

Дослідження впливу додаткових навантажень в опорах мультиплікатора на несучу систему машини ОВП-2000

В статті проаналізовано стан матеріальної бази проведення експериментальних досліджень сільськогосподарських машин, її значення для розробки та впровадження нових, конкурентоздатних машин. Приведено результати експериментальних досліджень, які в комплексі з теоретичним підходом забезпечили оптимізацію параметрів рамної конструкції вентиляторного обприскувача ОВП-2000. **удосконалення, несучі конструкції, дослідження, крутний момент, моментомір**

Без організації повномасштабних досліджень в даний час неможливо створювати і удосконалювати вітчизняні сільськогосподарські машини. Тому, з розвитком машинобудування удосконалюються методики, розширюється сортамент та матеріальне забезпечення проведення експериментів. На жаль, за останні 15-17 років матеріальна база експериментальних наукових досліджень фактично занепала [1], а з нею занепадає вітчизняне сільськогосподарське машинобудування, тому що без розвитку нових засобів дослідження неможливе навіть копіювання машин провідних зарубіжних виробників. Не маючи можливості проводити систематичні дослідження, конструктори закладають завищені маси конструкції тому середня енергоємність виконання технологічних процесів, які виконуються вітчизняними сільськогосподарськими машинами в 1,5-2,5 рази перевищує їх зарубіжні аналоги. В зв'язку з чим відродження і розвиток вітчизняного сільськогосподарського машинобудування неможливе без використання новітніх розробок та використання світових досягнень. Оскільки у світовій практиці немає випадків, щоб країна з високорозвинутим сільськогосподарським виробництвом не мала власного сільськогосподарського машинобудування і навпаки [2].

Дослідженням в галузі проведення випробувань, та на їх основі удосконалення сільськогосподарських машин, присвячені праці Л.В. Погорілого [3, 4], Л.М. Грошева [5], С.В. Кардашевського [6], Л.С. Єрмолова [7], В.Я. Аніловича [8], Д.С. Буклагіна [9].

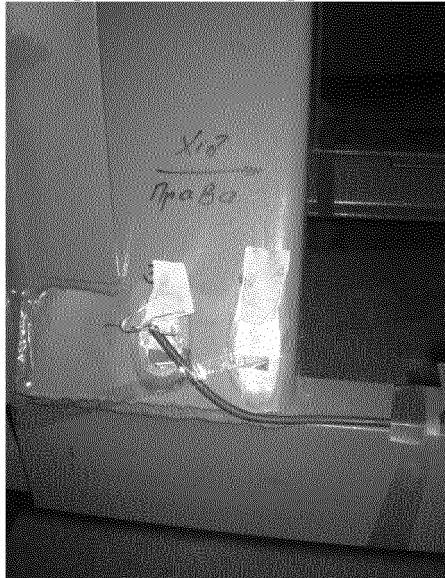
В системах дослідження та діагностики машин, за останні роки, значного розвитку набула мікроелектроніка і цифрова техніка, які в нас не випускаються. Зарубіжні системи дорогі, тому недоступні вітчизняним споживачам, до того-ж вони не пристосовані до специфіки сільськогосподарського виробництва [10].

В роботі проведені дослідження впливу крутних моментів на несучі конструкції сільськогосподарських машин з активними робочими органами, які приводяться в дію від ВВП енергозасобу (на прикладі причіпного вентиляторного обприскувача ОВП-2000). Для забезпечення експерименту було розроблено засоби вимірювання [11], та програмне забезпечення [12].

Метою досліджень є визначення величини кососиметричних навантажень які через опори мультиплікатора передаються на раму, в даному випадку машини ОВП-2000.

Напрямки досліджень є складовою частиною пріоритетного розвитку науки і техніки «Обґрунтування параметрів з розробкою малогабаритного обприскувача сільськогосподарського призначення» у відповідності з бюджетною темою ДІ 158-09 (номер державної реєстрації 0109U002299).

Для проведення експериментальних досліджень, результати яких лягли в основу даної роботи, застосовувалися: тензодатчики- для вимірювання напружень в елементах консолі мультиплікатора (рис. 1), моментомір - для визначення енергетичних характеристик приводу (рис.2.а); реєстрація замірів проводилася універсальною вимірювальною системою дослідження динамічних навантажень сільськогосподарських машин (рис. 2.б).

