

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**«ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО
КОНТРОЛЮ І ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ»**

Виконав:

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

ДІЛЬНИЙ Ігор Васильович

Керівник:

кандидат технічних наук, доцент
КОМАРНІЦЬКИЙ Сергій Петрович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів _____ Шкала ECTS _____
«_____» _____ 2024 р.

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»,
кандидат технічних наук,
доцент _____ **ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович**

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....

АНОТАЦІЯ.....

РЕФЕРАТ.....

ВСТУП.....

**1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕХАНІЗМІВ І МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ
ТЕХНІЧНОЮ ГОТОВНІСТЮ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ У
ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....**

1.1 Особливості зернозбиральних комбайнів, як об'єкта технічного контролю

1.2 Методи аналізу технічної готовності зернозбиральних комбайнів за
параметрами технічного стану.....

Висновки до розділу 1.....

**2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО
КОНТРОЛЮ І ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ
КОМБАЙНІВ.....**

2.1 Програма досліджень з визначення режимів технічного контролю і параметрів
технічного стану зернозбиральних комбайнів.....

2.2 Методика розподілу агрегатів зернозбирального комбайна за технологічним
маршрутом технічного контролю з розпізнаванням комбінацій параметрів
технічного стану.....

2.3 Методика вибору застосовуваного математичного апарата визначення режимів
технічного контролю і параметрів технічного стану зернозбиральних
комбайнів.....

2.4 Методика класифікації технічного контролю агрегатів зернозбиральних
комбайнів в залежності від розпізнаних поєднань дефектів.....

2.5 Методика нормування вихідних даних при навчанні математичного апарату
визначення режимів технічного контролю і параметрів технічного стану
зернозбиральних комбайнів.....

2.6 Методика розподілу агрегатів зернозбирального комбайна в комплексах
технічного контролю з урахуванням поєднань дефектів.....

2.7	Вибір засобів контролю та визначення технічного стану об'єкта дослідження.....
2.8	Методика математичної обробки емпіричних даних для побудови моделей...
	Висновки до розділу 2.....

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ І ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

3.1	Моделювання причинно-наслідкових зв'язків параметрів для основних ресурсних груп силового енергетичного агрегату зернозбирального комбайна.....
3.2	Розподіл агрегатів зернозбирального комбайна за технічним контролем у залежності від їх фактичного технічного стану.....
3.3	Експериментальна перевірка моделі технологічності процесу технічного контролю зернозбиральних комбайнів.....
3.4	Складальні частини процесу технічного контролю зернозбирального комбайнів і їх трудонапруженість.....
3.5	Показники сезонного наробітку, наробітку на відмови, тривалості усунення відмов і коефіцієнта готовності зернозбиральних комбайнів за технологією технічного контролю.....
	Висновки до розділу 3.....

4 ВИРОБНИЧЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.....

4.1	Структурна схема автоматизованого робочого місця технічного контролю зернозбирального комбайна.....
4.2	Техніко-економічний ефект і рекомендації щодо організації технічного контролю зернозбиральних комбайнів.....
	Висновки до розділу 4.....
	ВИСНОВКИ.....
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....
	ДОДАТКИ.....

ВСТУП

Актуальність теми. Швидкорозвиваючий зерновий експорт України в теперішній час вимагає особливої уваги до питань забезпечення технічної готовності високопродуктивних зернозбиральних комбайнів. Так як ефективність експлуатації комбайна в першу чергу пов'язана з його використанням за призначенням, тому основна задача керування процесом заключається в підвищенні частки часу експлуатації при раціональних затратах на технічний контроль і усунення несправностей. Для досягнення необхідного рівня технічної готовності комбайнів є актуальним розроблення наукових основ нормативно-технічного забезпечення інженерного менеджменту агропромислового комплексу з врахуванням ризиків відмов, аварій, технічного контролю і параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів, виробничих і природних умов збирання зернового збіжжя.

Мета та завдання роботи. Мета роботи - зменшити витрати на забезпечення технічної готовності експлуатації зернозбиральних комбайнів в умовах сільськогосподарських підприємств шляхом обґрунтування режимів технічного контролю і функціонально-структурних параметрів технічного стану комбайну.

Завдання роботи: 1. Здійснити аналіз основних механізмів і методів керування технічною готовністю зернозбиральних комбайнів в процесі експлуатації. 2. Виконати аналітичне визначення режимів технічного контролю і параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів. 3. Розробити програму і методики визначення режимів технічного контролю і параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів. 4. Виконати виробниче застосування результатів досліджень при організації технічного контролю зернозбиральних комбайнів та визначити економічний ефект.

