной очисткой уменьшаются с 0,5 % до 0,42 %, обеспечивая увеличение пропускной способности системы очистки (при уровне потерь зерна – 0,5 %) с 3,6 кг/с до 3,9 кг/с, т.е. в 1,08 раза.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АДАПТЕРА СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ РАБОТЫ НА СКЛОНАХ

С увеличением содержания солоmistых примесей в зерновом ворохе качественные показатели системы очистки с адаптером ухудшаются (рисунок 6), но при солоmistости 35 % потери зерна не превышают уровня 0,5%. Засоренность бункерного зерна не превысила 0,7 %, что ниже уровня, определяемого агротребованиями.

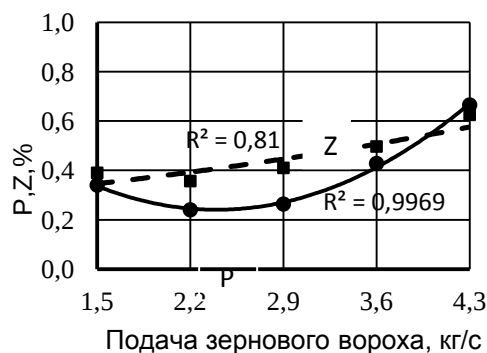


Рисунок 5 - Зависимости потерь зерна P и засоренности бункерного зерна Z от подачи зернового вороха ($\alpha=0^\circ$, $C=30\%$, $W=10-12\%$, $h=75\text{ мм}$, $A_Y=0\text{ мм}$)

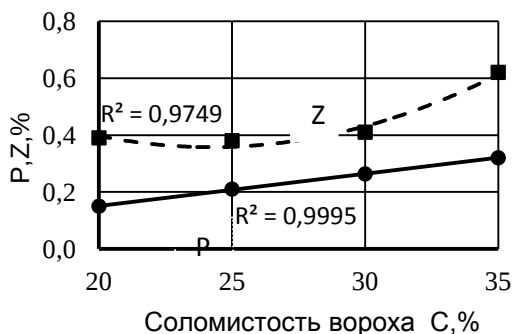


Рисунок 6 - Зависимости потерь зерна P и засоренности бункерного зерна Z от солоmistости вороха ($\alpha=0^\circ$, $W=10-12\%$, $h=75\text{ мм}$, $q_B=2,9\text{ кг/с}$, $A_Y=0\text{ мм}$)

Проведены исследования работы системы очистки с адаптером при поперечном крене молотилки на угол 8° . Выявлено, что с увеличением амплитуды колебаний решета адаптера в поперечном направлении засоренность бункерного зерна и потери зерна уменьшаются (рисунок 7), а сход зерна и вороха в колосовой шнек практически остаются на одном уровне. Наименьшие потери зерна (0,2 %) были при размахе колебаний решета 36 мм ($A_Y = 18\text{ мм}$, $A_X = 24\text{ мм}$, $\nu = 36,9^\circ$). Дальнейшее увеличение амплитуды

колебаний решета в поперечном направлении невозможно из-за конструктивных особенностей решетного стана комбайна и существенного снижения скорости V_X зернового вороха в продольном направлении на решете адаптера. Влияние подачи зернового вороха на качественные показатели работы системы очистки определено при $C=30\%$ и $2A_Y=36\text{ мм}$ (рисунок 8). Потери зерна не превысили 0,5 % при подаче зернового вороха до 3,9 кг/с.

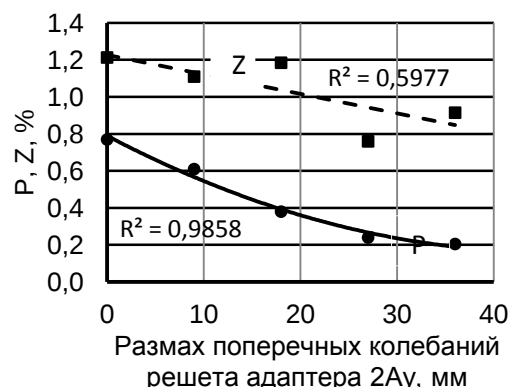


Рисунок 7 - Зависимости потерь зерна P и засоренности бункерного зерна Z от размаха поперечных колебаний ($\alpha=8^\circ$, $q_B=2,9\text{ кг/с}$, $C=30\%$, $W=10-12\%$, $h=75\text{ мм}$)

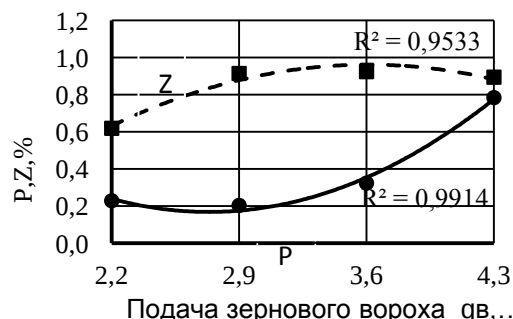


Рисунок 8 - Зависимости потерь зерна P и засоренности бункерного зерна Z от подачи зернового вороха ($\alpha=8^\circ$, $C=30\%$, $h=75\text{ мм}$, $W=10-12\%$, $2A_Y=36\text{ мм}$)

