

МЕТОД СТРУКТУРНИХ СХЕМ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ ГІДРОСИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Задорожнюк Д.,

e-mail: dimitrio380@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3869-7213>

Тітова Л., канд. техн. наук., доц.,

e-mail: l_titova@nubip.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7313-1253>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Анотація

Метою роботи є розподіл привода на елементи і вплив відмов елементів на надійність привода, що відображаються структурними схемами надійності зернозбиральних комбайнів. Метод структурних схем застосовують для розрахунку надійності як імовірності раптових відмов за умови, що всі елементи привода є одновідмовні (тобто в елементах неможливі різні відмови одночасно) і відмови елементів незалежні.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є узагальнення та аналіз відомих наукових результатів відносно структурних схем оцінювання надійності гідросистеми зернозбиральних комбайнів, та використання системного підходу. Для формування наукової проблеми, визначення мети і постановки задач дослідження використовувався аналітичний метод та порівняльний аналіз. Створюючи емпіричні моделі, були використані основні положення теорії системотехніки, методології системного аналізу та дослідження за теорією графів.

Результати дослідження. У статті розглядалися дані, які під час розрахунку надійності гідросистеми зернозбиральних комбайнів, доцільно представляти як систему елементів, для яких відомі показники надійності або їх можна визначити. Основою структурної схеми є умовне зображення послідовних і паралельних з'єднань елементів, які виражають події безвідмовності їхньої дії. Послідовним вважається з'єднання елементів, за якого відмова хоча б одного з них призводить до відмови привода. Паралельним називається з'єднання елементів у приводі, за якого відмова привода настає тільки тоді, коли відмовлять усі елементи. Тип з'єднання елементів у структурній схемі залежить від впливу окремих елементів на працездатність привода і не завжди збігається з монтажним з'єднанням. У разі послідовного монтажного з'єднання фільтрів структурна схема залежно від типу відмови може бути як паралельною, так і послідовною.

Висновок. У результаті проведених досліджень отримано нові науково обґрунтовані технічні та технологічні рішення та розробки, спрямовані на підвищення ефективності функціонування виробничих процесів відновлення працездатності зернозбиральних комбайнів у сільськогосподарських підприємствах. Виконаний моніторинг надійності показує значну зміну витрат на технічне обслуговування і ремонт залежно від виробленого ресурсу зернозбирального комбайна. Ці витрати для комбайнів, які відпрацювали понад 1300-1500 годин, набагато вищі ніж у нових комбайнів (напрацювання до 300 годин). Надійність сільськогосподарської техніки в реальних умовах залежить від показника рівня технічної експлуатації в АПК. Отже, необхідно розробити послідовність заходів для підвищення цього рівня, щоб досягти нормальних експлуатаційних показників. Для розрахунку надійності складної системи досить знати склад елементів, їхню кількість, монтажне з'єднання і статистичні характеристики показників надійності. Розрахунок показників надійності структурних схем проводиться блоками. Це дає змогу порівнювати вузли за надійністю, виявляти слабкі і намічати способи підвищення надійності на різних етапах життєвого циклу.

Ключові слова: гідросистема, зернозбиральний комбайн, надійність, структурна схема, привід, ресурс.

Вступ. Для розрахунку надійності будь-якої комплексної системи досить знати склад елементів, їхню кількість, монтажне з'єднання та статистичні характеристики показників надійності [Rogovskii, 2019]. Дані про склад елементів визначають за монтажною схемою, статистичні показники надійності елементів – на підставі даних експлуатації подібних приводів [Li, 2017]. Правильність структурної схеми перевіряється згідно з принципом проходження сигналів – сигнали проходять тільки справними елементами (елемент, який відмовив, сигнал не пропускає) [Shah, 2015]. За послідовного з'єднання елементів сигнал з входу до виходу за відмови хоча б одного елемента не проходить [Hryniv, 2020]. За паралельного з'єднання для проходження сигналу досить мати хоча б одну справну гілку [Matindi, 2018].

