



ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА У ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОМУ КОМБАЙНІ

Самарін О.Є.

Херсонська державна морська академія

Проведено лабораторне дослідження роботи повітряно-решітної системи очищення зерна у зернозбиральному комбайні при різних комплектаціях стенду. Визначена величина віброприскорення на панелях системи у горизонтальній та вертикальній площинах. Проведено порівняння отриманих результатів при різних схемах навантаження системи. Побудована трекограма руху решета під дією робочих та збудливих сил. Визначено оптимальну траєкторію трекограми. Проаналізовано отримані результати і дано практичні рекомендації для виробництва щодо зменшення вібронавантаження на систему очищення.

Ключові слова: система очищення зерна, решето, віброприскорення, трекограма.

Вступ. Повітряно-решітне очищення комбайна призначене для виділення зерна з купи, що надходить з молотильного апарату і соломотряса. Основними вузлами системи очищення є транспортна дошка, верхнє і нижнє решета, що підвішені на підвісах. Транспортна дошка шарнірно з'єднана з верхнім решетом і каливається з нею в одній фазі. Нижнє решето шарнірно з'єднано з верхнім решетом і коливається з ним у протифазі [1].

Конструкція системи очищення вітчизняного зернозбирального комбайна розроблена таким чином, що транспортна дошка і два решета виконують зворотно-поступальний рух з частотою 250 кол./хв. на довжину 65мм. Маючи значну масу, система викликає коливання та вібрацію всього комбайна, що негативно впливає як на машину, викликаючи розкручування болтових з'єднань, так і на здоров'я комбайнера.

Частково проблема вирішується тим, що верхнє і нижнє решета коливаються у протифазі. Таким чином вони компенсують вібрацію одне одного. Але сукупна маса верхнього решета і транспортної дошки, що коливаються разом, більш ніж у два рази перевищує масу нижнього решета. Тому невірноваженість системи лишається і передається на весь комбайн.

Зменшення вібрації зернозбирального комбайна підвищить надійність машини та усуне негативний вплив на здоров'я людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ведучі виробники зернозбиральних комбайнів вирішують означену проблему декількома шляхами.

На комбайні AVERO 160 корпорації Claas [2], оснащеному класичним молотильним барабаном і системою сепарації зерна зменшено масу решіт за рахунок забезпечення більш раціональної форми несучих елементів конструкції та застосування полегшених матеріалів.

Комбайн TUKANO 400 того ж виробника оснащено додатковим барабаном-прискорювачем, встановленим перед молотильним барабаном. Така схема дозволяє на барабані-прискорювачі виділити найбільш цінну частину зерна у щадному режимі, а решту зерна – на молотильному барабані у звичайному режимі. При цьому з дрібної купи виділяється менше засмічення і решета менше завантажуються, що дозволяє зменшити їх площу і масу систему очищення.

На комбайні T560i корпорації John Deere [3] встановлено два молотильних барабана і три відбійних бітера, що передають зернову масу між ними і на соломотряс. При цьому на двох бітерах встановлено бильні лопаті, що додатково обмолочують масу. В системі очищення транспортна дошка відокремлена від решіт очищення і розділена на верхню і нижню частини, які працюють у профазі і врівноважують одне одного.

В комбайні S660i корпорації John Deere [4] взагалі відсутня транспортна дошка, а решета максимально врівноважені. Крім того, соломотряс замінено молотильно-



сепаруючим ротором, який при своїй роботі значно менше засмічує дрібну купу, що потрапляє на сепараційні решета.

Обов'язковою умовою зменшення вібрацій в усіх вказаних схемах є врівноваження мас, що рухаються зворотно-поступально.

В комбайнобудуванні були спроби встановити на машину центрифугу для виділення зерна за рахунок дії відцентрової сили. Ротор центрифуги обертається навколо своєї осі і не має мас, що рухаються зворотно-поступально. Проблема вібрації в такому механізмі вирішувалась повністю. Але він виявився не надійним тому, що на очищення поступала маса з різною вологістю і щільністю, що порушувало стабільність роботи сепаратора. Подальшого розвитку вказана схема не знайшла.

