

УДК 6. 31

Рубльов В., д-р техн. наук, професор (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

## Структуризація будови сільськогосподарських машин як напрям обґрунтування її ресурсу

Ресурс машини визначається ресурсом її складових частин. Крім того, ресурс машини – це її довговічність і надійність. У статті описана структуризація за системними і загальносистемними показниками якості. Показана залежність ресурсу машин, їх систем, агрегатів, вузлів від ресурсу окремих деталей. Наведені напрями визначення і розрахунку ресурсу. Вказані напрями прогнозування ресурсу. Для реалізації структуризації системних і загальносистемних показників на основі Єдиної системи технологічної документації розроблені карти контролю дев'яти типів сільськогосподарських машин. Вони були використані для продажу машин, а також під час технічного обслуговування.

**Ключові слова:** ресурс, сільськогосподарська машина, структуризація, складові частини, карти контролю, розрахунок ресурсу.

**Вступ.** Ресурс технічний - це складова довговічності у групі показників надійності (рис. 1). Надійності надається велика увага. Серед груп показників якості (ПЯ) промислової продукції надійність займає третє місце після функціональних показників щодо призначення машини і техніко-економічних показників.



Рис. 1 – Складові групи показників надійності і довговічності

Термін "технічний ресурс" визначає сумарне напрацювання об'єкта від початку його експлуатації чи відновлення до переходу в граничний стан. Він вимірюється в одиницях виміру напрацювання. Найширше використовується статистичний показник ресурсу – гама-процентний (-- % ресурс) [1,2].

Знання ресурсу дозволяє вирішити цілу низку питань:

- під час виготовлення – цілеспрямовано удосконалити технологію виготовлення виробу;
- під час експлуатації – оптимізувати машинно-тракторний парк та забезпечити своєчасне технічне обслуговування і планове відновлення;
- під час продажу – визначити номенклатуру і кількість ліквідних деталей для своєчасного задоволення споживача і його прав у разі відмови техніки відповідно до Закону України ст. 9 [3], а також забезпечити оптимізацію використання складських приміщень за рахунок зменшення номенклатури і кількості неліквідних деталей.

Оцінка показників надійності виконується у часі (як мінімум, протягом трьох років) і в технологічному середовищі. Тому, для визначення її показників роз-

роблені декілька груп методів випробувань (рис. 2) [4, 5]. Види випробувань повнокомплектних машин класифікуються з урахуванням організації, місця проведення і технічних засобів. За принципами організації вони поділяються на експлуатаційні та прискорені. Прискорені іспити можуть проводитися в процесі експлуатації, на стенді і на полігоні.

Експлуатаційні іспити застосовують для оцінювання показників надійності,



Рис. 2 – Види випробувань



Рис. 3 – Класифікація видів і методів випробувань та оцінюваних показників якості ( ПЯ )

функціональності, ергономічності, екологічності, транспортабельності, безпеки праці, паливно-енергетичної економічності (рис. 3). Прискореними іспитами оцінюють показники надійності і транспортабельності.

© Рубльов В. 2017

Для визначення показників надійності використовуються загальноприйнята система збору і обробки інформації [1, 6]. Відносно ресурсу ця система дозволяє:

- встановити деталі та складальні одиниці, які обмежують надійність готових виробів;
- визначити закономірності виникнення відмов;
- встановити вплив умов і режимів експлуатації на надійність;
- корегувати показники надійності, які нормуються;
- оптимізувати норми витрат запасних частин, виявлення недоліків експлуатації та вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту.

Проте, роботи щодо визначення надійності і ресурсу сільськогосподарської техніки в більшості декларують принципи її оцінки. Крім того, вони різноманітні і характерні для вирішення конкретних задач.

Для забезпечення єдності збору і визначення показників надійності, як методична основа рішення вищезазначених задач пропонується системний принцип аналізу конструкції машин. Він ґрунтується на фактографічних і експертних методах досліджень (рис.4) [7]. У свою чергу, фактографічні дослідження використовують методи аналогії і статистичні методи. Експертні методи базуються на індивідуальних і колективних експертних оцінках.