Об'єкт дослідження - процеси технічного контролю і вимірювання параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів в процесі експлуатації та за усуненням наслідків відмов.

Предмет дослідження - встановлення закономірностей зміни параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів в процесах експлуатації та відновлення працездатності, взаємозв'язок параметрів процесу використання і відновлення працездатності комбайнів.

ВИСНОВКИ

1. Нагальні проблеми сучасної технічної науки з механізації сільськогосподарського виробництва, технічної готовності зернозбиральних комбайнів і виробничої аграрної діяльності в цілому наполегливо окреслюють наукову проблему розробки системного підходу до дослідження довільних явищ і процесів втрати працездатності комбайна.

2. Удосконалено аналітичні моделі визначення періодичності технічного контролю параметрів технічного стану зернозбирального комбайна в залежності від терміну експлуатації, параметрів інтенсивностей відмов, трудомісткості технічного контролю і відношення збитків (затрат) при відмові до затрат на технічний контроль.

3. Технологічні процеси технічного контролю зернозбиральних комбайнів описуються ступінчатою функцією технологічності, яка з достатньою точністю апроксимується прямою лінією, що проходить через початок координат. Параметр цієї функції характеризує технологічність процесу технічного контролю. Запропоновані операційні технології технічного контролю, які розроблені із врахуванням упорядкування робіт між виконавцями і взаємоузгодження їх з режимом технічного контролю, місця контролю підвищили технологічність процесу технічного контролю при ТК-1 - в 1,51; ТК-2 - в 1,18, ТК-3 - в 1,53 рази. При цьому тривалість технічного контролю скорочується відповідно в 1,42; 1,36; 2,3 рази.

4. Трудомісткість технічного контролю зернозбиральних комбайнів складає 24...48% від нормованої оперативної трудомісткості технічного контролю цих комбайнів.

5. Показники взаємопристосованості і технологічності компонентів системи «людина-прилад-машина» свідчить про правильність комплексного підходу і необхідності удосконалення усіх компонентів системи технічного контролю.

6. Проведені експериментальні дослідження дозволили стверджувати, що наробіток на відмову зернозбиральних комбайнів за запропонованою технологією технічного контролю не суперечить диференціальній функції теоретичного закону розподілу Вейбулла-Гніденко і характеризується математичним очікуванням 164,8 га/відмову, що на 17,2% більше в порівнянні з

базовою технологією.

7. Виробнича перевірка організації розробленої технології технічного контролю зернозбиральних комбайнів в агротехнологіях виробництва зернових сільськогосподарських культур дозволяє очікувати значення річного економічного ефекту від впровадження результатів в 721,83 грн./га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Berenghem C., Schladover S., Coelingh E. Overview of platooning systems. In Proceedings of the 19th ITS World Congress, Oct 22-26, Vienna, Austria. 2012. https://www.researchgate.net/publication/256670304_Overview_of_platooning_systems.
2. Chen J., Zheng S., Shijie L., Zheng Y. Research of predictive system for feed quantity of combine based on fuzzy neural network. Proceedings 2011 8th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD. 2011. P. 863–867.
3. Gilles T. Automotive engines: diagnosis, repair, rebuilding. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2018. 734 p.
4. Golpira H., Tavakoli T., Baerdemaeker J. D. Design and development of a chickpea stripper harvester. Span J. Agric Res. 2013. Vol. 11 (4). P. 929–934. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013114-3393>.
5. Grisso R. D., McCullough D., Cundiff J. S., Judd J. D. Harvest schedule to fill storage for year-round delivery of grasses to biorefinery. Biomass Bioenerg. 2013. Vol. 55 (3). P. 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.027>.
6. Hermann, D. Optimisation of Combine Harvesters using Model-based Control. DTU Elektro. Kgs. Lyngby. 2018. 230 p.
7. Ildar Badretdinov, Salavat Mudarisov, Ramil Lukmanov, Radik Ibragimov, Valeri Permyakov, Marat Tuktarov. Mathematical modeling and study of the grain cleaning machine sieve frame operation. 2018. Vol. 60. Issue 1. P. 19–28.
8. Izmailov A. Yu., Moskovsky M. N., Podlesnyi D. S. Development of a set of working units from polymeric materials for the design of combine harvesters. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018) electronic edition. "MATEC Web of Conferences" 2018. No. 05010.
9. Jin C. Q., Tang Z. Y., Jin M., Wu C. Y. Design and experiment of straight baler device behind combine harvester. J Agric Mechan Res. 2011. Vol. 7. P. 147–150. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotl-NJYJ201107035.htm.
10. Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L. Fixed station technical maintenance of combine harvesters. Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування. XIX Міжнародна конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів: збірник тез. м. Київ, Україна, 25–29 березня 2019 року. Київ. 2019. С. 147–149.

11. Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L. Formalization of provisions of maintenance of combine harvesters. Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування. XVIII Міжнародна конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів. м. Київ, Україна, 26–30 березня 2018 року: тези доповіді. Київ. 2018. С. 10–13.
12. Kundu D., Gupta A.K. On bivariate Weibull-geometric distribution. *Journal of Multivariate Statistic*. 2014. Vol. 123. P. 19–29.
13. Kviz Z., Kumhala F., Masek J. Plant remains distribution quality of different combine harvesters in connection with conservation tillage technologies. *Agron Res*. 2015. Vol. 13 (1). P. 115–123.
14. Li H. T., Huang P. Shu C. X. Research status quo and development trends of harvesting mechanization technology on rice, wheat and rape in China. *Agric Eng*, 2013. Vol. 3 (5). P. 1–6.
15. Martelli R., Bentini M. Harvest storage and handling of round and square bales of giant reed and switchgrass, an economic and technical evaluation. *Biomass Bioenerg*. 2015. Vol. 73 (1). P. 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.12.008>.
16. Novitskiy Andrey. Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2, P. 93-102.
17. Pishgar-Komleh, Sh, A. Keyhani, M. R. Mostofi-Sarkari, and A. Jafari. 2012. Application of response surface methodology for optimization of picker-husker harvesting losses in corn seed. *Iranica Journal of Energy and Environment*, 3(2). P. 134-142.
18. Špokas L., Adamčuk V., Bulgakov V., Nozdrovický L. The experimental research of combine harvesters. *Res. Agr. Eng*. 2016. Vol. 62. P. 106–112. doi: 10.17221/16/2015-RAE.
19. Song D., Wang G., Xue Z., Zhang J., Huang Z., Yang Z. Design and Analysis on compression mechanism of small square bales of sugarcane leaf Baler. *Agr Sci Technol*. 2014. Vol. 15 (10). P. 1812–1815.
20. Zhang X., Geimer M., Grandl L., Kammerbauer B. Method for an electronic controlled platooning system of agricultural vehicles. *IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES 2009)*. Pune: IEEE, Nov. 2009. P. 156–161.

21. Адамчук В. В., Насонов В. А., Кюрчев В. М., Надикто В. Т. Розроблення і впровадження в агропромислове виробництво комплексів технічних засобів для вирощування зернових та інших культур за енерго-, ресурсоощадними технологіями: монографія. Київ. Аграрна наука. 2016. 368 с.
22. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Загальні положення структурної схеми АРМ оператора-діагноста зернозбирального комбайна. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 296. С. 155–160. doi: 10.31548/machenergy.2018.03.155-160.
23. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Моделювання операцій контролю параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів при технічному обслуговуванні. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 361–370.
24. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Рішення завдання розпізнавання сполучень дефектів агрегатів зернозбирального комбайна на основі ШНМ. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 297. С. 159-168. doi: 10.31548/machenergy.2018.03.159-168.
25. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Системи інформаційного управління параметрами технічного стану зернозбиральних комбайнів. Автоматика – 2017: XXIV Міжнародна конференція з автоматичного управління, м. Київ, Україна, 13–15 вересня 2017 року: тези доповіді. Київ. 2017. С. 251–252.
26. Кравчук В., Новохацький М., Гусар В. Синтез техніко-технологічних рішень для розкриття і використання ресурсів агробіосфери. Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2019. Вип. 24 (38). С. 193–201.
27. Логойда В.С. Метод індивідуального прогнозування технічного стану лісотransпортних машин. Системи. Методи. Технології, 2017. №3(35). С.154-159.
28. 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.

29. Мироненко В. Г. Передумови та особливості створення елементів штучного інтелекту в системах оперативного керування АПК. Вісник аграрної науки. 2016. № 5. С. 47–51.

30. Надточій О., Тітова Л., Роговський І. Аналіз динаміки комбайнового ринку України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2016. Вип. 20. С. 254–262.

31. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264. С. 293–303.

32. Підгурський М. І. Барановський В. М., Ріпецький Є. Й. Порівняльний аналіз експлуатаційної надійності вітчизняної та зарубіжної складної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2011. Вип. 114. С. 27–33.

33. Федюшин А. И. Об одном способе повышения достоверности числового измерительного контроля. Український метрологічний журнал. 2019. № 1. С. 14–17.

34. Шейченко В. О. Недовесов В. І., Анеляк М. М., Кузьмич А. Я., Грицака О. М., Дудніков І. А. Особливості обмолоту та сепарації зерна в багатобарабанному молотильно-сепарувальному пристрої. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2018. Вип. №7 (106). С. 63–73.