

**ПРИСКОРЕНІ СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ, ЯК  
ОСНОВА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ  
КОРПУСА МОЛОТАРКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО  
КОМБАЙНА**

**Погорілий В. В.** заст. директора, **Горбатов В. В.** зав.  
відділу, **Гапоненко О. І.** м. н. с.

*Український науково-дослідний інститут прогнозування та  
випробування техніки і технологій для сільськогосподарського  
виробництва імені Леоніда Погорілого*

*Викладено результати прискорених стендових випробувань зерно-  
збирального комбайна КЗС-9-2 «Скіф-230А», виконана оцінка зміни ре-  
сурсу комбайна від внесених конструкційних змін на основі вимірювання  
вібраактивності корпусу молотарки.*

**Ключові слова:** вібраактивність; стендові випробування; середньоквад-  
ратичне відхилення; ресурс.

**Постановка проблеми.** Надійність машин залежить від певних рів-  
нів вібрації перевищення яких інтенсифікує накопичення втомлюваних  
пошкоджень та пластичних деформацій не зважаючи на закладені харак-  
теристики міцності [1]. Одним з важливих завдань проектування нових  
моделей зернозбиральних комбайнів є зниження рівня вібрації з метою  
підвищення ресурсу. Актуальним є питання усунення руйнування боко-  
вих панелей корпусу комбайна, що спостерігалось в попередніх моделях.  
Для цього запропоновано встановити додаткові елементи жорсткості  
(розкоси), ефективність яких можна оцінити при стендових випробуван-  
нях.

**Аналіз попередніх досліджень та публікацій.** Оцінка якості проєк-  
тування по рівню вібрації для закладання заданої надійності ґрунтовно  
розвинена для мобільних енергозасобів [2, 3], зернозбиральним комбай-  
нам уваги приділено не достатньо.

**Мета досліджень** - прискорена оцінка впливу конструкційних змін  
на надійності зернозбирального комбайна шляхом проведення і аналізу  
результатів прискорених стендових випробувань.

**Результати досліджень.** Процеси накопичення пошкоджень в еле-  
ментах конструкції сільськогосподарських машин характеризуються ба-  
гатофакторністю та випадковістю. Деградаційні процеси мають явно ви-  
ражений випадковий характер. Реальний кількісний аналіз таких проце-  
сів, особливо в плані вивчення динаміки, в даний час можливий тільки  
при залученні результатів відповідних натурних досліджень, що визна-  
чають надійність.

На базі УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого були виконані порівняльні  
стендові випробування зернозбирального комбайна КЗС-9-2 «Скіф-230А»

з доводочними конструкційними змінами, що мали на меті зниження динамічних навантажень на корпус молотарки у порівнянні з показниками попередника-аналога в однакових умовах. Прискорені стендові випробування можуть слугувати основою для прогнозування ресурсу нового об'єкта в умовах експлуатації.

Навантаження комбайна на стенді здійснюється за рахунок дії на колеса випадкового процесу, який відповідає профілю ґрунтового фону дороги і поля. Критерієм правильності вибору режиму стендових випробувань прийнято збіг гістограм розподілів амплітуд повних циклів навантажень отриманих за даними експлуатації і на стенді.

Вимірювання віброактивності корпусу комбайна виконувалися за допомогою комплексу електронно-реєструючого обладнання, що складається з датчиків акселерометрів фірми Brüel & Kjær, аналого-цифрового перетворювача Spider 8 та програмного забезпечення CatMan Express 4.5.

Основними оціночними показниками віброактивності прийнято середньоквадратичне відхилення абсолютних переміщень. Вимірювання виконувалися в трьох взаємно перпендикулярних напрямках (поперечному, вертикальному та поздовжньому). Аналіз виконувався за гістограмами розподілу величини коливань та спектральними щільностями процесу.

Стендові випробування виконувалися на режимах, що відтворюють експлуатаційні: швидкість руху - 6 км/год, наповненості бункера - 0,87, в агрегаті з жнивarkою для збирання зернових колосових культур, увімкнена молотарка.

Датчики вібропереміщення встановлюються в місцях кріплення розкосів і на елементах жорсткості в середній частині корпусу молотарки з лівого боку у відповідності зі схемою наведеною на рис. 1.

