

Изследване на разхода на резервни части и оптимизация на запасите

Таня Пехливанова

Investigation of Spare Parts Consumption and Stocks Optimization: The investigation of mathematical model for determination of the consumption of spare parts and materials for service of electric equipment of agricultural machinery [1, 2] and optimization of stocks is presented in the paper. Data from reliability investigation of electrical equipment of tractors are used [3, 4].

Keywords: Agricultural Technique, Tractors, Spare Parts, Stocks, Electrical Equipment, Optimization

ВЪВЕДЕНИЕ

В [1,2] е разработен математически модел за определяне на разхода на резервни части и материали за ремонт и оптимизация на запасите от резервни елементи за електрообзавеждането на тракторите.

Целта на модела е да се определи оптималното количество s_{opt} на запасни елементи за планирания период T_{pl} за N броя земеделски машини, така че да има минимум разходи за закупуване, съхранение и загуби в случай на дефицит.

Изведен е математически модел за сумарните разходи на склада E_{ss} .

$$E_{ss} = cnp_3 + c'' \{s[1 - q(s)] - np_3[1 - q(s-1)]\} + c_\partial [np_3q(s) - sq(s-1)],$$

където n е броят на елементите от даден вид;

$$p_3 \approx \frac{T_{pl}}{\bar{t}} - \text{средната честота на замяна на всеки елемент};$$

\bar{t} - средният експлоатационен срок.

c е цената на един елемент;

$c_{cъxp}$ са разходите за съхраняване на един елемент за планирания период;

c_∂ - загубите от дефицит на един елемент;

c' - загубите от не използване на един елемент за планирания период;

$$c' = c \left[e^{\varepsilon T_{pl}} - 1 \right]. \text{ Тук } \varepsilon = \frac{1}{365} \ln(1 + E_n), \text{ а } E_n \text{ е нормативен коефициент.}$$

$c'' = c' + c_{cъxp}$ са загубите от не използване плюс разходите за съхранение.

$$q(x) = \sum_{m=x}^{\infty} \frac{a^m}{m!} e^{-a}$$

Минимизирайки тази функция се получава оптималният брой резервни части.

В доклада са представени резултатите от изследване на влиянието на отделните фактори на модела, а именно цената на един елемент, разходите за съхранение, загубите от дефицит, броят на еднаквите елементи в експлоатация, планирания период и честотата на замяна. Използвани са данни за надеждността на електрообзавеждането на трактор ТК-80 в региона на гр. Ямбол [3,4]. Изчисленията са направени за една производствена единица. Прието е, че броят на обслужваните трактори е 8, както е в повечето изследвани кооперации.

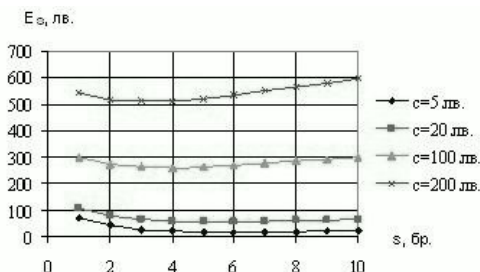
ИЗЛОЖЕНИЕ

Тъй като математическият модел е сложен, изчисленията са доста трудни, а за изследването е необходимо да се повторят много пъти, са разработени 2 програми на C++. Едната изчислява стойността на сумарните разходи E_s при различен брой

резервни елементи s . Като изход от другата се получават оптималният брой резервни елементи s_{opt} и съответстващите им оптимални сумарни разходи $E_{s_{opt}}$. Факторите на модела се въвеждат при стартиране на програмата.

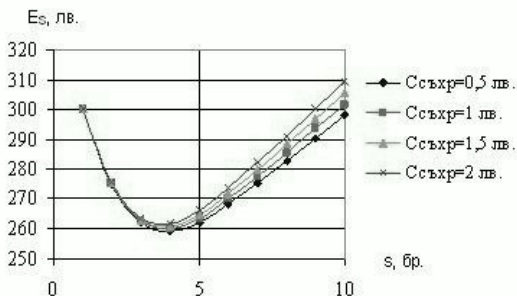
На фиг.1 до 6 е показано изменението на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s при промяна на отделните фактори. Във всички случаи разходите имат минимална стойност, т.е. съществува оптимален брой резервни елементи.