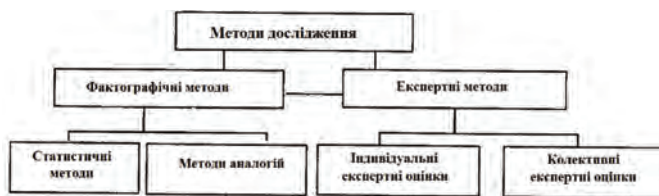


Рис. 4 – Групи методів досліджень

**Основна частина.** Виходячи із системного принципу досліджень, машина розглядається як складний об'єкт, у який до першого рівня складності входять найбільші складові частини (системи й агрегати: двигун, ходова частина та інші). До другого рівня належать їхні підсистеми. Далі вони теж підрозділяються на простіші складові частини 3-го рівня складності і так далі - до вузлів, сполучень, деталей, показників якості та параметрів. Усього в машинах доцільно розглядати 5-6 рівнів складності, у кожному з яких складові частини характеризуються визначеним переліком показників якості та параметрів [4 - 6].

Системний принцип ранжування погоджений з такими рішеннями:

- системна побудова конструкторських рішень,
- типізація складових частин, агрегатів, вузлів, сполучень, деталей та їхніх показників і параметрів;
- спеціалізація виробництва комплектувальних;
- спеціалізація технологічних процесів їх виготовлення.

Такий підхід найбільше відповідає вирішенню вищезазначених задач. Ранжування машин за рівнями складності їхніх складових частин наведено на рис. 5 [4-6, 8]. Показники якості систем механізмів або системні показники якості (СПЯ) і їхніх складових частин дозволяють простежувати їх якість на будь-якому рівні ранжування.

Уведення загальносистемних показників якості (ЗПЯ) (рис. 6) серед показників якості всіх рівнів ранжування має такі переваги:

- сприяє простежуванню значень контрольованих показників і параметрів якості деталі, сполучення, вузла, агрегата, системи й загалом по машині;
- забезпечує підрахунок кількості дефектів за ЗПЯ на кожному рівні ранжування й оцінку їхнього негативного впливу на машину.

Різноманіття споживчих вимог, які висуває попит споживача і ринок, визначають різноманіття властивостей і показників, які характеризують якість продукту суспільної праці. Розходження вимог до продукту - товару на різних стадіях життєвого циклу (СЖЦ) збільшує не тільки це різноманіття, але також види і методи їхньої оцінки.

