

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСМІСІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**Клименко М.П., Литвиненко В.Л., Романченко В.М.,
к.т.н., доценти¹; Сидоренко А.В., Шукрута Н.П.²**

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка*

Харківський науково-дослідний центр продуктивності АПК

Розглянуті економічні та конструктивні питання підвищення ресурсу елементів трансмісії транспортних засобів. Визначено зв'язок між рентабельністю виробництва і питомими витратами при забезпеченні надійності в експлуатації.

Підвищення ресурсу деталей можна здійснити різними шляхами. Але кожен окремий шлях передбачає різні можливості підвищити довговічність до необхідного рівня [1]. Кожен з них тягне за собою додаткові витрати, що впливають на вартість деталі, а саме зміна вартості відповідно: кількості матеріалу, використаного для виготовлення деталі; якості матеріалу і технології зміцнення поверхневого шару деталі; трудомісткості виготовлення якісних з'єднань; виготовлення деталей підвищеної довговічності.

Тому необхідно для кожного параметра визначити його вартісну частку в ціні деталі, а також ефективність того чи іншого шляху підвищення довговічності.

Виходячи з цього, загальну залежність вартості деталі від зміни ресурсних параметрів [2] можна прийняти у вигляді:

$$\beta_c = X_T[1 + B_T(\beta_T - 1)] + X_H[1 + B_H(\beta_H - 1)] + X_G[1 + B_G(\beta_G - 1)] + X_A[1 + B_A(\beta_A - 1)], \quad (1)$$

де X_T - частка вартості i -го параметра у загальній ціні деталі;

B_T - коефіцієнт впливу i -го параметра на зростання ціни деталі

Для досліджень впливу ресурсних параметрів на величину витрат, пов'язаної з підвищенням довговічності, були взяті наступні деталі, у яких найменування та параметри наведені в табл. 1.

Так як зміна потужності двигуна безпосередньо не впливає на вартість деталей трансмісії, то будемо оцінювати вплив ресурсних параметрів на вартість елементів розглянутих у [3], а саме: маси, твердості робочої поверхні і кінематичної норми точності виготовлення. Крім того пропонується [4] ввести і оцінити коефіцієнт, що враховує надбавку до вартості при виготовленні деталі підвищеної довговічності.

Таблиця 1. Вихідні параметри елементів трансмісії, що лімітують ресурс.

№	Найменування деталі	Матеріал деталі	Середній ресурс T , годин	Маса деталі G_d , кг	Твердість H , HRC	Частота обертання n , хв ⁻¹	Крутний момент M , Нм	Кількість, шт
1	шестерня 150.37.269-5	сталь 25ХГТ	5730	2,15	57-63	1430	737	1
2	шестерня 150М.37.272	сталь 25ХГТ	5730	1,86	57-63	2000	537	1
3	блок шестерень 150М.37.278	сталь 25ХГТ	6720	2,27	57-63	2000	537	1
4	ведуча шестерня 150.38.103-2	сталь 20ХН3А	8910	4,9	56-59	1090	947	2
5	ведена шестерня 150.38.104-4	сталь 20ХН3А	8910	10,1	56-59	245	4080	2

Підставивши отримані значення (табл. 1) в загальну залежність (1) можна отримати лінійну залежність вартості деталі від ресурсних параметрів для деталей першої групи:

$$\beta_{CI} = 10,21\beta_H + 0,248\beta_T + 0,05\beta_G + 0,058\beta_\Delta - 9,566. \quad (2)$$

