

Механізація, електрифікація

УДК 631.358:633.521
© 2010

А.С. Лімонт,
кандидат
технічних наук
Житомирський
національний
агроекологічний
університет

ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ЩОЗМІННОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛЬОНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНОВИХ АГРЕГАТІВ

Досліджено тривалість щозмінного технічного обслуговування, частку цієї тривалості в структурі часу зміни льонозбиральних комбайнових агрегатів та їхню продуктивність за годину змінного часу. Виявлено кореляційний зв'язок між цими показниками та визначено кількісну зміну продуктивності залежно від досліджуваних факторів.

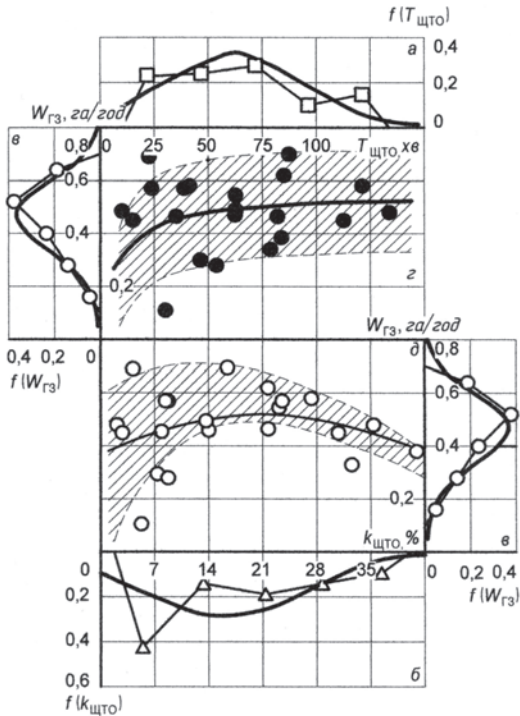
До надійності машин відносять їх ремонтно-придатність, яку оцінюють тривалістю виконання операцій технічного обслуговування (ТО) засобів механізації виробництва. Виконання ТО має забезпечити надійність [13] і працездатність машин, одним із показників яких є їхня продуктивність [9]. Висвітлено деякі проблеми прогнозування тривалості ТО машинних агрегатів на збиранні льону-довгунця — єдиного в Україні джерела текстильної сировини [5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання виробничої ефективності машинних агрегатів на збиранні льону-довгунця досліджували Водяницький Г.П., Доманчук Д.П., Гиренко І.А. [2, 6, 8] та інші науковці. Але потребують додаткового вивчення кількісний вплив факторів, що визначають продуктивність агрегатів, та чисельні значення відповідних коефіцієнтів, які характеризують окремі складові балансу часу зміни роботи машин. У структурі часу зміни відповідну частку займають витрати персоналу на обслуговування агрегату, зокрема проведення щозмінного технічного обслуговування (ЩТО).

Аналіз структури трудових затрат на окремі види ТО тракторів та частки кожного з цих видів у сумарних затратах праці за 1920 мотогодин роботи показав, що найбільшу трудомісткість (41,1—49,9% від сумарних затрат праці) становлять роботи з виконання ЩТО [3, 10, 16]. За даними А.П. Соломкіна [12], затрати часу на ЩТО тракторів класу 1,4 становлять 18 хв, а

льонозбиральних комбайнів ЛКВ-4Т — 17 (разом 35 хв), за розрахунками Агулова І.І., відповідно, 24 та 30 хв (разом 54 хв). За єдиними нормами виробітку і витрат палива на механізовані польові роботи в сільському господарстві [7], затрати часу на ЩТО тракторів МТЗ-80 становлять 20 хв, а трудомісткість ЩТО комбайнів ЛКВ-4Т, ЛК-4М і ЛК-4Т дорівнює приблизно 0,45 люд.-год. Відомо, що затрати часу на ЩТО машинних агрегатів відносяться до підготовчо-заклучних робіт. Тривалість підготовчо-заклучних робіт при використанні агрегату у складі трактора класу 1,4 і комбайна ЛК-4Т становить 39 хв, а у складі цього ж трактора і комбайна ЛКВ-4Т — 42 хв [14]. Підготовчо-заклучні роботи, крім ЩТО, включають ще затрати часу на підготовку агрегату до переїзду — 3 хв, переїзди на початку і наприкінці зміни — 26, на одержання наряду і здавання роботи — 4 хв [12]. Отже, з урахуванням цих складових затрати часу на ЩТО льонозбирального агрегату можуть становити лише 6 хв. Огляд наукових публікацій щодо тривалості і трудомісткості ЩТО льонозбиральних агрегатів у складі тракторів класу 1,4 та комбайнів ЛК-4Т свідчить, що остаточно це питання поки що не вивчене. Крім цього, в Україні опрацьовано нові засоби механізації для реалізації комбайнового збирання льону-довгунця [15] і прогнозування витрат часу на їх ЩТО має важливе значення у забезпеченні працездатності машин.

