

НАУКОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПІДСИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

К.М. Думенко, кандидат технічних наук, доцент;

О.В. Бондаренко, кандидат технічних наук, доцент;

Миколаївський державний аграрний університет;

А.І. Бойко, доктор технічних наук, професор;

Національний університет біоресурсів і природокористування України.

Наведено результати теоретичних досліджень показників надійності підсистем зернозбиральних комбайнів для ефективного проведення польових робіт із збору врожаю в короткі періоди жнив.

Постановка проблеми. Зернозбиральні комбайни представляють собою складні багатоопераційні машини. Специфікою їх роботи є інтенсивна експлуатація протягом короткого періоду календарного року. Вони працюють приблизно один місяць на рік при збиранні врожаю зернових і це обумовлює особливі вимоги до їх надійності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій вказує на недостатній рівень технологій виробництва і якості застосовуваних матеріалів, знижують надійність машин, сприяють розвитку зношувальних, втомлюючих, корозійних та інших процесів, що розширюють період збільшення інтенсивності відмов [1]. Фактично, існуюча зернозбиральна техніка в більшості працює при поступовому зниженню рівня надійності основних підсистем, що забезпечують технологічний процес збору врожаю [2].

Метою роботи є дослідження показників надійності підсистем зернозбиральних комбайнів для ефективного проведення польових робіт із збору врожаю в короткі терміни жнив.

Результати досліджень. Згідно класичної схеми зернозбиральні комбайни складаються з наступних основних вузлів, що забезпечують їх функціонування: жниварка (підбирач) зернової маси, молотильний апарат, клавішний соломотряс, грохот, елеватор, решітний стан, бункер з вивантажувальним пристроєм. З позиції надійності така технічна система представляє собою послідовне ланцюгове з'єднання підсистем.

У свою чергу кожна з підсистем комбайну може бути представлена, як своя система, що складається з підсистем меншого рангу, а також окремих елементів. У результаті визначається ієрархія побудови комбайну з позиції надійності, починаючи з загальної конструкції до його елементів. Аналіз такої структури дає можливість виявлення впливу елементів і складових конструкції на загальний рівень надійності комбайну.

Жниварка (хедер) зернозбирального комбайну представляє собою самостійну підсистему, що агрегатується з основною частиною машини. Складовими жниварки є ріжучий апарат, шнек, мотовило, похила камера з транспортером.

Всі рухомі елементи жниварки переміщуються завдяки приводу від енергетичної установки комбайну. Таким чином жниварка має складові, що утворюють свою механічну систему, структурна схема надійності якої зображена на рис. 1.

На схемі представлені тільки основні складові, що визначають можливість проведення технологічного процесу збору врожаю. Однак, ця схема, насамперед, несе інформацію про зв'язки надійності в системі. З побудови видно, що, як і в попередній схемі, спостерігається також послідовне з'єднання складових.

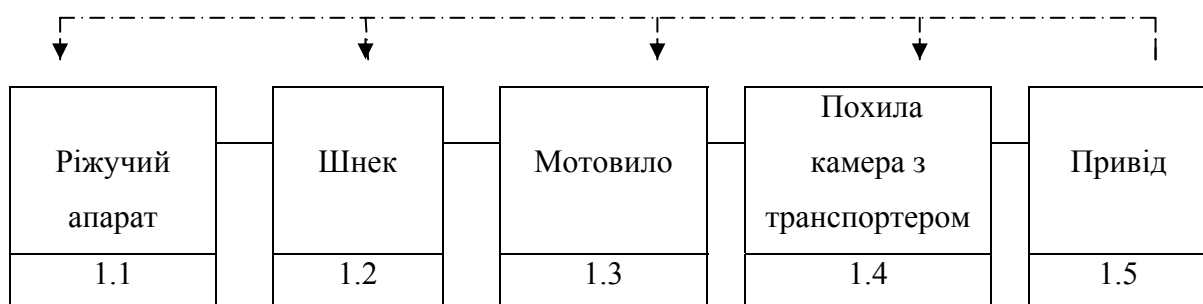


Рис. 1. Структурна схема надійності жниварки

Таке з'єднання, притаманне для механічних систем, може вважатися основним і в той же час найменш надійним із можливих. Під дією потоків подій, пов'язаних з відмовами і відновленнями жнивarki, представляється можливим побудова траєкторії її поведінки в переходах із стану в стан (рис. 2).