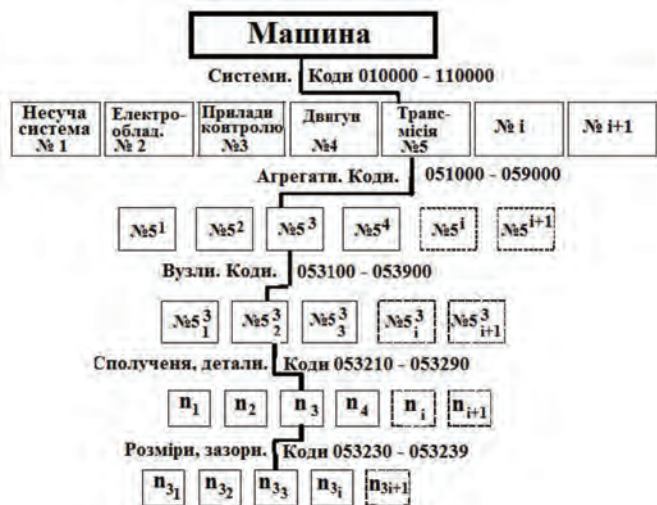


Рис. 5 – Схема ранжування системних показників якості повнокомплектних машин

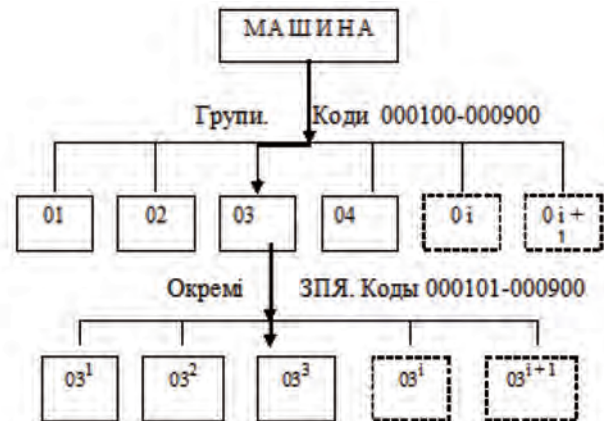


Рис. 6 – Схема ранжування загальносистемних показників якості

Визначаючи показники якості на стадіях виготовлення, контролю і випробувань, постачання і реалізації продукції, доводиться оперувати результатами їхньої оцінки на всіх стадіях і враховувати їх під час прогнозування якості на наступних СЖЦ. Такий підхід у першому випадку служить захисту споживача від постачання йому неякісної продукції від виробника, постачальника, а в іншому - захисту свого підприємства, яке надає торгово-посередницькі послуги, від помилок споживача.

вача у разі неграмотної експлуатації виробу.

Вищевикладене дає можливість визначити номенклатуру деталей, показників їхніх властивостей і значення параметрів їхньої якості, які впливають на надійність сільськогосподарської техніки (СГТ) та її складову – ресурс. Методом дедукції (від загального до окремого) знаходимо і прогнозуємо причини, які визначають ресурс машини загалом. Це підтверджується досвідом практики щодо визначення деталей та їхніх параметрів, які впливають на ресурс машини або установки загалом (таблиця 1). Так, працездатність двигуна внутрішнього згорання визначається, насамперед, станом поршневого кільця, його довговічністю, зносостійкістю.

Таблиця 1 – Номенклатура деталей, які впливають на працездатність і ресурс машини та обладнання

№ п/п	Найменування машини, агрегата, вузла	Найменування деталі	Найменування показників деталей
1	Двигун внутрішнього згорання	Поршневе кільце	Матеріал кільця, товщина хромового покриття, рівномірність розподілу напруги по його діаметру
2	Побробнювач грубих кормів ІГК-30Б	Різьбове кріплення штифта, шайба гровера	Твердість – якість термообробки
3	Кормодробарка КДУ-2; ДКМ -5; ДБ-5	Молоток	Твердість – якість термообробки
4	Доільне обладнання	Дійкова гума	Рівнотовщинність стінок
5	Плуг	Леміш	Матеріал, товщина лева, форма геометрії лемеша
6	Культиватор	Лапа	Матеріал, товщина лева, форма геометрії
7	Вся сільськогосподарська техніка	Різьбові з'єднання	Матеріал, міцність кріплення, фіксація

Зносостійкість визначається матеріалом кільця, товщиною хромового покриття і рівномірністю розподілу напруги по його діаметру. Незначною вагою (40-50 грамів) вони визначають працездатність машин, агрегатів і вузлів вагою 100-1000 і більше кілограмів.

Аналізуючи результати структуризації, визначають номенклатуру вузлів і деталей, які впливають на їхній ресурс.

Відмова машини спричиняється не загальним руйнуванням, а руйнуванням її окремих складових частин. Те ж саме відноситься до її складних частин: агрегатів, вузлів, сполучень, деталей. Вони стають непридатними за одним або двома показниками чи параметрами.

Для цього використовуються реєстраційні методи спостережень відмов машин як от: журнали, протоколи та інші фактографічні матеріали (фотографії, ескізи, описи, вимірювання).

Найбільш ефективно це проявляє морфологічний аналіз. Для цього використовується таблиця за результатами структуризації конструкції машини.

На базі морфологічного аналізу і правил розроблення технологічної документації за ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД "Термины и определения основных понятий" [ 9] розроблені карти контролю груп сільськогосподарської техніки [ 10]. Схема карти контролю наведена в табл. 2.

