

УДК 631.3:6311/6

## **ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ І РЕЖИМІВ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

К.М. Думенко к.т.н., доцент,  
Миколаївський державний аграрний університет  
Тел. +038(0512) – 34-01-91

**Анотація** – викладено аналіз проблеми надійності вітчизняних зернозбиральних комбайнів в аграрному секторі України. Проведена оцінка надійності вітчизняних зернозбиральних комбайнів від особливостей умов і режимів їх експлуатації, яка базується на показнику простоїв.

**Ключові слова** – складна техніка, ворох, зернова маса, насінник, багатоциклові навантаження, втомлююче зношування.

**Постановка проблеми.** Одною з гострих проблем в аграрному секторі країни є оновлення техніко-технологічної бази виробництва. Особливо важливо це при великому рівні зношеності машин. Так біля 73 ... 98% зернозбиральних комбайнів відпрацювали свій ресурс і підтримуються в робото здатному стані в період збирання тільки за рахунок ремонтних робіт.

Зернокомбайновий парк складається, в основному (на 70 %) з комбайнів СК-5 «Нива», який вже морально і фізично застаріли [1, 4]. Парк машин катастрофічно скорочується до критичної межі в 30 тис. штук [2].

Визначення необхідної кількості комбайнів і їх складу на основі аналізу витрат коштів на придбання техніки і збитків від несвоєчасного збору врожаю запропоновано у роботах [2, 7]. Розраховуючи, що оптимальний строки складає 10 днів, а його перебільшення веде до неминучих втрат (табл. 1.1.), розрахункова кількість необхідних Україні комбайнів складає 50...52 тис. штук., класу 9 кг/с. Однак у приведених розрахунках не приділено уваги можливим простоям машин пов'язаними з технічними обслуговуваннями і планованими роботами.

В умовах практично вичерпаного ресурсу темпи спрацьованості машин на порядок перевищують темпи її оновлення. У таких умовах збільшується сезонне

навантаження на комбайни і у 2 ...3 рази, розтягуються строки їх експлуатації [1]. У свою чергу зростання тривалості збирання врожаїв приносить щорічні втрати врожаю до 4 млн. тон.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Не можна не погодитися з думкою яка була висловлена у роботі [2] про практичну відсутність вітчизняного зернокомбайнобудування. Спроби створити вітчизняні комбайни на рівні кращих зарубіжних зразків закінчились дрібносерійним виробництвом не досить досконалих машин. У цій ситуації сільгоспвиробники вимушені купувати закордонні комбайни. Однак нова техніка надто дорога і не завжди адаптована до місцевих умов експлуатації. Виникають також проблеми у підготовці обслуговуючого персоналу як в експлуатації машин, так і в їх сервісному технічному обслуговуванні.

За останні 15 років Української державності повністю відсутні, будь-які фундаментальні дослідження пов'язані з проблемою надійності вітчизняної зернозбиральної техніки, а тим більше з підвищенням рівня надійності старіючих комбайнів. Відсутні нові оригінальні технічні рішення наведеної проблеми.

**Виділення невирішеної частини загальної проблеми.** На сьогодні забезпечення надійності складної техніки у тому числі і сільськогосподарської потребує особливої уваги. Підхід, що базується тільки на раціональному проектуванні, виходячи з інтуїтивних уявлень і досвіду конструктора вже не є достатній для розробки сучасних складних машин. Про необхідність виділення питань забезпечення надійності сучасних машин, їх комплектів і систем в окремий науковий напрямок говорить наступне:

1. Постійне ускладнення машин у напрямку підвищення багатоопераційності і продуктивності, що потребує приділення особливої уваги проблемі їх розробки на стадії проектування.

2. Скорочення термінів розробки і економічні обмеження, що унеможливають використання в повному обсязі результатів багаторічної експлуатації машин і їх систем.

3. Необхідність урахування людського фактору при експлуатації складної техніки в реальних умовах обмеженості часу на прийняття управлінського керуючого рішення.

4. Успіхи теорії і практики науки про надійність технічних систем досягнуті за останні роки в механіці та інших розвинутих в цьому напрямку галузях промисловості.