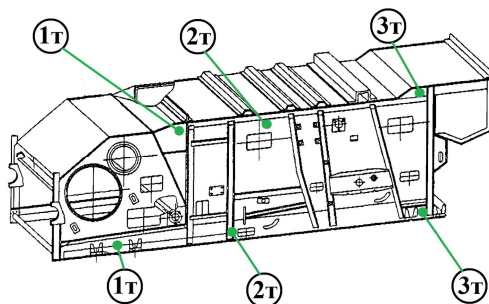


Рис. 1. Корпус молотарки комбайна «Скіф-230 А»: 1т - місця встановлення датчиків в місцях кріплення переднього розкосу; 2т - місця встановлення датчиків в середній частині корпусу; 3т - місця встановлення датчиків в місцях кріплення заднього розкосу

Вимірювання вібропереміщень металоконструкції комбайна у визначених точках:

- при встановленні розкосів на ведучому мосту та мосту напрямних коліс.
- без розкосів (в комплектації моделі попередника).

Попередньо для стендових випробувань при обробці результатів було прийнято: віброзміщення точок корпусу комбайна здійснюються відносно положення рівноваги — значення «0».

Отримані результати віброактивності корпусу комбайна наведені на рис. 2.

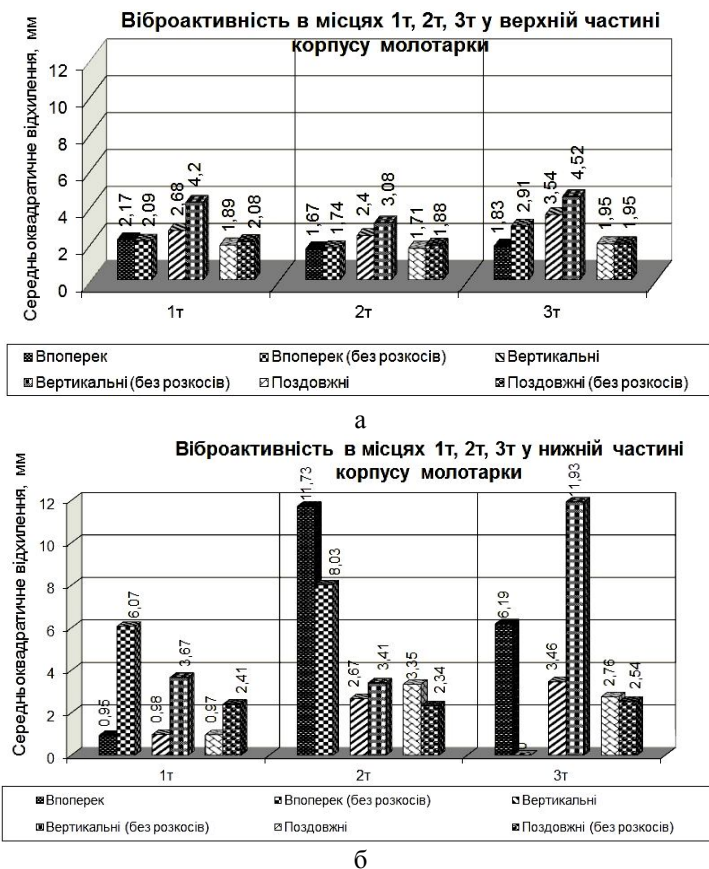


Рис. 2. Результати досліджень віброактивності у верхній (а) та нижній (б) частині корпусу комбайна з внесеними конструкційними змінами

З аналізу та співставлення рівнів віброактивності точок корпусу комбайна СКІФ-230А з встановленими розкосами та без них випливають наступні узагальнення:

- в передній частині встановлення переднього розкосу знизило рівень віброактивності корпусу над ведучим мостом (нижня точка з переду) в 4,5 рази (попечні в 6 разів, вертикальні та поздовжні коливання

в 3 рази), але встановлення переднього розкошу не суттєво знизило віброактивність над молотильним барабаном (верхня точка з переду) – лише вертикальні коливання знизилися в 1,3 рази;

- в середній частині (сумарний ефект від переднього та заднього розкосів) встановлення розкосів збільшило рівень віброактивності корпусу над вентилятором очистки (нижня точка по середині) в 1,2 рази (за виключенням вертикальних – розкоси знизили в 1,2 рази), також встановлення розкосів знизило віброактивність під бункером (верхня точка по середині), але тільки вертикальні коливання знизилися в 1,3 рази (в інших напрямках рівень зберігся);

- в задній частині встановлення заднього розкошу знизило рівень віброактивності над керованим колесом (нижня точка в задній частині) попопечні в 1,3 рази, коливання у вертикальному та поздовжньому напрямку сталі (різниця в 1,1 рази), також встановлення розкошу знизило віброактивність під двигуном (верхня точка в задній частині) в 1,5 рази (лише поздовжні зросли в 1,2 рази).