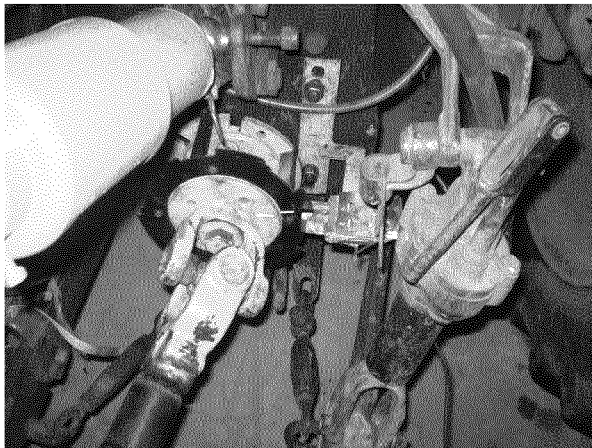


а)



б)

Рисунок 1 - Розміщення тензодатчиків на правій (а) та лівій (б) опорах мультиплікатора вентилятора



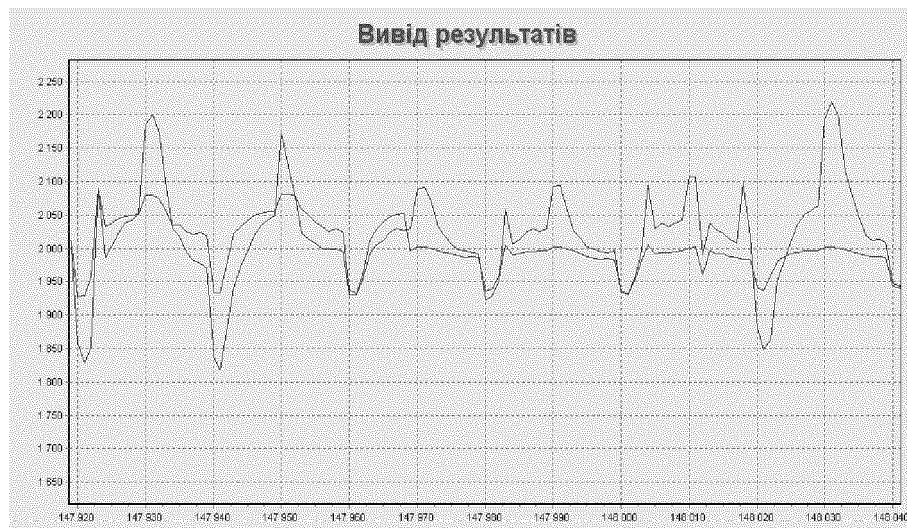
а)



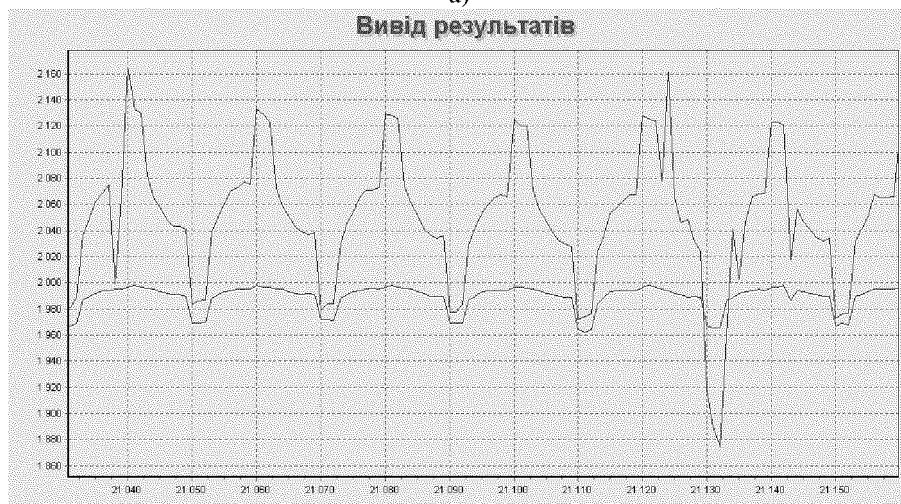
б)