За послідовного монтажу фільтрів працездатність гідропроводу порушується в разі розриву сітки в обох фільтрах або засміченні сітки в одному фільтрі [Kuzmich, 2021]. За розриву сітки в одному якомусь фільтрі рідина очищається, тому структурна схема представляється паралельним з'єднанням [Nazarenko, 2020].

Якщо засмічений один з фільтрів послідовного монтажу, гідросистема стає непрацездатною, а структурна схема представляється послідовним з'єднанням [Huang, 2015].

За паралельного монтажного з'єднання структурні схеми з'єднання елементів (фільтрів) протилежні розглянутим [Caffaro, 2020].

Система послідовного з'єднання безвідмовна тільки в тому випадку, коли безвідмовні всі елементи, починаючи з i -го до n -го [Nazarenko, 2021]. Час безвідмовної роботи послідовного з'єднання елементів, відповідно до теореми множення випадкових подій, дорівнює добутку ймовірностей появи всіх подій [Rogovskii, 2022]:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

де P_i – час безвідмовної роботи i -го елемента.

Система паралельного з'єднання

безвідмовна, якщо безвідмовні обидва елементи або хоча б один з них [Achkoski, 2017]. Згідно з теоремою додавання ймовірностей, час безвідмовної роботи системи $P = P_1 + P_2 - P_1 P_2$. Якщо час безвідмовної роботи елементів однакові $P_1 = P_2 = P_i$, то $P = 2P_i - P_i^2$ [Voinalovych, 2020].

Якщо структурна схема складається з k паралельних ланцюгів, в кожній з яких n елементів, то час безвідмовної роботи системи [Mozharivskiy, 2022]:

$$P = 1 - \prod_{j=1}^k (1 - \prod_{i=1}^n P_i). \quad (2)$$

У процесі експлуатації інтенсивність відмов не залежить від часу, справедливий експонентний закон надійності – $P(t) = \exp(-\lambda t)$ [Miu, 2016].

Час безвідмовної роботи послідовного з'єднання n елементів з урахуванням експоненціального закону визначається за виразом:

$$P(t) = \exp[-\sum_{i=1}^n \lambda_i t_i] \quad (3)$$

де λ_i та t_i – інтенсивність відмов і час справної роботи i -го елемента.

Тут можна бачити, що надійність системи з послідовним з'єднанням елементів нижча надійності найменш надійного елемента. Чим складніша система, тим нижча її надійність за інших рівних умов.

Час безвідмовної роботи паралельного з'єднання n елементів з урахуванням експоненціального закону визначається за виразом:

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - \exp(-\lambda t)]. \quad (4)$$

Надійність паралельного з'єднання елементів за однакової їхньої безвідмовності вища ніж надійність послідовного з'єднання [Zubko, 2022].

Для високонадійних елементів, коли допустимо $\lambda_i t_i < 1$ та $\exp(-\lambda t) = 1 - \lambda t$, час безвідмовної роботи можна визначати як

$$P(t) = 1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i t_i.$$

Постановка завдань. Метою роботи є розподіл привода на елементи і вплив відмов елементів на надійність привода, які відображаються структурними схемами надійності зернозбиральних комбайнів.

Метод структурних схем застосовують для розрахунку надійності як імовірності раптових відмов за умови, що всі елементи привода є одиниці відмовні (тобто в елементах неможливі різні відмови одночасно) і відмови елементів незалежні.

Методи і матеріали. Методологічною основою роботи є узагальнення та аналіз відомих наукових результатів відносно структурних схем оцінювання надійності гідросистеми зернозбиральних комбайнів і використання системного підходу. Для формування наукової проблеми, визначення мети і постановки завдань дослідження використовувалася аналітичний метод та порівняльний аналіз. Створюючи емпіричні моделі, були використані основні положення теорії системотехніки, методології системного аналізу та дослідження за теорією графів.

Результати. Розрахунок показників надійності структурних схем доцільно проводити блоками і вузлами привода. Це дає змогу порівнювати вузли за надійністю, виявляти слабкі і намічати способи підвищення надійності на різних етапах життєвого циклу привода.

Рекомендується такий порядок розрахунку.