Траєкторія схематично відображує реальні ситуації можливих станів жнивarki в періоди її експлуатації, технічного огляду, регулювань і відновлень. Траєкторія поведінки представляє собою композицію потоків випадкових подій і носить стохастичний характер. Перехід жнивarki в різні можливі стани може бути наглядно представлено у вигляді графу переходів (рис. 3). Він враховує не тільки можливі стани обумовлені дією потоків відмов і відновлень, а також встановлює зв'язки між станами у вигляді направленості подій і інтенсивності їх виникнення.

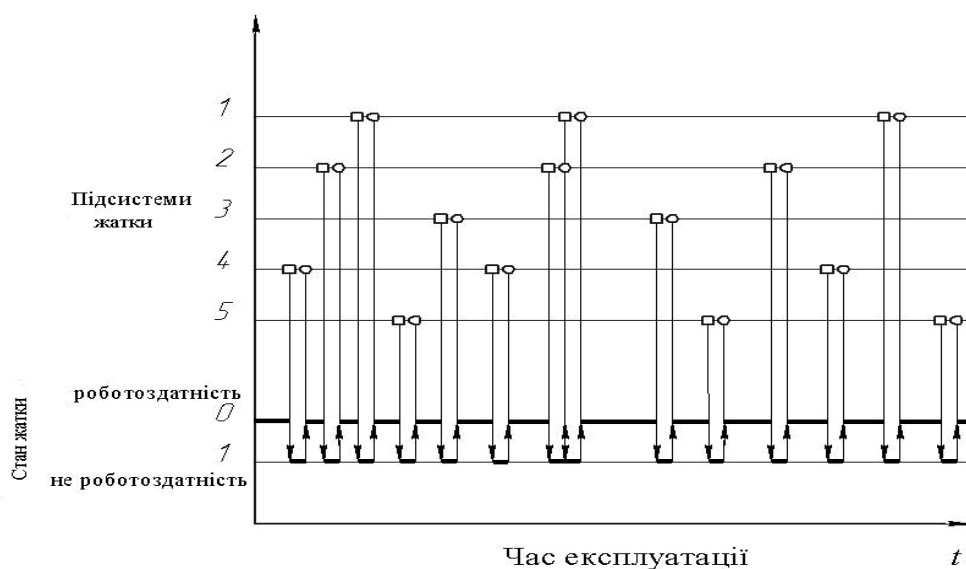


Рис. 2. Реалізація траєкторії поведінки жнивarki і переходу її в різні стани:

□ – момент відмови; ○ – момент відновлення працездатності.

При цьому роботоздатний стан позначено “0”, а відмова “1”. Інтенсивність відмов характеризується λ з верхнім індексом, що вказує на номер підсистем, по причині якої відбуваються відмови, а індекс внизу вказує на перехід з роботоздатного стану в нероботоздатний. Відповідно інтенсивність відновлень позначено μ з індексом у верху, що вказує на номер підсистеми, яка відновлена, а нижній індекс вказує на перехід з нероботоздатного в роботоздатний стан.