Вцілому оцінку ресурсу комбайна з внесеними конструкційними змінами можна виконати за формулою [ 1 ]:

$$T = T_p \cdot \left( 1 - \frac{L_{II} \cdot L_0}{L_0 \cdot (L_{\max} - L_0)} \right), \quad (1)$$

де  $T_p$  - ресурс, що відповідає мінімальному рівню вібрації;

$L_0$  - допустимі вібрації;  $L_{II}$  - величина перевищення допустимого рівня вібрації;  $L_{\max}$  - максимальне значення рівня вібрації.

Оцінимо яким є ресурс комбайна у відповідності з формулою (1), для порівняння використаємо 1,2, як мінімальне значення зниження вібрації:

$$\frac{L - L_0}{L_{\max} - L_0} \cdot T_p = \frac{1}{1,2} \cdot T_p = 0,83 \cdot T_p. \quad (2)$$

Тобто, ресурс комбайна попередника відносно комбайна з внесеними конструкційними змінами складе:

$$T = T_p \cdot (1 - 0,83) = 0,17 \cdot T_p.$$

Ресурс комбайна з додатковими елементами жорсткості (розкосами) підвищить загальний ресурс на 17 %.

### Висновки

1. Встановлення розкосів не змогло забезпечити повне рівномірне збільшення жорсткості корпусу комбайна. В місцях кріплення розкосів жорсткість зростає – рівень віброактивності зменшився, причому в нижній частині суттєво в 6 - 10 разів, а в верхній частині на 10 -25%.

2. Встановлення розкосів впливає на перерозподіл віброактивності частин корпусу комбайна, в місцях встановлення розкосів підвищується жорсткість конструкції, що знижує рівень коливань в передній та задній частині корпусу, але призводить до концентрації віброактивності в

нижній середній частині корпусу молотарки (над вентилятором очистки).

3. Отримані результати зниження реакцій від динамічних навантажень дозволяють спрогнозувати збільшення ресурсу несучих елементів конструкції комбайна зернозбирального КЗС-9-2 «Скіф-230А» на 17 %.

### Список використаних джерел

1. Гринченко А. С. Механическая надежность мобильных машин: Оценка, моделирование, контроль — Харьков: Віровець А. П. «Апостроф», 2012. — 259с.
2. Мигаль В. Д. Математическая модель оценки по уровню вибрации качества проектирования тракторов и сельскохозяйственных машин // тракторная энергетика в растениеводстве / Сб. науч. тр. — Выпуск, 5 — Харьков, 2002. — с. 78 – 84.
3. Мигаль В. Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації: автореф. дис. на здобуття вченого звання д. т. н.: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори»/ Мигаль Василь Дмитрович; Харківський державний технічний університет сільського господарства. — Харків, 2003. — с. 32.

### Аннотация

#### УСКОРЕННЫЕ СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА КОРПУСА МОЛОТИЛКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

*Изложены результаты ускоренных стендовых испытаний зерноуборочного комбайна КЗС-9-2 «Скиф-230А», выполнена оценка изменения ресурса комбайна от внесенных конструкционных изменений на основе измерения виброактивности корпуса молотилки.*

**Ключевые слова:** виброактивность; стендовые испытания; среднеквадратичное отклонение; ресурс.

### Abstract

#### ACCELERATED BENCH TESTS AS A BASIS FOR PREDICTING RESOURCE CASING THRESHING MACHINES COMBINE HARVESTERS

*The results of the accelerated test bench combine harvester КЗС-9-2 "Скиф-230А", the estimation of changes in resource harvesters made structural changes based on case measurements of vibration thresher.*

**Key words:** active vibration, bench tests, standard deviation; resource.