Надійності технічних систем і комплексів присвячено багато досліджень, що охоплюють як відновлюємі, так і невідновлюємі системи. Значна більшість таких робіт виконана для енергетичних, електричних, комп'ютерних та інших систем і в меншій степені такі дослідження відомі в галузі побудови складних механічних систем, до яких можна віднести і сучасні сільськогосподарські машини.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** зернозбиральна техніка експлуатується у складних умовах пов'язаних з впливом як зовнішнього середовища, так навантаження при виконанні технологічних процесів.

Період комбайнового збирання врожаю зернових культур проходить з червня до листопада. Він характеризується різними погодними умовами, зміною температур в широких межах (від  $+40^{\circ}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Вологість повітря також може суттєво змінюватися (від 25% до 80%). Польові умови ускладнені експлуатацією техніки при високому вмісті в повітрі пилу і вихлопних газів. Додатково на механізми комбайну впливають силові і вібраційні навантаження обумовлені роботою комбайну і іншої техніки, що використовується при зборі врожаю.

Польовий характер виконання робіт при зборі врожаю зернових несе ймовірність випадкових сутичок робочих органів комбайну з твердими включеннями, що зустрічаються на полі. Для запобігання можливих пошкоджень механізмів комбайнів, в їх конструкціях передбачені різні захисні пристрої. Вони

повинні спрацьовувати і при перевантаженнях, що виникають в наслідок нерівномірної подачі зерностеблевої маси, або зміни її властивостей при різній вологості. Суттєвий вплив на навантаження механізмів вносить забур'яненість хлібів рослинами, що по своїм якостям відрізняються від хлібної маси. В наслідок цього можуть виникати забивання робочих органів і решіт очисної системи комбайну стеблами або устюжними залишками. Можливе й закручування стеблової маси в жмути, що також стає причиною перевантаження, а може навіть зупинки робочих органів.

До нерівномірності розподілу хлібної маси в підсистемах комбайну приводить його робота на похилих ділянках поля. При нахилі машини відбувається переміщення зернового матеріалу в наслідок чого виникають ділянки з високою його щільністю. Це також стає причиною перевантаження робочих органів.

Умови роботи механізмів комбайну відрізняються високою ступеню запиленості атмосфери. Висока запиленість є результатом наявності пилу на стеблах і колосках рослин, а також відділення мілких складових вороху, які під дією молотильних барабанів відділяються у повітря. Але і сама система повітряно-решітної очистки зерна створює атмосферу високої запиленості частками абразивного і органічного походження. Робота механізмів в таких умовах (особливо відкритих вузлів тертя) ускладнюється їх інтенсивним зношенням.

Таким чином специфічними умовами експлуатації комбайнів є:

- можливість виникнення аварійних пошкоджень при попаданні сторонніх твердих предметів;
- перевантаження механізмів, вузлів, трансмісій в наслідок нерівномірної подачі рослинного матеріалу;
- наявність повітряного середовища з високим вмістом абразивних часток і запиленістю домішками органічного походження.

Зернозбиральні комбайни працюють у польових умовах виконуючи безпосередньо операції скошування або підйому з валків хлібної маси, обмолоту її, відділення зерна від соломи і сепарації його від вороху. При взаємодії з потоком хлібостою можливі раптові аварійні пошкодження робочих органів особливо при попаданні разом з хлібною масою сторонніх твердих предметів. Аварійні пошкодження можуть виникнути і в результаті втомлюючої дії циклічних навантажень, або перевантажень обумовлених нерівномірною подачею хлібної маси.

Раптові аварійні пошкодження залежать від ступеня засміченості поля сторонніми включеннями, тобто: культури існуючої загальної землеробства, конструктивної міцності робочих органів і застосування спеціальних пристроїв захисту від можливих аварійних пошкоджень.

Аварійні пошкодження характеризуються інтенсивністю їх проявлення і нажалі займають немале місце серед причин виходу з ладу робочих органів сільськогосподарських машин.

У практиці експлуатації комбайнів зустрічаються відмови пов'язані з різного роду забиваннями систем охолодження, змащування або очистки. Відомі відмови в наслідок негерметичності гідравлічної апаратури. Нерідко зустрічаються відмови які пов'язані з порушенням в роботі електричних або електронних систем комбайнів. Вони можуть виникати раптово, або формуватися поступово приводячи до функціональних відмов тих чи інших систем комбайну.