Мета досліджень — підвищити ефектив-



Полігони і криві нормального розподілу: а — тривалість щозмінного технічного обслуговування $f(T_{щто})$; б — частка цієї тривалості в структурі часу зміни $f(k_{щто})$; в — продуктивність льонозбиральних агрегатів за годину змінного часу $f(W_{гз})$ та зміна $W_{гз}$ залежно від $T_{щто}$ (г) і $k_{щто}$ (д)

ність використання льонозбиральних агрегатів у складі тракторів класу 1,4 і комбайнів ЛК-4Т шляхом забезпечення раціональних параметрів технічного сервісу — тривалості ЩТО.

Завдання досліджень — вивчити тривалість ЩТО льонозбиральних агрегатів у реальних умовах машинвикористання; визначити частку тривалості ЩТО машинних агрегатів у структурі часу зміни їхнього використання; з'ясувати якісну залежність продуктивності машинних агрегатів за годину змінного часу від досліджуваних факторів; виявити кількісну закономірність зміни продуктивності льонозбиральних агрегатів залежно від прийнятих і визначених показників оцінки їхньої надійності. У дослідженні за факторіальні ознаки використано показники, що визначали тривалість ЩТО, а результативні — продуктивність машинних агрегатів.

Об'єкт та методика досліджень. Об'єкти дослідження — льонозбиральні агрегати у складі тракторів класу 1,4 і комбайнів ЛК-4Т,

тривалість їхнього ЩТО і зміни та продуктивність агрегатів за годину змінного часу. Джерелом отримання вихідних даних для визначення факторіальних і результативної ознаки були хронометражні спостереження за використанням льонозбиральних агрегатів та фотографії робочого дня обслуговуючого агрегати персоналу (тракториста і комбайнера). Обробку одержаних у процесі дослідження даних здійснено з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу.

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень визначили діапазон варіювання факторіальних і результативної ознак, їхні середньоарифметичні значення, середні квадратичні відхилення та коефіцієнти варіації. Розраховано показники асиметрії і ексцесу розподілів та відношення цих показників до своїх середніх квадратичних відхилень, за якими досліджувані розподіли можна вважати такими, що не суперечать гіпотезі щодо їх нормального рівня. Перевірку узгодженості емпіричних розподілів з нормальним здійснили за χ^2 -критерієм Персона. Розрахунки показали, що емпіричні розподіли тривалості ЩТО і продуктивності агрегатів узгоджуються з нормальним законом на рівні значущості 0,05, а емпіричний розподіл частки тривалості ЩТО в структурі часу зміни — 0,001. Полігони емпіричних розподілів досліджуваних ознак та відповідні криві нормального розподілу цих же ознак наведено на рисунку.

Статистичний зв'язок між результативною і факторіальними ознаками показано через коефіцієнт кореляції, кореляційне співвідношення та коефіцієнт детермінації, які розкривають зміст якісної залежності продуктивності льонозбиральних агрегатів від факторів, що визначають їхню надійність за ремонтнопридатністю (рисунок).

Між тривалістю ЩТО і продуктивністю льонозбиральних агрегатів відмічено додатний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,078, а кореляційне співвідношення продуктивності агрегатів та тривалості ЩТО становило 0,517. Оскільки значення кореляційного відношення значно перевищує показник коефіцієнта кореляції, то між цими ознаками необхідно шукати криволінійну залежність. Це підтверджує і деяка асиметричність у емпіричних розподілах досліджуваних ознак. Вирівнювання експериментальних даних здійснено шляхом їх апроксимації гіперболічною залежністю зворотного зв'язку, яка після визначення за методом найменших квадратів коефіцієнтів регресії має вигляд:

$$W_{гз} = 0,54 - 2,66/T_{щто} \text{ при } k_d = 0,267, \quad (1)$$

де $W_{гз}$ — продуктивність за годину змінного

часу льонозбирального агрегату, га; $T_{\text{ЩТО}}$ — тривалість ЩТО льонозбирального агрегату, хв; k_d — коефіцієнт детермінації, що визначає частку впливу $T_{\text{ЩТО}}$ на зміну $W_{Г3}$ у сукупності всіх впливаючих факторів.

