

## Новий формат ресурсних випробувань на виробничій базі УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У минулі пострадянські роки держава, як одноосібний замовник, виробник і фінансист, могла вишукувати можливість відбору машин для дослідження їхнього ресурсу в різних ґрунтово-кліматичних зонах країни, що було кропітким, довготривалим і затратним процесом. Сьогодні ресурс – це категорія взаємовідносин виробника сільськогосподарської техніки і її споживача. Переважною більшістю вітчизняних виробників ресурс зовсім не відстежується.

В УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, на його виробничій базі, розпочато проведення ресурсних випробувань машин, в основі яких лежить довготривале дослідження повного ресурсу служби машини.

На прикладі ґрунтообробної і посівної техніки це реалізується за суцільного моніторингу обсягів наробітку, видів робіт, динаміки зносу машини загалом і контрольованих вузлів зокрема.

**Ключові слова:** ресурс машин, надійність, контрольований параметр, інноваційні підходи, нормативна база, граничний стан, моніторинг роботи, спрацювання, диск, коефіцієнт технічного використання агрегата.

**Постановка проблеми.** У минулі роки дослідження «ресурсу техніки» було темою, яка вимагала окремих ретельних підходів до її вивчення, залучення цілих галузей та окремих наук. На сьогоднішній день це поняття з позицій виробника техніки і її споживача має різні тлумачення. Обидві сторони мають серйозну зацікавленість у конкретизації бачення сутності цієї характеристики, яка є похідною надійності машин. Якщо в минулому держава, як власник усього, давала можливість відбирати виготовлені зразки або їх партії для перевірки в різних умовах, то в теперішній час, коли власником продукції є завод-виробник, який має різні фінансові можливості, питання ресурсу у фінансово спроможних може вирішуватись самотужки, а у тих, які мають обмежений доступ до фінансів, відходити на задній план. Причому, якщо для споживача технічний ресурс є розумінням тривалої безвідмовної роботи за будь-яких умов та обслуговування машини, то для виробника, який шукає нові інноваційні підходи, створення машин пов'язане зі зменшенням металомісткості, включенням нових рішень міцності та жорсткості. Ресурс, як довготривала та надійна робота, є похідною конструкційної складової та системного обслуговування нерідко з елементами «know how» та жорстким витримуванням встановлених регламентів. Оскільки, крім фінансів, на цьому етапі заводи-виробники мають певні обмеження у вивченні нормативної бази у сфері надійності, і самі не в змозі проводити відповідні випробування, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого практикує ресурсні випробування, результатом роботи яких є сертифікат якості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багаторічні спостереження за зміною технічного стану елементів і роботоздатністю машин дозволяють зробити висновок про те, що основні показники працездатності (придатність і ресурс) зменшуються в часі не з однаковою швидкістю і обмежуються різними гра-

ничними величинами. Оскільки величина ресурсу обмежується граничним станом основних елементів машини, коли експлуатація її стає неможливою, слід припустити, що кількісно значення величини ресурсу змінюється від вихідного (стовідсоткового) до нуля або близького до нуля.

**Мета дослідження:** визначення і порівняльне оцінювання кількісних і якісних значень параметрів зношення контрольованого об'єкта з показниками кращих аналогів.

**Об'єкт дослідження:** ресурс робочого органу до втрати його роботоздатності або до досягнення граничних значень показників, встановлених виробником.

**Виклад основного матеріалу.** У теорії й практиці машиновикористання оцінку працездатності сільськогосподарських машин виражають за допомогою якісних показників за деякими основними параметрами. Кількісна оцінка роботоздатності машин у синтезованому вигляді необхідна для управління їхнім станом поки що не застосовується. З огляду на це неможливо визначати досить повно їхні поточні технічні характеристики, що нерідко ускладнює прийняття необхідних оперативних рішень. За якісної оцінки, під працездатністю машини (агрегата) мається на увазі, як відомо, її стан, що визначає ступінь відповідності елементів технічним вимогам у певний момент часу (за основними параметрами), що характеризує якість виконання заданої функції. Така оцінка працездатності хоча і відрізняється простотою, однак не дозволяє отримувати достатньої кількісної інформації, необхідної для забезпечення і прогнозування потрібної працездатності. Застосування кількісної оцінки за її очевидної необхідності пов'язане з деякими труднощами через відсутність відповідних єдиних показників. Незважаючи на це, для кількісної оцінки технічного стану агрегатів і машин можна застосовувати різні методи, використо-

вучи безпосередні та опосередковані ознаки стану елементів і їхніх зв'язків. Один з методів синтезованої кількісної оцінки працездатності ґрунтується на показниках придатності машини (агрегата) і її ресурсу. Аналіз методів визначення працездатності машини показує, що найбільш повну і досить достовірну кількісну оцінку працездатності, яка відобразить поточну технічну характеристику машини, можна отримати тільки за їх спільного застосування. Застосовуючи ці показники порізно, отримати повну характеристику працездатності машини не можна, оскільки за досить високих показників придатності певна машина (агрегат) може бути непрацездатною через вичерпання ресурсу недовговічних елементів або всієї машини (кінець доремонтного періоду). І навпаки, машина може мати в конкретний момент часу достатньо високий ресурс за низьких значень придатності (після неодноразового капітального ремонту і т. д.).