При по-голяма цена на детайла се получава по-малък оптимален брой (фиг.1). За разглежданите стойности на параметрите той намалява от 8 на 3.



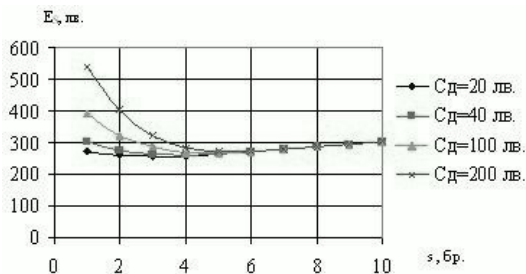
Фиг.1. Изменение на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s и цената на един елемент c при $c_{сърхр} = 1$ лв., $c_{\partial} = 40$ лв., $n = 10$, $p_3 = 0,24$ и $T_{пл} = 180$ дни

Увеличаването на разходите за съхранение увеличава слабо общите сумарни разходи само при голям брой съхранявани елементи, но не оказва влияние върху оптималния брой резервни елементи. При зададените стойности на факторите $s = 4$ за всички стойности на $c_{сърхр}$ (фиг.2).



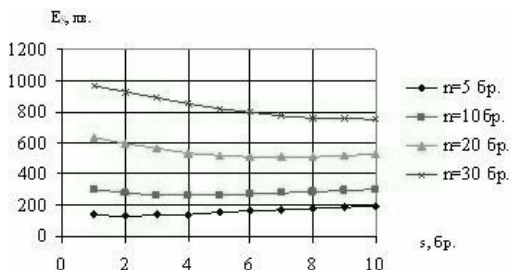
Фиг.2. Изменение на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s и разходите за съхранение на един елемент $c_{сърхр}$ при $c = 100$ лв., $c_{\partial} = 40$ лв., $n = 10$, $p_3 = 0,24$ и $T_{пл} = 180$ дни

С увеличаване на загубите от дефицит се получават различия в разходите само при малък брой резервни елементи. При голям брой стойностите за разходите съвпадат, а s_{opt} се увеличава (фиг.3).

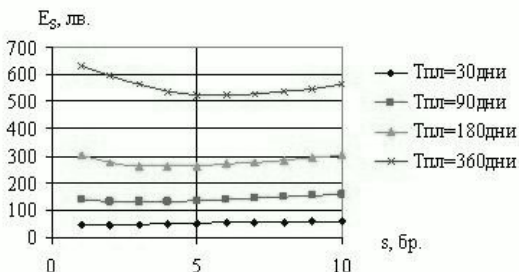


Фиг.3. Изменение на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s и загубите от дефицит на един елемент c_d с при $c = 100$ лв., $c_{с\grave{х}р} = 1$ лв., $n = 10$, $p_3 = 0,24$ и $T_{пл} = 180$ дни

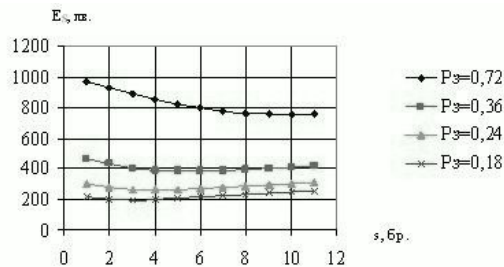
Колкото по-голямо е количеството на еднаквите елементи и планираният период, толкова по-големи са общите разходи E_s и необходимите резервни елементи s_{opt} (фиг.4 и фиг.5). Увеличаването на времето на замяна t_3 (намаляването на честотата на замяна p_3) води до намаляване на E_s и s_{opt} (фиг.6).



