

## ЧАСТИНА I. ОЦІНКА, НОРМУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ

УДК 631.354.2.076

### ДО ПИТАННЯ НОРМУВАННЯ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ НОВИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Кухтов В.Г., д.т.н., проф.<sup>1</sup>, Знайдюк В.Г., ст. викладач<sup>1</sup>,  
Погорілий В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківських національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка  
Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г виробництва імені Леоніда Погорілого

*В статті представлені основні положення методу нормування рівня довговічності і безвідмовності сучасного зернозбирального комбайну на прикладі сімейства вітчизняних комбайнів «Скіф». Наведено структурну схему зернозбирального комбайна сімейства «Скіф».*

**Вступ.** Як відомо, по виробництву зерна на душу населення Україна займає лідируючі позиції не тільки серед країн СНГ, але і світової спільноти і має в своєму розпорядженні величезний експортний потенціал.

Із загального парку зернозбиральних комбайнів 47,5 тис. штук, станом на 2009 рік, більше 50% знаходяться за межами амортизаційного терміну служби. Комбайнів пропускною спроможністю 5 кг/с 27,9 тис. шт. (більше 58%), 7 - 9 кг/с – 10,8 тис. шт. (23%), 10 і більш кг/с – 8,8 тис. шт. (19%) [1].

За статистичними даними терміни прибирання зернових культур складають 29-30 днів, при оптимальних термінах прибирання 14 днів, у зв'язку з чим, втрати зерна за оцінками учених і фахівців складають близько 7 млн. тонн.

Тільки 50% вартості цього зерна еквівалентно вартості 3,5 - 4 тис. зернозбиральних комбайнів пропускною спроможністю 10 - 12 кг/с виробництва країн СНД.

За наявності в Україні величезного незатребуваного інтелектуального і промислового потенціалу не викликає сумнівів актуальність проблеми створення конструкцій і власного виробництва зернозбиральних комбайнів в об'ємах, що задовольняють потреби країни. По суті, рішення цієї проблеми має стратегічне значення для України, оскільки в значній мірі визначає її продовольчу безпеку і експортний потенціал.

На підставі аналізу фактичного стану зернозбирального комбайно-

будування України з урахуванням світового досвіду фахівці ТОВ НПП «ХМЗ» розробили сімейство нових зернозбиральних комбайнів під умовною назвою «СКІФ», що включає чотири моделі з двигунами від 210 до 360 к.с. пропускною спроможністю 7-9, 10, 12 і 14 кг/с хлібної маси, продуктивністю від 12 до 25 т/год., а також модифікацію комбайна для прибирання рису. Ці комбайни повинні бути уніфіковані на 70-80%, і забезпечувати ефективне прибирання товарного зерна зернових, зернобобових, олійних і інших культур без обмеження їх врожайності.

**Викладення основного матеріалу.** Базовою моделлю для сімейства є модернізований комбайн КЗС-9-2 з новою сучасною кабіною з склопластику і з новою зовнішньою будовою (Скіф-230А) рис. 1. Окрім нової кабіни і зовнішньої будови на цій моделі встановлений двохсекційний вентилятор очищення, подовжений вивантажний шнек, посилений коливальний вал очищення, вали соломотрясів, привід похилої камери; всього упроваджено більше 30 крупних конструктивних і технологічних змін, направлених на підвищення продуктивності, технічної і технологічної надійності.



Рис. 1 Зернозбиральний комбайн «Скіф-230А»

На базі комбайна «Скіф-230А» шляхом подальшої його модернізації створюються нові конструкції комбайнів «Скіф-250» і «Скіф-250Р» рис. 2 пропускною спроможністю 10 – 10,5 кг/с з двигуном 250-290 к.с., двома молотильними барабанами, бункером збільшеного об'єму, поліпшеною конструкцією подрібнення-розкидання соломи, посиленими бортами решіт очищення, і стрясної дошки. «Скіф-250Р» - модифікація комбайна «Скіф-250» для прибирання рису з штифтовим і бильним МСУ, широко-

профільними шинами низького тиску з чотирма провідними колесами і жорстким захисним піддоном під очищенням. Ці комбайни комплектуватимуться похилою камерою з вбудованим молотильним барабаном і зерною жнивваркою захопленням 6 і 7 м.