Із всевітньо відомої інтернет-енциклопедії «Вікіпедія» поняття «ресурс машин» означає напрацювання пристрою (механізму) від початку його експлуатації або після ремонту і до досягнення ним граничного стану, що визначається нормативно-технічною документацією. Цей граничний стан характеризується технічною неможливістю або економічною недоцільністю подальшого використання машини через різке погіршення показників роботи: зниження продуктивності, невиконання заданої функції, високої інтенсивності відмов і т. д. Величина ресурсу для різних елементів машини визначається індивідуально. Ресурс деталі, наприклад, визначають напрацюванням до першої відмови за одним або декількома параметрами. Для машини або агрегата напрацювання до відмови одного або декількох недовговічних і недорогих елементів не визначає ще величини їхнього технічного ресурсу, оскільки після заміни елемента, який відмовив - без детального розбирання або нетривалого за часом і порівняно недорогого ремонту, машину або агрегат можна знову використовувати досить довго. Зважаючи на це, показники придатності і ресурсу характеризують працездатність машини.

Відрізняють такі види ресурсу:

- повний – термін служби машини (виробу) до кінця її (його) експлуатації;

- доремонтний, міжремонтний – термін від початку експлуатації (після ремонту) до відновленого ремонту;

- витрачений – від початку експлуатації до певного напрацювання;

- залишковий – від розглянутого (певного) напрацювання і до відмови (для невідновлюваного виробу) або до ремонту (для виробу, який підлягає ремонту).

Надалі буде розглядатися повний ресурс, як найбільш важливий та визначальний в умовах випробувань, при базовому інституті досліджень сільськогосподарської техніки УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Метою таких випробувань є систематизація базових вузлів (деталей) машини, які найбільше піддаються зносу та спрацюванню, визначення граничних значень контрольованих показників, постійний моніторинг роботи під встановленим наробітком, прогноз та загальна оцінка за його ресурсом.

На прикладі агрегата ґрунтообробного ДЛ-2,5 виробництва ТОВ «ЛКМЗ», м. Лозова (рис.1) (випро-

бування агрегата проводились з 2009 по 2016 рік в умовах, характерних для зони Лісостепу України) були встановлені вузли з критичними відмовами для проведення поточного ремонту та оцінювання стану змін його параметрів протягом періоду ресурсних випробувань. Обсяги та види робіт виконаних агрегатом подано в таблиці 1.



Рис. 1 – Загальний вигляд агрегата ґрунтообробного ДЛ-2,5

Таблиця 1 – Види робіт, виконані агрегатом ДЛ-2,5

Періоди		Види обробітки	
Рік	Обсяг, га	Найменування роботи	Обсяг, га
2009	590	Лущення стерні на глибину 6-7 см	2640
2010	602		
2011	595	Поверхневий обробіток після грубостеблних культур	325
2012	598		
2013	601	Передпосівний обробіток на глибину 4-5 см	850
2014	599		
2015	605	Основний обробіток на глибину 9-10 см	925
2016	550		
<b>Всього</b>	<b>4740</b>		<b>4740</b>

Приміром, для визначення критичних відмов, які вимагають необхідності проведення ремонту в заводських умовах, у ході ресурсних випробувань, проводився облік та аналіз стану таких вузлів (таб. 2): рами, механізму навішування агрегата на трактор, дискових робочих органів, пружинної борони, трубчатого котка.

Таблиця 2 – Вузли агрегата, які підлягали обстеженню протягом ресурсних випробувань

Назва вузла	Відмови, дії з відновлення
Рама	Відмов не виявлено
Механізм навішування агрегата на трактор (тяговий вал системи навішування)	Поломка цапфи. Ремонт вала
Дискові робочі органи	Виявлено знос дисків, зміну діаметра, товщини та форми поверхні – вимагається проведення заміни. Злам, тріщини пружинних стояків, відновлення – зварювання або заміна
Пружинна борона	Відмов не виявлено
Трубчатий коток	Руйнування опорного підшипника. Двічі проведена повна заміна підшипників у господарських умовах

У таблиці 3 наведено групи складності відмов вузлів агрегата, які обстежувались протягом наробітку

4740 га. При цьому диски та пружні стояки були визначені як вузли з критичними відмовами, які вимагали необхідності відновлення агрегата в заводських умовах.

Таблиця 3 – Відмови агрегата за групою складності

Групи складності, параметри об'єкта критичного впливу, особливості відмов	Наявність відмов та результати їх оцінювання
Відмови III групи складності	-
Відмови II групи складності	2 шт.
Відмови I групи складності	Диски 20 шт.
Діаметр диска на початок / кінець випробувань, мм	566 мм / 495 мм
Характеристика граничних параметрів зносу	Знос діаметра диска величиною 71 мм. Зміна товщини диска до критичної 4,95 мм

Стан зміни параметрів дисків протягом періоду ресурсних випробувань показаний у таблиці 4.

