

20. Мотоблок. Електронний ресурс: Режим доступу <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мотоблок>.

Аннотація. *Изложено результаты анализа целесообразности использования в сельскохозяйственном производстве энергосредств с колесной формулой 2К2 с учетом характеристик хозяйств, их материально-технического оснащения и вклада в валовую продукцию сельского хозяйства.*

Ключевые слова: *мобильное энергетическое средство, малогабаритное, колесная формула 2К2, использование, целесообразность, сельскохозяйственное производство*

Annotation. *The results of the analysis of the feasibility of using in agricultural production power means with the wheel formula 2W2 into account the characteristics of farms, their material and technical equipment and contribution to the gross output of agriculture.*

Key words: *mobile power means, small-sized, wheel formula 2W2, use, expediency, agricultural production*

УДК 621.3.001

АНАЛІТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ

**О. О. Налобіна, доктор технічних наук
Національний університет водного господарства
та природокористування**

Анотація. *В статті розглянуті особливості аналітичних підходів до системності відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт.*

Ключові слова: *відновлення, працездатність, лісова машина*

Постановка проблеми. Якщо галузь прогнозування відновлення технічного стану машин для лісотехнічних робіт, як причинно-наслідкової моделі має L рівнів, то для параметра $(L-1)$ -го Рівня коефіцієнт динамічності матиме значення $D^{L-1} = S^L \cdot D^L$ і аналогічно $D^{L-2} = S^{L-1} D^{L-1} = S^{L-1} S^L D^L$:

$$D^N = D^L \prod_L^{N+1} S^m, \quad (1)$$

© О. О. Налобіна, 2016

де: $m = L, L-1, L-2, \dots, N+1$.

Формула (1) дає можливість простежити послідовність впливу параметрів по деякому одному шляху від нижчого до вищого рівня.

Якщо параметр Π_{ci}^N залежить від n параметрів-причин $(N+1)$ -го рівня, то для кожної пари зв'язків $\Pi_c(\Pi_{nk}^{N+1})$, де $k=1, 2, \dots, n$, можуть бути знайдені значення коефіцієнтів динамічності:

$$D_i = S_{ki} D_k. \quad (2)$$

Аналіз останніх досліджень. Сумарний вплив всіх параметрів-причин $(N+1)$ -го рівня на параметр-наслідок N -го рівня виражається формулою [1]:

$$D_i = \sum_1^n S_{ki} D_k, \quad (3)$$

З формули (3) неважко також зауважити, що для визначення залежності параметра вищого рівня від часу немає необхідності досліджувати цю залежність безпосередньо [2, 3]. Достатньо лише визначити коефіцієнти динамічності параметрів-причин нижчого рівня та не допустити істотних прорахунків у визначенні переліку цих параметрів-причин [4].

Результати досліджень. Крім основного коефіцієнта динамічності, кожен параметр має ще й часткової коефіцієнт динамічності d , що показує ту частину зміни параметра вищого рівня (в нашому випадку – індикаторної потужності) у часі, яка вноситься дією даного параметра. Пайовий коефіцієнт динамічності будь-якого параметра має розмірності коефіцієнта динамічності параметра вищого рівня. Формула для підрахунку коефіцієнта динамічності має вигляд:

$$d_i = D_i \prod_i^2 S^k, \quad (4)$$

де D_i – власний коефіцієнт динамічності i -го параметра; S^k – Передавальні коефіцієнти параметрів ланцюжка від i -го до I -го рівня.

Основною властивістю пайової коефіцієнта динамічності є те, що він дозволяє визначити найбільш слабка ланка (параметр) даного механізму за ознакою максимального впливу на зміну параметра I -го рівня, тобто по максимуму пайової коефіцієнта.

Ще однією кількісною характеристикою причинно-наслідкового моделі є коефіцієнт впливу, що представляє собою твір передавальних коефіцієнтів на послідовній ланцюжку від нижчого до вищого рівня: $\beta_i = \prod_i^1 S^k$.

Коефіцієнт впливу може мати різні значення на різних шляхах впливу даного параметра на параметр вищого рівня. Шляхів впливу може бути від одного до декількох десятків, як наприклад, у параметра «Зазор між коромислом і стрижнем клапана» (для одного циліндра двигуна), що має 23 різних шляхи впливу на величину індикаторної потужності. У розрахунку повинен використовуватися сумарний коефіцієнт впливу по всіх шляхах впливу.

Знак коефіцієнта впливу може бути позитивним, так і негативним, причому, на різних шляхах впливу коефіцієнта може бути різним і лише при підсумовуванні остаточно визначається знак коефіцієнта впливу.

Перераховані вище характеристики причинно-наслідкового моделі дають можливість вирішувати цілий ряд важливих практичних завдань. На деяких з цих завдань ми зупинимося нижче, але перш розглянемо одну особливість зміни коефіцієнта динамічності параметра нижнього рівня в процесі експлуатації об'єкта, на яку вказав у своїх роботах В. М. Міхліна. Мова йде про те, що величина параметра нижнього рівня в загальному випадку в силу ряду причин змінюється в часі нелінійно. Спостерігаються лінійні залежності є лише окремими випадками загальної залежності, описуваної елементарної статичної функцією типу:

$$P = at^b, \quad (5)$$

де: t – поточний час; a – коефіцієнт, що характеризує масштаб залежності; b – показник, постійний для даного типу сполучення.