1. Формулюють поняття відмови привода.
2. Будують структурну схему надійності (рис. 1), на якій вказують тимчасові інтервали роботи кожного елемента.
3. Обчислюють кількісні характеристики надійності кожного елемента, про-

водять порівняння і аналіз.

4. Обчислюють кількісні характеристики надійності всього привода - визначають сумарну інтенсивність відмов.

$$\lambda = \sum_{i=1}^{k_1} n_i \lambda_i + \sum_{j=1}^{k_2} n_j \lambda_j + \dots + \sum_{l=1}^{k_s} n_l \lambda_l, \quad (5)$$

Час безвідмовної роботи $T_{cp} = 1/\lambda$ та час безвідмовної роботи в момент часу t .

За наявною структурною схемою проводять оцінювання надійності гідропривода. Послідовно з'єднані елементи включають у рівняння функційної безвідмовності добутки часу безвідмовної роботи кожного гідропристрою:

$$P'(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (6)$$

Паралельно з'єднані ланки представляють виразом:

$$P''(t) = \prod_{j=1}^m \{1 - P_j(t)\}. \quad (7)$$

Отримані результати зводять у таблиці 2 з найменуваннями гідропристроїв, їхніх позначень та часу безвідмовної роботи.

Час безвідмовної роботи представленої структурної схеми гідропривода можна оцінити за виразом:

$$P(t) = \{1 - P_1 P_2 P_3 [1 - (1 - P_4)(1 - P_5)] [1 - P_9 P_{10} [1 - (1 - P_{11})x(1 - P_{12})]] [1 - (1 - P_6 P_7)(1 - P_{14} P_{15})] P_8\}. \quad (8)$$

Для довідки в таблиці 1 наведені інтенсивності відмов ($\lambda \cdot 10^{-6}$ 1/год) елементів привода, які перебувають у межах довірчої ймовірності $v = 0,9$ та отримані в результаті узагальнення даних експлуатації приводів.

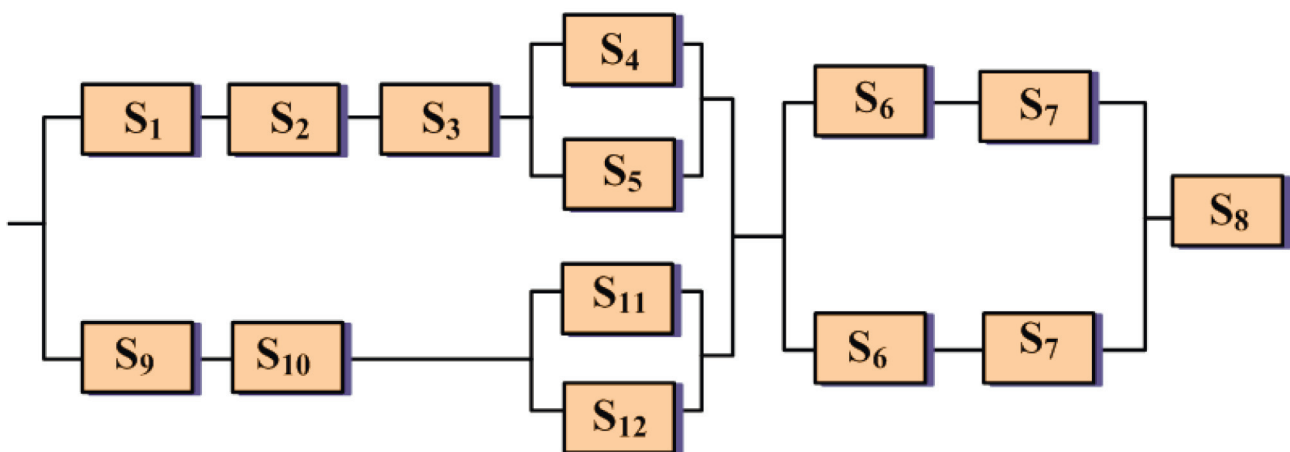


Рисунок 1 – Структурна схема надійності гідропривода зернозбиральних комбайнів

Таблиця 1 - Інтенсивність відмов елементів гідравлічної системи зернозбирального комбайна

