

УДК 631.878

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ҐРУНТУ З УРАХУВАННЯМ ЦИКЛІЧНОСТІ ЇХ РОБОТИ

Невзоров А.В., к.т.н., доц.*

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: 2andrey2@ua.fm

Анотація. У запропонованій авторами даній статті розглядаються питання аналізу ефективності роботи машинно-тракторних агрегатів для обробітку ґрунту з урахуванням циклічності їх роботи та основні шляхи її підвищення. Проаналізовано ефективність роботи згаданих агрегатів в залежності від груп властивостей машин та основних існуючих експлуатаційних факторів – продуктивності, технічного потенціалу підприємства, ґрунтово-кліматичних умов експлуатації, кваліфікації обслуговуючого персоналу, системи технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Побудовано математичну модель ефективності машинно-тракторних агрегатів та проведено її аналіз, визначено зв'язки типу надійність-продуктивність. Доведено, що ефективність роботи таких агрегатів напряму залежить від їх показників надійності, продуктивності, коефіцієнта технічного використання.

Ключові слова: надійність, ефективність, продуктивність, агрегування, енергомодуль, експлуатаційний потенціал.

Постановка проблеми. Проблема підвищення ефективності сільськогосподарських машин, зокрема, агрегатів для обробітку ґрунту, здобуває все більше значення в економіці України. Росте енергооснащеність, збільшуються робочі швидко-

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Дідура В.А.

сті, робочі процеси інтенсифікуються, однак одночасно збільшуються терміни простоїв внаслідок недостатньої для таких процесів надійності машин.

Ефективність використання агрегатів для обробітку ґрунту визначається чотирма групами властивостей машини й експлуатаційних факторів:

1. Властивості, що характеризують виробничі можливості машини (виробничий потенціал) – продуктивність машини, її швидкість, економічні показники.

2. Властивості, що формують надійність конструкції машин (технічний потенціал [8]).

3. Фактори, що визначають умови експлуатації, які не залежать від організації експлуатації сільськогосподарських машин [1 – 3] (ґрунтово-кліматичні умови).

4. Фактори умов експлуатації, обумовлені організацією й культурою експлуатації (кваліфікація оператора, обслуговування, ремонт).

В результаті формується комплекс властивостей, які назовемо експлуатаційним потенціалом машини, що характеризує виробіток машини протягом тривалого проміжку часу. Експлуатаційний потенціал і експлуатаційна надійність машини визначають ефективність роботи агрегатів для обробітку ґрунту – найважливіший показник якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для побудови математичної моделі ефективності машинно-транспортних агрегатів для обробітку ґрунту необхідно розглянути систему «машини – оператор – ґрунтовий фон – експлуатаційний фон – режим роботи – навантажувальний режим – стан». Аналіз цієї системи здійснимо, розглянувши вираз [8]:

$$E = F \left\{ \begin{array}{l} f_1(K_n, M, T, Q_n), f_2(V, P_n, D, A), \\ f_3(\Gamma_\phi, \Pi_m, K_V), f_4(K_O, E_M, \Pi_B, B) \end{array} \right\}, \quad (1)$$

де E – ефективність агрегату;

F – функція, що характеризує роботу агрегату;

f_1 – технічний потенціал, зумовлений конструктивними особливостями агрегату K_n , матеріалами конструкції M , техно-

логією виготовлення T , обмеженнями діючих на агрегат робочих навантажень Q_H ;

f_2 – властивості агрегатів, що зумовлені виробничим потенціалом і режимом навантаження – швидкість агрегату V , номінальне тягове зусилля P_H , тип силового агрегату D , наявність засобів автоматизації технологічного процесу A ;

f_3 – ґрунтові умови – ґрунтовий фон Γ_ϕ , характеристика поверхні поля Π_m , кліматичні умови K_u ;

f_4 – умови експлуатації агрегатів для обробітку ґрунту – кваліфікація механізатора (оператора) K_o , експлуатаційні матеріали E_M , технічне обслуговування та профілактика P_B , ремонт і відновлення B .

Метою дослідження є підвищення ефективності машинотракторних агрегатів шляхом створення багатофункціональних технологічних модулів.

Основна частина. Аналіз робочих процесів технологічних модулів проводимо для агрегатів для обробітку ґрунту, вважаючи, що вони підлягають циклічним умовам експлуатації, режим навантаження яких змінюється в досить широких межах залежно від часу циклу $t_{ц}$ [8].

Імовірність безвідмовної роботи агрегату, що працює в циклічному режимі, може бути визначена з диференціала:

$$m_x = \varphi(t, u).$$

З даного диференціала впливає:

$$dm_x = \frac{\partial \varphi}{\partial t} dt + \frac{\partial \varphi}{\partial u} du = -dn_x, \quad (2)$$

де m_x – кількість агрегатів, що вийшли з ладу (відмовили);

n_x – кількість агрегатів, що продовжили працювати;

u – кількість циклів роботи за час t .