а)

б)

Рис. 2. Зернозбиральні комбайни: а - «Скіф-250»; б - «Скіф-250Р»

Комбайни пропускною спроможністю 12 і 14 кг/с планується створити на базі агрегатів «Скіф-250», «Скіф-250Р» з використанням науко-емних компонентів провідних західних компаній.

Технічні характеристики зернозбиральних комбайнів виробництва ТОВ НПП «ХМЗ» наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Технічні характеристики зернозбиральних комбайнів виробництва ТОВ НПП «ХМЗ»

№ п.п.	Параметр	«Скіф-230А»	«Скіф-250»	«Скіф-250Р»
1	Пропускна здатність, кг/с, не менше	9,5	10-10,5	10-10,5
2	Потужність двигуна номінальна, (к. с.)	230	250	250
3	Ширина захвату жнивварки для збирання зернових культур, м	6	7	6; 7
4	Ширина молотарки, мм	1500	1500	1500
5	Молотильний барабан: кількість / діаметр барабану, мм	1/700	2/500; 700	2/500; 700
6	Площа сепарації підбарабання, м <sup>2</sup>	1,18	1,78	1,78
7	Площа соломотрясу, м <sup>2</sup>	6,6	6,6	6,6
8	Площа сепарації решітного стану, м <sup>2</sup>	4,7	4,7	4,7
9	Місткість бункера зерна, м <sup>3</sup>	6,7	8,3	8,3
10	Швидкість вивантаження не менше, л/с	55	55	55
11	Висота вивантаження, м	4,5	4,5	4,5
12	Колісна формула	4x2	4x2; 4x4	4x2; 4x4
13	Об'єм паливного баку, л	500	500	500

Як показує практика виробництва сільськогосподарської техніки, зробити нову конструкцію з високим рівнем надійності достатньо складно.

Для отримання достатнього рівня потрібна програма по забезпеченню надійності, яка в свою чергу повинна вмщувати етап розробки нормативів довговічності, безвідмовності, ремонтопридатності. Вона буде основою управління процесом забезпечення потрібної надійності, включаючи прогнозування основних показників надійності.

Одною із ключових умов розробки методу нормування рівня довговічності і безвідмовності сучасного зернозбирального комбайну полягає в тому, що весь парк машин даної моделі повинен виконувати заданий об'єм робіт в назначений строк. При цьому величина питомих сумарних затрат на виготовлення і підтримку працездатності повинна бути заздалегідь обмеженою (керованою) [2].

Для розгляду питання встановлення і забезпечення ресурсу, а також строку служби нових зернозбиральних комбайнів «Скіф» і їх складальних одиниць необхідно сформулювати основні визначення, які характеризують вказані категорії:

- прогнозування умов застосування – погоджений з споживачем спектр очікуваних умов експлуатації: навантаження, швидкості руху, вимоги екологічної безпеки, вібронавантаження, правил технічного обслуговування і ремонту та інші фактори;

- граничні стани – граничні значення зносу деталей і спряжень, види і граничні значення втомних пошкоджень для яких зберігаються допустимі рівні міцності і жорсткості конструкції, а також відсутні перешкоди для функціонування агрегатів і систем. А також такі поєднання діагностичних параметрів, при яких вірогідність безвідмовної роботи агрегатів і систем починає перевищувати нормативно допустимі значення;

- ресурс – період експлуатації, в рамках якого існуюча система заходів підтримки життєвого циклу з директивною надійністю виключає граничний стан;

- призначений ресурс – строк служби декларуємий на даний момент часу ресурс, строк служби.

При вирішенні задачі про ресурс нового зернозбирального комбайну необхідно враховувати наступне:

- ріст інтенсивності навантаження, різноманіття культур які підлягають комбайнуванню, збільшення сезонних напрацювань;

- необхідне зниження металомісткості, що досягається ускладненням конструкторських рішень, застосуванням нових технологій і матеріалів з більш високими характеристиками міцності, нових покриттів і паливно-мастильних матеріалів;

- споживачі, які висувають все більше вимог до скорочення затрат часу і коштів на підтримку працездатності, спрощенню процедур збері-

гання і обслуговування.