Найменування гідропристрою	Позначення	Час безвідмовної роботи
Бак	S_1	$P_1(t)$
Насоси	S_2	$P_2(t)$
Гідроакумулятор	S_3	$P_3(t)$
Фільтр	S_4	$P_4(t)$
Клапан запобіжного фільтра	S_5	$P_5(t)$
Прилад управління механізму 1	S_6	$P_6(t)$
Прилад управління механізму 2	S_7	$P_7(t)$
Гідролінії	S_8	$P_8(t)$
Бак аварійної системи	S_9	$P_9(t)$
Насос аварійної системи	S_{10}	$P_{10}(t)$
Фільтр аварійної системи	S_{11}	$P_{11}(t)$
Клапан запобіжного фільтра	S_{12}	$P_{12}(t)$
Аварійне управління механізму 1	S_{13}	$P_{13}(t)$
Аварійне управління механізму 2	S_{14}	$P_{14}(t)$

Для визначення безвідмовності роботи гідросистеми, був обраний і досліджений гідравлічний насос як основний і визначальний блок гідросистеми.

Базовими деталями гідравлічного насоса, які визначають необхідність його розбирання для капітального ремонту, є вал 1, блок циліндрів 11, розподільник 12. Ці деталі в структурній схемі надійності повинні розташовуватися послідовно. Решта варіантів капітального ремонту визначаються необхідністю спільної (одночасної) заміни підшипника 2 з будь-яким з елементів шатунно-поршневої групи 3-10 і тому ці комбінації в структурній схемі надійності з'єднуються паралельно. Для всіх деталей насоса (рис. 2) справедливий експонентний закон напрацювання до першої відмови з інтенсивністю відмов відповідно рівною:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 1,2 \cdot 10^{-7}; \lambda_2 = 5,0 \cdot 10^{-7}; \lambda_3 = 2,2 \cdot 10^{-7}; \\ \lambda_4 &= \lambda_5 = \lambda_6 = \lambda_7 = \lambda_8 = \lambda_9 = \lambda_{10} = 1,0 \cdot 10^{-7}; \\ \lambda_{11} &= 1,0 \cdot 10^{-8}; \lambda_{12} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}\end{aligned}$$

Визначити ймовірність безвідмовної роботи насоса протягом $t = 500$ год.

Дослідження показали, що безвідмовна робота насоса протягом $t = 500$ год. можлива, коли справні деталі 1, 11, 12 (вал, блок циліндрів та розподільний золотник) і не вийшли з ладу підшипник 2 або будь-який елемент шатунно-поршневої групи 3-10. Оскільки всі події незалежні можна записати так:

- послідовне з'єднання елементів 3-10 дає надійність часу безвідмовної роботи

$$P_{\text{пос}} = P_3 P_4^7;$$

- паралельне з'єднання 2 і 3-10 елементів дає надійність

$$P_{\text{пар}} = 1 - (1 - P_2)(1 - P_3 P_4^7);$$

$$P(t) = P_1 P_{11} P_{12} [1 - (1 - P_2) \cdot (1 - \prod_{i=3}^{10} P_i)];$$

$$P_1 = e^{-1,2 \cdot 10^{-7} \cdot 50000} = 0,994;$$

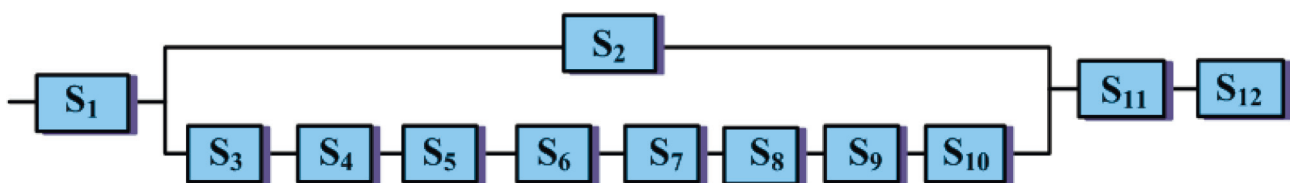


Рисунок 2 - Структурна схема надійності гідравлічного насоса зернозбирального комбайна

$$P_2 = e^{-5,0 \cdot 10^{-7} \cdot 50000} = 0,9753;$$

$$P_3 = e^{-2,2 \cdot 10^{-7} \cdot 50000} = 0,989;$$

$$P_4 = P_5 = P_6 = P_7 = P_8 = P_9 = \\ = P_{10} = e^{-1,0 \cdot 10^{-6} \cdot 50000} = 0,9510;$$

$$P(t) = 0,994 \cdot 0,9995 \cdot 0,9510 [1 - \\ - (0,9753)(1 - 0,989 \cdot 0,995^7)] = 0,$$