Розділивши вираз (2) на n_x одержимо:

$$-\frac{dn_x}{n_x} = \frac{\partial \varphi}{\partial t} \cdot \frac{1}{n_x} \cdot dt + \frac{\partial \varphi}{\partial u} \cdot \frac{1}{n_x} \cdot du. \quad (3)$$

Проінтегруємо отриманий вираз (3) і відповідних межах:

$$\int_{t_0}^{t_x} \frac{dn_x}{n_x} = \int_{t_0}^{t_x} \lambda(t) dt - \int_0^u \lambda(u) du, \quad (4)$$

де

$$\lambda(t) = \frac{\partial \varphi}{\partial t} \cdot \frac{1}{n_x}; \quad \lambda(u) = \frac{\partial \varphi}{\partial u} \cdot \frac{1}{n_x}.$$

В результаті проведених перетворень отримуємо вираз для імовірності безвідмовної роботи агрегату для обробітку ґрунту:

$$P(t) = \frac{n_x}{n_0} = \exp \left\{ - \left[\lambda(t) \cdot t + \lambda(u) \cdot u \right] \right\}. \quad (5)$$

В (5) винесемо час роботи t за дужки:

$$P(t) = \frac{n_x}{n_0} = \exp \left\{ -t \left[\lambda(t) + \lambda(u) \cdot \frac{u}{t} \right] \right\}. \quad (6)$$

Питома кількість циклів роботи $n_{ц} = \frac{u}{t}$ (кількість циклів за одиницю часу) характеризує продуктивність, виражену через число циклів. Інакше цю величину можна визначити таким чином [4, 5]:

для агрегатів з плугами:
$$n_{ц} = \frac{\Pi}{v \cdot n \cdot p} = \frac{2 \cdot \Pi \cdot \kappa_p}{B \cdot H^2}; \quad (7)$$

для агрегатів з культиваторами
$$n_{ц} = \frac{\Pi}{V_k} \cdot \frac{\kappa_p}{\kappa_H},$$

де Π – погодинна ефективність агрегату;

κ_p – коефіцієнт розпушення ґрунту;

κ_H – коефіцієнт занурення робочого органу;

B і H – ширина і глибина борозни відповідно;

V_k – ширина захвату сільгоспмашини.

Таким чином, визначена імовірність безвідмовної роботи агрегату для обробки ґрунту – один з основних показників ефективності. Наприклад, для агрегатів з культиваторами [7, 9]:

$$P(t) = \frac{n_x}{n_0} = \exp \left\{ -t \left[\lambda(t) + \lambda(u) \cdot \frac{\Pi \cdot K_p}{V_k \cdot K_H} \right] \right\}. \quad (8)$$

Висновки. Ефективність машинно-тракторних агрегатів для обробітку ґрунту може бути визначена його наробітком протягом року [8, 10, 11]:

$$E_p = \Pi \cdot n_{зм} \cdot T_{зм} \cdot P(t), \quad (9)$$

де Π – погодинна продуктивність агрегату;

$n_{зм}$ – число робочих змін у році;

$T_{зм}$ – тривалість зміни у годинах;

$P(t)$ – імовірність безвідмовної роботи агрегату.

Підвищуючи показники безвідмовності та продуктивності одним з відомих методів, ми тим самим підвищуємо ефективність застосування самого агрегату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аникин Н.В. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства / Н.В. Аникин, С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, А.Б. Пименов, И.А. Успенский, И.А. Юхин // *Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. XII Международная научно-практическая конференции – Владимир, 2010.* – С. 319-322.

2. Дидманидзе, О. Н. Автотранспортные и тракторные перевозки. Учебник для сельскохозяйственных вузов / О. Н. Дидманидзе и [др.] – М.: УМЦ «ТРИАДА», 2005. – 552 с.

3. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства / Бышов Н.В. [и др.] // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева – 2012.* - № 4 (16). – С. 84-87

4. Измайлов, А.Ю. Повышение уровня использования транспорта в сельском хозяйстве / А. Ю. Измайлов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. - №2. – С. 8-10.

5. Измайлов, А.Ю. Резерв ресурсосбережения на производстве зерна / А.Ю. Измайлов // Новые технологии и техника для ресурсосбережения и повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве: Сб. науч. докл. XIII науч.-практ. конф. – М.: ГНУ ВИМ, 2006. – Т.1. – С. 34-48.

6. Измайлов, А.Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК / А. Ю. Измайлов – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 200 с.

7. Измайлов, А.Ю. Типаж и структура транспортных погрузочно-разгрузочных средств АПК / А. Ю. Измайлов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. - №4. – С. 20- 23.