Рисунок 2 - Розміщення моментоміра (а) на ВВП трактора, та під'єднання його до реєструючої системи (б)

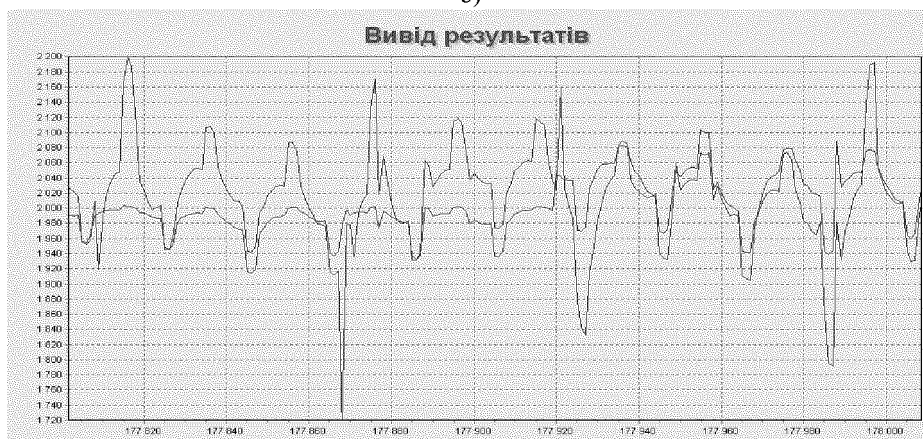
В процесі експерименту реєструвалася зміна напружень в опорах мультиплікатора підчас виконання машиною технологічного процесу. Отримані напруження (в відносних одиницях) візуалізуються на моніторі комп'ютера з допомогою програми «Krejator».



а)



б)



в)

а- осцилограма зміни зусиль при пуску вентилятора; б- осцилограма стабільної роботи вентилятора; в- осцилограма зміни зусиль при зупинці вентилятора

Рисунок 3 - Фрагменти осцилограм досліджень навантаження під опорами мультіплікатора обприскувача ОВП-2000 отриманих спеціальною програмою «Krejator»

На приведених фрагментах осцилограм (рис.3) наглядно зображено зміну співвідношень напруження в правій і лівій частинах консолі опори мультіплікатора в процесі пуску (зростає різниця напружень в опорах), зупинки (напруження в опорах вирівнюються), та при усталеному режимі роботи вентиляторної установки (значна різниця напружень в опорах).

Для оцінки навантаженого стану в опорній системі мультіплікатора вентилятора машини ОВП-2000 складено розрахункову модель на основі модифікованого методу мінімуму потенціальної енергії деформації конструктивних структур:

- для лівої частини (рис. 4.а)

$$U_1 = \frac{1}{2 \cdot I_2} \left(\int_0^{\frac{a_4}{2} - a_7} (M_2 + Q \times s)^2 ds + \int_0^{a_7} \left(Q \left(\frac{a_4}{2} - a_7 + s \right) + M_2 + P_1 a_7 \right)^2 ds \right) + \frac{1}{2E \cdot I_{22}} \int_0^{\frac{h_1}{\cos \alpha}} \left(Q \frac{a_4}{2} + P_1 a_7 + (Q + P_1) \sin \alpha \times s + M_2 \right)^2 ds; \quad (1)$$

- для правої частини (рис. 4.а) опори

$$U_2 = \frac{1}{2E \cdot I_2} \left(\int_0^{\frac{a_4}{2} - a_7} (M_2 - Q \times s)^2 ds + \int_0^{a_7} \left(-Q \left(\frac{a_4}{2} - a_7 + s \right) + M_2 + P_2 a_7 \right)^2 ds \right) + \frac{1}{2E \cdot I_{22}} \int_0^{\frac{h_1}{\cos \alpha}} \left(-Q \frac{a_4}{2} + P_2 a_7 - (Q - P_2) \sin \alpha \times s + M_2 \right)^2 ds. \quad (2)$$