Якщо припустити, що $\beta_H = \beta_G = \beta_\Delta = 1$, то отримуємо залежність, за допомогою якої можна оцінити надбавку до вартості деталі за підвищену довговічність:

$$\beta_{CI} = 0,248\beta_T + 0,752. \quad (3)$$

При постійній потужності двигуна і без зміни числа циклів зміни навантаження, тобто $\beta_M = \beta_n = 1$, залежність ресурсу від параметрів має вигляд [5]:

$$\beta_T^I = \beta_G^{0,8} \cdot \beta_H^{3,65} \cdot \beta_\Delta. \quad (4)$$

Якщо $\beta_G = \beta_H = 1$, то вираз (4) прийме вигляд $\beta_T = \beta_\Delta$, і підставивши отримані тотожності у вираз (2) отримаємо залежність вартості деталі від підвищення ресурсу за рахунок зміни кінематичної норми точності виготовлення:

$$\beta_{ca} = 0,306\beta_T + 0,694. \quad (5)$$

Далі отримаємо залежність вартості деталі від підвищення ресурсу за рахунок зміни маси деталі:

$$\beta_{cg} = 0,05\beta_T^{1,25} + 0,248\beta_T + 0,702. \quad (6)$$

та залежність вартості деталі від підвищення ресурсу за рахунок зміни твердості робочої поверхні елементів:

$$\beta_{ch} = 10,21\beta_T^{0,274} + 0,248\beta_T - 9,458. \quad (7)$$

Первинне завдання полягає в оптимальному збільшенні ресурсу запасних частин на весь амортизаційний термін служби машини. При підвищенні ресурсу деталей зменшується їх кількість і, отже, число замін, але при цьому зростає вартість самої деталі. Амортизаційний термін служби приймаємо відповідний 16000 мото-годин. Критеріями вибору приймаємо рентабельність виробництва (виготовлення деталей) і питомі витрати в експлуатації.

Рентабельність виробництва будемо визначати [6] по відношенню ціни деталі до її собівартості:

$$R = \frac{Ц}{C} - 1, \quad (8)$$

де $Ц$ – вартість (ціна) деталі; C - собівартість деталі (запасний частини).

Ціна деталі знаходиться з виразу [6]:

$$Ц_H = Ц_6(1,25\beta_T - 0,25), \quad (9)$$

де $Ц_H$ - нова вартість деталі; $Ц_6$ - базова ціна деталі.

Питомі витрати в експлуатації по відношенню до амортизаційному терміну для n запасних частин будуть визначатися за формулою:

$$Ц_{вд} = \sum_{i=1}^n Ц_i / 16000, \quad (10)$$

де $\sum_{i=1}^n Ц_i$ - сумарна ціна n запасних частин.

По комплекту запасних частин рентабельність виробництва визначається наступним чином:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n Ц_i}{\sum_{i=1}^n C_i} - 1, \quad (11)$$

де $\sum_{i=1}^n C_i$ - сумарна собівартість n запасних частин.

При серійному виробництві деталей, не змінюючи їх параметрів, в процесі експлуатації необхідно зробити до трьох замін відмовили елементів. Практика показала [7], що для експлуатування витрати, пов'язані із заміною деталі, в п'ять разів більше її вартості. При цьому, одна вартість - сама деталь, як запасна частина, друга - витрати пов'язані із заміною та обслуговуванням, і три вартості деталі - витрати, пов'язані з втратами від простою. Для виробника, величина витрат від простою відсутня.

Слід зазначити, що по досягненню запасними частинами сумарного значення ресурсу $T = 16000$ годин, подальше його збільшення недоцільно, тому що реалізаційна ціна не буде відповідати зростанню собівартос-

ті.

Аналіз отриманих залежностей (рис.1) говорить про необхідність уточнення оптимальної маси деталей трансмісії, що підтверджується й іншими авторами [8,9].