Фиг.4. Изменение на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s и количеството детайли n при $c = 100$ лв., $c_{с\grave{х}р} = 1$ лв., $c_d = 40$ лв., $p_3 = 0,24$ и $T_{пл} = 180$ дни

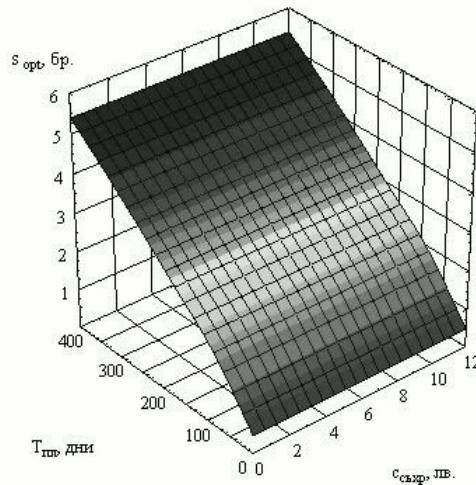


Фиг.5. Изменение на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s и планирания период $T_{пл}$ при $c = 100$ лв., $c_{съхр} = 1$ лв., $c_{\partial} = 40$ лв., $n = 10$ и $p_3 = 0,24$

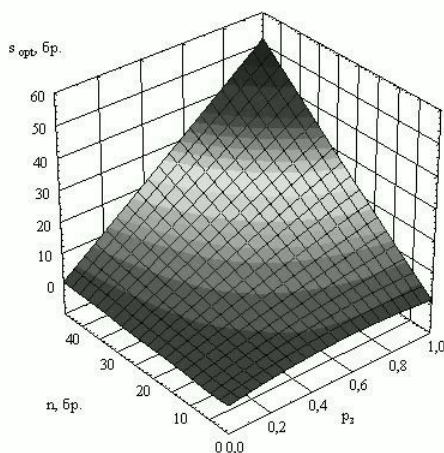


Фиг.6. Изменение на сумарните разходи E_s в зависимост от броя на резервните елементи s и средното време на замяна на елемента p_3 при $c = 100$ лв., $c_{съхр} = 1$ лв., $c_{\partial} = 40$ лв., $n = 10$ и $T_{пл} = 180$ дни

На фиг.7 и 8 е показан характерът на изменение на оптималния брой на резервните елементи в зависимост от основните фактори на модела (n , c , t_3 , $c_{съхр}$, c_{∂} и $T_{пл}$) в триизмерното пространство [2]. От тях по-ясно се вижда степента на влияние на всеки фактор.



Фиг.7. Изменение на оптималния брой резервни елементи s_{opt} в зависимост от разходите за съхранение на един елемент $c_{съхр}$ и планирания период $T_{пл}$ при $c = 200$ лв., $c_{\partial} = 40$ лв., $n = 10$ и $p_3 = 0,24$



Фиг.8. Изменение на оптималния брой резервни елементи s_{opt} в зависимост от честотата на замяна p_z и броя детайли n при $c = 200$ лв., $c_{сърхр} = 1$ лв., $c_{\partial} = 40$ лв. и $T_{пл} = 180$ дни

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Върху сумарните разходи и оптималния запас най-голямо влияние оказват броят на елементите и честотата на замяна, планираният период и цената на един елемент. Разходите за съхранение оказват влияние само ако се съхраняват голям брой резервни части. При сравнително малкият брой елементи, които се съдържат в тракторите на една фирма, те практически не оказват влияние. Загубите от дефицит могат да окажат влияние върху сумарните разходи само ако се съхраняват малък брой резервни елементи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пехливанова Т. Математически модел за определяне на разхода на резервни части и материали за ремонт и оптимизация на запасите, Научни трудове на Русенски университет, 30.10.09 – 31.10.09.

[2] Пехливанова Т. Изследване и оптимизиране на запаса от резервни части за поддържане на електрообзавеждането на техника в земеделието. Дисертация за получаване на ОНС „Доктор”, Русе, 2009

[3] Пехливанова Т., Хр. Белоев. Изследване на надеждността на електрооборудването на трактори чрез експертно проучване, Научна конференция РУ&СУ'08, гр. Русе, 31.10.08 – 01.11.08. ISSN 1311-3321

[4] T. Pehlivanova, Reliability's investigation of the electric equipment of tractors - International Scientific Conference “Computer Science'2008”, Kavala, Greece, 18 - 19 September 2008

За контакти:

Гл.ас. Таня Пехливанова, Технически колеж – Ямбол, e-mail: tania_jpg@abv.bg

Докладът е рецензиран.