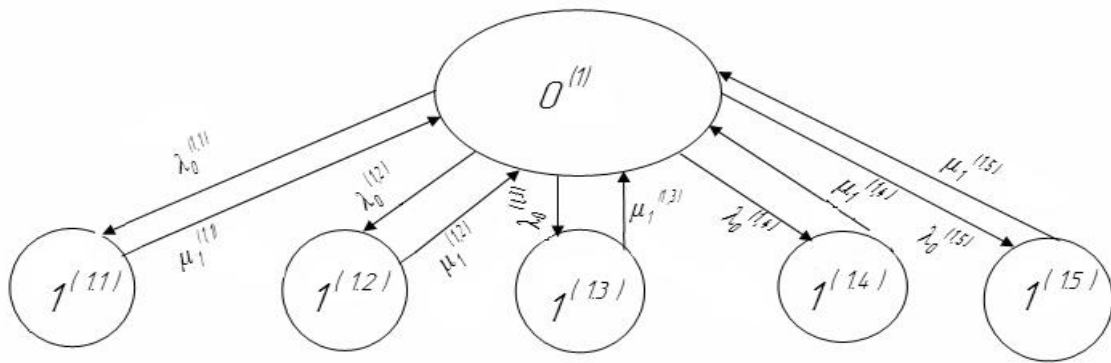


Рис. 3. Граф переходів жнивarki із стану в стан

Наступним кроком диференціації комбайну на складові в межах жнивarki є представлення останньої у поелементному складі [3].

Послідовне з'єднання елементів робить конструкцію вразливою до будь-яких видів відмов, а самі відмови формують певні потоки подій переводячи систему (жниварку) з непрацездатного стану в працездатний. Діями з відновлення формуються зустрічні потоки, що переводять конструкцію з стадії ремонту в працездатний стан. Для шнека жнивarki основними характерними пошкодженнями є згин або відрив гвинтів за місцями зварювання, згин труби з цапфами, зношування шийок цапф.

Найбільші пошкодження в похилій камері спостерігається у ланцюгового транспортера, який в наслідок зношування подовжується, а при розвитку тріщин втомлення виникають розриви ланцюга. Подовження компенсується відповідним натягом ланцюга, передбаченим періодичним регулюванням при технічному огляді.

У випадках аварійних пошкоджень або граничному зношуванні валів і шківів перші відновлюються наплавленням, а другі – заміною на нові. Таким чином, зношування і відновлення працездатності деталей приводу формують свої потоки подій, а підсистема «привід» під дією цих потоків може знаходитись у різних станах.

Основним робочим органом з обмолоту зерна є молотильний апарат. У зернозбиральних комбайнах широкого розповсюдження набула 2-х барабанна система обмолоту. Загальна схема такого молотильного апарату представлена на рис. 4.

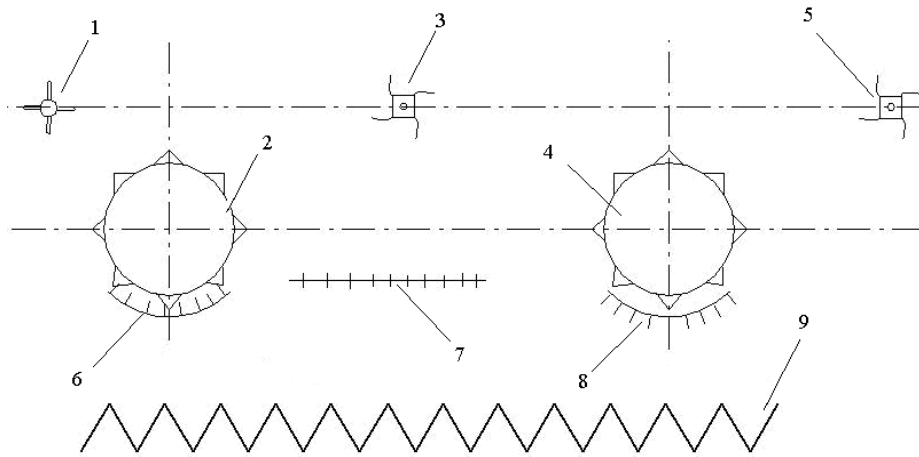


Рис. 4. Схема двобарабанного молотильного апарату зернозбирального комбайну:

1 – приймальний бітер; 2 – перший молотильний барабан; 3 – проміжний бітер; 4 – другий молотильний барабан; 5 – відбійний бітер; 6 – перша дека; 7 – опорна решітка; 8 – друга дека; 9 – транспортна дошка очистки.