Таким чином, проблема врівноваження мас, що коливаються в системі очищення зерна, а також виявлення і зменшення негативних факторів підвищеної вібрації є актуальною.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проблема врівноваження системи очищення вітчизняного зернозбирального комбайна полягає у тому, що значна різниця у масах, які рухаються у протифазах при зворотно-поступальному русі, не може бути повністю компенсована. Це пов'язано з тим, що до маси верхнього решета добавляється маса транспортної дошки. Крім того, на нижнє решето поступає частково відсепарована купа зерна. Тому площа і маса цього решета менше, ніж відповідні показники верхнього решета.

Додатковими збудниками вібрації є неточність виготовлення рухливих частин комбайна.

Мета дослідження. Встановити оптимальне місце і масу додаткового вантажу на нижньому решеті системи очищення для зменшення різниці між прискореннями елементів, що рухаються у профазі до прийнятних меж. Визначити додаткові негативні фактори в системі очищення, що збільшують вібрацію комбайна. Дати практичні рекомендації щодо модернізації системи очищення з метою зменшення її вібрації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) провести випробування системи очищення у різній комплектації;
- 2) зняти трекограму руху решета системи очищення;
- 3) зняти тензограму віброприскорень;
- 4) визначити оптимальну комплектацію системи очищення.

Дослідження проводились на статичному імітаторі механізму коливання решіт, який по своїм кінематичним характеристикам і конструкції повністю аналогічний тому, що використовується в системі очищення вітчизняного зернозбирального комбайна [5].

Враховуючи значну різницю між сумарною масою верхнього решета і транспортної дошки, що коливаються в одній фазі і нижнього решета, що коливається у протифазі до них, було прийнято рішення зменшити цю різницю до прийнятного рівня.

Для досягнення цієї мети були подовжені двоплечі важелі 9 (рис. 1) за допомогою балансирів, на кінцях яких розташовувалися компенсуючі вантажі. Вони представляють собою 6-ти кілограмові вантажі, що складаються з 10 шайб вагою 0,6 кг кожна. Надійна фіксація шайб забезпечується спеціальними шпильками.

Для візуалізації траєкторії руху решета, на кінці подовжених важелів 9 встановлювалось пристосування для зняття трекограми.

Критерієм оцінки оптимальної роботи системи було прийнято горизонтальне і вертикальне віброприскорення, що знімалося з панелей механізму. Мінімальні значення віброприскорення свідчили про оптимальну роботу системи очищення, а максимальні віброприскорення – про її незадовільну роботу.

Перед проведенням експериментів було заміряно горизонтальну і вертикальну вібрацію панелей на комбайні [6]. На середніх обертах двигуна (1300 об/хв) горизонтальна вібрація складала 55 мкм, а вертикальна – 30 мкм, на робочих обертах двигуна (2000 об/хв) горизонтальна вібрація складала 110 мкм, а вертикальна – 45 мкм. Як



видно, з підвищенням частоти обертання колінчастого вала двигуна збільшується інерційна складова, а відповідно й амплітуда вібрації.