У гіперболічному рівнянні (1) вільний член (0,54 га) визначає усереднену межу підвищення продуктивності льонозбиральних агрегатів тільки за рахунок виконання ЩТО. Основна помилка вирівнювання експериментальних даних за рівнянням гіперболи становила 0,084 га, а, для прикладу, за рівнянням прямої $W_{Г3}=0,38+0,0015T_{\text{ЩТО}} - 0,230$. За визначенням коефіцієнтом детермінації 0,267 варіація продуктивності льонозбирального агрегату на 27% зумовлена варіацією тривалості ЩТО. Решта 73% неоясненої дисперсії зумовлена впливом на продуктивність льонозбиральних агрегатів інших факторів, які не розглядалися в цьому дослідженні.

На рисунку (г) показано експериментальні значення $T_{\text{ЩТО}}$ і $W_{Г3}$, отримані в результаті обробки відповідних хронометражних листів. За розміщенням точок, що визначають тривалість ЩТО і продуктивність агрегату, на рисунку проведемо обвідні, які охоплюють діапазон зміни спостережуваних досліджуваних ознак. За результатами аналізу поведінки цих обмежувальних кривих (показані на рисунку пунктирними лініями і нагадують гіперболічні функції зворотного зв'язку) можна зробити такий висновок: при зміні тривалості ЩТО від 9 до 50 хв продуктивність льонозбирального агрегату значно зростає; від 50 до 100 хв — вона децю повільніша, від 100 до 150 хв — ще повільніша. На рисунку наведено побудовану за рівнянням (1) гіперболічну криву зміни $W_{Г3}$ залежно від $T_{\text{ЩТО}}$. Характер поведінки кривої свідчить про те, що при зростанні тривалості ЩТО від 5 до 25 хв продуктивність агрегатів збільшується майже у 50 разів (від 0,008 до 0,43 га/год); від 25 до 50 хв — 1,13 раза (на 13,2%), а від 50 до 75 хв — у 1,04 раза (тільки на 3,7%). Отже, зі збільшенням тривалості ЩТО продуктивність агрегатів зростає, але з поступовим сповільненням, що прогресує при збільшенні часу на виконання щозмінного обслуговування. Що сто-

сується рекомендацій практичного характеру, то тривалість виконання ЩТО має бути обмежена 50 хв.

Між часткою тривалості ЩТО в структурі часу зміни $k_{\text{ЩТО}}$ (%) та продуктивністю $W_{Г3}$ (га) льонозбиральних агрегатів за годину змінного часу також відмічено кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,168 та кореляційним співвідношенням $W_{Г3}$ з $k_{\text{ЩТО}}$ — 0,431. Порівняння чисельних значень показників кореляційного зв'язку з урахуванням асиметричності досліджуваних розподілів дозволяє стверджувати про криволінійну зміну $W_{Г3}$ залежно від $k_{\text{ЩТО}}$. Аналіз засвідчив, що вирівнювання експериментальних даних, які характеризують кількісну закономірність зміни $W_{Г3}$ залежно від $k_{\text{ЩТО}}$, доцільніше здійснювати за параболічною залежністю другого порядку. Після визначення коефіцієнтів регресії рівняння параболі набуло вигляду:

$$W_{Г3} = 0,376 + 0,0124k_{\text{ЩТО}} - 0,00029k_{\text{ЩТО}}^2 \quad (2)$$

при $k_d = 0,186$.

Відношення основної помилки вирівнювання експериментальних даних продуктивності агрегату апроксимуючою параболічною функцією до середнього арифметичного ряду результативної ознаки, що оцінює вирівнювання експериментальних даних залежністю (2), становило 0,098. Це свідчить про задовільне вирівнювання експериментальних даних продуктивності агрегатів запропонованою прогностичною функцією [11]. За значенням коефіцієнта детермінації можна стверджувати, що на 19% зміна продуктивності агрегатів причинно зумовлена часткою тривалості ЩТО в структурі часу зміни роботи льонозбиральних агрегатів. Аналіз обмежувальних кривих, які графічно інтерпретують зміну продуктивності агрегатів залежно від частки тривалості ЩТО $k_{\text{ЩТО}}$ у структурі часу зміни (рисунки), свідчить, що за верхньою обмежувальною кривою максимум продуктивності припадає орієнтовно на $k_{\text{ЩТО}}=12\%$, а за нижньою — на $k_{\text{ЩТО}}=20\%$. Дослідження рівняння (2) на екстремум показало, що $W_{Г3}$ максимізується за $k_{\text{ЩТО}} = 21,4\%$.