Підсистема «молотильний апарат» складається з вузлів і деталей функціонально об'єднаних між собою. Однак з позицій надійності молотильний апарат представляє собою механічну систему, призначену для видалення зерна з колоса. Відмова будь-якої з складових цієї підсистеми приводить до відмови всього агрегату.

Граф переходів підсистеми «молотильний апарат» в різні можливі стани при втраті робоздатності складових елементів представлено на рис. 5.

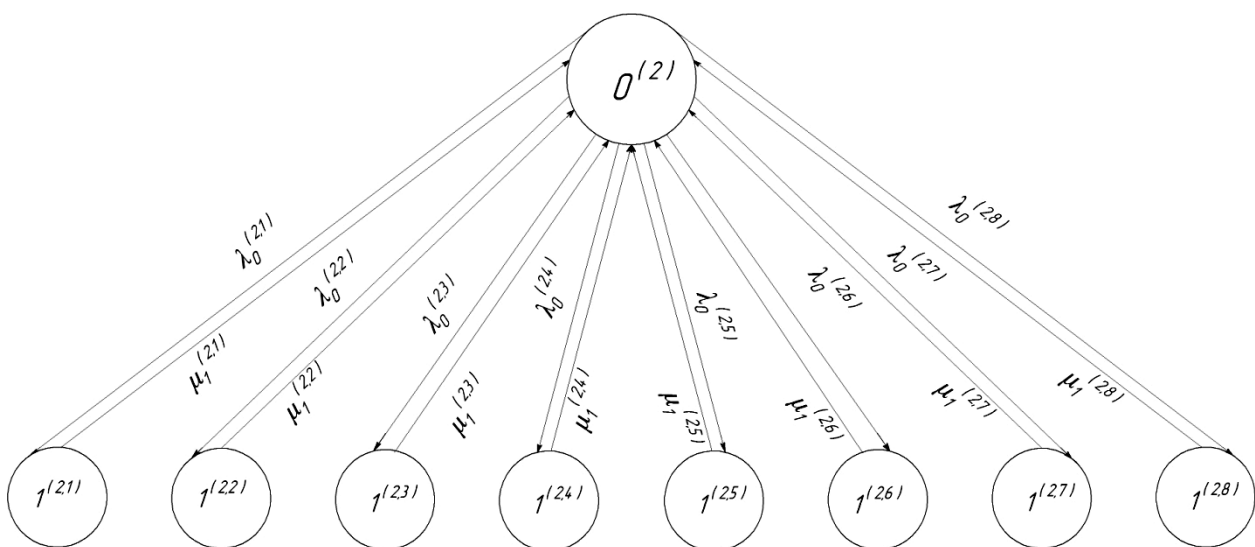


Рис. 5. Граф переходів у можливі стани підсистеми «молотильний апарат»

Як видно з конструктивної схеми (рис. 4) і блок-схеми надійності підсистема «молотильний апарат» відрізняється багатоелементністю. Однак елементи підсистеми можна згрупувати за конструктивними ознаками і технологією операцій, що виконуються.

До першої групи можна віднести приймальний, проміжний і відбійний бітери. Характерними дефектами для них є деформація лопатей, обрив і вигін гребінок. Ці пошкодження ліквідуються при відновленнях шляхом вирівнювання деформованих деталей і приварювання на місцях обриву.

Друга група представляє собою молотильні барабани. Причинами виходу їх з ладу може бути зношування бил до граничного стану (виступ $\Delta \leq 4$ мм), або руйнування при аварійних пошкодженнях. У будь-якому випадку бичі барабанів повинні бути замінені на нові. При цьому така операція відновлення повинна бути виконана кваліфіковано в спеціалізованій майстерні, так як барабан при заміні серійних бичів потребує подальшого динамічного балансування. Наслідки аварійних пошкоджень можна зменшити змінивши конструкцію барабана, комплектуючи його короткими бичами. При певних розрахунках можна отримати можливість заміни пошкоджених бичів в польових умовах із збереженням зрівноваженості барабана не виходячи за межі допустимого дисбалансу. Крім того, можливе також застосування системи автоматичного балансування.