Таблиця 4 – Стан зміни параметрів дисків протягом періоду ресурсних випробувань

Назва вузла, деталі	Параметри дисків, мм		Знос, %
	на початку ресурсних випробувань	у кінці ресурсних випробувань	
	Середній діаметр		
Диск	566	495	13,0
	Середня товщина крайки диска		
	δ – на початку випробувань	δ' - у стані зношення *	
Диск	6	4,95	17,5
	Форма поверхні		
Диск	Площина у вигляді круга	Площина у вигляді круга з дугувидним виробленням диска та зміною його товщини (рис. 2)	

\*- усереднене значення, визначене за 10-ма крайніми точками вершин диска, на глибині 10 мм

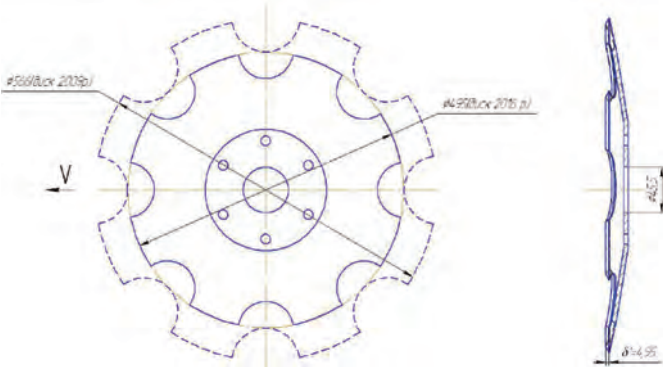


Рис. 2 – Схематичне зображення спрацювання диска

### Аналіз стану зміни параметрів дисків агрегата.

Як контрольований об'єкт вибрано диски, як найбільш зношені вузли, відновлення яких неможливе з господарських умов та вимагає ремонту (заміни) на заводі-виробнику. Інші деталі агрегата зберігають свої функціональні характеристики.

За період випробувань диски змінили діаметр, зокрема, на – 13,0 % та товщину – на 17,5 %.

Якісна робота дисків у такому стані неможлива, необхідно провести заміну вказаних робочих органів.

### Висновки за результатами дослідження.

Ресурс є важливою характеристикою надійності роботи машин, що за визначенням означає напрацювання пристрою від початку його експлуатації або після ремонту і досягнення ним граничного стану. Найбільш інформативним є повний ресурс служби машини від початку до кінця експлуатації.

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого запропонував формат ресурсних випробувань на його виробничій базі.

На прикладі ґрунтообробного агрегата ДЛ-2,5 виробництва ТОВ «ЛКМЗ» за 7 років проведено моніторинг відмов і визначення їх груп складності. Встановлено, що диски за їх повного зносу визначили ресурс до капітального відновлення агрегата, оскільки інші вузли зберігали працездатність. Граничний знос дисків відслідковувався за наробітку 237 га/диск. Після усунення відмов агрегат може бути використаний для подальшої роботи.

За результатом ресурсних випробувань УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого видає сертифікат якості (рис.3), в якому подано структуру виконаних робіт, ресурс функційної придатності, параметр зниження працездатності – граничний знос дисків, напрацювання на один диск та коефіцієнт технічного використання агрегата ґрунтообробного за період випробувань.



Рис. 3 – Сертифікат якості

### Література

1. Протокол ресурсних випробувань технічного засобу № 01-18-2016 «Агрегат ґрунтообробний ДЛ-2,5». Випробувано в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

**Анотація.** В прошлые постсоветские годы государство, как единоличный заказчик, производитель и финансист, могло изыскивать возможность отбора машин для исследования их ресурса в различных почвенно-климатических зонах страны, что было кропотливым, длительным и затратным процессом. Сегодня ресурс - это категория взаимоотношений производителя сельскохозяйственной техники и ее потребителя. Подавляющим большинством отечественных производителей ресурс вовсе не отслеживается.

В УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого, на его производственной базе, начато проведение ресурсных испытаний машин, в основе которых лежит долгосрочное исследование полного ресурса службы машины.

На примере почвообрабатывающей и посевной

техники это реализуется сплошным мониторингом объемов наработки, видов работ, динамики износа машины в целом и контролируемых узлов в отдельности.

**Summary.** In past post-Soviet years, the state, as the sole customer, producer and financier, could seek the possibility of selecting machines to study their resource in different soil and climatic zones of the country, which was a painstaking, lengthy and costly process. Today, the resource is a category of relations between the producer of agricultural machinery and its consumer. The over-

whelming majority of domestic producers do not track the resource at all.

In UkrNDIPVT L. Pogorilyy on its production base started resource testing of machines, based on a long-term study of the full service life of the machine

Using the example of soil-cultivating and sowing technology, this is realized by continuous monitoring of the amount of operating time, types of work, the dynamics of wear and tear of the machine as a whole, and the monitored nodes separately.

Стаття надійшла до редакції 19 вересня 2017 р.