8. Ничке В.В. Надежность прицепного и навесного оборудования тракторов / В.В. Ничке. – Харьков: Вища школа. 1985 – 152 с.

9. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / И.А. Успенский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины - 2011 - №9. – С.18-19

10. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства / И.А. Юхин [и др.] // Нива Поволжья - 2010 - №2 (15). – С.48-50

11. Шилова, Е.П. Автомобили, прицепы и полуприцепы / Е.П. Шилова и [др.] // Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учеб. пособие. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2003. – Ч.1. – С. 106-193.

BIBLIOGRAPHY

1. Anikin N.V. Reducing the level of damage to agricultural products transported through the use of devices to stabilize the vehicle / N.V. Anikin, S.N. Borychev, N.V. Byshov, A.B. Pimenov, I.A. Assumption, I.A. Yukhin // Fundamental and applied problems of perfection of piston engines. XII International scientific-practical conference - Vladimir, 2010. - P. 319-322.

2. Didmanidze O.M. Road and tractor transportation. The textbook for agricultural colleges / O.M. Didmanidze and [et al.] - М.: UMTS "triad", 2005. - 552 p.

3. Foreign vehicles for modern agricultural production / Byshov N.V. [Et al.] // Bulletin Agrotechnological Ryazan State University. PA Kostychev - 2012. - № 4 (16). - S. 84-87

4. Izmailov A.Y. Increased transport use in agriculture / A.Y. Izmailov // Technique in agriculture. - 2006. - №2. - S. 8-10.

5. Izmailov A.Y. reserve resource in the production of grain / A.Y. Izmailov // New technologies and equipment for resources and increase productivity in agriculture: Sat. scientific. rep. XIII scientific-practical. Conf. - M.: GNU VIM, 2006. - T.1. - S. 34-48.

6. Izmailov A.Y. technologies and technical solutions to improve the efficiency of transport systems APC / A.Y. Izmailov - M.: Federal State "Rosinformagroteh", 2007. - 200 p.

7. Izmailov A.Y. Description and structure of the transport handling equipment APC / A.Y. Izmailov // technique in agriculture. - 2006. - №4. - P. 20-23.

8. Nitschke V.V. The reliability of the trailer and tractor attachments / V.V. Nitschke. - Kharkov: Vishcha school. 1985 - 152 p.

9. Tow the vehicle for the transport of agricultural goods / I.A. Uspenskij [et al.] // Tractors and farm machinery - 2011 - №9. - S.18-19

10. The device for storing the straightness of the vehicle / I.A. Yukhin [et al.] // Volga Niva - 2010 - №2 (15). - S.48-50

11. Shilov E.P. Motor vehicles, trailers and semi-trailers / E.P. Shilov [et al.] // Handbook of mechanical engineer in agricultural production: Textbook. allowance. - M.: Federal State "Rosinformagroteh". - 2003 - Part 1. - S. 106-193.

EFFECTIVENESS ANALYSES OF TRACTOR UNITS FOR SOIL TILLING WITH CONSIDERING CYCLICITY OF THEIR WORK

A.V. Nevzorov, Y.O. Kovalchuk

Summary

The proposed article provides the analysis of the efficiency of the machine and tractor units for cultivation with taking into account cyclicity of their work. The authors suggest basic ways for its improvement. The efficiency of these units has been analyzed depending on the groups of machines properties and the main existing operation-

al factors, such as performance, technical capacity of the company, soil and climatic conditions, training of service personnel, systems of maintenance and repair. The mathematical model of machine-tractor units' efficiency has been constructed and its analysis has been carried out. The relationships of the type 'reliability – productivity' have been determined. It has been proved that the efficiency of these units depends on their reliability, performance and technical use factor.

Key words: reliability, efficiency, productivity, aggregation, power module, operational capacity.

УДК 631.362-192

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРНОГО РЕЗЕРВУВАННЯ

Невзоров А.В., к.т.н., доц. *

Пушка О.С., к.т.н., доц.

Кутковецька Т.О., викл.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: 2andrey2@ua.fm

Анотація. У запропонованій статті проаналізовано, який вплив мають структурні засоби резервування на показники надійності сільськогосподарської техніки. В цьому розрізі побудовано моделі станів і переходів об'єктів сільськогосподарської техніки як систем із ненавантаженим (пасивним) резервуванням її елементів і систем, так і як системи з навантаженим (активним) резервуванням. Також проаналізовано інші існуючі шляхи підвищення показників надійності сільськогосподарської техніки як складних технічних механічних об'єктів. В результаті їх порівняння з методами резервування вказано на складність та часом

* Публікується по рекомендації: д.т.н., проф., акад. МААО Дідюра В.А.