

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

ДИПЛОМНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«ОБҐРУНТУВАННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРУТКОВИХ
ТРАНСПОРТЕРІВ ОВОЧЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН»**

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання

ЦВІГАЙЛО Іван Русланович

Керівник:

канд. техн. наук, доцент

БОНЧИК Віталій Семенович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

« _____ » _____ 20__ р.

Допускається до захисту:

« _____ » _____ 20__ р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія», канд. техн. наук, доцент

ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

	Стор
Завдання на виконання дипломної роботи.....	4
Анотація.....	5
Реферат.....	6
Перелік умовних скорочень, термінів, символів, позначень.....	7
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТУЮЧИХ СИСТЕМ І ТИПІВ ЕЛЕВАТОРІВ.....	11
1.1 Види транспортерів.....	11
1.2 Порівняльний аналіз існуючих конструкцій транспортерів.....	17
1.3 Параметри транспортування вантажів.....	18
1.4 Аналіз причин відказів пруткових транспортерів овочезбиральних машин.....	21
Висновки та задачі досліджень.....	26
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУТКОВОГО ЕЛЕВАТОРА ОВОЧЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	27
2.1 Дослідження динаміки пуску елеватора.....	27
2.2 Визначення динамічних навантажень, діючих на стрічку елеватора при пуску.....	32
2.3 Визначення параметрів демпфіруючого пристрою.....	36
2.4 Визначення жорсткостей пружних елементів елеватора.....	40
Висновки до другого розділу	42
3 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	43
3.1 Методика експериментальних досліджень динамічного навантаження пруткового елеватора.....	43
3.2 Вимірювально-реєструюча апаратура для проведення експериментальних досліджень.....	50
3.3 Методика обробки експериментальних даних.....	57
Висновки до третього розділу	59

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРУТКОВОГО ЕЛЕВАТОРА.....	60
4.1 Обробка експериментальних досліджень.....	60
4.2 Результати експериментальних досліджень.....	63
Висновки до четвертого розділу	75
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	76
5.1 Загальні відомості.....	76
5.2 Заходи по створенню безпечних і нешкідливих умов праці.....	76
5.3 Захист навколишнього середовища.....	78
Висновки до п'ятого розділу	78
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ДЕМПФІРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ.....	79
6.1 Дослідне впровадження демпфіруючого пристрою.....	79
6.2 Аналіз техніко-економічної ефективності використання приводів елеваторів з демпфіруючим пристроєм.....	79
Висновки до шостого розділу	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	86
ДОДАТОК А Матеріали комп'ютерної презентації.....	89
ДОДАТОК Б Копії опублікованих тез доповідей на конференціях.....	104

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. В результаті аналізу конструкцій транспортуючих систем овочезбиральних машин встановлено, що елеватор пруткового типу, який є найбільш розповсюдженим транспортуючим засобом і відповідає існуючим нормативним вимогам по якості роботи, має низьку надійність складових елементів. Це приводить до виходу їх з ладу, особливо під час пуску. Збільшення надійності роботи приводного елеватора овочезбирального комбайна можна отримати шляхом удосконалення існуючих конструкцій і зменшенням пускового навантаження на приводний вал.

2. На основі проведеного теоретичного обґрунтування динамічних навантажень транспортуючих систем встановлено характер зміни зовнішнього моменту на валу, визначено максимальне навантаження, яке сприймається робочим органом елеватора. Визначено параметри демпфіруючого пристрою, який має три пружних стержня діаметром 12 мм. Розрахунковий оптимальний час пуску елеватора $t_{onm} = 0,26$ с, мінімальний коефіцієнт динамічності $K_F = 1,15$.

3. Розроблено стенд для випробувань транспортера в лабораторних умовах, за допомогою якого експериментально визначено оптимальні коефіцієнти динамічності по зусиллю $K_F = 1,22$ і час пуску елеватора $t_{onm} = 0,22$ с, які близькі до розрахункових значень. Експериментально визначено оптимальний коефіцієнт динамічності по тиску $K_P = 1,03$. Оптимальними параметрами й режимами елеватора є: швидкість полотна елеватора $v = 1,25$ м/с, кут нахилу елеватора $\alpha = 26^\circ$, подача вороху 32 кг/с.

4. Порівняльні випробування показали переваги приводу з демпфіруючим пристроєм по відношенню до серійного привода. Застосування привода з демпфіруючим пристроєм приводить до зменшення коефіцієнту динамічності K_F на 8...9 %, коефіцієнту динамічності K_P – на 4...5 %; пускового моменту – на 11,5% при частоті обертання вала $n = 160$ об/хв. ($\omega = 16$ р/с).

5. На підставі отриманих у дипломній роботі результатів теоретичних та експериментальних досліджень пруткових транспортерів розроблено методику розрахунку привода пруткового елеватора, внесено конструктивні зміни у приводі вала елеватора. Рекомендації щодо вдосконалення конструкції приводу елеватора використані при проектуванні стаціонарних транспортерів.