Продифференціював вираз (5) за часом, отримаємо загальний вираз для коефіцієнта динамічності параметра:

$$D = abt^{b-1}. \quad (6)$$

Маючи в своєму розпорядженні експериментальними даними про величини коефіцієнтів a і показників b параметрів нижнього рівня, користуючись причинно-наслідковою моделлю можна визначити показники залежностей від часу параметрів вищих рівнів, у тому числі і параметра першого рівня (основного сигналу). Використавши наявні експериментальні дані нами отримані значення показників ступеня для всіх параметрів, що входять в дану модель. Деякі з них наведені в табл. 1.

Використовуючи причинно-наслідковий модель, можна встановити граничні значення параметрів нижніх рівнів, задавшись граничним зміною параметра першого рівня. Поставивши собі зменшенням циліндричної індикаторної потужності за 1000 годин роботи, ми визначили, на яку величину зміняться за цей же період параметри нижніх рівнів. Деякі результати цього розрахунку наведені в табл. 2.

1. Значення показників ступеня, отримані розрахунком причинно-наслідкового моделі.

Найменування параметрів	Значення показника <i>b</i>
Фази газорозподілу	1,16
Тиск кінця випуску газів	1,13
Тиску кінця всмоктування	1,98
Циклонна подача палива	1,09
Кут початку впорскування палива	1,25
Дисперсність розпилювання палива	1,05
Пневматична щільність циліндра	1,86
Показник політропи стиснення	1,39
Тиску кінця стиснення	2,00
Показник політропи розширення	1,93
Тиск кінця горіння палива	1,37
Індикаторна потужність двигуна	1,88

2. Значення змін параметрів за 1000 год, отримані розрахунком причинно-наслідкового моделі.

Найменування параметрів	Зміна параметрів
Циклова подача палива	-7,02%
Кут початку впорскування палива	-1,0%
Тиск початку уприскування	-40%
Натяг ременя вентилятора	-52,5%
Зазор в механізмі газорозподілу	+0,16 Мм
Засміченість повітроочисника	+ 200%
Утопання клапанів	+0,056 Мм
Знос кулачків розподільного вала	+0,14 Мм
Знос по товщині зуба розподільної шестерні	+0,055 Мм
Знос підшипників розподільного валу	+0,27 Мм
Засміченість водяного радіатора	+ 0,5%
Збільшення шару накипу в сорочці	+0,2 Мм
Знос деталей розпилювача	+ 48%
Зміна жорсткості пружин регулятора	-2%

Аналіз даних табл. 2 вказує на найбільш слабкі місця системи «Двигун». Проведення подібного розрахунку дозволяє досить обгрунтовано встановлювати допустимі і граничні значення параметрів стану механізму. При цьому, звичайно, всебічно повинно бути обгрунтовано заданий зміна параметра першого рівня. На закінчення розглянемо, як причинно-наслідковий модель допомагає встановити оптимальну періодичність регульовальних і інших робіт, спрямованих на часткове або повне відновлення працездатності механізму. Як уже зазначалося вище, на зміну основного вихідного сигналу впливає одночасно і незалежно один від одного дві групи параметрів стан: регульовані і нерегульовані.

Запропонуємо, що відновлення номінальних значень регульованих параметрів відбувається одночасно. З початку експлуатації до моменту першої регулювання величина основного вихідного сигналу змінюється по деякому закону: $\Pi_1 = a_1 t_{i_1}^{b_1}$, де t_{i_1} – поточний час в першому періоді.

Зміни, що вносяться до величину Π_1 параметрами першої групи, можна виразити аналогічним законом:

$$\Pi_p = a_p t_{i_1}^{b_p}, \quad (7)$$

а параметрами другої групи - подібною ж формулою:

$$\Pi_n = a_n t_{i_1}^{b_n}. \quad (8)$$

Відповідно коефіцієнти динамічності основного вихідного сигналу і двох груп параметрів-причин мають вигляд:

$$D_1 = \frac{d\Pi_1}{dt} = a_1 b_1 t_{i_1}^{b_1-1}, \quad (9)$$

$$D_1 = \frac{d\Pi_p}{dt} = a_p b_p t_{i_1}^{b_p-1}, \quad (10)$$

$$D_1 = \frac{d\Pi_n}{dt} = a_n b_n t_{i_1}^{b_n-1}. \quad (11)$$

Отже, в початковий період: $\Pi_1 = \Pi_p + \Pi_n$, $D_1 = D_p + D_n$.

Після того, як була проведена перша регулювання всіх регульованих параметрів одночасно і їх значення були відновлені до нормальних, величина зміни параметра вищого рівня буде рівна лише частці зміни, внесеної групою нерегульованих параметрів за час t_1 : $\Pi_1 = \Pi_n$.

