

УДК 631.3

## АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМПЛЕКСНОГО ПОСІВНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Кишко М.Л., інженер,

Болтянський Б. В., к.т.н.,

Болтянський О. В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-04-42

**Анотація** – у статті розглядаються можливі шляхи підвищення ефективності використання посівних машинно-тракторних агрегатів.

**Ключові слова** – машинно-тракторний парк, ефективність використання, надійність, машинно-тракторний агрегат, показники.

*Постановка проблеми.* На полях України працюють прості, комбіновані та комплексні агрегати. За останній час все більше уваги приділяється використанню комплексних та комбінованих широкозахватних агрегатів.

Аналіз стану справ з використання техніки засвідчує, що при збільшенні терміну служби машин, як правило, зменшується сезонна продуктивність, підвищуються витрати паливо-мастильних матеріалів, праці, запасних частин, підвищуються загальні витрати на підтримку техніки в працездатному стані. Темпи зниження наробітку тим більші, чим більший термін експлуатації машини. В порівнянні з другим – третім роком експлуатації техніки, до закінчення її амортизаційного періоду річний наробіток зменшується на 20...40% в залежності від типу і функціонального призначення машини.

Ресурс наявного машинно-тракторного парку (МТП) зношений на 60...70%, а це, в свою чергу, призводить до росту сумарних витрат на підтримання техніки у працездатному стані, які до кінця амортизаційного терміну у 1,5...2 рази перевищують її балансову вартість [1].

Придбання нової техніки в умовах економічної кризи для більшості господарств практично нереально через фінансові труднощі.

*Аналіз останніх досліджень.* Аграрна реформа, що проводиться в Україні протягом багатьох років, проходить дуже складно і на фоні кризових явищ. Скоротилось оновлення машинно-тракторного парку і

його кількісного складу порівняно з 1990 роком: тракторів в 2,8 рази, зернозбиральних комбайнів в 3,6 рази[1].

Такий стан справ призвів до того, що сільськогосподарське виробництво характеризується гострим дефіцитом машин, низьким рівнем їх експлуатації і серйозними недоліками в сфері виробництва, ростом собівартості продукції.

Виходом із ситуації, що склалася, є пошук шляхів покращення використання техніки.

Відомо, що продуктивність машин залежить від їх надійності, тобто властивості виконувати задані функції, зберігаючи експлуатаційні показники у встановленому діапазоні протягом необхідного часу за даних виробничих умов. Різноманіття умов експлуатації істотно знижує надійність і ефективність використання машинно-тракторних агрегатів (МТА). При експлуатації машин виникають несправності і відмови, що пояснюються порушенням правил експлуатації, зносом деталей, несвоєчасним проведенням технічного обслуговування, порушенням техніки безпеки тощо.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* З точки зору продуктивності необхідно підвищити безвідмовність і коефіцієнт технічної готовності техніки, що експлуатується у господарствах агропромислового комплексу.

*Основна частина.* Агротехнічні операції, як правило, виконуються за допомогою МТА. В агрегаті з трактором працюють причіпні, напівпричіпні або начіпні сільськогосподарські машини. Оскільки відмова в роботі будь-якої машини призводить до відмови агрегату в цілому, ймовірність безвідмовної роботи агрегату визначиться, як добуток ймовірності безвідмовної роботи машин, що входять до складу агрегату.

Таким чином, ймовірність безвідмовної роботи МТА завжди менша ймовірності безвідмовної роботи будь-якої машини, які складають цей агрегат і зменшується із збільшенням числа машин в агрегаті. Особливо це стосується комплексних та комбінованих агрегатів, що виконують дві і більше технологічних операцій одночасно.

Ймовірність безвідмовної роботи МТА при послідовному з'єднанні його складових визначається, як добуток ймовірностей безвідмовної роботи цих складових [2]:

$$P_{\text{агр.}}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \dots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t), \quad (1)$$

де  $P_1(t), P_2(t) \dots P_n(t)$  - ймовірність безвідмовної роботи складових агрегату, відповідно, за час  $t$ ;  $n$  – кількість складових агрегату.

Ймовірність відмови МТА за час  $t$  визначається:

$$Q_{азр} = 1 - P_{азр}(t). \quad (2)$$

При однаковій ймовірності безвідмовної роботи складових агрегату рівняння (2) приймає вигляд:

$$P_{азр}(t) = P_i^n(t). \quad (3)$$

Якщо відмови складових МТА співвідносяться з експоненціальним законом розподілу ймовірностей, то:

$$P_1(t) = e^{-\lambda_1(t)}; P_2(t) = e^{-\lambda_2(t)} \dots, \quad (4)$$

тоді ймовірність безвідмовної роботи МТА за час  $t$ :

$$P_{азр}(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i(t)} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t} = e^{-\lambda_0 t}. \quad (5)$$

Параметр потоку відмов у цьому випадку буде рівним  $\lambda_0$ , тому що:

$$\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (6)$$

Ймовірність відмов системи МТА при простих потоках відмов визначається:

$$Q_{азр} = 1 - e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i(t)}. \quad (7)$$

Час наробітку на відмову:

$$T_{від} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}, \quad (8)$$

де  $\sum_{i=1}^n \lambda_i$  – параметр потоку відмов.

Між рівнем безвідмовності і кількістю відмов існує кореляційний зв'язок: чим вище надійність, тим менше кількість відмов та витрати часу на відновлення працездатності.