6. Техніко-економічний аналіз машини показав, що використання експериментального пристрою економічно вигідно у порівнянні з серійним приводом комбайна. При роботі комбайна ТАКИ-15 з демпфіруючим пристроєм поточні витрати знижуються на 12 %, витрати через простої – на 6 %. Річний економічний ефект від використання пристрою дорівнює 2250 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анілович В. Я. Надійність машин в завданнях та прикладах / В. Я. Анілович, О. С. Гринченко, В. Л. Литвиненко; під редакцією В. Я. Аніловича. Харків: Око, 2001. 320 с.
2. Аулін В. В. Аналіз та можливості технологій триботехнічного відновлення спряжених деталей / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, В. Б. Батехін // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-техн. зб. Кіровоград: КНТУ, Вип. 35. 2005. С. 165–172.
3. Булгаков В. М. Стан і перспективи розвитку овочезбиральної техніки в Україні / В. М. Булгаков, Д. Г. Войтюк, М. К. Лінник // Вісник аграрної науки, 1997. № 9. С. 57–60.
4. Василенко М. О. Підвищення довговічності вузлів трансмісій сільськогосподарської техніки ремонтними конструктивно-технологічними методами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / М. О. Василенко. Глеваха, 2005. 20 с.
5. Вотченко О. С. Підвищення довговічності робочих органів пропашних культиваторів / О. С. Вотченко // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Зб. наук. пр. Харків: ХДТУСГ, 2004. Вип. 24. С. 37–40.
6. Горбатов В. Триботехнічним сполукам належну увагу / В. Горбатов, С. Афанасьєва // Техніка АПК. № 1-2. 2022. С. 41, 42.
7. Гуков Я. С. Наукові основи технічної політики в аграрному секторі України / Я. С. Гуков, М. І. Грицишин // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний наук. зб. Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, Вип. 90. 2006. С. 4–15.
8. Джус Р. М. Підвищення зносостійкості вузлів тертя трансмісій з використанням технологій триботехнічного відновлення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.04 “Тертя та зношування в машинах” / Р. М. Джус. Київ: 2005. 21 с.

9. Ефективність відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки / [Деревець І. С., Лосина М. С., Єна О. В., Черноіванов В. В.]. Київ: Урожай, 1990. 88 с.

10. Закалов І. О. Коливальні викопуючі робочі органи овочезбиральних машин з пружним шатуном / І. О. Закалов, В. М. Булгаков, Я. І. Козіброда // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Зб. наук. пр. Харків: ХДТУСГ, Вип. 1, 2000. С. 176–184.

11. Закалов І. О. Розробка конструкції і обґрунтування параметрів коливних викопуючих робочих органів лемішного типу овочезбиральних машин: дис. ... кандидата техн. наук: 05.05.11 / Закалов Ігор Олександрович. Тернопіль: 2006. 177 с.

12. Коренезбиральні машини: (Конструювання і розрахунок)/ Під заг. ред. Л.В. Погорілого. Київ: Техніка, 1998. 168 с.

13. Космацький П. Як позбутися тріщин у наплавленому металі / П. Космацький, П. Тивончук, П. Фастовець // Техніка АПК. № 4, 2006. С. 16, 17.

14. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / А. Г. Кузьменко. Хмельницький: ТУП, 2002. 151 с.

15. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир, А.В. Рудь, В.І. Дуганець, В.І. Дуганець, С.П. Комарніцький. За ред. В.І. Дуганця. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. 51 с.

16. Молодик М. В. Відновлення деталей широкої номенклатури дуговим наплавленням / М. В. Молодик, П. О. Тивончук, М. В. Куров // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний наук. зб. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2001. Вип. 85. С. 49–56.

17. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95. [Чинний від 1996-01-01]. Київ: Держстандарт України, 1995. (Національний стандарт України). 1995. 123 с.

18. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення: ДСТУ 3433-96. [Чинний від 1997-12-05]. Київ: Держстандарт України, (Національний стандарт України). 1998. 42 с.

19. Підгаєцький В. В. Пори, включення і тріщини в зварних швах / В. В. Підгаєцький. Київ: Техніка, 1990. 236 с.

20. Погорілий Л. Бурякозбиральна техніка: концепція та напрями сучасного розвитку і прогноз на перспективу / Л. Погорілий, Д. Рева, Г. Смакоуз та ін. // Техніка АПК. 2007. № 2, С. 14–18.

21. Погорілий Л.В. Інженерні методи випробувань сільськогосподарських машин. 2-е вид-во., перероб. и доп. Київ: Техніка, 1998. 345с

22. Погорілий М. Технологічні і технічні аспекти вдосконалення бурякозбиральної техніки / М. Погорілий // Техніка АПК, 2000. № 9. С. 14.

23. Процеси контактної взаємодії та циклічна міцність металів при фретингу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.02.04 “Тертя та зношування в машинах” / Г. С. Калда. Хмельницький: 2000. 36 с.

24. Ремонтні креслення. Порядок розроблення, погодження і затвердження: СОУ 29.3-37187: 2004. [Чинний від 2005-08-01]. Київ: Мінагрополітики України, (Стандарт організації України). 2005. 16 с.

25. Роговський І. Л. Підвищення довговічності корпусних деталей овочезбиральних машин наплавленням розщепленим електродом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / І. Л. Роговський. Глеваха: 2002. 20 с.