При рішенні задачі про ресурс приймається аксіома: ресурс зернозбирального комбайну визначається ресурсом його агрегатів і систем, і може відновлюватись шляхом профілактичних (агрегатних) ремонтів при досягненні граничного напрацювання або відмови [3].

Таким чином, повнокомплектні, капітальні ремонти зернозбиральних комбайнів які застосовувались раніше повинні бути виключені.

Структурна схема зернозбирального комбайну сімейства «Скіф» з врахування особливостей його конструкції стосовно вирішення задачі про ресурс приведена на рис.3.

Основними факторами, що визначають ресурс (при стабільній якості виготовлення), є:

- структура експлуатаційного навантаження;
- рівень навантажень і частота їх повтору;
- розсіювання характеристик зносостійкості і втомлюваності конструктивних елементів, які визначають ресурс;
- якість обслуговування і умови зберігання.

При вирішенні задачі про ресурс нового комбайну необхідно дати відповідь на питання про величину напрацювання, до якої доцільно експлуатувати кожен конструктивний ресурсовизначаючий елемент (РВЕ).

Алгоритм рішення задачі про ресурс передбачає визначення РВЕ і визначення ресурсу кожного елемента.

При цьому виникає комплекс задач, який передбачає виявлення РВЕ, визначення способів своєчасного попередження і відновлення. Ці задачі доцільно вирішувати поетапно. Кожний етап – це період експлуатації ( $\Delta t$ ), для якого відомий вичерпний перелік РВЕ, та розроблені заходи по їх контролю, попередженню та ремонту.

Вихідною інформацією для вирішення задачі про ресурс слугують результати дослідів та моделювання процесів старіння (динаміки зносу та накопичування втомних пошкоджень).

Зростання величин необхідних ресурсів підвищує вимоги до точності і достовірності визначення характеристик зносостійкості і втомлюваності, а також, в свою чергу, до якості побудови і відтворення при лабораторних випробуваннях і комп'ютерному моделюванні експлуатаційних спектрів навантаження. При проведенні таких досліджень необхідно максимально реалізовувати еквівалентність програми реальним умовам навантаження для всього переліку РВЕ зернозбирального комбайну. В процесі випробувань і експлуатації розробляються конструкторсько-технологічні та організаційні заходи які забезпечують ресурс зернозбирального комбайну. Їх ефективність перевіряється в межах тих самих випробувань і в умовах експлуатації.