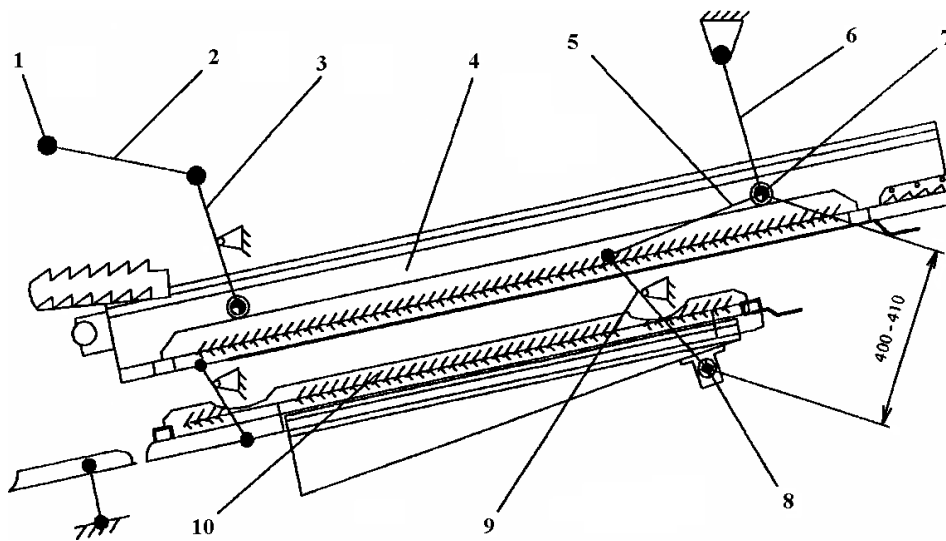


Рисунок 1 – Механізм коливання решіт: 1 – опорні підшипники коливального вала; 2 – шатун; 3 – приводний важіль; 4 – верхнє решето; 5, 6 – підвіски; 7 – задня вісь кочення верхнього решета; 8 – нерухома вісь кочення важелів решіт; 9 – двоплечий важіль; 10 – нижнє решето

Результати визначення віброприскорень наведено у табл. 1 [7].

Таблиця 1 – Віброприскорення на панелях системи очищення

Навантажувальні фактори	Площина	Прискорення, m/s^2	
		мінімальне	максимальне
Балансири з вантажем	Горизонтальна	4,61	17,77
	Вертикальна	4,5	4,5
Балансири без вантажу	Горизонтальна	4,61	18,44
	Вертикальна	4,45	4,45
Без балансирів і вантажу	Горизонтальна	17,53	30,94
	Вертикальна	5,15	7,75

Аналізуючи результати випробувань, що наведені в табл. 1, можна встановити факт існування додаткових збудливих сил. Цим пояснюється великий розкид між максимумними і мінімальними значеннями прискорень.

Для виявлення дії цих сил, була знята трекограма руху решета системи очищення. Трекограма має дві характерні ділянки – прямолінійна по середині і колоподібна на кінцях траєкторії. Загнутість кінців трекограми вказує на дію збудливих сил та незадовільний стан елементів привода системи очищення.

Збудлива сила обумовлена великими люфтами в парах тертя та їх зносом, а також недотриманням встановлених посадок.

У порівнянні з базовим варіантом, застосування балансирів (с грузом або без нього) дозволяє значно знизити вібронавантаження в горизонтальній площині і помірно у вертикальній. Величина зниження вібронавантаження в процентному відношенні приведена в табл. 2.

Як видно, застосування балансирів приводить до суттєвого зниження віброприскорень.

Для усунення дії збудливих сил було проведено додаткове регулювання механізму. Трекограма руху решета після доводки механізму має прямолінійний характер.

З наведених даних видно, що значного зниження вібронавантаження можна досягнути шляхом виготовлення коливального вала, ексцентриків та інших елементів



привода очистки у суворій відповідності до вимог конструкторської документації, а також введення в конструкцію системи очищення балансирів.

Таблиця 2 – Величина зниження віброприскорення на панелях системи очищення

Навантажувальні фактори	Площина	Величина зниження, %	
		Мінімальне значення віброприскорення	Максимальне значення віброприскорення
Балансири з вантажем	Горизонтальна	73,7	42,6
	Вертикальна	12,6	41,9
Балансири без вантажу	Горизонтальна	73,7	40,4
	Вертикальна	13,6	42,6

Для визначення критичої маси вантажів балансирів проводився експеримент, в якому маса змінювалась і синхронно визначалась величина віброприскорень. Результати досліджень наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Величина віброприскорення на панелях системи очищення при різних масах вантажів балансирів

№	Кількість вантажів балансира	Величина горизонтального віброприскорення, м/с ²	
		максимальна	мінімальна
1	8	11,25	4,9
2	7	12,85	5,51
3	6	13,0	6,89
4	5	14,0	7,25
5	4	12,4	5,36
6	3	11,63	5,69
7	2	11,8	5,36
8	1	11,56	4,5
9	0	8,49	4,16

Аналіз табл. 3 показує, що зміна маси вантажів балансирів змінює величину віброприскорення панелей системи очищення. Максимальне значення віброприскорення виявлено при 5 вантажах балансира.