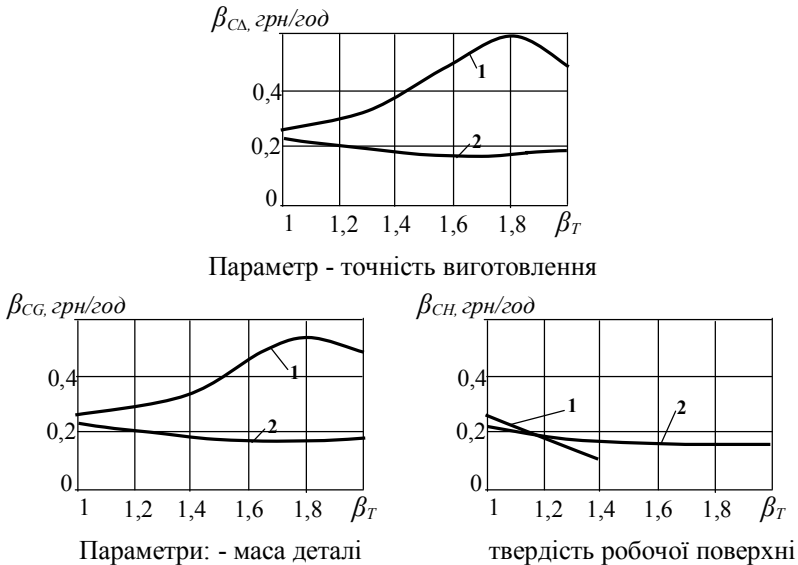


Рис.1. Визначення критеріїв оптимізації: 1 - критерій виробника (рентабельність) і 2 - критерій споживача (питомі витрати)

Аналізуючи отримані результати бачимо, що оптимальне співвідношення між питомими витратами в експлуатації і рентабельністю виробництва лежить в межах підвищення ресурсу деталей $\beta_T=1,4-1,8$, за рахунок зміни одного з ресурсних параметрів. Витрати пов'язані зі збільшенням ресурсу деталі (запасний частини) повинні компенсуватися зменшенням кількості замін деталей.

Максимально можливе збільшення твердості для елементів з початковою твердістю матеріалів $50 > HRC$ складе $\beta_H=1,2$, при якому підвищення ресурсу буде $\beta_T=1,4$. Подальше підвищення ресурсу за рахунок зміни твердості економічно недоцільно.

Список використаних джерел

1. Сковородин В. Я. Тишкин Л. В. Справочная книга по надежности сельскохозяйственной техники. -Л.: Лениздат, 1985.
2. Анилович В.Я., Клименко Н.П. Математические модели и оптимизация долговечности лимитирующих деталей тракторов // Вестник. ХГПУ. – Харьков: ХГПУ, 1999. - Вып.30. - С.51-53.
3. Гринченко А.С., Кухтов В.Г., Клименко Н.П. Анализ повреждений и

- пути повышения долговечности элементов трактора Т-150К./ Новые решения в современных технологиях. Вестник ХГПУ. Выпуск 77. Харьков 2000.
4. Технико-экономические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Г.Ф. Баландин, А.М. Дальский и др.; под общ. ред. К.С. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1990. – 256с.
 5. Клименко Н.П. Пути обеспечения оптимального повышения ресурса деталей трансмиссии трактора. / Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вісник ХДТУСГ. Випуск 4. Харків 2000. С.28-34.
 6. Колегаев Р.Н. Экономическая оценка качества и оптимизация системы ремонта машин. М.: Машиностроение, 1980. 239с.
 7. Демко А. Технічний сервіс в АПК – реальність и потреба // Пропозиція. - 2000.– №5. - С.85-87.
 8. Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Г.Ф. Баландин, А.М. Дальский / Под ред. К.С. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
 9. Фролов К.В., Циркал И.А., Преображенский И.Н. Проблемы снижения материалоемкости в машиностроении // Научно-технический прогресс в машиностроении. - М.: МЦ НТИ, 1988. - С.3-26.

Аннотация

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Клименко Н.П., Литвиненко В.Л., Романченко В.Н.,
Сидоренко А.В., Шукрута Н.П.**

Рассмотрены экономические и конструктивные вопросы повышения ресурса элементов трансмиссии транспортных средств. Определена связь между рентабельностью производства и удельными затратами при обеспечении надежности в эксплуатации.

Abstract

TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF IMPROVING LIFE TRANSMISSION COMPONENTS VEHICLES

**N.Klymenko, V.Lytvynenko, V.Romanchenko, A.Sydorenko,
N.Shukruta**

Examined the economic and structural issues of improving the resource elements of transmission vehicles. Correlation between the profitability of production and unit costs, while ensuring operational reliability.