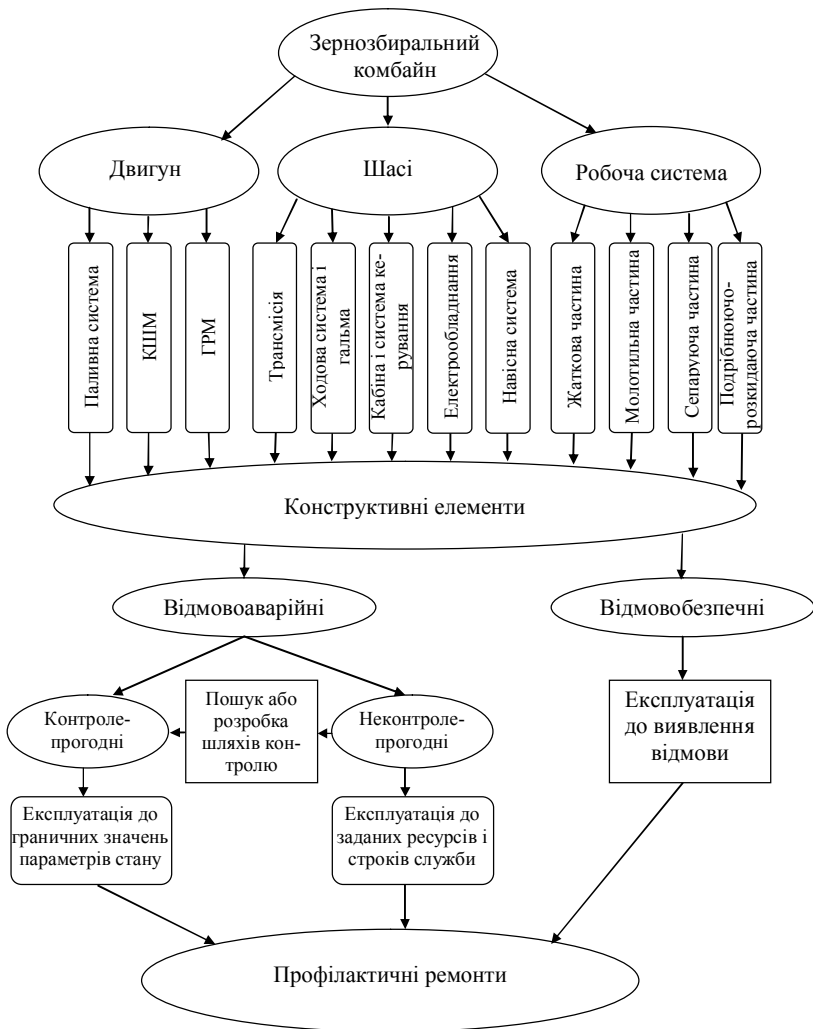


Рис. 3. Структурна схема зернозбирального комбайна сімейства «Скіф»

В результаті випробувань і спостережень формується банк даних по вірогідним експлуатаційним дефектам на етапі експлуатації ( $\Delta t$ ).

### Висновки.

1. Обов'язковими складовими робіт при дослідженнях повинні бути:
  - контроль структури навантаження;

- контроль фактичного напрацювання;
- встановлення критеріїв граничного стану деталей, вузлів, агрегатів;
- визначення граничних діагностичних параметрів;
- пошук ефективних засобів контролю технічного стану агрегатів і систем;
- розробка заходів по зниженню інтенсивності зносу і усуненню пошкоджень від втомленості.

2. Для розробки методу нормування рівня довговічності і безвідмовності нових зернозбиральних комбайнів сімейства «Скіф» необхідно провести комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану несучих частин комбайну, а також провести комп'ютерний аналіз молотильно-сепарувальної системи. Нормування показників надійності провести згідно методики [4].

3. Необхідно провести комплексні польові випробування комбайнів на різних культурах, з метою встановлення граничного стану вузлів і агрегатів. На основі отриманих даних сформуванати банк даних по вірогідним експлуатаційним дефектам і визначити перелік РВЕ. Провести необхідні конструкторсько-технологічні та організаційні заходи для забезпечення ресурсу зернозбиральних комбайнів сімейства «Скіф».

### **Список використаних джерел**

1. Кравчук В.І. / Машини для збирання зернових та технічних культур // За ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, - Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. 2009. – 296 с.
2. Кухтов В.Г. / Долговечность деталей шасси колёсных тракторов // Кухтов В.Г. – Харьков. ХНАДУ, 2004. – 292с.
3. СОУ 74.3-37-04604309-786:2012. Загальні правила задання вимог при нормуванні надійності.
4. Шуринов В.А. / К вопросу о нормировании надёжности зерноуборочных комбайнов // Шуринов В.А., Погорельый В.В., Кухтов В.Г. – Харків. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Випуск 139. 2013. ст. 5-11.

### **Аннотация**

## **К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Кухтов В.Г., Знайдюк В.Г., Погорельый В.В.**

*В статье представлены основные положения метода нормирования уровня долговечности и безотказности современного зерноуборочного*

*комбайна на примере семейства отечественных комбайнов «Скиф». Приведена структурная схема зерноуборочного комбайна семейства «Скиф».*

## **Abstract**

### **ON THE QUESTION OF THE RELIABILITY OF THE VALUATION OF DOMESTIC PRODUCTION OF COMBINE HARVESTERS**

**Kuhtov V.G., Znaydyuk V.G., Pogoreliy V.V.**

*The paper presents the main provisions of method standardization level of durability and reliability of modern combine harvesters example family home combines "Skif". Shows the block diagram of combine harvester family "Skif".*