Рівень надійності комплексного агрегату визначає надійність його складових, а відтак і ефективність його використання. При ви-

значенні рівня надійності комплексного агрегату необхідно враховувати зміни експлуатаційно-технічних характеристик складових комплексного агрегату в різних умовах.

В таблиці 1 наведені техніко-експлуатаційні показники посівного комплексу, що використовується в приватному підприємстві «Могучий» Мелітопольського району Запорізької області.

Таблиця 1 – Склад і експлуатаційно-технічні показники посівного комплексу

Елемент посівного комплексу	Кількість машин в агрегаті	Наробіток на відмову, год., $t_{pi}$	Середній час на відновлення працездатності, год., $t_{ei}$
Трактор	1	198	6,8
Сівалка	1 (3 секції)	100	2,7
Культиватор	1 (3 секції)	120	2,5
Зчіпка	1	90	0,9
Бункер-завантажувач	1	125	3,5
Борона	12	90	0,4

Коефіцієнт готовності машин, що складають комплексний агрегат, визначається по формулі:

$$K_{\Gamma} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t_p(t)}{t} = \left[ 1 + \sum_{i=1}^n \frac{t_{ei}}{t_{pi}} \right], \quad (9)$$

де  $t_{pi}$ ,  $t_{ei}$  – сумарний час, відповідно, роботи і відновлення працездатності  $i$ -ої машини агрегату,  $n$  – кількість машин в агрегаті.

Цей коефіцієнт складає для: трактора – 0,97; культиватора – 0,94; сівалки – 0,93; зчіпки – 0,99; борони – 0,99; бункера-завантажувача – 0,97.

Долю часу, впродовж якого агрегат знаходиться в працездатному стані, оцінюємо коефіцієнтом готовності:  $K_{\Gamma}=0,81$ .

Середню долю часу, протягом якого агрегат буде в стані відмови через відмову кожної складової, визначаємо по формулі:

$$\bar{t}_{ei} = K_{\Gamma} \cdot \frac{t_{ei}}{t_{pi}}. \quad (10)$$

Доля часу простою агрегату із-за відмови: трактора – 0,029; культиватора – 0,051; сівалки – 0,061; бункера-завантажувача – 0,023; зчіпки – 0,09; борони – 0,004.

Найслабшим ланцюгом в складі комплексного агрегату є сівалка і культиватор, доля простою яких, відповідно, складає 0,061 і 0,051.

Середній час безвідмовної роботи агрегату складе:

$$\bar{t}_p = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{1}{t_{pi}} \right]^{-1}. \quad (11)$$

Підставивши в цю формулу значення величин, отримаємо:

$$\bar{t}_p = 4,59 \text{ год.}$$

Середній час простою агрегату із-за відмови його працездатності визначаємо по формулі:

$$\bar{t}_e = \bar{t}_p \sum_{i=1}^n \frac{t_{ei}}{t_{pi}}. \quad (12)$$

Підставивши в формулу значення величин, отримаємо:

$$\bar{t}_e = 1,1 \text{ год.}$$

Отже, середній час безвідмовної роботи комплексного посівного агрегату складе 4,59 год., а на відновлення його працездатності при виникненні відмови потрібно, у середньому, витратити 1,1 год.

Зменшити частку долі часу на відновлення працездатності МТА можливо за умови скорочення часу на пошук, придбання і доставку запасних частин, що можливо тільки при налагодженій роботі інженерної господарства.

В період виконання напружених сільськогосподарських робіт, до яких відноситься і посів, необхідно організувати роботу ланки ремонтно-технічного обслуговування з обов'язковим включенням до неї пересувної ремонтної майстерні

*Висновки.* Для збільшення часу роботи агрегату до відмови слід звернути увагу на ретельну підготовку найбільш вразливих складових агрегату - сівалку та культиватор.

Скоротити час на відновлення працездатності агрегату можливо при наступних умовах: створення ланки по ремонту та технічному обслуговуванню техніки в період напружених робіт; наявності якісних

запасних частин, організації належним чином інженерної та диспетчерської служби; створення сприятливих умов праці механізаторів; моральне та матеріальне стимулювання їх праці.

Література:

1. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2012 році: стат. бюлетень. – К.: Державна служба статистики України, 2013. – 32 с.

2. *Погорель Л.В.* Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники / *Л. В. Погорель* [и др.].- К.: Урожай, 1989. – 237 с.

3. *Зангиев А.А.* Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка / *А. А. Зангиев, А.Н. Скороходов.*- М.: Колос, 2006.- 316 с.

4. *Прибытков П.Ф.* Безотказность уборочных агрегатов и комплексов / *П.Ф. Прибытков, В.Ф. Скробач.* - Л.: Агропромиздат, 1987.- 201 с.

**АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ  
КОМПЛЕКСНОГО ПОСЕВНОГО  
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

Кишко Н.Л., Болтянский Б.В., Болтянский О.В.

**Аннотация** – рассмотрены возможные пути повышения эффективности и использования посевных машинно-тракторных агрегатов.

**ANALYSIS OF WAYS TO ENHANCE RELIABILITY OF THE  
INTEGRATED SOWING TRACTOR UNIT**

N. Kishko, B. Boltyanskiy, O. Boltyanskiy

*Summary*

**Possible ways to improve the efficiency of usage of sowing tractor-tool units are considered.**