Оптимизацию параметров адаптера очистки проводили методом планирования эксперимента. При планировании учтены следующие факторы: x_1 - подача зернового вороха (от 2,2 до 3,6 кг/с); x_2 - крен молотилки, оцениваемый углом наклона к горизонту (от 4° до 12°); x_3 - амплитуда поперечных колебаний решета адаптера (от 0 до 18 мм). За выходные параметры приняты: P - потери

зерна (критерий оптимизации), %; Z - содержание солоmistых примесей в бункерном зерне (ограничивающий параметр), %; P_K - сход зерна в колосовой шнек, %. Постоянные входные параметры: длина решета – 400 мм; шаг гребёнок – 75 мм; содержание солоmistой фракции – 30 %; влажность зернового вороха поддерживалась в интервале от 10 до 12 %.

Был реализован эксперимент по композиционному симметричному трехуровневому плану №34 [3]. Получена математическая модель, адекватно описывающая сепарацию зерна в системе очистки зерноуборочного комбайна с адаптером (расчётные значения критериев Фишера равны: для параметра P

$F_{pP} = 1,26$; для параметра Z $F_{pZ} = 1,75$; для параметра P_K $F_{pZ} = 1,75$ при табличном значении $F_T = 2,2$):

$$P = 0,34 + 0,16x_1^2 + 0,09x_2^2 + 0,15x_3^2 + 0,30x_1 + 0,15x_2 - 0,34x_3 + 0,06x_1x_2 - 0,26x_1x_3 - 0,05x_2x_3, \quad (2)$$

$$Z = 1,40 + 0,16x_1^2 - 0,10x_2^2 - 0,33x_3^2 + 0,13x_1 + 0,19x_2 - 0,03x_1x_2 - 0,03x_1x_3 + 0,12x_2x_3, \quad (3)$$

$$P_K = 5,10 - 0,70x_1^2 - 0,78x_2^2 + 0,75x_3^2 + 0,95x_1 - 0,27x_3 + 0,11x_2x_3 \quad (4)$$

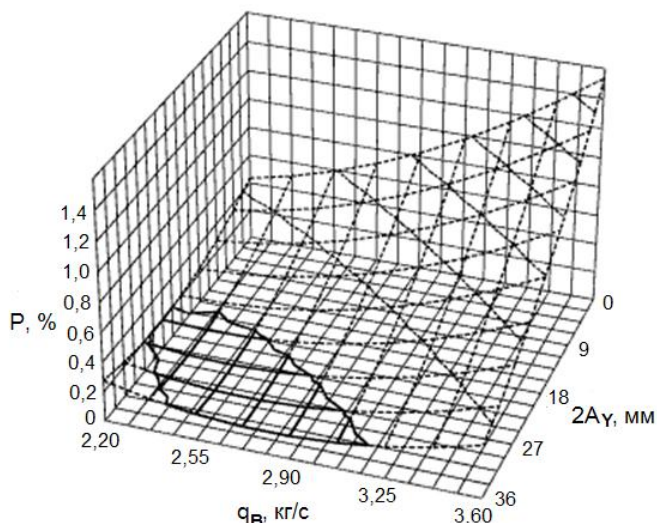


Рисунок 9 - График зависимости потерь зерна P от подачи зернового вороха q_B и размаха колебаний решета адаптера $2A_Y$ в поперечном направлении при крене молотилки 8°

Определены оптимальные значения колебаний решета в поперечном направлении при различных кренах молотилки и подаче зернового вороха. Так для подачи зернового вороха 2,9 кг/с потери зерна менее 0,2% получены при колебаниях решета адаптера в поперечном направлении $2A_Y$ от 28 до 36 мм.

ГОУВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»; опубли. 10.01.2012.

3. Бродский, В.З. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей / В.З. Бродский, Л.И. Бродский, Т.И. Голикова и др. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетный стан очистки зерноуборочного комбайна: пат. 2275787 Рос. Федерация: МКИ А01F 12/44 / Сороченко С.Ф., Рязанов А.В.; заявитель и патентообладатель Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова; опубли. 10.05.06, Бюл. №13. - 5 с.

2. Система очистки зерноуборочного комбайна: патент на полезную модель 111964 Рос. Федерация: МПК А01F 12/44 / Сороченко С.Ф., Рязанов А.В.; заявитель и патентообладатель

Сороченко С.Ф. - к.т.н., доцент, профессор кафедры СХМ, e-mail: sorochenkosf@list.ru,

Рязанов А.В. – аспирант кафедры СХМ ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»