Для групи регульованих параметрів з моменту регулювання відлік часу починається з нуля, через що група регульованих параметрів у другому періоді вносить зміни у величину Π_1 по колишньому закону: $\Pi_p = a_p t_{i_2}^{b_p}$, $D_p = a_p b_p t_{i_2}^{b_p-1}$.

У той же час група нерегульованих параметрів змінюється відповідно до формулами: $\Pi_n = a_n (t_1 + t_{i_2})^{b_n}$, $D_n = a_n b_n (t_1 + t_{i_2})^{b_n-1}$, де t_1 – тривалість першого періоду; t_{i_2} – поточний час між першою і другою регулювання. У зв'язку з цим

$$\Pi_1 = \Pi_p + \Pi_n = a_p t_{i_2}^{b_p} + a_n (t_1 + t_{i_2})^{b_n};$$

$$D_1 = D_p + D_n = a_p b_p t_{i_2}^{b_p-1} + a_n b_n (t_1 + t_{i_2})^{b_n-1}.$$

Описаний процес відбуватиметься і в наступних періодах між регулюваннями, тому в загальному вигляді в період m величина

зміни параметра вищого рівня і його коефіцієнт динамічності складуть:

$$\Pi_1 = a_p t_{i_m}^{b_p} + a_n \left(\sum_1^{m-1} t_k + t_{l_m} \right)^{b_n}, \quad (12)$$

$$D_1 = a_p b_p t_{i_m}^{b_p-1} + a_n b_n \left(\sum_1^{m-1} t_k + t_{l_m} \right)^{b_n-1}. \quad (13)$$

Так як регулювання по потребі проводиться лише в момент, коли Π_1 одно граничного зміни $\Pi_1^{\text{перед}}$, То величина періоду до наступної регулювання визначається з умови:

$$\Pi_1^{\text{перед}} = a_p t_m^{b_p} + a_n \left(\sum_1^{m-1} t_k + t_m \right)^{b_n}. \quad (14)$$

Для розрахунків за формулою (17) можуть бути використані розрахункові значення a_p , b_p , a_n і b_n , Одержувані в результаті причинно-наслідкового аналізу об'єкта, або ці ж значення, уточнені в період експлуатації об'єкта.

Величина t_m , що представляє собою прогноз роботи об'єкта після регулювання до моменту досягнення граничного значення зміни параметра вищого рівня, підраховується за формулою:

$$t_m = \left[\frac{\Pi_1^{\text{перед}}}{a_p (1+z)} \right]^{\frac{1}{b_p}}. \quad (15)$$

Тут

$$z = \frac{a_n \left[t_s^{b_n} - \left(\sum_1^{m-1} t_k \right)^{b_n} \right]}{a_p \left(t_s - \sum_1^{m-1} t_k \right)^{b_p}}. \quad (16)$$

У формулі (16) t_s – значення часу від початку експлуатації, при якому Π_n досягає значення $\Pi_1^{\text{перед}}$. Аналіз формули (16) показує, що з наближенням значення $\sum t_k$ до t_s величина z зростає, що свідчить

про постійне зростання ролі нерегульованих параметрів у формуванні технічного стану об'єкта за умови, якщо регульовані параметри будуть всі одночасно відновлюватися до номінальних значень. У момент, коли подальша регулювання параметрів першої групи вже не приносить потрібного результату. Виникає необхідність у відновленні номінальних значень і параметрів другої групи, що досягається шляхом проведення ремонтних операцій.

Висновок. Можна вказати, що прогнозування цілком реально на основі причинно-наслідкового аналізу і для нього нами отримані прості розрахункові формули, що оптимізують прогнозований період за критеріями мінімуму збитків, пов'язаних з простоями об'єкта і заміною зношених деталей, а також за критерієм максимуму виробленої або переданої механізмом енергії.

Список літератури

1. *Налобіна О. О.* Ресурсно-діагностична модель прогнозування технічного стану машин для лісотехнічних робіт / *О. О. Налобіна* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 242–346.
2. <http://market-pages.ru/osnocen/21.html>.
3. <http://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-razrabotka-sistem-tekhnicheskogo-obslyzhivaniya-i-remonta-mashin-khimicheskoi.html>.
4. http://www.multipsychometr.ru/articles/articles_16.html.

Аннотація. *В статті розглянуті особливості аналітичних підходів до системності відновлення трудоспособності машин для лісотехнічних робіт.*

Ключевые слова: *восстановление, трудоспособность, лесная машина*

Annotation. *In paper the considered features of analytical approaches to systemacity of restoration of working capacity of mashines for forestry works.*

Key words: *restoration, working capacity, forest mashine*

УДК 502:504

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

М. Ф. Калівошко, кандидат сільськогосподарських наук

Анотація. *Розроблені та рекомендовані технічні рішення щодо недопущення надходження паливно-мастільних матеріалів в ґрунт, підземні ґрунтові води та довілля. Конструктивно протифільтраційні ґрунтові (глинисті) екрани та екрани з використанням поліетиленових плівок укладаються на попередньо підготовлений природний ґрунт, що знижує клас небезпек нафтопродуктів для природного середовища.*

© М. Ф. Калівошко, 2016