Особливе місце у роботі механічних систем займають відмови пов'язані зі зношенням деталей механізмів і вузлів. Відмови, що обумовлені зношенням деталей займають суттєву долю серед інших відмов характерних і для комбайнів. В більшій мірі вони проявляються з часом експлуатації машин. Вважається, що в умовах високої запиленості домінуючою формою зношування може бути абразивне [1-6]. Цей вид зношування обумовлений безпосередньою взаємодією робочих поверхонь металу з твердими абразивними частинками, які знаходяться в

запиленому повітрі або на поверхні рослин і попадають в зону тертя [1-10]. В залежності від механізму контакту може спостерігатися абразивне зношування подряпанням, коли під дією твердої частинки з поверхні металу робочого органу відокремлюється мікро стружка [5, 7, 9]. Можливе і полідеформаційне руйнування поверхні частинкою, яка переміщується по поверхні робочого органу з перекочуванням [13]. У результаті багатоциклових навантажень на поверхнях тертя проявляється втомлююче зношування з відокремленням частинок металу [3, 9, 11]. Важливу роль в інтенсифікації зношування відіграють і хімічно-активні речовини, що завжди присутні у зволоженій рослинній масі [1, 3, 10]. Вони сприяють зниженню міцності поверхневого шару внаслідок проникнення молекул поверхово-активних речовин в кристалеву структуру металу [8, 14]. Крім цього хімічно-активні складові безпосередньо впливають на активізовані механічною дією поверхні тертя вступаючи в реакції і утворюючи плівки з'єднань які потім відокремлюються у вигляді продуктів зношування [2, 4, 12]. Як правило представлений механізм і хімізм зношування проявляється в комбінованій формі з домінуючим впливом одного з факторів.

Абразивне зношування може спостерігатися у ріжучих елементів жниварок, бил, сегментів, гряділів або інших робочих елементів мотального апарату. Під дією абразивних частинок зношуються витки шнекових транспортуючих і сепаруючих робочих органів. Можливо зношування і підшипникових вузлів якщо вони конструктивно недостатньо захищені від попадання пилу.

Відмови ланцюгових транспортерів можуть виникати в результаті пускових перевантажень, зміною кроку, втратою рухомості шарнірними з'єднаннями елементів ланцюга.

Шнекові робочі органи зношуються за периметром торців витків, що приводить до збільшення зазорів між шнеком і кожухом і як наслідок - втрати продуктивності транспортерів.

Причинами проявлення деяких пошкоджень є недостатня якість виготовлення деталей і вузлів. Низька технологічна культура, безвідповідальність і відсутність контролю приводить до розрегулювання, забивання механізмів, розгерметизація гідравлічних систем тощо. У механізмах приводу, трансмісіях спостерігаються перекося в базуванні деталей, що визиває циклічні перевантаження і руйнування валів та кронштейнів від втомленості матеріалу [11].

Велика частина відмов є наслідком конструкторських прорахунків у виборі матеріалів або рішенні конструктивних параметрів деталей і вузлів. Особливо це проявляється при руйнуванні від втомленості матеріалу, коли деталі не витримують необхідної кількості циклів навантаження, обумовленої повним ресурсом експлуатації машин.

Так наприклад простої з усуненню відмов складають до 6 годин, а трудомісткість робіт знаходиться у межах 4-10 люд/год. Порівняно з цим простої на ремонт зернокомбайну «Домінатор 204 МЕГА» відбувається у середньому через 15 днів роботи. Відповідно для комбайну «ДОН-1500» - через 4 дня роботи [7]. Тобто практично у 4 рази частіше. По мірі зношування машин, ремонтні періоди збільшувалися. Втрати зерна від простоїв комбайнів приведені у табл. 1.

Аналіз приведених результатів показує, що для «Домінатора 204 МЕГА» характерні постійні стабільні втрати, які з роками експлуатації практично не змінюються.