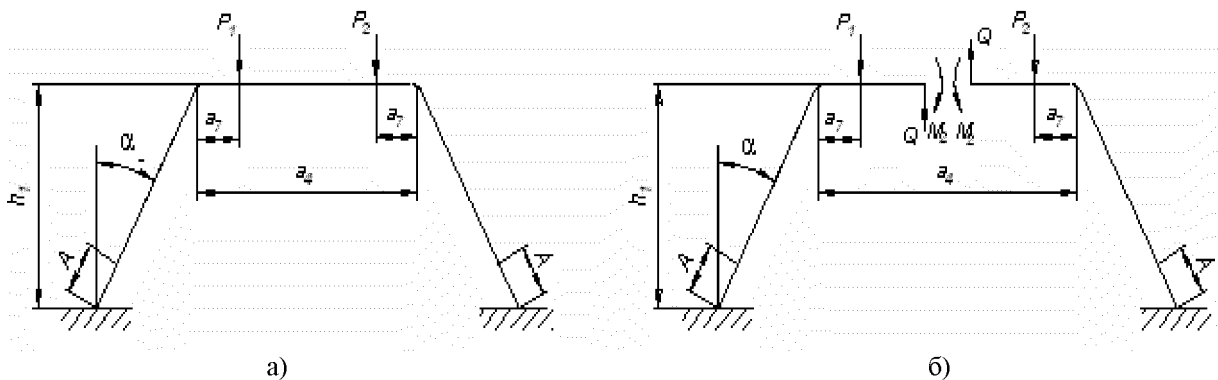


Рисунок 4 - Загальна (а) та розрахункова (б) схема для визначення зусиль в опорах мультіплікатора

Де I_2, I_{22} - осьовий момент інерції перетину лонжерона;

Q - перерізуюча сила;

M_2 - згинальний момент;

E - модуль Юнга;

U_1, U_2 - потенціальні енергії деформації відповідно згину і кручення.

Розв'язуючи систему отриманих рівнянь, які описують зміну напружень, відносно зусиль в опорах мультиплікатора (з врахуванням реальної геометрії конструкції кронштейна кріплення мультиплікатора), отримуємо залежності

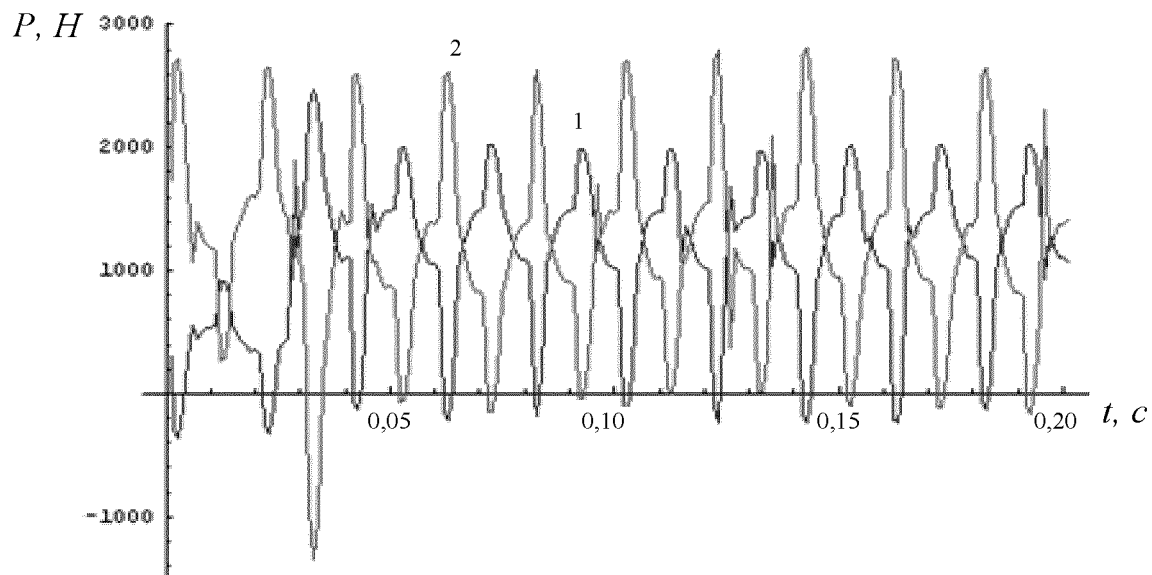
$$\begin{cases} P_1 = 5,83 \cdot 10^{-3} W (\sigma_2 - 1,46 \sigma_1) \\ P_2 = 5,83 \cdot 10^{-3} W (\sigma_1 - 1,46 \sigma_2) \end{cases} \quad (3)$$