Таблиця 2 – Схема карти контролю

Організація розробник	Карта контролю			Креслення	
				Матеріал	
Найменування			Аркушів	Аркуш	
Код контрольованого показника	Назва контрольованого показника	Величина контрольованого показника	Метод інструмент, контролю	Приймальний рівень дефектності, q	
000000	Загальносистемні показники				
.....	.....	.....	.....	.....	
000999	.....	.....	.....	.....	
001000	Системні показники	.....	.....	.....	
.....	.....	.....	.....	.....	
999999	.....	.....	.....	.....	

Для виконання статистичного контролю, як більш ефективного порівняно з одиничним контролем у системі управління якістю [ 4, 8], необхідно скласти карти контролю. Їх проектування здійснюється із застосуванням САПР на базі ПК [ 8].

Формуючи карти контролю, слід вказати:

– Назву машини, її марку та інші необхідні реквізити.

– Перелік контрольованих показників.

– Шестизначний код для передачі значення контрольованого показника в довідково-інформаційний фонд.

– Назву контрольованого показника (параметра).

– Значення контрольованого параметра згідно з кресленням і нормативно-технічною документацією (далі "НТД").

– Інструменти, калібри, пристосування і методика, застосовувана для контролю.

– Приймальний рівень дефектності, q.

При цьому можливе коригування змісту розроблених і занесених в автоматизований довідково-інформаційний фонд карт контролю. Це дає додаткову можливість виконувати такі завдання:

- за кодом контрольованого параметра створювати зведені карти дефектів;

- проводити первинний статистичний аналіз кількості дефектів;

- здійснювати графічне представлення даних про дефекти.

Розроблені карти контролю таких груп СГТ: плуги; культиватори; сівалки; кормозбиральні машини; зернозбиральні комбайни; трактори; автомобілі; причепи; доільне обладнання [ 10]. Вони апробовані на машинах у системи постачання і продажу біля ста найменувань СГТ.

Збір інформації за надійністю СГТ з подальшим використанням для визначення ресурсу здійснюється не тільки за результатами контролю, але й за журналами спостережень і накопичувальними відомостями та бухгалтерським обліком у господарствах, які експлуатують техніку. Вони наведені на рис. 7, 8. Докладніше

вони описані в роботі [6].

„Затверджую”  
(посада, підпис)

**Карта діагностики  
складових частин машин за ресурсними параметрами**

**I. Загальні відомості**

Господарство \_\_\_\_\_ Дата „ \_\_\_\_” \_\_\_\_

Марка \_\_\_\_\_ Держ. № \_\_\_\_\_

Двигун № \_\_\_\_\_ шасі № \_\_\_\_\_

Рік і дата надходження в господарство \_\_\_\_\_

Напрясування від початку експлуатації (від останнього капітального ремонту) \_\_\_\_\_  
(мото-год, л витраченого палива, у. од, га)

**II. Відомості тракториста-машиніста**

Тракторист-машиніст  
(п., і., б.)

**III. Результати зовнішнього огляду і прослуховування**

\_\_\_\_\_

**IV. Результати діагностики**

№ п/п	Агрегат (вузол)	Одиниця вимірювання	Параметри його стану	Результат вимірювання

**V. Інші несправності**

\_\_\_\_\_

**VI. Висновок про результати діагностики**

Майстер-діагност \_\_\_\_\_

Тракторист-машиніст \_\_\_\_\_

Рис. 7 – Карта діагностики складових частин машин за ресурсними параметрами

Підприємство-господар \_\_\_\_\_

Марка машини \_\_\_\_\_ Держ. № \_\_\_\_\_

Виробник \_\_\_\_\_

Завод № \_\_\_\_\_ Рік виготовлення \_\_\_\_\_

Рік надходження машини \_\_\_\_\_

Складова частина машини	Параметр	Од. виміру	Номінальне значення	Значення параметрів під час діагностування		
				Наробіток мото-год. дата	Наробіток мото-год. дата	Наробіток мото-год. дата
1	2	3	4	5	6	7

Рис. 8 – Накопичувальна карта діагностики

Залишковий ресурс визначається шляхом технічного діагностування:

- у період експлуатації;
- під час технічного обслуговування;
- під час ремонту машин.