Основні висновки і практичні рекомендації:

1. Значні вібрації системи очищення свідчать про її незадовільний технічний стан. При технічному огляді виявлено люфти, перекося і зміщення деталей, зношення резинових втулок і вузлів тертя.
2. При відрегульованій системі очищення балансири слугують корегуючими елементами, які її стабілізують.
3. При збиранні і регулюванні системи очищення необхідно використовувати інструментальні методи контролю якості.
4. Для зниження вібронавантаження необхідно використовувати балансири з підібраними масами.
5. Для зниження величини вібронавантаження необхідно перейти на посадки більш високого квалітету у вузлах тертя.
6. При виготовленні деталей та вузлів тертя необхідно ретельно контролювати величину параметрів шорсткості.
7. В приводі системи очищення необхідно перехідні посадки шківів замінити на посадки з натягом.



8. Перед початком експлуатації системи очищення необхідно її відрегулювати у відповідності до вимог конструкторської документації з використанням інструментальних методів.
9. В процесі експлуатації регулярно контролювати систему на наявність люфтів та своєчасно їх усувати.
10. Періодично проводити інструментальний контроль прямолінійності руху решіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчёт / [Турбин Б. Г., Лурье А. Е., Григорьев С. М., Иванович Э. М., Мельников С. В.] – Л. : Машиностроение, 1967. – 584 с.
2. CLAAS. Техника на все четыре времени года. Ваша линейка CLAAS 2012. CLAAS KGaA mbH Postfach 1163 33416 Harsewinkel Deutschland. – 135 p.
3. John Deere. YY1114263NL. – 35 p.
4. John Deere. YY1114262NL. – 47 p.
5. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-9-1 «Славутич». Руководство по эксплуатации КЗС-9-1 РЭ. ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод», 2008. – 369 с.
6. Протокол проверки вибрации комбайна «Скиф-250Р» от 31.07.2012г. Лаборатория ГСКБ ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод». – 2 с.
7. Отчёт о проведенных лабораторных испытаниях на стенде решётной очистки зерноуборочного комбайна «Скиф-330». – Лаборатория испытаний ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод», 11.12.2012г. – 6 с.

Самарин А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНА В ЗЕРНОУБОРОЧНОМ КОМБАЙНЕ

Проведено лабораторное исследование работы воздушно-решётной системы очистки зерна в зерноуборочном комбайне при различных комплектациях стенда. Определена величина виброускорения на панелях системы в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Проведено сравнение полученных результатов при различных схемах нагрузки системы. Построена трекограмма движения решета под действием рабочих и возбуждающих сил. Определены оптимальные траектории трекограммы. Проанализированы полученные результаты и даны практические рекомендации для производства относительно уменьшения вибронегативности на систему очистки.

Ключевые слова: система очистки зерна, решето, виброускорение, трекограмма.

Samarin O.E. THE RESEARCH OF THE SYSTEM OF GRAIN CLEANING IN GRAIN COMBINE

The researches were conducted to test the air-sieve grain cleaning system operation in different versions of the stand. The value of vibration acceleration on the panels in the horizontal and vertical planes was determined. The results obtained with different loading schemes of the system were compared. The trackgram of sieve movement under the action of operating and shaking forces was built. The optimal trackgram trajectories were determined. The results were analyzed and practical production recommendations were made to reduce loading oscillation on the cleaning system.

Keywords: grain cleaning system, sieve, oscillation, trackgram.