Теоретично розраховуючи безвідмовність роботи класного рушія, була обрана та досліджена шина, оскільки вона експлуатується в особливих умовах.

Побудуємо структурну схему (рис. 3) із зазначенням часових інтервалів експлуатації роботи кожного елемента колісного рушія.

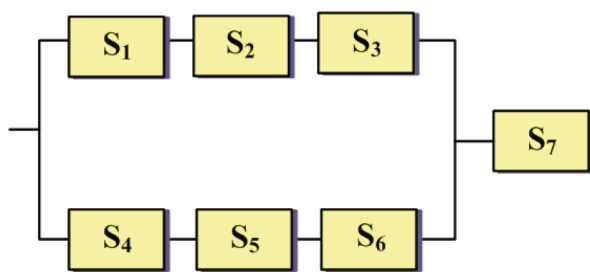


Рисунок 3 – Структурна схема надійності колісного рушія зернозбирального комбайна

Отримані результати зводимо в таблиці 2.

Таблиця 2 – Отримані результати надійності колісного рушія

Найменування колісного рушія	Позначення	Час безвідмовної роботи
1. Шина	S_1	$P_1(t)$
2. Захисне кільце	S_2	$P_2(t)$
3. Диск	S_3	$P_3(t)$
4. Золотник	S_4	$P_4(t)$
5. Ніпель	S_5	$P_5(t)$
6. Ковпак	S_6	$P_6(t)$
7. Колесо	S_7	$P_7(t)$

Теоретичні дослідження безвідмовності роботи колісного рушія наведено на рисунку 4.

Безвідмовна робота колісного рушія протягом $t = 20000$ год можлива коли справні блоки 4 і 1 (ніпель і шина).

Всі події незалежні, тому запис такий:
- послідовне з'єднання 2-6 дає можливість часу безвідмовної роботи

$$P_{\text{пос}} = P_2^3 P_6 ; \quad (9)$$

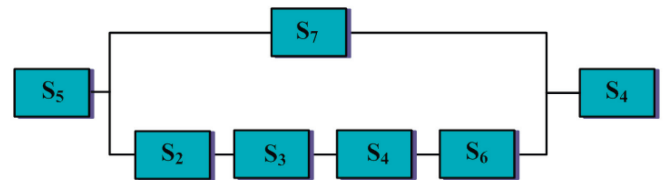


Рисунок 4 – Структурна схема надійності шини зернозбирального комбайна

- паралельне з'єднання 7 і 2-6 елементів дає надійність

$$P_{\text{пар}} = 5 - (1 - P_7) \cdot (1 - P_2^2 \cdot P_6) ; \quad (10)$$

$$P(t) = P_1 \cdot P_5 [5 - (1 - P_7) \cdot (1 - P_2^2 \cdot P_6)] . \quad (11)$$

На основі теоретичного дослідження, було отримано результат $P(t)=0,9927$.

Обговорення. Досі розглядався розвиток потоку вимог під час оцінювання безвідмовності гідросистеми зернозбиральних комбайнів у системі відліку машинного часу, який припадає в середньому на один елемент [Matindi, 2018]. У системі відліку машинного часу всі елементи, які обслуговуються, перебувають тільки в одному стані – справні і безперервно працюють. Завдяки цьому можна отримати найпростіші залежності для визначення інтенсивності потоку, інтервалів часу між сусідніми подіями, у ряді випадків звести потік вимог до найпростішого та головне знайти шлях до моделювання процесу обслуговування заявок у замкнутій системі [Kuzmich, 2021].