Прогнозування залишкового ресурсу визначається у таких випадках:

- з відомим напрацюванням від початку експлуатації;
- з невідомим напрацюванням від початку експлуатації;
- з урахуванням випадкового характеру зміни параметра.

Рішення про можливість подальшої експлуатації машини та її залишковий ресурс або необхідність про-

ведення ремонту приймають за результатами контролю діагностованих параметрів, які визначають ресурс машини та її агрегатів.

Результати діагностування заносять у карту діагностики складових частин машини за ресурсними параметрами та накопичувальною картою (рис. 7 і 8) для аналізу визначення залишкового ресурсу. Визначення залишкового ресурсу за даними технічного діагностування машин, які надійшли в ремонт, проводять з метою встановлення обсягів ремонтних робіт, їх забезпечення та якості виконання. Прогнозування залишкового ресурсу і його розрахунки описані в роботі [6].

Граничні значення параметрів стану встановлюють на підставі таких відповідних критеріїв:

1. Технічні критерії – характеризують граничний стан складових частин, коли вони не можуть більше виконувати свої функції з технічних причин або коли подальша експлуатація об'єкта діагностики зі складовими частинами, які досягли граничного стану, приводить до аварійної відмови.

2. Техніко-економічні критерії – характеризують граничний стан, вказують на зниження ефективності використання об'єкта діагностики внаслідок зміни технічного стану.

3. Технологічні критерії – характеризують різке погіршення якості виконання робіт внаслідок граничного стану робочих органів машин.

**Висновки.** Розглядається ресурс, як складова довговічності, одного з показників надійності, який визначається у часі. Показано, що ресурс машини визначається ресурсом її складових. Для визначення ресурсозначущих деталей та їх параметрів обґрунтована необхідність структуризації машини, починаючи з великих складових і до опису деталей систем і вузлів, їх показників і параметрів якості. Описана структуризація за системними показниками, загальносистемними показниками якості та запасними частинами.

Показана залежність ресурсу машин, їх систем, агрегатів, вузлів від ресурсу окремих деталей. Наведені напрями визначення і розрахунку ресурсу. Для реалізації структуризації системних і загальносистемних показників на основі Єдиної системи технологічної документації розроблені карти контролю плугів, культиваторів, сівалок, кормозбиральних машин, зернозбиральних комбайнів, тракторів, автомобілів, причепів та доїльного обладнання.

Збір інформації щодо надійності сільськогосподарської техніки і подальше використання для визначення ресурсу здійснюється не тільки за результатами контролю, але і з журналів спостережень і накопичувальних відомостей та бухгалтерського обліку в господарствах, які експлуатують техніку.

Вказані напрями прогнозування ресурсу. Він визначається у таких випадках:

- з відомим напрацюванням від початку експлуатації;
- з невідомим напрацюванням від початку експлуатації;
- з урахуванням випадкового характеру зміни параметра.

### Список літератури:

1. Черновол М.І., Черкун В.Ю., Аулін В.В., Солових Є.К., Гранкін С.Г., Гранкіна О.В. Надійність сільськогосподарської техніки. Підручник. / За заг. ред. М.І.Черновола. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320 с.

2. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Скобло Т.С., Чорновол М.І., Ружило З.В. та ін. Ремонт машин та обладнання. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. професорів О.І.Сідашенко та О.А. Науменка. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка, 2010. – 744 с..

3. Закон України "Про захист прав покупців сільськогосподарських машин"

4. Рубльов В.І., Войтюк В.Д., Михайлович Я.М., Денисенко М.І., Дев'ятко О.С. Якість, стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник. За ред. проф. В.І. Рубльова.-К.: Полтава, ФОП Крюков Ю.С., 2014.-288 с.;

5. Рубльов В.І., Войтюк В.Д., Бондар С.М. Стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки. Посібник: За ред. В.І. Рубльова. Ніжин «Видав. Аспект-Поліграф», 2013.- 248 с.