Таблиця 1

**Втрати зерна від простоїв комбайнів у ремонті, ц/га**

Комбайн	Рік експлуатації							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ДОН-1500 (Росія)	0,9	0,9	1,2	1,2	1,5	1,5	1,8	1,8
Домінатор (Германія)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Цього не можна сказати про «ДОН-1500», у якого навіть з початку експлуатації втрати були у 3 рази більше і поступово при зношенні за вісім років

експлуатації стали у 6 разів більше. Отримані дані свідчать про суттєвий вплив якості виготовлення, надійності зернокомбайну як складної машини на втрати від простоїв. Таким чином видно, що за основними технічними показниками комбайн «Домінатор 204 МЕГА» кращий за «ДОН-1500», однак і його ціна у 4 рази більша ніж у «ДОН-1500».

**Висновки.** Проведена оцінка надійності вітчизняних зернозбиральних комбайнів від особливостей умов і режимів їх експлуатації говорить про необхідність перейняття досвіду у зарубіжних виробників комбайнів з метою забезпечення високими показниками надійності, що досягаються відпрацюванням нових конструкцій, випробовуванням їх на стендах і у реальній експлуатації [13]. Створення нового покоління більш сучасної сільськогосподарської техніки нерозривно базується на аналізі роботи і виявлені недоліків при експлуатації попередніх машин.

#### Література

1. Бондар М. Нема альтернативи вітчизняному комбайнобудуванню! // Техніка АПК – 2002. - № 10-11. – с. 6-7.
2. Коновський В.В., Ерохин Г.Н. «ДОН» или «Енисей» - какие комбайны надежнее? // Сельскохозяйственная техника (обслуживание и ремонт) – 2006. - № 91. – с. 35.
3. Митрофанов О. Надійність вітчизняних зернозбиральних комбайнів – міфи та реальність. // Техніка АПК – 2004. - № 12. – с. 22-23.
4. Погорілий Л., Коваль С. Порівняльний аналіз конструкцій і експлуатаційних показників зернозбиральних комбайнів // Сільгосптехніка України – 1997. – № 2 – с. 8-10.
5. Войтюк В., Демко А., Демко С. Вплив строків експлуатації на модель зміни працездатності зернозбиральних комбайнів // Техніка АПК – 2005. - № 8. – с. 14-18.



6. Сковородин В.Я., Тишкин Л.В. Справочная книга по надежности сельскохозяйственной технике. – Лениздат., 1985. – с.202.
7. Жалнин Э.В. Прогнозы развития зерноуборочной техники // Техника в сельском хозяйстве. – 1998. - №4.
8. Погорілий Л.В., Коваль С.М. Напрямки розвитку конструкцій і узагальнені технологічні показники зернозбиральних комбайнів // Науковий вісник НАУ, - 1998. - № 9.
9. Погорілий Л.В., Коваль С.М., Ясенецький В. Зернозбиральна техніка: проблеми, альтернативи, прогноз // Техніка АПК. – 2003. - № 7. – с.4-7.
10. Масло І., Грицишин М., Босий М. Обґрунтування технологій збирання зернових і структури парку зернозбиральних комбайнів // Техніка АПК – 1999. - № 4. – с. 8-9.
11. Войтюк Д.Г. Нагальна проблема сьогодення - поповнення парку зернозбиральних комбайнів.// Техніка АПК – 2001. - № 4 – с. 21.
12. Ломакин С. Зерноуборочный комбайн для вашего пользования. Взвешиваем все “за” и “против”. “АЭ” № 1, 2, 3, 2005 г.
13. Погорілий Л.В., Коваль С.М., Грицишин М.І. Напрямки розвитку технології збирання врожаю зернових і переоснащення сільського господарства новою зернозбиральною технікою.// Зб.наук. праць Національного аграрного університету Механізація сільського виробництва. – 2000. – т.7. – с. 5-9.

**AN ESTIMATION OF RELIABILITY OF DOMESTIC COMBINE  
HARVESTERS IS DEPENDING ON TERMS AND MODES OF THEIR  
EXPLOITATION**

***Summary*** - The analysis of problem of reliability of domestic combine harvesters is expounded in the agrarian sector of Ukraine. The conducted estimation of reliability of domestic combine harvesters is from the features of terms and modes of their exploitation which is based on the index of outages.