Проте система відліку машинного часу не дає змоги об'єктивно оцінити втрати, викликані простоями несправних елементів гідросистем зернозбиральних комбайнів. Для цього, а також визначаючи прості ремонтно-експлуатаційних засобів методами теорії ма-

сового обслуговування, найбільш придатною є система відліку робочого часу, оскільки у неробочі зміни, вихідні та передсвяткові дні простої зернозбиральних комбайнів не пов'язані з технічним станом їхніх гідросистем [Rogovskii, 2019].

У системі відліку робочого часу абсолютно надійні обслуговувані гідросистеми зернозбиральних комбайнів можуть бути лише у двох станах – або працювати, або простоювати через відсутність завдань обслуговування [Ху, 2019]. Щоб практично уникнути помилок, які викликаються припущенням про абсолютну надійність, під час обробки статистичних даних необхідно враховувати реальний час обслуговування елементів гідросистеми зернозбиральних комбайнів, включаючи витрати на усунення відмов у процесі обслуговування вимог [Кавка, 2016].

Висновки. У результаті проведених досліджень отримано нові науково обґрунтовані технічні та технологічні рішення та розробки, спрямовані на підвищення ефективності функціонування виробничих процесів відновлення працездатності зернозбиральних комбайнів у сільськогосподарських підприємствах.

Виконавши аналіз об'єкта дослідження та вивчивши світовий досвід організації виробничих процесів, визначено базові функційні підсистеми, які мають входити до складу запропонованої моделі (рис. 4). Організація моніторингу експлуатації та технічного стану зернозбиральних комбайнів: збір інформації про роботу зернозбирального комбайна А, режими експлуатації зернозбиральних комбайнів та технічний стан з бортових систем, а також (у разі нестачі інформації) зі стаціонарних та переносних автоматизованих систем технічного діагностування, які використовуються у сервісних сільськогосподарських підприємств.

Структура запропонованої інформаційно-динамічної моделі управління сервісним відновленням працездатності зернозбиральних комбайнів має характерні відмінності від сучасних інноваційних підходів щодо фокусування саме на мож-

ливостях реалізації Smart-технології інженерного менеджменту забезпечення працездатності зернозбиральних комбайнів.

Перелік літератури

Achkoski J., Koceski S., Bogatinov D., Temelkovski B., Stevanovski G., Kocev I. (2017) Remote triage support algorithm based on fuzzy logic. *Journal of the Royal Army Medical Corps.* 163(3). pp. 164-170. <https://doi.org/10.1136/jramc-2015-000616>.

Caffaro F., Cremasco M., Roccato M., Cavallo E. (2020) Drivers of farmers' intention to adopt technological innovations in Italy: The role of information sources, perceived usefulness, and perceived ease of use. *Journal of Rural Studies.* 76. pp. 264-271.

Hrynkiv A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. (2020) Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 3(105). pp. 19-29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206073>.

Huang N. (2015) On Holo-Hilbert spectral analysis: A full informational spectral representation for nonlinear and non-stationary data. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physica.* 6. pp. 13-26. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0206>.

Kuzmich I. M., Rogovskii I. L., Titova L. L., Nadtochiy O. V. (2021) Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 677. pp. 052002. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.

Li K., Qi X., Wei B., Huang H., Wang J., Zhang J. (2017) Prediction of transformer top oil temperature based on kernel extreme learning machine error prediction and correction. *High Voltage Engineering.* 43(12). pp. 4045-4053. <https://doi.org/10.13336/j.1003-6520.hve.20171127032>.

Matindi R., Masoud M., Hobson P., Kent G., Liu S. (2018) Harvesting and transport operations to optimise biomass supply chain and industrial biorefinery processes.

International Journal of Industrial Engineering Computations. 9(3). pp. 265-288.

Miu V. (2016) Combine harvesters: Theory, modeling and design. CRC. 6. pp. 208-242.

Mozharivskiy D. M., Titova L. L., Nadtchiy O. V., Dasic P. (2022) Aspects of expert system of engineering management of technical condition of grain harvesters. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. 13(1). pp. 60-66. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2022.01.060>.

Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. (2020) Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6(7–108). pp. 71-79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.

Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhai-lova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. (2021) Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4(7(112)). pp. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.

Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezo-va L., Vyhovskyi A. (2022) Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. Engineering for Rural

Development. 21. pp. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.

Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. (2019) Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 18. pp. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.

Shah B., Iqbal F., Abbas A., Kim K. (2015) Fuzzy logic-based guaranteed life-time protocol for real-time wireless sensor networks. Sensors (Basel). 15(8). pp. 20373-20391. <https://doi.org/10.3390/s150820373>.

Voinalovych O., Aniskevych L., Motrich M., Titova L. (2020) Rationale of acceptable risk of using tractors with operational damages of responsible parts. Engineering for Rural Development. 19. pp. 784-792.

Zubko V., Sirenko V., Kuzina T., Koszel M., Shchur T. (2022) Modelling wheat grain flow during sowing based on the model of grain with shifted center of gravity. Agricultural Engineering. 26(1). pp. 25-37. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2022-0003>.

Kavka M., Mimra M., Kumhóla F. (2016) Sensitivity analysis of key operating parameters of combine harvesters. Research in Agricultural Engineering. 62(3). pp. 113-121.

Xu L., Wei C., Liang Z., Chai X., Li Y. (2019) Development of rapeseed cleaning loss monitoring system and experiments in a combine harvester. Biosystems Engineering. 178. pp. 118-130.

UDC 631.4.001

METHOD OF STRUCTURAL SCHEMES FOR EVALUATION OF RELIABILITY OF GRAIN HARVESTERS HYDROSYSTEMS

Zadorozhniuk D.,

e-mail: dimitrio380@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3869-7213>

Titova L., Candi. of Tech. Scs, Associate Prof.,

e-mail: l_titova@nubip.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7313-1253>

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Summary

The purpose of the work is the division of the drive into elements and the impact of element failures on the reliability of the drive, which were reflected by the structural diagrams of the reliability of combine harvesters. The method of structural schemes is used to calculate the reliability as the probability of sudden failures, provided that all elements of the drive are single-failure (i.e. in the elements cannot be different failures simultaneously) and failures of the elements are independent.

Research methods. The methodological basis of the work is the generalization and analysis of known scientific results regarding structural schemes for assessing the reliability of the hydraulic system of combine harvesters, and the use of a systematic approach. Analytical method and comparative analysis used to form a scientific problem determine the purpose and set research objectives. The main provisions of the theory of systems engineering, methodology of systems analysis and research on the theory of graphs was used in the creation of empirical models.

The results of the study. The article considers the data that, when calculating the reliability of the hydraulic system of combine harvesters, is expedient to present it as a system of elements for which reliability indicators was known or can be determined. The basis of the structural scheme is a conditional representation of sequential and parallel connections of elements that express the events of their reliability. Consistent is the connection of elements in which the failure of at least one of them leads to the failure of the drive. Parallel is the connection of elements in the drive, in which the failure of the drive occurs only when all the elements fail. The type of connection of elements in the block diagram depends on the influence of individual elements on the performance of the drive and does not always coincide with the mounting connection. In case of series mounting connection of filters, the block diagram can be both parallel and series, depending on the type of failure.

Conclusions. As a result of the conducted researches new scientifically substantiated technical and technological decisions and developments which are directed on increase of combine harvesters working capacity restoration production processes functioning efficiency in the agricultural enterprises are received. The performed reliability monitoring shows a significant change in maintenance and repair costs depending on the produced resource of the combine harvester. These costs for combines worked more than 1300-1500 hours are much higher than for the new combines (up to 300 hours). The reliability of agricultural machinery in real conditions depends on the level of technical operation in the agro-industrial complex. Therefore, it is necessary to develop a sequence of measures to improve this level in order to achieve normal performance. To calculate the reliability of a complex system, it is enough to know the composition of the elements, their number, mounting connection and statistical characteristics of reliability indicators. Calculation of reliability indicators according to structural schemes were carried out on blocks. This allows you to compare nodes for reliability, identify weaknesses and find ways to increase reliability at different stages of the life cycle.

Key words: hydraulic system, combine harvester, reliability, block diagram, drive, resource.