6. Рубльов В.І. Діагностування і прогнозування технічного стану машин. (Скорочений цикл лекцій). Для студентів ОКР "Магістр" з напрямку підготовки 8.10010203 "Механізація сільського господарства" (спеціалізація: "Технічний сервіс машин та обладнання"). – Київ: Видав. "Ничлава", 2014.-68 с.

7. Рублёв В.И., Судакова Т.В., Саклакова Е.В. Основы научных исследований в области экономики и управления на транспорте. Учебное пособие. Сев.Кав.ГТУ, г. Ставрополь, 2003.-200 с.

8. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні: Посібник: За ред. В.І. Рубльова.-К.:Видав. НАУ, 2006.-227 с.;

9. ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий

10. Стандартизація та сертифікація техніки і обладнання. Лабораторний практикум. Частина 1: Нормативна документація і статистичний контроль якості сільськогосподарської техніки: Навч. посібник / Рубльов В.І., Войтюк В.Д., Денисенко М.І., Ничай. І.М., Опалко В.Г., Рубльов В.Є.. За ред. проф. В.І. Рубльова. – Київ: Видав. "Ничлава", 2014.-240 с.

**Аннотация.** Ресурс машины определяется ресурсом ее составных частей. Кроме того, ресурс машины - это ее долговечность и надежность. В статье описана структуризация по системным и общесистемным показателями качества. Показана зависимость ресурса машин, их систем, агрегатов, узлов от ресурса отдельных деталей. Приведены направления определения и расчета ресурса. Указаны направления прогнозирования ресурса. Для реализации структуризации системных и общесистемных показателей на основе Единой системы технологической документации разработаны карты контроля девяти типов сельскохозяйственных машин. Они были использованы для продажи машин, а также во время технического обслуживания.

**Summary.** Resource of a machine is defined by resource of its parts. Besides resource of a machine - is its durability and reliability. The article describes the structuring according to the system and overall system quality indicators. Dependence of a vehicle's, its systems', components', and assemblies' durability on individual parts resource is shown. The directions of definition and resource calculation are given. The resource forecasting directions are pointed out. To implement the structuring of systemic and overall parameters on the basis of a Single system of technical documentation the control cards of nine types of agricultural machines are developed. They were used while selling machines, as well as during maintenance.

Стаття надійшла до редакції 10 березня 2017 р.

УДК 631.331:635.1/.8

**Адамчук В.**, академік НААН, д-р техн. наук, проф.; **Борис А.**, канд. техн. наук, **Савченко І.**, канд. техн. наук (Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»); **Калапа С.**, генеральний директор, **Кваша Ю.**, генеральний конструктор, **Шинкевич Є.**, керівник проекту КБ (ПАТ «ЕЛЬВОРТІ» («Червона зірка»); **Муравйов В.**, канд. с.-г. наук (Інститут овочівництва та баштанництва НААНУ)

## Шлях удосконалення вітчизняної посівної техніки для овочівництва

В статті окреслений шлях розвитку вітчизняної посівної техніки для овочівництва, виробництво якої, в основному, було зосереджено на заводі «Червона зірка» (зараз «Ельворті»). Зокрема, встановлений розподіл насіння за шириною під час двострічкового посіву. Обґрунтована площа живлення дала змогу запропонувати нове технічне рішення для двострічкового посіву. Вказана пропозиція реалізована у експериментальному зразку пневматичної овочевої сівалки точного висіву «Селена-6». Вказана схема дозволяє висівати насіння меншими нормами і забезпечувати більш рівномірний розподіл насіння за рахунок зменшення пульсації потоку

**Ключові слова:** Овочеві сівалки, завод «Червона Зірка», конструкція, технічні параметри, робочі органи, катушкові висівні апарати, пневматичні висівні апарати.

© Адамчук В., Борис А., Савченко І., Калапа С., Кваша Ю., Шинкевич Є., Муравйов В. 2017