Висновки

Тривалість щозмінного технічного обслуговування машинних агрегатів у складі з льонозбиральними комбайнами в рядових умовах експлуатації в структурі часу зміни роботи агрегатів коливається в межах 1,9—40,3%. Як показник ремонтпридатності тривалість ЩТО на 27% причинно зумовлює варі-

ацію продуктивності льонозбиральних агрегатів за годину змінного часу. Кореляційне відношення продуктивності агрегатів за тривалістю ЩТО становило 0,517, а за часткою цієї тривалості в структурі балансу часу зміни — 0,431. Зі збільшенням тривалості ЩТО в межах 9—133 хв продуктивність агре-

гатів зростає за законом гіперболи зворотного зв'язку. За інтенсивністю зростання продуктивності тривалість ЩТО має бути обмежена 50 хв з тим, щоб у структурі часу зміни ця тривалість не перевищувала 12%, оскільки подальше перевищення досліджуваної ознаки супроводжується зниженням продуктивності льонозбиральних агрегатів. Запро-

онована тривалість ЩТО має бути узгоджена з переліком операцій ТО, регламентованих відповідною нормативно-технічною документацією.

Перспективи подальших розробок, на нашу думку, мають бути зосередженими на з'ясуванні впливу інших складових часу зміни на продуктивність льонозбиральних агрегатів.

Бібліографія

1. Агулов І.І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин/І.І. Агулов, Л.Ф. Вознюк, О.В. Левчій. — К.: Урожай, 1989. — 256 с.
2. Водяницький Г.П. Машинна технологія виробництва льону-довгунця/Г.П. Водяницький, С.І. Корсак, Б.Є. Савельєв. — К.: Урожай, 1980. — 56 с.
3. Галушко М.Д. Результати аналізу експлуатаційної технологічності конструкції тракторів у зв'язку з виконанням операцій технічного огляду/М.Д. Галушко, Р.З. Антонішин, Б.В. Клепацький// Механізація і електрифікація сільського господарства. — К.: Урожай, 1971. — Вип. 15. — С. 61—65.
4. Герасимович А.И. Математическая статистика/ А.И. Герасимович. — Минск: Вышэйш. шк., 1983. — 279 с.
5. Горбовий А.Ю. Перспективи покращення механізації льонарства в Україні/А.Ю. Горбовий, Л.П. Середа, В.М. Пришляк//Вісн. Харків, нац. тех. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка: Механізація с.-г. виробництва. — Харків, 2008. — 75, Т. 2. — С. 159—169.
6. Доманчук Д.П. Организация комбайновой уборки льна/Д.П. Доманчук//Лен и конопля. — 1969. — № 6. — С. 15—17.
7. Единые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1982. — 416 с.
8. Исследование эффективности вариантов комбайновой уборки льна-долгунца в условиях Полесья УССР/[И.А. Гиренко, Л.М. Соснина, Г.П. Водяницький, Н.И. Куркова]/Механизация и электрификация сел. хоз-ва. — К.: Урожай, 1980. — Вип. 49. — С. 29—35.
9. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка/Ю.К. Киртбая. — М.: Колос, 1982. — 319 с.
10. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин. Навч. посіб./А.С. Лімонт. — Житомир: ДАУ, 2008. — 420 с.
11. Методика статистической обработки эмпирических данных: РТМ 44—62. — М.: Изд-во стандартов, 1966. — 100 с.
12. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. Учеб. пособ./Н.З. Фере, В.З. Бубнов, А.В. Еленев, Л.М. Пильщиков. — М.: Колос, 1978. — 256 с.
13. Соломкин А.П. Влияние качества обслуживания на надежность машин/А.П. Соломкин// Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. — 1977. — № 7. — С. 4—7.
14. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи/Упоряд. А.С. Пристапчук, О.Ф. Лук'янчук, В.М. Карпенко. — К.: Урожай, 1982. — 504 с.
15. Хайліс Г. Технології збирання льону та проблеми механізації льонарства/Г. Хайліс, О. Налобіна, В. Залужний//Техніка АПК. — 2004. — № 1—2. — С. 17—19.
16. Щабельский И.А. Приспособленность тракторов класса 5 тс к плановому техническому обслуживанию/И.А. Щабельский//Тр. ГОСНИТИ. — М.: ГОСНИТИ, 1977. — Т. 51. — С. 50—54.