де P_1, P_2 - навантаження в лівій і правій опорах мультиплікатора викликані роботою приводу вентилятора, Н;

W - момент опору, м^3 ;

σ_1, σ_2 - напруження в лівій і правій половинах консолі, визначені експериментально, МПа.

Підставляючи у ці залежності значення напружень, які були отримані експериментальним шляхом (рис. 3), визначаємо зусилля під опорами мультиплікатора під час роботи приводу вентилятора [13], будуємо графіки зміни навантажень під опорами мультиплікатора.

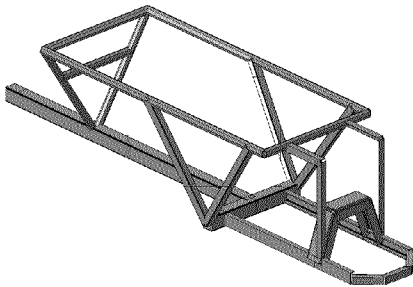
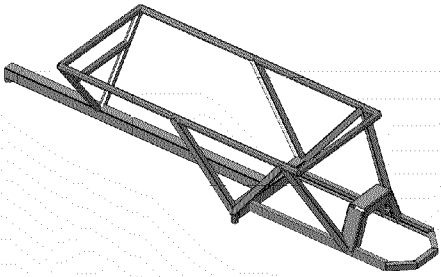


1 - ліва опора; 2 - права опора

Рисунок 5 - Фрагмент осцилограми навантажень в опорах мультиплікатора

Підставивши значення сил в опорах мультиплікатора, отримані експериментально, виконано розрахунок напружень в лонжеронах консолі вентиляторної установки, та розглянуто можливість удосконалення конструкції у поєднанні з результатами експериментальних досліджень [14]. З таблиці 1 бачимо, що за рахунок зміни геометрії рами вирівнюється кососиметрія навантажень в лонжеронах консолі вентилятора, та суттєво знижуються напруження, що дозволяє зменшити переріз лонжеронів, оптимізувавши машину за матеріаломісткістю. Очікуваний економічний ефект від проведеного вдосконалення за матеріаломісткістю та експлуатаційними витратами машини ОВП-2000 протягом розрахункового терміну експлуатації обчислений згідно ГОСТ 23728-88 в цінах на 01.01.2009 р. становить 10360 грн [15].

Таблиця 1 - Значення динамічних зусиль в опорі мультиплікатора вентилятора машини **ОВП-2000** при існуючій та запропонованій конструкції консолі (динамічне навантаження, визначено запропонованою методикою)

Силові фактори.				
	Базова конструкція.		Запропонована конструкція.	
	$P_1 = -408,064H$ Ліва	$P_2 = 3904,714H$ Права	$P_1 = -408,064H$ Ліва	$P_2 = 3904,714H$ Права
N, Н.	-413,07	-702,2	-911,04	-1481,85
M _x , Нм.	2,02	1,19	1,16	0,09
M _y , Нм.	-738,57	-1124	-404,09	-517,85
Q _z , Н.	-894,46	1461,15	-548,24	665,35
M _z , Нм.	-42,49	0,36	-40,59	-18,58
Q _y , Н.	71,88	-17,76	91,72	-36,12
σ , МПа	52	63	34	36

Висновок. За результатами експериментальних досліджень підтверджено теоретичні положення про те, що в опорах приводів сільськогосподарських машин, з вентиляторною механічною характеристикою, навантаження в опорах міняється за випадковим законом (при сталому навантаженні на валу приводу). Встановлено, що в машині ОВП-2000 навантаження в опорах міняється циклічно в межах від -408,064 Н до 3904,71 Н. Складено математичні залежності та обчислено напруження в лонжеронах консолі вентилятора. Запропоновано конструктивні зміни консолі, що привело до зменшення напружень в 1,5 рази, також вирівнюються кососиметричні навантаження. Завдяки запропонованим змінам конструкції досягається зменшення матеріаломісткості на 8%. Розроблена матеріальна база і методика можуть використовуватися для дослідження динамічних навантажень сільськогосподарських машин з приводом робочих органів від ВВП.