Подібна ситуація але із своїми λ і μ характеристиками виникає і для підбарабань, які є протидіючими елементами відносно барабанів при вибиванні зернової маси. Відмінність полягає тільки у способі відновлення робочих елементів – планок. При граничному зношенні для продовження роботи вони розвертаються на нову робочу грань і при досягненні повного зношування знімаються з експлуатації, що і фіксуються як відмова. Однак така операція з відновлення при існуючій конструкції підбарабаня може виконуватися тільки один раз.

Клавішний соломотряс, грохот і решітний стан. Важливою підсистемою у виконанні операції з сепарації вороху і відділення зернової частини від

соломи є клавiшний соломотряс. Клавiшi соломотрясу виконують складний просторовий рух, що забезпечує роздiлення фракцiй та їх перемiщення в своїй потоках.

Узагальнюючи представлений аналіз структурної побудови підсистем зернозбиральних комбайнів можна відмітити, що їх класичні конструктивні рішення виконані переважно по лінійній схемі послідовних з'єднань елементів. Це найпростіша реалізація машини, як технічної системи, мало адаптованої до реальних умов довгострокової ефективною експлуатації. При такій побудові складної сільськогосподарської техніки досягнення необхідного рівня надійності можливо тільки за рахунок використання якісних і відповідних матеріалів деталей, а також своєчасному проведенню регламентних сервісних робіт.

Висновки. Проблема підтримки необхідного рівня надійності зернозбиральних комбайнів ускладнюється зміною їх фізичного стану в процесі експлуатації. Об'єктивно відбувається фізико-хімічні процеси зношування деталей, накопичення пошкоджень внаслідок втомленості матеріалів, присутні різні види забивань, перевантажень, корозійних процесів тощо. Тобто техніка поступово втрачає свій початковий рівень готовності до виконання робіт із збору врожаю. Це природні процеси, що протікають і відбуваються з машинами за мірою збільшення їх наробітку і строку експлуатації. Альтернативою цьому можуть бути удосконалення конструкції і своєчасне кваліфіковане проведення робіт з технічного обслуговувань систем комбайнів. Завдяки таким діям можлива підтримка машин на необхідному рівні надійності для ефективного проведення польових робіт із збору врожаю в короткі строки жнив.

Таким чином, визначення показників надійності в змінних умовах “старіння” машин і варіацій потенціалу бази сервісних обслуговувань з метою пошуку шляхів забезпечення необхідного рівня надійності зернозбиральної техніки представляє собою нове наукове завдання.

Література

1. Бойко А.І. Дослідження функції готовності механічних систем при накопичуванні пошкоджень / А.І. Бойко, К.М. Думенко // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: збірник наукових праць ДНУ. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. — Вип.14. — С. 72-78.
2. Некипоренко В.И. Структурный анализ систем (эффективность и надежность) / В.И. Некипоренко. — М. : Советское радио, 1977. — 214 с.
3. Грицишин М. Обґрунтування потреби в зернозбиральних комбайнах / М. Грицишин, В. Амонс, П. Гринько // Техніка АПК. — 2003.—№ 2— С. 9—15.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОДСИСТЕМ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

К.Н. Думенко, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Бондаренко, кандидат технических наук, доцент;

А.И. Бойко, доктор технических наук, профессор;

Приведены результаты теоретических исследований показателей надежности подсистем зерноуборочных комбайнов для эффективного проведения полевых работ по сбору урожая в короткие сроки уборки.

SCIENTIFIC PRINCIPLES OF RELIABILITY OF SUBSYSTEMS COMBINE HARVESTERS

K.N. Dumenko, candidate of engineering sciences, associate professor;

A.V. Bondarenko, candidate of engineering sciences, associate professor;

A.I. Boyko, doctor of engineering sciences, professor.

Results over of theoretical researches of reliability of subsystems of combine harvesters indexes are brought for effective realization of the field works from a harvest in short periods of reaping.