Список літератури

1. П. Сысолин Испытания для совершенствования конструкций сельскохозяйственных машин./ П. Сысолин// Техніка АПК- 2008.-№8.- С. 14.
2. В. Булгаков Сучасний стан наукового забезпечення державної технічної політики країни у сільському господарстві./ В. Булгаков// Техніка АПК- 2008.-№9-10.- С. 8-11.
3. Погорелый Л. В. Повышение эксплуатационно- технологической эффективности сельскохозяйственной техники / Погорелый Л. В.- К.: Техника, 1990.- 176 с
4. Погорелый Л.В. Инженерные методы испытаний сельскохозяйственных машин / Погорелый Л.В.- К.: Техника, 1991.- 157 с.

5. Грошев Л.М. Надежность сельскохозяйственной техники/ Л.М.Грошев, Н.Ф.Дмитриченко, Т.И. Рыбак.- К.: Урожай, 1990.- 192 с.
6. С.В. Кардашевский Испытания сельскохозяйственной техники/ [С.В. Кардашевский, Л.В. Погорелый, Г.М. Фудиман и др.].- М.: Машиностроение, 1979.- 288 с.
7. Ермолов Л.С. Повышение надёжности сельскохозяйственной техники: (основы теории и практики)/ Ермолов Л.С.- М.: Колос, 1979.- 255с.
8. Анилович В.Я. Обеспечение надёжности сельскохозяйственной техники/ Анилович В.Я., Карпов В.Г.- К.: Техника, 1989.- 125 с.
9. Буклагин Д.С. Основные направления повышения качества испытаний сельскохозяйственной техники / Буклагин Д.С., Лесниковский А.И.- М.: ЦНИИТЭИ Госкомсельхозтехники СССР, 1979.- 55 с. (обзорная информация).
10. Датчики крутящего момента [электронный ресурс] <http://www.burster.com>
11. Пат. України 31564, МПКG01L 5/24. Моментомір / Рыбак Т.І., Костюк В. І., Паламарчук П.В., Бабій А.В., Матвійшин А.Й; заявник і патентотримувач ТДТУ, заявл. 24.12.2007; опубл. 10.04.2008. Бюл.№7.
12. А.с. 27992 України, Комп'ютерна програма «Krejtor» / Рыбак Т. М., Паламарчук П.В., Федик В.Я. Дата реєстрації 13.03.2009 р.
13. Рыбак Т.И. Методы оценки несущей способности и долговечности машин для химической защиты в растениеводстве. / Рыбак Т.И. - К.: Наукова думка, 1985.-232с.
14. Заблонский К.И. Влияние конструктивных форм деталей машин на их долговечность/ Заблонский К.И., Мак С.Л.- К.: «Техніка», 1971.- 184 с.
15. Великанов К.М. Расчет экономической эффективности новой техники./ Великанов К.М. - 2-е издание. Москва. 1990. - 420с.

П. Паламарчук

Исследование влияния дополнительных нагрузок в опорах мультипликатора на несущую систему машины ОВП-2000

В статье проанализировано состояние материальной базы проведения экспериментальных исследований сельскохозяйственных машин, ее значения, для разработки и внедрения новых, конкурентоспособных машин. Приведены результаты экспериментальных исследований, которые в комплексе с теоретическим подходом обеспечили оптимизацию параметров рамной конструкции вентиляторного опрыскивателя ОВП-2000.

P.Palamarchuk

Researches of influence of additional loadings in support of the animator on bearing car system ОВП-2000

The state of the material base of leadthrough of experimental researches of agricultural machines, its values, for development and introduction of new, competitive machines is analysed in this article. The role of the results of experimental researches is shown, which is in a complex with theoretical approach provided optimization of frame construction's parameters of ОВП-2000 ventilator sprinkler.

Одержано 02.09.2009